



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 038 086 A1** 2006.10.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 038 086.7**

(22) Anmeldetag: **11.08.2005**

(43) Offenlegungstag: **05.10.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/66** (2006.01)

(71) Anmelder:

Siltronic AG, 81737 München, DE

(72) Erfinder:

Schwenk, Helmut, Dr., 84489 Burghausen, DE;

Posuwajlo, Henryk, 84524 Neuötting, DE; Ullrich,

Klaus, Dr., 84489 Burghausen, DE

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

US2005/00 85 017 A

US 58 89 674 A

US 66 38 778 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Halbleiterscheibe mit Werksprüfzeugnis und Verfahren zur Herstellung und Auslieferung von Halbleiterscheiben mit Werksprüfzeugnis**

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist eine Halbleiterscheibe sowie eine Mehrzahl von Halbleiterscheiben, die zu einem Produktionslos gehören, wobei jede einzelne Halbleiterscheibe oder jedes Produktionslos mit einem Werksprüfzeugnis in digitaler Form ausgestattet ist, das auf einem Datenträger gespeichert vorliegt und auch auf elektronischem Weg an einen Käufer der Halbleiterscheibe übermittelt werden kann.

Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Herstellung und Auslieferung von Halbleiterscheiben mit Werksprüfzeugnis.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Halbleiterscheibe sowie eine Mehrzahl von Halbleiterscheiben, die zu einem Produktionslos gehören, wobei jede einzelne Halbleiterscheibe oder jedes Produktionslos mit einem Werksprüfzeugnis in digitaler Form ausgestattet ist, das auf einem Datenträger gespeichert vorliegt und auch auf elektronischem Weg an einen Käufer der Halbleiterscheibe übermittelt werden kann.

[0002] Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Herstellung und Auslieferung von Halbleiterscheiben mit Werksprüfzeugnis.

Stand der Technik

[0003] Aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen in der Halbleiterindustrie ist es üblich, Halbleiterscheiben nach ihrer Herstellung und vor ihrer Auslieferung zum Käufer darauf zu überprüfen, ob sie die Anforderungen, d. h. die Spezifikation des Kunden erfüllen. In der Regel wird dem Kunden mit den Halbleiterscheiben ein sog. Werksprüfzeugnis (engl. „Certificate of Compliance“, CoC) übermittelt, in dem unter Angabe von Messwerten für die spezifizierten Parameter für die komplette Lieferung die Einhaltung der Spezifikation bescheinigt wird. Die Messung erfolgt gemäß dem Stand der Technik an einzelnen, ausgewählten Halbleiterscheiben. Im Werksprüfzeugnis wird der aus den Einzelergebnissen für eine Lieferung gebildete Mittelwert angegeben. Die Übermittlung des Werksprüfzeugnisses erfolgte bisher in Papierform. Das Werksprüfzeugnis wurde den auszuliefernden Halbleiterscheiben beigelegt und mit diesen an den Käufer versandt.

[0004] Systeme für die elektronische Erfassung verschiedener Daten, für die statistische Prozesskontrolle (SPC) und für die elektronische Übermittlung von Bestellungen vom Kunden an den Hersteller sowie für die automatische Bearbeitung der Bestellungen durch den Hersteller (US2005/0085017A1) sind im Stand der Technik bekannt.

[0005] Der Stand der Technik weist mehrere entscheidende Nachteile auf: Einerseits kann der Käufer, d. h. der Bauelemente-Hersteller, nur unter erheblichem Aufwand Korrelationen zwischen den Losdaten und seinen eigenen Daten aus der Bauelemente-Herstellung herbeiführen. Diese Korrelationen sind Teil des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses beim Bauelemente-Hersteller, derart, dass z. B. bei erkennbaren Abhängigkeiten zwischen bestimmten Ausfällen von Bauelementen und einem bestimmten Parameter der Halbleiterscheibe dieser Parameter in Folge verbessert werden kann. Auf Basis der Werksprüfzeugnisse gemäß dem Stand der Technik ist diese Vorgehensweise bei der Komplexi-

tät der Zusammenhänge zwischen Bauelement-Prozess und Parametern der Halbleiterscheiben praktisch nicht durchführbar. Andererseits sind die Werksprüfzeugnisse gemäß dem Stand der Technik für gewisse Analysen nicht genügend aussagekräftig. Dies gilt insbesondere dann, wenn die genannten Korrelationen nur schwach sind oder erst oberhalb von bestimmten Schwellwerten (die nur bei einzelnen Halbleiterscheiben überschritten werden) auftreten. Weitere Nachteile sind die schlechte Verfügbarkeit der Daten, beispielsweise bei Audits, und die von Qualitätssystemen geforderte Aufbewahrungszeit (z. B. mehrere Jahre für die Automobil-Industrie), die eine komplizierte und aufwändige Archivierung der Daten erforderlich macht.

Aufgabenstellung

[0006] Es stellte sich daher die Aufgabe, die Werksprüfzeugnisse aussagekräftiger und besser auswertbar zu gestalten und gleichzeitig den Aufwand für deren Erstellung, Auswertung und Archivierung zu minimieren.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Halbleiterscheibe mit einer Kennzeichnung, die die Halbleiterscheibe eindeutig identifiziert und mit einem Werksprüfzeugnis, das Daten enthält, die die Halbleiterscheibe charakterisieren, wobei das Werksprüfzeugnis in digitaler Form auf einem Datenträger gespeichert vorliegt und über die Kennzeichnung eindeutig der Halbleiterscheibe zuzuordnen ist.

[0008] Die Halbleiterscheibe kann beliebige Eigenschaften aufweisen: Sie kann beispielsweise einen beliebigen Durchmesser und beliebige Oberflächenbeschaffenheit haben, beispielsweise einseitig poliert, doppelseitig poliert, mit einer epitaktischen Schicht versehen etc.

[0009] Die Halbleiterscheibe ist eindeutig identifizierbar, beispielsweise durch eine mit Hilfe eines Lasers aufgebrachte Beschriftung oder einen Code.

[0010] Zu der Halbleiterscheibe gehört ein individuelles Werksprüfzeugnis, das alle wichtigen (typischerweise vom Kunden spezifizierten) an der betreffenden Halbleiterscheibe gemessenen Daten enthält. Dazu zählen beispielsweise Daten über Bulk-Eigenschaften, Geometrie, Nanotopologie oder auf der Scheibenoberfläche detektierte Lichtstreuungszentren (LPDs).

[0011] Erfindungsgemäß liegt dieses Werksprüfzeugnis nicht in Papierform vor, sondern in digitaler Form, gespeichert auf einem Datenträger, vorzugsweise auf einem zentralen Rechner im Computer-Netzwerk des Herstellers der Halbleiterscheibe. Das Werksprüfzeugnis kann der dazugehörigen Halbleiterscheibe mittels deren Kennzeichnung, die

der Halbleiterscheibe eine unverwechselbare Identität, z. B. eine eindeutige Nummer, gibt, zugeordnet werden. Durch die Speicherung in digitaler Form wird die Archivierung, Übermittlung und Auswertung der Werksprüfzeugnisse deutlich vereinfacht.

[0012] Der Vorteil des auf eine einzelne Halbleiterscheibe bezogenen Werksprüfzeugnisses ist, dass ganz gezielt die Parameter bestimmter Halbleiterscheiben untersucht werden können, wenn im Bauelement-Prozess ein Ausbeute-Problem an einigen wenigen Halbleiterscheiben auftritt. Es hat sich herausgestellt, dass auch ein Parameter, der innerhalb der Spezifikation liegt, durchaus zu einem Problem führen kann.

[0013] Beispielsweise kann ein Parameter, der nur knapp innerhalb der Spezifikation liegt, durch Wechselwirkung mit einem anderen Parameter, der ebenfalls knapp innerhalb der Spezifikation liegt, zu Ausfällen führen. Beispielsweise kann eine spezifikationsgerechte, aber schon in der Nähe des spezifizierten Grenzwerts liegende Partikelbelastung (LPDs) im Normalfall unkritisch für die Ausbeute des Bauelement-Prozesses sein. Kommt dazu aber noch eine ebenfalls nur knapp spezifikationsgerechte Kantenform, die von der idealen Form in einer ungünstigen Richtung abweicht, kann dies zu Problemen bei der Bauelemente-Herstellung führen. Beispielsweise kann die nicht ideale Kantenform dazu führen, dass in einem Film, der während des Bauelement-Prozesses aufgebracht wird, im Kantenbereich leicht erhöhte mechanische Spannungen auftreten. Dies wiederum kann zur Folge haben, dass einige wenige Partikel abplatzen, die dann in Summe mit den bereits vorher auf der Halbleiterscheibe vorhandenen Partikeln zum Bauelement-Ausfall im Randbereich der Halbleiterscheibe führen. In einem derartigen Fall kann nur bei Kenntnis der scheibenindividuellen Parameter eine intelligente Communality-Analyse unter Einbeziehung der Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Parametern durchgeführt werden, um die Ausfallursache aufzuspüren. Wenn die Ausfallursache nicht im Bauelement-Prozess liegt, sondern in den Eigenschaften der Halbleiterscheibe, ist dies die einzige Möglichkeit, die den Ausfall verursachenden Parameter aufzuspüren. Entsprechend kann mit dieser Erkenntnis dann die zu große Variation der beteiligten Parameter eingeeengt werden, um die Ausbeute beim Bauelement-Prozess zu verbessern.

[0014] Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch eine Mehrzahl von Halbleiterscheiben, die zu einem Produktionslos gehören und gemeinsam in einem Behälter verpackt sind, wobei der Behälter eine Kennzeichnung aufweist, die die in ihm verpackte Mehrzahl von Halbleiterscheiben eindeutig identifiziert, mit einem Werksprüfzeugnis, das Daten enthält, die das Produktionslos charakterisieren, und wobei das Werksprüfzeugnis in digitaler Form auf einem Datenträger

gespeichert vorliegt und über die Kennzeichnung eindeutig den in dem Behälter verpackten Halbleiterscheiben zuzuordnen ist.

[0015] Als Produktionslos wird eine Mehrzahl von Halbleiterscheiben (typischerweise zwischen 50 und 500) bezeichnet, die aus demselben Stab hergestellt wurden und im Lauf ihrer Herstellung in identischer Art und Weise bearbeitet werden bzw. wurden. Im Fall eines auf ein Produktionslos bezogenen Werksprüfzeugnisses ist es ausreichend, die Behälter, in denen die Halbleiterscheiben des Produktionsloses verpackt werden, eindeutig zu kennzeichnen, sodass die Behälter und damit ihr Inhalt eindeutig einem bestimmten Produktionslos, d. h. beispielsweise einer Los-Nummer, zugeordnet werden können. Es spricht aber nichts dagegen, zusätzlich die Halbleiterscheiben mit einer individuellen Kennzeichnung zu versehen.

[0016] Die Art der Daten unterscheidet sich prinzipiell nicht zwischen dem auf eine individuelle Scheibe bezogenen Werksprüfzeugnis und dem auf ein Produktionslos bezogenen Werksprüfzeugnis. Beim losbezogenen Werksprüfzeugnis können die Daten je nach Prozessschritt von einer Messung einer beliebigen Stichprobe des Produktionsloses, einer Mittelung über mehrere derartige Messungen oder einer Messung an allen Halbleiterscheiben des Produktionsloses stammen.

[0017] Der Vorteil des losbezogenen Werksprüfzeugnisses liegt im erheblich geringeren Aufwand und in der deutlich kleineren Datenmenge verglichen mit dem scheibenindividuellen Werksprüfzeugnis. Beispielsweise ist es beim losbezogenen Werksprüfzeugnis nicht zwingend erforderlich, an 100 % der Halbleiterscheiben Messungen durchzuführen. Sind die Halbleiterscheiben für einen unkritischen, robusten Bauelement-Prozess vorgesehen, so ist dem losbezogenen Werksprüfzeugnis daher der Vorzug zu geben. In diesem Fall reicht es aus, Stichproben mit statistisch signifikanter Aussage zu messen.

[0018] Das Werksprüfzeugnis wird in beiden Fällen dem Kunden, d. h. dem Käufer der Halbleiterscheiben, vor oder nach der Auslieferung der Halbleiterscheiben vorzugsweise auf elektronischem Weg übermittelt. Beispielsweise wird eine gesicherte Verbindung über das Internet zwischen dem Computer-Netzwerk des Herstellers mit dem des Kunden hergestellt und das Werksprüfzeugnis über diese Verbindung übermittelt. In diesem Fall erhält der Kunde auf elektronischem Weg umfangreiche Informationen über die gemessenen Daten, die er z. B. mit Daten aus seinem Bauelemente-Prozess korrelieren kann, um auf diese Weise Potentiale für Ausbeute-Verbesserungen durch Anpassung der Spezifikation zu erschließen.

[0019] Gegenstand der Erfindung ist auch ein erstes Verfahren zur Herstellung und Auslieferung von Halbleiterscheiben mit Werksprüfzeugnis, umfassend folgende Schritte:

- a) Herstellung eines Stabs bestehend aus Halbleitermaterial,
- b) Herstellung einer Vielzahl von Halbleiterscheiben durch Auftrennen des Stabs,
- d) Versehen jeder einzelnen Halbleiterscheibe mit einer Kennzeichnung, die die Halbleiterscheibe eindeutig identifiziert,
- e) Messung von definierten Parametern an jeder einzelnen Halbleiterscheibe und Speicherung der durch die Messung erhaltenen Daten in digitaler Form auf einem Datenträger,
- f) Verpacken jeweils einer Mehrzahl von Halbleiterscheiben in einen gemeinsamen Behälter,
- h) Erstellung eines digitalen Werksprüfzeugnisses für jede einzelne Halbleiterscheibe des Behälters aus den gemessenen Daten, wobei das Werksprüfzeugnis über die Kennzeichnung eindeutig einer bestimmten Halbleiterscheibe zuzuordnen ist, und Speicherung des Werksprüfzeugnisses in digitaler Form auf einem Datenträger,
- i) Versenden des Behälters an einen Käufer und
- j) Übermittlung der Werksprüfzeugnisse auf elektronischem Weg an den Käufer.

[0020] Bei diesem Verfahren wird für jede einzelne Halbleiterscheibe ein individuelles, auf die betreffende Halbleiterscheibe bezogenes Werksprüfzeugnis erstellt.

[0021] In anderen Fällen reicht es wie bereits dargelegt aus, dem Käufer der Halbleiterscheiben ein auf das Produktionslos bezogenes Werksprüfzeugnis zu übermitteln.

[0022] Daher bezieht sich die Erfindung auch auf ein zweites Verfahren zur Herstellung und Auslieferung von Halbleiterscheiben mit Werksprüfzeugnis, umfassend folgende Schritte:

- a) Herstellung eines Stabs bestehend aus Halbleitermaterial,
- b) Herstellung einer Vielzahl von Halbleiterscheiben durch Auftrennen des Stabs,
- c) Zusammenfassung jeweils einer Mehrzahl von Halbleiterscheiben zu einem Produktionslos, wobei alle Halbleiterscheiben des Produktionsloses in der gleichen Art und Weise weiter bearbeitet werden,
- e) Messung von definierten Parametern an ausgewählten oder allen Halbleiterscheiben des Produktionsloses und Speicherung der durch die Messung erhaltenen Daten in digitaler Form auf einem Datenträger,
- f) Verpacken der Halbleiterscheiben des Produktionsloses in einen oder mehrere Behälter,
- g) Versehen jedes Behälters mit einer Kennzeichnung, die das Produktionslos eindeutig identifiziert,

ziert,

- h) Erstellung eines digitalen Werksprüfzeugnisses für das Produktionslos aus den gemessenen Daten, wobei das Werksprüfzeugnis über die Kennzeichnung des Behälters eindeutig einem bestimmten Produktionslos zuzuordnen ist, und Speicherung des Werksprüfzeugnisses in digitaler Form auf einem Datenträger,
- i) Versenden des in Behälter verpackten Produktionsloses an einen Käufer und
- j) Übermittlung der Werksprüfzeugnisse auf elektronischem Weg an den Käufer.

[0023] Die sich entsprechenden Schritte sind in beiden Verfahren mit denselben Buchstaben gekennzeichnet. Im Folgenden werden die einzelnen Verfahrensschritte gemeinsam für beide Verfahren und unter Einbeziehung bevorzugter Ausführungsformen näher erläutert:

Die Herstellung des Stabs in Schritt a) erfolgt mittels der im Stand der Technik bekannten Verfahren. Soll ein einkristalliner Halbleiterstab hergestellt werden, was bevorzugt ist, sind dies beispielsweise das Tiegelziehverfahren nach Czochralski oder das tiegelfreie Float-Zone-Verfahren. Der Stab kann aus einem beliebigen Halbleitermaterial bestehen, beispielsweise aus Silicium, und einen beliebigen Durchmesser aufweisen. Üblich sind im Fall des Siliciums Durchmesser von 75 bis 300 mm.

[0024] Der Stab wird nach seiner Herstellung in Schritt a) und gegebenenfalls nachdem er durch Rundscheifen in eine exakte, z. B. zylindrische Form gebracht wurde, in Schritt b) unter Verwendung einer aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtung, beispielsweise einer Drahtgattersäge (engl. „multi wire saw“, MWS) oder einer Innenlochsäge, in eine Vielzahl von Scheiben aufgetrennt.

[0025] In der Regel wird eine gewisse Anzahl von Halbleiterscheiben je nach Umfang eines von einem Kunden eingegangenen Auftrags zu einem Produktionslos zusammengefasst. (Dies ist beim zweiten Verfahren als Schritt c) zwingend erforderlich, da sich das später erstellte Werksprüfzeugnis in diesem Fall auf das gesamte Produktionslos bezieht.) Ein Produktionslos kann, muss aber nicht, einen kompletten Stab umfassen. In der Regel entspricht ein Produktionslos einem Stabstück. Das gesamte Produktionslos wird anschließend bis zur Versendung zum Kunden den gleichen Verfahrensschritten unterworfen, sodass alle zu einem Produktionslos gehörenden Halbleiterscheiben im Wesentlichen identisch weiterverarbeitet werden und am Ende im Wesentlichen gleiche Eigenschaften aufweisen.

[0026] Die Halbleiterscheiben können danach je nach beabsichtigter Verwendung eine Vielzahl von Bearbeitungsschritten durchlaufen, beispielsweise Reinigungsschritte, mechanische Planarisierungs-

schritte (z. B. Lappen, Schleifen – einseitig oder beidseitig), Kantenbearbeitungsschritte (Kantenverrundung, Kantenpolitur), Ätzschritte, Polierschritte (einseitig oder beidseitig) oder die Aufbringung einer oder mehrerer epitaktischer Schichten. Es können auch zusätzliche Schritte eingefügt werden, einzelne Schritte können entfallen, die Reihenfolge der Schritte kann vertauscht werden oder bestimmte Schritte können mehrmals unmittelbar nacheinander oder unterbrochen durch andere Schritte durchgeführt werden.

[0027] In Schritt d) des Verfahrens wird die Halbleiterscheibe mit einer Kennzeichnung versehen, die es erlaubt, die Halbleiterscheibe eindeutig zu identifizieren. Dieser Schritt ist für das erste Verfahren zwingend erforderlich, da in diesem Fall eine eindeutige Identifizierbarkeit jeder Halbleiterscheibe gewährleistet sein muss. Für das zweite Verfahren ist eine Kennzeichnung jeder einzelnen Halbleiterscheibe bevorzugt, aber nicht unbedingt erforderlich. Die Kennzeichnung kann beispielsweise ein Strichcode oder eine Beschriftung sein, der bzw. die mit Hilfe eines Lasers aufgebracht wird. Eine Identifizierung der Halbleiterscheibe ist im Fall des Strichcodes mit einem Strichcode-Lesegerät, im Fall einer Beschriftung durch Texterkennung (OCR) möglich. Schritt d) kann zu einem geeigneten Zeitpunkt nach Schritt b) und vor Schritt f) erfolgen. Er kann an einer geeigneten Stelle vor, zwischen oder nach den zuvor genannten Bearbeitungsschritten durchgeführt werden. Die Kennzeichnung kann beispielsweise frühzeitig, z. B. nach einem ersten mechanischen Planarisierungsschritt, oder spät, z. B. nach einer Politur der Halbleiterscheiben, aufgebracht werden.

[0028] Vorzugsweise werden die erfindungsgemäßen Verfahren bis zur Kennzeichnung der Halbleiterscheiben in Schritt d) so durchgeführt, dass bereits der Stab nach seiner Herstellung in Schritt a) entweder mit einem eindeutigen Kennzeichen versehen oder seine Position im Produktionsablauf so verfolgt wird, dass der Stab jederzeit eindeutig identifizierbar ist, und dass alle aus einem Stab in Schritt b) hergestellten Halbleiterscheiben bis zur Kennzeichnung in Schritt d) im Produktionsablauf so verfolgt werden, dass ihre Zuordnung zu dem Stab, aus dem sie hergestellt wurden, jederzeit möglich ist. Außerdem ist bevorzugt, die Position jeder einzelnen Halbleiterscheibe im Produktionsablauf von Anfang an exakt zu verfolgen, sodass es nicht zur Verwechslung von Halbleiterscheiben kommen kann und die Identität jeder einzelnen Halbleiterscheibe von Anfang an exakt feststeht. Diese Verfolgung erfolgt vorzugsweise durch ein elektronisches Materialverfolgungssystem für die Halbleiterstäbe und Halbleiterscheiben. Ein Mittel zur Identifizierung der Halbleiterscheiben vor ihrer Kennzeichnung ist beispielsweise die elektronische Verfolgung ihrer jeweiligen Position in den zum Transport oder zur Bearbeitung verwendeten Behäl-

tern (Horden) in Verbindung mit einer Kennzeichnung oder Verfolgung der Behälter, die eine Verwechslung der Behälter ausschließt. Beispielsweise können die Behälter mit einem Transponder versehen sein, der berührungslos ausgelesen werden kann und die zur Identifizierung des Behälters notwendige Information enthält. Nach der unverwechselbaren Kennzeichnung der Halbleiterscheiben kann eine Verwechslung von Halbleiterscheiben entweder weiterhin durch Materialverfolgung (ggf. mit gelegentlichen Kontrollen durch Auslesen der Kennzeichnung) oder durch Auslesen der Kennzeichnung bei jedem Bearbeitungsschritt ausgeschlossen werden.

[0029] In Schritt e) werden festgelegte Parameter aller Halbleiterscheiben oder ausgewählter Halbleiterscheiben eines Produktionsloses gemessen und die Messergebnisse in digitaler Form auf einem Datenträger abgespeichert, vorzugsweise auf einem zentralen Rechner im Computer-Netzwerk des Herstellers der Halbleiterscheibe. Die Abspeicherung erfolgt vorzugsweise in einer entsprechend konfigurierter Mess-Datenbank auf eine Art und Weise, die eine eindeutige Zuordnung aller gespeicherten Daten zu einzelnen Halbleiterscheiben (im Fall des ersten Verfahrens) oder zum Produktionslos (im Fall des zweiten Verfahrens) erlaubt. Messungen können vor oder nach beliebigen Bearbeitungsschritten sowie vor oder nach der Kennzeichnung der Halbleiterscheiben bis zur endgültigen versandfertigen Verpackung in Schritt f) erfolgen. Gemessen werden beispielsweise Bulk-Eigenschaften, Geometrie, Nanotopologie oder auf der Scheibenoberfläche befindliche Lichtstreuungszentren (LPDs).

[0030] Nicht zerstörende Messungen können bei bis zu 100 % der Halbleiterscheiben durchgeführt werden. Im Bulk sind dies beispielsweise der Sauerstoffgehalt oder der Widerstand. Auch die Geometrieparameter können zerstörungsfrei gemessen werden, z. B. Warp, Bow, Dicke, GBIR, SBIR, SFQD, STIR, vorder- oder rückseitenbezogen, mit entsprechend definierter Site-Größe (z. B. 25 mm × 25 mm), Site-Pattern und Randausschluss (z. B. 2 mm). Bei den lokalen Geometrie-Messungen ist es für das scheibenindividuelle Werksprüfzeugnis auch möglich, nicht nur den typischen Maximalwert (z. B. $SFQR_{max}$) abzuspeichern, sondern die Messwerte aller Sites. Auch die Nanotopologie (bezogen auf das Site-Pattern, z. B. 2 mm × 2 mm) kann zerstörungsfrei gemessen werden. Die Bestimmung der Kantenparameter wie Facettenlänge oder Radius erfolgt in der Regel mit optischen Methoden. Die Zahl der LPDs kann abhängig von ihrer Größe, z. B. > 0,06 µm, > 0,09 µm, > 0,12 µm oder > 0,2 µm, durch Lichtstreuungsmessungen ermittelt werden.

[0031] Darüber hinaus gibt es zerstörende Messungen, die nur auf Stichprobenbasis vorgenommen werden können, wie z. B. die Bestimmung der Ober-

flächenkontamination mit Metallen durch VPD-ICP-MS oder VPD-TXRF.

[0032] Vorzugsweise werden nicht nur die Messergebnisse abgespeichert, sondern der gesamte zeitliche Bearbeitungsablauf für jeden Stab und jede Halbleiterscheibe (im Fall des ersten Verfahrens) oder jedes Produktionslos (im Fall des zweiten Verfahrens) einschließlich der individuellen für die Bearbeitung verwendeten Vorrichtungen. Vorzugsweise erfolgt die Erfassung und Speicherung aller Daten im Rahmen eines zertifizierten Qualitätssystems (wie z. B. QS 9000). Vorzugsweise werden für die wichtigsten Bearbeitungsschritte und Messungen, besonders bevorzugt für alle Bearbeitungsschritte und Messungen, folgende Daten erfasst und in digitaler Form gespeichert:

- Der Zeitpunkt oder Zeitraum (Datum und Uhrzeit), in dem eine Halbleiterscheibe oder ein Produktionslos mit welcher individuellen Bearbeitungs- oder Messvorrichtung (z. B. Drahtsäge, Läppmaschine, Nanotopologie-Messgerät; eindeutig identifizierbar über eine geräteindividuelle Identifikationsnummer) bearbeitet oder untersucht wurde.
- Die Vorrichtungs- und Prozess-Parameter der Bearbeitungs- oder Messvorrichtung zur Zeit der Bearbeitung oder Messung der Halbleiterscheibe oder des Produktionsloses.
- Der aktuelle Wartungszustand der Bearbeitungs- oder Messvorrichtung zur Zeit der Bearbeitung oder Messung der Halbleiterscheibe oder des Produktionsloses (z. B. bezüglich der Wartungsintervalle).
- Der Zustand der SPC (Statistische Prozesskontrolle) zur Zeit der Bearbeitung oder Messung der Halbleiterscheibe oder des Produktionsloses. Der Zustand der Prozess-SPC gibt beispielsweise wieder, ob der Prozess zum Zeitpunkt der Bearbeitung der betroffenen Halbleiterscheiben nahe der Ziellinie lief oder ob er nur knapp innerhalb der Warn Grenzen lief und zu einem späteren Zeitpunkt, nachdem die betroffenen Halbleiterscheiben die Anlage verlassen haben, eine Prozess-Korrektur nötig war. In ähnlicher Weise gibt die Mess-SPC den Zustand eines Messgeräts wieder.
- Die Chargenbezeichnung der für die Bearbeitung der Halbleiterscheibe oder des Produktionsloses eingesetzten Hilfsstoffe (z. B. Chemikalien, Poliertücher, Verpackungen).

[0033] Der Hauptvorteil der Speicherung des gesamten zeitlichen Bearbeitungsablaufs besteht darin, dass beim Auftreten von Fehlern oder im Fall von Kundenreklamationen im Zuge der Ursachenforschung auf elektronischem Weg umfassende Recherchen und Analysen bezüglich möglicher Fehlerursachen durchgeführt werden können. Beispielsweise kann auf einfache Weise ermittelt werden, ob be-

stimmte Scheiben mit einer Vorrichtung bearbeitet oder gemessen wurden, die zum Zeitpunkt der Bearbeitung oder Messung zwar noch im grünen Bereich, aber bereits nahe an den Warn Grenzen arbeitete.

[0034] In Schritt f) wird jeweils eine Mehrzahl von Halbleiterscheiben in einem gemeinsamen Behälter verpackt. Ein Behälter, beispielsweise ein Transportbehälter gemäß dem Stand der Technik, weist beispielsweise 25 Fächer für einzelne Halbleiterscheiben auf. Der Behälter wird anschließend in der Regel in einer aus mehreren Hüllen bestehenden, stoßdämpfenden, luftdichten Umverpackung verpackt, bevor er an den Kunden versandt wird.

[0035] In Schritt g), der für das zweite Verfahren zwingend notwendig, für das erste Verfahren jedoch optional ist, wird jeder Behälter mit einer Kennzeichnung versehen, die das Produktionslos, zu dem die verpackten Scheiben gehören, eindeutig identifiziert. Die Kennzeichnung kann entweder spezifisch für den Inhalt eines bestimmten Behälters oder für ein ganzes Produktionslos sein. Die Kennzeichnung kann direkt auf dem Behälter oder auf einer oder mehreren Hüllen der Umverpackung (in der Regel auf der äußeren Hülle) oder auf beiden aufgebracht sein.

[0036] Schritt h) umfasst die Erstellung eines digitalen Werksprüfzeugnisses aus den in Schritt e) abgespeicherten Messdaten. Beim ersten Verfahren wird für jede einzelne Halbleiterscheibe ein individuelles Werksprüfzeugnis erstellt, das der zugehörigen Halbleiterscheibe über deren eindeutige Kennzeichnung zugeordnet werden kann. Beim zweiten Verfahren wird dagegen für jedes Produktionslos nur ein gemeinsames Werksprüfzeugnis erstellt, das den Halbleiterscheiben des Produktionsloses über die Kennzeichnung des Behälters (oder auch über die individuelle Kennzeichnung der Halbleiterscheiben, falls vorhanden) zugeordnet werden kann. Das Werksprüfzeugnis wird in digitaler Form auf einem Datenträger abgespeichert, vorzugsweise auf einem zentralen Rechner im Computer-Netzwerk des Herstellers der Halbleiterscheibe. Schritt h) kann zu einem beliebigen Zeitpunkt nach Abschluss der letzten notwendigen Messung in Schritt e) erfolgen. Die Erstellung der Werksprüfzeugnisse erfolgt vorzugsweise bei der Versandverpackung vor dem Versenden. Vorzugsweise erfolgt die Erstellung automatisch durch ein geeignetes Computerprogramm, nachdem sie durch Einlesen der Kennzeichnung des Behälters angestoßen wurde.

[0037] In Schritt i) wird der Behälter, in der Regel gemeinsam mit mehreren weiteren Behältern, an den Käufer der Halbleiterscheiben, d. h. an den Kunden, versandt. Die Versendung kann zu einem beliebigen Zeitpunkt nach der Verpackung der Halbleiterscheiben in Schritt f) und ggf. Kennzeichnung der Behälter in Schritt g) erfolgen.

[0038] In Schritt j) werden die Werksprüfzeugnisse bzw. wird das Werksprüfzeugnis auf elektronischem Weg an den Käufer der Halbleiterscheiben übermittelt. Beispielsweise wird eine gesicherte Verbindung über das Internet (z. B. sog. „Extranet“, das nur für den Hersteller und den Käufer zugänglich ist) zwischen dem Computer-Netzwerk des Herstellers mit dem des Kunden hergestellt und das Werksprüfzeugnis über diese Verbindung übermittelt. Eine weitere Übertragungsmöglichkeit ist der direkte gesicherte Versand von einem Rechner des Herstellers der Halbleiterscheiben an einen Rechner des Kunden. Der Kunde kann anschließend automatische Plausibilitätsprüfungen an den Daten des Werksprüfzeugnisses vornehmen und sie vollautomatisch in seine eigene Datenbank übernehmen. Das Werksprüfzeugnis kann auch mittels einer verschlüsselten E-Mail übermittelt werden. Die Übermittlung kann zu einem beliebigen Zeitpunkt nach der Erstellung des Werksprüfzeugnisses oder der Werksprüfzeugnisse in Schritt h) erfolgen.

Patentansprüche

1. Halbleiterscheibe mit einer Kennzeichnung, die die Halbleiterscheibe eindeutig identifiziert und mit einem Werksprüfzeugnis, das Daten enthält, die die Halbleiterscheibe charakterisieren, wobei das Werksprüfzeugnis in digitaler Form auf einem Datenträger gespeichert vorliegt und über die Kennzeichnung eindeutig der Halbleiterscheibe zuzuordnen ist.

2. Halbleiterscheibe gemäß Anspruch 1, wobei das Werksprüfzeugnis auf elektronischem Weg vom Hersteller der Halbleiterscheibe an einen Käufer der Halbleiterscheibe übermittelt wird.

3. Mehrzahl von Halbleiterscheiben, die zu einem Produktionslos gehören und gemeinsam in einem Behälter verpackt sind, wobei der Behälter eine Kennzeichnung aufweist, die die in ihm verpackte Mehrzahl von Halbleiterscheiben eindeutig identifiziert, mit einem Werksprüfzeugnis, das Daten enthält, die das Produktionslos charakterisieren, und wobei das Werksprüfzeugnis in digitaler Form auf einem Datenträger gespeichert vorliegt und über die Kennzeichnung eindeutig den in dem Behälter verpackten Halbleiterscheiben zuzuordnen ist.

4. Mehrzahl von Halbleiterscheiben gemäß Anspruch 3, wobei das Werksprüfzeugnis auf elektronischem Weg vom Hersteller der Halbleiterscheiben an einen Käufer der Halbleiterscheiben übermittelt wird.

5. Verfahren zur Herstellung und Auslieferung von Halbleiterscheiben mit Werksprüfzeugnis, umfassend folgende Schritte:

- a) Herstellung eines Stabs bestehend aus Halbleitermaterial,
- b) Herstellung einer Vielzahl von Halbleiterscheiben

durch Auftrennen des Stabs,

d) Versehen jeder einzelnen Halbleiterscheibe mit einer Kennzeichnung, die die Halbleiterscheibe eindeutig identifiziert,

e) Messung von definierten Parametern an jeder einzelnen Halbleiterscheibe und Speicherung der durch die Messung erhaltenen Daten in digitaler Form auf einem Datenträger,

f) Verpacken jeweils einer Mehrzahl von Halbleiterscheiben in einen gemeinsamen Behälter,

h) Erstellung eines digitalen Werksprüfzeugnisses für jede einzelne Halbleiterscheibe des Behälters aus den gemessenen Daten, wobei das Werksprüfzeugnis über die Kennzeichnung eindeutig einer bestimmten Halbleiterscheibe zuzuordnen ist, und Speicherung des Werksprüfzeugnisses in digitaler Form auf einem Datenträger,

i) Versenden des Behälters an einen Käufer und

j) Übermittlung der Werksprüfzeugnisse auf elektronischem Weg an den Käufer.

6. Verfahren zur Herstellung und Auslieferung von Halbleiterscheiben mit Werksprüfzeugnis, umfassend folgende Schritte:

a) Herstellung eines Stabs bestehend aus Halbleitermaterial,

b) Herstellung einer Vielzahl von Halbleiterscheiben durch Auftrennen des Stabs,

c) Zusammenfassung jeweils einer Mehrzahl von Halbleiterscheiben zu einem Produktionslos, wobei alle Halbleiterscheiben des Produktionsloses in der gleichen Art und Weise weiter bearbeitet werden,

e) Messung von definierten Parametern an ausgewählten oder allen Halbleiterscheiben des Produktionsloses und Speicherung der durch die Messung erhaltenen Daten in digitaler Form auf einem Datenträger,

f) Verpacken der Halbleiterscheiben des Produktionsloses in einen oder mehrere Behälter,

g) Versehen jedes Behälters mit einer Kennzeichnung, die das Produktionslos eindeutig identifiziert,

h) Erstellung eines digitalen Werksprüfzeugnisses für das Produktionslos aus den gemessenen Daten, wobei das Werksprüfzeugnis über die Kennzeichnung des Behälters eindeutig einem bestimmten Produktionslos zuzuordnen ist, und Speicherung des Werksprüfzeugnisses in digitaler Form auf einem Datenträger,

i) Versenden des in Behälter verpackten Produktionsloses an einen Käufer und

j) Übermittlung der Werksprüfzeugnisse auf elektronischem Weg an den Käufer.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 5 oder 6, wobei der Stab nach seiner Herstellung in Schritt

- a) entweder mit einem eindeutigen Kennzeichen versehen oder seine Position im Produktionsablauf so verfolgt wird, dass der Stab jederzeit eindeutig identifizierbar ist, und wobei alle aus einem Stab in Schritt
- b) hergestellten Halbleiterscheiben bis zur Kenn-

zeichnung in Schritt d) im Produktionsablauf so verfolgt werden, dass ihre Identifizierung sowie ihre Zuordnung zu dem Stab, aus dem sie hergestellt wurden, jederzeit möglich ist.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei für jeden Stab und jede Halbleiterscheibe der gesamte zeitliche Bearbeitungsablauf einschließlich der individuellen für die Bearbeitung verwendeten Vorrichtungen erfasst und in digitaler Form auf einem Datenträger gespeichert wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen