



(10) **AT 514500 A1 2015-01-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50423/2014
 (22) Anmeldetag: 17.06.2014
 (43) Veröffentlicht am: 15.01.2015

(51) Int. Cl.: **G01B 11/06** (2006.01)

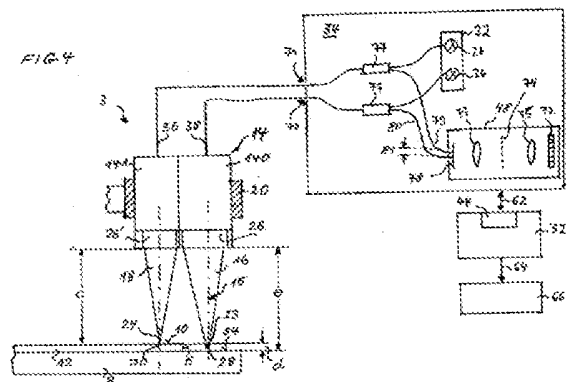
(30) Priorität:
 17.06.2013 DE 102013010030.5 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
 PRECITEC OPTRONIK GMBH
 63263 Neu-Isenburg (AT)

(74) Vertreter:
 SONN & PARTNER Patentanwälte
 1010 Wien (AT)

(54) **Optische Messvorrichtung und optisches Messverfahren**

(57) Die Erfindung betrifft eine optische Messvorrichtung zur in-situ-Erfassung einer Abstandsdifferenz (6) zwischen einem Träger (8) und einem Randbereich (10) eines zu vermessenden Objekts (12). Die optische Messvorrichtung weist einen Messkopf (14) mit dualer Strahlführung (15) auf, die einen ersten Messstrahl (16) auf den Träger (8) und einen zweiten Messstrahl (18) auf den Randbereich (10) des zu vermessenden Objekts (12) richtet. Mittel zum Erfassen und Bilden von Reflexionsspektren des ersten auf den Träger (8) gerichteten Messstrahls (16) und des zweiten auf den Randbereich (10) des zu vermessenden Objekts (12) gerichteten Messstrahls (18) sind vorgesehen. Die Messvorrichtung weist ein mehrkanaliges Messgerät (34) mit einer Spektrometerzeile (72) auf. Eine Auswerteeinheit (32) für die Reflexionsspektren zum Erfassen der Stufenhöhe zwischen dem Träger (8) und dem Randbereich (10) des Objekts (12) steht mit einem Spektrometer (48) und einem Anzeigegerät (66) in Wirkverbindung.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine optische Messvorrichtung zur in situ Erfassung einer Abstandsdifferenz (6) zwischen einem Träger (8) und einem Randbereich (10) eines zu vermessenden Objekts (12). Die optische Messvorrichtung weist einen Messkopf (14) mit dualer Strahlführung (15), die einen ersten Messstrahl (16) auf den Träger (8) und einen zweiten Messstrahl (18) auf den Randbereich (10) des zu vermessenden Objekts (12) richtet, auf. Mittel sind zum Erfassen und Bilden von Reflexionsspektren des ersten auf den Träger (8) gerichteten Messstrahls (16) und des zweiten auf den Randbereich (10) des zu vermessenden Objekts (12) gerichteten Messstrahls (18) vorgesehen. Die Messvorrichtung weist ein mehrkanaliges Messgerät (34) mit einer Spektrometerzeile (72) auf. Eine Auswerteeinheit (32) für die Reflexionsspektren zum Erfassen der Stufenhöhe zwischen dem Träger (8) und dem Randbereich (10) des Objekts (12) steht mit einem Spektrometer (48) und einem Anzeigegerät (66) in Wirkverbindung.

[Figur 4]

Die Erfindung betrifft eine optische Messvorrichtung zur Erfassung von Abstandsdifferenzen und ein optisches Messverfahren unter Einsatz der Messvorrichtung.

Eine optische Messvorrichtung zur Vermessung von Oberflächen ist aus der Druckschrift DE 10 2008 041 062 A1 bekannt. Die bekannte Messvorrichtung erzeugt einen Messlichtstrahl, welcher nach Durchsetzen von mindestens drei separat fokussierenden optischen Komponenten auf die Oberfläche des Objekts auftrifft, davon reflektiert wird und von einem ortsauflösenden Lichtdetektor zusammen mit einem Referenzlicht nach interferenter Überlagerung detektiert wird.

Dazu weist die bekannte Messvorrichtung eine Optikbaugruppe auf, welche die mindestens drei separat fokussierenden optischen Komponenten umfasst. Die Hauptachsen dieser separat fokussierenden optischen Komponenten sind zueinander versetzt und nebeneinander angeordnet. Darüber hinaus weist die bekannte Messvorrichtung einen in einem Strahlengang des Messlichtstrahls angeordneten Strahlteiler auf. Außerdem ist für die bekannte Vorrichtung eine Referenzfläche vorgesehen und ein ortsauflösender Lichtdetektor.

Die Lichtquelle, der Strahlteiler und die Optikbaugruppe sind relativ zueinander derart angeordnet, dass von der Lichtquelle emittierendes und die fokussierenden optischen Komponenten durchsetzendes Messlicht auf die Oberfläche trifft und von dieser zurückgeworfen wird und über die fokussierenden optischen Komponenten auf den Detektor trifft. Außerdem weist die bekannte Messvorrichtung ein Auswertesystem zum Empfangen von Bilddaten von dem ortsauflösenden Lichtdetektor und zur Ausgabe von Messdaten, die eine Oberflächenform der Oberfläche repräsentieren, auf. Dazu werden Abstandswerte, die einen Ab-

stand eines Ortes der Oberfläche von den fokussierenden optischen Komponenten repräsentieren, erfasst. Aus diesen Abstandswerten bildet das Auswertesystem Parameter, welche die Oberflächenform der Oberfläche darstellen.

Außerdem offenbart die obige Druckschrift ein Verfahren zum Vermessen einer Oberfläche eines Objekts, das im Wesentlichen nachfolgende Verfahrensschritte umfasst: Zunächst wird ein Messlicht erzeugt. Aus dem Messlicht werden drei konvergierende Teilstrahlen eines ersten Teils des Messlichts gebildet, um drei mit Abstand voneinander angeordnete Bereiche der Oberfläche des Objekts zu beleuchten. Das reflektierte Licht bzw. die drei Teilstrahlen des von der Oberfläche reflektierten Lichts werden zusammen mit einem zweiten Teil des Messlichts auf einen ortsauflösenden Detektor gerichtet, um dort Interferenzen zu bilden. Diese Interferenzen werden schließlich durch einen Detektor, der Lichtintensitäten detektiert, analysiert, um die Oberflächenform der Oberfläche des Objekts durch entsprechende Messdaten zu repräsentieren.

Weitere bekannte Verfahren sind in den Druckschriften DE 10 2008 041 062 A1, US 7,826,068 B2, US 2009/0078888 A1, WO 2013/070732 A1, US 7,853,429 B2, US 7,443,517 B2, DE 10 2011 081 596 A1, DE 10 2011 055 735, und KR 10 2008 0112436 angegeben.

Für eine Stufenmessung zwischen einem rotierenden Träger und einem rotierenden Randbereich eines zu vermessenden Objekts, insbesondere eines zu dünnenden Objekts, besteht der Bedarf eine robuste Messvorrichtung mit begrenztem Raumbedarf unter gleichzeitig erhöhter Umfeldbelastung bereitzustellen.

Herkömmliche robuste Stufenmessgeräte arbeiten deshalb nach wie vor mit taktilen Messspitzen, wobei eine Messspitze auf die Oberfläche eines schmalen freiliegenden Randbereichs des zu vermessenden Objekts abtastet und eine zweite Messspitze auf der rotierenden Trägeroberseite angeordnet ist, so dass aus den erfassbaren Abständen zwischen den beiden Messspitzen die Stufenhöhe, die sich während der Bearbeitung im Millimeterbereich bis hinüber zu mehrfachen Mikrometerbereichen ergibt, erfasst werden kann. Eine Schwierigkeit derartiger taktiler Messverfahren liegt in der geeigneten Dosierung der Andruckkraft, einerseits auf den Randbereich des zu vermessenden Objekts und andererseits auf die Oberfläche des Trägermaterials.

Ist die Andruckkraft zu hoch, können Schädigungen der Randbereiche des zu vermessenden Objekts nicht ausgeschlossen werden, zumal eine Vielzahl von Schleifrotationen des Objekts erforderlich ist, um das Objekt von einer Dicke im Millimeterbereich auf Dicken im Bereich unter 100 Mikrometerbereich zu dünnen. Ist die Andruckkraft zu niedrig, ergeben sich Störungen, da die Spitze zumindest auf der relativ rauen Trägeroberseite durch Schleifpartikel, die beim Dünnen entstehen, erheblichen Messfehlern und Messungenauigkeiten ausgesetzt sind.

Es besteht der Bedarf nach einer robusten Messvorrichtung und einem entsprechend robusten Messverfahren, das die Nachteile im Stand der Technik überwindet und gleichzeitig zuverlässige Messergebnisse liefert

Es wird eine optische Messvorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 und ein Messverfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 14 bereitgestellt.

In diesem Zusammenhang wird unter chromatisch-konfokaler Abstandsmesstechnik ein Verfahren verstanden, welches den Effekt nutzt, dass Linsen für unterschiedliche Wellenlängen des Lichts unterschiedliche Brennpunkte haben. Die chromatisch-konfokale Abstandsmessung verwendet dabei die Dispersion von spektral breitbandigem Licht in einem optischen Abbildungssystem, um den Abstand einer reflektierenden Oberfläche zum Messkopf exakt zu bestimmen. Eine spektral breitbandige Punktlichtquelle, die üblicherweise durch eine erste Lochblende oder ein optisches Faserende realisiert wird, wird in dem optischen Abbildungssystem auf das Objekt fokussiert. Der Abstand des Fokus von dem Abbildungssystem ist dabei eine eindeutige, fest definierte Funktion von der Wellenlänge. Das reflektierte Licht wird über das gleiche Abbildungssystem wieder abgebildet und vom Beleuchtungsstrahlengang ausgekoppelt und auf einer Lochblende abgebildet, die am Spiegelpunkt eines Strahlteilers angeordnet ist. Alternativ dazu kann das reflektierte Licht auch direkt in die erste Lochblende rückgeführt werden und danach ausgekoppelt werden. Ein Detektor hinter der Lochblende bestimmt dann die dominante Wellenlänge des reflektierten Lichts. Aus dem Wissen über die Fokusweiten der einzelnen Wellenlängen kann aus der dominanten Wellenlänge direkt der Objektabstand bestimmt werden. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist das Fehlen von bewegten Komponenten.

Mit optischer Kohärenztomographie (OCT) wird darüber hinaus ein Untersuchungsverfahren bezeichnet, bei dem spektral breitbandiges Licht mithilfe eines Interferometers zur Entfernungsmessung von Objekten eingesetzt wird. Das Untersuchungsobjekt wird hierbei punktwise abgetastet. Dabei wird ein Arm mit bekannter optischer Weglänge als Referenz zu einem Messarm herangezogen. Die Interferenz der Teilwellen aus

beiden Armen ergibt dann ein Muster, aus dem die Differenz der optischen Weglänge der beiden Arme herausgelesen werden kann.

Dabei wird zwischen zwei spektral interferometrischen Mess- und Auswerteverfahren unterschieden, der sogenannten "Time Domain OCT" sowie der "Frequency Domain OCT". Deshalb wird einerseits von einem Signal im Zeitbereich (Time Domain (TD)) und andererseits von einem Signal im Frequenzbereich (Frequency Domain (FD)) gesprochen. Dies bedeutet, dass entweder der Frequenzarm in seiner Länge verändert und kontinuierlich die Intensität der Interferenz gemessen wird, ohne dass auf das Spektrum Rücksicht genommen wird (Time Domain), oder die Interferenz der einzelnen spektralen Komponenten erfasst werden (Frequency Domain).

Die Messvorrichtung und das Messverfahren nach der vorliegenden Anmeldung ist vorteilhaft sowohl mit einer chromatisch-konfokalen als auch einer interferometrischen Abstandsmesstechnik anwendbar. Insbesondere gilt dies bei einer Anwendung mit einer in situ Verminderung der Stufenhöhe während der Bearbeitung eines rotierenden zu vermessenden oder zu dünnenden Messobjekts und eines rotierenden Trägers.

Insbesondere kann, um eine zuverlässige, kontaktfreie und in der Schleifumgebung robuste Messtechnik zu schaffen, in einer ersten Ausführungsform der Erfindung eine optische Messvorrichtung zur Abstandsdifferenzerfassung eingesetzt werden, die einen Messkopf mit dualer Strahlführung aufweist, die einen ersten Messstrahl auf den Träger und einen zweiten Messstrahl auf den Randbereich des Objekts richtet.

Darüber hinaus weist die optische Messvorrichtung eine Messkopfführungsvorrichtung auf, in welcher der Messkopf für eine Erfassung der Stufenhöhe angeordnet ist. Ferner weist die optische Messvorrichtung eine spektral breitbandige Lichtquelle auf, die Lichtstrahlen erzeugt. Eine entsprechende Messkopfoptik kann mindestens einen ersten Messpunkt auf dem Träger und einen zweiten Messpunkt auf dem Randbereich des Objekts abbilden. Mittel zum Erfassen und Bilden von Reflexionsspektren des ersten auf den Träger gerichteten Messstrahls und des zweiten auf den Randbereich des zu vermessenden Objekts gerichteten Messstrahls wirken mit einer Auswerteeinheit für die Reflexionsspektren zum Erfassen der Stufenhöhe zwischen dem Träger und dem Randbereich des Objekts zusammen.

Ein Vorteil dieser optischen Messvorrichtung ist die duale Strahlführung des Messkopfes, die in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung durch das Einsetzen von zwei benachbarten Messköpfen in die Messkopfführungsvorrichtung erreicht wird, wobei ein erster Messstrahl auf die Oberfläche des Trägers neben den Randbereich des zu vermessenden Objekts gerichtet ist und ein zweiter Messstrahl des zweiten Messkopfes den Randbereich des zu vermessenden Objekts in situ abtastet.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist es möglich, durch eine entsprechende Messoptik im Messkopf eine Messstrahlteilung zu erreichen, so dass ein erster Messfleck auf der Oberfläche des Trägers Reflektionen erzeugt, die zur Abstandsauswertung geeignet sind, und ein zweiter Messfleck benachbart auf dem Randbereich des zu vermessenden Objekts Reflektionen erzeugt, die ebenfalls für eine Abstandsauswertung in der optischen Messvorrichtung geeignet sind. Die Differenz der beiden Abstandsergebnisse kann die Abnahme der Di-

cke des zu vermessenden Objekts ständig überprüfen und in einer entsprechenden Anzeige in situ darstellen.

Die Abtastrate von beispielsweise 4 kHz ermöglicht es, Messausreißer und damit Messfehler zu erkennen und durch ein geeignetes digitales Messfilter zu eliminieren. Da mehr als viertausend Abtastwerte pro Sekunde erfasst werden können, kann eine zuverlässige Eliminierung von Fehlmessungen durch Staub und Aerosolpartikel erfolgen und ein robustes Messergebnis herausgefiltert werden, so dass trotz der erschwerten Umfeldbedingungen eine robuste zuverlässige Messung der Abnahme der Stufenhöhe mithilfe dieser optischen Messvorrichtung erfolgt.

Die Robustheit des Messverfahrens kann dadurch erhöht werden, dass für die Messung ein Lichtwellenlängenbereich für die breitbandige Lichtquelle gewählt wird, für den sowohl das Material des Trägers als auch das Material des zu vermessenden Objekts intransparent ist.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, den Messkopf für eine in situ chromatisch-konfokale Erfassung der Stufenhöhe bereitzustellen. Darüber hinaus ist es auch vorgesehen, die Messvorrichtung mit einem Messkopf für eine in situ interferometrische Erfassung der Stufenhöhe auszustatten. Durch unkomplizierten Wechsel der Messköpfe und der Messprogramme kann von dem einen Verfahren auf das andere Verfahren umgestellt und eine optimale Anpassung der optischen Messvorrichtung an das Messumfeld erreicht werden.

Wie bereits oben erwähnt, kann die optische Messvorrichtung einen Messkopf aufweisen, der zwei nebeneinander angeordnete und mechanisch in der Messkopfführungsvorrichtung verbundene

optische Messköpfe eines Mehrkanalmessgerätes aufweist. Ein derartiger kompakter Messkopf in der Messkopfführungsvorrichtung arbeitet zur Abstandsdifferenzerfassung dennoch mit zwei voneinander unabhängigen Messwerterfassungssystemen.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann der Messkopf zwei Messfasern aufweisen, die mechanisch ausrichtbar sind und mit dem Mehrkanalmessgerät, vorzugsweise mit einem Zweikanalmessgerät zusammenwirken. Auch ein derartiger Messkopf arbeitet mit zwei voneinander unabhängigen Messwerterfassungssystemen.

Dabei können die beiden Messkopffasern der optischen Messvorrichtung über einen fasertechnischen Y-Koppler, der das Licht der spektral breitbandigen Lichtquelle in zwei Lichtleitfasern auskoppelt, versorgt werden. Auch wenn das optische Messverfahren eine Referenzmessstrecke erfordert, kann diese relativ robust durch faseroptische Maßnahmen realisiert werden, in dem lediglich ein faseroptische Stück einseitig zu verspiegeln ist und in einen robusten faseroptischen Strang integriert werden kann.

Zur Auswertung des reflektierten Lichts von den beiden Messpunkten, zum einen von der Oberseite des Trägers und zum anderen von der Oberfläche des Randbereichs des zu vermessenden Objekts, kann das Mehrkanalmessgerät mindestens zwei Spektrometer aufweisen. Alternativ ist es auch möglich, dass lediglich ein Spektrometer eingesetzt wird und ein Multiplexer vorgeschaltet wird, der im Multiplexbetrieb abwechselnd die Abtastergebnisse des ersten Messstrahls und des zweiten Messstrahls einem einzigen Spektrometer über eine Lichtleitfaser zuleitet. Andererseits kann das Mehrkanalmessgerät einen

mehrzeiligen Detektor aufweisen, der eine kostengünstige Alternative darstellt.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, die optische Messvorrichtung mit mindestens einer Spektrometerzeile auszustatten, mit der die gemessenen Abstandspeaks als ein Maß für die Stufenhöhe darstellbar und auswertbar sind. Dazu wird dieselbe Spektrometerzeile zur Detektion und Vermessung des reflektierten Lichts des ersten Messtrahls als auch zur Detektion und Vermessung des reflektierten Lichts des zweiten Messtrahls eingesetzt. Wenn mehrere Messkopfpaaire zur Messung mehrerer Abstandsdifferenzen vorhanden sind, dann kann das Spektrometer auch mehrere Spektrometerzeilen aufweisen, muss aber nicht. So gibt es Ausführungsformen, bei denen mit einer einzelnen Spektrometerzeile auf das Licht mehrerer Messkopfpaaire vermessen werden kann.

Die Abstandspeaks können bei einem chromatisch-konfokalen Verfahren direkt aus dem Reflexionsspektrum bestimmt werden. Bei anderen Ausführungsformen, wo spektral-interferometrische Verfahren zusätzlich oder alternativ angewandt werden, erfolgt bevorzugt zunächst eine Entzerrung und danach eine Fouriertransformation, oder eine sogenannte schnelle Fouriertransformation FFT, um daraus die Abstandspeaks zu bestimmen.

Vorteilhaft kann zur Verwirklichung mehrerer Messkanäle jeder Messkopf separat mit einer Lichtleitung, insbesondere einer Lichtleitfaser verbunden sein, wobei das Licht dadurch separat der allen Messköpfen zugeordneten gemeinsamen Spektrometerzeile zugeführt wird, und zwar über getrennte Lichtleitungen. Dazu kann jede der Lichtleitungen oder Lichtfasern mit einem Eingang des Mehrkanalmessgeräts verbunden werden, und

innerhalb des Mehrkanalmessgeräts können die Eingänge jeweils getrennt, das heißt mit einer individuellen dedizierten Lichtleitung mit dem Spektrometer verbunden werden. Am Eingang des Spektrometers können die Lichtleitungen beziehungsweise Lichtleitfasern jeweils in einem Faserstecker enden, wobei die Faserstecker in einer Halterung für Faserstecker stecken, welche vor einer Kollimatorlinse des Spektrometers angeordnet sein kann.

Dadurch wird kann eine besonders robuste und messgenaue Mehrkanaligkeit verwirklicht werden, die auch kostengünstig ist.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die optische Messvorrichtung Mittel zum Digitalisieren von Reflexionsspektren des ersten auf den Träger gerichteten Messstrahls und des zweiten auf den Randbereich des zu vermessenden Objekts gerichteten Messstrahls auf. Für diese digitalisierten Reflexionsspektren, die zum Erfassen der Stufenhöhe zwischen Träger und Randbereich des Objekts eingesetzt werden können, weist die Messvorrichtung eine Auswerteeinheit auf.

Dabei können, wie bereits oben erwähnt, Messausreißer, verursacht durch das Umfeld mit Schleifabtragspartikeln, Aerosolpartikeln oder Staubpartikeln aufgrund der hohen optische Abtastrate von beispielsweise mindestens 4 kHz erkannt werden und mittels eines elektronischen Filters, wie bereits oben erwähnt, herausgefiltert werden. Auch ist es möglich die Umgebung des dualen Messstrahls durch Gasspülung oder Flüssigkeitsspülung unter Berücksichtigung der auftretenden gegenüber einer Luftumgebung geänderten Brechungsindizes zu schützen.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein optisches Messverfahren zum in situ einer Abstandsdifferenz zwischen einem Träger und einem Randbereich eines zu vermessenden Objekts zu erfassen. Dazu weist das Messverfahren nachfolgende Verfahrensschritte auf. Es wird eine optische Messvorrichtung mit einem Messkopf mit dualer Strahlführung in einer Messkopfführungsvorrichtung für eine Abstandserfassung zu der Oberfläche des Trägers und zu der Oberfläche des Randbereichs des zu vermessenden Objekts bereitgestellt.

Anschließend wird ein spektral breitbandiges Licht einer Lichtquelle über Lichtleiter und die Messkopfoptik als Messfleck auf die Oberfläche des Trägers und auf die Oberfläche des Randbereichs des zu vermessenden Objekts aufgebracht. Dabei erfolgt ein Rückkoppeln der reflektierten Messstrahlen in Messkanäle der Messvorrichtung, die mindestens ein Interferenzspektrometer aufweist, wobei mit dem Interferenzspektrometer die Reflexionsspektren der reflektierten Lichtstrahlen erfasst werden.

Danach erfolgt ein Auswerten der Reflexionsspektren unter Herausrechnen von systematischen und extremen Messfehlern und ein in situ Ermitteln der laufend sich verringernden Dicke des zu vermessenden Objekts.

Dieses Verfahren ermöglicht ein robustes Überwachen des Dünnens eines Objekts, wie beispielsweise eines Halbleiterwafers oder eines Keramikwafers, der in einer entsprechenden Schleifrichtung gehalten und um eine Achse gedreht wird, wobei ein Randbereich des zu vermessenden Objekts für eine Stufenhöhenmessung zu einem ebenfalls aber gegenläufig rotierenden Träger zur Verfügung steht.

Der rotierende Träger ist üblicherweise ein um eine Rotationsachse drehender Schleifteller mit einem deutlich größeren Radius als der Durchmesser des scheibenförmigen zu vermessenden Objekts, so dass mehrere zu vermessende Objekte auf dem Schleifteller angeordnet werden können. Jedes der zu vermessenden Objekte wird von einem rotierenden Halter auf der Oberfläche des Schleiftellers gehalten, wobei der Durchmesser derartiger zu vermessender Objekte größer als 10 Zoll sein kann und die Ausgangsdicken derartiger zu vermessender Objekte im Millimeterbereich liegen können, die dann mithilfe des Schleiftellers unter gegenläufiger Rotation des Trägers und des Halters auf Dicken bis unter 100 Mikrometer gedünnt werden können.

Das Verfahren hat aufgrund seiner hohen Abtastrate von mehr als Viertausend Abtastungen pro Sekunde die Möglichkeit, Messfehler aufgrund von Störungen, die durch Schleifpartikel durch Schleifstäube oder durch Aerosole aus Luft und Schleifpastenpartikeln auftreten können, sowie andere stochastische oder periodische Messfehler zu erfassen, herauszufiltern und zu eliminieren, so dass eine robuste Überwachung der Abnahme der Dicke des zu vermessenden Objekts zu gewährleistet ist, da derartige Messausreißer elektronisch aufgrund der hohen Abtastrate ausgefiltert werden können.

Auch systemimmanente Fehler, wie sie durch Wölbung der Oberfläche des Trägers oder durch Vibrationen des gesamten Schleifaufbaus auftreten können, sind mithilfe der dualen Strahlführung und der nachgeschalteten Auswerteeinheit erfassbar und eliminierbar, so dass ein relativ robustes Messverfahren für dieses problematische Umfeld von Schleifautomaten durch die zwei voneinander unabhängigen Messwerterfassungssysteme bereitgestellt werden kann.

Dazu kann in einer bevorzugten Durchführungsform des Verfahrens der Messkopf in der Messkopfführungsvorrichtung zwei nebeneinander angeordnete und mechanisch verbundene optische Messköpfe eines Mehrkanalmessgerätes aufweisen. Eine derartige optische Messvorrichtung hat den Vorteil, dass Wechselwirkungen zwischen den beiden Messköpfen und damit zwischen den Abstandsmessergebnissen hier nicht auftreten können.

Außerdem ist es möglich, dass der Messkopf zwei Messfasern aufweist, die mechanisch ausrichtbar sind und mit dem Mehrkanalmessgerät, vorzugsweise mit einem Zweikanalmessgerät zusammenwirken. Ein derartiger Messkopf, der lediglich zwei Einzelfasern oder Faserbündel aufweist, kann relativ kompakt ausgeführt werden und deshalb ohne allzu großen Raumbedarf an eine Dünnschleifeinrichtung angepasst sein.

Außerdem können derartige fasertechnische Lösungen auch verwendet werden, um in einer weiteren Ausführungsform das Licht der spektral breitbandigen Lichtquelle in zwei Lichtfasern über einen fasertechnischen Y-Koppler auszukoppeln.

Dabei werden während der Messung ein erster Messpunkt auf dem Träger und ein zweiter Messpunkt auf dem Randbereich des zu vermessenden Objekts ausgebildet und die jeweiligen Abstände zum Messkopf werden erfasst und durch eine Differenzbildung die Stufenhöhe gemessen.

Wie bereits oben erwähnt können für das Verfahren zwei unterschiedliche Messverfahren eingesetzt werden, nämlich zum einen das chromatisch-konfokale Messverfahren zum Erfassen der Stufenhöhe oder zum anderen das interferometrische Messverfahren.

Von besonderem Vorteil ist es, die Reflexionsspektren des ersten auf den Träger gerichteten Messstrahls und des zweiten auf den Randbereich des zu vermessenden Objekts gerichteten Messstrahls zu digitalisieren. Durch das Digitalisieren ist es möglich, die Ausreißer durch Schleifpartikel in dem Umfeld einer Schleifanlage beispielsweise durch das oben erwähnte elektronische Filter zu eliminieren. Damit ist das erfindungsgemäße Messverfahren äußerst robust in dem Umfeld von Schleifanlagen.

Weil die Messköpfe nicht separat sondern als Doppelmesskopf ausgeführt sind, wird nur ein geringer Raumbedarf für die Optik beansprucht, was die Vorrichtung besonders geeignet macht für in situ Messungen und in situ Prüfungen von Objekthöhen beispielsweise beim Schleifen von Halbleiterwafern oder Keramikscheiben für die Elektronik. Darüber hinaus entsprechen die beim Schleifen von Objekten auftretenden Stufen in den Randbereichen einer Vielzahl optischer Wellenlängen. Die optische Messvorrichtung und das Verfahren sind auch unter Umfeldbedingungen eines mit Schleifstäuben, Schleifpasten und Aerosolen belasteten Produktionsbetriebs insbesondere bei optischen Stufenmessungen an rotierenden Oberflächen zielführend einsetzbar.

Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt eine Prinzipskizze einer optischen Messeinrichtung zur Erfassung einer Abstandsdifferenz im Einsatz an einer Dünnschleifanlage gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

- Figur 2 zeigt einen Messkopf der Vorrichtung gemäß Figur 1 im Detail,
- Figur 3 zeigt eine Modifikation des Messkopfes gemäß Figur 1 im Detail,
- Figur 4 zeigt eine zeigt eine Prinzipskizze einer optischen Messeinrichtung zur Erfassung einer Abstandsdifferenz gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wobei die optische Messeinrichtung 2 Messköpfe und ein Mehrkanalmessgerät mit einem Spektrometer mit einer einzigen Spektrometerzeile aufweist, und
- Figur 5 zeigt eine zeigt eine Prinzipskizze einer optischen Messeinrichtung zur Erfassung einer Abstandsdifferenz gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wobei die optische Messeinrichtung $2n$ Messköpfe und ein Mehrkanalmessgerät mit einem einzigen Spektrometer mit bevorzugt einer einzigen Spektrometerzeile aufweist.

Figur 1 zeigt eine Prinzipskizze einer optischen Messeinrichtung 2 zur Erfassung einer Abstandsdifferenz 6, hier: einer Stufenhöhe im Einsatz an einer Dünnschleifanlage 50 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Die Dünnschleifanlage 50 weist einen Schleifteller 52 auf, dessen Oberfläche 54 mit einer Schicht 56 aus Schleifpaste bedeckt sein kann. Der Schleifteller 52 ist um eine Achse 58 in Pfeilrichtung A drehbar gelagert. Ein scheibenförmiges zu vermessendes Objekt 12 mit einer Dicke d im Millimeterbereich und einem Durchmesser D von mehr als 10 Zoll bzw. mehr 25 cm, das heutzutage großflächige fertig vorproduzierte Speicher- und/oder Logikchips auf seiner auf den Halter geklebten aktiven Oberseite

aufweist, wird von einem während des Schleifbetriebs in Pfeilrichtung B rotierenden Halter 60 in Pfeilrichtung C auf die Oberfläche 54 des Schleiftellers 52 mit der Rückseite des zu vermessenden Objekts gedrückt.

Dazu ist der Durchmesser des rotierenden Halter 60 so gewählt, dass ein Randbereich 10 des scheibenförmigen Objekts 12 über die Grenzen des rotierenden Halter 60 hinausragt, so dass sich eine messbare Höhenstufe 6 zwischen dem Randbereich 10 des mit dem Halter 60 rotierenden Objekts 12 und der Oberfläche 54 des Schleiftellers 52, der einen Träger 8 bildet, ergibt. Dazu ist der Radius R des Schleiftellers 52 deutlich größer als der Durchmesser D des rotierenden Halter. Somit können eine Mehrzahl von Objekten 12 auf dem in Pfeilrichtung A rotierenden Schleifteller 52 angeordnet werden. Der rotierende Halter 60 kann eine gegenüber der Drehrichtung A des Schleiftellers 52 entgegengesetzte Drehrichtung B aufweisen.

Zur Messung der sich vermindernenden Höhenstufe 6 während des Dünnschleifens ist mit jedem Halter 60 eine stationäre Messkopfführungsvorrichtung 20 der optischen Messvorrichtung 2 ortsfest angeordnet. Die Messkopfführungsvorrichtung 20 hält somit einen Messkopf 14 mit dualer Strahlführung 15 auf einer stationären Position, während sich das zu vermessende Objekt 12 insbesondere im Randbereich 10 unter einem zweiten Messstrahl 18 des Messkopfes 14 rotatorisch bewegt.

Die Oberfläche 54 des Schleiftellers 52 bewegt sich gleichzeitig unter einem ersten Messstrahl 16 der dualen Strahlführung 15 hindurch, so dass der Messkopf 14 das reflektierte Licht eines ersten Messpunktes 28 auf der Oberfläche 54 des Trägers 8 und eines zweiten Messpunktes 30 auf der Oberfläche des Randbereichs 10 des dünner werdenden Objekts 12 in dieser

Ausführungsform der Erfindung über Lichtleitfasern 36 und 38 einem Multiplexer 40 zuführen kann, der einerseits über einen Lichtleiter 46 ein breitbandiges Licht einer Lichtquelle 22 dem Messkopf 14 zuführt und andererseits über einen Lichtleiter 42 die reflektierten Lichtanteile der Messpunkte 28 und 30 einem Spektrometer 48 zuführt.

Das Spektrometer 48 steht mit einer Auswerteeinheit 32 über eine Sensorleitung 62 in Verbindung, über die digitalisierte Interferenzspektren über ein elektronisches Filter 44 der Auswerteeinheit 32 zugeführt werden. Das elektronische Filter 44 kann dabei Messwertausreißer, die sich beispielsweise durch das Umfeld der Schleifanlage ergeben, als Fehler eliminieren, so dass die Auswerteeinheit 32 kontinuierlich einen von Messfehlern bereinigten Wert für die Stufenhöhenmessung über eine Verbindungsleitung 64 an ein Anzeigegerät 66 weitergeben kann.

Es versteht sich von selbst, dass bei einer derartigen Schleifanlage für jedes zu vermessende Objekt eine Messkopfführungsvorrichtung 20 vorgesehen ist, die jeweils einen entsprechenden Messkopf 14 mit der nachgeschalteten Mess- und Auswerteeinheit aufweist, wobei aufgrund des Multiplexers 40 eine Mehrzahl von Signalen der erforderlichen Messköpfe ausgewertet und über die Anzeige 66 dargestellt werden kann. In Abhängigkeit von dem Radius R des Schleiftellers 52 im Verhältnis zum Durchmesser der zu vermessenden Objekte werden drei bis sechzehn zu vermessende Objekte 12 mit entsprechenden Messköpfen 14 überwacht und von einer Dicke d im Millimeterbereich auf eine Dicke d im Bereich von einigen zehn Mikrometern gedünnt.

Figur 2 zeigt einen Messkopf 14 der Vorrichtung gemäß Figur 1 im Detail. Dieser Messkopf 14 wird von der Messkopfführungsvorrichtung 20 gehalten und umfasst zwei nebeneinander in der Messkopfführungsvorrichtung 20 gehaltene Einzelmessköpfe 140 und 141, wobei ein erster Messkopf 140 den Abstand e zwischen dem Messkopf 140 und der Oberfläche 54 des Trägers 8 erfasst und der zweite Einzelmesskopf 141 den Abstand c zwischen dem Messkopf 141 und der Oberfläche des Randbereichs 10 des zu vermessenden Objekts 12 erfasst. Aus der Differenz der erfassten Abstände e und $c(t)$ zu den intransparenten Oberflächen des Messtellers 52 bzw. des Randbereichs des zu dünnenden Objekts 12 ergibt sich die abnehmende Dicke $d(t) = e - c(t)$.

Figur 3 zeigt eine Modifikation des Messkopfes 14' gemäß Figur 1 im Detail. Dieser modifizierte Messkopf 14' unterscheidet sich von dem Messkopf 14 der Figur 2 dadurch, dass durch eine geeignete Messkopfoptik 26 zwei getrennte Messpunkte, mit Messpunkt 28 auf dem Träger 8 und Messpunkt 30 auf dem Randbereich 10 des zu vermessenden Objekts 12, gebildet werden. Das reflektierte Licht wird in die Lichtleitfasern 36 und 38 rückgekoppelt und zur Auswertung an die Auswerteeinheit über den Multiplexer 40 und unter Digitalisieren der Interferenzwerte des Spektrometers 48, wie es Figur 1 zeigt, weitergeleitet.

Die Figur 4 zeigt eine optische Messvorrichtung 3 nach einer dritten Ausführungsform. Die optische Messvorrichtung kann in Verbindung mit einer Dünnschleifanlage 50 verwendet werden, die weiter oben erklärt wurde. Jedoch ist die Erfindung nicht auf solche Anwendungsszenarien beschränkt. Vielmehr kann die Erfindung überall dort eingesetzt werden, wo mittels optischer Messverfahren Abstandsdifferenzen bestimmt werden sol-

len. Dies können Abstandsdifferenzen zwischen einem Träger und der Oberfläche eines Objekts sein, das auf dem Träger liegt, oder es können beispielsweise Abstandsdifferenzen sein, die sich aus der Form und Gestalt eines zu vermessenden Objekts ergeben. Auch ganz andere Anwendungen sind denkbar, die hier der Einfachheit halber nicht genauer aufgeführt werden. Beispielsweise kann das Vermessen von Flaschen oder anderen Gegenständen zu einem Anwendungsbeispiel der hier beschriebenen optischen Messvorrichtung zählen.

Jedoch ist die optische Messvorrichtung 3 besonderes geeignet für Dickenmessungen, insbesondere von Dicken eines Objekts, beispielsweise eines dünnzuschleifenden Objekts 12, das auf einem Träger 12 einer Dünnschleifanlage 50 liegt. Dies liegt auch darin begründet, dass die optische Messvorrichtung 3 besonders kompakt und robust ausgeführt werden kann, da nach einer Variante jeweils zwei Messköpfe 140, 141 zu einem als Doppelmesskopf ausgebildeten Messkopf 14 zusammengefasst werden können.

Die Elemente der optischen Messvorrichtung 3 nach der dritten Ausführungsform sowie der sonstigen in Figur 4 dargestellten Elemente wurden teilweise schon in Zusammenhang mit den vorigen Figuren erklärt, so dass diese hier nicht erneut alle detailliert beschrieben werden müssen.

Im Unterschied zu den oben bereits erklärten Ausführungsformen wird in dieser Ausführungsform der Aufbau des Mehrkanalmessgeräts 34 nach einer besonderen Variante erklärt. Das Mehrkanalmessgerät 34 weist eine Spektrometerzeile 72 auf. Die Spektrometerzeile 72 ist in einem Spektrometer 72 angeordnet, das ferner einen Kollimator 73, ein Gitter 74, und eine Fokussierlinse 75 aufweist. Der Fachmann erkennt, dass

diese Bauteile exemplarisch sind, und dass beispielsweise das Gitter 74 in anderen Ausführungsformen auch durch ein Prisma ersetzt werden kann.

Ferner weist das Mehrkanalmessgerät 34 eine Lichtquelle 22 auf, die wiederum mehrere einzelne Lichtquellen 76 aufweisen kann. Innerhalb des Mehrkanalmessgeräts 34 sind zwei Y-Koppler 77 angeordnet, wobei ein Eingang eines Y-Kopplers jeweils mit einer der mehreren Lichtquellen 76 verbunden ist. Auf diese Weise können die Messköpfe 140, 141 auf besonders effiziente Weise mit Licht, das ein breitbandiges Spektrum aufweist, versorgt werden.

Die Messköpfe 140, 141 sind wie bereits erwähnt in einem optischen Messkopf 14 mit dualer Strahlführung 15 angeordnet, so dass ein Doppelmesskopf ausgebildet ist. Dazu sind die Messköpfe 140, 141 in einer Messkopfführungsvorrichtung 20 nebeneinander angeordnet und mechanisch miteinander verbunden. Dadurch kann die optische Messvorrichtung in Nähe des zu vermessenden Objekts, an dem Abstandsdifferenzen vermessen werden soll, besonders robust und raumsparend ausgeführt werden.

Die Lichtquelle 22 beziehungsweise die beiden einzelnen Lichtquellen 76 liefern spektral breitbandiges Licht, so dass ein erster Messstrahl 16 und ein zweiter Messstrahl 18 gebildet wird. Dabei richtet in dieser Ausführungsform der erste Messkopf 140 den ersten Messstrahl 16 auf einen auf dem Träger 8 gelegenen ersten Messpunkt 28, und der zweite Messkopf 141 richtet den zweiten Messstrahl 18 auf einen dem Randbereich 10 des Objekts 12 gelegenen zweiten Messpunkt 30.

In dem ersten Messkopf 140 sind Mittel zum Erfassen und Bilden von Reflexionsspektren des ersten auf den ersten Messpunkt 28 gerichteten Messstrahls 16 angeordnet. Ferner sind in dem zweiten Messkopf 141 Mittel zum Erfassen und Bilden von Reflexionsspektren des zweiten auf den zweiten Messpunkt 30 gerichteten Messstrahls 18 angeordnet. Die Mittel zum Erfassen und Bilden von Reflexionsspektren können nach einem interferometrischen Verfahren arbeiten, wobei der betreffende Messkopf 141, 141 dann einen Referenzspiegel und einen Strahlteilerwürfel (nicht dargestellt) aufweisen kann. Die Erfindung ist aber nicht auf eine solche Ausführungsform beschränkt. So kann zumindest einer der Messköpfe 140, 141 auch nach einer chromatisch konfokalen Methode arbeiten.

Die beiden Messköpfe 140, 141 sind auf eine vordefinierte Weise räumlich zueinander ausgerichtet und können, wie in der Figur 4 gezeigt, bevorzugt auf einer gleichen geometrischen Höhe sein. Dies hat zur Folge, dass der Messkopf 140, der somit einen größeren Abstand e misst, ein blaueres Licht detektiert, als der Messkopf 141, der somit einen kleineren Abstand c misst. Anders gesagt, der erste Messkopf 140 sollte blaueres Licht messen, wohingegen der zweite Messkopf 141 roteres Licht messen sollte.

Das Licht der Reflexionsspektren wird durch die Lichtleitfasern 36, 38 in das Mehrkanalmessgerät 34 eingekoppelt, wobei die erste Lichtleitfaser 38 den ersten Messkopf 140 mit einem ersten Eingang 70 des Mehrkanalmessgeräts 34 verbindet, und wobei die zweite Lichtleitfaser 36 den zweiten Messkopf 141 mit einem zweiten Eingang 71 des Mehrkanalmessgeräts 34 verbindet. Jeder Eingang 70, 71 des Mehrkanalmessgeräts entspricht einem individuellen Messkanal der optischen Messvorrichtung. Die Eingänge 70, 71 können über einen jeweiligen Y-

Koppler jeweils mit dem Spektrometer 72 verbunden sein, wie in der Figur 4 gezeigt wird. Eingangsseitig hat das Spektrometer eine Halterung 78 für Faserstecker. Die Lichtleitfasern 36, 38 können über die Y-Koppler an die Halterung 78 hingeführt werden, wobei die Lichtleitungen 79 und 80 in spektraler Richtung entlang der Richtung der Spektrometerzeile 72 zueinander versetzt sein können.

Das Ausmaß der Versetzung 81 kann dabei einen Unterschied der Kennlinien zur Folge haben, wodurch sich die Reflexionsspektren aus den Messköpfen 140, 141 unterscheiden. Dieser Unterschied der Kennlinien wird bei der späteren Auswertung der sich ergebenden Abstandspeaks entsprechend berücksichtigt. Dies gilt bevorzugt bei Anwendung von chromatisch konfokalen Messverfahren. Bei interferometrischen Messverfahren, beispielsweise bei einer OCT, sollten die Lichtleitungen 79, 80 bevorzugt auf gleicher Höhe in spektraler Richtung angeordnet sein, können aber stattdessen senkrecht zur Spektrometerzeile 72 versetzt zueinander angeordnet sein. Die Spektrometerzeile 72 sollte das komplette mit den Messköpfen 140, 141 detektierte Licht erfassen, das am Spektrometer 34 ankommt, weshalb die Spektrometerzeile 72 bevorzugt eine hinreichend große Höhe hat und ausreichend vielen Detektorpixeln..

Ein besonderer Vorteil der hier gezeigten Ausführungsform kann darin gesehen werden, dass lediglich eine einzige Spektrometerzeile 72 benötigt wird, um die Reflexionsspektren aus beiden Messköpfen 140, 141 auszuwerten, wobei unterschiedliche Kennlinien vorliegen können. Dadurch ist auch eine verwechslungsfreie Auswertung der Peakposition, welche Detektorpixeln entspricht, möglich.

Die Figur 5 zeigt eine vierte Ausführungsform der optischen Messvorrichtung 5. Wie in der Figur 5 gezeigt, kann die optische Messvorrichtung 5 eine Vielzahl von den optischen Messköpfen 14 aufweisen, wobei jeder Messkopf 14 eine duale Strahlführung aufweist, wie oben bereits erläutert wurde.

Ferner kann jeder der Messköpfe dahingehend autonom arbeiten, dass je Doppelmesskopf 14 eine Abstandsdifferenz d_1 bis d_n erfasst werden kann, auf dieselbe Weise, wie oben bereits erklärt wurde. Alle doppelten Messköpfe 14 können jeweils mit zwei Kanälen des Mehrkanalmessgeräts 34 verbunden sein, so dass die optische Messvorrichtung 5 $2n$ einzelne Messköpfe 140, 141 und ein Mehrkanalmessgerät 34 mit $2n$ Kanälen aufweist. Das Mehrkanalmessgerät ist wiederum mit einem einzelnen Spektrometer 48 mit einer einzigen Spektrometerzeile 72 ausgestattet, wobei durch die Spektrometerzeile 72 alle Messsignale und alle Reflexionsspektren der Messköpfe 140, 141 ausgewertet werden können. Die in den Figuren 4 und 5 gezeigten Ausführungsbeispiele können mit Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 3 kombiniert werden.

Beispielsweise kann das Spektrometer 34 nach der Ausführungsform in Figur 5 auch einen oder mehrere Multiplexer aufweisen. Dabei sind die Multiplexer bevorzugt so angeordnet, dass pro Takt ein anderes Paar von Messköpfen 140, 141 ausgewählt wird. Auf die Frequenz und Arbeitsweise des Multiplexers wurde im Rahmen der obigen Beispiele bereits eingegangen, und kann auch hier entsprechend angepasst angewandt werden. Ferner können Mittel vorhanden sein, welche eine weitere Unterscheidung der Kennlinien ermöglichen. Dies wird bei chromatisch konfokaler Messung teilweise schon durch die besondere Anordnung der $2n$ Lichtleiter 79, 80 von denen jeder in spektraler Richtung an einer andere Position entlang der Richtung

der Spektrometerzeile 72 des Spektrometers 48 angeordnet sein kann.

Bezugszeichenliste

2	optische Messvorrichtung (1. Ausführungsform)
3	optische Messvorrichtung (3. Ausführungsform)
4	optische Messvorrichtung (2. Ausführungsform)
5	optische Messvorrichtung (4. Ausführungsform)
6	Stufenhöhe
8	Träger
10	Randbereich
12	Objekt
14, 14'	Messkopf
15	duale Strahlführung
16	erster Messstrahl
18	zweiter Messstrahl
20	Messkopfführungsvorrichtung
22	Lichtquelle
23	erster Lichtstrahl
24	zweiter Lichtstrahl
26, 26'	Messkopfoptik
28	erster Messpunkt (auf Träger)
30	zweiter Messpunkt (Objekt)
32	Auswerteeinheit
34	Mehrkanalmessgerät
36	Lichtleitfaser
38	Lichtleitfaser
39	Spektrometer
40	Multiplexer
42	Lichtleiter
44	elektronisches Filter
46	Lichtleiter
48	Spektrometer
50	Dünnschleifanlage
52	Schleifteller

54	Oberfläche des Schleiftellers
56	Schicht
58	Achse des Schleiftellers
60	Halter des zu vermessenden Objekts
62	Sensorleitung
64	Verbindungsleitung
66	Anzeigegerät
70	Eingang Mehrkanalmessgerät
71	Eingang Mehrkanalmessgerät
72	Spektrometerzeile
75	Fokussierlinse
76	Lichtquelle
77	Y-Koppler
78	Halterung für Faserstecker
79	Lichtleiter
80	Lichtleiter
81	Versetzung in spektraler Richtung
140	Einzelmesskopf
141	Einzelmesskopf
A	Drehrichtung
B	Drehrichtung
C	Drehrichtung
c	Abstand
D	Durchmesser des zu vermessenden Objekts
d	Dicke
e	Abstand
R	Radius des Schleiftellers

Patentansprüche

1. Optische Messvorrichtung zur Erfassung von Abstandsdifferenzen, insbesondere zur in situ Erfassung einer Stufenhöhe (6) zwischen einem Träger (8) und einem Randbereich (10) eines Objekts, (12) aufweisend:
 - einen optischen Messkopf (14, 14') mit dualer Strahlführung (15), der als Doppelmesskopf mit einem ersten Messkopf (140) und einem zweiten Messkopf (141) ausgebildet ist,
 - eine Messkopfführungsvorrichtung (20), in welcher der erste Messkopf (140) und der zweite Messkopf (141) nebeneinander angeordnet und mechanisch verbunden sind,
 - zumindest eine spektral breitbandige Lichtquelle (22), zum Erzeugen von Licht (23, 24) eines ersten Messstrahls (16) und eines zweiten Messstrahls (18), wobei der erste Messkopf (140) den ersten Messstrahl (16) auf einen beispielsweise auf einem Träger (8) gelegenen ersten Messpunkt (28) richtet und der zweite Messkopf (141) den zweiten Messstrahl (18) auf einen beispielsweise auf einem Randbereich (10) des Objekts (12) gelegenen zweiten Messpunkt (30) richtet;
 - in dem ersten Messkopf (140) und dem zweiten Messkopf (141) angeordnete Mittel zum Erfassen und Bilden von Reflexionsspektren des ersten auf den ersten Messpunkt (28) gerichteten Messstrahls (16) und von Reflexionsspektren des zweiten auf den zweiten Messpunkt (30) gerichteten Messstrahls (18),
 - eine erste Lichtleitfaser (38) zum Einkoppeln des reflektierten Lichts aus dem ersten Messstrahl (16) und

- eine zweite Lichtleitfaser (36) zum Einkoppeln des reflektierten Licht aus dem zweiten Messstrahl (18) in jeweils einen unterschiedlichen Messeingang eines Mehrkanalmessgeräts (34) mit mehreren Messeingängen,
- eine in dem Mehrkanalmessgerät (34) angeordnete Spektrometerzeile (34), mit der die Reflexionsspektren des ersten Messstrahls und die Reflexionsspektren des zweiten Messstrahls (18) gemessen werden können, und
 - eine über eine Sensorleitung (62) mit der Spektrometerzeile (34) in Verbindung stehende Auswerteeinheit (32), mit der aus den durch die Spektrometerzeile (34) gemessenen Reflexionsspektren des ersten Messstrahls (16) und des zweiten Messstrahls (18) Abstandspeaks gebildet werden können, und die Abstandspeaks als ein Maß für eine Abstandsdifferenz ausgewertet werden können.
2. Optische Messvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die optische Messvorrichtung eine Vielzahl von optischen Messköpfen (14, 14') mit dualer Strahlführung (15) aufweist, wobei jeder der optischen Messköpfe (14, 14') als Doppelmesskopf mit einem ersten Messkopf (140) und einem zweiten Messkopf (141) ausgebildet ist.
3. Optische Messvorrichtung nach Anspruch 2, wobei jeder von den ersten Messköpfen (140) und den zweiten Messköpfen (141) jeweils mit einer jeweiligen Lichtleitfaser mit einem unterschiedlichen Messeingang des Mehrkanalmessgeräts (34) verbunden ist, so dass durch die in dem Mehrkanalmessgerät (34) angeordnete Spektrometerzeile (72) das Reflexionsspektrum eines jeden der ersten Mess-

köpfe (140) und der zweiten Messköpfe (141) ausgewertet werden kann.

4. Optische Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Messvorrichtung mit zumindest einem von dem ersten Messkopf (140) und dem zweiten Messkopf (141) für eine in situ chromatisch-konfokale Erfassung der Abstandsdifferenz (6) vorgesehen ist.
5. Optische Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Messvorrichtung (2) mit zumindest einem von dem ersten Messkopf (140) und dem zweiten Messkopf (141) für eine in situ interferometrische Erfassung der Abstandsdifferenz (6) vorgesehen ist.
6. Optische Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die optische Messvorrichtung (2) mindestens einen faseroptischen Y-Koppler pro Eingang (70, 71) des Mehrkanalmessgeräts (34) aufweist.
7. Optische Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei das Mehrkanalmessgerät (34) zumindest einen Multiplexer (40) aufweist, der bevorzugt zwischen Paaren aus je einem der ersten Messköpfe (140) und einem der zweiten Messköpfe (141) schaltet.
8. Optische Messvorrichtung nach Anspruch 7, wobei das Mehrkanalmessgerät (34) einen mehrzeiligen Detektor aufweist.
9. Optische Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine spektral breitbandige Lichtquelle (22) für jeden ersten Messkopf (140)

und jeden zweiten Messkopf (140) jeweils eine Lichtquelle (76) aufweist.

10. Optische Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Messvorrichtung (2) Mittel zum Digitalisieren von Reflexionsspektren des ersten auf den Träger (8) gerichteten Messstrahls (16) und des zweiten auf den Randbereich (10) des Objekts (12) gerichteten Messstrahls (18) aufweist.
11. Optische Messvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Messvorrichtung (2) eine Auswerteeinheit (32) für digitalisierte Reflexionsspektren zum Erfassen der Abstandsdifferenz (6) zwischen Träger (8) und Randbereich (10) des Objekts (12) aufweist.
12. Optische Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Messvorrichtung (2) eine optische Abtastrate von mindestens 4 kHz aufweist.
13. Optische Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Messvorrichtung (2) ein elektronisches Filter (44) in der Auswerteeinheit (32) aufweist.
14. Optisches Messverfahren zum Erfassung zumindest einer Abstandsdifferenz, insbesondere zur in situ Erfassen einer zumindest einer Stufenhöhe (6) zwischen einem Träger (8) und einem Randbereich (10) eines Objekts (12), wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:
 - Bereitstellen einer Messvorrichtung mit einem optischen Messkopf (14, 14') mit dualer Strahlführung (15), der als Doppelmesskopf mit einem ersten Messkopf (140) und einem zweiten Messkopf (141) ausgebil-

det ist, in einer Messkopfführungsvorrichtung (20), in welcher der erste Messkopf (140) und der zweite Messkopf (141) nebeneinander angeordnet und mechanisch verbunden sind (20),

- Erzeugen eines ersten Messstrahls (16) durch den ersten Messkopf und eines zweiten Messstrahls (18) durch den zweiten Messkopf mittels zumindest einer spektral breitbandigen Lichtquelle, wobei der erste Messkopf (140) den ersten Messstrahl (16) auf einen ersten Messpunkt (28) richtet und der zweite Messkopf (141) den zweiten Messstrahl (18) auf einen zweiten Messpunkt (30) richtet, wobei jeweils Reflexionsspektren gebildet werden,
- Einkoppeln des reflektierten Lichts aus dem ersten Messstrahl (16) über einen ersten Lichtleiter und des reflektierten Lichts aus dem zweiten Messstrahl (18) über einen zweiten Lichtleiter in jeweils einen unterschiedlichen Messeingang eines Mehrkanalmessgeräts (34) mit mehreren Messeingängen, und
- Messen der Reflexionsspektren mittels einer in dem Mehrkanalmessgerät angeordneten Spektrometerzeile sowie einer der Spektrometerzeile nachgeschalteten Auswerteeinheit, wobei Abstandspeaks entsprechend Abständen des ersten Messpunkts von dem ersten Messkopf und des zweiten Messpunkts von dem zweiten Messkopf gebildet werden und die Abstandspeaks als ein Maß für eine Abstandsdifferenz ausgewertet werden.

15. Optisches Messverfahren nach Anspruch 14, wobei beim Messvorgang, der Messkopf (14) in der Messkopfführungsvorrichtung (20) ortsfest gehalten wird und sich der Träger (8) und das Objekt (12) in zueinander entgegengerichte-

setzten Drehrichtungen (A, B) unter dem Messkopf (14) rotierend bewegen.

16. Optisches Messverfahren nach Anspruch 14 oder Anspruch 15, wobei während der Messung ein erster Messpunkt (28) auf dem Träger (8) und ein zweiter Messpunkt (30) auf dem Randbereich (10) des Objekts (12) ausgebildet wird, und die jeweiligen Abstände (c, e) zum Messkopf (14) erfasst werden.
17. Optisches Messverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei durch Differenzbildung der erfassten Abstandswerte (c, e) in situ die abnehmende Objektdicke (d) dokumentiert wird.
18. Optisches Messverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei ein chromatisch-konfokales Messverfahren zum Erfassen der Abstandsdifferenz (6) eingesetzt wird.
19. Optisches Messverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei ein interferometrisches Messverfahren zum Erfassen der Abstandsdifferenz (6) eingesetzt ist.
20. Optisches Messverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, wobei das Licht der spektral breitbandigen Lichtquelle (22) durch einen fasertechnischen Y-Koppler in zwei Lichtleitfasern (36, 38) zum Messkopf (14) hin ausgekoppelt wird.
21. Optisches Messverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, wobei die Reflexionsspektren des ersten auf den Träger (8) gerichteten Messstrahls (16) und des zweiten auf

den Randbereich (10) des Objekts (12) gerichteten Messstrahls (18) zum Auswerten digitalisiert werden.

22. Optisches Messverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21, wobei die Oberfläche des Randbereichs (10) des Objekts (12) und die Oberfläche des Trägers (8) mit einer Abtastrate von über 4 kHz abgetastet werden.
23. Optisches Messverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 22, wobei Messfehler durch ein elektronisches digitales Filter (44) in der Auswerteeinheit (32) herausfiltert werden.

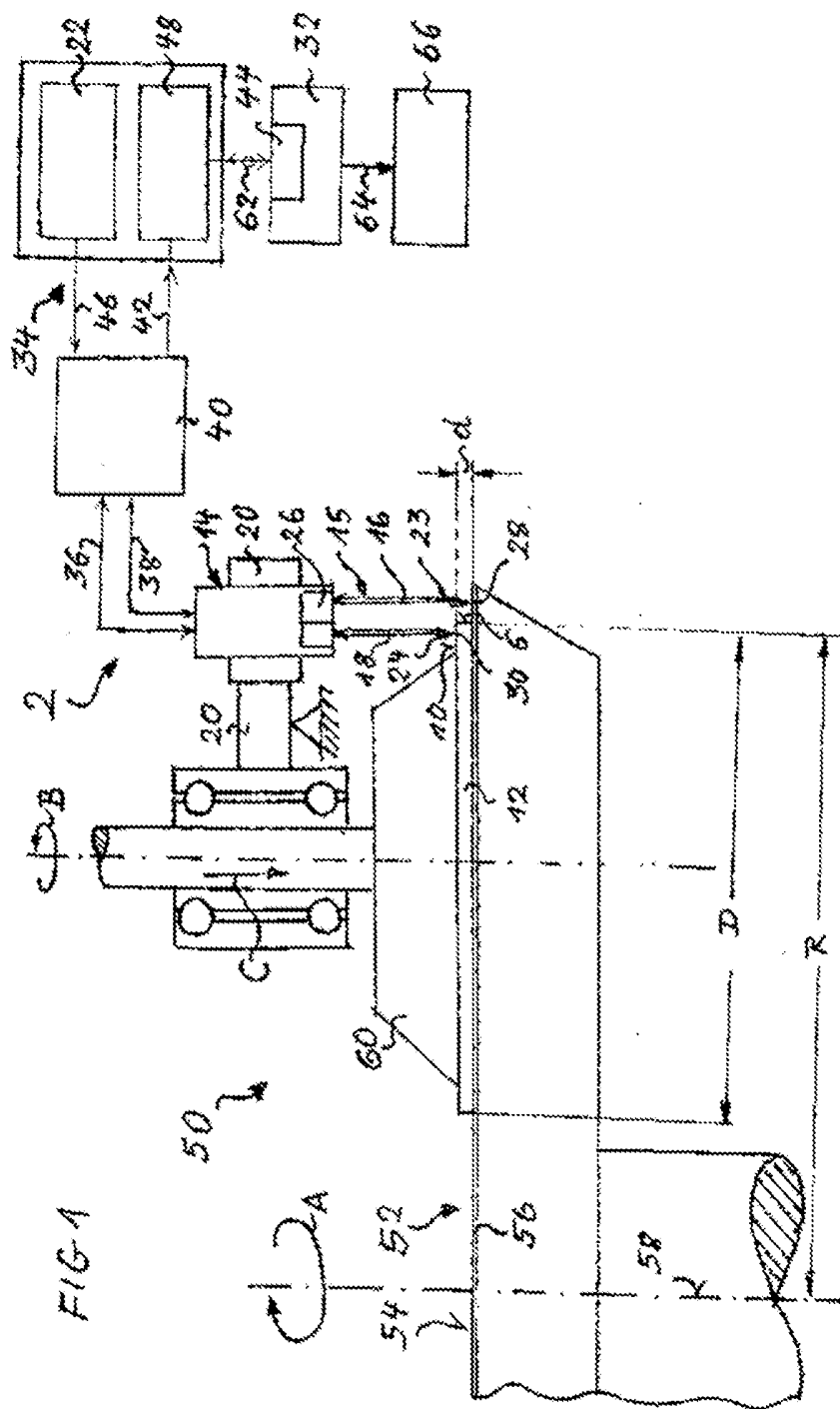


FIG 3

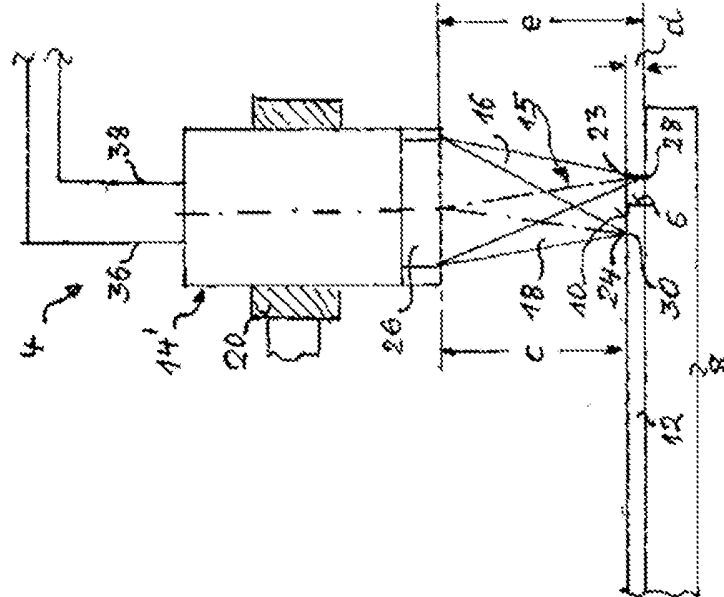


FIG 2

