

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. April 2003 (10.04.2003)

PCT

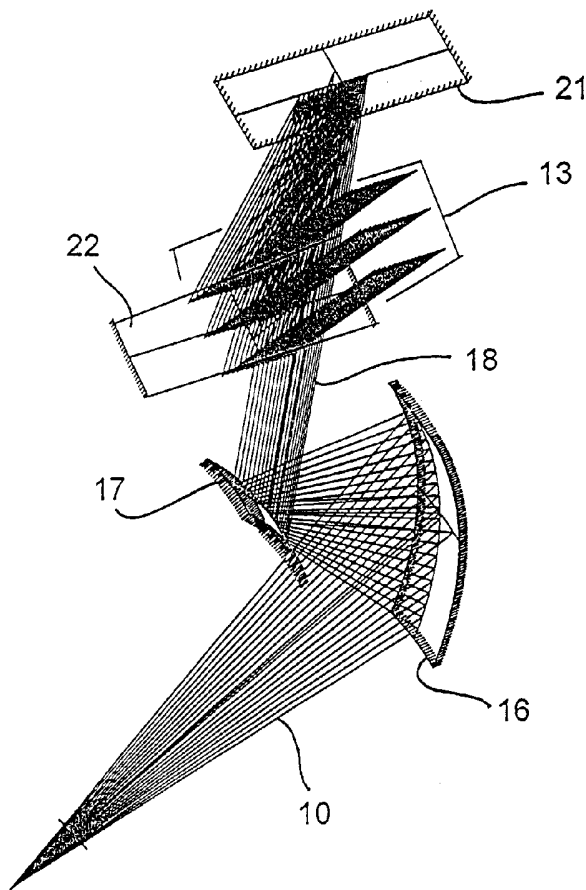
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/029770 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01J 4/00**, (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von G01N 21/21
US): **CARL ZEISS MICROELECTRONIC SYSTEMS GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/10476
- (22) Internationales Anmeldedatum: 18. September 2002 (18.09.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 46 945.4 24. September 2001 (24.09.2001) DE
- (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **DOBSCHAL, Hans-Jürgen** [DE/DE]; Am Kötschauer Weg 26 A, 99510 Kleinromstedt (DE). **MASCHKE, Gunter** [DE/DE]; Von-Hase-Weg 3, 07743 Jena (DE). **BISCHOFF, Jörg** [DE/DE]; Schillerstrasse 19, 98693 Illmenau (DE).
- (74) **Anwälte:** **GRIMM, Christian** usw.; Geyer, Fehners & Partner, Perhamerstrasse 31, 8087 München (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** SCATTEROMETRIC MEASURING ARRAY AND MEASURING METHOD

(54) **Bezeichnung:** SCATTEROMETRISCHE MESSANORDNUNG UND MESSVERFAHREN



(57) **Abstract:** The invention relates to a measuring array having an optical device into which a radiation beam (10) departing and diverging from a sample is injected for measurement and a detector (13) arranged downstream of said optical device, said detector having a plurality of detector pixels which are arranged on a plane and can be evaluated separately from one another, wherein the optical device (11) spectrally splits the diverging radiation beam (10) in a first direction crosswise to the direction of propagation of the radiation beam (10) and directs it towards the detector (13). The optical device parallelizes the radiation beam before it strikes the detector (13) in a second direction crosswise to the direction of propagation in such a manner that adjacent rays in the second direction of the radiation beam striking the detector (13) are parallel relative to one another.

(57) **Zusammenfassung:** Bei einer Messanordnung mit einer Optikeinrichtung, in die zur Messung ein von einer Probe ausgehendes, divergierendes Strahlenbündel (10) eingekoppelt wird, und weiter mit einer der Optikeinrichtung nachgeordneten Detektor (13), der eine Vielzahl von in einer Ebene angeordneten, unabhängig voneinander auswertbaren Detektorpixeln aufweist, wobei die Optikeinrichtung (11) das divergierende Strahlenbündel (10) in einer ersten Richtung quer zur Ausbreitungsrichtung des Strahlenbündels (10) spektral zerlegt und auf den Detektor (13) lenkt, parallelisiert die Optikeinrichtung das Strahlenbündel auch noch, bevor es auf den Detektor (13) trifft, in einer zweiten Richtung quer zur Ausbreitungsrichtung derart, dass in der zweiten Richtung benachbarte Strahlen des auf den Detektor (13) treffenden Strahlenbündels zueinander parallel verlaufen.



WO 03/029770 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

SCATTEROMETRISCHE MESSANORDNUNG UND MESSVERFAHREN

0

Die Erfindung betrifft eine Meßanordnung mit einer Optikeinrichtung, in die zur Messung ein von einer Probe ausgehendes, divergierendes Strahlenbündel eingekoppelt wird, und weiter mit einem der Optikeinrichtung nachgeordneten Detektor, der eine Vielzahl von in einer Ebene angeordneten und unabhängig voneinander auswertbaren Detektorpixeln aufweist, wobei die

5 Optikeinrichtung das divergierende Strahlenbündel in einer ersten Richtung quer zur Ausbreitungsrichtung des Strahlenbündels spektral zerlegt und auf den Detektor lenkt. Ferner betrifft die Erfindung ein Meßverfahren mit den Schritten: Richten eines Strahlenbündels auf eine zu untersuchende Probe derart, daß von der Probe ein divergierendes Strahlenbündel ausgeht, Durchführen einer spektralen Zerlegung des divergierenden Strahlenbündels in einer ersten

0 Richtung quer zur Ausbreitungsrichtung des divergierenden Strahlenbündels und Richten des spektral zerlegten Strahlenbündels auf einen Detektor, der eine Vielzahl von in einer Ebene angeordneten und unabhängig voneinander auswertbaren Detektorpixeln aufweist.

5

Eine solche Meßanordnung wird beispielsweise in der optischen Scatterometrie eingesetzt, wobei sowohl die Photometrie (die Messung der Intensität einer von einer Probe kommenden Strahlung in Abhängigkeit von beispielsweise des Ausfallwinkels und/oder der Wellenlänge) als auch die Ellipsometrie (die Messung des Polarisationszustandes einer von einer Probe kommenden Strahlung in Abhängigkeit von beispielsweise des Ausfallwinkels und/oder der Wellenlänge) Verfahren der optischen Scatterometrie sind. Aus den bei diesen Verfahren

0 gewonnenen Meßwerten, die auch als optische Signatur der Probe bezeichnet wird, können dann mittels geeigneter Verfahren Rückschlüsse auf die untersuchte Probe gezogen werden.

5

Aus DE 198 42 364 C1 sind eine Meßanordnung und ein Meßverfahren der eingangs genannten Art zur Ellipsometrie bekannt, wobei dabei zur Durchführung einer orts aufgelösten Messung die zu untersuchende Probe mittels der Optikeinrichtung in die Detektorebene abgebildet wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Meßanordnung der eingangs genannten Art und ein

-2-

Meßverfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß an einer Probe eine spektrale und eine winkelaufgelöste scatterometrische Messung schnell durchführbar ist.

Die Aufgabe wird bei einer Meßanordnung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die
5 Optikeinrichtung das Strahlenbündel auch noch, bevor es auf den Detektor trifft, in einer
zweiten Richtung quer zur Ausbreitungsrichtung so parallelisiert, daß in der zweiten Richtung
benachbarte Strahlen des auf den Detektor treffenden Strahlenbündels zueinander parallel
verlaufen. Dadurch kann gleichzeitig mit einer einzigen Messung die Intensität des
Strahlenbündels in Abhängigkeit des Ausfallwinkels und in Abhängigkeit der Wellenlänge
10 erfaßt werden, wodurch vorteilhaft die Meßzeit deutlich verkürzt wird.

Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Meßanordnung besteht daher darin, daß mit
einer einzigen Messung winkelaufgelöste und spektral aufgelöste Informationen gewonnen
werden können, ohne daß bei der Messung Teile mechanisch zu bewegen sind. Somit kann die
15 Messung äußerst genau und sehr schnell durchgeführt werden, was insbesondere im Hinblick
auf Prozeßkontrollen, z.B. in der Halbleiterfertigung, ein großer Vorteil ist.

Die erste und zweite Richtung verlaufen bevorzugt senkrecht zur Ausbreitungsrichtung, wobei
es insbesondere noch bevorzugt ist, daß die erste und zweite Richtung einen Winkel von 90°
20 miteinander einschließen. Dadurch wird vorteilhaft erreicht, daß die Auswertung der Meßdaten
erleichtert ist, da in der ersten Richtung nur eine spektrale Abhängigkeit gegeben ist, während
in der zweiten Richtung nur eine Winkelabhängigkeit vorliegt.

Es ist besonders bevorzugt, daß die Optikeinrichtung das Strahlenbündel vollständig (und
somit auch in der ersten Richtung) parallelisiert. Dadurch kann die spektrale Zerlegung, die in
25 diesem Fall insbesondere nach der Parallelisierung erfolgt, mit großer Genauigkeit erfolgen, so
daß die Meßgenauigkeit der Meßanordnung außerordentlich hoch ist.

Eine besonders bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Meßanordnung besteht
30 darin, daß die Optikeinrichtung die spektrale Zerlegung derart durchführt, daß in der ersten
Richtung eine Fokussierung in der Ebene der Detektorpixel erfolgt. Somit werden die einzelnen
spektralen Anteile nebeneinander (bzw. in der ersten Richtung benachbart) auf den Detektor
fokussiert, wodurch eine sehr hohe Auflösung für die Messung in Abhängigkeit der Wellenlänge
erreicht wird.

35

Besonders bevorzugt ist bei der erfindungsgemäßen Meßanordnung zur Fokussierung ein
Zylinderspiegel vorgesehen. Damit kann in einfacher Art und Weise und ohne Erzeugung von
Farbfehlern die gewünschte Fokussierung erzielt werden. Des weiteren kann mittels des

Zylinderspiegels der Strahlengang gefaltet werden, so daß die Meßanordnung kompakt verwirklicht werden kann.

5 Insbesondere kann die Optikeinrichtung bei der erfindungsgemäßen Meßanordnung zur spektralen Zerlegung ein dispersives Element, wie z.B. ein Strichgitter, aufweisen. Mittels dieses dispersiven Elementes kann sicher die gewünschte spektrale Zerlegung nur in der ersten Richtung durchgeführt werden.

10 Bevorzugt ist das dispersive Element als reflektives Element ausgebildet, wie z.B. ein reflektives Strichgitter. Dadurch kann eine Faltung des Strahlengangs erfolgen, wodurch die Meßanordnung kompakt wird. Eine Kombination des Zylinderspiegels zur Fokussierung mit dem reflektiven, dispersiven Element ist von besonderem Vorteil, da eine zweimalige Faltung des Strahlengangs zu einer sehr kleinen Meßanordnung führt.

15 Ferner besteht eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Meßanordnung darin, daß die Optikeinrichtung zur Parallelisierung einen, zwei oder mehrere Spiegel, insbesondere einen, zwei oder mehrere sphärische Spiegel, umfaßt. Dadurch kann die Parallelisierung durchgeführt werden, ohne daß dabei Farbfehler erzeugt werden, die bei der Verwendung von refraktiven Elementen zur Parallelisierung auftreten können. Dies führt zu einer Verbesserung
20 der Meßgenauigkeit.

Ferner ist es auch noch möglich, daß das dispersive Element, z.B. ein Gitter, zur spektralen Zerlegung direkt auf der Spiegeloberfläche des Spiegels zur Parallelisierung ausgebildet ist, so daß mit einem einzigen optischen Element die gewünschten Funktionen der Optikeinrichtung
25 verwirklicht werden können.

Falls mehrere Spiegel zur Parallelisierung vorgesehen sind, kann das dispersive Element auf einer oder mehreren der Spiegeloberflächen der Spiegel ausgebildet sein, so daß der Raumbedarf der Meßanordnung geringer ist.

30 Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Meßanordnung weist die Optikeinrichtung ein erstes Optikmodul zur Parallelisierung des eingekoppelten Strahlenbündels und ein dem ersten Optikmodul nachgeordnetes zweites Optikmodul zur spektralen Zerlegung auf. Damit ist es möglich, die unterschiedlichen optischen Aufgaben
35 (nämlich die Parallelisierung und die spektrale Zerlegung) durch separate Optikmodule durchzuführen, die genau auf ihre Aufgaben optimiert werden können, so daß die Meßanordnung insbesondere für hochpräzise Messungen geeignet ist.

Besonders vorteilhaft ist es, daß die Parallelisierung vor der spektralen Aufteilung durchgeführt wird, da dann die Parallelisierung ohne die Erzeugung von unerwünschten Farbfehlern einfach realisierbar ist (z.B. durch die ausschließliche Verwendung von Spiegelementen zur Parallelisierung).

5

Bevorzugt sind die Detektorpixel in Zeilen und Spalten angeordnet und erfolgt die spektrale Zerlegung in Spaltenrichtung, wohingegen die Parallelisierung in Zeilenrichtung durchgeführt wird. Dadurch ist die Auswertung der Detektorpixel besonders einfach, da jedes Detektorpixel einer bekannten Wellenlänge und einem bekannten Ausfallwinkel zugeordnet ist. Natürlich kann die spektrale Zerlegung auch in Zeilenrichtung erfolgen. In diesem Fall wird dann die Parallelisierung in Spaltenrichtung durchgeführt.

10

Ferner kann bei der erfindungsgemäßen Meßanordnung dem Detektor ein Mikropolarisationsfilter vorgeordnet sein, der eine Vielzahl von Pixelgruppen umfaßt, die jeweils zumindest zwei (bevorzugt drei) Analysatorenpixel zur Ellipsometrie mit unterschiedlichen Hauptachsenausrichtung und ein transparentes Pixel zur Photometrie aufweisen. Insbesondere ist dabei jedem Detektorpixel genau ein Pixel der Pixelgruppen zugeordnet. In diesem Fall kann zusätzlich zur photometrischen Messung noch eine ellipsometrische Messung gleichzeitig durchgeführt werden, wobei auch bei der ellipsometrischen Messung winkelaufgelöste und spektral aufgelöste Informationen mittels eines einzigen Meßvorgangs gewonnen werden können. Somit können eine Vielzahl von unterschiedlichen Meßwerten mittels eines einzigen Meßvorgangs erfaßt werden, wodurch eine sehr genaue und schnelle Messung ermöglicht wird.

15

20

25

Des weiteren kann bei der erfindungsgemäßen Meßanordnung ein Beleuchtungsarm vorgesehen sein, der ein (bevorzugt konvergierendes) Strahlenbündel zur Beleuchtung der zu untersuchenden Probe erzeugt und auf diese derart richtet, daß von der Probe ein divergierendes Strahlenbündel ausgeht, das dann in die Optikeinrichtung zur Untersuchung eingekoppelt wird. Dadurch wird eine sehr kompakte Meßanordnung bereitgestellt, mit der die Probe gleich in geeigneter Weise beleuchtet werden kann.

30

Der Beleuchtungsarm kann so relativ zur Optikeinrichtung in Abhängigkeit der zu untersuchenden Probe angeordnet sein, daß durch die Probe reflektiertes oder transmittiertes Licht bzw. Strahlung als divergierendes Strahlenbündel in die Optikeinrichtung eingekoppelt wird. Damit kann man immer die Anordnung wählen, die für die jeweilige Probe am besten geeignet ist. Auch ist es möglich, den Beleuchtungsarm so anzuordnen, daß in die Optikeinrichtung nur von der Probe kommende Strahlung einer oder mehrerer vorbestimmter Beugungsordnungen, sofern diese auftreten, eingekoppelt wird. Alternativ kann natürlich auch

35

die Optikeinrichtung derart angeordnet werden, daß nur die gewünschte Strahlung eingekoppelt wird.

5 Falls Gittervektor des zu untersuchenden Probenabschnitts (der Gittervektor kennzeichnet die Richtung der Periodizität des Gitters) in der Einfallsebene (diese wird durch die Achse der Beleuchtungsarms und die Achse des Meßarms, der die Optikeinrichtung und den Detektor aufweist, bestimmt) liegt, befinden sich eventuell auftretende Beugungsordnungen ebenfalls in der Einfallsebene. Wenn jedoch der Gittervektor nicht mehr in der Einfallsebene liegt, so findet die sogenannte konische Beugung statt, bei der alle Beugungsmaxima mit Ausnahme der
10 nullten Beugungsordnung (direkter Reflex) auf einem Bogen senkrecht zur Einfallsebene liegen. Durch eine geeignete Positionierung der Probe (z.B. durch Drehen) kann somit in einfacher Weise gewährleistet werden, daß nur der direkte Reflex in die Optikeinrichtung eingekoppelt und somit detektiert wird. Natürlich kann man auch die gesamte Meßanordnung um die Probennormale drehen, um die gewünschte konische Beugung zu erzeugen.

15 Die Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Meßverfahren dadurch gelöst, daß zusätzlich zum Meßverfahren der eingangs genannten Art noch das divergierende Strahlenbündel, bevor es auf den Detektor trifft, in einer zweiten Richtung quer zur Ausbreitungsrichtung so parallelisiert wird, daß die in der zweiten Richtung benachbarten Strahlen des auf den Detektor
20 treffenden Strahlenbündels zueinander parallel verlaufen. Damit kann eine winkelaufgelöste und spektral aufgelöste photometrische Messung mittels eines einzigen Meßvorgangs durchgeführt werden, ohne daß dabei Teile mechanisch bewegt werden müssen. Dies erhöht sowohl die Meßgenauigkeit als auch die Meßgeschwindigkeit.

25 Eine besondere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Meßverfahrens besteht darin, daß in Abhängigkeit der zu untersuchenden Probe nur ein Teil der Detektorpixel des Detektors ausgewertet werden. Dadurch kann die Messung beschleunigt werden, da die Detektorpixel, deren Informationen weniger aussagekräftig sind, nicht berücksichtigt werden, so daß eine unerwünschte Verlangsamung des Meßverfahrens verhindert werden kann. Im Ergebnis wird
30 das erfindungsgemäße Meßverfahren schneller und weist dabei noch eine sehr hohe Genauigkeit auf. Auch wird dadurch die schnelle und optimale Messung an unterschiedlichen Proben typen möglich.

35 Ferner kann beim erfindungsgemäßen Meßverfahren ein (bevorzugt konvergierendes) Strahlenbündel mit definiertem Polarisationszustand auf die Probe gerichtet werden, wobei dann das Licht, das auf einen Teil der Detektorpixel trifft, durch Analysatoren geführt wird, während das Licht, das auf die restlichen Detektorpixel trifft, nicht durch die Analysatoren geführt wird. Dadurch wird eine kombinierte ellipsometrischen und photometrische Messung

möglich, wobei beide Messungen wiederum winkelaufgelöst und spektral aufgelöst mittels eines einzigen Meßvorgangs durchgeführt werden können. Somit werden sehr schnell sehr viele Meßwerte erfaßt, woraus mit hoher Genauigkeit Rückschlüsse auf die gewünschten Parameter der zu untersuchenden Probe gezogen werden können.

5

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird das Strahlenbündel auf die Probe fokussiert und dann das von der Probe reflektierte oder transmittierte Strahlenbündel gemessen. Über die Fokussierung bzw. auch mögliche Defokussierung des einfallenden Strahlenbündels kann dann die Größe des zu untersuchenden Probenflecks eingestellt werden.

10

Die Erfindung wird nachfolgend beispielshalber anhand der Zeichnungen noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer erfindungsgemäßen Meßanordnung;

15 Fig. 2 eine perspektivische Ansicht des Aufbaus des Meßarms der in Fig. 1 gezeigten Meßanordnung;

Fig. 3 eine Seitenansicht des Meßarms von Fig. 2;

Fig. 4 eine Ansicht des Detektors des Meßarms, und

20 Fig. 5 eine Explosionsdarstellung eines Ausschnitts der Anordnung von Detektor und Mikropolarisationsfilter.

In Fig. 1 ist schematisch der Aufbau einer erfindungsgemäßen Meßanordnung für eine kombinierte winkelaufgelöste und spektrale Reflexionsphotometrie gezeigt. Bevorzugt kann mit der Meßanordnung auch noch gleichzeitig eine winkelaufgelöste und spektrale Ellipsometrie, wie nachfolgend in Verbindung mit Fig. 5 noch beschrieben wird, durchgeführt werden.

25

Die Meßanordnung umfaßt einen Beleuchtungsarm 1 sowie einen Meßarm 2. Der Beleuchtungsarm 1 enthält eine breitbandige Lichtquelle 3, die beispielsweise Strahlung im Wellenlängenbereich von 250 bis 700 nm abgibt, einen der Lichtquelle 3 nachgeordneten Kollimator 4, der ein paralleles Strahlenbündel 5 erzeugt, mit dem eine Beleuchtungsoptik 6 beaufschlagt wird. Zwischen dem Kollimator 4 und der Beleuchtungsoptik 6 kann, falls gewünscht, ein Polarisator 7 eingeschoben werden (wie durch den Doppelpfeil A angedeutet ist), so daß in diesem Fall die Beleuchtungsoptik 6 mit polarisiertem Licht beaufschlagt wird.

30

35 Die Beleuchtungsoptik 6 erzeugt ein konvergierendes Strahlenbündel 8, mit dem eine zu untersuchende Probe 9 beleuchtet wird. Der Öffnungswinkel θ des Strahlenbündels 8 in der Einfallsebene (hier die Zeichenebene) beträgt etwa 40° , wohingegen der Öffnungswinkel des Strahlenbündels 8 in einer Ebene senkrecht zur Einfallsebene bevorzugt kleiner ist

-7-

(beispielsweise 10° bis 25°), aber natürlich auch den gleichen Wert wie der Öffnungswinkel θ aufweisen kann. Der Beleuchtungsarm 1 ist um etwa 50° (Winkel α) gegenüber der Probennormalen N verkippt, so daß mit dem Strahlenbündel 8 in der Einfallsebene ein Einfallswinkelbereich von 10° bis 60° abgedeckt wird. Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, sind die
5 beiden Arme 1, 2 symmetrisch zur Probennormalen N angeordnet.

Das konvergierende Strahlenbündel 8, das auf die Probe 9 trifft, unterliegt einer Wechselwirkung mit dieser (es wird beispielsweise an einer periodischen Struktur gebeugt) und dabei wird ein von der Probe 9 ausgehendes, divergierendes Strahlenbündel erzeugt, von dem
10 das eingezeichnete, divergierende Strahlenbündel 10 in den Meßarm 2 eingekoppelt wird. Der Meßarm 2 ist dabei so ausgelegt und angeordnet, daß das divergierende Strahlenbündel 10 dem Strahlenbündel entspricht, daß bei einer rein spiegelnden Reflexion (hier also im wesentlichen Beugung nullter Ordnung) erzeugt werden würde. Somit beträgt der
15 Öffnungswinkel ϕ des Strahlenbündels 10 auch etwa 40° in der Einfallsebene, so daß in der Einfallsebene die Ausfallswinkel der Strahlen des divergierenden Strahlenbündels 10 10° bis 60° betragen. Die Ausbreitungsrichtung C des Strahlenbündels 10 ist dabei die Ausbreitungsrichtung des Mittelstrahls (das ist der Strahl mit dem Ausfallswinkel von 35°). Mit dieser Anordnung werden hauptsächlich Beugungseffekte nullter Ordnung erfaßt, aus denen dann auf die Parameter der zu untersuchenden Probe, deren Struktur (z.B. Strichgitter) in der
20 Regel vorher bekannt ist, rückgeschlossen werden kann.

Insbesondere kann die Probe 9 und somit die zu untersuchende periodische Struktur der Probe 9 so ausgerichtet sein, daß der Gittervektor der periodischen Struktur nicht in der Einfallsebene liegt. Dann tritt die konische Beugung auf, bei der nur noch die nullte Beugungsordnung in der
25 Einfallsebene liegt. In dieser Weise läßt sich leicht erreichen, daß nur die nullte Beugungsordnung ausgewertet wird.

Das divergierende Strahlenbündel 10 wird in eine Optikrichtung 11 des Meßarms 2 eingekoppelt, wobei in der Optikeinrichtung 11 das divergierende Strahlenbündel 10 einerseits
30 so parallelisiert und andererseits senkrecht zur Zeichenebene so spektral zerlegt wird, daß ein ausfallendes Strahlenbündel 12 erzeugt wird (die genaue Wirkungsweise der Optikeinrichtung 11 wird nachfolgend noch im Detail beschrieben). Das so erzeugte Strahlenbündel 12 wird dann auf einen flächigen Detektor 13 gerichtet, der eine Vielzahl von in Zeilen und Spalten angeordneten Detektorpixeln umfaßt, die unabhängig voneinander ausgewertet bzw.
35 ausgelesen werden können. In dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel wird ein CCD-Chip verwendet.

Falls gewünscht, kann zwischen der Optikeinrichtung 11 und dem Detektor 13 ein Mikropolarisationsfilter 14, der später detaillierter beschrieben wird, eingeschoben werden (wie durch den Doppelpfeil B angedeutet ist).

- 5 In Fig. 2 und 3 ist eine Ausführungsform des Meßarms 2 gezeigt, wobei in Fig. 3 die Einfallsebene die Zeichenebene ist.

Die Optikeinrichtung 11 umfaßt eine Blende 15 (die nur in Fig. 3 dargestellt ist), die den Öffnungswinkel ϕ des in die Optikeinrichtung 11 eingekoppelten Strahlenbündels 10 begrenzt.
10 Darauf folgen ein konkaver, sphärischer Spiegel 16 und ein konvexer, sphärischer Spiegel 17, mit denen das divergierende Strahlenbündel 10 vollständig so parallelisiert wird, daß sowohl in der Zeichenebene von Fig. 3 benachbarte Strahlen des parallelisierten Strahlenbündels 18 als auch in einer Ebene senkrecht zur Zeichenebene benachbarte Strahlen des parallelisierten Strahlenbündels 18 zueinander parallel verlaufen. Aufgrund der Parallelisierung ist die Position
15 jedes in der Zeichenebene von Fig. 3 verlaufenden Strahls im Strahlenbündel 18 durch den Ausfallwinkel an der Probe 9 vorgegeben. Somit liegt der Strahl 19 mit dem kleinsten Ausfallwinkel $\delta_1 (=10^\circ)$ im parallelisierten Strahlenbündel 18 ganz links, während der Strahl 20 mit dem größten Ausfallwinkel $\delta_2 (=60^\circ)$ im parallelisierten Strahlenbündel 18 ganz rechts verläuft. Das gleiche gilt für die Position der Strahlen in Ebenen, die parallel zur Zeichenebene
20 sind.

Die beiden Spiegel 16, 17 bewirken somit, daß der Ausfallwinkel δ der Strahlen im divergierenden Strahlenbündel 10 in eine Position im parallelen Strahlenbündel 18 umgesetzt wird. Das divergierende Strahlenbündel wird also auch in einer ersten Richtung (in der
25 Zeichenebene von Fig. 3) quer zur Ausbreitungsrichtung C (die Richtung des Mittelstrahls) parallelisiert.

Wie Fig. 2 und 3 zu entnehmen ist, wird das parallelisierte Strahlenbündel 18 auf ein Reflexionsgitter 21 gerichtet. Das Reflexionsgitter 21 ist so ausgebildet und angeordnet, daß
30 nur senkrecht zur Zeichenebene von Fig. 3 (zweite Richtung) eine spektrale Zerlegung erfolgt. Somit gehen vom Gitter 21 für jeden Ausfallwinkel δ jeweils parallele Strahlbüschel einer Wellenlänge aus, wobei der Ausfallwinkel der parallelen Strahlbüschel in Abhängigkeit der Wellenlänge unterschiedliche Werte aufweist.

- 35 Diese parallelen Strahlbüschel treffen auf einen Zylinderspiegel 22 und werden mittels diesem nur in Richtung der spektralen Zerlegung auf den Detektor 13 fokussiert.

Der Detektor 13, der in Fig. 4 schematisch dargestellt ist und die Vielzahl von in Zeilen und Spalten angeordneten, individuell auslesbaren Photoelementen (Detektorpixel) 23 umfaßt, ist so im Meßarm 2 angeordnet, daß die spektrale Zerlegung in Richtung der Spalten (Pfeil Y) und die Umsetzung der Ausfallwinkel δ des divergierenden Strahlenbündels 10 in Richtung der Zeilen (Pfeil X) erfolgt. Die Optikeinrichtung 11 bewirkt somit eine Abbildung der Probe nach Unendlich (die Detektorebene ist nicht zur Probenebene konjugiert), wobei die spektrale Zerlegung in der Detektorebene vorliegt. Mit dem Detektor 13 wird dadurch eine optische Signatur des untersuchten Probenabschnitts erfaßt, wobei in Zeilenrichtung (X) eine Winkelauflösung und in Spaltenrichtung (Y) eine Wellenlängenauflösung erfolgt. Daher kann mit dem erfindungsgemäßen Meßarm 2 gleichzeitig eine Messung der Intensität in Abhängigkeit des Ausfallwinkels δ und in Abhängigkeit der Wellenlänge λ durchgeführt werden.

Die Abstände der einzelnen Optikelemente 16, 17, 21, 22 und 13 des Meßarms 2 zueinander und die Radien der Spiegel 16, 17, 22 sind in der folgenden Tabelle 1 angegeben, wobei die Zeichenebene von Fig. 3 der Meridionalebene entspricht und die Sagittalebene senkrecht zur Meridionalebene liegt:

Tabelle 1

20

Optikelemente	Abstand (mm)	Optikelement	Radius (mm)
9 - 16	68,13	16	54,60 (sphärisch, konkav)
16 - 17	27,00	17	34,70 (sphärisch, konvex)
17 - 21	70,00	22	103,03 (sagittaler Radius, konkav)
21 - 22	50,00		
22 - 13	50,00		

Die Elemente des Meßarms sind so relativ zueinander angeordnet, daß folgende Ablenkwinkel (Differenz zwischen ankommendem und reflektiertem Strahl) gemäß dem Führungsstrahlprinzip auftreten. Beim Führungsstrahlprinzip dient der ein Element verlassende Scheitelstrahl (bzw. Mittelstrahl des das Element verlassenden Strahlenbündels) als Eingangszugsstrahl für das nächste Bauelement.

30

Tabelle 2

Optikelement	Ablenkwinkel (°)	
16	57,43	Ablenkung nur in meridionaler Richtung
17	110,00	Ablenkung nur in meridionaler Richtung
22	20	Ablenkung nur in sagittaler Richtung

5

Das Gitter 23 ist ein planes Lineargitter mit einer Gitterfrequenz von 500 Linien/mm (eine Linie ist dabei eine vollständige Strukturperiode) und ist so angeordnet, daß der Einfallswinkel am Gitter bezüglich der Gitternormalen $11,824^\circ$ beträgt. Der Ablenkwinkel (in sagittaler Richtung) für einen Strahl der Wellenlänge von 380,91nm beträgt $12,652^\circ$. Der in Tabelle 2 angegebene Ablenkwinkel von 20° am Zylinderspiegel 22 ist auch auf die Wellenlänge von 380,91 nm bezogen. Der Strahl mit dieser Wellenlänge, der am Zylinderspiegel 22 reflektiert wird, trifft senkrecht auf den Detektor 13.

Da im Meßarm 3 zuerst die Parallelisierung mittels der beiden Spiegel 16 und 17 und somit ohne die Verwendung von refraktiven Elementen durchgeführt wird, treten vorteilhaft bei dieser Parallelisierung keine Farbfehler auf.

Die Beleuchtungsoptik 6 des Beleuchtungsarms 1 kann in identischer Weise zum Meßarm 2 zwei sphärische Spiegel (nicht gezeigt) sowie eine Blende (nicht gezeigt) aufweisen, so daß bei Beaufschlagung mit einem parallelen Strahlenbündel 5 das gewünschte, konvergierende Strahlenbündel 8 erzeugt wird.

Bei der Messung von periodischen Strukturen wird der Bündeldurchmesser des einfallenden Strahlenbündels 8 auf der Probe 9 bevorzugt so gewählt, daß er zumindest einige Perioden der Struktur beleuchtet. Bei der Halbleiterfertigung kann die Periode solcher Strukturen (wie z.B. voneinander beabstandete Linien, die eine vorbestimmte Breite und Höhe sowie einen vorbestimmten Flankenwinkel bei richtiger Prozeßführung aufweisen sollten) 150 nm betragen, so daß dann ein Bündeldurchmesser von einigen $10 \mu\text{m}$ angestrebt wird. In Abhängigkeit der Probengeometrie (die sich aufgrund von z.B. Prozeßschwankungen ändert) ändert sich auch die gemessene optische Signatur, so daß ausgehend von der gemessenen optischen Signatur durch bekannte Verfahren (wie z.B. neuronale Netze) auf die tatsächlichen Werte der gewünschten Parameter (wie z.B. Linienbreite, Linienhöhe, Flankenwinkel) zurückgeschlossen werden kann.

Es hat sich bei den Messungen herausgestellt, daß die Sensitivität (also die Änderungen der optischen Signatur in Abhängigkeit einer Änderung des zu untersuchenden Parameters, wie z.B. Breite und Höhe der parallelen Linien) nicht über den gesamten Bündelquerschnitt des auf den Detektor 13 treffenden Strahlenbündels konstant ist, sondern sehr stark von dem jeweiligen Probenotyp (z.B. Photoresist auf Silizium, geätztes Silizium, geätztes Aluminium) und den jeweiligen Geometrien (z.B. ein- oder zweidimensionale Wiederholstrukturen) abhängt.

In Fig. 4 sind die einzelnen Pixelelemente 23 des Detektors 13 als Quadrate dargestellt, wobei die Sensitivität als Funktion der Wellenlänge λ und des Ausfallwinkels δ für einen ersten Probenotyp durch Höhenlinien 24, 25, 26, 27 und für einen zweiten Probenotyp durch Höhenlinien 28, 29, 30, 31 angedeutet ist. Die Höhenlinien kann man experimentell und/oder theoretisch ermitteln.

Bei Messung des ersten Probenotyps wird der Detektor 13 bevorzugt so angesteuert, daß nur die innerhalb der Höhenlinie 24 liegende Pixelelemente 23 ausgelesen werden, während bei Messung des zweiten Probenotyps nur die innerhalb der Höhenlinie 28 liegenden Pixelelemente 23 ausgelesen werden. Dadurch können nur die relevanten Pixelelemente 23 erfaßt und ausgewertet werden, so daß die Auswertung durch die nicht so relevanten Informationen der restlichen Bildpixelelemente nicht unnötigerweise verlangsamt wird. Als Detektor 13 werden bevorzugt solche verwendet, bei denen einzelne Bildpixel selektiv ausgelesen werden können. Dies kann z.B. ein CMOS-Bilddetektor oder auch ein CID-Bilddetektor (charge-injection-device-Bilddetektor) sein.

In einer Weiterbildung der beschriebenen Ausführungsform ist im Beleuchtungsarm 1 der Polarisator 7 so angeordnet, daß das in die Beleuchtungsoptik 6 eingekoppelte Strahlenbündel linear polarisiert ist und somit einen definierten bzw. bekannten Polarisationszustand aufweist. Im Meßarm 2 ist zwischen Optikeinrichtung 11 und dem Detektor 13 der Mikropolarisationsfilter 14 eingefügt, der bevorzugt unmittelbar vor dem Detektor 13 angeordnet ist.

Der Mikropolarisationsfilter 14 umfaßt eine Vielzahl von in Zeilen und Spalten angeordneten Filterpixeln 32, 33, 34, 35, wobei jedes Filterpixel 32, 33, 34, 35 genau einem Detektorpixel 23 zugeordnet ist, wie in der schematischen Explosionsdarstellung eines Abschnitts des Detektors 13 und des Mikropolarisationsfilters 14 in Fig. 5 ersichtlich ist. Dabei bilden jeweils 2 mal 2 Filterpixel eine Pixelgruppe 36, wobei drei Filterpixel 32, 33, 34 (z.B. feine Metallgitter, die mittels bekannter Mikrostrukturierungstechniken herstellbar sind) der Pixelgruppe 36 Analysatoren mit unterschiedlichen Durchlaß- bzw. Hauptachsenrichtungen (z.B. 0°, 45°, 90°) für polarisierte Strahlung sind und das vierte Filterpixel 35 transparent ausgebildet ist. Mit den

-12-

- den drei Analysatorpixeln 32, 33, 34 zugeordneten Detektorpixeln 23 kann somit der Polarisationszustand erfaßt werden und mit dem vierten Detektorpixel 23, das dem transparenten Filterpixel 35 zugeordnet ist, kann die Intensität gemessen werden. Bei dieser Ausführungsform ist somit zwar die Auflösung um den Faktor 2 im Vergleich zu der vorgeschriebenen Ausführungsform verringert, jedoch werden zusätzlich noch Informationen über die Änderungen des Polarisationszustandes gewonnen, so daß auch noch eine spektrale und winkelaufgelöste Ellipsometrie gleichzeitig mit einer einzigen Messung durchgeführt werden kann.
- 10 Wenn mit der beschriebenen Meßanordnung eine orts aufgelöste Messung durchgeführt werden soll, wird der Abstand der Probe 9 zu den beiden Armen 2 und 3 bevorzugt so eingestellt, daß das konvergierende Strahlenbündel 8 auf der Probe 9 einen möglichst geringen Durchmesser aufweist. Das konvergierende Strahlenbündel 8 wird somit möglichst gut auf die Probe fokussiert. Die Probe 9 wird ferner relativ zu den beiden Armen 2 und 3 bewegt, so daß für
- 15 jeden Punkt die in Verbindung mit den vorhergehenden Ausführungsformen beschriebenen Messung durchgeführt werden kann. Die Ortsauflösung wird somit durch die Messung von separaten Punkten erreicht, da die einzelnen Messungen an sich keine orts aufgelöste Information liefern. Dies liegt daran, daß bei der erfindungsgemäßen Meßanordnung der Meßarm kein Bild der untersuchten Probenstelle, sondern eine integrale optische Signatur (die
- 20 über den Probenfleck gemittelte optische Signatur) erfaßt.

- Die Bewegung der Probe 9 relativ zu den Armen 2 und 3 wird bevorzugt mittels eines Probenstisches (nicht gezeigt), auf dem die Probe 9 gehalten ist, durchgeführt, wobei mit dem Probenstisch auch noch der Abstand zu den Armen 2,3 und somit der Bündeldurchmesser des
- 25 Strahlenbündels 8 auf der Probe 9 einstellbar ist. Alternativ können natürlich auch beide Arme 2 und 3 entsprechend relativ zur Probe 9 bewegt werden, oder es ist auch möglich, beide Bewegungen zu kombinieren.

Ansprüche

0

1. Meßanordnung mit einer Optikeinrichtung (11), in die zur Messung ein von einer Probe (9) ausgehendes, divergierendes Strahlenbündel (10) eingekoppelt wird, und weiter mit einem der Optikeinrichtung (11) nachgeordneten Detektor (13), der eine Vielzahl von in einer Ebene angeordneten, unabhängig voneinander auswertbaren Detektorpixeln (23) aufweist, wobei die
5 Optikeinrichtung (11) das divergierende Strahlenbündel (10) in einer ersten Richtung quer zur Ausbreitungsrichtung (C) des Strahlenbündels (10) spektral zerlegt und auf den Detektor (13) lenkt, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Optikeinrichtung (11) das Strahlenbündel auch noch, bevor es auf den Detektor (13) trifft, in einer zweiten Richtung quer zur Ausbreitungsrichtung (C) so parallelisiert, daß in der zweiten Richtung benachbarte Strahlen des auf den Detektor (13)
0 treffenden Strahlenbündels zueinander parallel verlaufen.

2. Meßanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Optikeinrichtung (11) die spektrale Zerlegung derart durchführt, daß in der ersten Richtung eine Fokussierung in der Ebene der Detektorpixel (23) erfolgt.

5

3. Meßanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Optikeinrichtung (11) zur Fokussierung einen Zylinderspiegel (22) umfaßt.

0

4. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Optikeinrichtung (11) zur spektralen Zerlegung ein dispersives Element, insbesondere ein Strichgitter (21), aufweist.

5

5. Meßanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das dispersive Element reflektiv ist.

6. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Optikeinrichtung (11) zur Parallelisierung einen Spiegel, insbesondere einen sphärischen Spiegel (16; 17), umfaßt.

7. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß Optikeinrichtung ein erstes Optikmodul (16, 17) zur Parallelisierung des eingekoppelten Strahlenbündels (10) und ein dem ersten Optikmodul (16; 17) nachgeordnetes zweites Optikmodul (21, 22) zur spektralen Zerlegung des parallelisierten Strahlenbündels enthält.

5

8. Meßanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Optikmodul zur Parallelisierung nur Spiegelelemente (16, 17) umfaßt.

9. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorpixel (23) in Zeilen und Spalten angeordnet sind und die spektrale Zerlegung in Zeilen- oder Spaltenrichtung erfolgt.

10. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß dem Detektor (13) ein Mikropolarisationsfilter (14) vorgeordnet ist, der eine Vielzahl von Pixelgruppen umfaßt, die jeweils zumindest zwei Analysatorenpixel mit unterschiedlichen Hauptachsenrichtungen zur Ellipsometrie und ein transparentes Pixel zur Photometrie aufweisen.

11. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Beleuchtungsarm (1) vorgesehen ist, der ein Strahlenbündel (8) derart auf die zu untersuchende Probe richten kann, daß das divergierende Strahlenbündel (10) erzeugt wird.

12. Meßverfahren mit den Schritten:

Richten eines Strahlenbündels (8) auf eine zu untersuchende Probe (9) derart, daß von der Probe (9) ein divergierendes Strahlenbündel (10) ausgeht,

Durchführen einer spektralen Zerlegung des divergierenden Strahlenbündels (10) in einer ersten Richtung quer zur Ausbreitungsrichtung (C) des divergierenden Strahlenbündels (10) und

Richten des spektral zerlegten Strahlenbündels auf einen Detektor (13), der eine Vielzahl von in einer Ebene angeordneten und unabhängig voneinander auswertbaren Detektorpixeln (23) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** das divergierende Strahlenbündel (10) auch noch, bevor es auf den Detektor (13) trifft, in einer zweiten Richtung quer zur Ausbreitungsrichtung (C) so parallelisiert wird, daß in der zweiten Richtung benachbarte Strahlen des auf den Detektor (13) treffenden Strahlenbündels zueinander parallel verlaufen.

35

13. Meßverfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit der zu untersuchenden Probe (9) nur ein vorbestimmter Teil der Detektorpixel (23) ausgewertet werden.

-15-

14. Meßverfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlenbündel (8), das auf die Probe (9) gerichtet wird, einen definierten Polarisationszustand aufweist und daß ein Teil des auf den Detektor (13) gerichteten Strahlenbündels durch Analysatoren hindurchgeleitet wird.

5

15. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlenbündel (8) auf die Probe (9) fokussiert wird.

1/4

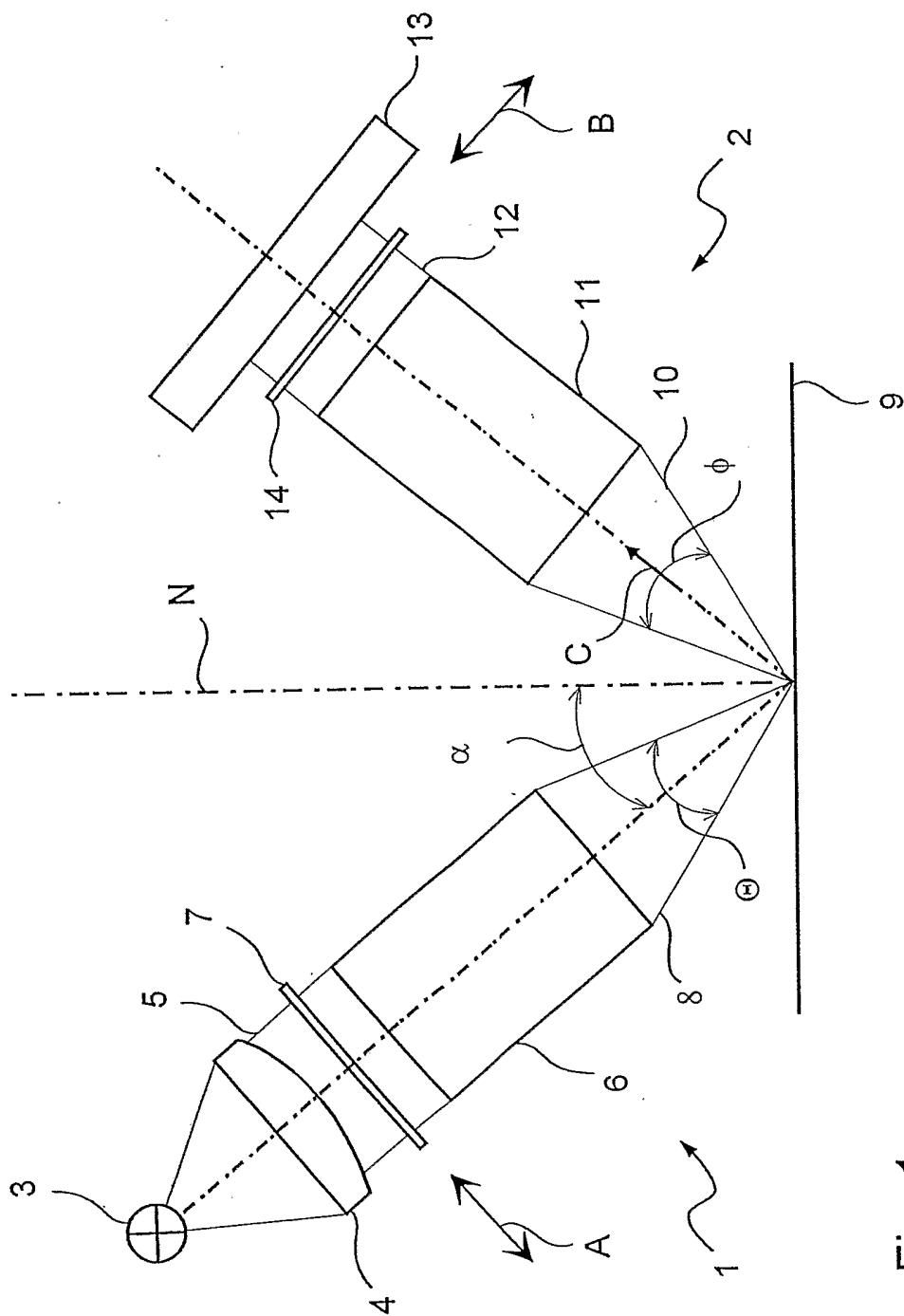


Fig. 1

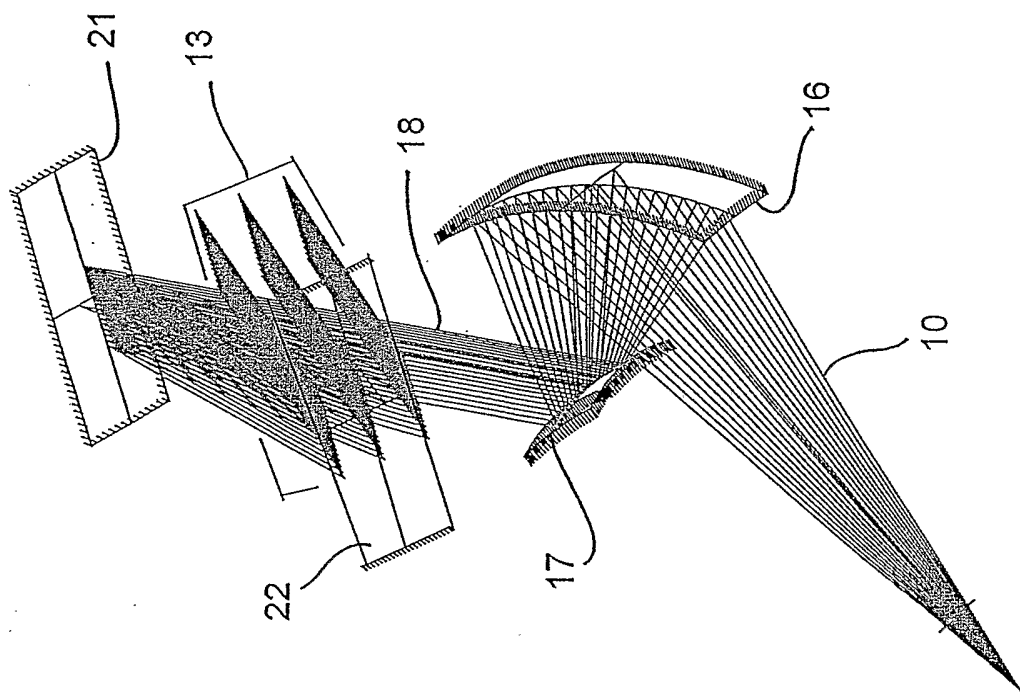


Fig. 2

3/4

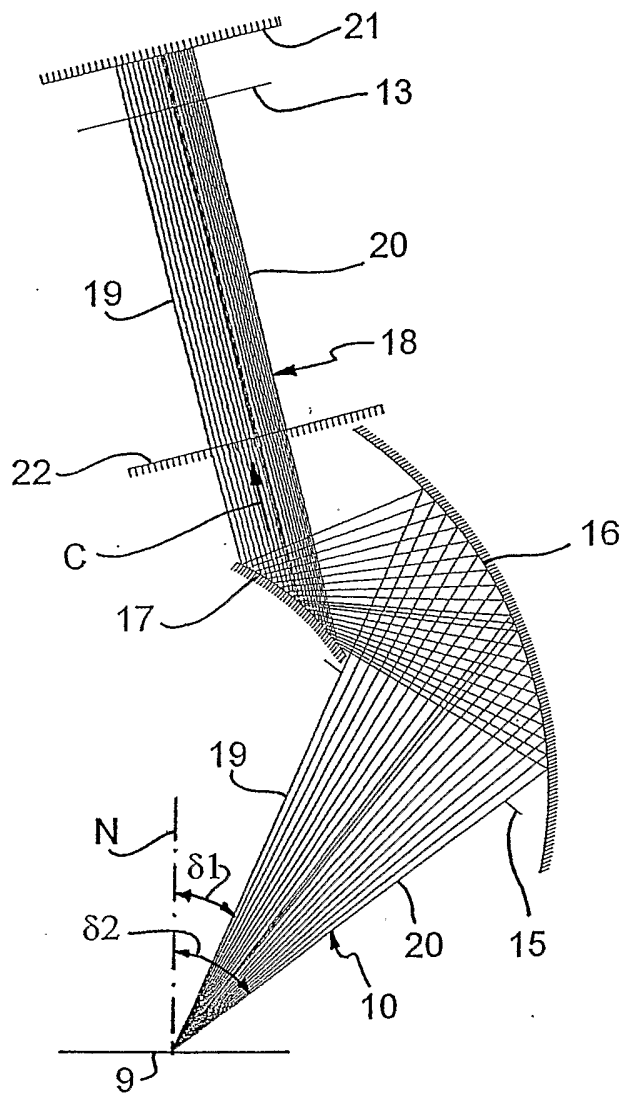


Fig. 3

4/4

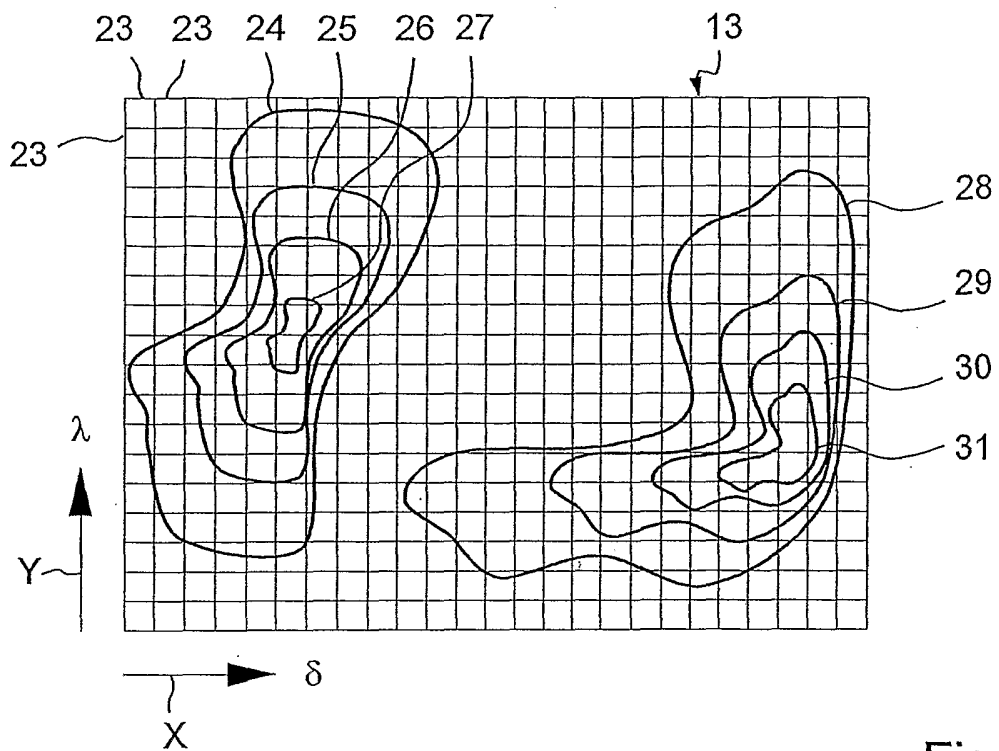


Fig. 4

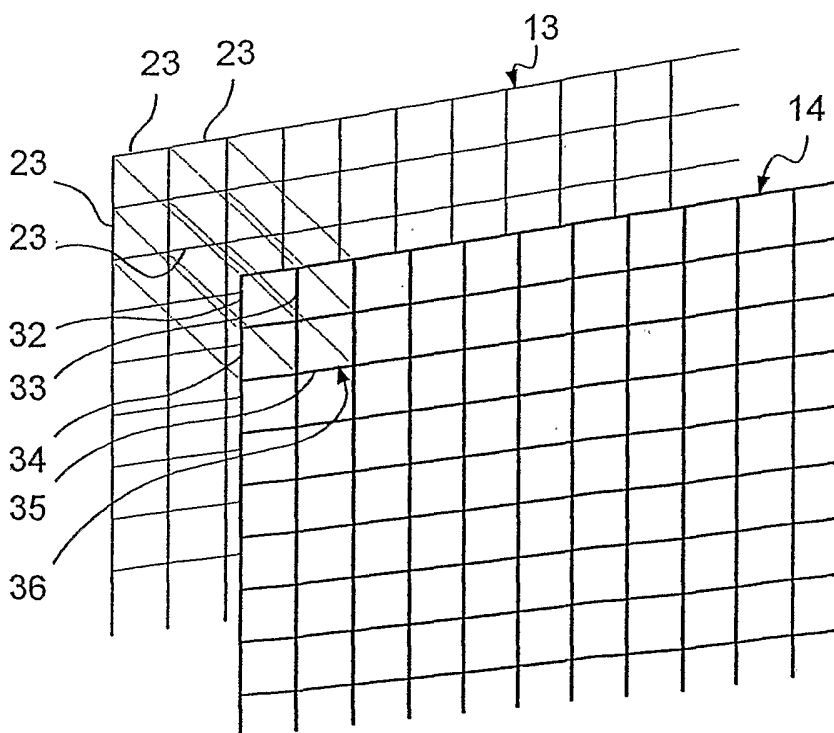


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/10476A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01J4/00 G01N21/21

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01J G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 166 752 A (SPANIER RICHARD F ET AL) 24 November 1992 (1992-11-24) column 6, line 13 - line 39; figure 5 ---	1,4,7,9, 11-15
X	US 5 877 859 A (OPSAL JON ET AL) 2 March 1999 (1999-03-02) column 9, line 64 -column 12, line 37; figures 4-6 ---	1,4,5,7, 12,14,15
A	column 12, line 38 - line 67; figure 8 ---	2,3
X	EP 0 882 976 A (THERMA WAVE INC) 9 December 1998 (1998-12-09) page 7, line 51 -page 9, line 18; figure 2 ---	1,4,7,9, 12,14,15
X	US 6 052 188 A (FLUCKIGER DAVID U ET AL) 18 April 2000 (2000-04-18) column 6, line 14 - line 38; figure 4 ---	1,12
	-/--	

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 November 2002

Date of mailing of the international search report

04/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rödig, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/10476

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 910 842 A (STEHLE JEAN-LOUIS ET AL) 8 June 1999 (1999-06-08) figure 1 -----	6,8
A	EP 0 987 537 A (NANOPHOTONICS AG) 22 March 2000 (2000-03-22) cited in the application paragraph '0016! - paragraph '0017! -----	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 02/10476

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5166752	A	24-11-1992	NONE	
US 5877859	A	02-03-1999	DE 69716272 D1 EP 1197741 A2 EP 0914600 A1 JP 2000515247 T US 5973787 A WO 9803853 A1 US 6134012 A US 6320657 B1 US 2002018205 A1	14-11-2002 17-04-2002 12-05-1999 14-11-2000 26-10-1999 29-01-1998 17-10-2000 20-11-2001 14-02-2002
EP 0882976	A	09-12-1998	US 5412473 A EP 0882976 A1 DE 69416838 D1 DE 69416838 T2 EP 0708918 A1 JP 9504861 T WO 9502814 A1 US 5596406 A	02-05-1995 09-12-1998 08-04-1999 07-10-1999 01-05-1996 13-05-1997 26-01-1995 21-01-1997
US 6052188	A	18-04-2000	AU 5314199 A EP 1095259 A1 JP 2002520589 T WO 0003228 A1	01-02-2000 02-05-2001 09-07-2002 20-01-2000
US 5910842	A	08-06-1999	US 5608526 A	04-03-1997
EP 0987537	A	22-03-2000	DE 19842364 C1 EP 0987537 A2 JP 2000097776 A US 6275291 B1	06-04-2000 22-03-2000 07-04-2000 14-08-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 G01J4/00 G01N21/21

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 G01J G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 166 752 A (SPANIER RICHARD F ET AL) 24. November 1992 (1992-11-24) Spalte 6, Zeile 13 - Zeile 39; Abbildung 5 ---	1,4,7,9, 11-15
X	US 5 877 859 A (OPSAL JON ET AL) 2. März 1999 (1999-03-02) Spalte 9, Zeile 64 - Spalte 12, Zeile 37; Abbildungen 4-6	1,4,5,7, 12,14,15
A	Spalte 12, Zeile 38 - Zeile 67; Abbildung 8 ---	2,3
X	EP 0 882 976 A (THERMA WAVE INC) 9. Dezember 1998 (1998-12-09) Seite 7, Zeile 51 - Seite 9, Zeile 18; Abbildung 2 --- -/--	1,4,7,9, 12,14,15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. November 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/12/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rödiger, C

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 052 188 A (FLUCKIGER DAVID U ET AL) 18. April 2000 (2000-04-18) Spalte 6, Zeile 14 - Zeile 38; Abbildung 4 ----	1,12
A	US 5 910 842 A (STEHLE JEAN-LOUIS ET AL) 8. Juni 1999 (1999-06-08) Abbildung 1 ----	6,8
A	EP 0 987 537 A (NANOPHOTONICS AG) 22. März 2000 (2000-03-22) in der Anmeldung erwähnt Absatz '0016! - Absatz '0017! -----	10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 02/10476

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5166752	A	24-11-1992	KEINE	
US 5877859	A	02-03-1999	DE 69716272 D1	14-11-2002
			EP 1197741 A2	17-04-2002
			EP 0914600 A1	12-05-1999
			JP 2000515247 T	14-11-2000
			US 5973787 A	26-10-1999
			WO 9803853 A1	29-01-1998
			US 6134012 A	17-10-2000
			US 6320657 B1	20-11-2001
			US 2002018205 A1	14-02-2002
EP 0882976	A	09-12-1998	US 5412473 A	02-05-1995
			EP 0882976 A1	09-12-1998
			DE 69416838 D1	08-04-1999
			DE 69416838 T2	07-10-1999
			EP 0708918 A1	01-05-1996
			JP 9504861 T	13-05-1997
			WO 9502814 A1	26-01-1995
			US 5596406 A	21-01-1997
US 6052188	A	18-04-2000	AU 5314199 A	01-02-2000
			EP 1095259 A1	02-05-2001
			JP 2002520589 T	09-07-2002
			WO 0003228 A1	20-01-2000
US 5910842	A	08-06-1999	US 5608526 A	04-03-1997
EP 0987537	A	22-03-2000	DE 19842364 C1	06-04-2000
			EP 0987537 A2	22-03-2000
			JP 2000097776 A	07-04-2000
			US 6275291 B1	14-08-2001