



(10) **DE 10 2007 010 225 B4** 2018.08.23

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2007 010 225.0**
(22) Anmeldetag: **28.02.2007**
(43) Offenlegungstag: **04.09.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **23.08.2018**

(51) Int Cl.: **G01N 21/95 (2006.01)**
G01B 11/00 (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
**Vistec Semiconductor Systems GmbH, 35781
Weilburg, DE**

(72) Erfinder:
**Schupp, Detlef, 57290 Neunkirchen, DE; Van Luu,
Thin, 35576 Wetzlar, DE**

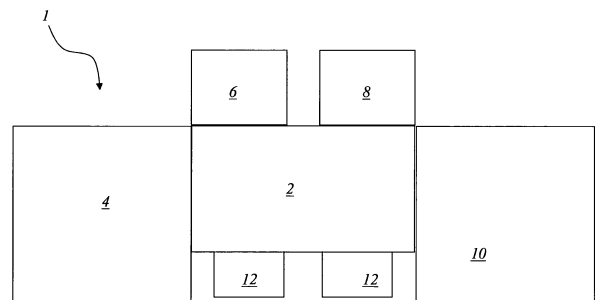
(74) Vertreter:
**Reichert & Lindner Partnerschaft Patentanwälte,
93047 Regensburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2004 058 126	A1
DE	10 2004 058 128	A1
DE	10 2005 014 595	A1
JP	H09- 269 298	A

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Aufnahme von hochauflösenden Bildern von Defekten auf der Oberseite des Waferrandes**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Aufnahme von hochauflösenden Bildern von Defekten auf der Oberseite des Waferrandes, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte,
- Bereitstellen der Position mindestens eines Defekts auf der Oberseite des Waferrandes;
- Überführen des Wafers in eine Einrichtung zur Mikroinspektion;
- Fokussieren in der Einrichtung zur Mikroinspektion auf den jeweiligen Defekt, wobei in Abhängigkeit von der Lage des Defekts in Bezug auf den Waferrand hin eine geeignete Fokussiermethode ausgewählt wird;
- Abbilden des mindestens einen Defekts in der Einrichtung zur Mikroinspektion mittels eines Mikroskops, das mehrere Objektive unterschiedlicher Vergrößerung umfasst, wobei zur Abbildung das Objektiv ausgewählt wird, mit dem der Defekt als solcher am besten erkannt werden kann;
- Ablegen der Bilder des mindestens einen Defekts in einem Verzeichnis.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufnahme von hochauflösenden Bildern von Defekten auf der Oberseite des Waferrandes.

[0002] Die deutsche Offenlegungsschrift DE 102004058128 A1 offenbart ein System zur Inspektion eines scheibenförmigen Objekts. Mit der hier vorgeschlagenen Vorrichtung ist es möglich, die Vorder- und Rückseite des scheibenförmigen Objekts gleichzeitig aufzunehmen. Mit der hier vorgeschlagenen Vorrichtung kann zwar die Vorderseite eines Wafers aufgenommen werden, so dass auch die Darstellung des Waferrandes möglich ist, jedoch ist durch diese Makrodarstellung eine hochauflösende Aufnahme von Bildern von Defekten auf der Oberseite des Waferrandes nicht möglich.

[0003] Die Deutsche Offenlegungsschrift DE 102004058126 A1 zeigt ebenfalls eine Vorrichtung zur Inspektion der Vorder- und Rückseite eines scheibenförmigen Objekts. Dabei wird ebenfalls die gesamte Fläche des Wafers und somit auch des Waferrandes aufgenommen. Die detaillierte Darstellung bzw. Abbildung von Defekten auf der Oberseite des Waferrandes ist durch diese Vorrichtung ebenfalls nicht möglich.

[0004] DE 10 2005 014595 A1 offenbart ein Verfahren zur visuellen Inspektion einer Randentlackungskante eines scheibenförmigen Objekts mit den folgenden Schritten: Aufnehmen eines Bildes eines Randbereichs des scheibenförmigen Objekts; Darstellen des aufgenommenen Randbereichs des scheibenförmigen Objekts zusammen mit einem Markierungselement in mindestens einem ersten Fenster eines Displays; Darstellen einer vergrößerten Ansicht des aufgenommenen Randbereichs des scheibenförmigen Objekts in einem zweiten Fenster des Displays; wobei die vergrößerte Ansicht einem Teilbereich des aufgenommenen Randbereichs des scheibenförmigen Objekts entspricht, auf dem sich gerade das Markierungselement befindet; und Darstellen in einem dritten Fenster auf dem Display eine Gesamtansicht des scheibenförmigen Objekts wiedergegeben wird, und dass in der Gesamtansicht der ausgewählte Teilbereich zur Orientierung für den Benutzer durch ein Symbol gekennzeichnet wird.

[0005] Bei JP H09-269298 A wird in einer Vorrichtung das gebeugte Licht niedrigerer Ordnung, welches Licht durch Bestrahlen der gesammelten parallelen Lichter an einem ersten Endteil eines Untersuchungsobjekts in der Nähe des ersten Brennpunkts eines elliptischen Spiegels erzeugt wird, von einer Lichtauffangplatte abgefangen. Gebeugtes Licht höherer Ordnung wird durch den elliptischen Spiegel gesammelt, und die Komponenten des gebeugten Lichts höherer Ordnung werden durch einen Detek-

tor analysiert und klassifiziert, der an dem zweiten Brennpunkt des elliptischen Spiegels angeordnet ist. Damit ist es möglich, Risse, Späne und Fehler zu unterscheiden und die Oberflächenrauigkeit automatisch mit Hilfe der optischen Untersuchungsanordnung zu klassifizieren.

[0006] Bei der automatischen Bildaufnahme von Defekten am Waferrand kommt es zu dem Problem, dass Defekte, die zu nah am Rand liegen, nicht fokussiert werden können.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem hochauflösende Bilder von Defekten auf der Oberseite des Waferrandes aufgenommen werden können, ohne dass dabei Fokusprobleme auftreten, die die Qualität des aufgenommenen Bildes verschlechtern.

[0008] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0009] Das Verfahren ist besonders vorteilhaft, wenn zunächst die Position mindestens eines Defekts auf der Oberseite des Waferrandes bestimmt wird. Die Position eines mindestens einen Defekts kann z. B. aus der Makroaufnahme der gesamten Oberseite des Wafers bestimmt werden. Ebenso ist es möglich, dass eine makroskopische Aufnahme des gesamten Waferrandes erstellt wird. Anschließend erfolgt ein Abspeichern der Positionen des mindestens einen Defekts, der durch die makroskopische Abbildung des Waferrandes, bzw. der gesamten Waferoberfläche gefunden wurde. Anschließend wird der Wafer in eine Einrichtung zur Mikroinspektion überführt. Ebenfalls erhält die Einrichtung zur Mikroinspektion die Daten der Position des mindestens einen Defekts, so dass die Positionen der Defekte entsprechend angefahren werden können. In der Einrichtung zur Mikroinspektion kann auf den jeweiligen Defekt mit unterschiedlichen Fokussierungsmethoden fokussiert werden. Der Defekt wird in der Einrichtung zur Mikroinspektion mittels eines Mikroskops, mit dem eine Kamera verbunden ist, abgebildet, das mehrere Objektive unterschiedlicher Vergrößerung aufweist. Zur Abbildung wird das Objektiv in den Strahlengang geschwenkt, mit dem der Defekt als solcher am besten erkannt werden kann. Schließlich werden die aufgenommenen Bilder des mindestens einen Defekts in einem Verzeichnis abgelegt. Zur Bestimmung der Position des mindestens einen Defekts auf der Oberseite des Waferrandes wird der Wafer in eine Einrichtung zur Randinspektion transportiert. In der Einrichtung zur Randinspektion wird die Position des mindestens einen Defekts bestimmt.

[0010] In der Einrichtung zur Mikroinspektion wird ein automatisches Alignment des Wafers durchgeführt. Das automatische Alignment kann sowohl für

einen bare Wafer als auch für einen strukturierten Wafer durchgeführt werden.

[0011] Das Abbilden der Defekte wird automatisch durchgeführt, wobei zur Fokussierung auf einen Defekt ein Laserfokus, ein TV-Fokus oder Kombinationen aus beiden Fokussierungsmethoden eingesetzt werden. Die Verwendung der geeigneten Fokussierungsmethode hängt von der Lage des Defekts zum Rand des Wafers hin ab.

[0012] Das Kriterium, ab wann ein bestimmtes Fokussierungskriterium eingesetzt wird, hängt von der Lage des Defekts zum Rand des Wafers hin ab. Der Benutzer kann dabei einen Radius für den Wafer festlegen, ab welchem das geeignete Fokussierungskriterium angewendet werden kann.

[0013] Für Defekte, die ab einem bestimmten Wert des Radius näher zum Mittelpunkt des Wafers liegen, wird ausschließlich ein Laserfokus verwendet.

[0014] Für Defekte, die ab einem bestimmten Wert des Radius näher zum Rand des Wafers hin liegen, wird zunächst eine X/Y Position angefahren, die in der Nähe des eigentlichen Defekts, aber näher zum Mittelpunkt des Wafers hin positioniert wird. Dann wird mit dem Laserfokus an dieser Position fokussiert und anschließend der Laserfokus ausgeschaltet. Mit der so bestimmten Fokussierungseinstellung wird zum Defekt zurück verfahren und es werden Bilder des Defekts aufgenommen.

[0015] Für Defekte, die ab einem bestimmten Wert des Radius näher zum Rand des Wafers hin liegen, wird zunächst mit dem Laserfokus an der Position des Defekts fokussiert und so eine Fokussierungslage für den Laserfokus bestimmt. Der Laserfokus wird ausgeschaltet und mit einem TV-Fokus wird in einem Abstand zu der Fokussierungslage des Laserfokus verfahren. In einem Intervall um die Fokussierungslage des Laserfokus herum werden mehrere Bilder aufgenommen.

[0016] In der Einrichtung zur Mikroinspektion wird dann ein Scannen vorgeschaltet, der eine automatische Defektzentrierung durchführt, wenn der Defekt aufgrund der ungenauen Positionsbestimmung bei der Einrichtung zur Makroinspektion außerhalb eines Bildfeldes eines gerade verwendeten Objektivs des Mikroskops liegt, wobei die Defektposition nicht mittels Vergleichsbilder, sondern am Defektbild selbst ermittelt wird.

[0017] Für die Auswahl der geeigneten Fokussierungsmethode wird zunächst überprüft, ob der Defekt, auf den fokussiert werden soll, außerhalb eines bestimmten Radius zum Waferrand hin liegt. Es wird der TV-Fokus oder der Laserfokus verwendet, wenn der Defekt innerhalb eines bestimmten Radius liegt.

[0018] Nachdem der Laserfokus ausgeschaltet wurde, wird die Z-Position eines Z-Triebs für den optimalen Laserfokus gespeichert. Über den Z-Trieb wird die Startposition für die Bildaufnahme mit dem TV-Fokus angefahren. Die Startposition für den TV-Fokus liegt dabei immer um ein ΔZ von der Fokussierungslage des Laserfokus entfernt. Der TV-Fokus wird in einem Intervall um die Fokussierungslage des Laserfokus herum verfahren. Bei Erreichen eines Schärfekriteriums oder nach dem kompletten Durchfahren eines Z-Intervalls wird die zu Anfang gespeicherte Z-Position wieder angefahren und das beste Bild hinsichtlich der Schärfe abgespeichert. Nach Ablauf des Scans wird der Wafer wieder zurück in eine Kassette gebracht, die mit dem System zur optischen Inspektion von Wafern verbunden ist. Die aufgenommenen Bilder der Defekte werden in einem vom Benutzer frei wählbaren Verzeichnis abgespeichert. Die Bilder werden als Referenz in einem KLARF (KLA Review File) abgelegt.

[0019] Nachfolgend wird die Erfindung in beispielhafter Weise und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Aus den beigefügten Zeichnungen werden sich weitere Merkmale, Aufgaben und Vorteile der gegenwärtigen Erfindung ergeben.

[0020] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Systems zur optischen Inspektion von Wafern,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform zur Aufnahme eines Übersichtsbildes einer gesamten Oberfläche eines Wafers,

Fig. 3 eine schematische Darstellung zur Aufnahme eines Übersichtsbildes (makroskopischen Bildes) der gesamten Oberseite eines Waferrandes;

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Einrichtung zur mikroskopischen Inspektion von ausgewählten Defekten;

Fig. 5 eine schematische Darstellung der makroskopischen Aufnahme der Oberseite eines Wafers;

Fig. 6 eine Abbildung eines Defekts in der Nähe des Randes des Wafers der dann als Defekt erkannt wird, wenn er durch eine geschlossene Linie umschlossen wird;

Fig. 7 eine Aufnahme eines Defekts auf der Oberseite des Wafers, wobei im Bild noch Teile der DIE-Struktur zu sehen sind;

Fig. 8 eine Aufnahme des Waferrandes, bei der mehrere Defekte im Bildfeld zu sehen sind;

Fig. 9 und eine Darstellung der Abbildung des Waferrandes, bei der in der Nähe des Waferrandes ein kontrastschwacher Defekt angeordnet ist.

[0021] In den Figuren bezeichnen identische Bezugszeichen identische oder im Wesentlichen gleich wirkende Elemente oder Funktionsgruppen.

[0022] Fig. 1 zeigt ein System 1 zur optischen Inspektion von Wafern. Das System 1 ist in Modulbauweise aufgebaut. Um eine Zentraleinheit 2 sind mehrere Module 4, 6, 8 und 10 angeordnet, die unterschiedliche optische und/oder nicht optische Untersuchungen am Wafer durchführen. Die Zentraleinheit kann selbst Untersuchungen am Wafer durchführen. Im Wesentlichen ist die Zentraleinheit 2 dafür verantwortlich, dass die einzelnen Wafer zu den unterschiedlichen Modulen 4, 6, 8 und 10 transportiert werden. Mit der Zentraleinheit 2 sind ebenfalls zwei Load-Ports 12 verbunden. Über die Load-Ports 12 können dem System 1 die zu untersuchenden Wafer zugeführt werden. Die mit der Zentraleinheit 2 verbundenen Module 4, 6, 8 und 10 können für unterschiedliche optische und/oder nicht optische Untersuchungen am Wafer vorgesehen sein, so kann z. B. das Modul 4 für die Makroinspektion des Wafers vorgesehen sein. Das Modul 10 kann dann für eine Mikroinspektion genutzt werden. Dabei können z. B. Positionen auf dem Wafer, die in den Modul 4 für die Makroinspektion gefunden werden, genauer untersucht und inspiziert werden. Die Zentraleinheit 2 ist ebenfalls dafür verantwortlich, dass die Wafer zwischen den beliebigen Modulen 4, 6, 8 und 10 hin und her transportiert werden. Mit den mit der Zentraleinheit verbundenen Modulen 6 und/oder 8 kann z. B. eine Randinspektion und/oder eine Inspektion der Rückseite eines Wafers durchgeführt werden. Die Integration des Verfahrens zur Aufnahme von hoch auflösenden Bildern von Defekten auf der Oberseite des Wafers ist somit in dem Modul zur Mikroinspektion integriert.

[0023] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Aufnahme makroskopischer Bilder der Oberfläche eines Wafers 16. Der Wafer 16 befindet sich dabei in einem Waferhalter 18. Zur Fixierung des Wafers 16 im Waferhalter können mechanische Kontaktelemente 20 vorgesehen sein. Über dem Waferhalter 18 ist eine optische Abtastvorrichtung 30 angeordnet, mit der die Oberfläche des Waferhalters 18 und somit alle auf dem Waferhalter 18 vorhandenen Objekte (Wafer 16) bildlich aufgenommen werden können. Die optische Einrichtung 30 wird entlang einer Mäander 28 über der Oberfläche 21 des Waferhalters 18 verfahren.

[0024] Für einen Fachmann ist es selbstverständlich, dass andere Anordnungen zur Aufnahme der Oberfläche 21 des Waferhalters 18 oder des Wafers 16 alleine vorgesehen sein können. Die Anordnung zur optischen Aufnahme der Oberfläche 21 des Waferhalters 18 umfasst eine Lichtquelle 31, die einen Lichtstrahl 32 aussendet. Auf der Oberfläche 21 des Waferhalters 18 wird ein Leuchtfeld 32 ausgebil-

det, das sich entsprechend der Relativbewegung zwischen dem Waferhalter 18 und der Aufnahmeeinrichtung 30 entlang der Mäander 28 über die Oberfläche 21 des Waferhalters 18 bewegend. Das von der Oberfläche 21 des Waferhalters 18 ausgehende Licht 34 gelangt zu einer Kamera 35, die ein Bild des jeweiligen Leuchtflecks 33 aufnimmt. Die Bilder des einzelnen Leuchtflecks 33 werden zu einem Gesamtbild des Waferhalters 18 und somit auch des Wafers 16 zusammengesetzt. Aus dem Gesamtbild des Wafers 16, kann man auch den Rand 14 des Wafers erkennen. Mit der Aufnahmeeinrichtung 30 kann sowohl die Oberfläche eines bereits strukturierten Wafers, bzw. eines unstrukturierten Wafers (Bare-Wafer) aufgenommen werden.

[0025] Es ist ebenso denkbar, dass die gesamte Oberfläche des Wafers in einem Scan aufgenommen wird. Dies ist z.B. mit dem Scannen einer herkömmlichen Kopiervorlage vergleichbar.

[0026] Fig. 3 zeigt schematisch eine Anordnung, bei der lediglich der Randbereich 14 des Wafers 16 aufgenommen wird. Der Wafer wird in Richtung des in Fig. 3 dargestellten Pfeils 41 gedreht. Die Drehung des Wafers 16 erfolgt durch eine Dreheinrichtung, die hier nicht dargestellt ist. Gegenüber dem Randbereich 14 ist eine Kamera 42 vorgesehen, die zur Aufnahme eines Bildes des Randbereichs 14 des Wafers 16 dient. Der Randbereich 14 des Wafers 16 wird dadurch aufgenommen, dass sich der Wafer 16 unter der Kamera 42 hindurch dreht. Der Kamera 42 bzw. dem Wafer 16 ist eine Lichtquelle 40 derart zugeordnet, dass der Randbereich 14 des Wafers 16 beleuchtet wird. Nach einer vollständigen Umdrehung des Wafer 16 um etwas mehr als 360 ° erhält man somit ein Abbild des Randbereichs 14 des Wafers 16. In dem abgebildeten Randbereich kann man dann Defekte erkennen und diesen Defekten in Abhängigkeit vom Drehwinkel und der Position des Defektes im Kamerabild eine genaue Lokalisation zuordnen. Der Randbereich 14 kann durch einen Benutzer derart eingestellt werden, dass von ihm ein Radius festgelegt wird. Für alle Defekte innerhalb dieses Radius werden konventionelle Fokussmethoden angewendet. Liegt der Defekt außerhalb des Radius, also näher zum Rand des Wafers 16 hin, wird die modifizierte Fokussmethode angewendet.

[0027] Fig. 4 zeigt eine schematische Anordnung der Einrichtung 59 zur Mikroinspektion von Defekten auf der Oberfläche eines Wafers 16. In der Einrichtung 59 zur Mikroinspektion ist der Wafer 16 ebenfalls in einem Waferhalter 18 eingelegt. Zwischen der Einrichtung 59 zur Mikroinspektion und dem Waferhalter kann eine Relativbewegung in X- und Y-Richtung durchgeführt werden, so dass die einzelnen bei der Makroinspektion gefundenen Defekte angefahren werden können und somit einer genaueren Inspektion unterzogen werden. Die Einrichtung 59 zur

Mikroinspektion umfasst ferner eine erste Fokuseinrichtung **55** und eine zweite Fokuseinrichtung **56**. Die erste Fokuseinrichtung **55** ist ein TV-Fokus, wobei das zur Fokussierung erforderliche Licht mittels eines Strahlteilers **53** in den Strahlengang **50** der Einrichtung **59** zur Mikroinspektion eingekoppelt wird. Die zweite Fokuseinrichtung **56** umfasst einen Laserfokus, bei dem ebenfalls das hierfür erforderliche Licht mittels eines Strahlteilers **54** in den Strahlengang **50** der Einrichtung **59** zur Mikroinspektion eingekoppelt wird. Zur Aufnahme einer Reihe von Bildern mit dem TV-Fokus ist ein Trieb **58** vorgesehen, der eine Relativbewegung zwischen dem Mikroskop und der Oberfläche des Wafers **16** in Z-Richtung herstellt, so dass mehrere Bilder oder Bilder von Defekten auf der Oberfläche des Wafers **16** nacheinander in unterschiedlichen Fokuslagen aufgenommen werden.

[0028] Von den Load-Ports **12** des Systems **1** zur optischen Inspektion von Wafern werden die Wafer **16** aus einer Kassette zu einer Einrichtung zur Aufnahme der Oberfläche des Wafers oder des Randbereichs des Wafers transportiert. Die Positionen der einzelnen Defekte im Bereich des Randes des Wafers **16** können auch in einer Waferedge-Station (nicht dargestellt) ermittelt werden. Die Ermittlung der Positionen bzw. Lage der einzelnen Defekte am Waferrand erfolgt automatisch. In **Fig. 5** ist die makroskopische Aufnahme der Oberfläche eines Wafers **16** dargestellt. Im vorliegenden Fall handelt es sich um einen strukturierten Wafer, bei dem auf der Oberfläche die einzelnen DIES **60** bereits zu erkennen sind. Im makroskopischen Bild des Wafers **16** sind die einzelnen Defekte gekennzeichnet und mit verschiedenen Symbolen markiert. Aus dem makroskopischen Bild der Oberfläche des Wafers **16** ist nicht immer klar, ob es sich bei den gefundenen Defekten auch tatsächlich um Defekte handelt. Für eine genauere Untersuchung ist es erforderlich, dass der Wafer einer mikroskopischen Inspektion in einer Einrichtung zur Mikroinspektion unterzogen wird. Hierzu wird der Wafer von der Einrichtung zur Makroinspektion in die Einrichtung zur Mikroinspektion transportiert. Wie bereits in **Fig. 4** dargestellt, umfasst die Einrichtung **59** zur Mikroinspektion ein Mikroskop, das mit mehreren Objektiven $51_1, 51_2, \dots, 51_N$ versehen ist, die je nach Anforderung in den Strahlengang geschwenkt werden können. Anhand des makroskopischen Abbildes der Oberfläche des Wafers **16**, bzw. des Randes des Wafers **16** können die einzelnen Positionen der Defekte ermittelt werden. In der Einrichtung **59** zur Mikroinspektion werden diese Positionen dann entsprechend angefahren, um die an den Positionen vermuteten Defekte einer genaueren Untersuchung zu unterziehen. In der Einrichtung zur Mikroinspektion wird der Wafer **16** automatisch ausgerichtet, bzw. einem automatischen Alignment unterzogen. In der Einrichtung zur Mikroinspektion können nun die Defekte mit verschiedenen Auflösungen automatisch

bebildert werden. Die Einrichtung **59** zur Mikroinspektion ist mit einer ersten Fokuseinrichtung **55** und einer zweiten Fokuseinrichtung **56** versehen. Die erste Fokuseinrichtung umfasst einen TV-Fokus und die zweite Fokuseinrichtung **56** umfasst einen Laserfokus. Im Bereich des Randes **14** des Wafers **16** können Positionen vorkommen, an denen der Laserfokus versagt. Für diese Positionen muss ein spezieller TV-Fokus verwendet werden. Falls in der Einrichtung **59** zur Mikroinspektion mit einem Objektiv 51_1 mit einer Vergrößerung von 20-fach gearbeitet wird, muss der Abbildung ein Scann vorgeschaltet werden, der eine automatische Defektzentrierung durchführt. Dabei wird die Defektposition nicht mittels Vergleichsbilder ermittelt, sondern am Defektbild selbst. Nach Ablauf des Scans wird der Wafer **16** wieder zurück in die Kassette auf dem Load-Port **12** gebracht. Die Bilder werden auf ein vom Benutzer frei wählbares Verzeichnis gespielt und als Referenz in einem KLARF abgelegt. Bei einer automatischen Bildaufnahme der Defekte am Waferrand kommt es zu dem Problem, dass Defekte, die zu nah am Rand sind, nicht fokussiert werden können. Dazu wird der Laserfokus ausgeschaltet und die Z-Position gemerkt. Für die Startposition zur Bildaufnahme wird in einen Z-Offset verfahren. Mittels des Triebs **58** wird mit konstanter Geschwindigkeit in Z-Richtung verfahren. Während des Verfahrens werden Bilder aufgenommen und ausgewertet. Dabei wird auf ein bestimmtes Schärfekriterium geachtet und wenn dieses Schärfekriterium erreicht ist oder der Bereich komplett durchfahren worden ist, wird die zu Anfang gespeicherte Z-Position (beim Ausschalten des Laserfokus) wieder angefahren.

[0029] Um für das Verfahren zur Aufnahme von hoch auflösenden Bildern von Defekten auf der Oberseite des Waferandes einen automatischen Ablauf zu erreichen, der keinen Eingriff des Benutzers erfordert, muss überprüft werden, ob der zu untersuchende Defekt außerhalb eines bestimmten Radius liegt. In Abhängigkeit von der Lage des Defekts muss ein entsprechendes Fokusverfahren angewendet werden. Liegt der Defekt innerhalb des Radius, so kann der Laserfokus für (normale) Defekte verwendet werden. Liegt der Defekt jedoch außerhalb des Radius, so wird zunächst eine X/Y-Position in der Nähe des eigentlichen Defekts angefahren. Diese Position liegt somit näher zum Mittelpunkt des Wafers **18** hin und kann daher mittels des Laserfokus fokussiert werden. Der Laserfokus wird eingeschaltet und es wird gewartet, bis der Fokus erreicht ist. Anschließend wird der Laserfokus ausgeschaltet und die X/Y-Koordinaten des Defekts werden angefahren. Der TV-Fokus für Randdefekte wird verwendet und das beste Bild wird abgespeichert.

[0030] **Fig. 6** zeigt einen Defekt **70** in der Nähe des Randes **14** des Wafers **16**. Der Defekt **70** wird nur als solcher erkannt, wenn er komplett umschlossen

ist. Kompletzt umschlossen bedeutet dabei, dass der Defekt **70** vollständig in dem von der Kamera aufgenommenen Bildbereich **73** liegt. Hinzu kommt, dass der Defekt **70** keine zwei Bildgrenzen **72** des Bildbereichs **73** schneiden darf.

[0031] Fig. 7 zeigt die Aufnahme eines Defekts **80**, der mit einem Objektiv mit niedriger Vergrößerung aufgenommen worden ist. Hier tritt dann das Problem auf, dass zusätzlich zum Defekt **80** noch die DIE-Struktur im Bildbereich **73** vorhanden sein kann. Dies kann dazu führen, dass ebenfalls die DIE-Struktur als Defekt erkannt wird. Je nach Position des Defekts auf dem Wafer kann die DIE-Struktur dabei in sämtlichen Teilen des Bildbereichs **73** auftauchen. Je nach der Position des Defekts **80** wird ein Teil des Bildbereichs **73** (dort wo die Struktur vermutet wird) für die Defekterkennung ausgespart. Eine andere Möglichkeit hierfür ist, dass ein anderes Objektiv für die Defektzentrierung gewählt wird, bei dem die Struktur des Wafers garantiert nicht mehr im Bildbereich **73** ist.

[0032] Fig. 8. zeigt die Problematik, dass kleine Defekte **90** nicht korrekt erkannt werden, da der ganze Bildbereich **73** nicht homogen ist. Dies ist v. a. durch den Waferrand selbst bedingt, der in einer Rundung abfällt. Eine Möglichkeit ist, dass nur Defekte ab einer bestimmten Minimalgröße als solche Defekte erkannt werden. Eine weitere Problematik ist in Fig. 8 dargestellt, die sich daraus ergibt, wenn Objektive z. B. mit einer zehnfachen Vergrößerung verwendet werden. Dabei kann es häufig vorkommen, dass mehrere Defekte **90** im Bildfeld **73** sind. Somit ergibt sich das Problem auf welchen dieser Defekte nun zentriert werden soll. Eine Möglichkeit dabei ist, dass man einige Defektkriterien (z. B. Seiten-/Längenverhältnis) auswählt, um einen Defekt zu erkennen, auf den zentriert werden soll.

[0033] Fig. 9 zeigt eine weitere Problematik, die sich aus kontrastschwachen Defekten **100** in der Nähe des Waferrandes ergibt. Eine Lösungsmöglichkeit hierzu ist, dass ein Schwellwert eingeführt wird, der zur Erkennung von Defekten verwendet wird. Übersteigt der Kontrastwert für einen potentiellen Defekt diesen Schwellwert, so wird dieser potentielle Defekt als wirklicher Defekt erkannt. Liegt der Kontrastwert für den potentiellen Defekt unter dem Schwellwert, so wird dieser potentielle Defekt nicht als Defekt erkannt oder eingestuft.

[0034] Die Erfindung wurde in Bezug auf besondere Ausführungsformen beschrieben. Es ist dennoch für einen Fachmann selbstverständlich, dass Abwandlungen und Änderungen der Erfindung gemacht werden können ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufnahme von hochauflösenden Bildern von Defekten auf der Oberseite des Waferandes, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte,
 - Bereitstellen der Position mindestens eines Defekts auf der Oberseite des Waferandes;
 - Überführen des Wafers in eine Einrichtung zur Mikroinspektion;
 - Fokussieren in der Einrichtung zur Mikroinspektion auf den jeweiligen Defekt, wobei in Abhängigkeit von der Lage des Defekts in Bezug auf den Waferrand hin eine geeignete Fokussierungsmethode ausgewählt wird;
 - Abbilden des mindestens einen Defekts in der Einrichtung zur Mikroinspektion mittels eines Mikroskops, das mehrere Objektive unterschiedlicher Vergrößerung umfasst, wobei zur Abbildung das Objektiv ausgewählt wird, mit dem der Defekt am besten erkannt werden kann;
 - Ablegen der Bilder des mindestens einen Defekts in einem Verzeichnis.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lage des Defekts zum Waferrand hin durch einen Radius bestimmt wird, der von einem Benutzer festgelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bereitstellen der Position mindestens eines Defekts über einen Reviewfile durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bereitstellen der Position mindestens eines Defekts durch eine Einrichtung zur Makroinspektion durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit der Einrichtung zur Makroinspektion die gesamte Oberfläche eines Wafers aufgenommen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung der Position des mindestens einen Defekts auf der Oberseite des Waferandes, der Wafer in eine Einrichtung zur Randinspektion transportiert wird, und dass in der Einrichtung zur Randinspektion die Position des mindestens einen Defekts bestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass für Defekte, die ab einem bestimmten Wert des Radius näher zum Mittelpunkt des Wafers liegen, ein Laserfokus verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass für Defekte, die ab einem bestimmten Wert des Radius näher zum Mit-

telpunkt des Wafers liegen, ein TV-Fokus verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass für Defekte, die ab einem bestimmten Wert des Radius näher zum Rand des Wafers hin liegen, zunächst eine X/Y Position angefahren wird, die in der Nähe des eigentlichen Defekts, aber näher zum Mittelpunkt des Wafers hin liegt, dass mit dem Laserfokus an dieser Position fokussiert wird, dass der Laserfokus ausgeschaltet wird und dass mit dieser Fokusseinstellung zum Defekt zurück verfahren wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass für Defekte, die ab einem bestimmten Wert des Radius näher zum Rand des Wafers hin liegen zunächst eine X/Y Position angefahren wird, die in der Nähe des eigentlichen Defekts, aber näher zum Mittelpunkt des Wafers hin liegt, dass mit dem Laserfokus an dieser Position fokussiert wird, dass der Laserfokus ausgeschaltet wird, dass mit einem TV-Fokus in einen Abstand zu der Fokuslage des Laserfokus verfahren wird und dass in einem Intervall um die Fokuslage des Laserfokus herum mehrere Bilder aufgenommen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Einrichtung zur Mikroinspektion ein automatisches Alignment des Wafers durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das automatische Alignment mit einem bare Wafer durchgeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das automatische Alignment mit einem strukturierten Wafer durchgeführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Einrichtung zur Mikroinspektion dann ein Scan vorgeschaltet wird, der eine automatische Defektzentrierung durchführt, wenn der Defekt aufgrund der ungenauen Positionsbestimmung bei der Einrichtung zur Makroinspektion außerhalb eines Bildfeldes eines gerade verwendeten Objektivs liegt und wobei die Defektposition nicht mittels Vergleichsbilder ermittelt wird, sondern an dem Defektbild selbst.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Z-Trieb mit konstanter Geschwindigkeit verfahren wird, und dass während des Verfahrens Bilder aufgenommen und ausgewertet werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Erreichen eines Schärfekriteriums oder nach dem kompletten Durch-

fahren eines Z-Intervalls, die zu Anfang gespeicherte Z-Position wieder angefahren wird und dass das beste Bild hinsichtlich der Schärfe abgespeichert wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Ablauf der Scans der Wafer wieder zurück in die eine Kassette gebracht wird, die mit einem System zur optischen Inspektion von Wafern verbunden ist und die aufgenommenen Bilder der Defekte in einem vom Benutzer frei wählbaren Verzeichnis gespeichert werden.

18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bilder als Referenz in einem KLA Review File abgelegt werden.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

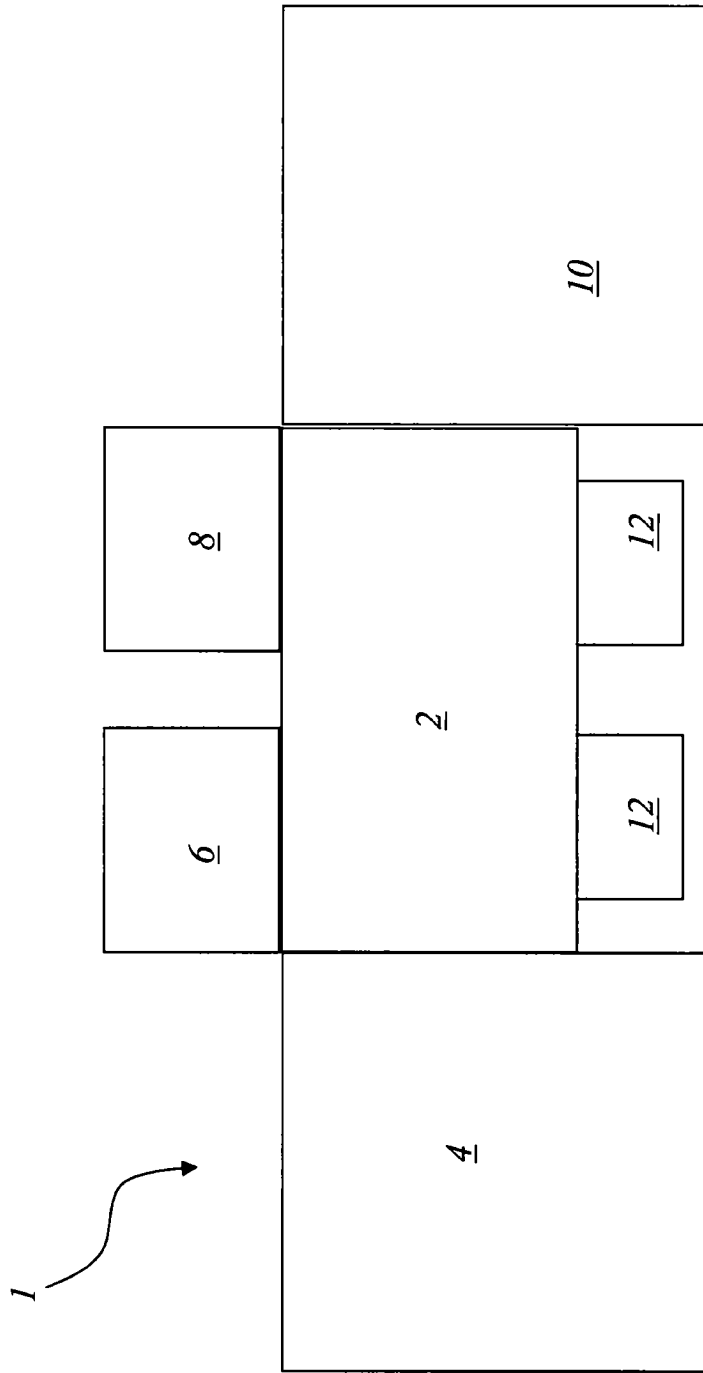


Fig. 1

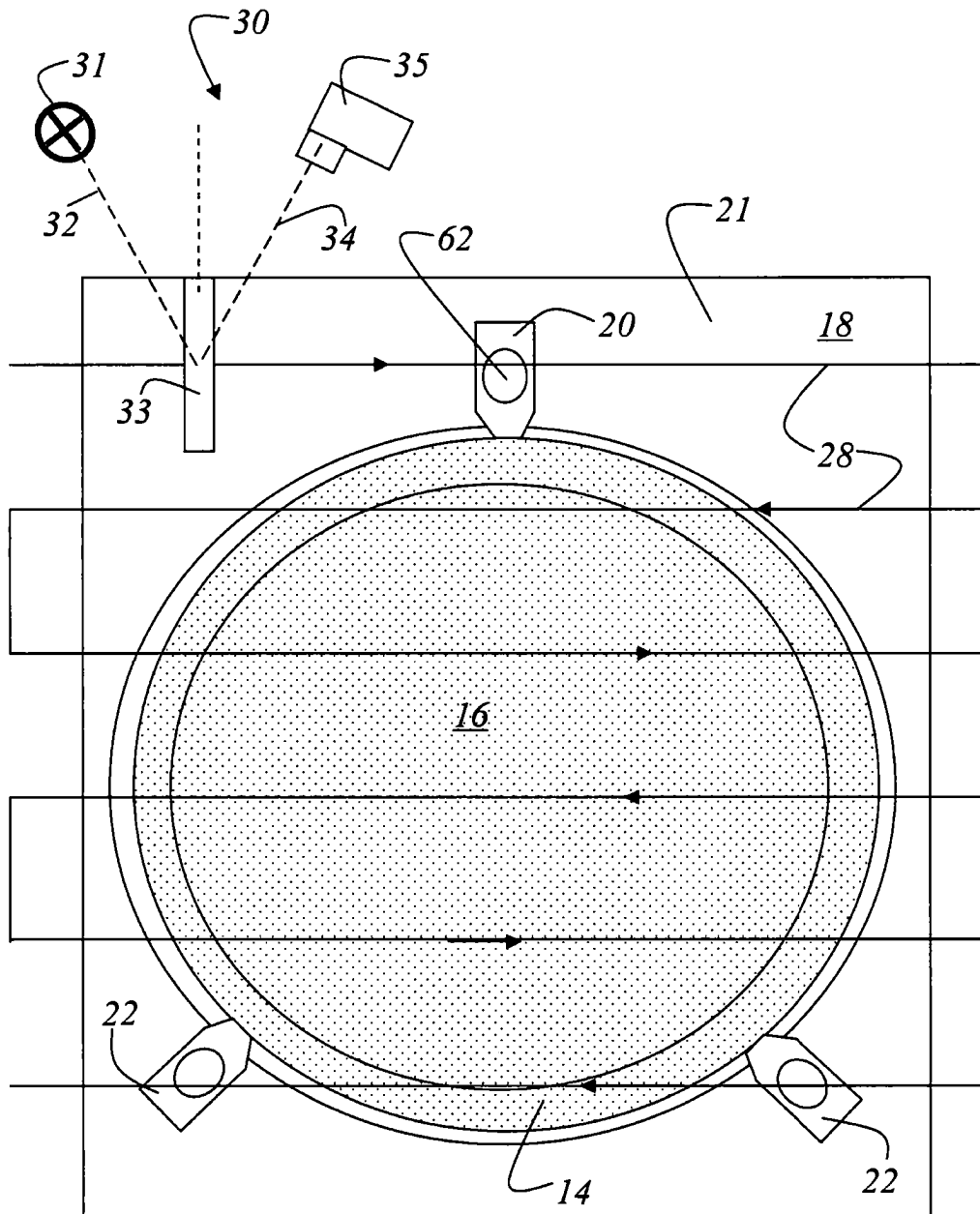


Fig. 2

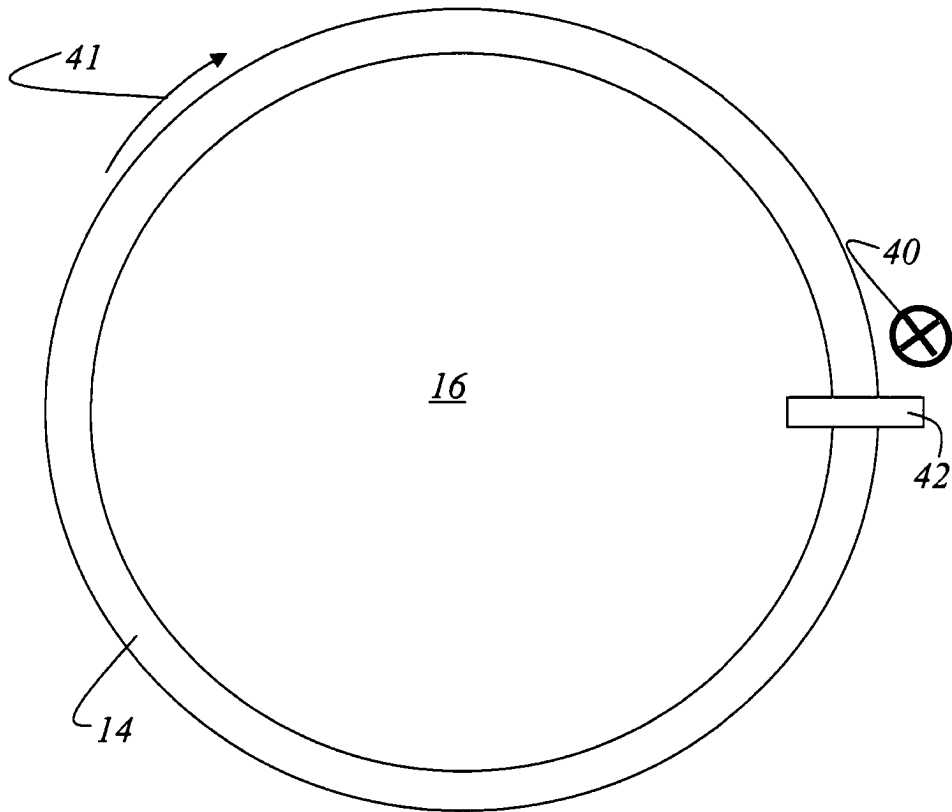


Fig. 3

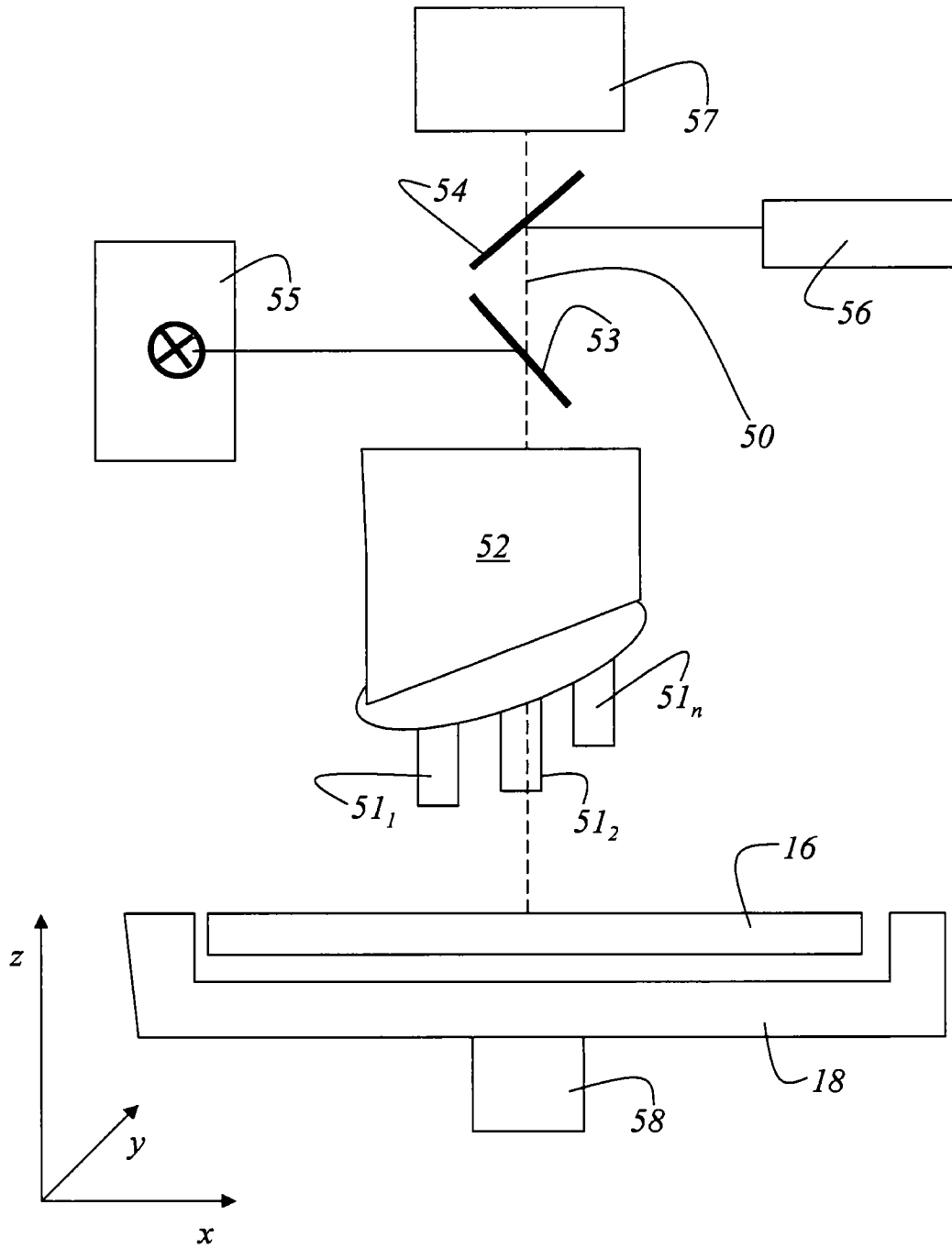


Fig. 4

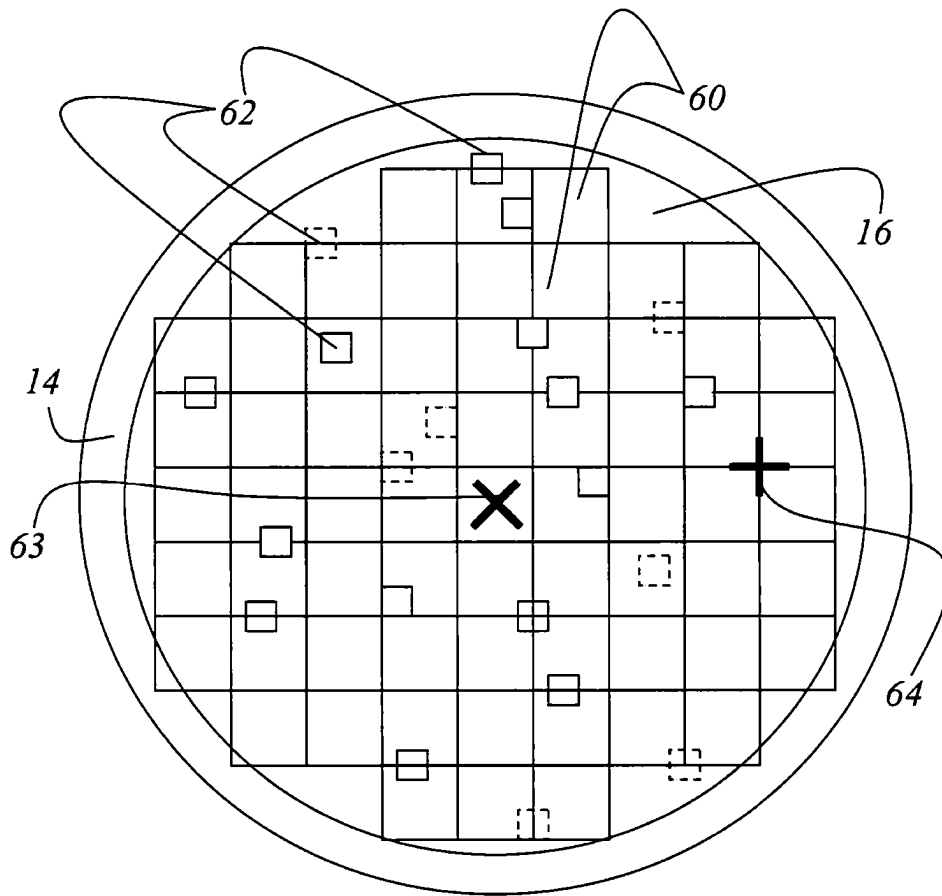


Fig. 5

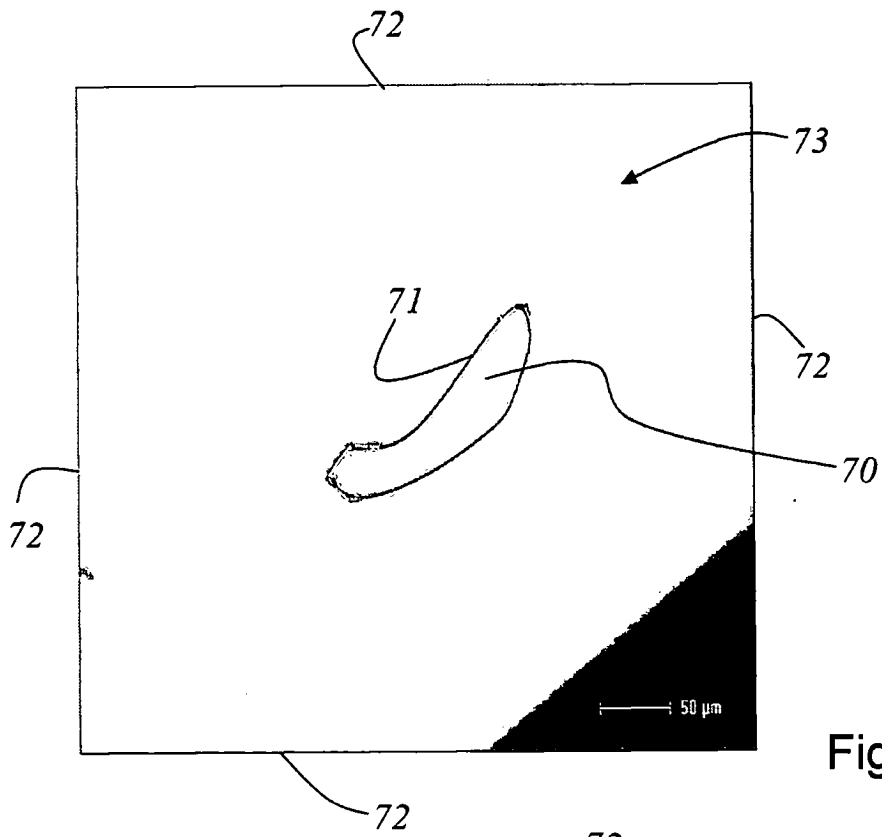


Fig. 6

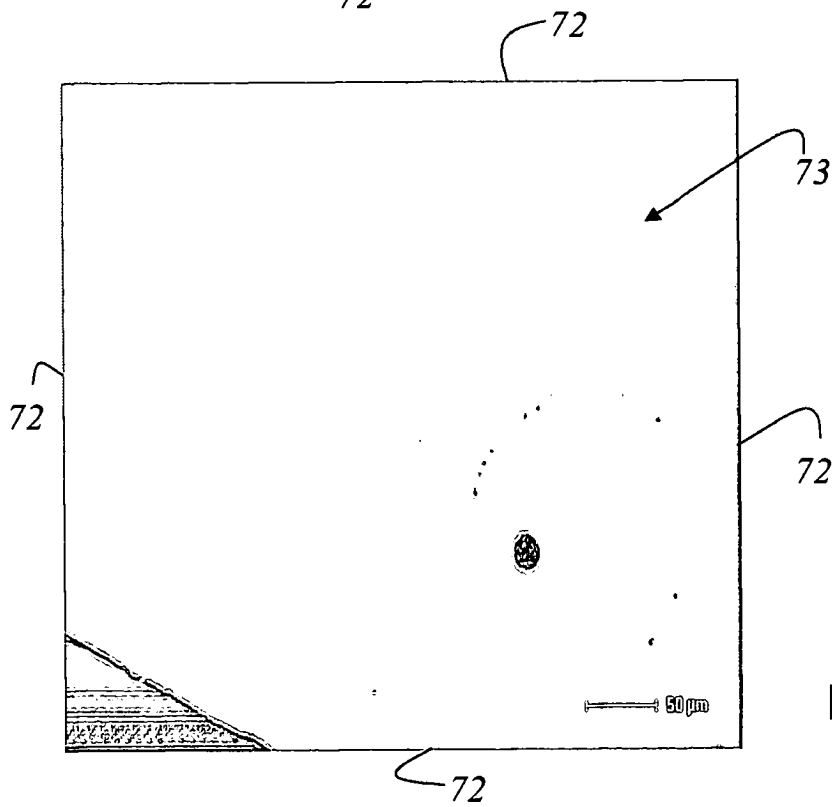


Fig. 7

