

BAUTEILHANDHABUNG MIT BAUTEILINSPEKTION

Beschreibung

5

Hintergrund

Hier sind eine Bauteilhandhabungsvorrichtung und ein entsprechendes Verfahren beschrieben. Details dieser Bauteilhandhabung sind in den Ansprüchen definiert; auch die Beschreibung und die Zeichnung enthalten relevante Angaben zur Bauteilhandhabungsvorrichtung und zur Funktionsweise sowie zu Varianten der Bauteilhandhabungsvorrichtung.

10

Hier sind auch eine Bauteilinspektionsvorrichtung und ein entsprechendes Verfahren beschrieben. Details dieser Bauteilinspektion sind in den Ansprüchen definiert; auch die Beschreibung und die Zeichnung enthalten relevante Angaben zur Bauteilinspektion und zur Funktionsweise sowie zu Varianten der Bauteilinspektionsvorrichtung.

15

Ein Bauteil ist hier zum Beispiel ein elektronisches Bauteil, auch als "chip" oder "die" bezeichnet. Ein solches Bauteil hat in der Regel eine prismatische Gestalt, einen im Wesentlichen polygonalen, zum Beispiel viereckigen (rechteckigen oder quadratischen) Querschnitt mit mehreren Mantelflächen sowie eine Stirn- oder Deckfläche bzw. einer oberen und unteren Deckfläche. Die Mantelflächen des Bauteils sind nachfolgend synonym als Seitenflächen bezeichnet. Das Bauteil kann auch eine von vier abweichende Anzahl von Mantelflächen haben. Ein Bauteil kann auch ein elektronisches und/oder optisches Bauteil (Prisma, Spiegel, Linse, etc.) sein oder umfassen. Insgesamt kann ein Bauteil jede geometrische Form haben.

20

Aus der betrieblichen Praxis der Anmelderin sind so genannte Aufnehm- und Absetzvorrichtungen bekannt, in denen Bauteile mittels eines Aufnahmewerkzeugs von einem Substrat aufgenommen und anschließend auf einem Träger oder in einem Transportbehälter oder dergl. abgelegt werden. Vor dem Ablegen des Bauteils wird dieses inspiziert. Dazu werden Abbildungen einer oder mehrerer Seitenflächen des Bauteils mit einer oder mehreren Kameras aufgenommen und mittels automatisierter Bildverarbeitung ausgewertet.

25

Die EP 1 470 747 B1 betrifft eine Chipentnahmevorrichtung, ein Chipentnahmesystem, ein Bestückungssystem sowie ein Verfahren zum Entnehmen und Weiterverarbeiten von Chips. Die Chips werden von einem Wafer entnommen und zu einer Übergabeposition transportiert und gleichzeitig gewendet. Diese Chipentnahmevorrichtung zum Entnehmen von Chips von strukturierten Halbleiter-Wafern ist ausgestattet mit einem drehbaren Entnahmewerkzeug zum Entnehmen der Chips von dem Wafer und zum Wenden der entnommenen Chips um

30

180° um ihre Längs- oder Querachse, und einem drehbaren Wendewerkzeug zum erneuten Wenden der entnommenen Chips um 180° um ihre Längs- oder Querachse, welches mit dem Entnahmewerkzeug zusammenwirkt. Das Entnahmewerkzeug hat eine erste Übergabeposition und das Wendewerkzeug hat eine zweite Übergabeposition, an welchen die Chips zur Weiterverarbeitung an einen Bestückkopf übergebbar sind.

Die EP 0 906 011 A2 betrifft eine Vorrichtung zum Entnehmen und Bestücken von elektrischen Bauelementen auf einem Substrat. Die Vorrichtung umfasst eine drehbare Übergabe-
einrichtung, die an einer Aufnahmeposition die elektrischen Bauelemente aus einem Zuführ-
modul entnimmt und an einer ersten Übergabeposition einem Saugband zur Weiterverarbei-
tung übergibt. Mittels eines drehbaren Bestückkopfes werden die Bauelemente vom Saug-
band aufgenommen und zu einer zweiten Übergabeposition transportiert.

Die WO 02/054480 A1 betrifft eine Vorrichtung zum optischen Inspizieren verschiedener
Oberflächen eines zu montierenden Chips. Die Vorrichtung umfasst eine erste, obere Trans-
portscheibe, die dazu eingerichtet ist, die Chips aus einer Zuführeinheit zu entnehmen und
zu einer ersten Übergabeposition zu transportieren. Die Chips werden in Saugöffnungen ge-
halten, welche an der Mantelfläche der oberen Transporttrommel ausgebildet sind, und
durch Drehen der oberen Transportscheibe bewegt. Die Vorrichtung weist weiterhin eine
entsprechend der oberen Transportscheibe ausgebildete zweite, untere Transportscheibe
auf, welche die entnommenen Chips an der ersten Übergabeposition aufnimmt und zu einer
zweiten Übergabeposition transportiert. Die Vorrichtung ermöglicht eine Inspektion der
Chips, indem seitlich neben den Transportscheiben Kameras angeordnet sind, um die Ober-
und Unterseite der Chips inspizieren. Die Chips werden relativ zur ursprünglichen Ausrich-
tung ungewendet an eine Sortiervorrichtung zur Weiterverarbeitung übergeben.

Die US 4,619,043 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Entnehmen und An-
bringen von elektronischen Bauteilen, insbesondere Chips, auf einer Leiterplatte. Die Vor-
richtung umfasst ein Beförderungsmittel zum Aufnehmen der Chips in Aufnahmeeinheiten
und zum Transprotieren der aufgenommenen Chips zu einer ersten Übergabeposition. Das
Beförderungsmittel weist dabei eine Beförderungskette und ein drehbares Kettenrad auf,
welche zusammen im Eingriff stehen. Die Vorrichtung umfasst weiterhin ein drehbares Befes-
tigungswerkzeug mit Bestückköpfen zum Aufnehmen der Chips an der ersten Übergabeposi-
tion. Das Befestigungswerkzeug ist weiterhin dazu eingerichtet, mittels einer Drehbewegung
die aufgenommenen Chips zu einer zweiten Übergabeposition zu befördern, wobei sie ge-
wendet werden.

Die JP 2-193813 betrifft eine Vorrichtung zum Aufnehmen und zum Wenden von elektroni-

5 schen Komponenten, welche durch Prüfvorrichtungen inspiziert werden. Die Vorrichtung umfasst eine Zufuhreinheit, aus welcher chipartige elektronische Bauteile durch einen ersten rotierenden Körper entnommen und an dessen Umfang angeordnet werden. Durch eine Drehbewegung des rotierenden Körpers werden die elektronischen Bauteile zu einer ersten Übergabeposition transportiert, wodurch diese um ihre Längs- oder Querachse gewendet werden. Die Vorrichtung umfasst weiterhin einen zweiten rotierenden Körper, welcher die entnommenen elektronischen Bauteile an der ersten Übergabeposition aufnimmt und zu einer zweiten Übergabeposition transportiert. Dabei erfolgt ein weiteres Wenden der elektronischen Bauteile um deren Längs- oder Querachse. Die Vorrichtung ermöglicht unterschiedliche Seiten der Bauteile zu inspizieren.

15 Weiterer technologischer Hintergrund ist den Dokumenten EP 3 336 024 A1, EP 1 588 402 B1, WO 2017/220 245 A1, WO 2019/039 568 A1, JP 502 94 39 A, KR 2017 001 86 07 A, JP 2018 077 083 A, JP 599 98 59 B1, US 9,261,463 B2, WO 2018/110 500 A1, WO 2019/009 381 A1, WO 2016/080 162 A1, WO 2019/039 552 A1, KR 2012 096 37 B1, EP 2 075 829 B1, JP 59 75 556 B1, WO 2014 112 041 A1, WO 2015 083 211 A1, WO 2017 022 074 A1, WO 2013/108 398 A1, WO 2013/084 298 A1, WO 2012/073 285 A1, US 9,510,460 B2, JP 49 11 714 B2, US 7,191,511 B2, JP 55 10 923 B2, JP 57 83 652 B2, JP 2007 095 725 A, JP 2012 116 529 A, JP 2001-74664 A, JP 1-193630 A, US 5,750,979, DE 199 13 134 A1, JP 8 227 904 A zu entnehmen.

Technisches Problem

Beim Ablösen eines (Halbleiter-)Bauteils von einem Substrat /einer Waferfolie und das Aufnehmen des Bauteils durch das Aufnahmewerkzeug (zum Beispiel Unterdruck-Pipette)

25 kommt es zu Lagetoleranzen des Bauteils am Aufnahmewerkzeug. Diese Streuung von Position und Rotation der Bauteile am Aufnahmewerkzeug wird durch eine Vielfalt von Parametern beeinflusst: Adhäsion zwischen Bauteil und Substrat / Waferfolie, Hubhöhe einer Nadel um das Bauteil vom Substrat / der Waferfolie zu lösen, Position der Nadel bezogen auf das Zentrum des Bauteils, Gegenkraft des Aufnahmewerkzeugs, Position des Aufnahmewerkzeugs zum Zentrum des Bauteils beim Aufnehmen des Bauteils, Intensität des Unterdrucks am Aufnahmewerkzeug, zur Verfügung stehende Zeit, um den Unterdruck zum Aufnehmen des Bauteils aufzubauen, Beschaffenheit der Oberfläche des Bauteils zum Aufnahmewerkzeug hin, Beschaffenheit der Oberfläche des Aufnahmewerkzeugs, etc.

30

35 Des Weiteren steigen die Anforderungen der Industrie, immer kleinere Defekte an Bauteilen optisch erkennen zu können. Die optische Erkennung von Defekten ist mit angepassten Objektiven und einer darauf abgestimmten Beleuchtung der zu inspizierenden Bauteile zwar

möglich. Allerdings gelangen bei der notwendigen Abbildungsschärfe und der damit einhergehenden kleiner werdenden Schärfentiefe die verfügbaren Objektive an ihre Grenzen.

- Wegen der Streuung der Positionen der Bauteile am Aufnahmewerkzeug und der geringen Schärfentiefe der Objektive ist die Qualität der optischen Inspektion eingeschränkt. An unscharf abgebildeten Bauteilen werden Defekte mit einer niedrigeren Wahrscheinlichkeit erkannt. Damit werden fehlerhafte Bauteile fälschlicherweise nicht als funktionsuntüchtig erkannt und weiterverarbeitet / verpackt.
- 10 Konventionelle Lösungen dieses Problems sehen eine der optischen Auswertung vorgeschaltete Zentrierstation für das Bauteil zur Erhöhung der Qualität der optischen Bauteilinspektion vor. Dabei werden die X- und Y-Position und die Rotation des Bauteils vermessen. Anschließend werden die X- und Y-Position und die Rotation des Bauteils korrigiert, indem das Aufnahmewerkzeug in X- und Y-Richtung verlagert und gedreht wird. Bei dieser Lösung muss
- 15 jedes Aufnahmewerkzeug zusätzlich mit einem rotatorischen Antrieb ausgestattet sein oder das Aufnahmewerkzeug ist so ausgeführt, dass ein Antrieb in jedes Aufnahmewerkzeug eingreifen kann. Alternativ wird das Aufnahmewerkzeug gedreht und die Auswerte-Kamera in X- und Y-Richtung relativ zum Bauteil verlagert. Eine weitere herkömmliche Variante sieht vor, das Bauteil auf einem Träger abzulegen, die X- und Y-Position und die Rotation des Bauteils
- 20 auf dem Träger auszurichten, und dann das Bauteil mit dem Aufnahmewerkzeug wieder von dem Träger aufzunehmen. Bei diesem erneuten Aufnehmen des Bauteils von dem Träger besteht die Gefahr, dass das Bauteil erneut relativ zum Aufnahmewerkzeug verrutscht.

- Systeme zur visuellen Kontrolle elektronischer Bauteile an allen (vier) Mantelflächen (und ggf. einer oder beider Deckflächen) – siehe oben – haben entweder zwei oder mehr zusammenwirkende Transportkörper (z.B. -Räder, -Sterne, -Bänder), oder aufwendige Anordnungen von Bildgebungssystemen. Bei zwei oder mehr Transportkörpern müssen die elektronischen Bauteile von einem auf den anderen Transportkörper übergeben und zur visuellen Kontrolle erneut ausgerichtet werden. Diese Lösungen sind aufwendig und im Durchsatz (Anzahl der kontrollierten elektronischen Bauteile pro Zeiteinheit) beschränkt.
- 25
- 30

Die hier vorgestellte Lösung soll eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte, präzise Handhabung von Bauteilen sowie deren Inspektion bei hohem Durchsatz ermöglichen.

35 Vorgeschlagene Lösung

Hier werden eine Vorrichtung und ein Verfahren angegeben. Die Vorrichtung weist wenigstens ein an einer Wendeeinrichtung angeordnetes Aufnahmewerkzeug auf und dient zum Ausrichten und optischen Inspizieren eines an einem jeweiligen der Aufnahmewerkzeuge be-

findlichen Bauteils. Das Aufnahmewerkzeug ist dazu bestimmt und eingerichtet, das jeweilige Bauteil an einer seiner Deckflächen aufzunehmen. Die Wendeeinrichtung ist dazu bestimmt und eingerichtet, das Aufnahmewerkzeug in einer Wendeebene um eine Wendearchse zu rotieren und dabei das am Aufnahmewerkzeug befindliche Bauteil von einer Aufnahme-
5 optional in wenigstens eine Orientierungspositionen, optional in wenigstens eine Inspektionspositionen, zu einer Absetzposition, und optional in eine Auswurfposition zu fördern.

Die Vorrichtung ist dazu bestimmt und eingerichtet, Bauteile mit mehreren optisch zu inspizierenden Seitenflächen zu handhaben. Dazu weist die Vorrichtung eine der Aufnahme-
10 tion zugewandte Halte- und Zuführeinrichtung für einen Bauteilevorrat auf. Dieser Bauteilevorrat kann ein (Folien-)Substrat sein, an dessen, dem Aufnahmewerkzeug zugewandten Seite, sich die Bauteile voneinander vereinzelt befinden. Eine Austrageeinrichtung ist dazu bestimmt und eingerichtet, jeweils eines der Bauteile von dem in der Halte- und Zuführeinrichtung befindlichen Bauteilevorrat in Richtung oder zu dem jeweiligen, in der Aufnahme-
15 position befindlichen Aufnahmewerkzeug zu fördern.

Die Halte- und Zuführeinrichtung ist dazu bestimmt und eingerichtet, alle oder nur das jeweils abzugebende Bauteil des Bauteilevorrats relativ zu dem in der Aufnahme-
20 position befindlichen Aufnahmewerkzeug so auszurichten, dass eine oder jede optisch zu inspizierende Mantelfläche des Bauteils, die einen spitzen Winkel mit der Wendeebene einschließt, einen Winkel von etwa 30° bis etwa 60° mit der Wendeebene einschließt, oder eine oder jede optisch zu inspizierende Mantelfläche des Bauteils, die einen stumpfen Winkel mit der Wendeebene einschließt, einen Winkel von etwa 120° bis etwa 150° mit der Wendeebene einschließt. So können zum Beispiel die Seitenflächen des Bauteils mit den orthogonalen Haupt-
25 Ausrichtungs-Achsen X, Y der Vorrichtung fluchten, während die Wendeebene der Vorrichtung in oder parallel zu einer Winkelhalbierenden der X, Y - Achsen orientiert ist.

Eine derartige Anordnung hat nur eine Wendeeinrichtung, die sich in nur einer Wendeebene dreht. Relativ zu dieser Wendeebene ist das Bauteil so von der Aufnahme-
30 position zu der Absetzposition in einer winkligen Orientierung zu fördern. Damit ist es möglich, das Bauteil an dem Aufnahmewerkzeug in diese winklige Orientierung auszurichten, und dann an seinen Seitenflächen / deren Kanten optisch zu inspizieren, ohne eine Komponente einer optischen Inspektionseinrichtung in eine Wende- oder Transportbahn des Bauteils einbringen zu müssen. Mit anderen Worten ist keine der Seitenflächen des Bauteils parallel oder rechtwinklig zu
35 der einen Wendeebene ausgerichtet.

Eine derartige Anordnung ermöglicht zudem eine schnellere Wartung und insbesondere Justierung der Vorrichtung sowie insbesondere der Aufnahmewerkzeuge unmittelbar vor Inbe-

triebnahme der Vorrichtung, da die Wendeeinrichtung und mit ihr zusammenwirkende Komponenten einfacher zugänglich sind. Komponenten und Baugruppen müssen zu Wartungs- oder Justierungszwecken nicht extra entfernt werden. So sind beispielsweise die Saugpipetten der Aufnahmewerkzeuge in Bezug auf bildgebende Einrichtungen regelmäßig zu justieren
5 oder aufgrund von Verschleiß bzw. unterschiedlicher Eigenschaften der zu handhabenden Bauteile auszutauschen. Dies erlaubt insgesamt einen höheren Durchsatz an zu handhabenden/inspizierenden Bauteilen.

10 Neben oder anstelle der oben genannten Aufnahmeposition, Orientierungsposition, Inspektionsposition, Absetzposition, und Auswurfposition sind an weiteren Positionen noch weitere Prozessstationen möglich, zum Beispiel eine elektrische Teststation oder eine Klebstoffdüse.

Durch die hier vorgeschlagene Anordnung ist die Zugänglichkeit zu der Wendeeinrichtung verbessert, da diese entlang ihres Umfangs praktisch frei ist. Dies ist im Gegensatz zu be-
15 kannten Anordnungen zu sehen, bei denen oberhalb der Wendeeinrichtung der Bauteilvorrat, und unterhalb der Wendeeinrichtung die Empfangseinrichtung den Zugang zu der Wendeeinrichtung einschränkt, von der Rückseite die Steuerung und die Versorgungsleitungen den Zugang zu der Wendeeinrichtung einschränken, und am radial äußeren Umfang der Wendeeinrichtung angeordnete Prozessstationen den Zugang einschränken.

20 Die Transportbahn des Bauteils liegt zwischen zwei parallelen Kanten des Bauteils, welche zwischen einer unteren und einer oberen Deckfläche des Bauteils verlaufen. Diese Kanten enden jeweils in einander gegenüberliegenden Ecken der unteren und der oberen Deckfläche. Diese zwei parallelen Kanten liegen in einer Ebene quer zu der Wendeebene. Die
25 Transportbahn des Bauteils liegt in der Wendeebene oder parallel (koplanar) dazu.

Dabei eilt eine – zur Mittellängsachse des Aufnahmewerkzeug zumindest annähernd parallel orientierte – Seitenkante des Bauteils zwei an diese Seitenkante angrenzenden Seitenflächen des Bauteils voraus auf der Wende- oder Transportbahn des Bauteils entlang des Umfangs
30 der Wendeeinrichtung von der Aufnahmeposition bis zu der Absetzposition oder bis zur Auswurfposition. Durch die winkelige Anordnung der Seitenflächen des Bauteils zu der Wendeebene ist es möglich, die Seitenflächen inspizieren zu können, ohne dass hierdurch in der Wendeebene und der Transportbahn des Bauteils eine (zeitweilige) Störkontur in Gestalt einer Inspektionsvorrichtung oder einer Ausrichtungsvorrichtung vorzusehen wäre.

35 Dies ist im Unterschied zu sehen zu bekannten Anordnungen mit zum Beispiel zwei rechtwinklig zueinander versetzten Wendeeinrichtungen, wobei das Bauteil von einer zur anderen Wendeeinrichtung übergeben und das Bauteil im Verlauf des Vorgangs in Bezug auf seine

Stirn- und Bodenfläche gewendet wird. Bei dieser bekannten Anordnung werden auch alle Seitenflächen eines in der Draufsicht viereckigen Bauteils inspiziert. Hier stehen aufgrund der zwei Wendeeinrichtungen zwei Wendeebenen zur Verfügung. In jeder Wendeebene können nur jeweils zwei gegenüberliegende Seitenflächen ohne Störkontur inspiziert werden, da die
5 jeweils zwei Seitenflächen der Bauteile zur jeweiligen Wendeebene fluchten und jeweils zwei Seitenflächen der Bauteile rechtwinklig zur jeweiligen Wendeebene orientiert sind.

Das Aufnahmewerkzeug ist dazu eingerichtet und bestimmt, ein Bauteil aufzunehmen, das vier optisch zu inspizierende Seitenflächen hat. Entlang der Transportbahn des Bauteils entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung sind in einer Variante zwei Paare optischer Bauteil-
10 Inspektionseinrichtungen angeordnet, die mit ihrer optischen Achse in einer winkligen Anordnung außerhalb der Transportbahn des Bauteils entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung angeordnet sind. Dabei ist die Transportbahn des Bauteils im Wesentlichen kreissegmentförmig (etwa halbkreisförmig von der Aufnahme position (0°) bis zur Absetzposition
15 (180°), und optional etwa dreiviertelkreisförmig bis zur Auswurfposition (z.B. 240° oder 270°).

Bei der hier vorgestellten Vorrichtung können die (zum Beispiel zwei) bildgebenden Einrichtungen und deren (zum Beispiel zwei) Beleuchtungseinrichtungen (bei vier zu inspizierenden
20 Seitenflächen des Bauteils) in einer X-Anordnung auf (zum Beispiel zwei) getrennte Inspektionspositionen in derselben Wendeebene an einer Wendereinrichtung verteilt angeordnet sein. Dies reduziert die Durchlaufzeit (und erhöht den Durchsatz). In dieser Variante bieten sich Durchlicht-Beleuchtungseinrichtungen an.

25 In einer anderen Variante der X-Anordnung sind an einer einzigen Inspektionsposition vier bildgebende Einrichtungen auf die vier zu inspizierenden Seitenflächen des Bauteils gerichtet, und den bildgebenden Einrichtungen sind jeweils Beleuchtungseinrichtungen zugeordnet, die mit einem Lichtspektrum oder mehreren Lichtspektren die jeweilige zu inspizierende Seitenfläche beleuchten.

30 Die vorgestellte Vorrichtung ist insbesondere auch von Vorteil für Infrarot-Durchlicht-Inspektion mit der bildgebenden Einrichtung gegenüberliegender Infrarot-(IR)-Beleuchtung. Diese Anordnung erlaubt eine Reduzierung der Taktzeit, da ein radialer (Z-) Hub des Bauteils in Radialrichtung des Aufnahmewerkzeugs bezogen auf die Drehachse der Wendeeinrichtung
35 nur an der Orientierungsposition erforderlich ist, um das Bauteil an dem Aufnahmewerkzeug in eine zentrierte Position auszurichten. Dieser radiale (Z-) Hub kann zeitgleich zum radialen (Z-) Hub anderer an der Wendeeinrichtung befindlicher Bauteile, zum Beispiel an der Auf-

nahmeposition und/oder der Absetzposition erfolgen, da in dieser Zeit die Wendeeinrichtung ohnehin zumindest kurzzeitig oder annähernd steht.

5 Die hier vorgestellte Vorrichtung ist platz- und aufwandssparend, da sie nur eine Wendeeinrichtung benötigt um die Seitenflächen eines Bauteils zu inspizieren und das Bauteil zu wenden. Die hier vorgestellte Vorrichtung eignet sich für Bauteilgrößen mit einer Kantenlänge von z.B. 0,3 mm bis z.B. 12x12x2,5 mm. Somit kann die hier vorgestellte Vorrichtung gegenüber bekannten Vorrichtungen ein großes Spektrum unterschiedlich großer Bauteile handhaben und/oder inspizieren.

10

Die optionale Auswurfposition dient dazu, ein als nicht in Ordnung inspiziertes Bauteil aus dem Prozess zum Beispiel mit einem Absauger zu entfernen.

15

Die optionale Orientierungsposition dient dazu, sofern das Bauteil nicht mit der für die Inspektion erforderliche Genauigkeit auf das Aufnahmewerkzeug zu fördern ist, die Lage und Orientierung des Bauteils an dem Aufnahmewerkzeug mit entsprechenden Schiebern oder Greifern zu korrigieren. Dazu ist eine Vorrichtung zum Ausrichten des Bauteils dazu bestimmt und eingerichtet, das Bauteil relativ zu einem Zentrum des Aufnahmewerkzeugs in wenigstens einer Achsen-Richtung und einer Dreh-Richtung auszurichten.

20

In dieser Vorrichtung kann das Bauteil von der Aufnahmeposition zu der Absetzposition in einer winkligen Orientierung der Seitenflächen relativ zur Wendeebene befördert werden, während die Wende- oder Transportbahn des Bauteils entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung von Komponenten optischer Bauteil-Inspektionseinrichtungen frei/unbeeinträchtigt ist.

25

30 In einer Variante dieser Vorrichtung sind alternativ oder kumulativ an jeder Inspektionsposition als optische Bauteil-Inspektionseinrichtungen zwei bildgebende Einrichtungen und deren Beleuchtungseinrichtungen in einer X-Anordnung derart verteilt angeordnet, dass mit der ersten Beleuchtungseinrichtung und der ersten bildgebenden Einrichtung eine erste Seitenfläche des Bauteils zu inspizieren ist, und mit der zweiten Beleuchtungseinrichtung und der zweiten bildgebenden Einrichtung eine zweite, an die erste angrenzende Seitenfläche zu inspizieren ist. Dabei können sich die optischen Pfade (Strahlengänge) der beiden bildgebenden Einrichtungen an der Stelle X-förmig kreuzen oder schneiden, an der das an dem Aufnahmewerkzeug befindliche Bauteil in der Inspektionsposition positioniert wird.

35

In einer Variante dieser Vorrichtung ist alternativ oder kumulativ das Aufnahmewerkzeug dazu eingerichtet und bestimmt, das Bauteil aufzunehmen, welches vier optisch zu inspizieren-

de Seitenflächen hat. Entlang der Transportbahn des Bauteils sind zwei Paare optischer Bauteil-Inspektionseinrichtungen angeordnet, die in einer winkelligen Anordnung außerhalb der Transportbahn des Bauteils entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung angeordnet sind, wobei die Transportbahn im Wesentlichen kreissegmentförmig ist.

5

In einer Variante dieser Vorrichtung sind alternativ oder kumulativ als Beleuchtungseinrichtungen zur Infrarot-Durchlicht-Inspektion den bildgebenden Einrichtung jeweils eine ihnen gegenüberliegende Infrarot-(IR)-Beleuchtungseinrichtung zugeordnet, wobei jede Beleuchtungseinrichtung durch eine Steueranordnung zu aktivieren ist, wenn sich das Aufnahmewerkzeug mit dem Bauteil im Erfassungsbereich der jeweiligen bildgebenden Einrichtung befindet, oder die Beleuchtungseinrichtungen dauerhaft aktiviert sind.

10

In einer Variante dieser Vorrichtung dient alternativ oder kumulativ die Orientierungsposition dazu, die Lage und Orientierung des Bauteils an dem Aufnahmewerkzeug zu korrigieren, wobei eine Vorrichtung zum Ausrichten des Bauteils vorgesehen, dazu bestimmt und eingerichtet ist, das Bauteil relativ zu einem Zentrum des Aufnahmewerkzeugs in wenigstens einer zur Wendebahn winkelligen Orientierung und/oder in einer Dreh-Richtung relativ zur Mittellängsachse des Aufnahmewerkzeugs und/oder des Bauteils auszurichten.

15

In einer Variante dieser Vorrichtung hat alternativ oder kumulativ die Vorrichtung zum Ausrichten zwei aufeinander zu und voneinander weg bewegliche Schieber, die zueinander orientierte Schiebeabschnitte aufweisen, die dazu bestimmt und eingerichtet sind, an zwei einander gegenüber liegenden, ersten Seiten- oder Mantelflächen des an dem Aufnahmewerkzeug befindlichen Bauteils zumindest abschnittsweise zur Anlage zu kommen, um das Bauteil auszurichten.

20
25

In einer Variante dieser Vorrichtung sind alternativ oder kumulativ die Schieber dazu bestimmt und eingerichtet, das Bauteil in einer zu wenigstens einem der beiden Schiebeabschnitte orientierten Richtung zu einer Inspektionsposition hinzuschieben und hinzudrehen, während das Aufnahmewerkzeug das Bauteil hält.

30

In einer Variante dieser Vorrichtung hat diese 8, 16, 24, 32, 48 oder mehr Aufnahmewerkzeuge, die in gleichen Winkelabständen entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung angeordnet sind, welche eine kreis(-ring)- oder sternförmige Gestalt aufweist. Hierbei hat sich bisher eine Variante dieser Vorrichtung mit 24 Aufnahmewerkzeugen als vorteilhaft hinsichtlich Größe, Zugänglichkeit der einzelnen Positionen und Geschwindigkeit herausgestellt.

35

- In einer Variante dieser Vorrichtung ist an der Aufnahmeposition des Bauteils vom in der Halte- und Zuführeinrichtung befindlichen Bauteilevorrat, der Orientierungsposition zum Zentrieren und Ausrichten des Bauteils am Aufnahmewerkzeug, und/oder der Absetzposition zum Absetzen des Bauteils jeweils eine Hubeinrichtung vorgesehen, um jeweils einen radialen
- 5 (Z-) Hub des Aufnahmewerkzeugs radial von der Drehachse der Wendeeinrichtung weg in Richtung des in der Halte- und Zuführeinrichtung befindlichen Bauteilevorrat zum Aufnehmen des Bauteils, der Vorrichtung zum Zentrieren und Ausrichten des Bauteils, und/oder der Empfangseinrichtung zum Absetzen des Bauteils zu bewirken.
- 10 In einer Variante dieser Vorrichtung hat die Hubeinrichtung alternativ oder kumulativ für den radialen (Z-) Hub jeweils einen Servomotor oder eine Nocken/Kipphebel-Anordnung an der jeweiligen Position, um das Aufnahmewerkzeug gesteuert in Längsrichtung des Aufnahmewerkzeugs zu verfahren.
- 15 In einer Variante dieser Vorrichtung ist die Wendeeinrichtung mittels eines Linearantriebs längs der Wendeachse der Wendeeinrichtung gesteuert zu verfahren, um ein Bauteil an der Aufnahmeposition positionsgenau von dem Bauteilevorrat zu empfangen und/oder um ein Bauteil an der Absetzposition positionsgenau abzusetzen.
- 20 Ein Verfahren zum Handhaben von Bauteilen mit mehreren Seitenflächen und/oder Kanten der Seitenflächen hat die Schritte: Bereitstellen eines Bauteilevorrats in einer Halte- und Zuführeinrichtung für den Bauteilevorrat, so dass dieser einer Aufnahmeposition zugewandt ist, Fördern jeweils eines der Bauteile mittels einer Austragseinrichtung von dem in der Halte- und Zuführeinrichtung befindlichen Bauteilevorrat in Richtung oder zu dem jeweiligen, in der
- 25 Aufnahmeposition befindlichen Aufnahmewerkzeug, Aufnehmen eines der Bauteile mittels wenigstens einem an einer Wendeeinrichtung angeordneten Aufnahmewerkzeug an einer Deckfläche des Bauteils, Rotieren des Aufnahmewerkzeugs in einer Wendeebene um eine Wendeachse, Fördern des am Aufnahmewerkzeug befindlichen Bauteils von einer Aufnahmeposition optional in eine oder mehrere Orientierungspositionen, optional in eine oder mehrere
- 30 Inspektionspositionen, zu einer Absetzposition, und optional in eine Auswurfposition, Ausrichten des Bauteilevorrats in der Halte- und Zuführeinrichtung so, dass zumindest das jeweils abzugebende Bauteil relativ zu dem in der Aufnahmeposition befindlichen Aufnahmewerkzeug eine Mantelfläche des Bauteils, die einen spitzen Winkel mit der Wendeebene einschließt, einen Winkel von etwa 30° bis etwa 60° mit der Wendeebene einschließt, oder eine
- 35 Mantelfläche des Bauteils, die einen stumpfen Winkel mit der Wendeebene einschließt, einen Winkel von etwa 120° bis etwa 150° mit der Wendeebene einschließt.

Diese vorstehend genannten Mantelflächen des Bauteils können dann in der / den Inspektionsposition / en optisch inspiziert werden, und/oder in der / den Orientierungspositionen ausgerichtet werden.

- 5 In einer weiteren Ausgestaltung hat eine Vorrichtung zum Inspizieren von Bauteilen mit wenigstens einer Deckfläche, mehreren zu inspizierenden Seitenflächen und/oder Kanten der Seitenflächen wenigstens ein an einer Wendeeinrichtung angeordnetes Aufnahmewerkzeug für jeweils eines der Bauteile. Das Aufnahmewerkzeug ist dazu bestimmt und eingerichtet, das jeweilige Bauteil an seiner Deckfläche aufzunehmen. Die Wendeeinrichtung ist dazu bestimmt und eingerichtet, mit dem Aufnahmewerkzeug das Bauteil in einer Wendeebene entlang einer Transportbahn um eine Wendeachse zu rotieren, und dabei ein am Aufnahmewerkzeug befindliches, winkelig zu der Wendebahn oder der Wendeebene ausgerichtetes Bauteil in eine Inspektionsposition zu fördern. In der Inspektionsposition sind als optische Bauteil-Inspektionseinrichtung eine erste und eine zweite bildgebende Einrichtung zueinander winklig so angeordnet, dass mit der ersten bildgebenden Einrichtung eine erste Seitenfläche oder Kante des in der Inspektionsposition befindlichen Bauteils zu inspizieren ist, und mit der zweiten bildgebenden Einrichtung eine zweite, an die erste angrenzende Seitenfläche oder Kante des in der Inspektionsposition befindlichen Bauteils zu inspizieren ist.
- 10 15 20 In einer Variante dieser Vorrichtung sind alternativ oder kumulativ entlang der Transportbahn des Bauteils zwei Paare optischer Bauteil-Inspektionseinrichtungen angeordnet. Diese Bauteil-Inspektionseinrichtungen sind in jeweils einer winkelligen Anordnung außerhalb der Transportbahn des Bauteils entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung angeordnet, wobei die Transportbahn des Bauteils im Wesentlichen kreissegmentförmig ist.
- 25 In einer Variante dieser Vorrichtung sind alternativ oder kumulativ als Beleuchtungseinrichtungen zur Infrarot-Durchlicht-Inspektion den bildgebenden Einrichtungen jeweils eine ihnen gegenüberliegende Infrarot-(IR)- Beleuchtungseinrichtung zugeordnet. Jede Beleuchtungseinrichtung ist durch eine Steueranordnung zu aktivieren, wenn sich das Aufnahmewerkzeug mit dem Bauteil im Erfassungsbereich der jeweiligen bildgebenden Einrichtung befindet, oder die Beleuchtungseinrichtungen dauerhaft aktiviert sind.
- 30 35 In einer Variante dieser Vorrichtung sind alternativ oder kumulativ an zwei Inspektionspositionen jeweils zwei optische Bauteil-Inspektionseinrichtungen in Form bildgebender Sensoren und deren Beleuchtungseinrichtungen mit ihren optischen Pfaden in einer X-Anordnung derart angeordnet, dass die erste Beleuchtungseinrichtung auf die erste bildgebende Einrichtung gerichtet ist, und die zweite Beleuchtungseinrichtung auf die zweite bildgebende Einrichtung

gerichtet ist. Das Aufnahmewerkzeug ist dazu eingerichtet, das Bauteil in einen Bereich zu fördern, in dem sich die optischen Pfade kreuzen oder schneiden.

5 In einer Variante dieser Vorrichtung sind alternativ oder kumulativ in jeder der Inspektionspositionen jeweils zwei angrenzende Seitenflächen, mit anderen Worten zwei zueinander nicht parallele Seitenflächen, gleichzeitig optisch zu inspizieren, wenn sich das Bauteil an der entsprechenden Position befindet, ohne dass die bildgebenden Einrichtungen und/oder deren Beleuchtungseinrichtungen in den Transportweg des Bauteils eintauchen, oder das Bauteil an dem Aufnahmewerkzeug radial nach außen oder innen zu verfahren ist, um in den optischen
10 Pfad der bildgebenden Einrichtungen und deren Beleuchtungseinrichtungen zu gelangen.

In einer Variante dieser Vorrichtung ist alternativ oder kumulativ das Aufnahmewerkzeug an der Wendeeinrichtung dazu eingerichtet und bestimmt, das Bauteil aufzunehmen und mit seinen optisch zu inspizierenden Seitenflächen entlang der Transportbahn des Bauteils durch
15 wenigstens ein oder zwei der Paare optischer Bauteil-Inspektionseinrichtungen hindurch zu fördern, die dazu eingerichtet und bestimmt sind, jeweils zwei aneinander grenzende Seitenflächen zu inspizieren.

In einer Variante dieser Vorrichtung ist alternativ oder kumulativ das Bauteil mit Durchlicht und/oder mit Auflicht zu inspizieren, indem als Beleuchtungseinrichtungen den bildgebenden Einrichtungen jeweils eine Infrarot-(IR)-Durchlicht- oder Auflicht-Beleuchtungseinrichtung zugeordnet ist, die jeweils auf die Stelle orientiert sind, an der sich die zu inspizierenden Seitenflächen des Bauteils in der jeweiligen Inspektionsposition befinden.

25 In einer Variante dieser Vorrichtung ist alternativ oder kumulativ das Bauteil in einer zu der Transportbahn winkligen Orientierung zu fördern, wobei an den Inspektionspositionen jeweils zwei bildgebende Einrichtungen und ihre Beleuchtungseinrichtungen vorgesehen sind, denen jeweils eine Umlenkeinrichtung für den optischen Strahlengang zugeordnet ist. In einer Variante dieser Vorrichtung sind alternativ oder kumulativ mittels entsprechender Linear-
30 antriebe die bildgebenden Einrichtungen, ihre Beleuchtungseinrichtungen und/oder die Umlenkeinrichtungen in und aus der Transportbahn des Bauteils zu verfahren. In einer Variante dieser Vorrichtung sind alternativ oder kumulativ die Umlenkeinrichtungen vollständig oder teilweise umlenkend/reflektierend ausgestaltet, und sind in der vollständig in die Transportbahn des Bauteils eingefahrenen Position radial unter das zu inspizierende Bauteil (zwischen
35 zwei benachbarten Aufnahmewerkzeugen) einzufahren.

In einer Variante dieser Vorrichtung ist alternativ oder kumulativ für einen Auflicht-Bildeinzug zur Inspektion der Seitenflächen oder Kanten des Bauteils, bezogen auf eine Seitenfläche

oder Kante des Bauteils auf der Seite der bildgebenden Einrichtung, eine Beleuchtungseinrichtung vorgesehen.

5 In einer Variante dieser Vorrichtung ist alternativ oder kumulativ für einen Aufsicht-Bildeinzug zur Inspektion der vom Aufnahmewerkzeug abliegenden Stirnfläche des Bauteils und/oder der Lage / Orientierung des Bauteils an dem Aufnahmewerkzeug die bildgebende Einrichtung und deren Beleuchtungseinrichtung (en mit ggf. unterschiedlicher Wellenlänge) und eine teilweise lichtdurchlässige Umlenkeinrichtung für den optischen Strahlengang von der bildgebenden Einrichtung zur Stirnfläche des Bauteils und/oder weitere Beleuchtungseinrichtungen, welche die Umlenkeinrichtung umgeben, angeordnet. Diese Anordnung dient zur Inspektion der Lage/Orientierung des Bauteils an dem Aufnahmewerkzeug. In einer Variante dieser Vorrichtung ist alternativ oder kumulativ mittels entsprechender Linearantriebe die bildgebende Einrichtung, die Beleuchtungseinrichtungen und ggf. auch die Umlenkeinrichtung relativ zum Bauteil zu verfahren.

15 In einer Variante ist diese Vorrichtung alternativ oder kumulativ ausgestattet mit zwei aufeinander zu und voneinander weg beweglichen Schiebern, die zum Beispiel parallel zueinander orientierte Schiebeabschnitte aufweisen. Diese beiden Schiebeabschnitte sind dazu bestimmt und eingerichtet, an zwei beispielsweise einander gegenüber liegenden, ersten Seitenflächen des an dem Aufnahmewerkzeug befindlichen Bauteils zumindest abschnittsweise zur Anlage zu kommen, um das Bauteil auszurichten.

20 In einer Variante sind die Schieber alternativ oder kumulativ dazu bestimmt und eingerichtet, das Bauteil in einer zu wenigstens einem der beiden Schiebeabschnitte zum Beispiel senkrechten Richtung zu einer Inspektionsposition hinzuschieben und hinzudrehen, während das Aufnahmewerkzeug das Bauteil (zum Beispiel mittels Unterdruck) hält.

30 An einer oder mehreren aufeinander folgenden optionalen Orientierungspositionen ist alternativ oder kumulativ jeweils zur ersten Vorrichtung zum Ausrichten des Bauteils ähnliche Vorrichtungen vorgesehen, um das Bauteil in weiteren Achsen-Richtungen und/oder Dreh-Richtungen auszurichten.

35 In einer Variante hat die hier vorgestellte Vorrichtung 8, 16, 24, 32, 36, 48 oder mehr Aufnahmewerkzeuge, die in gleichen Winkelabständen entlang des Umfangs einer kreisring- oder sternförmigen Wendeeinrichtung angeordnet sind.

Abhängig von den räumlichen Gegebenheiten und Abmessungen der einzelnen, der Vorrichtung zugeordneten Komponenten (Durchmesser der Wendeeinrichtung, Aufnahmewerkzeug,

Vorrichtung zum Ausrichten, Bildgebungseinrichtung, etc.) sind zum Beispiel in einer Variante mit 24 Aufnahmewerkzeugen entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung in einer

1. Position (0°) die Aufnahmeposition des Bauteils vom Substrat, in einer
2. Position (45°) eine Orientierungsposition zum Zentrieren und Ausrichten des Bauteils am Aufnahmewerkzeug, in einer
3. Position (60°) eine Inspektionsposition zur Kontrolle der Zentrierung und Ausrichtung des Bauteils am Aufnahmewerkzeug, in einer
4. Position (90°) eine Inspektionsposition zur optischen Inspektion zweier (zum Beispiel benachbarter) Seitenflächen des Bauteils, in einer
5. Position (105°) eine Inspektionsposition zur optischen Inspektion zweier weiterer (zum Beispiel benachbarter) Seitenflächen des Bauteils, in einer
6. Position (180°) eine Absetzposition zum Absetzen des Bauteils in einem Behälter oder einem anderen Substrat, und in einer
7. Position (240°) eine Auswurfposition zum Entfernen des Bauteils aus dem Prozess vorgesehen.

Die Grad-Angaben entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung sind als Beispiele zu verstehen.

- An der Aufnahmeposition des Bauteils vom Substrat, der Orientierungsposition zum Zentrieren und Ausrichten des Bauteils am Aufnahmewerkzeug, und der Absetzposition zum Absetzen des Bauteils wird jeweils ein radialer (Z-) Hub des Aufnahmewerkzeugs in Richtung des Substrats zum Aufnehmen des Bauteils, der Vorrichtung zum Zentrieren und Ausrichten des Bauteils, bzw. der Empfangseinrichtung zum Absetzen des Bauteils bewirkt.

- An den Inspektionspositionen zur optischen Inspektion bleibt das Bauteil am Aufnahmewerkzeug in einer jeweiligen radialen Ruhestellung, wird also nicht mit einem radialen (Z-) Hub des Aufnahmewerkzeugs radial von der Drehachse der Wendeeinrichtung weg bewegt. Bei einer Vorrichtung dieser Art sind in einer Variante den Aufnahmewerkzeugen der Wendeeinrichtung diesen zugeordnete Linearantriebe vorgesehen.

- Diese Linearantriebe greifen in die entsprechend positionierten Aufnahmewerkzeuge jeweils von außerhalb der Wendeeinrichtung ein und fahren das jeweilige Aufnahmewerkzeug radial aus- und ein. In einer anderen Variante fahren diese Linearantriebe das jeweilige Aufnahmewerkzeug lediglich aus, während eine Rückstellfeder das jeweilige Aufnahmewerkzeug einfährt. In einer weiteren Variante ist jedem der Aufnahmewerkzeuge ein bidirektionaler oder unidirektionaler Radialantrieb zugeordnet.

- Unter das Bauteil durch Hinschieben und Hindrehen zu einer Inspektionsposition ausrichten ist hier verstanden, dass die Schiebeabschnitte das Bauteil soweit an dem Aufnahmewerkzeug verlagern, dass das Bauteil sich in der nachfolgenden Inspektion möglichst innerhalb des Schärfetiefen-Bereichs der jeweiligen Kameraanordnung befindet. Dabei muss das Bauteil nicht in beiden Richtungen (X- Achse und Y-Achse) und in Drehrichtung (um die Z-Achse) exakt ausgerichtet sein. Es ist ausreichend, wenn das Bauteil mit seinen in der jeweiligen Inspektion betrachteten Seitenflächen und Deckfläche möglichst senkrecht zur optischen Achse der jeweiligen Kameraanordnung orientiert ist und vollständig innerhalb des Sichtfelds der jeweiligen Kameraanordnung ausgerichtet ist.
- 10 In einer Variante haben die ersten und / oder die zweiten Schieber jeweils einen Antrieb, um den Abstand der jeweiligen Schiebeabschnitte von den Aufnahmewerkzeugen der jeweiligen Wendeeinrichtung in radialer Richtung bezogen auf die Wendeachse zu verändern. So hat jeder Schieber einen eigenen Antrieb, um einen Abstand des jeweiligen Schiebeabschnitts
- 15 von einer Deckfläche der jeweiligen Aufnahmewerkzeuge längs der Richtung einer jeweiligen Längsmittelachse der Aufnahmewerkzeuge zu verändern. Auf diese Weise lassen sich die Orte einstellen, an denen die jeweiligen Schiebeabschnitte an den Seiten der Bauteile angreifen und zur Anlage kommen.
- 20 In einer weiteren Variante sind alternativ oder kumulativ die zusammenwirkenden Schieber an der Wendeeinrichtung dazu eingerichtet und bestimmt, sich gleichsinnig und zumindest annähernd synchron zu der jeweiligen Inspektionsposition der Bauteile hin oder von ihr weg zu bewegen. Auf diese Weise werden die Bauteile zu der jeweiligen Inspektionsposition hin geschoben und gedreht.
- 25 Ein Verfahren zum Inspizieren von Bauteilen mit wenigstens einer Deckfläche, mehreren zu inspizierenden Seitenflächen und/oder Kanten der Seitenflächen umfasst die Schritte: Bereitstellen eines an einer Wendeeinrichtung angeordneten Aufnahmewerkzeugs für jeweils eines der Bauteile, Aufnehmen eines Bauteils an seiner Deckfläche mittels des Aufnahmewerkzeugs in einer gewinkelten Orientierung zu einer Wendebahn oder Wendeebene, um das Bauteil in eine Inspektionsposition zu fördern, und Rotieren der Wendeeinrichtung mit dem Aufnahmewerkzeug, um das Bauteil in der Wendeebene entlang der Wendebahn zu der Inspektionsposition zu fördern, und Bereitstellen in der Inspektionsposition als optische Bauteil-
- 30 Inspektionseinrichtung eine erste und eine zweite bildgebende Einrichtung, die zueinander (und zu der in der Wendeebene) winklig angeordnet sind, und Inspizieren einer ersten Seitenfläche oder Kante des in der Inspektionsposition befindlichen Bauteils mit der ersten bildgebenden Einrichtung, Inspizieren einer zweiten, an die erste angrenzende Seitenfläche oder
- 35

Kante des in der Inspektionsposition befindlichen Bauteils mit der zweiten bildgebenden Einrichtung.

- 5 So bildet die hier vorgestellte Anordnung eine integrierte Handhabungs-/Inspektionseinrichtung. Bildgebende Sensoren inspizieren alle oder fast alle Deck- und/oder Seitenfläche(n) eines Bauteils und liefern dabei auch relevante Daten zur Positionierung der Aufnahmewerkzeuge (Manipulatoren, Aufnahmewerkzeug) und der Empfangsstellen.
- 10 Diese Einrichtung bildet somit einen Kern eines geschlossenen Maschinensystems mit der notwendigen prozesstechnischen Peripherie, zum Beispiel zur Bereitstellung der Bauteile (zum Beispiel auf einem Wafersubstrat) und Bauteil-Ablage (zum Beispiel in einem Taschen- oder Träger-Band).
- 15 Die hier vorgestellte Handhabungsvorrichtung übernimmt Bauteile von einem zum Beispiel horizontal im oberen Bereich der Handhabungsvorrichtung angeordneten Bauteilvorrat (Waferscheibe) mit einer zum Beispiel ortsfesten Austrageeinrichtung (Ausstoßeinheit). Relativ zu dieser Ausstoßeinheit bewegt sich der Bauteilvorrat in der Ebene. Die Ausstoßeinheit bewirkt durch eine Nadel oder berührungslos (z.B. durch einen Laserstrahl), dass die Bauteile einzeln
- 20 von dem Bauteilvorrat freikommen und von einem Aufnahmewerkzeug aufgenommen werden. Die ausgestoßenen Bauteile können mehreren Inspektionsprozessen nacheinander zugeführt und abschließend an der Absetzposition abgelegt werden. Die Begriffe: Empfangsstelle, Absetzposition und (Ablage-)Tasche werden hier gleichbedeutend verwendet. Als solche erkannte Schlechteile können dabei ausgeschleust werden. Die in den Übergabevorgang
- 25 integrierte optische Untersuchung des Bauteils gliedert sich in mehrere Untersuchungsvorgänge auf. Sie nutzt einen oder mehrere bildgebende Sensoren in Form von Kameraeinrichtungen zum optischen Erfassen von Deck- und/ oder Mantelfläche(n) eines Bauteils sowie der Positionen der Aufnahmewerkzeuge an den Empfangsstellen. Diese bildgebenden Sensoren sind dazu eingerichtet, in mehreren Untersuchungsvorgängen jeweils wenigstens ein
- 30 Bild einer der Deck- und/ oder Mantelflächen eines Bauteils zu erfassen. Die Förderung / der Transport der Bauteile geschieht, während die Aufnahmewerkzeuge der Wendeeinrichtung jeweils ein Bauteil halten. Ein gehaltenes Bauteil passiert während des Transports einzelne Untersuchungsvorgänge. Die erfassten (Bild-)Daten der bildgebenden Sensoren dienen dabei auch dazu, die Positionsregelung der Manipulatoren (Aufnahmewerkzeuge) und der Em-
- 35 pfangsstellen zu koordinieren. Die Bauteilförderung ist dazu eingerichtet, ein Bauteil im Wesentlichen kontinuierlich oder getaktet entlang seines Pfades zu fördern.

In einer Variante werden die Bauteile von einem horizontal orientierten Bauteilevorrat zu einer horizontal orientierten Ablage befördert. Es ist auch möglich, den Bauteilevorrat und die Ablage im Winkel zueinander zu orientieren, also zum Beispiel einen horizontal orientierten Bauteilevorrat und eine senkrecht orientierte Ablage vorzusehen.

5

Weiterhin sind in Varianten der Vorrichtung die Halte- und Zuführeinrichtung für den Bauteilevorrat und die Absetzposition, also zum Beispiel ein Band oder eine Palette mit Trägertaschen in unterschiedlichen (X-, Y-, Drehwinkel) Richtungen gesteuert und motorisch oder manuell zu verlagern. So kann das jeweilige Bauteil in der gewünschten Orientierung und Lage auf das Aufnahmewerkzeug bzw. in die Absetzposition gebracht werden.

10

Die hier vorgestellte Anordnung und Verfahrensweise kann funktional zwei Aspekte vereinen: Handhabung und Inspektion. Diese beiden Funktionen können zur schnellen und präzisen qualitativen Beurteilung mehrerer (bis zu sechs oder mehr) Seiten der Bauteile zeitlich und räumlich ineinander verwoben werden, während diese schnell aus dem Bauteilvorrat einzeln entnommen und durch die Inspektion als Gutteile klassifiziert an der oder den Empfangsstellen präzise abgesetzt werden.

15

Die Vorrichtung hat eine geregelt betriebene, in etwa stern- oder radförmige Wendeeinrichtung. Die Wendeeinrichtung hat in einer Variante eine mehreckige (polygonale) Gestalt. Diese Wendeeinrichtung trägt mehrere, in einigen Varianten auch zur Drehachse der Wendeeinrichtung radial verfahrbare Aufnahmewerkzeuge, um jeweils ein Bauteil an einem Aufnahmewerkzeug fixiert innerhalb eines Schwenkwinkels zwischen Bauteil-Aufnahme und -Abgabe einer oder mehreren Prozess-Stationen zur Positionierung, Inspektion, Schlechteilausschleusung und ggf. weiteren Stationen zuzuführen.

20

25

Bei der hier vorgestellten Vorrichtung trägt die stern- oder radförmige Wendeeinrichtung die Bauteile an radial nach außen weisenden Aufnahmewerkzeugen, die am gedachten Umfang der Wendeeinrichtung angeordnet sind. Dies ist im Unterschied zu solchen Vorrichtungen zu sehen, bei denen die Aufnahmewerkzeuge der Wendeeinrichtung parallel zur deren Drehachse orientiert sind.

30

Da abhängig von der Anzahl der Aufnahmewerkzeuge der Wendeeinrichtung gleichzeitig mehrere Bauteile an der Wendeeinrichtung aufgenommen sein können, finden die Untersuchungsvorgänge auch zeitgleich statt, wenn auch an unterschiedlichen Bauteilen.

35

Die in den einzelnen Untersuchungsvorgängen durch die bildgebenden Sensoren erfasste(n) (oberen/unteren) Deck- und/oder (seitlichen) Mantelfläche(n) eines Bauteils können voneinander abweichende Deck- und/oder Mantelflächen des Bauteils sein.

- 5 Ein Aspekt der optischen Inspektion sieht vor, dass die Bauteilförderung mit einem Bauteil den Bauteilpfad mit nur sehr kurzen Stillstandszeiten in den einzelnen Positionen absolviert. Dabei werden während der Bewegung oder während der minimalen Stillstandszeiten eine oder mehrere Deck- und/oder Mantelflächen eines Bauteils mit den bildgebenden Einrichtungen erfasst. Diese Bilder werden anschließend mit Methoden der Bildverarbeitung ausgewertet.
- 10 Eine Variante dieser optischen Erfassung / Untersuchung sieht vor, dass als bildgebende Einrichtungen eine oder mehrere Farb-bildgebende Sensoren oder Schwarzweiß-bildgebende Sensoren vorgesehen sind, wobei in einer Variante die Sensoren und die optischen Komponenten für bestimmte Licht-Wellenlängenbereiche, zum Beispiel Infrarotlicht oder Weißlicht oder UV-Licht optimiert sind.
- 15 Den bildgebenden Sensoren können dabei einen oder mehrere Spiegel, optische Prismen, Linsen oder dergl. als optische Komponenten zugeordnet sein.
- Den bildgebenden Sensoren können Strahlungs- oder Lichtquellen zugeordnet sein. Dabei
- 20 kann jede Strahlungs- oder Lichtquelle dazu eingerichtet sein, Licht / Strahlung mit einem unterschiedlichen Spektral- oder Wellenlängenbereich zur Beleuchtung zumindest eines Abschnitts des Bauteils abzugeben. Die Wellenlängenbereiche können zumindest teilweise voneinander abweichen, überlappen oder übereinstimmen. So kann zum Beispiel das Licht der ersten Lichtquelle rot, und das Licht der zweiten Lichtquelle kann blau sein. Es kann aber
- 25 auch die umgekehrte Zuordnung oder eine andere Wellenlängenpaarung (zum Beispiel infrarotes und sichtbares Licht) gewählt sein.
- Die Lichtquellen können durch eine Steueranordnung in dem Moment jeweils kurz eingeschaltet werden, wenn sich das Aufnahmewerkzeug mit dem Bauteil im jeweiligen Erfassungsbereich befindet, so dass die Deck- und/oder Mantelflächen des Bauteils mit einem kurzen Lichtblitz zur Erfassung durch den jeweiligen bildgebenden Sensor belichtet werden können. Alternativ kann eine dauerhafte Beleuchtung verwendet werden.
- 30 Der Vorrichtung ist in einer Variante eine Abgabeeinrichtung zugeordnet, die dazu eingerichtet ist, jeweils ein Bauteil aus dem strukturierten Bauteilvorrat an einen durch die Steuerung entsprechend positioniertes Aufnahmewerkzeug der Wendeeinrichtung abzugeben. Dies kann ein Bauteil-Ausstoßer sein, der das Bauteil durch die Waferträgerfolie hindurch mittels einer Nadel abstößt oder ein Laserpulsgeber, der die Haftkraft des Bauteils an der Trägerfolie

gezielt verringert und so das Bauteil von der Trägerfolie ablöst. Der Abgabeeinrichtung ist als bildgebende Einrichtung ein Lage- und/oder Eigenschaftssensor zugeordnet, der dazu eingerichtet ist, die Lage der Abgabeeinrichtung relativ zu dem abzugebenden Bauteil und/oder Lagedaten des abzugebenden Bauteils, und/oder Eigenschaften des abzugebenden Bauteils zu erfassen und für die Steuerung zum Betätigen der Abgabeeinrichtung zur Verfügung zu stellen.

Bei der Vorrichtung sind in einer Variante die Aufnahmewerkzeuge der Wendeeinrichtung dazu eingerichtet, radial zur Drehachse oder dem Drehzentrum der Wendeeinrichtung kontrolliert aus- und eingefahren zu werden, und/ oder zum Empfangen und Abgeben eines zu fördernden Bauteils kontrolliert mit Unterdruck und/oder Überdruck beaufschlagt zu werden, und/ oder um ihre jeweilige radiale Bewegungsachse unbeweglich zu sein, oder um ihre jeweilige radiale Bewegungsachse um einen Drehwinkel kontrolliert gedreht zu werden.

In einer Variante der Vorrichtung stellen Ventile zu jedem der einzelnen Aufnahmewerkzeuge individuell und positionsgerecht eine Zuführung von Unterdruck und Überdruck bereit um frei oder positionsgesteuert die Funktionen: (i) Ansaugen des Bauteils, (ii) Halten des Bauteils während der Handhabung an der Wendeeinrichtung, insbesondere auch beim Zentrieren und Ausrichten des Bauteils am Aufnahmewerkzeug und der anschließenden Inspektion, (iii) Ablegen des Bauteils mit oder ohne gesteuertem Abblas-Impuls, und/oder freies Abblasen des Bauteils zu realisieren.

In einer Variante der Vorrichtung sind der Wendeeinrichtung zwischen der Aufnahmeposition und der Ablagestelle jeweils Lage- und Eigenschaftssensoren in Gestalt bildgebender optischer Inspektionseinrichtungen zugeordnet. Diese Sensoren sind dazu eingerichtet, Lagedaten und/oder Eigenschaften des geförderten Bauteils und/oder Positionsdaten zur Lageregelung der Aufnahmewerkzeuge und der Ablagestelle zu erfassen und für die Steuerung zur Verfügung zu stellen.

In einer Variante der Vorrichtung sind wenigstens einige der Lage- und Eigenschaftssensoren dazu eingerichtet, jeweils wenigstens eine Deckfläche und/oder eine oder mehrere Mantelflächen des geförderten Bauteils zu inspizieren um dessen Lagedaten und/oder Eigenschaften zu erfassen und für die Steuerung zur Verfügung zu stellen.

In einer Variante der Bauteilhandhabungsvorrichtung sind der Wendeeinrichtung eine ganzzahlige Anzahl von n Aufnahmewerkzeugen zugeordnet. Dabei gilt $n \geq 2$.

In einer Variante der Vorrichtung sind die Lage-/Eigenschaftssensoren bildgebende Sensoren mit übereinstimmenden oder voneinander abweichenden Erfassungsspektren, oder berührend oder berührungslos distanzmessende Lagesensoren, oder berührend oder berührungslos erfassende Eigenschaftssensoren.

5

Die Lage- und Eigenschaftssensoren können bildgebende Sensoren mit geradlinigen oder durch optische Linsen, Spiegel, Prismen, oder Gitter abknickenden optischen Achsen sein.

10

Die bildgebenden Sensor-Systeme der Lage- und Eigenschaftssensoren einschließlich ihrer Spiegel- und Beleuchtungseinheiten können durch ihre räumliche Anordnung derart kombiniert sein, dass die Bauteil-Inspektion von zwei Mantelflächen parallelisiert an einer einzigen Prozessposition realisierbar ist. Insgesamt genügen so zwei Prozesspositionen an der Wendeeinrichtung zur kompletten Inspektion von vier Mantelflächen eines zum Beispiel quaderförmigen Bauteils. In einer dritten Prozessposition an der Wendeeinrichtung kann die vom Aufnahmewerkzeug abliegende Deckfläche des Bauteils inspiziert werden; mit einem weiteren bildgebenden Sensor kann die korrekte Lage des Bauteils in der Empfangsstelle inspiziert werden.

15

Die hier vorgestellten Varianten sind im Vergleich zum Stand der Technik kostengünstiger und bieten einen höheren Bauteiledurchsatz, mehr Zeit für Inspektionen, und haben weniger bewegte Massen.

20

Kurzbeschreibung der Figuren

25

Weitere Merkmale, Eigenschaften, Vorteile und mögliche Abwandlungen werden für einen Fachmann anhand der nachstehenden Beschreibung deutlich, in der auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen ist. Dabei zeigen die Fig. schematisch eine optische Untersuchungseinrichtung für ein Bauteil,

30

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Seitenansicht eine Vorrichtung zum Vorrichtung zum Handhaben eines Bauteils, das mittels einer Wendeeinrichtung aus einer Aufnahme position in eine Absetzposition gefördert wird.

35

Fig. 1a, 1b veranschaulichen ein (elektronisches) Bauteil mit einer prismatischen, in der Draufsicht viereckigen, quaderförmigen Gestalt mit vier Mantelflächen sowie einer unteren und einer oberen Deckfläche.

Fig. 2 veranschaulicht wie an der Wendeeinrichtung mehrere Aufnahmewerkzeug in einer Wendeebene um eine Wendeachse rotieren und dabei ein am jeweiligen Aufnahmewerkzeug

befindliches Bauteil von einer Aufnahmeposition in eine oder mehrere Orientierungspositionen, eine oder mehrere Inspektionspositionen, zu einer Absetzposition, und in eine Auswurfposition fördern.

- 5 Fig. 3 veranschaulicht drei Varianten einer winkelligen Orientierung des Bauteils bezogen auf die Wendeebene.

Fig. 4 veranschaulicht, wie das Aufnahmewerkzeug das Bauteil aufnimmt und mit seinen vier optisch zu inspizierenden Seitenflächen entlang der Transportbahn durch zwei Paare optischer Bauteil-Inspektionseinrichtungen an zwei Inspektionspositionen fördert.

10

Fig. 4a veranschaulicht, wie das Bauteil am Aufnahmewerkzeug mit seinen vier optisch zu inspizierenden Seitenflächen an einer einzigen Inspektionsposition durch zwei Paare optischer Bauteil-Inspektionseinrichtungen zu inspizieren ist.

15

Fig. 5 veranschaulicht eine Vorrichtung zum Ausrichten mit zwei V-förmigen Schiebern, die von außerhalb seitlich auf zwei gegenüberliegende Ecken des Bauteils C zugestellt werden.

Fig. 6 veranschaulicht, wie das Bauteil in einer zur Wendebahn winkelligen Orientierung von der Aufnahmeposition zur Absetzposition gefördert wird, und an den beiden Inspektionspositionen jeweils zwei bildgebende Einrichtungen und ihre Beleuchtungseinrichtungen vorgesehen sind.

20

Fig. 7 veranschaulicht, wie eine Auflichtaufnahme zur Inspektion einer Stirnfläche des Bauteils sowie dessen Lage / Orientierung am Aufnahmewerkzeug.

25

Fig. 8 veranschaulicht eine an der Aufnahmeposition des Bauteils, an der Orientierungsposition, und an der Absetzposition eine vorgesehene Hubeinrichtung.

30 Detaillierte Beschreibung der Figuren

In Fig. 1 ist eine Bauteilhandhabungsvorrichtung 100 zum Entnehmen von prismatischen Bauteilen C in Form elektronischer Halbleiterchips von einem Bauteilvorrat BV und zum Ablegen an einer Empfangseinrichtung 300 veranschaulicht, welche zum Beispiel als Taschen- oder Träger-Band, als (Folien-) Substrat oder als Palette mit in mehreren Reihen und Spalten angeordneten (Ablage-)Taschen ausgebildet sein kann. Die hier vorgestellte Bauteilhandhabungsvorrichtung 100 übernimmt die Bauteile C in einer Aufnahmeposition 20 von einem horizontal im oberen Bereich der Bauteilhandhabungsvorrichtung 100 angeordneten Bauteil-

35

vorrat BV, hier in Gestalt einer Waferscheibe, der in einer der Aufnahmeposition 20 zugewandten Halte- und Zuführeinrichtung 30 aufgenommen ist.

- 5 Ein Bauteil C ist in der veranschaulichten Variante, siehe auch Fig. 1a, 1b, ein elektronisches Bauteil mit einer prismatischen, in der Draufsicht viereckigen Gestalt mit vier Mantelflächen a, b, c, d sowie einer unteren und einer oberen Deckfläche e, f des Bauteils C.

- 10 Die Bauteilhandhabungsvorrichtung 100 hat eine Wendeeinrichtung 150 in Gestalt eines Wenderades. Am radial außen liegenden Randbereich der Wendeeinrichtung 150 sind in gleichem Winkelabstand mehrere (in der gezeigten Variante 16, es können aber auch zum Beispiel 8, 24, 32 oder eine andere Anzahl sein) Aufnahmewerkzeuge 160 angeordnet sein, die in gleichen Winkelabständen entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung 150 angeordnet sind, welche eine kreisring- oder sternförmige Gestalt aufweist.

- 15 Jedes der Aufnahmewerkzeuge 160 dient dazu, jeweils eines der Bauteile C an seiner Deckfläche e in der Aufnahmeposition 20 von dem Bauteilvorrat BV aufzunehmen. Die Wendeeinrichtung 150 hat einen motorischen Antrieb 170, um die Wendeeinrichtung 150 in einer Wendeebene WE um eine Wendeachse WA zu rotieren. Dabei fällt die Wendeebene mit der Ebene zusammen, in der die Aufnahmewerkzeuge 160 rotieren. Die Wendeachse WA fällt mit
20 der Mittelachse der radförmigen Wendeeinrichtung 150 zusammen. In der gezeigten Variante wird ein am Aufnahmewerkzeug 160 befindliches Bauteil C während der Rotation von der Aufnahmeposition 20 in eine oder mehrere, hier eine, Orientierungspositionen 22, 24, eine oder mehrere Inspektionspositionen 26, 28, zu einer Absetzposition 32, und ggf. in eine Auswurfposition 34 gefördert.

- 25 Dazu sind die Aufnahmewerkzeuge 160 radial nach außenweisend am (gedachten) Umfang der stern- oder radförmigen Wendeeinrichtung 150 angeordnet und tragen die Bauteile C. Die Aufnahmewerkzeuge 160 sind in der gezeigten Variante zur Wendeachse WA der Wendeeinrichtung 150 radial verfahrbar. Somit können diese Aufnahmewerkzeuge 160 die Bauteile C, jeweils an einem der Aufnahmewerkzeuge 160 fixiert, innerhalb eines Schwenkwinkels – hier zwischen 0° und 180° – zwischen der Aufnahmeposition 20 und der Absetzposition 32 (oder bis zur Auswurfposition 34) schwenken und fördern.

- 35 Eine Austrageeinrichtung 180 umfasst in der gezeigten Variante eine durch eine Steuerung kontrollierte Nadel oder sie arbeitet zum Beispiel berührungslos mit einem Laserstrahl, um die Bauteile C einzeln von dem Bauteilvorrat BV freizugeben, damit sie der Wendeeinrichtung 150 zugeführt werden. Jedes der Aufnahmewerkzeuge 160 ist dazu eingerichtet, wenn es sich bei der 0°-Position der Wendeeinrichtung 150 der Austrageeinrichtung 180 am nächsten

befindet, an der Aufnahmeposition 20 ein Bauteil von dem Bauteilvorrat BV zu empfangen. So wird mit der Austragseinrichtung 180 jeweils eines der Bauteile C von dem in der Halte- und Zuführeinrichtung 30 befindlichen Bauteilvorrat BV zu dem jeweiligen, in der Aufnahmeposition 20 befindlichen Aufnahmewerkzeug 160 gefördert.

5

Die Halte- und Zuführeinrichtung 30 ist so um ihre Mittellängsachse drehbar gelagert, dass aus dem Bauteilvorrat BV das jeweils abzugebende Bauteil C relativ zu dem in der Aufnahmeposition 20 befindlichen Aufnahmewerkzeug 160 so auszurichten ist, dass eine optisch zu inspizierende Mantelfläche a, b, c, d des Bauteils C, die einen spitzen Winkel mit der Wendeebene WE einschließt, einen Winkel α von etwa 30° bis etwa 60° mit der Wendeebene WE einschließt, oder eine optisch zu inspizierende Mantelfläche des Bauteils C, die einen stumpfen Winkel mit der Wendeebene WE einschließt, einen Winkel β von etwa 120° bis etwa 150° mit der Wendeebene WE einschließt. Dies ist in der Fig. 3 veranschaulicht, in der drei Varianten einer Position des Bauteils C mit den angegebenen Winkelbereichen bezogen auf die Wendeebene WE gezeigt sind.

15

Mit anderen Worten eilt eine zur Deck- oder Bodenfläche des Bauteils C im Wesentlichen senkrecht orientierte Seitenkante g des Bauteils C zwei an die Seitenkante g angrenzenden Seitenflächen a, b des Bauteils C auf der Wende- oder Transportbahn WB des Bauteils C entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung 150 voraus von der Aufnahmeposition 20 bis zu der Absetzposition 32 (oder bis zur Auswurfposition 34). Dies ist in der Fig. 2 veranschaulicht.

20

Damit ist erreicht, dass die optisch zu inspizierenden Mantelflächen des Bauteils C nicht in einer Orientierung quer zur Wendeebene WE entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung 150 liegen. Damit kann die Inspektion der inspizierenden Mantelflächen des Bauteils C erfolgen, ohne dass die bildgebenden Einrichtungen und deren Beleuchtungseinrichtungen in die Wendebahn WB oder den Transportweg des Bauteils C eintauchen müssen oder das Bauteil C an dem Aufnahmewerkzeug 160 radial nach außen oder innen verfahren werden muss, um in den optischen Pfad der bildgebenden Einrichtungen und deren Beleuchtungseinrichtungen zu gelangen. Dennoch können (zum Beispiel im Fall eines Bauteils C mit vier Seitenflächen) alle vier Seitenflächen inspiziert werden, während des Transportwegs des Bauteils C von der Aufnahmeposition 20 in die Absetzposition 32 an der ein(zig)en Wendeeinrichtung 150. Dies ist mit bisher bekannten Vorrichtungen nicht möglich, die zwei zueinander orthogonal orientierte Wendeeinrichtungen erfordern, bei der das Bauteil von einer zur anderen Wendeeinrichtung übergeben wird.

25

30

35

Zum Ansaugen des Bauteils C in dem Aufnahmewerkzeug 160, zum Halten des Bauteils C an dem Aufnahmewerkzeug 160, zum Ablegen des Bauteils C mit oder ohne gesteuertem Ab-

blas-Impuls, und zum freien Abblasen des Bauteils C aus dem Aufnahmewerkzeug 160 sind die Aufnahmewerkzeuge 160 mit einer nicht weiter veranschaulichten Pneumatikeinheit verbunden. Die Pneumatikeinheit beaufschlagt, von der Steuerung kontrolliert, die einzelnen Aufnahmewerkzeuge 160 ventilgesteuert zum jeweils erforderlichen Zeitpunkt oder Zeitraum mit Über- oder Unterdruck um die Bauteile C jeweils einzeln aufzunehmen, zu halten und wieder abzugeben.

In Fig. 1 ist eine bildgebende Einrichtung 320 (bei 45°) veranschaulicht, mit der die Lage/Orientierung des Bauteils C an dem Aufnahmewerkzeug 160 erfasst und in der Steuerung ausgewertet werden kann, bevor das Bauteil C in die Inspektionsposition(en) 26, 28 gefördert wird. Fig. 1 zeigt außerdem eine bildgebende Einrichtung 332 (bei 180°), mit der die Lage/Orientierung des Bauteils C in der Empfangseinrichtung 300 erfasst und in der Steuerung ausgewertet werden kann, sowie eine bildgebende Einrichtung, mit der die Lage/Orientierung des Bauteils C in der Aufnahme position erfasst und in der Steuerung ausgewertet werden kann.

In der hier veranschaulichten Variante ist das Bauteil C von der Aufnahme position zu der Absetzposition 32 in einer winkelligen Orientierung von 45° bzw. 135° ($\pm$ etwa 30°) der Seitenflächen a, b, c, d relativ zur Wendeebene WE zu fördern. Dabei ist die Wende- oder Transportbahn WB des Bauteils C entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung 150 von Komponenten optischer Bauteil-Inspektionseinrichtungen frei/ unbeeinträchtigt.

Fig. 4 veranschaulicht, wie an zwei aufeinanderfolgenden Inspektionspositionen 26, 28 jeweils zwei optische Bauteil-Inspektionseinrichtungen 302A, 302B, 304A, 304B in Form hochauflösender (in einer Variante 4 - 12 Megapixel-) bildgebender Sensoren und deren Beleuchtungseinrichtungen 306A, 306B, 308A, 308B (in einer Variante eine IR-Leuchtdiodenanordnung) in einer X-Anordnung zur Durchlicht-Inspektion angeordnet sind. Dabei ist in der ersten Inspektionsposition 26 eine erste Beleuchtungseinrichtung 306A auf eine erste bildgebende Einrichtung 304A gerichtet ist, und eine zweite Beleuchtungseinrichtung 308A auf die erste bildgebende Einrichtung 302A gerichtet. In der zweiten Inspektionsposition 28 ist eine zweite Beleuchtungseinrichtung 306B auf eine erste bildgebende Einrichtung 304B gerichtet ist, und eine zweite Beleuchtungseinrichtung 308B auf die zweite bildgebende Einrichtung 302B gerichtet.

Damit sind in jeder der zwei aufeinanderfolgenden Inspektionspositionen jeweils zwei Seitenflächen gleichzeitig optisch zu inspizieren, wenn sich das Bauteil C an der entsprechenden Position befindet, ohne dass die bildgebenden Einrichtungen und deren Beleuchtungseinrichtungen in den Transportweg des Bauteils C eintauchen müssen, oder das Bauteil C an dem

Aufnahmewerkzeug 160 radial nach außen oder innen verfahren werden muss, um in den optischen Pfad der bildgebenden Einrichtungen und deren Beleuchtungseinrichtungen zu gelangen.

- 5 Insbesondere zeigt Fig. 4, wie das Aufnahmewerkzeug 160 an der Wendeeinrichtung 150 das Bauteil C aufnimmt und mit seinen vier optisch zu inspizierenden Seitenflächen a, b, c, d entlang der Transportbahn WB des Bauteils C entlang des Umfangs der Wendeeinrichtung 150 durch zwei der vorstehend beschriebenen Paare optischer Bauteil-Inspektionseinrichtungen fördert. Diese sind in einer winkelligen Anordnung außerhalb der im Wesentlichen kreis-
- 10 segmentförmigen Transportbahn WB des Bauteils C der Wendeeinrichtung 150 angeordnet. Jeweils an einer Inspektionsposition 26, 28 ist eines der Paare der bildgebenden Einrichtungen 302A, 304A, 302B, 304B und deren Beleuchtungseinrichtungen 306A, 308A, 306B, 308B angeordnet und inspiziert jeweils zwei aneinander grenzende Seitenflächen a, b, c, d.
- 15 So werden an der ersten Inspektionsposition 26 durch das erste Paar der bildgebenden Einrichtungen 302A, 304A und deren Beleuchtungseinrichtungen 306A, 308A die aneinander grenzenden Seitenflächen d und a des Bauteils C im Durchlicht inspiziert, und an der zweiten Inspektionsposition 28 durch das zweite Paar der bildgebenden Einrichtungen 302B, 304B und deren Beleuchtungseinrichtungen 306B, 308B die aneinander grenzenden Seitenflächen
- 20 c und b des Bauteils C im Durchlicht inspiziert.

In einer Variante der Vorrichtung kann zur weiteren Reduzierung der Taktzeit dem ersten Paar der bildgebenden Einrichtungen 302A, 304A und dem zweiten Paar der bildgebenden Einrichtungen 302B, 304B jeweils eine separate Bilddatenverarbeitungseinrichtung zur Aus-

25 wertung erfasster Bilddaten der Seitenflächen des Bauteils C zugeordnet sein, welche mit einer zentralen Maschinensteuerungseinrichtung verbunden sein können.

In der gezeigten Variante wird das Bauteil C im Durchlicht (mit Infrarotlicht) inspiziert. Dabei ist zusätzlich oder statt dessen auch eine Anordnung zur Inspektion mit Auflicht möglich, bei

30 der die Beleuchtungseinrichtungen 306, 308 zum Beispiel die bildgebenden Einrichtungen 302, 304 ringförmig umgeben oder als zwei unterschiedliche Wellenlängen emittierendes Array (LEDs) ausgebildet sind und auf die Stelle orientiert sind, an der sich die zu inspizierenden Seitenflächen a, b, c, d in der jeweiligen Inspektionsposition 26, 28 befinden.

35 Dabei sind die Paare optischer Bauteil-Inspektionseinrichtungen jeweils am Rand außerhalb eines Korridors angeordnet, der durch zwei Linien K in Fig. 4 begrenzt ist.

- So sind als Beleuchtungseinrichtungen zur Infrarot-Durchlicht-Inspektion und/oder zur Auflicht-Inspektion den bildgebenden Einrichtungen 302, 304 jeweils eine Infrarot-(IR)- und/oder Auflicht-Beleuchtungseinrichtung 306, 308 zugeordnet. Jede Beleuchtungseinrichtung 306, 308 ist durch eine Steueranordnung zu aktivieren, welche auch einen Bildeinzug durch die bildgebenden Einrichtungen 302, 304 synchronisiert, wenn sich das Aufnahmewerkzeug 160 mit dem Bauteil C im Erfassungsbereich der jeweiligen bildgebenden Einrichtung 302, 304 befindet. In einer anderen Variante sind die Beleuchtungseinrichtungen 306, 308 dauerhaft aktiviert.
- 10 Bevor das Bauteil C optisch inspiziert wird, ist in einer Variante vorgesehen, in einer oder mehreren Orientierungspositionen 22, 24 die Lage und Orientierung des Bauteils C an dem Aufnahmewerkzeug 160 zu korrigieren oder für die anschließende Inspektion passend zu orientieren. In der in Fig. 4 veranschaulichten Variante dient eine Vorrichtung 400 zum Ausrichten des Bauteils C dazu, das Bauteil C relativ zu einem Zentrum des Aufnahmewerkzeugs 160, hier der Mittellängsachse einer Saugpipette 162 des Aufnahmewerkzeugs 160 in einer zur Wendebahn WB winkelligen Orientierung, in der gezeigten Variante 45° oder in einer Dreh-Richtung relativ zur Mittellängsachse des Aufnahmewerkzeugs 160 auszurichten. Dazu sind bei der Variante aus Fig. 4 an den beiden Orientierungspositionen 22, 24 für das Bauteil C jeweils winkelig zur Wendebahn WB (etwa 45° bzw. $135^\circ \pm$ etwa 30°) orientiert, die Vorrichtungen zum Ausrichten 400 angeordnet, die jeweils zwei aufeinander zu und voneinander weg bewegliche Schieber 402, 404 aufweisen. Jeder der Schieber 402, 404 hat einen auf den andere zu orientierten Schiebeabschnitte 406, 408, um – bei zugestellten Schiebern 402, 404 – an zwei einander gegenüber liegenden Seitenflächen des an dem Aufnahmewerkzeug 160 befindlichen Bauteils C zur Anlage zu kommen. Hierdurch wird das Bauteil C für die Inspektion ausgerichtet.
- 25 Sofern das Bauteil C in zwei Orientierungspositionen 22, 24 ausgerichtet wird, reduziert sich der Fokussieraufwand der bildgebenden Einrichtungen und/oder ihren Beleuchtungseinrichtungen in den beiden nachfolgenden Inspektionspositionen. In einer anderen Variante ist vorgesehen, das Bauteil C nur in einer Richtung winkelig zur Wendebahn WB auszurichten, anschließend die Position des Bauteils C relativ zu dem Aufnahmewerkzeug 160 oder deren Saugpipette 162 mittels einer radial außenliegenden bildgebenden Einrichtung 320 zu erfassen, optional auch die Eigenschaften der vom Aufnahmewerkzeug abliegenden Deckfläche des Bauteils C zu erfassen, und die Fokussierwege der bildgebenden Einrichtungen 302, 304 in den nachfolgenden Inspektionspositionen 26, 28 und/ oder ihren Beleuchtungseinrichtungen 306, 308 zu bestimmen.

Basierend auf diesen bestimmten Fokussierwegen werden dann durch eine Steuerung die bildgebenden Einrichtungen 302, 304 und/oder ihre Beleuchtungseinrichtungen in einer der nachfolgenden Inspektionspositionen oder in den beiden nachfolgenden Inspektionspositionen dann zur Fokussierung zu verfahren, bevor / wenn / während / nachdem das Bauteil C in die entsprechende Inspektionsposition 26, 28 gelangt. In einer weiteren nicht veranschaulichten Variante ist gar keine Orientierungsposition vorgesehen, an der das Bauteil C auszurichten ist. Vielmehr wird die Lage des ggf. mit einer Verdrehung von einigen Grad und einigen 1/100 mm bis zu einigen mm an der verrutschte Bauteil C von dem Bauteilevorrat BV übernommene Bauteil C direkt mittels einer radial außenliegenden bildgebenden Einrichtung 320 erfasst und daraus die Fokussierwege der bildgebenden Einrichtungen 302, 304 und/oder ihren Beleuchtungseinrichtungen 306, 308 in den beiden nachfolgenden Inspektionspositionen 26, 28 entsprechend bestimmt. Anschließend werden mit einer Steuerung die bildgebenden Einrichtungen und/oder ihre Beleuchtungseinrichtungen dann zur Fokussierung zu verfahren, bevor / wenn / während / nachdem das Bauteil C in die entsprechende Inspektionsposition 26, 28 gelangt.

Sofern zumindest eine Vorrichtung zum Ausrichten 400 mit den zwei aufeinander zu und voneinander weg beweglichen Schiebern 402, 404 vorhanden ist, dienen die Schieber 402, 404 dazu, in einer zu wenigstens einem der beiden Schiebeabschnitte 406, 408 orientierten Richtung das Bauteil C zu einer Inspektionsposition hinzuschieben und/oder hinzudrehen, während das Aufnahmewerkzeug 160 das Bauteil C hält.

Fig. 4 a veranschaulicht in einer weiteren Variante einer X-Anordnung, wie an einer einzigen Inspektionsposition 26 vier bildgebende Einrichtungen 302A, 304 A, 302B, 304B auf die vier zu inspizierenden Seitenflächen a, b, c, d, desselben Bauteils C gerichtet sind. Den bildgebenden Einrichtungen 302A, 304 A, 302B, 304B sind jeweils Beleuchtungseinrichtungen 306A, 306 A, 308B, 308B zugeordnet, die mit einem Lichtspektrum oder mehreren unterschiedlichen Lichtspektren die jeweilige zu inspizierende Seitenfläche a, b, c, d, des Bauteils C im Auflicht beleuchten. So ist ein Bildeinzug der jeweiligen Seitenfläche durch die jeweilige bildgebende Einrichtung 302A, 304 A, 302B, 304B möglich.

Fig. 5 veranschaulicht eine Variante, bei der zwei im Wesentlichen V-förmige Schieber 410, 412 von außerhalb des durch zwei Linien K begrenzten Korridors seitlich auf zwei gegenüberliegende Ecken des im Beispiel viereckigen Bauteils C zugestellt werden. Dabei wird das Bauteil C parallel zu beiden Schenkeln der Schieber 410, 412 und zentrisch zu der Saugpipette 162 des Aufnahmewerkzeugs 160 ausgerichtet.

Fig. 6 veranschaulicht eine Variante, bei der das Bauteil C in einer zur Wendebahn WB winkeligen Orientierung (seine der Wendebahn WB zugewandte Seitenfläche schließt mit dieser z.B. einen Winkel von etwa $45^\circ \pm$ etwa 30° ein) von der Aufnahmeposition des Bauteils C zur Absetzposition 32 des Bauteils C gefördert wird, und an den beiden Inspektionspositionen 26, 28 jeweils zwei bildgebende Einrichtungen 600 und ihre Beleuchtungseinrichtungen 610 vorgesehen sind (von denen in Fig. 6 der Übersicht wegen nur eine gezeigt ist). Den bildgebenden Einrichtungen 600 und ihren Beleuchtungseinrichtungen 610 ist jeweils eine Umlenkeinrichtung 440, 450 für den optischen Strahlengang, hier in Gestalt eines Spiegels zugeordnet, die mittels entsprechender Linearantriebe 420, 430 in die und aus der Wendebahn WB des Bauteils C durch die Steuerung zu verfahren sind. Dabei sind die Spiegel oder Prismen vollständig oder teilweise umlenkend/reflektierend ausgestaltet und reichen in der vollständig in die Wendebahn WB des Bauteils C eingefahrenen Position radial unter das Bauteil C zwischen zwei benachbarten Aufnahmewerkzeugen 160. Den Beleuchtungseinrichtungen 610 kann ggf. auch noch jeweils eine Sammellinse 680 zugeordnet sein.

Die in Fig. 6 veranschaulichte Variante erlaubt eine Durchlichtaufnahme zur Inspektion der Seitenflächen des Bauteils C mittels Infrarotlicht. Für eine Auflichtaufnahme zur Inspektion der Seitenflächen des Bauteils C kann anstelle der Beleuchtungseinrichtungen 610 oder zusätzlich zur Beleuchtungseinrichtung 610 auf der von der bildgebenden Einrichtung zugewandten Seite des Bauteils C auf der Seite der bildgebenden Einrichtung eine Beleuchtungseinrichtung, zum Beispiel in Gestalt eines Beleuchtungsrings um das Objektiv oder dessen Strahlengang herum vorgesehen sein, die auf die zu inspizierende Seitenfläche oder Kante des Bauteils C gerichtet ist. So kann in einer Variante die Seitenfläche mit sichtbarem, zum Beispiel blauem Licht beleuchtet werden, das an der Seitenfläche reflektiert wird und von der bildgebenden Einrichtung erfasst wird.

Die in Fig. 7 veranschaulichte Variante erlaubt eine Auflichtaufnahme zur Inspektion der von der Saugpipette 162 des Aufnahmewerkzeugs 160 abliegenden Stirnfläche f des Bauteils C sowie der Lage / Orientierung des Bauteils C an der Saugpipette 162 des Aufnahmewerkzeugs 160. Die bildgebende Einrichtung 700 hat in dieser Variante Beleuchtungseinrichtungen 710, 720, 730 mit unterschiedlicher Wellenlänge (hier infrarot, rot, blau) und eine Umlenkeinrichtung 740 in Gestalt eines für Beleuchtungslicht aus der Beleuchtungseinrichtung 710 teilweise lichtdurchlässigen Spiegels 750 für den optischen Strahlengang von der bildgebenden Einrichtung 700 zur Stirnfläche f des Bauteils C. Die weiteren Beleuchtungseinrichtungen 720, 730 sind optional vorzusehen, sofern die Beleuchtungseinrichtung 710 nur Licht einer sichtbaren Wellenlänge liefert und können als Beleuchtungsringe die Umlenkeinrichtung 740 umgebend angeordnet sein. Mittels entsprechender Linearantriebe 760, 770, 780 sind in einer Variante die bildgebende Einrichtung 700, die Beleuchtungseinrichtungen 710, 720,

730 und ggf. auch die Umlenkeinrichtung 740 relativ zum Bauteil C durch die Steuerung zu verfahren.

5 Sofern erforderlich, ist in einer Variante – siehe auch Fig. 8 – an einer oder mehreren der folgenden Positionen, nämlich an der Aufnahmeposition 20 des Bauteils C vom in der Halte- und Zuführeinrichtung 30 befindlichen Bauteilevorrat BV, an der Orientierungsposition 22 zum Zentrieren und Ausrichten des Bauteils C am Aufnahmewerkzeug 160, und an der Ab-
10 setzposition 32 zum Absetzen des Bauteils C eine Hubeinrichtung 900 vorgesehen. Diese Hubeinrichtung 900 dient dazu jeweils einen radialen (Z-) Hub des Aufnahmewerkzeugs 160 radial von der Drehachse DA der Wendeeinrichtung weg in Richtung des in der Halte- und Zuführeinrichtung 30 befindlichen Bauteilevorrat BV zum Aufnehmen des Bauteils C, der
15 Vorrichtung zum Zentrieren und Ausrichten des Bauteils (C), und/oder der Empfangsstelle 32 des Bauteils C zu bewirken. In der gezeigten Variante hat die Hubeinrichtung 900 für den radialen (Z-) Hub jeweils eine Nocken/Kipphebel-Anordnung 910, 920 an der jeweiligen Position, um das Aufnahmewerkzeug 160 gesteuert in Längsrichtung des Aufnahmewerkzeugs
20 160 radial nach außen zu verfahren. Die Rückkehrbewegung des Aufnahmewerkzeugs 160 ist durch eine nicht weiter veranschaulichte Federanordnung realisiert. Alternativ kann auch jeweils ein Servomotor vorgesehen sein. Dabei ist die Hubbewegung so dimensioniert, dass das Bauteil C an dem Aufnahmewerkzeug 160 aus der sonstigen Wendebahn WB hinausge-
25 hoben wird. Ein Drehantrieb für die Nocken/Kipphebel-Anordnung 910, 920 dreht den Nocken 910 um eine parallel zur Wendeachse WA der Wendeeinrichtung 150 orientierte Drehachse. Durch diese Drehbewegung betätigt der Nocken 910 den drehbar gelagerten Kipphebel 920, dessen von dem Nocken 910 abgewandtes Ende als Stößel ausgeformt ist. Die Rückkehrbewegung des Kipphebels 920 kann ebenfalls durch eine Federanordnung realisiert
30 sein. Es ist vorteilhaft, wenn die Nocken/Kipphebel-Anordnung 910, 920 und deren Drehantrieb an einer dem motorischen Antrieb 170 der Wendeeinrichtung 150 zugewandten Seite der Wendeeinrichtung 150 angeordnet ist.

Die vorliegende Anordnung hat in einer Variante nur eine Wendeeinrichtung mit zum Beispiel
30 24 Aufnahmewerkzeugen. Die Wendeeinrichtung ist um 45° (oder in einem Bereich zwischen 30°-60°) zu den X-, Y-Hauptachsen gedreht. Der Bauteilevorrat ist in dieser Variante oberhalb und die Ablage unterhalb der Wendeeinrichtung angeordnet. Das Inspektionssystem mit (vier) bildgebenden Sensoren, Strahlumlenkungen (Spiegeln) zur Seitenflächen-Inspektion der Bauteile an zwei Inspektionsspositionen ist in der Lage, die Seitenflächen an jeweils zwei
35 nichtparallelen Kanten und ohne einen Z-Hub der Aufnahmewerkzeuge während einer Drehung bzw. Bewegung der Wendeeinrichtung direkt zu inspizieren. Der nicht vorhandene Z-Hub an den Aufnahmewerkzeugen in der Inspektionposition für die Seitenflächen kann zu einer Zeitersparnis und somit mehr Bauteile-Durchsatz führen.

Die vorangehend beschriebenen Varianten der Vorrichtung sowie deren Aufbau- und Betriebsaspekte dienen lediglich dem besseren Verständnis der Struktur, der Funktionsweise und der Eigenschaften; sie schränken die Offenbarung nicht etwa auf die Ausführungsbeispiele ein. Die Fig. sind teilweise schematisch, wobei wesentliche Eigenschaften und Effekte zum Teil deutlich vergrößert dargestellt sind, um die Funktionen, Wirkprinzipien, technischen Ausgestaltungen und Merkmale zu verdeutlichen. Dabei kann jede Funktionsweise, jedes Prinzip, jede technische Ausgestaltung und jedes Merkmal, welches/welche in den Fig. oder im Text offenbart ist/sind, mit allen Ansprüchen, jedem Merkmal im Text und in den anderen Fig., anderen Funktionsweisen, Prinzipien, technischen Ausgestaltungen und Merkmalen, die in dieser Offenbarung enthalten sind oder sich daraus ergeben, frei und beliebig kombiniert werden, so dass alle denkbaren Kombinationen der beschriebenen Vorgehensweise zuzuordnen sind. Dabei sind auch Kombinationen zwischen allen einzelnen Ausführungen im Text, das heißt in jedem Abschnitt der Beschreibung, in den Ansprüchen und auch Kombinationen zwischen verschiedenen Varianten im Text, in den Ansprüchen und in den Fig. umfasst. Auch die Ansprüche limitieren nicht die Offenbarung und damit die Kombinationsmöglichkeiten aller aufgezeigten Merkmale untereinander. Alle offenbarten Merkmale sind explizit auch einzeln und in Kombination mit allen anderen Merkmalen hier offenbart.