

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
3. Oktober 2013 (03.10.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/143677 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 21/68 (2006.01) *H01L 21/687* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/000884
- (22) Internationales Anmeldedatum:
22. März 2013 (22.03.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 006 521.3 30. März 2012 (30.03.2012) DE
- (71) Anmelder: **INNOLAS SEMICONDUCTOR GMBH**
[DE/DE]; Justus-von-Liebig-Ring 8, 82152 Krailling (DE).
- (72) Erfinder: **BEHR, Andreas**; Malteser Str. 446b, 86899 Landsberg (DE).
- (74) Anwalt: **RÖSLER, Uwe**; Landsberger Strasse 480a, 81241 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

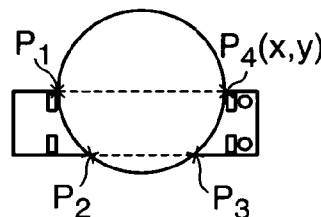
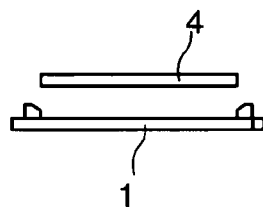
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: HANDLING UNIT FOR WAFERS AND METHOD FOR PICKING UP A WAFER

(54) Bezeichnung : HANDHABUNGSEINHEIT FÜR WAFERSCHEIBEN SOWIE VERFAHREN ZUM AUFNEHMEN EINER WAFERSCHEIBE

Fig. 3
c)



(57) Abstract: The invention relates to a handling unit for picking up, transporting and putting down a wafer, having a wafer carrier which is mounted on a manipulator arm which can be positioned about at least three spatial axes. The wafer carrier has a wafer pick-up zone with which a support plane can be co-ordinated, and also provides at least two holding means laterally locally delimiting the wafer pick-up zone, wherein at least the peripheral edge of a wafer supported on the wafer carrier adjoins said holding means in a self-centring manner. The invention further relates to a method for picking up a wafer. The invention is characterised in that at least two optical sensors are arranged on the wafer carrier, each optical sensor having a sensor line of sight oriented orthogonally with respect to the support plane and facing the wafer pick-up zone, said sensors generating the sensor signals, and in that an evaluation and control unit is provided, which, on the basis of the sensor signals, generates control signals for positioning the manipulator arm.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/143677 A1



Beschrieben wird eine Handhabungseinheit zum Aufnehmen, Transportieren und Ablegen einer Waferscheibe, mit einem Waferscheibenträger, der an einem um wenigstens drei Raumachsen positionierbaren Manipulatorarm angebracht ist. Der Waferscheibenträger verfügt über einen Waferscheibenaufnahmebereich, dem eine Auflageebene zuordenbar ist, und sieht darüber hinaus wenigstens zwei den Waferscheibenaufnahmebereich seitlich lokal begrenzende Haltemittel vor, an die zumindest der Umfangsrand einer auf dem Waferscheibenträger aufliegenden Waferscheibe selbst zentrierend angrenzt. Ferner wird ein Verfahren zum Aufnehmen einer Waferscheibe beschrieben. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass an dem Waferscheibenträger wenigstens zwei optische Sensoren mit jeweils einer orthogonal zur Auflageebene orientierten und dem Waferscheibenaufnahmebereich zugewandten Sensorblickrichtung angeordnet sind, die Sensorsignale generieren, und dass eine Auswerte- und Steuereinheit vorgesehen ist, die auf Grundlage der Sensorsignale Steuersignale zur Positionierung des Manipulatorarmes erzeugt.

Handhabungseinheit für Waferscheiben sowie Verfahren zum Aufnehmen einer Waferscheibe

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Handhabungseinheit zum Aufnehmen, Transportieren und Ablegen einer Waferscheibe, mit einem Waferscheibenträger, der an einem um wenigstens drei Raumachsen positionierbaren Manipulatorarm einer Robotereinheit angebracht ist. Der Waferscheibenträger verfügt über einen Waferscheibenaufnahmebereich, dem eine Auflageebene zugeordnet ist, und sieht wenigstens zwei den Waferscheibenaufnahmebereich seitlich lokal begrenzende Haltemittel vor, an die zumindest der Umfangsrand einer auf dem Waferscheibenträger aufliegenden Waferscheibe selbst zentrierend angrenzt. Ferner wird ein Verfahren zum Aufnehmen einer Waferscheibe auf einem Waferscheibenträger erläutert.

Stand der Technik

Handhabungseinheiten der vorstehenden Gattung dienen dem Transport und der Positionierung von aus einem Halbleitermaterial bestehenden, dünnen Scheiben, vorzugsweise von aus Silizium bestehenden, kreisrunden Waferscheiben, die als Grundsubstrat zur Herstellung von Chips mit integrierten Schaltkreisen dienen. Die Prozessierung derartiger Waferscheiben setzt eine sichere Handhabung einzelner Waferscheiben voraus, die es gilt zwischen diversen Bevorratungs- und

Zwischenlagerbehältnissen und Bearbeitungsstationen, bspw. in Form von Prozesskammern zu transportieren.

Zur Bevorratung der Waferscheiben ist typischerweise eine Vielzahl von Waferscheiben in stapelförmiger Anordnung in einer Kassette untergebracht, aus der bzw. in die die einzelnen Waferscheiben vereinzelt unter Verwendung einer geeigneten Handhabungseinheit entnommen oder abgelegt werden.

Eine typische Handhabungseinheit sieht einen zumeist platten oder fingerartig ausgebildeten Waferscheibenträger vor, der an einem, um wenigstens drei Raumachsen beweglichen Manipulatorarm einer Robotereinheit angebracht ist. Zur Waferscheiben-Aufnahme aus einer Kassette ist der Waferscheibenträger möglichst flach ausgebildet, um so kontaktfrei zwischen zwei in einem Vertikalstapel angeordneten Waferscheiben innerhalb der Kassette einzufahren und nachfolgend eine Waferscheibe durch vertikales Anheben aufzunehmen, um diese durch eine anschließende Horizontalbewegung aus der Kassette zu entnehmen.

Während des Aufnahme- und Transportvorganges einzelner Waferscheiben gilt es dafür Sorge zu tragen, dass die einzelne Waferscheibe weder beschädigt noch durch Fremdkörperkontakt kontaminiert wird. Insbesondere die industriellen Rahmenbedingungen für die Chipherstellung fordern hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten, so dass die für die Positionierung und Handhabung der Waferscheiben erforderlichen Transportmechanismen sicher und schnell und zugleich für jede einzelne Waferscheibe möglichst schonend arbeiten müssen.

Dies erfordert für den Aufnahmeprozess einer Waferscheibe auf den jeweiligen Waferscheibenträger eine möglichst exakte Vorpositionierung des Waferscheibenträgers relativ zur aufzunehmenden Waferscheibe, zum anderen gilt es, die auf einem Waferscheibenträger aufgenommene Waferscheibe sicher zu befestigen, um sie mit hohen Transportgeschwindigkeiten und damit verbundenen großen, auf die jeweilige Waferscheibe einwirkenden Beschleunigungskräften handzuhaben.

Eine gattungsgemäße Handhabungseinheit zum Aufnehmen, Transportieren und Ablegen einer Waferscheibe ist der DE 11 2004 001 162 T5 zu entnehmen, die als Waferscheibenträger zwei an einem Basisglied angebrachte Tragzinken aufweist, an denen zur randseitigen Kontaktierung einer aufzunehmenden Waferscheibe Tragglieder angebracht sind, die noppenartig oder als schräg zu einer durch die flächige Zinkenform vorgegebene Auflageebene für die Waferscheibe ausgebildete Kulissenelemente ausgebildet sind. Sowohl das Basisglied als auch die beiden, an dem Basisglied angebrachten Aufnahmezinken weisen eine maximale Profilhöhe von weniger als 12 mm auf, so dass der aus Basisglied und tragzinken bestehende Endeffektor mittels eines Handhabungsroboters in enge Zwischenräume zwischen einem Stapel aus Waferscheiben verfahrbar ist. Längs des Basisgliedes ist zu Zwecken einer sicheren Halterung einer Waferscheibe eine Zylinder-Kolben-Schiebeeinrichtung vorgesehen, deren Kolben radialseitig mit dem Umfangsrand einer auf den Traggliedern aufliegenden Waferscheibe in Kontakt bringbar ist. In einer ausgefahrenen Kolbenposition wird somit die Waferscheibe gegen zusätzlich zu den Traggliedern randseitig an den Zinken vorgesehenen Anschlaggliedern angedrückt und relativ zur Zinkenordnung zentriert. Ein zusätzlich am Basisteil vorgesehener Lichtsensor erkennt das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer auf den Trägerzinken aufliegenden Waferscheibe. Hierbei ist der Lichtweg des Lichtsensors parallel zur Auflageebene der Waferscheibe orientiert.

Zu Zwecken einer exakten Positionierung der Handhabungseinheit relativ zu einer aufzunehmenden Waferscheibe, die beispielsweise innerhalb einer Bevorratungskassette zur Entnahme vorliegt, gilt es, den Bewegungs- und Positionierungsvorgang der robotergesteuerten Handhabungseinrichtung anzulernen. Hierzu eignet sich ein in der EP 2 298 509 A1 beschriebenes Verfahren sowie eine damit verbundene Vorrichtung, die anstelle eines Waferscheibenträgers eine sensorbestückte Justierschablone vorsieht, die am Manipulatorarm einer Robotereinheit angebracht ist. Die mit Lichtsensoren bestückte Justierschablone weist zwei sich gegenüber liegende U-Schenkelteile auf, die gemeinsam eine Messebene bilden, längs der wenigstens zwei Lichtpfade jeweils einer

Lichtschranksensorik verlaufen. Am jeweiligen Ort einer aufzunehmenden Waferscheibe, bspw. innerhalb einer Bevorratungskassette, wird eine speziell ausgebildete Testscheibe mit jeweils zwei orthogonal zur Scheibenebene abstehenden Pins platziert, deren exakte Raumlagen es mit Hilfe der am Manipulatorarm angebrachten, Sensorbestückten Justierschablone zu bestimmen gilt. Weitere Einzelheiten hierzu können der vorstehend genannten Druckschrift entnommen werden. Vergleichbare, mit optischen Sensoren ausgerüstete Justierschablonen, die am Manipulatorarm zu Positionierzwecken angebracht sind, sind den nachfolgenden Druckschriften zu entnehmen: JP 2005011966 A, JP 2005310858 A, JP 2008114348 A.

Der US2007/0140826 A1 ist ein Waferscheibenpositioniersystem zu entnehmen, das über einen Waferscheibenträger verfügt, der zur Aufnahme einer in einer Arbeitsstation befindlichen Waferscheibe roboterunterstützt positionierbar ist. Zur Lokalisierung einer Waferscheibe und Positionierung des Waferscheibenträgers gegenüber der Waferscheibe sind am Waferscheibenträger optische Sensoren angebracht, die den Raumbereich über dem Waferscheibenträger mittels optischer Reflexionsmessung erfassen. An jeder Arbeitsstation ist zu Zwecken eines Positionsabgleichs zwischen Waferscheibenträger und der in der Arbeitsstation lagernden Waferscheibe eine Spiegelanordnung angebracht, die ein Reflexionsmuster beim Durchfahren der optischen Sensoren erzeugt, das zur weiteren Navigation des Waferscheibenträgers zugrundegelegt wird.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Handhabungseinheit zum Aufnehmen, Transportieren und Ablegen einer Waferscheibe, mit einem Waferscheibenträger, der an einem um wenigstens drei Raumachsen positionierbaren Manipulatorarm einer Robotereinheit angebracht ist, gemäß den weiteren Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1, derart weiterzubilden, dass eine Positionierung des Waferscheibenträgers relativ zu einer aufzunehmenden Waferscheibe exakt möglich wird, selbst in Fällen, in denen die exakte Lage bzw. Position einer aufzunehmenden Waferscheibe vorher nicht bestimmt ist. Die hierfür

erforderliche Vorrichtung soll ein weitgehend verzögerungsfreies Aufnehmen einer Waferscheibe auf den Waferscheibenträger ermöglichen. Für die sichere Aufnahme einer Waferscheibe sollen überdies keine strukturellen Vorkehrungen an der die einzelnen Waferscheiben bevorratenden Infrastruktur erforderlich sein, d.h. die Positionierung soll soweit möglich lediglich durch ausschließliche Lagererfassung der aufzunehmenden Waferscheibe möglich sein

Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Ein lösungsgemäßes Verfahren ist Gegenstand des Anspruches 8. Den Erfindungsgedanken in vorteilhafter Weise weiterbildende Merkmale sind in den Unteransprüchen sowie der weiteren Beschreibung enthalten.

Eine lösungsgemäß ausgebildete Handhabungseinheit zum Aufnehmen, Transportieren und Ablegen einer kreisrunden Waferscheibe, mit einem Waferscheibenträger, der an einem um wenigstens drei Raumachsen positionierbaren Manipulatorarm angebracht ist, über einen Waferscheibenaufnahmebereich verfügt, dem eine Auflageebene zuordenbar ist, sowie wenigstens zwei den Waferscheibenaufnahmebereich zumindest seitlich lokal begrenzende Haltemittel aufweist, an die der Umfangsrand einer auf dem Waferscheibenträger aufliegenden Waferscheibe selbst zentrierend angrenzt, wobei an dem Waferscheibenträger wenigstens zwei optische Sensoren mit jeweils einer orthogonal zur Auflageebene orientierten und dem Waferscheibenaufnahmebereich zugewandten Sensorblickrichtung derart angeordnet sind, dass die optischen Sensoren jeweils eine Lichtquelle und einen Lichtempfänger aufweisen, sodass von der Lichtquelle emittiertes Licht im Falle einer Waferscheibenüberdeckung durch Reflexion an der Waferscheibe zumindest teilweise auf den Lichtempfänger trifft und dabei Sensorsignale generiert, ist dadurch ausgebildet, dass die Lichtquelle eine Hauptemissionsrichtung und der Lichtempfänger eine Hauptempfangsrichtung aufweisen, die einen Winkel β einschließen, für den gilt: $45^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$, und dass eine Auswerte- und Steuereinheit vorhanden ist, die auf Grundlage von ausschließlich durch Reflexionen an der Waferscheibe generierten Sensorsignalen Steuersignale zur Positionierung des Manipulatorarmes erzeugt.

Wird zu Zwecken einer Waferscheibenaufnahme der Waferscheibenträger in einer parallel zur aufzunehmenden Waferscheibe orientierten, horizontalen Bewegungsebene unter die Waferscheibe bewegt, so vermögen die wenigstens zwei an unterschiedlichen Bereichen des Waferscheibenträgers angeordneten, optischen Sensoren, deren Sensorblickrichtung jeweils vertikal nach oben, d.h. der aufzunehmenden Waferscheibe zugewandt ist, das Ereignis der Sensorüberdeckung durch die Waferscheibe, aufgrund von sich ändernden Lichtverhältnissen am Ort der optischen Sensoren, zu erfassen. Die jeweiligen Überdeckungsereignisse an den Orten der beiden optischen Sensoren treten jeweils auf, sobald der jeweilige optische Sensor in senkrechter Projektion auf die Waferscheibe vom Umfangsrand der Waferscheibe überdeckt wird. In gleicher Weise vermögen die beiden optischen Sensoren das Ereignis exakt zu erfassen, bei dem die optischen Sensoren bei gleich bleibender horizontaler Bewegungsrichtung des Waferscheibenträgers auf der gegenüber liegenden Seite der Waferscheibe unter dem Umfangsrand wieder hervortreten, d.h. in senkrechter Projektion auf die Waferscheibe von der Waferscheibe nicht mehr überdeckt sind.

Die von den optischen Sensoren erzeugten, ausschließlich von an der Unterseite der aufzunehmenden Waferscheibe herrührenden Reflexionsereignissen bedingten Sensorsignale werden zur weiteren Auswertung drahtgebunden oder drahtlos an eine Auswerte- und Steuereinheit übermittelt, auf deren Grundlage Steuersignale zur Positionierung des Manipulatorarms erzeugt werden.

Die lösungsgemäße Handhabungseinheit ermöglicht somit eine berührungslose, optische Lagevermessung einer aufzunehmenden Waferscheibe, so dass der Waferscheibenträger exakt zentrisch zur Waferscheibe in einer unterhalb der aufzunehmenden Waferscheibe liegenden Ebene navigiert wird, bevor der Waferscheibenträger zu Zwecken der Waferscheibenaufnahme vertikal angehoben wird.

Mit Hilfe der Insitu-Lage-Vermessung jeder einzelnen aufzunehmenden Waferscheibe können Lagetoleranzen, mit denen einzelne Waferscheiben bspw. innerhalb einer stapelförmig ausgebildeten Kassette abgelegt sind, exakt erfasst und entsprechend bei der Aufnahme jeder einzelnen Waferscheibe berücksichtigt werden. Durch eine exakte Vorpositionierung des Waferscheibenträgers relativ zu einer aufzunehmenden Waferscheibe können jegliche Verkippungen oder Verkantungen der Waferscheibe relativ zum Waferscheibenträger, die während der Kontaktierung zwischen Waferscheibe und Waferscheibenträger auftreten können, ausgeschlossen werden. So verfügt der Waferscheibenträger über wenigstens zwei, vorzugsweise drei oder vier längs des Umfangsrandes einer aufzunehmenden Waferscheibe über die Auflageebene des Waferscheibenträgers erhabene Haltemittel, die vorzugsweise für eine zentrierte Aufnahme der Waferscheibe über schräg zur Auflageebene geneigte Zentrierflanken verfügen. Eine bevorzugte Ausführungsform für einen Waferscheibenträger, der einseitig mit einem Roboter-Manipulatorarm verbunden ist und somit um wenigstens drei Raumachsen orts aufgelöst positioniert bzw. navigiert werden kann, weist ein aus leichtem Werkstoff, bspw. Faserverbundwerkstoff, gefertigtes plattenförmiges Tragteil auf, das möglichst flächensteif ist und über eine geringe Plattendicke verfügt. Das plattenförmige Tragteil weist aus Gewichtsgründen eine möglichst flächenreduzierte Plattenform auf, die es jedoch ermöglichen soll, dass wenigstens zwei, vorzugsweise drei oder vier Haltemittel längs des Umfangsrandes einer aufzunehmenden Waferscheibe angeordnet sind. Eine bevorzugte Plattenform ist beispielsweise rechteck- oder trapezförmig mit einer Schmalseite, die kleiner bemessen ist als die Hälfte des Waferscheibendurchmessers, sowie einer Längsseite, die dem Waferscheibendurchmesser entspricht oder diesen geringfügig überragt. Selbstverständlich sind auch von der Rechteckform abweichende Plattenformen denkbar, die eine Montage oder Integration von wenigstens zwei, vorzugsweise drei oder mehr Haltemitteln zur sicheren Aufnahme einer Waferscheibe gewährleisten.

Der plattenförmig ausgebildete Waferscheibenträger ist einseitig mit dem Manipulatorarm einer Robotereinheit verbunden und weist einen dem Manipulatorarm gegenüber liegenden, frei endenden Trägerplattenbereich auf, an

dem randseitig wenigstens zwei Haltemittel angebracht sind, auf die zumindest der Umfangsrand einer Waferscheibe selbstzentrierend abgelegbar ist. Die Haltemittel befinden sich somit exakt längs des kreisrunden Umfangsrandes einer auf der Waferscheibe aufzubringenden Waferscheibe. Das wenigstens dritte Haltemittel ist am plattenförmigen Waferscheibenträger in unmittelbarer Nähe zum Manipulatorarm angebracht und spannt mit den wenigstens zwei randseitig vorgesehenen Haltemitteln eine für die Waferscheibe dienende Auflageebene auf.

Vorzugsweise im Bereich der randseitig angebrachten Haltemitteln sind wenigstens zwei längs des Umfangsrandes der Waferscheibe beabstandet angeordnete optische Sensoren angebracht, deren Sensorblickrichtung jeweils orthogonal zur Auflageebene orientiert sowie einer aufzunehmenden Waferscheibe zugewandt ist. Die einzelnen optischen Sensoren sind jeweils unmittelbar neben den randseitig angebrachten Haltemittel, vorzugsweise außerhalb eines durch die Haltemittel definierten Auflagebereiches für die Waferscheibe angeordnet. Die wenigstens zwei auf dem Waferscheibenträger angeordneten optischen Sensoren weisen jeweils eine Lichtquelle sowie einen Lichtempfänger auf, die derart aufeinander abgestimmt sind, so dass Lichtreflexionsereignisse, die in einem definierten Abstand über einer den optischen Sensoren zuordenbaren Sensorebene auftreten, mit erhöhter Sensitivität detektiert werden. Die optischen Sensoren sind lösungsgemäß derart zu konfektioniert, so dass das von der Lichtquelle emittierte Licht jeweils an der Unterseite einer aufzunehmenden Waferscheibe reflektiert und vom zugeordneten Lichtempfänger empfangen wird, wobei die Sensorebene lediglich einen Millimeter oder wenige Millimeter unter der Waferscheibenunterseite geführt wird. Hierzu sind die Lichtquelle sowie auch der Lichtempfänger eines optischen Sensors derart aufeinander abgestimmt, so dass die Hauptemissionsrichtung der Lichtquelle sowie die Hauptempfangsrichtung des Lichtempfängers einen Winkel β einschließen, der typischerweise zwischen 45° und 60° misst. In Kombination mit einem derart ausgebildeten optischen Sensor bietet es sich vorzugsweise an, die Lichtquelle mit einer entsprechenden Fokussieroptik zu ergänzen, durch die der emittierte Lichtstrahl auf die Unterseite der aufzunehmenden Waferscheibe zu fokussieren. Diese Maßnahmen tragen dazu bei, dass Reflexionsereignisse an entfernt gelegenen

Objekten, wie bspw. Waferscheiben innerhalb einer Stapelanordnung, die sich in übergeordneten Ablageebenen befinden, keinen Einfluss auf die optische Lageerfassung der jeweils aufzunehmenden Waferscheibe haben. Weitere Einzelheiten hierzu sind im Weiteren unter Bezugnahme auf die in den Figuren illustrierten Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

Mit Hilfe der vorstehend beschriebenen lösungsgemäß ausgebildeten Handhabungseinheit ist es möglich, den dynamischen Vorgang der Waferscheibenaufnahme online zu überwachen. Hierzu wird der leere Waferscheibenträger mittels des Robotergeführten Manipulatorarms außerhalb eines Bereiches, der durch eine vertikale Projektion auf eine aufzunehmende Waferscheibe begrenzt wird, längs der Vertikalachse z unterhalb einer aufzunehmenden Waferscheibe positioniert. Der Waferscheibenträger wird relativ zur aufzunehmenden Waferscheibe vorzugsweise derart ausgerichtet, so dass der vom Manipulatorarm abgewandte Randbereich des Waferscheibenträgers, an dem die wenigstens zwei optischen Sensoren angebracht sind, stirnseitig der aufzunehmenden Waferscheibe unmittelbar gegenübersteht, wobei der Waferscheibenträger vorzugsweise mittig zur Waferscheibe ausgerichtet wird. Die mittige Ausrichtung ist nicht exakt, sondern lediglich grob vorzunehmen.

Anschließend wird der Waferscheibenträger horizontal unter die Waferscheibe, vorzugsweise längs einer Linearbewegung geführt, so dass die wenigstens zwei randseitig am Waferscheibenträger angebrachten optischen Sensoren von der Waferscheibe überdeckt werden. Die längs einer horizontalen x - y -Ebene erfolgende Linearbewegung des Waferscheibenträgers wird beendet, sobald die wenigstens zwei optischen Sensoren in Bewegungsrichtung unter der Waferscheibe am gegenüberliegenden Umfangsrande wieder hervortreten. In dieser Konstellation befindet sich der Waferscheibenträger in einem Abstand von 1 mm oder einigen wenigen Millimetern weitgehend vollständig unterhalb der aufzunehmenden Waferscheibe. Die optischen Sensoren vermögen das Ereignis des Hervortretens unter der Waferscheibe aufgrund von sich durch die sich ändernden Lichtverhältnisse am Ort der jeweiligen optischen Sensoren getrennt voneinander zu

detektieren. Durch die roboterunterstützte und somit orts aufgelöste Bewegung des Waferscheibenträgers mit den daran fest angebrachten optischen Sensoren innerhalb der horizontalen x-y-Ebene ist eine exakte Koordinatenzuordnung zu den Orten möglich, an denen die wenigstens zwei optischen Sensoren unter der Waferscheibe längs des Waferscheiben-Umfangsrandes hervortreten. Mit Hilfe des bekannten Waferscheibendurchmessers sowie der messtechnisch erfassten, zwei Tangentenpunkte längs des Waferscheiben-Umfangsrandes ist eine rechnerunterstützte Ermittlung der tatsächlichen Lage der Waferscheibe relativ zur x-y-Ebene, längs der der Waferscheibenträger roboterunterstützt verfahren wird, möglich. Auf der Grundlage der ermittelten Lage der Waferscheibe werden nun Korrekturinformationen berechnet, mit denen der Waferscheibenträger exakt in senkrechter Projektion unterhalb der Waferscheibe verfahren wird. Letzten Endes wird der Waferscheibenträger mit Hilfe des roboterunterstützten Manipulatorarms längs der Vertikalachse angehoben, so dass die Waferscheibe auf den am Waferscheibenträger vorgesehenen Haltemittel zur Auflage kommt.

In einer bevorzugten Weiterbildung des lösungsgemäßen Verfahrens werden zur exakten Lageermittlung der aufzunehmenden Waferscheibe zusätzlich auch jene x-y-Koordinaten verwendet, die mit jenen Punkten des Umfangsrandes der Waferscheibe korrespondieren, an denen die optischen Sensoren initial an der Waferscheibe überdeckt werden. Somit liegen zur exakten Lageermittlung der Waferscheibe vier Umfangsrandpunkte vor, mit denen eine exakte Lagebestimmung relativ zur horizontalen x-y-Ebene möglich ist, längs der der Waferscheibenträger zentrisch relativ zur Waferscheibe ausgerichtet werden kann. Weitere Ausführungsbeispiele, die sowohl die lösungsgemäße Handhabungseinheit sowie auch das lösungsgemäße Verfahren zur Aufnahme einer Waferscheibe betreffen, sind im Weiteren unter Bezugnahme auf die illustrierten Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1a, b Seitenansicht sowie Draufsicht auf einen an einem roboterunterstützten Manipulatorarm angebrachten Waferscheibenträger,

Fig. 2a,b Detaildarstellungen eines am Waferscheibenträger angebrachten optischen Sensors in Gegenüberstellung zu einer Waferscheibe sowie

Fig. 3a bis f Sequenzbilddarstellungen zur überwachten Waferscheibenaufnahme auf einen Waferscheibenträger.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

In den Figuren 1a und b ist eine Handhabungseinheit zum Aufnehmen, Transportieren und Ablegen einer Waferscheibe in einer schematisierten Seitenansicht, siehe Fig. 1a sowie einer Draufsicht, siehe Fig. 1b, illustriert. Die Handhabungseinheit weist einen Waferscheibenträger 1 auf, der an einem um wenigstens drei Raumachsen, nämlich Vertikalachse z sowie zwei orthogonal zueinander orientierte Horizontalachsen x, y, positionierbaren Manipulatorarm 2 einer Robotereinheit R angebracht ist. Der Waferscheibenträger 1 ist plattenförmig ausgebildet und weist in dem in Fig. 1 b illustrierten Ausführungsbeispiel eine trapezförmige Grundform auf, deren breitere Trapezseite mit dem Manipulatorarm 2 und deren schmälere Trapezseite dem Manipulatorarm 2 gegenüber liegend freidend angeordnet ist.

Für eine zentrierte Lagerung einer Waferscheibe 4 auf der Oberfläche des Waferscheibenträgers 1 sind längs des Umfangsrandes U der aufzunehmenden Waferscheibe 4 Haltemittel 3, 3' auf der Oberfläche des Waferscheibenträgers 1 angeordnet, die den Waferscheibenaufnahmebereich 6 für die Waferscheibe begrenzen. Typischerweise ist jedes einzelne Haltemittel 3, 3' gegenüber der

Oberfläche des Waferscheibenträgers 1 erhaben ausgebildet und weist eine erste obere schräge Gleitfläche 31 auf, längs der der Umfangsrand U einer aufzunehmenden Waferscheibe 4 bei einem Aufnahmevorgang in selbst zentrierender Form abgleiten kann, um in den Aufnahmebereich 6 des Waferscheibenträgers 1 zu gelangen, der peripher von den Vertikalfanken 32 der Haltemittel 3, 3' begrenzt wird, siehe hierzu die Detaildarstellung in Figur 1b. Unmittelbar am unteren Bereich der Vertikalfanke 32 grenzt ein keilförmiger Abschnitt 31' an, durch den die Waferscheibe gegenüber der Oberfläche des Waferscheibenträgers 1 beabstandet gelagert werden kann, d.h. die Auflageebene 5 für die Unterseite einer aufzunehmenden Waferscheibe ist gegenüber der Oberfläche des Waferscheibenträgers 1 beabstandet um den Kontakt zwischen Waferscheibe und Waferscheibenträger 1 aus Gründen möglicher Kontaminationen zu reduzieren.

Zusätzlich weist der Waferscheibenträger 1 zwei optische Sensoren 7, 8 auf, die außerhalb des Auflagebereiches 6 angebracht sind und längs eines parallel zum Umfangsrand U der aufzunehmenden Waferscheibe 4 verlaufenden Parallelkreises 9 beabstandet zueinander angeordnet sind. Die optischen Sensoren 7, 8 können innerhalb des plattenförmigen Waferscheibenträgers integriert, wie dies aus einer Querschnittsdarstellung gemäß Fig. 2a zu entnehmen ist, oder an der Oberfläche des Waferscheibenträgers 1 appliziert sein. Die optischen Sensoren 7, 8 sind vorzugsweise derart ausgebildet, so dass Reflexionsereignisse, die das von der Lichtquelle L emittierte Licht an der Unterseite einer Waferscheibe 4 in einem vorgegebenen vertikalen Abstand Δh , bspw. zwischen 3 mm und 8 mm, zur Sensorebene S erfährt, mit besonders hoher Sensitivität nachgewiesen werden können. In vorteilhafter Weise wird hierzu in Abhängigkeit des Abstandsmaßes Δh die Hauptemissionsrichtung der Lichtquelle L sowie die Hauptempfangsrichtung des Lichtempfängers E derart geneigt, so dass sie einen Winkel β einschließen, für den gilt $45^\circ < \beta < 60^\circ$. Eine andere Möglichkeit zur Einstellung der Sensitivität der optischen Sensoren in Bezug auf Reflexionsereignisse, die im Abstand Δh von der Sensorebene S stattfinden, besteht in der Verwendung einer das emittierte Licht fokussierenden Optik O, die den Fokuspunkt in einem Abstand Δh von der Sensorebene S abbildet.

Mit Hilfe der optischen Sensoren 7, 8 ist es möglich, bei geeigneter Bewegung des Waferscheibenträgers 1 parallel unterhalb einer aufzunehmenden Waferscheibe jene Umfangspunkte an der Waferscheibe zu erfassen, an denen die optischen Sensoren von der Waferscheibe 4 überdeckt sowie von dieser wieder frei gegeben werden. Eben diese Reflexionsereignisse, die in Form von Sensorsignalen erfassbar sind, werden einer Steuer- und Auswerteeinheit 10 zugeführt, die unter Maßgabe einer Zielfunktion zur Zentrierung des Waferscheibenträgers exakt unterhalb der aufzunehmenden Waferscheibe Steuersignale generiert, die der Robotereinheit R zur weiteren Bewegungskontrolle zugeführt werden.

Figur 2b zeigt eine alternative Anordnung der optischen Sensoren 7, 8 innerhalb des Waferscheibenträgers 1. Die Lichtquelle L verfügt über eine Licht emittierende Fläche L_f , der Lichtempfänger E über eine Lichteintrittsfläche E_f . Beide Flächen L_f und E_f sind einander zugewandt geneigt, so dass sich die Hauptemissionsrichtung der Lichtquelle L sowie die Hauptempfangsrichtung des Lichtempfängers E in einem Punkt P schneiden, der einen Abstand Δh von der Oberfläche des Waferscheibenträgers 1 besitzt. Befindet sich die Unterseite der Waferscheibe 4 in diesem Abstand Δh , so ist die Empfangsamplitude des Lichtempfängers maximal. Wird der Abstand Δh jedoch über einen vorgebbaren Toleranzbereich überschritten, bspw. ist $\Delta h > 10 \text{ mm}$, so vermögen diese entfernt liegenden Reflexionsereignisse keinerlei Sensorsignale im Lichtempfänger E hervorrufen.

In den Figuren 3a bis f sind Sequenzbilder dargestellt, die die Bewegungsschritte des roboterunterstützten Waferscheibenträgers 1 zur zentrierten Aufnahme einer Waferscheibe 4 illustrieren. In der linken Bilddarstellung sind hierzu jeweils eine Seitenansicht und in der rechten Bilddarstellung eine Draufsicht der einzelnen Bewegungsschritte gezeigt.

So gilt es eine, beispielsweise in einer Kassette, nicht dargestellt, vorrätig gelagerte Waferscheibe 4 mit Hilfe des Waferscheibenträgers 1 sicher aufzunehmen. Der in

den Sequenzbildern rechteckförmig dargestellte Waferscheibenträger 1 weist gleichsam, wie im vorstehend illustrierten Fall, vier Haltemittel 3, 3' auf, die längs des Umfangsrandes der aufzunehmenden Waferscheibe 4 auf dem Waferscheibenträger 1 angebracht sind. Jeweils an der rechten Stirnseite des Waferscheibenträgers 1 sind die optischen Sensoren 7, 8 angeordnet. Auf die Darstellung des Manipulatorarmes 2 ist in den Sequenzbilddarstellungen verzichtet worden.

Zur Waferscheibenaufnahme wird der leere Waferscheibenträger 1 längs der Vertikalachse z mit einem Vertikalabstand Δh unterhalb der aufzunehmenden Waferscheibe 4 sowie außerhalb eines Bereiches, der durch vertikale Projektion auf die aufzunehmende Waferscheibe begrenzt ist, positioniert. Zudem gilt es, den leeren Waferscheibenträger längs der Horizontalebene, x - y -Ebene, relativ zur Waferscheibe 4 möglichst, aber nicht notwendigerweise exakt, mittig auszurichten. In der Draufsichtdarstellung gemäß Fig. 3a ist zur Erläuterung der folgenden Navigationsschritte eine signifikant außermittige Relativlage des Waferscheibenträgers 1 relativ zur aufzunehmenden Waferscheibe 4 dargestellt, die verdeutlichen soll, dass für die Waferscheibenaufnahme keine im Vorfeld durchzuführenden Kalibrierungsmaßnahmen erforderlich sind.

Ausgehend von der in Fig. 3a dargestellten Position wird der leere Waferscheibenträger 1 innerhalb der horizontalen x - y -Ebene längs einer Linearachse LR bewegt, wobei der leere Waferscheibenträger 1 gemeinsam mit den optischen Sensoren 7, 8 unter die Waferscheibe 4 verfährt. Während der Linearbewegung gelangen die optischen Sensoren 7, 8 an jeweils zwei unterschiedlichen Orten längs des Umfangsrandes U der Waferscheibe 4 unter die Waferscheibe, wobei das Ereignis der initialen Überdeckung der jeweiligen optischen Sensoren 7, 8 aufgrund der sich durch die Überdeckung verändernden Reflexionsverhältnisse orts aufgelöst exakt erfasst werden kann. Durch die roboterunterstützte orts aufgelöste Linearbewegung längs der horizontalen x - y -Ebene werden exakte Umfangskoordinaten der Waferscheibe 4 $P1(x,y)$ sowie $P2(x,y)$ erfasst. In gleicher Weise können zwei weitere Punkte längs des Umfangsrandes der Waferscheibe 4 erfasst werden, an denen die zwei optischen Sensoren 7, 8 unter der Waferscheibe 4

durch Weiterbewegung des leeren Waferscheibenträgers 1 längs der linearen Bewegungsrichtung wieder hervortreten. In der Sequenzbilddarstellung gemäß Fig. 3b ist zu sehen, dass der optische Sensor 8 aufgrund der nicht exakt mittigen Horizontalanordnung des Waferscheibenträgers 1 relativ zur Waferscheibe 4 bereits unter der Waferscheibe 4 vorgetreten ist, während der optische Sensor 7 von der Waferscheibe 4 noch überdeckt ist. Der Bewegungsvorgang des Waferscheibenträgers 1 wird abgestoppt, sobald beide optische Sensoren 7, 8 unter den Umfangsrand der Waferscheibe 4 hervorgetreten sind. Dies ist in der Sequenzbilddarstellung gemäß Fig. 3c illustriert, die zugleich die Bestimmung von vier längs des Umfangsrandes U der Waferscheibe 4 befindlichen Punkten P1 bis P4 hervorhebt. Anhand der vier bekannten Koordinaten P1, P2, P3, P4 längs des Umfangsrandes der Waferscheibe 4 lassen sich mit Hilfe einer Auswerte- und Steuereinheit Korrekturinformationen berechnen, auf deren Basis der Waferscheibenträger 1 relativ zur Lage der Waferscheibe 4 exakt auszurichten ist.

In einer ersten Variante wird der Waferscheibenträger 1 aus der in Figur 3c illustrierten Position direkt in eine relativ zur aufzunehmenden Waferscheibe 4 zentrierten Position unterhalb der Waferscheibe 4 verfahren, gemäß der Sequenzbilddarstellung in Fig. 3e. Darauf folgend wird der Waferscheibenträger 1 vertikal zur Aufnahme der Waferscheibe 4 angehoben, gemäß Fig. 3f.

In einer zweiten Variante fährt der Waferscheibenträger 1 entgegengesetzt zur initialen Bewegungsrichtung LR zurück, so dass beide optische Sensoren 7, 8 von der Waferscheibe 4 wieder überdeckt sind, siehe hierzu Sequenzbilddarstellung gemäß Fig. 3d. Zugleich erfolgen Korrekturbewegungen K derart, dass der Waferscheibenträger 1 exakt mittig unterhalb der Waferscheibe 4 ausgerichtet wird. Erneut wird der Waferscheibenträger 1 linear parallel zur initialen Bewegungsrichtung LR bewegt, so dass nun beide optischen Sensoren 7, 8 gleichzeitig unter den Umfangsrand der Waferscheibe 4 hervortreten. In diesem Fall ist eine exakte räumliche Ausrichtung des Waferscheibenträgers 1 relativ zur Waferscheibe 4 gewährleistet. Sollten beide optische Sensoren nicht exakt gleichzeitig unter dem Umfangsrand der Waferscheibe 4 hervortreten, so gilt es, den

in der Sequenzbilddarstellung gemäß Fig. 3d illustrierten Korrekturschritt zu wiederholen, gegebenenfalls so lange, bis der in Fig. 3e illustrierte Fall eintritt, dass beide optische Sensoren exakt gleichzeitig unterhalb des Umfangsrandes der Waferscheibe 4 hervortreten. Abschließend wird gemäß Sequenzbilddarstellung in Fig. 3f der leere Waferscheibenträger 1 vertikal zur Aufnahme der Waferscheibe 4 angehoben.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird beim Ermitteln der Relativlage zwischen dem Waferscheibenträger und der tatsächlichen Position der aufzunehmenden Waferscheibe 4 zu Zwecken der Erzeugung einer Lagekorrekturinformation, wie dies im illustrierten Schritt 3c erfolgt, eine Überprüfung durchgeführt wird, ob zumindest die erfassten x-y-Koordinaten P3 und P4 längs einer durch einen der aufzunehmenden Waferscheibe zugeordneten, bekannten Durchmesser vorgegebenen Umfangslinie liegen. Kreisrunde Waferscheiben weisen zur Markierung ihrer Kristallrichtung eine am Waferumfangsrand vorgesehene Auskerbung auf, die sogenannte Notch, die typischerweise eine Nutgröße von 1 bis 3 mm besitzt. Tritt der Fall auf, dass ein optischer Sensor (7, 8) zur Lageerfassung eben gerade unter der Notch hindurchgeführt wird, so würde ein kleiner aber dennoch beachtlicher Fehler in der Ermittlung der Lagekorrekturinformation auftreten, den es zu vermeiden gilt. Aus diesem Grunde hilft die zusätzliche Überprüfung, ob tatsächlich die erfassten Punkte P1 bis P4 längs eines Kreises liegen. Im Falle eines positiven Prüfungsergebnisses können sich die vorstehend erläuterten Verfahrensschritte zur exakten Zentrierung und Aufnahme der Waferscheibe anschließen. Im Falle eines negativen Prüfungsergebnisses, d.h. ein optischer Sensor wurde exakt unter der Notch hindurchgeführt, gilt es den Waferscheibenträger (1) in entgegengesetzt zu initialen Bewegungsrichtung zu verfahren, so dass beide optischen Sensoren (7, 8) in senkrechter Projektion auf die Waferscheibe (4) von der Waferscheibe (4) wieder überdeckt werden (dieser Vorgang entspricht gleichfalls dem Schritt in Figur 3d. Anschließend wird der Waferscheibenträger (1) innerhalb der x-y-Ebene um die z-Achse um einen bestimmten Winkelbereich geschwenkt und nachfolgend in einer anderen Bewegungsrichtung verfahren bis die wenigstens zwei optischen Sensoren (7, 8) in

der anderen Bewegungsrichtung unter dem Umfangsrand (U) der Waferscheibe (4) hervortreten. Das Verschwenken des Waferscheibenträgers stellt sicher, dass beim wiederholten verfahren des Waferscheibenträgers die optischen Sensoren die Notch beim Durchfahren des Umfangsrandes der aufzunehmenden Waferscheibe nicht erfassen können. Im Weiteren können sich die vorstehend erläuterten Verfahrensschritte zur exakten Zentrierung und Aufnahme der Waferscheibe anschließen.

Bezugszeichenliste

1	Waferscheibenträger
2	Manipulatorarm
3, 3'	Haltemittel
4	Waferscheibe
5	Auflageebene
6	Waferscheibenaufnahmehereich
7, 8	Optische Sensoren
9	Kreisbogen
10	Auswerte-, Steuereinheit
R	Robotereinheit
31	Geneigte Gleitfläche
31'	Keilfläche
32	Vertikale Flanke
LR	Lineare Bewegungsrichtung
U	Umfangsrand
R	Robotereinheit
O	Fokussieroptik
L	Lichtquelle
E	Lichtempfänger
K	Korrekturbewegung
P	Fokuspunkt
L _f	Lichtaustrittsfläche

E_f Lichteintrittsfläche

Patentansprüche

1. Handhabungseinheit zum Aufnehmen, Transportieren und Ablegen einer kreisrunden Waferscheibe (4), mit einem Waferscheibenträger (1), der an einem um wenigstens drei Raumachsen positionierbaren Manipulatorarm (2) angebracht ist, über einen Waferscheibenaufnahmebereich (6) verfügt, dem eine Auflageebene (5) zuordenbar ist, sowie wenigstens zwei den Waferscheibenaufnahmebereich (6) zumindest seitlich lokal begrenzende Haltemittel (3, 3') aufweist, an die der Umfangsrand einer auf dem Waferscheibenträger (1) aufliegenden Waferscheibe (4) selbst zentrierend angrenzt, wobei an dem Waferscheibenträger (1) wenigstens zwei optische Sensoren (7,8) mit jeweils einer orthogonal zur Auflageebene (5) orientierten und dem Waferscheibenaufnahmebereich (6) zugewandten Sensorblickrichtung derart angeordnet sind, dass die optischen Sensoren (7, 8) jeweils eine Lichtquelle (L) und einen Lichtempfänger (E) aufweisen, sodass von der Lichtquelle (L) emittiertes Licht im Falle einer Waferscheibenüberdeckung durch Reflexion an der Waferscheibe (4) zumindest teilweise auf den Lichtempfänger (E) trifft und dabei Sensorsignale generiert, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Lichtquelle (L) eine Hauptemissionsrichtung und der Lichtempfänger (E) eine Hauptempfangsrichtung aufweisen, die einen Winkel β einschließen, für den gilt: $45^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$, und dass eine Auswerte- und Steuereinheit (10) vorhanden ist, die auf Grundlage von ausschließlich durch Reflexionen an der Waferscheibe (4) generierten Sensorsignalen Steuersignale zur Positionierung des Manipulatorarmes (2) erzeugt.
2. Handhabungseinheit nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die wenigstens zwei optischen Sensoren (7, 8) derart angeordnet und ausgebildet sind, dass die optischen Sensoren (7, 8) zumindest folgende Fälle zu detektieren vermögen:
 - a) eine aufzunehmende Waferscheibe (4) überdeckt jeweils den optischen Sensor (7, 8) und

b) keine Überdeckung des optischen Sensors (7, 8) durch eine Waferscheibe (4).

3. Handhabungseinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass die wenigstens zwei optischen Sensoren (7, 8) derart an dem Waferscheibenträger (1) angeordnet sind, dass bei einer auf dem Waferscheibenträger (1) aufliegenden Waferscheibe (4), die von einem kreisrunden Umfangsrand (U) begrenzt ist, die wenigstens zwei optischen Sensoren (7, 8) in Umfangsrichtung der Waferscheibe (4) voneinander beabstandet und entweder längs des Umfangsrandes (U) oder jeweils radial gleich beabstandet zum Umfangsrand (U) der Waferscheibe (4) positioniert sind.

4. Handhabungseinheit nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass im Falle einer jeweils radial gleich beabstandeten Positionierung der optischen Sensoren (7, 8) zum Umfangsrand (U) der Waferscheibe (4), die optischen Sensoren (7, 8) außerhalb des Waferscheibenaufnahmebereiches (6) angeordnet sind.

5. Handhabungseinheit nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass die wenigstens zwei optischen Sensoren (7, 8) randnah, d.h. 0,2 mm bis 5 mm, jeweils zum Umfangsrand (U) der Waferscheibe (4) radial außen liegend angeordnet sind.

6. Handhabungseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Lichtquelle (L) und der Lichtempfänger (E) derart ausgebildet und angeordnet sind, dass ausschließlich Reflexionsereignisse, die innerhalb eines Abstandsbereiches Δh von 3 mm bis 8 mm zu einer der Lichtquelle und dem Lichtempfänger zugeordneten Sensorebene liegen, zur Erzeugung eines Sensorsignals führt.

7. Handhabungseinheit nach Anspruch 6,

dadurch **gekennzeichnet**, dass die Lichtquelle (L) eine Licht emittierende Fläche und der Lichtempfänger (E) eine Lichteintrittsfläche aufweisen, und dass die Licht emittierende Fläche und die Lichteintrittsfläche einander zugewandt geneigt sind.

8. Verfahren zum Aufnehmen einer Waferscheibe (4) auf einen Waferscheibenträger (1), der an einem um wenigstens drei Raumachsen, nämlich Vertikalachse z sowie zwei orthogonal zueinander orientierte Horizontalachsen x, y, positionierbaren Manipulatorarm (2) angebracht ist, aus einem wenigstens eine Waferscheibe(4) bevorratenden Waferscheibenreservoir oder von einem mit wenigstens einer Waferscheibe (4) bestückten Bearbeitungsplatz, unter Verwendung einer Handhabungseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet** durch folgende Verfahrensschritte:

- a) Positionieren des leeren Waferscheibenträgers (1) längs der Vertikalachse z unterhalb einer aufzunehmenden Waferscheibe (4) sowie außerhalb eines Bereiches, der durch vertikale Projektion auf die aufzunehmende Waferscheibe (4) begrenzt ist,
- b) Bewegen des Waferscheibenträgers (1) längs einer Bewegungsrichtung in einer unterhalb der aufzunehmenden Waferscheibe (4) liegenden x-y-Ebene, so dass die wenigstens zwei optischen Sensoren (7, 8) in senkrechter Projektion auf die Waferscheibe (4) von der Waferscheibe (4) überdeckt werden,
- c) Beenden der Bewegung des Waferscheibenträgers (1) nachdem die wenigstens zwei optischen Sensoren (7, 8) in der Bewegungsrichtung unter dem Umfangsrand (U) der Waferscheibe (4) hervortreten,
- d) Erfassen von x-y-Koordinaten innerhalb der x-y-Ebene, an denen die zwei optischen Sensoren (7, 8) unter dem Umfangsrand (U) der Waferscheibe (4) hervortreten,
- e) Ermitteln einer Relativlage des Waferscheibenträgers (1) relativ zu der aufzunehmenden Waferscheibe (4) unter Verwendung der erfassten x-y-Koordinaten sowie Ermitteln einer Lagekorrekturinformation zum Positionieren des Waferscheibenträgers (1) exakt zentrisch zur Waferscheibe (4),

- f) Positionieren des Waferscheibenträgers (1) relativ zu der aufzunehmenden Waferscheibe (4) innerhalb der x-y-Ebene und
- g) Anheben des Waferscheibenträgers (1) zur Aufnahme der Waferscheibe (4) längs der Vertikalachse z.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

dadurch **gekennzeichnet**, dass das Bewegen des Waferscheibenträgers (1) in Bewegungsrichtung längs einer Linearsachse erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,

dadurch **gekennzeichnet**, dass das Positionieren des leeren Waferscheibenträgers (1) derart erfolgt, dass die beiden am Waferscheibenträger (1) angeordneten optischen Sensoren (7, 8) symmetrisch zu einer der aufzunehmenden Waferscheibe (4) zuordenbaren Durchmesserachse angeordnet werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,

dadurch **gekennzeichnet**, dass x-y-Koordinaten innerhalb der x-y-Ebene erfasst werden, an denen die zwei optischen Sensoren (7, 8) während des Bewegens längs der Bewegungsrichtung jeweils vom Umfangsrand (U) der Waferscheibe (4) überdeckt werden, und gemeinsam mit den bereits erfassten x-y-Koordinaten, an denen die zwei optischen Sensoren (7, 8) unter der Waferscheibe (4) hervortreten, zur Ermittlung der Lagekorrekturinformation herangezogen werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,

dadurch **gekennzeichnet**, dass zum Ermitteln der Lagekorrekturinformation neben den erfassten x-y-Koordinaten ein der aufzunehmenden Waferscheibe (4) zugeordneter bekannter Durchmesser zugrunde gelegt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12,

dadurch **gekennzeichnet**, dass nach dem Beenden der Bewegung des Waferscheibenträgers (1) dieser entgegengesetzt zu der Bewegungsrichtung

verfahren wird, so dass beide optischen Sensoren (7, 8) in senkrechter Projektion auf die Waferscheibe (4) von der Waferscheibe (4) wieder überdeckt werden, dass der Waferscheibenträger (1) unter Berücksichtigung der Lagekorrekturinformation relativ zur Waferscheibe (4) in der x-y-Ebene positioniert und in Bewegungsrichtung bewegt wird, bis beide optischen Sensoren (7, 8) gleichzeitig unter der Waferscheibe (4) hervortreten.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**, dass beim Ermitteln der Relativlage eine Überprüfung durchgeführt wird, ob die erfassten x-y-Koordinaten längs einer durch einen der aufzunehmenden Waferscheibe (4) zugeordneten, bekannten Durchmesser vorgegebenen Umfangslinie liegen, dass sich im Falle einer positiven Prüfung die Verfahrensschritte e) bis g) gemäß Anspruch 8 anschließen, dass im Falle einer negativen Prüfung der Waferscheibenträger (1) in entgegengesetzt zu der Bewegungsrichtung verfahren wird, so dass beide optischen Sensoren (7, 8) in senkrechter Projektion auf die Waferscheibe (4) von der Waferscheibe (4) wieder überdeckt werden, dass der Waferscheibenträger (1) innerhalb der x-y-Ebene um die z-Achse geschwenkt wird und nachfolgend in einer anderen Bewegungsrichtung verfahren wird bis die wenigstens zwei optischen Sensoren (7, 8) in der anderen Bewegungsrichtung unter dem Umfangsrand (U) der Waferscheibe (4) hervortreten, und dass sich daran die Verfahrensschritte d) bis g) gemäß Anspruch 8 anschließen.

1 / 2

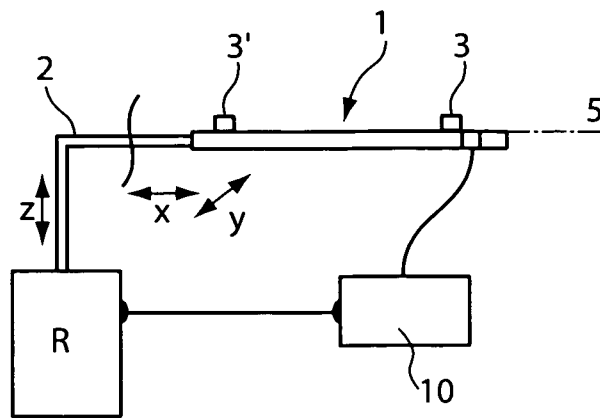


Fig. 1 a

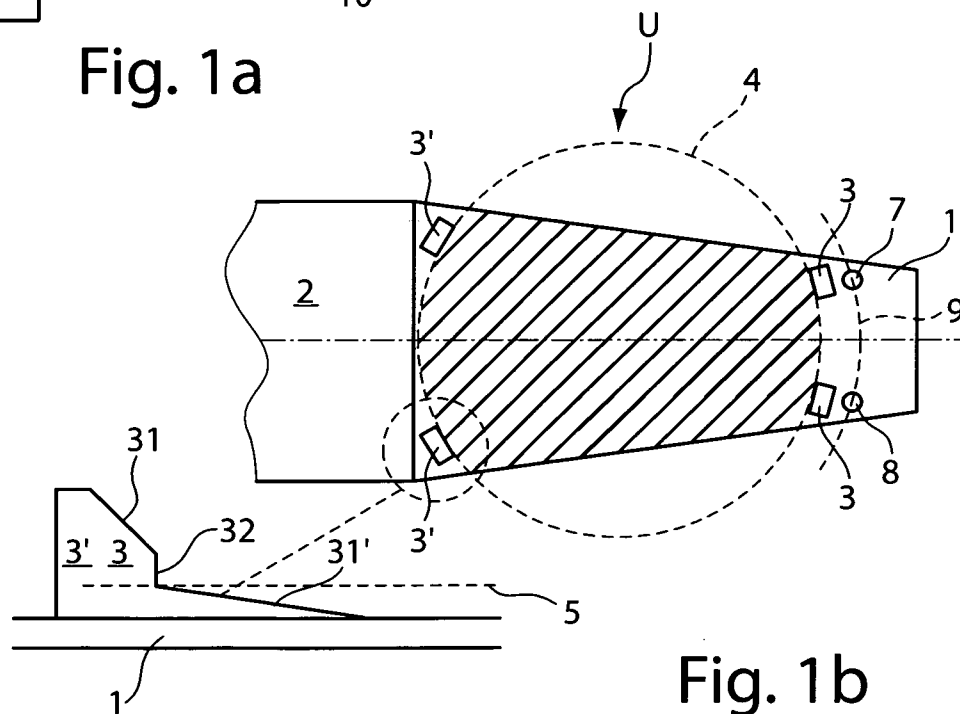


Fig. 1 b

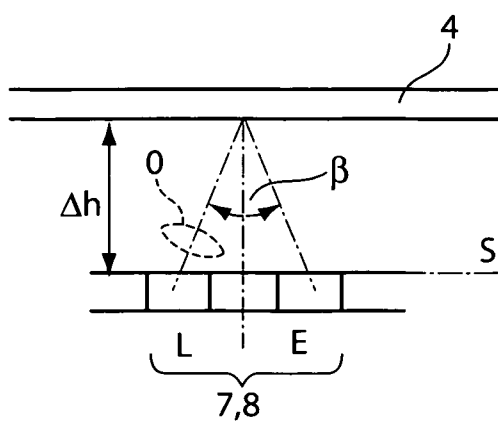


Fig. 2a

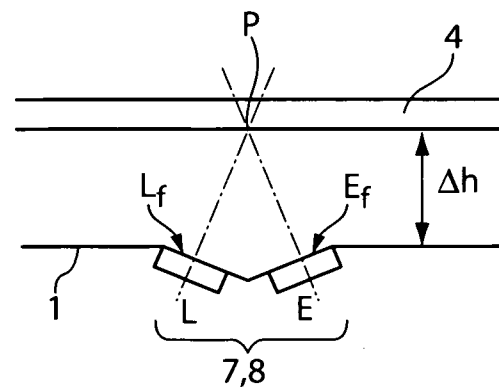


Fig. 2b

2 / 2

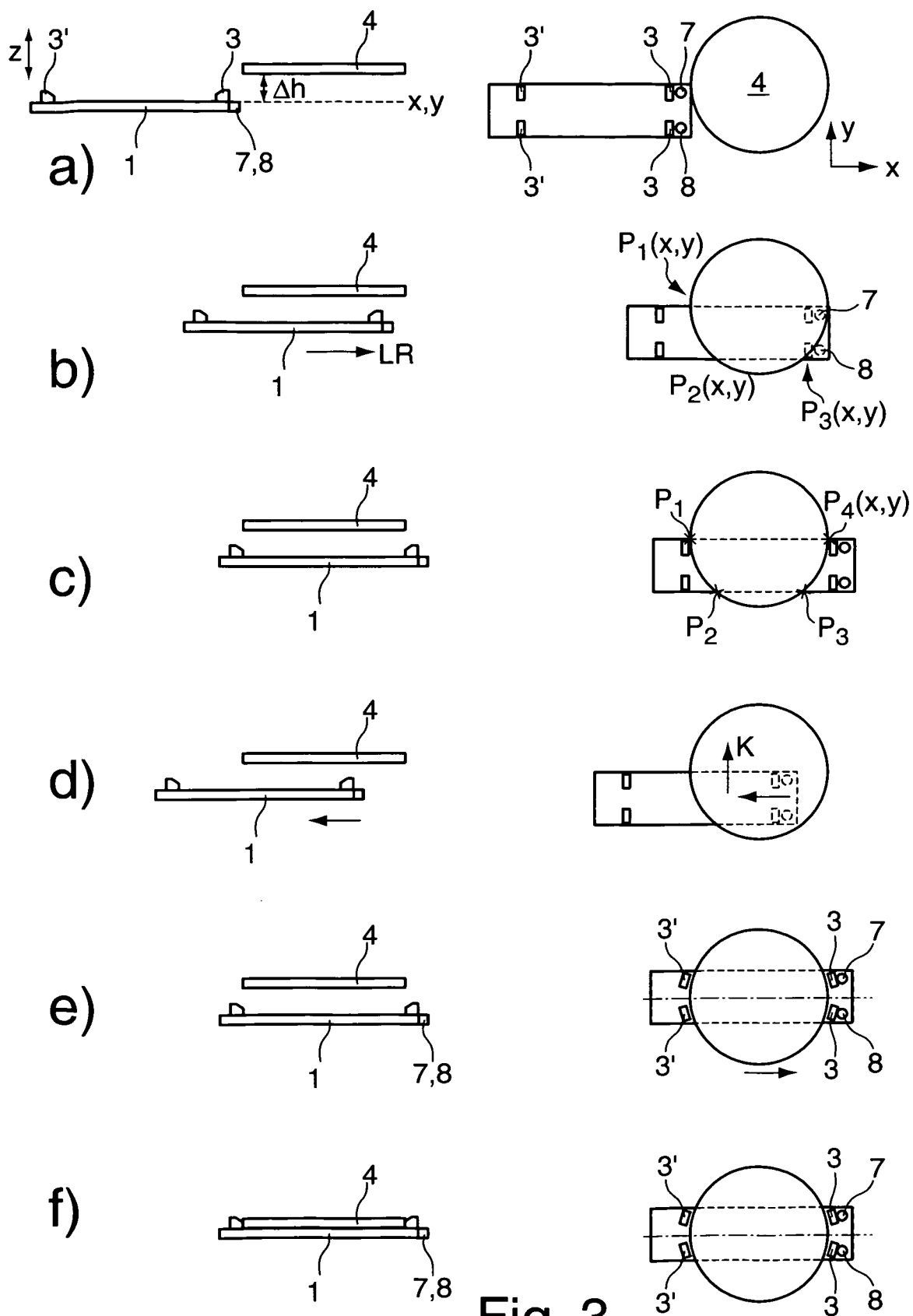


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/000884

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L21/68 H01L21/687
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2005/265814 A1 (COADY MATTHEW W [US]) 1 December 2005 (2005-12-01) paragraph [0030] - paragraph [0040] paragraph [0052] figures 1-3,6,10	1-14
Y	US 4 724 322 A (KNOWLES JAMES L [US] ET AL) 9 February 1988 (1988-02-09) column 3, line 30 - column 8, line 38 figures 2-4,8	1-14
A	JP 2005 193303 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 21 July 2005 (2005-07-21) paragraph [0068] - paragraph [0071] figures 17,18	1,4,5,8
	----- -/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 July 2013

Date of mailing of the international search report

09/07/2013

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Meixner, Matthias

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/000884

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 270 619 B1 (SUZUKI NAOKI [JP] ET AL) 7 August 2001 (2001-08-07) column 9, line 58 - column 11, line 30 figure 11 -----	1,8,13, 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/000884

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005265814 A1	01-12-2005	US 2005265814 A1	01-12-2005
		US 2012089251 A1	12-04-2012

US 4724322 A	09-02-1988	NONE	

JP 2005193303 A	21-07-2005	NONE	

US 6270619 B1	07-08-2001	JP 2000150411 A	30-05-2000
		KR 20010070928 A	27-07-2001
		KR 20010070929 A	27-07-2001
		TW 444275 B	01-07-2001
		US 6270619 B1	07-08-2001
		US 6588232 B1	08-07-2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L21/68 H01L21/687
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2005/265814 A1 (COADY MATTHEW W [US]) 1. Dezember 2005 (2005-12-01) Absatz [0030] - Absatz [0040] Absatz [0052] Abbildungen 1-3,6,10	1-14
Y	US 4 724 322 A (KNOWLES JAMES L [US] ET AL) 9. Februar 1988 (1988-02-09) Spalte 3, Zeile 30 - Spalte 8, Zeile 38 Abbildungen 2-4,8	1-14
A	JP 2005 193303 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 21. Juli 2005 (2005-07-21) Absatz [0068] - Absatz [0071] Abbildungen 17,18	1,4,5,8
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Juli 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/07/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meixner, Matthias

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 270 619 B1 (SUZUKI NAOKI [JP] ET AL) 7. August 2001 (2001-08-07) Spalte 9, Zeile 58 - Spalte 11, Zeile 30 Abbildung 11 -----	1,8,13, 14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/000884

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2005265814	A1	01-12-2005	US	2005265814 A1	01-12-2005
			US	2012089251 A1	12-04-2012

US 4724322	A	09-02-1988	KEINE		

JP 2005193303	A	21-07-2005	KEINE		

US 6270619	B1	07-08-2001	JP	2000150411 A	30-05-2000
			KR	20010070928 A	27-07-2001
			KR	20010070929 A	27-07-2001
			TW	444275 B	01-07-2001
			US	6270619 B1	07-08-2001
			US	6588232 B1	08-07-2003
