

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2007 000 973 B4** 2013.10.02

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 000 973.0**

(22) Anmeldetag: **05.11.2007**

(43) Offenlegungstag: **14.05.2009**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.10.2013**

(51) Int Cl.: **G03F 9/00 (2006.01)**

G01B 11/03 (2006.01)

G01B 11/26 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:

**Vistec Semiconductor Systems GmbH, 35781,
Weilburg, DE**

(74) Vertreter:

Reichert & Kollegen, 93047, Regensburg, DE

(72) Erfinder:

**Laske, Frank, 35781, Weilburg, DE; Schmidt, Karl-
Heinrich, Dr., 35102, Lohra, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 197 34 695 C1

US 7 043 055 B1

US 2001 / 0 049 589 A1

US 2002 / 0 102 482 A1

US 2004 / 0 048 173 A1

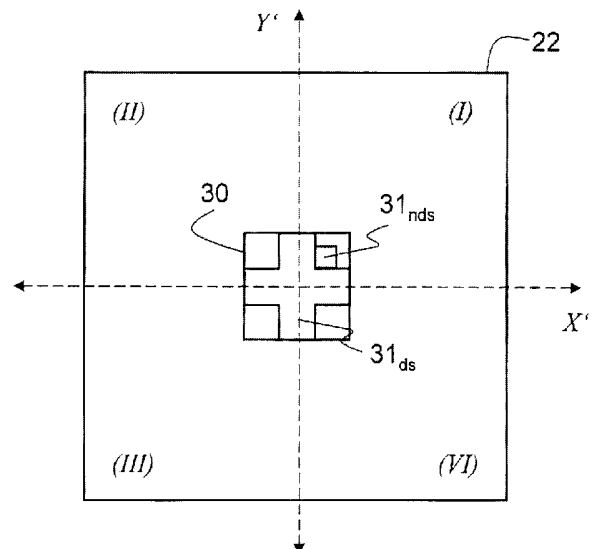
US 2007 / 0 058 169 A1

US 5 627 624 A

KR10 2003 0 002 231 A

(54) Bezeichnung: **Maske, Verwendung der Maske in einer Koordinaten-Messmaschine und Verfahren zur
Bestimmung der Drehlage der Maske**

(57) Hauptanspruch: Maske (22) mit mindestens einer Marke (30) zur Bestimmung der Drehlage der Maske (22), dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Marke (30) auf der Maske (22) mindestens zwei Strukturelemente (31, 31_{ds}, 31_{nds}) aufweist, die zusammen eine nicht drehsymmetrische Figur (32) repräsentieren, wobei ein Strukturelement (31) ein Kreuz (31_{ds}) mit vier Achsen im 90° Winkel ist und das andere Strukturelement ein Quadrat (31_{nds}) ist, das exzentrisch bezüglich des Mittelpunkts des Kreuzes (31_{ds}) angeordnet ist und an das Kreuz (31_{ds}) grenzt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Maske mit mindestens einer Marke zur Bestimmung der Drehlage der Maske.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung der Maske in einer Koordinaten-Messmaschine sowie ein Verfahren zur Bestimmung der Drehlage einer Maske oder eines scheibenförmigen Objekts, wobei die Maske bzw. das Objekt mindestens eine Marke umfasst, die mindestens zwei Strukturelemente aufweist, die eine nicht drehsymmetrische Figur repräsentieren. Dabei ist ein Strukturelement ein Kreuz mit vier Achsen im 90° Winkel. Das andere Strukturelement ist ein Quadrat, das exzentrisch bezüglich des Mittelpunkts des Kreuzes angeordnet ist und an das Kreuz grenzt.

[0003] Die Vermessung von Strukturen auf einem Substrat, beispielsweise einer Maske, wird mit einer Koordinaten-Messmaschine durchgeführt. Solch eine Koordinaten-Messmaschine ist hinlänglich aus dem Stand der Technik bekannt. Beispielsweise wird dabei auf das Vortragsmanuskript „Pattern Placement Metrology for Mask making“ von Frau Dr. Carola Bläsing verwiesen. Der Vortrag wurde gehalten anlässlich der Tagung Semicon, Education Program in Genf am 31. März. 1998, in dem die Koordinaten-Messmaschine ausführlich beschrieben worden ist. Der Aufbau einer Koordinaten-Messmaschine, wie er z. B. aus dem Stand der Technik bekannt ist, wird in der nachfolgenden Beschreibung zu der [Fig. 1](#) näher erläutert. Ein Verfahren und ein Messgerät zur Positionsbestimmung von Strukturen auf einem Substrat ist aus der Deutschen Offenlegungsschrift DE 10047211 A1 bekannt. Zu Einzelheiten der genannten Positionsbestimmung sei daher ausdrücklich auf diese Schrift verwiesen.

[0004] Die deutsche Patentanmeldung DE 10 2007 030 390 A1 offenbart eine Koordinaten-Messmaschine, der eine Einrichtung zum automatischen Orientieren des Substrats zugeordnet ist. Der Koordinaten-Messmaschine ist ferner eine Steuer- und Recheneinheit zugeordnet, so dass auf Grundlage von mindestens zwei unterschiedlichen und automatisch eingestellten Orientierungen des Substrats eine Selbstkalibrierung durchführbar ist.

[0005] Die deutsche Patentanmeldung DE 10 2007 039 983 A1 offenbart ein Verfahren zum Vermessen von Strukturen auf einem Substrat mit einer Koordinaten-Messmaschine. Im ersten Schritt wird zum Vermessen von mindestens einer Struktur auf dem Substrat ein vordefiniertes Messverfahren angewendet, wobei das Vermessen die Position und/oder die Breite der Struktur umfasst und wobei das vordefinierte Messverfahren aus einer Vielzahl von Prozessen besteht, die mit dem Koordina-

tensystem der Koordinaten-Messmaschine verknüpft sind. Im zweiten Schritt wird das Messverfahren für ein Substrat mit einer ersten Orientierung des Koordinatensystems des Substrats in Bezug auf das Koordinatensystem der Koordinaten-Messmaschine definiert. Im dritten Schritt wird eine Abweichung mindestens einer zweiten Orientierung des Koordinatensystems des Substrats von der ersten Orientierung ermittelt. Im vierten und letzten Schritt wird das vordefinierte Messverfahren entsprechend der Abweichung der ersten Orientierung von der mindestens zweiten Orientierung gedreht, so dass die mit dem Koordinatensystem der Koordinaten-Messmaschine verknüpften Prozesse entsprechend der zweiten Orientierung ausgeführt werden.

[0006] Die Patentanmeldung US 2007/0058169 A1 offenbart ein System zur Bestimmung von Positionierfehlern lithographisch hergestellten Schaltungen in mindestens einer Ebene. Das System umfasst eine erste Marke in einem ersten lithographischen Feld und eine zweite Marke in einem zweiten lithographischen Feld. Das Zentrum der ersten und der zweiten Marke kann bestimmt werden, um daraus einen Positionierfehler zwischen dem ersten lithographischen Feld und dem zweiten lithographischen Feld zu ermitteln.

[0007] Die koreanische Patentanmeldung KR 10 2003 0002 231 A zeigt eine Maske, die asymmetrische Verteilung von Marken besitzt. Mit der asymmetrischen Verteilung ist es auf einfache Weise möglich eine falsche Beladung der Maske zu ermitteln.

[0008] Aufgabe der gegenwärtigen Erfindung ist, eine Maske zu schaffen, aus der die Drehlage der Maske leicht und zuverlässig bestimmt werden kann.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Maske gelöst, die die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst. Weitere Vorteile ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen und der Beschreibung.

[0010] Ebenso liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mit dem die Drehlage solch einer erfindungsgemäßen Maske leicht und zuverlässig bestimmt werden kann.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, das die Merkmale des Anspruchs 3 umfasst. Weitere Vorteile ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen sowie der Beschreibung.

[0012] Weiterhin betrifft die Erfindung gemäß Anspruch 2 auch die Verwendung der erfindungsgemäßen Maske in einer Koordinaten-Messmaschine.

[0013] Auf der erfindungsgemäßen Maske ist mindestens eine Marke zur Bestimmung der Drehlage

der Maske angeordnet und die mindestens eine Marke auf der Maske weist mindestens zwei Strukturelemente auf, die eine nicht drehsymmetrische Figur repräsentieren. Durch die Anordnung einer nicht drehsymmetrischen Figur auf der Maske ist die Lage der Maske eindeutig identifizierbar.

[0014] Für eine oben beschriebene nicht drehsymmetrische Figur sind zahlreiche, sogar unendlich viele Ausführungsformen denkbar. Für die Bestimmung der Drehlage einer Maske reicht es jedoch üblicherweise aus, eine eher einfache Ausgestaltung für die nicht drehsymmetrische Figur auf der Maske zu verwenden.

[0015] So umfasst die Maske in einer Ausführungsform mindestens eine Marke, die selber nicht drehsymmetrisch ist und damit die nicht drehsymmetrische Figur repräsentiert. Diese Marke umfasst also die mindestens zwei Strukturelemente. Gemäß einer Erfindungsgemäß ist das drehsymmetrische Strukturelement ein Kreuz mit vier Achsen im 90° Winkel, und das nicht drehsymmetrische Strukturelement ist exzentrisch bezüglich des Mittelpunkts des Kreuzes angeordnet.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Maske mindestens zwei Marken, wobei jede der mindestens zwei Marken drehsymmetrisch ist und die mindestens zwei Marken derart auf der Maske angeordnet sind, dass die mindestens zwei Marken eine nicht drehsymmetrische Figur repräsentieren. Speziell umfasst in einer bevorzugten Ausführungsform die Maske drei Marken, wobei jede der drei Marken drehsymmetrisch ist und die drei Marken derart auf der Maske angeordnet sind, dass die drei Marken eine nicht drehsymmetrische Figur repräsentieren.

[0017] Die erfindungsgemäße Maske kann in einer Koordinaten-Messmaschine aus dem Stand der Technik verwendet werden.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bestimmung der Drehlage eines scheibenförmigen Objekts setzt sich aus drei Schritten zusammen. Das Objekt umfasst mindestens eine Marke, die mindestens zwei Strukturelemente aufweist, die zusammen eine nicht drehsymmetrische Figur repräsentieren. Dabei ist ein Strukturelement ein Kreuz mit vier Achsen im 90° Winkel. Das andere Strukturelement ist ein Quadrat, das exzentrisch bezüglich des Mittelpunkts des Kreuzes angeordnet ist und an das Kreuz grenzt. Im ersten Schritt wird ein Bild der nicht drehsymmetrischen Figur aufgenommen. Im zweiten Schritt wird die aktuelle Orientierung der nicht drehsymmetrischen Figur in Bezug auf ein vorgegebenes Koordinatensystem ermittelt. Im dritten und letzten Schritt wird die aktuelle Orientierung des Objekts mithilfe der ermittelten aktuellen Orientierung der nicht

drehsymmetrischen Figur in Bezug auf das vorgegebene Koordinatensystem bestimmt.

[0019] In einer Ausführungsform ist das Objekt eine Maske. In diversen weiteren Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst die Maske nicht drehsymmetrische Figuren wie bereits oben beschrieben.

[0020] Nachfolgend wird beschrieben wie mit weiteren Zwischenschritten und nachfolgenden Schritten das erfindungsgemäße Verfahren so erweitert werden kann, dass nicht nur die Drehlage des Objekts bzw. der Maske bestimmt wird, das heißt die Ist-Drehlage bzw. Ist-Orientierung bestimmt wird, sondern zusätzlich auch das Objekt bzw. die Maske in diverse Soll-Drehlagen bzw. Soll-Orientierungen gedreht werden kann.

[0021] In der Beschreibung wird der Begriff Objekt bzw. Maske als gleichbedeutender Begriff für eine Maske zur Herstellung von Halbleitern, einen Wafer selbst oder ein Flat-Panel-Display verwendet. Es ist für einen Fachmann selbstverständlich, dass der Begriff Maske keine Beschränkung der Erfindung darstellt.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform umfasst der oben beschriebene zweite Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens als Zwischenschritt, dass die Orientierung der nicht drehsymmetrischen Marke bzw. der nicht drehsymmetrischen Figur durch ein Mustererkennungsverfahren aus dem Stand der Technik bestimmt wird.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform umfasst der oben beschriebene erste Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens als Zwischenschritt, dass die Positionen der Strukturelemente angefahren werden, um das Bild der nicht drehsymmetrischen Figur aufzunehmen und mit dem Mustererkennungsverfahren zu verarbeiten.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, dass eine Information mit der ermittelten aktuellen Orientierung des Objekts ausgegeben wird.

[0025] In einem weiteren Schritt umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, dass die Daten zu einer vorgegebenen Soll-Orientierung für die nicht drehsymmetrische Figur in Bezug auf das vorgegebene Koordinatensystem aus den CAD-Daten des Objekts bzw. der Maske ausgelesen werden.

[0026] Die Daten zu den Mustern der Strukturelemente werden aus den CAD-Daten des Objekts ausgelesen.

[0027] Die Daten zu einer vorgegebenen Soll-Orientierung für das Objekt werden in Bezug auf das vorgegebene Koordinatensystem aus den CAD-Daten der Marken auf dem Objekt an eine Koordinaten-Messmaschine ausgegeben.

[0028] Die Abweichung der aktuellen Orientierung von einer vorgegebenen Soll-Orientierung wird für die nicht drehsymmetrische Figur in Bezug auf das vorgegebene Koordinatensystem bestimmt.

[0029] Die Abweichung der aktuellen Orientierung von der vorgegebenen Soll-Orientierung wird für das Objekt in Bezug auf das vorgegebene Koordinatensystem aus der ermittelten Abweichung der aktuellen Orientierung von der einer vorgegebenen Soll-Orientierung für die nicht drehsymmetrische Figur bestimmt.

[0030] Das Objekt wird entsprechend der ermittelten Abweichung der aktuellen Orientierung von der vorgegebenen Soll-Orientierung des Objekts derart gedreht, dass die vorgegebene Soll-Orientierung des Objekts eingestellt wird. Dabei kann das Objekt entsprechend einem vorgegebenen Messrezept der Koordinaten-Messmaschine in den aufgrund des Messrezepts vorgegebenen Objektorientierungen gedreht und die nach dem Messrezept eingestellte Objektorientierung überprüft werden.

[0031] Die erfindungsgemäße Maske und das erfindungsgemäße Verfahren werden nachfolgend anhand der schematischen Zeichnungen genauer erläutert. Die Figuren zeigen im Einzelnen:

[0032] Fig. 1: eine schematische Ansichtsdarstellung einer Ausführungsform einer Koordinaten-Messmaschine 1;

[0033] Fig. 2: eine schematische Ansichtsdarstellung einer Maske mit einem Ausführungsbeispiel einer nicht drehsymmetrischen Marke in Sternenform;

[0034] Fig. 3: eine schematische Ansichtsdarstellung einer Maske mit einem Ausführungsbeispiel einer drehsymmetrischen Marke in Kreuzform;

[0035] Fig. 4: eine schematische Ansichtsdarstellung einer Maske mit einem Beispiel einer nicht drehsymmetrischen Marke mit einem drehsymmetrischen Strukturelement und einem nicht drehsymmetrischen Strukturelement;

[0036] Fig. 5: eine schematische Ansichtsdarstellung einer Maske mit einem Beispiel zweier symmetrischer Marken, die in ihrer Gesamtheit keine nicht drehsymmetrische Figur repräsentieren; und

[0037] Fig. 6: eine schematische Ansichtsdarstellung einer Maske mit einem Beispiel dreier symmetri-

scher Marken, die in ihrer Gesamtheit eine nicht drehsymmetrische Figur repräsentieren.

[0038] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansichtsdarstellung einer Ausführungsform einer Koordinaten-Messmaschine 1, wie sie bereits ausführlich im Stand der Technik beschrieben und somit auch ausführlich aus dem Stand der Technik bekannt ist. Die Koordinaten-Messmaschine 1 umfasst einen in X-Koordinatenrichtung und in Y-Koordinatenrichtung beweglichen Messtisch 20. Der Messtisch 20 trägt ein Substrat 2, das eine Maske 22 für die Halbleiterherstellung sein kann. Auf einer Oberfläche des Substrats 2 sind mehrere Strukturen 3 aufgebracht. Der Messtisch 20 selbst ist auf Luftlagern 21 gestützt, die ihrerseits auf einem Granitblock 25 abgestützt sind. Für die Beleuchtung des Substrats 2 sind mindestens eine Auflicht-Beleuchtungseinrichtung 14 und/oder eine Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung 6 vorgesehen. In der hier dargestellten Ausführungsform wird das Licht der Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung 6 mittels eines Umlenkspiegels 7 in die untere Beleuchtungsachse 4 für das Durchlicht eingekoppelt. Das Licht der Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung 6 gelangt über einen Kondensator 8 auf das Substrat 2. Das Licht der Auflicht-Beleuchtungseinrichtung 14 gelangt durch die Abbildungsoptik 9 auf das Substrat 2. Das von dem Substrat 2 ausgehende Licht wird durch die Abbildungsoptik 9 gesammelt und von einem halbdurchlässigen Spiegel 12 aus der optischen Achse ausgekoppelt, die aus den Beleuchtungsachsen 4, 5 gebildet wird. Dieses Messlicht gelangt auf eine Kamera 10, die mit einem Detektor 11 versehen ist. Dem Detektor 11 ist eine Recheneinheit 16 zugeordnet, mit der aus den aufgenommenen Daten digitale Bilder erzeugt werden können.

[0039] Die Position des Messtisches 20 wird mittels eines Laser-Interferometers 24 gemessen und bestimmt. Das Laser-Interferometer 24 sendet hierzu einen Messlichtstrahl 23 aus. Ebenso ist die Abbildungsoptik 9 mit einer Verschiebeeinrichtung 15 in Z-Koordinatenrichtung verbunden, damit die Abbildungsoptik 9 auf die Oberfläche des Substrats 2 fokussiert werden kann. Die Position der Abbildungsoptik 9 kann z. B. mit einem Glasmaßstab (nicht dargestellt) gemessen werden. Der Granitblock 25 ist ferner auf schwingungsgedämpft gelagerten Fliesen 26 aufgestellt. Durch diese Schwingungsdämpfung sollen alle möglichen Gebäudeschwingungen und Eigenschwingungen der Koordinaten-Messmaschine 1 weitestgehend reduziert bzw. eliminiert werden. Es ist selbstverständlich, dass der Granitblock 25 keine Beschränkung der Erfindung darstellt. Jedes blockartige Gebilde kann verwendet werden, das geeignet ist, eine Ebene zur Verfügung zu stellen, in der der Messtisch 20 verfahren werden kann.

[0040] Fig. 2 zeigt eine schematische Ansichtsdarstellung einer Maske 22 mit einem Ausführungsbei-

spiel einer nicht drehsymmetrischen Marke **30** in Sternenform. Ein Koordinatensystem mit Achsen X' und Y' ist in die Maske **22** eingezeichnet. Der Mittelpunkt der Maske **22** bildet den X'/Y' -Koordinatenursprung, der zugleich den Mittelpunkt für die Drehsymmetrie bildet. Die Marke **30** ist als Stern mit unregelmäßigen Zacken ausgeformt, deren Mittelpunkt im X'/Y' -Koordinatenursprung liegt. Es ist selbstverständlich, dass die Marke **30** nicht auf die Lage im X'/Y' -Koordinatenursprung beschränkt ist. Die Marke **30** kann an jeder beliebigen Stelle der Maske **22** vorgesehen sein. Da die Form des Sterns durch die unregelmäßigen Zacken nicht drehsymmetrisch ist, ist folglich auch die Marke **30** nicht drehsymmetrisch. Die Marke **30** bildet somit eine nicht drehsymmetrische Figur **32** gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Maske **22** mit der Marke **30** gemäß dem Ausführungsbeispiel in [Fig. 2](#) eignet sich daher zur Bestimmung der Drehlage der Maske **22**. In der Praxis sind solche komplexen Formen wie die eines Sterns für eine Marke **30** jedoch unüblich.

[0041] [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Ansichtsdarstellung einer Maske **22** mit einem Ausführungsbeispiel einer drehsymmetrischen Marke **30** in Kreuzform. Das X'/Y' -Koordinatensystem mit dem X'/Y' -Koordinatenursprung sind wie bei [Fig. 2](#) dargestellt. Die quadratisch geformte Marke **30** umfasst als einziges Strukturelement **31** ein Kreuz mit vier Achsen im 90° Winkel. Der Mittelpunkt des Kreuzes und damit der Marke **30** liegt bei diesem Ausführungsbeispiel im X'/Y' -Koordinatenursprung. Es ist selbstverständlich, dass die Marke **30** nicht auf die Lage im X'/Y' -Koordinatenursprung beschränkt ist. Die Marke **30** kann an jeder beliebigen Stelle der Maske **22** vorgesehen sein. Wenn mit einem optischen System der Rotationszustand der Maske **22** bestimmt werden soll, wird die Marke **30** untersucht, und somit kann an der Marke alleine nicht der Drehzustand der Marke **30** bestimmt werden (ganzzahlige Drehungen um 90°). Insgesamt ist daher die Marke **30** drehsymmetrisch bezüglich allen Drehungen der Maske **22** um ein Vielfaches von 90° um den X'/Y' -Koordinatenursprung. Die Maske **22** mit der Marke **30** gemäß diesem Ausführungsbeispiel eignet sich daher nicht zur Bestimmung der Drehlage der Maske **22**, denn bei jeder Drehung der Maske **22** um ein Vielfaches von 90° ergibt sich ein kongruentes Bild gemäß [Fig. 3](#).

[0042] [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Ansichtsdarstellung einer Maske **22** mit einem Beispiel einer nicht drehsymmetrischen Marke **30**, die ein drehsymmetrisches Strukturelement **31_{ds}** und ein nicht drehsymmetrisches Strukturelement **31_{nds}** aufweist. Das X'/Y' -Koordinatensystem mit dem X'/Y' -Koordinatenursprung sind wie bei [Fig. 2](#) dargestellt. Die Marke **30** ist quadratisch ausgebildet. Es ist selbstverständlich, dass die Marke **30** nicht auf die Lage im X'/Y' -Koordinatenursprung beschränkt ist. Die Marke **30** kann

an jeder beliebigen Stelle der Maske **22** vorgesehen sein.

[0043] Das drehsymmetrische Strukturelement **31_{ds}** der Marke **30** ist ein Kreuz mit vier Achsen im 90° Winkel. Das drehsymmetrische Strukturelement **31_{ds}** ist drehsymmetrisch bezüglich allen Drehungen der Maske **22** um ein Vielfaches von 90° um den X'/Y' -Koordinatenursprung.

[0044] Das nicht drehsymmetrische Strukturelement **31_{nds}** ist ein Quadrat, das an das drehsymmetrische Strukturelement **31_{ds}** grenzt und im Quadranten (I) liegt. Nach einer Linksdrehung der Maske **22** um 90° liegt das nicht drehsymmetrische Strukturelement **31_{nds}** im Quadranten (II). Nach zwei weiteren Linksdrehungen um 90° liegt das nicht drehsymmetrische Strukturelement **31_{ds}** zunächst im Quadranten (III) und dann im Quadranten (IV). In den restlichen drei Quadranten liegt jeweils kein nicht drehsymmetrisches Strukturelement **31_{nds}**.

[0045] Die Marke **30** bildet daher insgesamt eine nicht drehsymmetrische Figur **32** bezüglich aller Drehungen der Maske **22** um ein Vielfaches von 90° um den X'/Y' -Koordinatenursprung. Die Maske **22** mit der Marke **30** gemäß diesem Ausführungsbeispiel eignet sich daher zur Bestimmung der Drehlage der Maske **22**.

[0046] In den [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) wurde die drehsymmetrische Figur bzw. die nicht drehsymmetrische Figur **32** stets durch eine einzige Marke **30** gebildet. Es können aber auch mehrere Marken **30** für die Bildung einer nicht drehsymmetrischen Figur **32** betrachtet werden. Ob die Gesamtheit der Marken **30** eine drehsymmetrische oder nicht drehsymmetrische Figur **32** repräsentieren, hängt von der Anordnung der Marken **30** bezüglich des X'/Y' -Koordinatenursprungs bezüglich der Maske **22** selbst ab.

[0047] [Fig. 5](#) zeigt eine schematische Ansichtsdarstellung einer Maske **22** mit einem Beispiel zweier symmetrischer Marken **30**, die in ihrer Gesamtheit keine nicht drehsymmetrische Figur **32** repräsentieren. Das X'/Y' -Koordinatensystem mit dem X'/Y' -Koordinatenursprung sind wie bei [Fig. 2](#) dargestellt. Die beiden Marken **30** sind quadratisch geformt. Wie man leicht erkennt, bilden die beiden Marken **30** eine drehsymmetrische Figur bezüglich allen Drehungen der Maske **22** um ein Vielfaches von 90° um den X'/Y' -Koordinatenursprung. Die Marken **30** eignen sich daher nicht zur Bestimmung der Drehlage der Maske **22**.

[0048] [Fig. 6](#) zeigt eine schematische Ansichtsdarstellung einer Maske **22** mit einem Beispiel dreier drehsymmetrischer Marken **30**, die in ihrer Gesamtheit eine nicht drehsymmetrische Figur **32** repräsentieren. Die drei Marken **30** sind quadratisch geformt und drehsymmetrisch bezüglich allen Drehungen der

jeweiligen Marke **30** um ein Vielfaches von 90° um ihren eigenen jeweiligen Mittelpunkt. Jedoch bilden die drei Marken **30** in ihrer Gesamtheit eine nicht drehsymmetrische Figur **31** bezüglich allen Drehungen der Maske **22** um ein Vielfaches von 90° um den X'/Y'-Koordinatenursprung. Die drei Marken **30** eignen sich daher zur Bestimmung der Drehlage der Maske **22**.

[0049] In der Praxis ist die Verwendung von drei symmetrischen Marken **30** in nicht drehsymmetrischer Anordnung auf der Maske **22** üblich. Aus mehreren Marken **30** sind eventuelle Abweichungen der Drehlage der Maske **22** von einer Soll-Lage im Vergleich zu einer einzigen nichtdrehsymmetrischen Marke **30** genauer bestimmbar.

[0050] Abschließend sei ganz besonders darauf hingewiesen, dass die Erfindung unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsbeispiele beschrieben wurde. Es ist jedoch für jeden Fachmann selbstverständlich, dass Abwandlungen und Änderungen gemacht werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Anspreche zu verlassen. Darüber hinaus sind die Marken **30** im Verhältnis zur Maske **22** zur besseren Anschaulichkeit übertrieben groß dargestellt, in der Praxis sind die Marken **30** relativ zur Größe der Maske **22** wesentlich kleiner. Bei Masken **22** für die Halbleiterherstellung können die Masken **22** zur Bestimmung der Drehlage extra aufgebracht sein. Die Lage der Marken **30** kann man den CAD Daten der Maske **22** entnehmen. Wie die Masken **22** zur Bestimmung der Drehlage aussehen und wie sie angeordnet sind, obliegt dem Hersteller der Maske **22**. Letztendlich ist nur sicherzustellen, dass die Marke **30** alleine oder die Gesamtheit der Marken **30** nicht drehsymmetrisch sind.

Bezugszeichenliste

1	Koordinaten-Messmaschine
2	Substrat
3	Struktur auf Maske
4	untere Beleuchtungsachse
5	obere Beleuchtungsachse
6	Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung
7	Umlenkspiegel
8	Kondensor
9	Abbildungsoptik
10	Kamera
11	Detektor
12	halbdurchlässiger Spiegel
14	Auflicht-Beleuchtungseinrichtung
15	Verschiebeeinrichtung
16	Recheneinheit
20	Messtisch
21	Luftlager
22	Maske
23	Messlichtstrahl
24	Laser-Interferometer

25	Granitblock
26	Fliese
30	Marke
31	Strukturelement
32	nicht drehsymmetrische Figur

Patentansprüche

1. Maske (**22**) mit mindestens einer Marke (**30**) zur Bestimmung der Drehlage der Maske (**22**), **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Marke (**30**) auf der Maske (**22**) mindestens zwei Strukturelemente (**31**, **31_{ds}**, **31_{nds}**) aufweist, die zusammen eine nicht drehsymmetrische Figur (**32**) repräsentieren, wobei ein Strukturelement (**31**) ein Kreuz (**31_{ds}**) mit vier Achsen im 90° Winkel ist und das andere Strukturelement ein Quadrat (**31_{nds}**) ist, das exzentrisch bezüglich des Mittelpunkts des Kreuzes (**31_{ds}**) angeordnet ist und an das Kreuz (**31_{ds}**) grenzt.

2. Verwendung der Maske (**22**) nach Anspruch 1 in einer Koordinaten-Messmaschine (**1**).

3. Verfahren zur Bestimmung der Drehlage eines scheibenförmigen Substrats (**2**), wobei das Substrat (**2**) mindestens eine Marke (**30**) umfasst, die mindestens zwei Strukturelemente (**31**, **31_{ds}**, **31_{nds}**) aufweist, die zusammen eine nicht drehsymmetrische Figur (**32**) repräsentieren, wobei ein Strukturelement (**31**) ein Kreuz (**31_{ds}**) mit vier Achsen im 90° Winkel ist und das andere Strukturelement ein Quadrat (**31_{nds}**) ist, das exzentrisch bezüglich des Mittelpunkts des Kreuzes (**31_{ds}**) angeordnet ist und an das Kreuz (**31_{ds}**) grenzt, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- Aufnehmen eines Bildes der nicht drehsymmetrischen Figur (**32**);
- Ermitteln der aktuellen Orientierung der nicht drehsymmetrischen Figur (**32**) in Bezug auf ein vorgegebenes Koordinatensystem; und
- Bestimmen der aktuellen Orientierung des Substrats (**2**) mithilfe der ermittelten aktuellen Orientierung der nicht drehsymmetrischen Figur (**32**) in Bezug auf das vorgegebene Koordinatensystem.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Orientierung der nicht drehsymmetrischen Marke (**30**) und/oder der nicht drehsymmetrischen Figur (**32**) durch ein Mustererkennungsverfahren bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionen der Strukturelemente (**31**, **31_{ds}**, **31_{nds}**) angefahren werden, um das Bild der nicht drehsymmetrischen Figur (**32**) aufzunehmen und mit dem Mustererkennungsverfahren zu verarbeiten.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Information mit

der ermittelten aktuellen Orientierung des Substrats (2) ausgegeben wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten zu einer vorgegebenen Soll-Orientierung für die nicht drehsymmetrische Figur (32) in Bezug auf das vorgegebene Koordinatensystem aus den CAD-Daten des Substrats (2) ausgelesen werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten zu einer vorgegebenen Soll-Orientierung für das Substrat (2) in Bezug auf das vorgegebene Koordinatensystem aus den CAD-Daten der Marken (30) auf dem Substrat (2) an eine Koordinaten-Messmaschine (1) ausgegeben werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Abweichung der aktuellen Orientierung von einer vorgegebenen Soll-Orientierung für die nicht drehsymmetrische Figur (32) in Bezug auf das vorgegebene Koordinatensystem bestimmt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Abweichung der aktuellen Orientierung von der vorgegebenen Soll-Orientierung für das Substrat (2) in Bezug auf das vorgegebene Koordinatensystem aus der ermittelten Abweichung der aktuellen Orientierung von der vorgegebenen Soll-Orientierung für die nicht drehsymmetrische Figur (32) bestimmt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (2) entsprechend der ermittelten Abweichung der aktuellen Orientierung von der vorgegebenen Soll-Orientierung des Substrats (2) derart gedreht wird, dass die vorgegebene Soll-Orientierung des Substrats (2) eingestellt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Substrat (2) entsprechend einem vorgegebenen Messrezept der Koordinaten-Messmaschine (1) in den aufgrund des Messrezepts vorgegebenen Orientierungen des Substrats (2) gedreht wird und die nach dem Messrezept eingestellte Orientierung des Substrats (2) überprüft wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

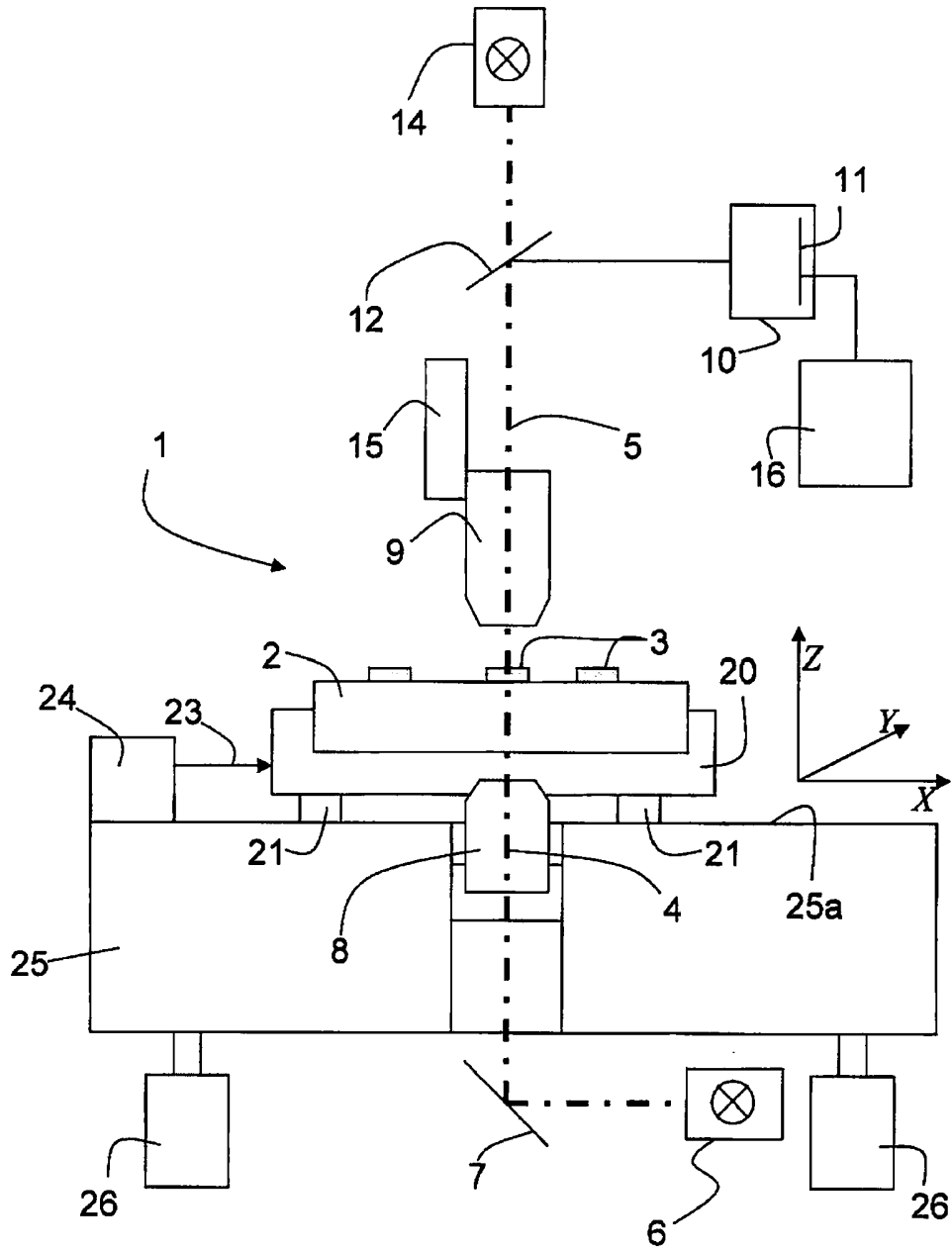


Fig. 1

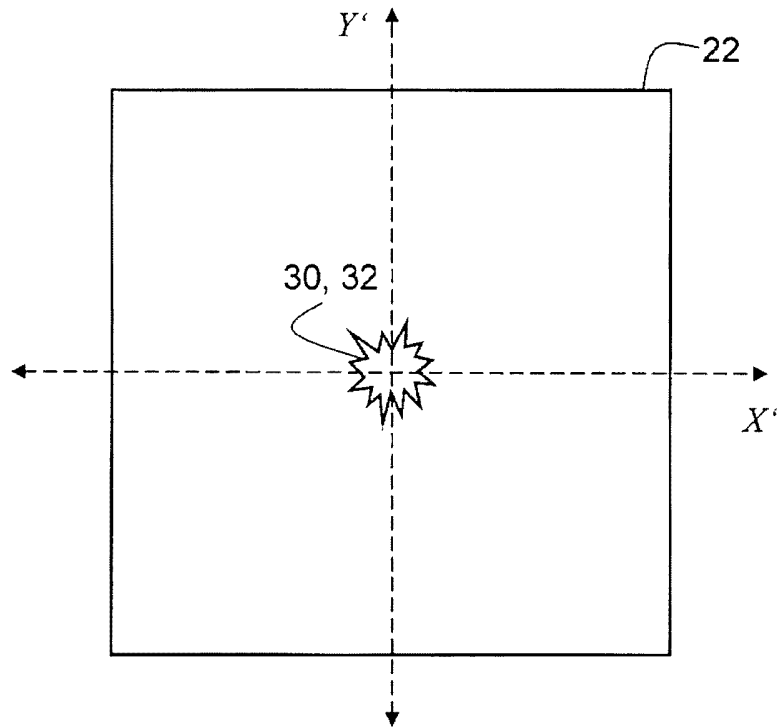


Fig. 2

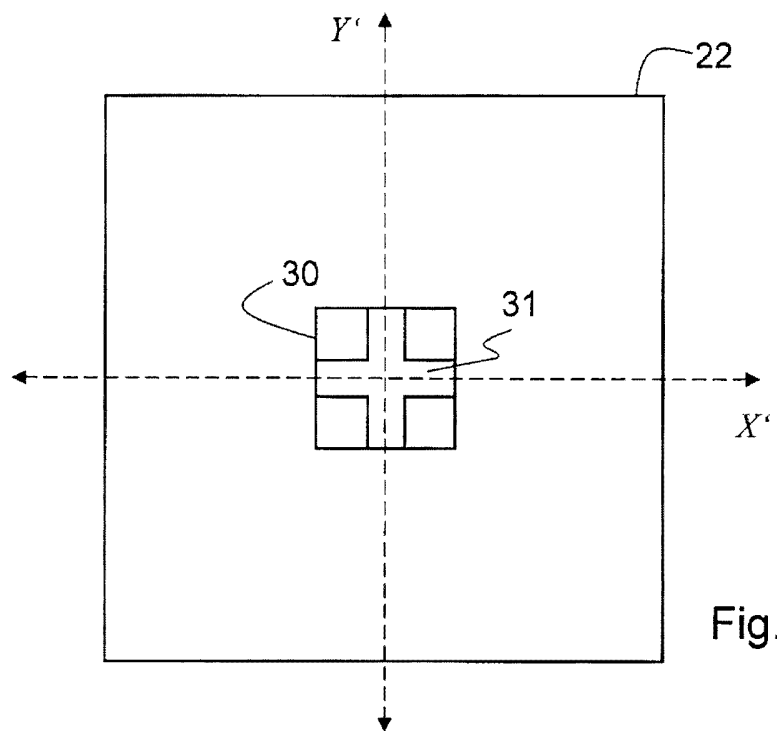


Fig. 3

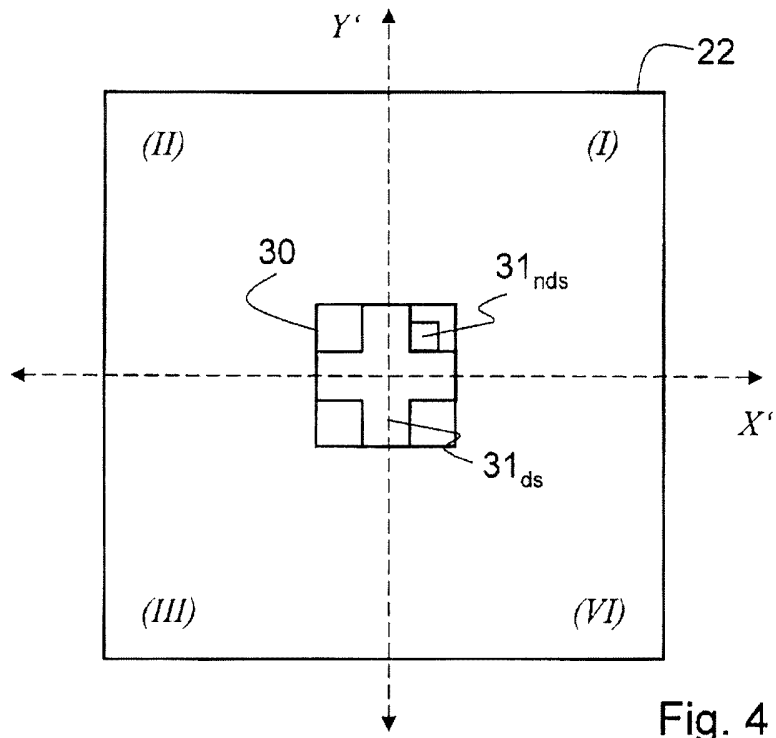


Fig. 4

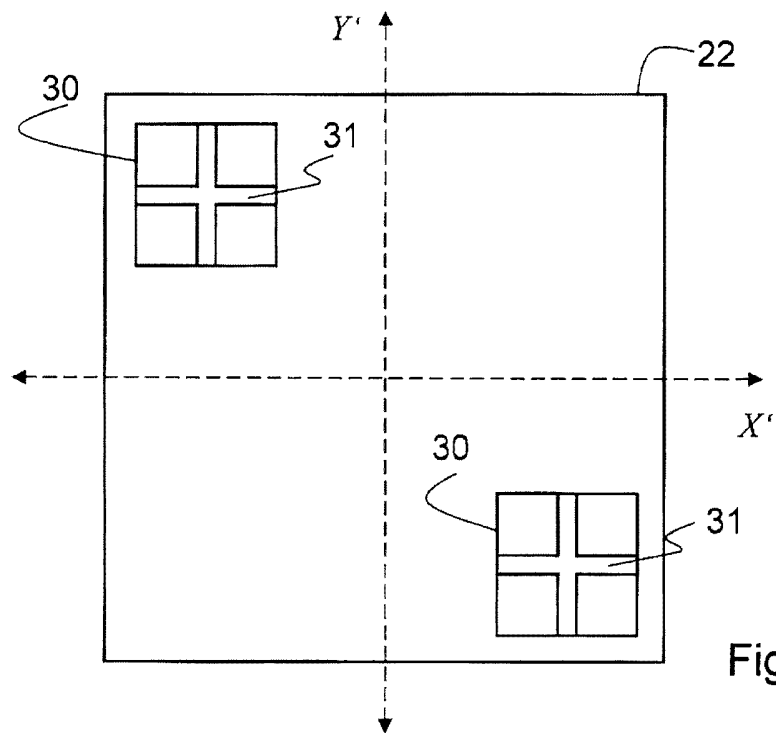


Fig. 5

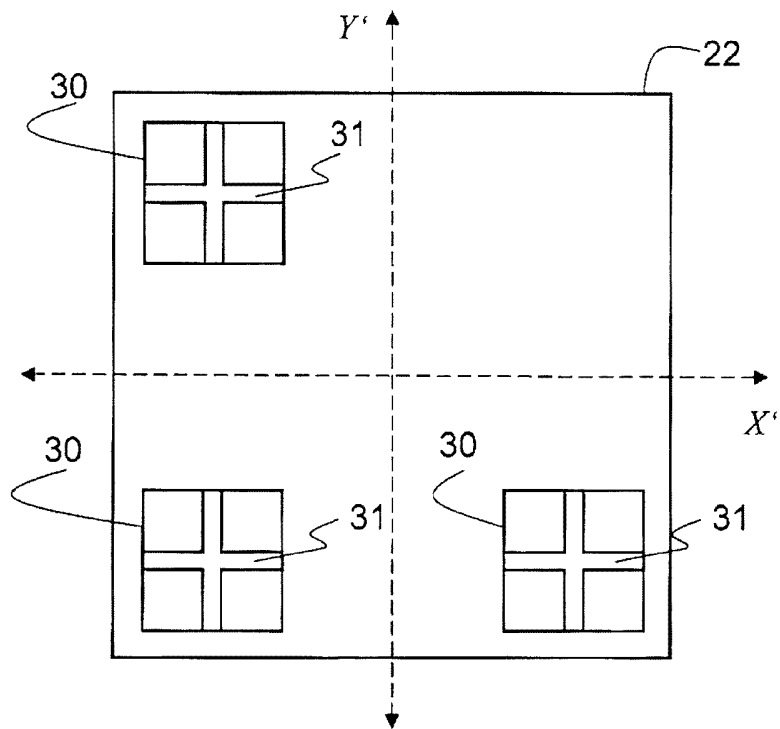


Fig. 6