

Bauteilfördervorrichtung mit einer Einstelleinheit und Verfahren zum Einstellen einer Bauteilfördervorrichtung

5

Hintergrund

Hier wird eine Bauteilfördervorrichtung mit einem ersten Förderinstrument einem zweiten Förderinstrument zum Fördern des Bauteils beschrieben. Das Bauteil kann insbesondere ein elektronisches Halbleiterbauteil, wie beispielsweise ein Chip sein. Dabei ist das erste Förderinstrument dazu eingerichtet, das Bauteil an einer Übergabestelle auf das zweite Förderinstrument zu übergeben. Außerdem wird ein Verfahren zum Einstellen einer solchen Bauteilfördervorrichtung beschrieben.

15

Stand der Technik

Eine Bauteilfördervorrichtung zum Fördern von Chips ist aus der DE 10 2015 013 495 A1 bekannt. Die Vorrichtung umfasst ein, um eine erste horizontale Achse drehbares, erstes sternförmiges Wendegerät, das entlang des Umfangs mehrere Förderinstrumente in Form von Aufnehmern mit Saugkontaktstellen zum Aufnehmen von Chips aufweist. Mit dem ersten Wendegerät können die Chips von einem Wafer entgegengenommen werden und anschließend durch eine Drehung des ersten Wendegeräts um 180° gewendet werden. Außerdem umfasst die Vorrichtung ein zweites sternförmiges Wendegerät mit entsprechenden Aufnehmern, das um eine zweite horizontale Achse drehbar ist, die rechtwinklig zur ersten horizontalen Achse orientiert ist.

Ein zu fördernder Chip wird durch einen, in einer Aufnahme-Position befindlichen Aufnehmer des ersten Wendegeräts von dem Wafer aufgenommen. Dann wird das erste Wendegerät um 180° gedreht, wodurch der Aufnehmer von der Aufnahme-Position in eine Übergabe-Position bewegt wird. Dort erfolgt eine Übergabe des Chips von dem sich in der Übergabe-Position befindlichen Aufnehmer des ersten Wendegeräts an einen, in einer Übergabe-Position befindlichen Aufnehmer des zweiten Wendegeräts. Anschließend wird das zweite Wendegerät gedreht, wodurch sich der Aufnehmer des zweiten Wendegeräts aus der Übergabe-Position heraus in eine weitere Position bewegt. Zum Antrieb der Wendegeräte dient eine Steuerung. Weiter umfasst die Vorrichtung Lagesensoren zum Erfassen von Lagedaten der Wendegeräte, die der Steuerung zur Verfügung gestellt werden.

Für eine zuverlässige Übergabe der Chips an der Übergabestelle müssen die beiden betreffenden, sich jeweils in ihrer Übergabe-Position befindlichen Aufnehmer genau fluchtend zueinander ausgerichtet sein. Eine präzise Einstellung dieser relativen Ausrichtung erfolgt unter erheblichem Aufwand durch manuelles Verstellen der beiden Wendegeräte.

5

Aus der US 10,056,278 B2 ist eine Vorrichtung zur Förderung elektronischer Bauteile bekannt. Die Vorrichtung umfasst ein, um eine horizontale Achse drehbares Entnahmegerät mit kreisförmig angeordneten Aufnehmern zum Aufnehmen von Chips von einem Wafer. Durch eine Drehung des Entnahmegeräts werden die aufgenommenen Chips um 180° gewendet.

10 Weiter umfasst die Vorrichtung ein, um eine vertikale Achse drehbares Fördergerät mit kreisförmig angeordneten Aufnehmern, die die von dem Entnahmegerät gewendeten Chips an einer Übergabestelle entgegennehmen. Durch eine Drehung des Fördergeräts um die vertikale Achse werden dann die Chips weiter gefördert. Bei der Übergabe eines Chips befindet sich dementsprechend der betreffende Aufnehmer des Entnahmegeräts in einer Übergabe-
15 Position und ebenso befindet sich der betreffende Aufnehmer des Fördergeräts in einer Übergabe-Position. Zur genauen gegenseitigen Ausrichtung dieser beiden Aufnehmer an der Übergabestelle umfasst die Vorrichtung eine erste, nach unten gerichtete Kamera, um Bilder der Aufnehmer des Entnahmegeräts aufzunehmen, und eine zweite, nach oben gerichtete Kamera, um Bilder der Aufnehmer des Fördergeräts aufzunehmen. Unter Nutzung der mit
20 diesen Kameras aufgenommenen Bilder wird eine Abweichungen zwischen zwei Aufnehmern, die sich in ihren voreingestellten Übergabe-Positionen befinden, berechnet. Dieser Abstand wird zur genauen gegenseitigen Einstellung der Aufnehmer bzw. deren Justierung an der Übergabestelle verwendet.

25 Zum Berechnen der Abstände werden dabei Vektoren verwendet, die die Lagen der zur Verbindung mit dem Chip vorgesehenen Kontakt-Stellen der Aufnehmer beschreiben. Dadurch erfordern diese Berechnungen einen vergleichsweise hohen Rechenaufwand. Weiterhin ist die nach unten gerichtete Kamera zwischen zwei Aufnehmern des Fördergeräts angeordnet. Dies ist mit einem entsprechenden Raumbedarf verbunden, wodurch die Gestaltungsfreiheit des Fördergeräts eingeschränkt ist. Zudem ist die nach oben gerichtete Kamera abseits der
30 Übergabestelle angeordnet. Daher kann mit ihr kein Bild des betreffenden Aufnehmers des Fördergeräts erstellt werden, wenn sich dieser Aufnehmer in seiner Übergabe-Position befindet. Vielmehr muss nach der Bildaufnahme das Fördergerät weitergedreht werden, bis sich der betreffende Aufnehmer in seiner Übergabe-Position befindet. Allerdings ist dann in
35 diesem Zustand keine Kontrolle der gegenseitigen Ausrichtung der Aufnehmer mit Hilfe der nach oben gerichteten Kamera mehr möglich. Hierdurch ist die erzielbare Genauigkeit grundsätzlich eingeschränkt.

Zu lösendes Problem

- 5 Eine entsprechende verbesserte Bauteilfördevorrichtung soll ein erleichtertes und dabei effektives Einstellen der zwei Förderinstrumente in ihren, für die Übergabe vorgesehenen Positionen ermöglichen.

Hier vorgestellte Lösung

- 10 Diese Aufgabe löst eine Bauteilfördevorrichtung mit einem ersten Förderinstrument zum Fördern eines Bauteils und einem zweiten Förderinstrument zum Fördern des Bauteiles, wobei das erste Förderinstrument dazu eingerichtet ist, das Bauteil an einer Übergabestelle auf das zweite Förderinstrument zu übergeben. Dabei hat das erste Förderinstrument insbesondere eine Hauptachse, entlang der zumindest ein Abschnitt eines vorgesehenen Übergabeweges verläuft. Weiter umfasst die Bauteilfördevorrichtung eine Einstelleinheit für ein Einstellen eines der zwei Förderinstrumente gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument entlang wenigstens einer oder um wenigstens eine Einstellachse und eine bildgebende Einheit, die dazu eingerichtet ist, wenigstens ein Bild der Übergabestelle aufzunehmen, das in einem ersten Abschnitt des wenigstens einen Bildes zumindest einen Endbereich des ersten Förderinstruments zeigt, und in einem zweiten Abschnitt des wenigstens einen Bildes zumindest einen Endbereich des zweiten Förderinstruments. Weiter umfasst die Bauteilfördevorrichtung eine, mit der Einstelleinheit verbundene Analyseeinheit zur Analyse des wenigstens einen Bildes, die dazu eingerichtet ist, zu dem wenigstens einen Bild ein Maß für eine Asymmetrie zwischen dem Endbereich des ersten Förderinstruments und dem Endbereich des zweiten Förderinstruments zu ermitteln, wobei die Einstelleinheit dazu eingerichtet ist, wenigstens eines der beiden Förderinstrumente gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument entlang der wenigstens einen oder um die wenigstens eine Einstellachse in Abhängigkeit von dem ermittelten Asymmetrie-Maße einzustellen.

- 30 Durch die Verwendung von nur einer Ansicht der Endbereiche der beiden betreffenden Förderinstrumente, lässt sich mit Hilfe einer vergleichsweise einfachen, auf einer einfachen Symmetrie basierenden Analyse unter vergleichsweise kurzer Rechenzeit mit einfachen Rechenoperationen ein geeignetes Asymmetrie-Maß zur relativen Anordnung der beiden Endbereiche gewinnen. Auf diese Weise ist eine einfache Gestaltung der Analyseeinheit ermöglicht. Die kurze Rechenzeit erlaubt, dass der durch die Einstelleinheit durchgeführte Einstellvorgang der beiden Förderinstrumente insgesamt besonders wenig Zeit erfordert.
- 35

Bei einer Variante weist der Endbereich des ersten Förderinstruments eine vorgesehene Kontaktstelle für das zu fördernde Bauteil auf, die in etwa (achsen-)symmetrisch zur Form des Endbereichs des ersten Förderinstruments ausgebildet ist und der Endbereich des zweiten Förderinstruments weist eine vorgesehene Kontaktstelle für das zu fördernde Bauteil auf, die in etwa (achsen-)symmetrisch zur Form des Endbereichs des zweiten Förderinstruments ausgebildet ist. Beispielsweise kann es sich bei dem ersten bzw. dem zweiten Förderinstrument um eine Pipette handeln, deren Endbereich in erster Näherung eine Kegelstumpfform aufweist, wobei die vorgesehene Kontaktstelle symmetrisch um die Mittellängsachse oder Symmetrieachse der Kegelstumpf-Form gebildet ist. Hierdurch ist eine besonders einfache und dabei präzise Ermittlung der gegenseitigen, fluchtenden Ausrichtung der beiden Endbereiche ermöglicht.

Bei einer Variante ist die Analyseeinheit dazu eingerichtet, zur Ermittlung des Asymmetriemaßes eine Symmetrie zwischen dem Endbereich des ersten Förderinstruments und dem Endbereich des zweiten Förderinstruments eine Spiegelachse zu nutzen, die entweder senkrecht zum Übergabeweg orientiert ist oder mit dem Übergabeweg zusammenfällt. Dies erlaubt eine besonders einfache Analyse des Bildes zur Ermittlung des Asymmetriemaßes.

Bei einer Variante ist die Spiegelachse derart gewählt, dass sie senkrecht zum Übergabeweg orientiert ist und dabei durch die Mitte des Übergabewegs verläuft. Mit anderen Worten ist in diesem Fall die für den Kontakt mit dem Bauteil vorgesehene Kontaktstelle des Endbereichs des ersten Förderinstruments gleich weit von der Spiegelebene entfernt wie die vorgesehene Kontaktstelle des Endbereichs des zweiten Förderinstruments. Die Ermittlung des Asymmetriemaßes ist auf diese Weise geeignet auf die beiden Kontaktstellen bezogen.

Bei einer Variante ist die Analyseeinheit dazu eingerichtet, zum Ermitteln des Asymmetriemaßes

- (a) für jeden Bildpunkt auf einer Seite der Spiegelachse einen Grauwert zu erfassen,
 - (b) jeweils für den betrachteten Bildpunkt mit der Spiegelachse den gespiegelten Bildpunkt zu ermitteln und dessen Grauwert zu erfassen,
 - (c) jeweils einen Unterschieds-Wert zu bestimmen, der ein Maß für die Differenz zwischen dem Grauwert des Bildpunkts und dem Grauwert des gespiegelten Bildpunkts darstellt, und
 - (d) alle so ermittelten Unterschieds-Werte aufzusummieren,
- wobei die in Schritt (d) gebildete Summe das Asymmetriemaß zu dem betreffenden Bild bestimmt. Bei einer Ausführung wird die Summe unmittelbar als Asymmetriemaß verwendet. Bei einer alternativen Ausführung erfolgt eine Normierung der Summe unter Nutzung

einer weiteren Bildinformation, wobei der normierte Wert als Asymmetrie-Maß verwendet wird.

Dies ist eine besonders einfache und effektive Rechenvorschrift zur Bestimmung des Asymmetrie-Maßes.

Als Unterschiedswert kann beispielsweise das Quadrat der Differenz der Grauwerte verwendet werden. Gemäß einer Alternative kann als Unterschiedswert der Betrag der Differenz der Grauwerte verwendet werden.

Bei einer alternativen Variante ist die Analyseeinheit dazu eingerichtet ist, zum Ermitteln des Asymmetrie-Maßes für das betreffende Bild

- (a) ein Spiegelbild zu erstellen, das durch eine Spiegelung um eine, zumindest näherungsweise zum Bewegungsweg (W) parallele Spiegelachse erzeugt ist,
- (b) für jeden Bildpunkt des Bildes und den entsprechenden Bildpunkt des Spiegelbildes die Grauwerte zu erfassen,
- (c) jeweils einen Unterschieds-Wert zu bestimmen, der ein Maß für die Differenz zwischen dem Grauwert des Bildpunkts und dem Grauwert des entsprechenden Bildpunkts des Spiegelbildes darstellt,
- (d) alle so ermittelten Unterschieds-Werte aufzusummieren,
- (e) wenigstens ein weiteres Spiegelbild durch ein Verschieben des im Schritt (a) erzeugten Spiegelbildes in einer Richtung senkrecht zur Spiegelachse zu erzeugen, und
- (f) Wiederholen der Schritte (a) bis (d) unter Verwendung des wenigstens einen weiteren Spiegelbildes,

wobei die jeweils in Schritt (d) erstellten Summen verglichen werden und das Minimum der Summen das Asymmetrie-Maß zu dem betreffenden Bild bestimmt. Auch hierdurch ist eine besonders einfache und effektive Bestimmung des Asymmetrie-Maßes ermöglicht.

Bei einer Variante werden im Schritt (e) mehrere weitere Spiegelbilder erzeugt, wobei die mehreren Spiegelbilder jeweils durch eine einfache Verschiebung senkrecht zur Seitenkante des in Schritt (a) erstellten Spiegelbildes erzeugt werden. Dies erfordert geringen Rechenaufwand. Eine gewünschte Genauigkeit kann dabei einfach dadurch erzielt werden, dass ein Abstand zwischen den mehreren Spiegelbildern größer oder kleiner gewählt wird.

Bei einer Variante ist dabei die bildgebende Einheit derart eingerichtet, dass eine Seitenkante des wenigstens einen Bildes zumindest näherungsweise parallel zum vorgesehenen Übergabeweg orientiert ist. Zum Erstellen des Spiegelbildes im Schritt (a) wird dann die Sei-

tenkante als Spiegelachse verwendet. Ein Vorteil hierbei liegt darin, dass keine Spiegelachse durch Bildanalyse bestimmt werden muss. Bei einer Variante schließt die Seitenkante mit dem aus dem Bild ableitbaren vorgesehenen Übergabeweg einen Winkel ein, der kleiner als ein vorgegebener Grenzwinkel ist. Der Grenzwinkel kann z.B. etwa 3° - etwa 10° betragen.

5

Bei einer Variante ist die Bauteilfördervorrichtung zur Durchführung der folgenden Schritte – in der gegebenen Reihenfolge – eingerichtet:

- (i) Aufnehmen eines ersten Bildes mit der bildgebenden Einheit;
- (ii) Ermitteln des Asymmetrie-Maßes des ersten Bildes durch die Analyseeinheit;
- 10 (iii) Verstellen eines der beiden Förderinstrumente gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument in einer ersten Richtung durch die Einstelleinheit;
- (iv) Aufnehmen eines zweiten Bildes mit der bildgebenden Einheit;
- (v) Ermitteln des Asymmetrie-Maßes des zweiten Bildes durch die Analyseeinheit;
- (vi) Vergleichen des Asymmetrie-Maßes des zweiten Bildes mit dem Asymmetrie-Maß
15 des ersten Bildes durch die Analyseeinheit;
- (vii) Falls das Asymmetrie-Maß des zweiten Bildes kleiner ist als das Asymmetrie-Maß des ersten Bildes: Weiteres Verstellen des einen Förderinstruments gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument in der ersten Richtung durch die Einstelleinheit; und
20 falls das Asymmetrie-Maß des zweiten Bildes größer als oder gleich dem Asymmetrie-Maß des ersten Bildes ist: Verstellen des einen Förderinstruments gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument in einer, zur ersten Richtung entgegengesetzten zweiten Richtung durch die Einstelleinheit.

Auf diese Weise lässt sich ein besonders effektives und dabei einfaches Einstellen der beiden
25 Förderinstrumente zur gegenseitigen Ausrichtung bewirken.

Bei einer Variante ist die Bauteilfördervorrichtung außerdem zur anschließenden Durchführung der folgenden weiteren Schritte – in der gegebenen Reihenfolge – eingerichtet:

- (viii) Aufnehmen eines dritten Bildes mit der bildgebenden Einheit;
- 30 (ix) Ermitteln des Asymmetrie-Maßes des dritten Bildes durch die Analyseeinheit;
- (x) Vergleichen des Asymmetrie-Maßes des dritten Bildes mit dem Asymmetrie-Maß des zweiten Bildes durch die Analyseeinheit;
- (xi) Falls das Asymmetrie-Maß des dritten Bildes kleiner ist als das Asymmetrie-Maß des zweiten Bildes: Weiteres Verstellen des einen Förderinstruments gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument in der Richtung des zuletzt erfolgten Verstellens durch die Einstelleinheit; und
35 falls das Asymmetrie-Maß des dritten Bildes größer als oder gleich dem Asymmetrie-Maß des zweiten Bildes ist: Verstellen des einen Förderinstruments

gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument in der zu der Richtung des zuletzt erfolgten Verstellens entgegengesetzten Richtung durch die Einstelleinheit.

Bei einer Variante ist vorgesehen, dass anschließend weitere Bilder aufgenommen werden und in analoger Weise weiterverfahren wird, bis die Werte der Asymmetrie-Maße ein Minimum durchlaufen. Nach Durchlaufen des Minimums erfolgt ein dann Verstellen des einen Förderinstruments in die, zur letzten Richtung entgegengesetzte Richtung, z. B. bis das Minimum wieder erreicht ist. Dann sind die beiden Endbereiche – aus der Blickrichtung der bildgebenden Einheit gesehen – mit einer gewünschten Genauigkeit fluchtend aufeinander eingestellt.

Die Genauigkeit kann dabei auf ein gewünschtes Maß eingestellt werden, in dem eine Weglänge beim Verstellen des einen Förderinstrument größer oder kleiner gewählt wird. Je kleiner die Weglänge beim Verstellen gewählt ist, desto größer ist die erzielbare Genauigkeit.

Bei einer Variante ist das erste Förderinstrument und/oder das zweite Förderinstrument durch eine Pipette oder einen Ejektor oder einen Aufnehmer mit einer Saugkontaktstelle gebildet. Diese Arten von Förderinstrumenten weisen typischerweise Endbereiche auf, deren Formen einfach sind und symmetrisch um die vorgesehen Kontaktstelle gebildet sind. Daher eignet sich die hier beschriebene Analyseeinheit in diesem Fall besonders.

Bei einer Variante ist das erste Förderinstrument und/oder das zweite Förderinstrument Teil eines, entlang einer Achse linear beweglich gelagerten und/oder um eine Drehachse drehbar gelagerten Fördergeräts, wobei durch eine Voreinstell-Bewegung des Fördergeräts entlang der Achse oder um die Drehachse das betreffende Förderinstrument in eine, für die Übergabe des Bauteils entlang des Übergabewegs vorgesehene Übergabe-Position bewegt werden kann, und wobei die Einstelleinheit dazu eingerichtet ist, zum Justieren der Übergabe-Position des betreffenden Förderinstruments das betreffende Fördergerät entlang der Achse zu bewegen und/oder um die Drehachse zu drehen. Daher kann eine Antriebseinheit der Bauteilfördevorrichtung, die zum Antrieb des Fördergeräts dient, funktionell vorteilhaft sowohl zum Bewegen des Fördergeräts beim Fördern der Bauteile verwendet werden, als auch zum Einstellen bzw. Justieren der Übergabe-Position des betreffenden Förderinstruments.

Bei einer Variante ist das Fördergerät ein Wendegerät (oder Wendeeinrichtung) oder eine Linearachse.

Bei einer Variante ist das erste Förderinstrument Teil eines ersten Wendegeräts und das zweite Förderinstrument ist Teil eines zweiten Wendegeräts.

Bei einer Variante schließt die Einstellachse mit der Hauptachse des ersten Förderinstruments einen Winkel ein, der zwischen 70° und 110° beträgt. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich das erste Förderinstrument in der Übergabe-Position befindet. Beispielsweise
5 kann dieser Winkel 90° betragen. So lässt sich ein Einstellen bewirken, bei dem sich die Länge des Übertragungswegs praktisch nicht verändert.

Bei einer Variante schließt eine Richtung von der bildgebenden Einheit auf die Übergabestelle mit der Hauptachse des ersten Förderinstruments einen Winkel ein, der zwischen 70°
10 und 110° beträgt. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich das erste Förderinstrument in der Übergabe-Position befindet. So lässt sich erzielen, dass die Endbereiche der beiden Förderinstrumente praktisch ohne perspektivische Verzerrung durch die bildgebende Einheit abgebildet werden können.

Bei einer Variante weist die Bauteilfördervorrichtung außerdem eine weitere bildgebende Einheit auf, die dazu eingerichtet ist, wenigstens ein weiteres Bild der Übergabestelle aufzunehmen, das in einem ersten Abschnitt des wenigstens einen weiteren Bildes zumindest einen Endbereich des ersten Förderinstruments zeigt und in einem zweiten Abschnitt des wenigstens einen weiteren Bildes zumindest einen Endbereich des zweiten Förderinstruments,
20 wobei sich eine Richtung von der weiteren bildgebenden Einheit zu der Übergabestelle von einer Richtung von der zuerst genannten bildgebenden Einheit zu der Übergabestelle unterscheidet. So lässt sich unter Nutzung der weiteren bildgebenden Einheit ein gegenseitiges Justieren bzw. Feineinstellen der beiden Förderinstrumente zueinander in einer weiteren Ebene bewirken.

25 Bei einer Ausführung unterscheiden sich die beiden genannten Richtungen um mehr als 70° . So lassen sich mit den beiden bildgebenden Einheiten die Endbereiche aus deutlich unterschiedlichen Blickrichtungen beurteilen. Hierdurch lässt sich die Genauigkeit weiter steigern.

30 Wenn sich die beiden Richtungen, aus denen die beiden bildgebenden Einheiten auf die Übergabestelle gerichtet sind, um etwa 90° unterscheiden, lassen sich die beiden Förderinstrumente besonders einfach genau zueinander ausrichten. Daher ist bei einer Variante vorgesehen, dass sich die Richtung, aus der die zuerst genannte bildgebende Einheit auf die Übergabestelle gerichtet ist und die Richtung, aus der die weitere bildgebende Einheit auf
35 die Übergabestelle gerichtet ist, um einen Winkel unterscheiden, der zwischen 70° und 110° beträgt, vorzugsweise zwischen 80° und 100° .

Bei einer Variante ist die Analyseeinheit weiter dazu eingerichtet, das wenigstens eine weitere Bild zu analysieren und ein weiteres Maß für eine Asymmetrie zwischen dem Endbereich des ersten Förderinstruments und dem Endbereich des zweiten Förderinstruments zu ermitteln, wobei die Einstelleinheit dazu eingerichtet ist, wenigstens eines der beiden Förderinstrumente gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument entlang der oder um eine weitere Einstellachse in Abhängigkeit von dem ermittelten weiteren Asymmetrie-Maß einzustellen.

Ein Verfahren zum Einstellen einer Bauteilfördervorrichtung mit einem ersten Förderinstrument zum Fördern eines Bauteils und einem zweiten Förderinstrument zum Fördern des Bauteils, wobei das erste Förderinstrument dazu eingerichtet ist, das Bauteil an einer Übergabestelle entlang eines vorgesehenen Übergabewegs auf das zweite Förderinstrument zu übergeben, weist folgende Schritte auf:

- (i) Aufnehmen eines ersten Bildes der Übergabestelle mit einer bildgebenden Einheit;
- (ii) Ermitteln eines Asymmetrie-Maßes des ersten Bildes durch eine Analyseeinheit;
- (iii) Verstellen eines der beiden Förderinstrumente gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument in einer ersten Richtung durch eine Einstelleinheit;
- (iv) Aufnehmen eines zweiten Bildes der Übergabestelle mit der bildgebenden Einheit;
- (v) Ermitteln eines Asymmetrie-Maßes des zweiten Bildes durch die Analyseeinheit;
- (vi) Vergleichen des Asymmetrie-Maßes des zweiten Bildes mit dem Asymmetrie-Maß des ersten Bildes durch die Analyseeinheit;
- (vii) Falls das Asymmetrie-Maß des zweiten Bildes kleiner ist als das Asymmetrie-Maß des ersten Bildes: Weiteres Verstellen des einen Förderinstruments gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument in der ersten Richtung durch die Einstelleinheit; und
falls das Asymmetrie-Maß des zweiten Bildes größer als oder gleich dem Asymmetrie-Maß des ersten Bildes ist: Verstellen des einen Förderinstruments gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument in einer, zur ersten Richtung entgegengesetzten zweiten Richtung durch die Einstelleinheit.

Kurzbeschreibung der Figuren

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 Figuren schematisch Varianten einer Bauteilfördervorrichtung, ohne die Varianten der beschriebenen Vorrichtung auf diese zu beschränken.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Skizze einer Bauteilfördervorrichtung mit einer Übergabestelle zwischen einem ersten Förderinstrument und einem zweiten Förderinstrument.

5 Fig. 1a zeigt ein Detail aus Fig. 1 um die Übergabestelle.

Figuren 2a bis 2k zeigen schematisch mit einer bildgebenden Einheit der Bauteilfördervorrichtung aufgenommene Bilder der Übergabestelle, wobei das zweite Förderinstrument in unterschiedlicher Weise gegenüber dem ersten Förderinstrument verstellt wird.

10

Fig. 2l zeigt ein Diagramm, das Asymmetrie-Maße der in den Figuren 2a bis 2k skizzierten Bilder darstellt.

15

Fig. 3 zeigt eine Prinzip-Skizze eines durch die bildgebende Einheit aufgenommenen Bildes der Übergabestelle.

Figuren 4a bis 4c zeigen schematische Bilder der Übergabestelle beispielhaft für unterschiedlich geformte Förderinstrumente.

20

Figuren 5a und 5b zeigen ein Flussdiagramm für ein Einstell-Verfahren für eine Bauteilfördervorrichtung.

Detaillierte Beschreibung der Figuren

25

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Skizze einer Bauteilfördervorrichtung 100. Die Bauteilfördervorrichtung 100 umfasst ein erstes Fördergerät 101 mit einem ersten Förderinstrument F1 zum Fördern eines elektronischen Bauteils und ein zweites Fördergerät 102 mit einem zweiten Förderinstrument F2 zum Fördern des Bauteils. Die beiden Förderinstrumente F1, F2 sind im gezeigten Beispiel so genannte Aufnehmer. Fig. 1a zeigt einen Bereich um die beiden Förderinstrumente F1, F2 näher.

35

Das erste Förderinstrument F1 ist dazu eingerichtet, das Bauteil an einer Übergabestelle ÜS entlang eines vorgesehenen Übergabewegs W auf das zweite Förderinstrument F2 zu übergeben. Dabei hat das erste Förderinstrument F1 eine Hauptachse H₀, entlang der zumindest ein Abschnitt des vorgesehenen Übergabewegs W verläuft.

Das erste Fördergerät 101 ist ein Wendegerät, das relativ zu einem (in Fig. 1 nicht gezeigten) Gehäuse der Bauteilfördervorrichtung 100 beweglich gelagert ist, so dass es entlang einer Achse linear bewegt werden kann und um eine Drehachse gedreht werden kann. In der Darstellung der Fig. 1 ist hierbei als Achse und als Drehachse die y-Achse eines kartesischen Koordinatensystems gewählt. Die lineare Bewegungsmöglichkeit ist durch einen ersten Pfeil P1 angedeutet, die Drehbewegungsmöglichkeit durch einen gebogenen zweiten Pfeil P2. Zum Bewegen des ersten Fördergeräts 101 dient eine (in der Figur nicht gezeigte) Steuerung der Bauteilfördervorrichtung 100.

Das erste Fördergerät 101 weist außerdem ein weiteres Förderinstrument auf, das dem ersten Förderinstrument F1 mit Bezug auf die y-Achse gegenüberliegend angeordnet ist. In einer nicht dargestellten Variante weist das erste Fördergerät 101 mehr als zwei Förderinstrumente auf, beispielsweise vier oder acht entsprechende Förderinstrumente, die gleichmäßig um die y-Achse herum angeordnet sind.

Durch ein Drehen des ersten Fördergeräts 101 um die y-Achse wird das erste Förderinstrument F1 um die y-Achse gedreht, so dass es in unterschiedliche Positionen gebracht werden kann. Dabei ist eine, in Fig. 1 skizzierte Übergabe-Position für die Übergabe des Bauteils von dem ersten Förderinstrument F1 auf das zweite Förderinstrument F2 an der Übergabestelle ÜS vorgesehen. Eine Aufnahme-Position des ersten Förderinstruments F1, die beispielsweise der Übergabe-Position mit Bezug auf die y-Achse gegenüberliegt, ist für eine Aufnahme des Bauteils von einem strukturierten Bauteilvorrat 103, wie beispielsweise einem Wafer, vorgesehen.

Das zweite Fördergerät 102 ist eine Linearachse, die relativ zu dem Gehäuse beweglich gelagert ist, so dass sie entlang der y-Achse und entlang der x-Achse durch die Steuerung bewegt werden kann. Durch ein Bewegen des zweiten Fördergeräts 102 entlang der x-Achse und/oder entlang der y-Achse wird das zweite Förderinstrument F2 in unterschiedliche Positionen gebracht. Eine, in Fig. 1 skizzierte Übergabe-Position ist für die Übergabe des Bauteils von dem ersten Förderinstrument F1 auf das zweite Förderinstrument F2 an der Übergabestelle ÜS vorgesehen. Das zweite Fördergerät 102 kann das Bauteil an einer Ablagestelle in oder auf einer Empfangseinrichtung (nicht gezeigt) ablegen. Eine solche Empfangseinrichtung kann beispielsweise ein ein Aufnahmesubstrat bereitstellender (Wafer-)Tisch oder ein Bauteilgurt mit Aufnahmetaschen für Bauteile sein.

Für eine sichere Übergabe des Bauteils von dem ersten Förderinstrument F1 auf das zweite Förderinstrument F2 ist eine genaue fluchtende Ausrichtung des ersten Förderinstruments F1

und des zweiten Förderinstruments F2 erforderlich. Andernfalls besteht die Gefahr, dass das Bauteil bei der Übergabe herunterfällt.

Hierfür weist die Bauteilfördervorrichtung 100 weiterhin eine Einstelleinheit auf, mit der ei-
5 nes der beiden Förderinstrumente F1, F2 gegenüber dem betreffenden anderen Förderin-
strument entlang wenigstens einer oder um wenigstens eine Einstellachse eingestellt bzw.
justiert werden kann. Zum Einstellen werden dementsprechend die beiden Förderinstrumen-
te F1, F2 zunächst durch Voreinstellung in ihre jeweilige Übergabe-Position gebracht. An-
schließend erfolgt eine Feineinstellung bzw. Justierung der gegenseitigen Ausrichtung der
10 beiden Förderinstrumente F1, F2 mit Hilfe der Einstelleinheit.

Mit anderen Worten dient die Einstellvorrichtung zum Justieren wenigstens einer der beiden
Übergabe-Positionen, so dass hierdurch die beiden Förderinstrumente F1, F2 präzise auf-
einander ausgerichtet werden. Im gezeigten Beispiel kann die Übergabe-Position des ersten
15 Förderinstruments F1 mit der Einstelleinheit durch ein Bewegen des ersten Fördergeräts 101
entlang der y-Achse oder durch Drehen des ersten Fördergeräts 101 um die y-Achse justiert
bzw. eingestellt werden. Die Übergabe-Position des zweiten Förderinstruments F2 kann mit
der Einstelleinheit durch Bewegen des zweiten Fördergeräts 102 entlang der x-Achse und/
oder durch Bewegen des zweiten Fördergeräts 102 entlang der y-Achse eingestellt werden.

20 Ferner kann das zweite Fördergerät 102 durch die Steuerung auch entlang der z-Achse be-
wegt werden.

In einer nicht gezeigten Variante ist das zweite Fördergerät als weiteres Wendegerät gestal-
25 tet, das im Aufbau dem zuerst genannten Wendegerät entspricht, wobei jedoch die Dreh-
achse des weiteren Wendegeräts mit der Drehachse des zuerst genannten Wendegeräts,
also der y-Achse, einen Winkel von mehr als 0° einschließt. In einer Variante ist die Dreh-
achse des weiteren Wendegeräts die x-Achse. In einer weiteren nicht gezeigten Variante ist
die Drehachse des ersten Wendegeräts und des zweiten Wendegeräts die y-Achse.

30 Weiterhin weist die Bauteilfördervorrichtung 100 eine bildgebende Einheit K1 auf, die dazu
eingerrichtet ist, wenigstens ein, beispielhaft in Fig. 3 skizziertes Bild der Übergabestelle ÜS
aufzunehmen, das in einem ersten Abschnitt H1 des Bildes zumindest einen Endbereich E1
des ersten Förderinstruments F1 zeigt, und in einem zweiten Abschnitt H2 des Bildes zumin-
35 dest einen Endbereich E2 des zweiten Förderinstruments. In Fig. 3 ist dabei die Hauptachse
des ersten Förderinstruments F1 skizziert, entlang der zumindest ein Abschnitt des vorgese-
henen Übergabewegs W verläuft.

Weiterhin weist die Bauteilfördervorrichtung 100 eine, mit der Einstelleinheit verbundene Analyseeinheit zur Analyse des wenigstens einen Bildes auf, die dazu eingerichtet ist, zu dem wenigstens einen Bild ein Maß für eine Asymmetrie zwischen dem Endbereich E1 des ersten Förderinstruments F1 und dem Endbereich E2 des zweiten Förderinstruments F2 – kurz

5 Asymmetrie-Maß – zu ermitteln. Dabei ist die Einstelleinheit dazu eingerichtet, das erste Förderinstrument F1 gegenüber dem zweiten Förderinstrument F2 entlang der Einstellachse – hier die y-Achse – in Abhängigkeit vom ermittelten Asymmetrie-Maß einzustellen.

10 Im Folgenden wird beschrieben, welche Schritte zum Einstellen bzw. Justieren der gegenseitigen fluchtenden Ausrichtung der beiden Förderinstrumente F1, F2 durchgeführt werden.

Nachdem die beiden Förderinstrumente F1, F2 durch entsprechendes Bewegen der beiden Fördergeräte 101, 102 in ihre jeweiligen Übergabe-Positionen gebracht worden sind, werden die folgenden Schritte in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt:

- 15 (i) Aufnehmen eines ersten Bildes mit der bildgebenden Einheit K1;
(ii) Ermitteln des Asymmetrie-Maßes des ersten Bildes durch die Analyseeinheit;
(iii) Verstellen eines der beiden Förderinstrumente, hier beispielhaft des zweiten Förderinstruments F2 gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument F1 in einer ersten Richtung, hier beispielhaft der y-Richtung durch die Einstelleinheit;
- 20 (iv) Aufnehmen eines zweiten Bildes mit der bildgebenden Einheit K1;
(v) Ermitteln des Asymmetrie-Maßes des zweiten Bildes durch die Analyseeinheit;
(vi) Vergleichen des Asymmetrie-Maßes des zweiten Bildes mit dem Asymmetrie-Maß des ersten Bildes durch die Analyseeinheit;
- 25 (vii) Falls das Asymmetrie-Maß des zweiten Bildes kleiner ist als das Asymmetrie-Maß des ersten Bildes: Weiteres Verstellen des zweiten Förderinstruments F2 gegenüber dem ersten Förderinstrument F1 in der y-Richtung durch die Einstelleinheit; und
falls das Asymmetrie-Maß des zweiten Bildes größer als oder gleich dem Asymmetrie-Maß des ersten Bildes ist: Verstellen des zweiten Förderinstruments F2 gegenüber dem ersten Förderinstrument F1 in einer, zur y-Richtung entgegengesetzten zweiten Richtung, also in der „-y“-Richtung, durch die Einstelleinheit.
- 30

Auf diese Weise wird das zweite Förderinstrument F2 der gewünschten fluchtenden Ausrichtung nähergebracht.

35

Anschließend können die Schritte unter Nutzung weiterer Bilder wiederholt werden, bis eine gewünschte Präzision der gegenseitigen Ausrichtung der beiden Förderinstrumente F1, F2 erreicht ist.

Wenn das erste Förderinstrument F1 gegenüber dem zweiten Förderinstrument F2 verstellt wird, ergibt sich völlig Analoges.

- 5 In den Figuren 2a bis 2k ist anhand entsprechender, mit der bildgebenden Einheit K1 aufgenommener Bilder B1, B2, B3 ... B11 der Übergabestelle ÜS exemplarisch und stark vereinfachend ein Fall skizziert, in dem das zweite Förderinstrument F2 mehrmals entsprechend verstellt wird.
- 10 Auf der linken Seite der Fig. 2a ist dabei das erste Bild B1 skizziert. Man erkennt durch schwarze Markierung auf weißem Hintergrund den Endbereich E1 des ersten Förderinstruments F1, hier beispielhaft auch als „Pipette“ bezeichnet, und entsprechend den Endbereich E2 des zweiten Förderinstruments F2 und die Spiegelachse SA. Außerdem ist die Hauptachse H₀ des ersten Förderinstruments F1 skizziert.
- 15 Nach der Aufnahme des ersten Bildes B1 im oben genannten Schritt (i) wird im Schritt (ii) das zugehörige Asymmetrie-Maß für das erste Bild B1 ermittelt, hier als erstes Asymmetrie-Maß A1 bezeichnet. Auf die Art und Weise, wie ein Asymmetrie-Maß für ein Bild ermittelt wird, wird weiter unten näher eingegangen.
- 20 Im Schritt (iii) wird das zweite Förderinstrument F2 ausgehend von der in Fig. 2a gezeigten Startsituation in einer ersten Richtung, hier beispielhaft nach rechts verstellt, und zwar um ein kleines Verstell-Maß. Dann wird im Schritt (iv) das in Fig. 2b gezeigte zweite Bild B2 aufgenommen. Im gezeigten Beispiel erfolgt das Verstellen nach rechts um die Breite eines
- 25 Bildpunkts, wie in Fig. 2b oben links durch „1 pix -->“ markiert. Im Allgemeinen kann das kleine Verstell-Maß beispielsweise einen Bruchteil eines Millimeters betragen und ist grundsätzlich frei wählbar in Abhängigkeit der erwünschten Genauigkeit der Justierung.
- Anschließend wird im Schritt (v) für das zweite Bild B2 das zweite Asymmetrie-Maß A2 in
- 30 entsprechender Weise ermittelt.
- Im Schritt (vi) werden dann das erste Asymmetrie-Maß A1 und das zweite Asymmetrie-Maß A2 miteinander verglichen. Im gezeigten Beispiel ist – wie weiter unten noch näher ausgeführt wird – das zweite Asymmetrie-Maß A2 gleich groß wie das erste Asymmetrie-Maß A1.
- 35 Im Schritt (vii) werden zwei Fälle unterschieden. Wenn das zweite Asymmetrie-Maß A2 größer als oder gleich dem ersten Asymmetrie-Maß A1 ist, also wenn, wie hier der Fall $A2 \geq A1$ gilt, erfolgt in einem nächsten Schritt ein Verstellen des zweiten Förderinstruments F2 in

die Gegenrichtung. So wird die in Fig. 2c skizzierte Situation erzielt. Dies wird solange fortgeführt, bis sich – wie anhand der Figuren 2i und 2j exemplarisch skizziert – das Asymmetrie-Maß wieder größer wird. Wenn also nach einem Verstellen das Asymmetrie-Maß wieder zunimmt, erfolgt ein Verstellen des zweiten Förderinstruments F2 in die Gegenrichtung. Auf diese Weise lässt sich eine Relativ-Einstellung der beiden Förderinstrumente F1, F2 finden, in der das Asymmetrie-Maß ein Minimum hat.

Figuren 5a und 5b zeigen ein entsprechendes Ablaufdiagramm: Im Schritt S01 werden die beiden Fördergeräte 101, 102 durch Voreinstellung so bewegt, dass sich die beiden Förderinstrumente F1, F2 in ihrer jeweiligen Übergabe-Position befinden. Im Schritt S02 wird das erste Bild aufgenommen und das zugehörige Asymmetrie-Maß ermittelt. Im Schritt S03 erfolgt ein Verstellen eines der beiden Förderinstrumente in eine erste Richtung. Im Schritt S04 wird ein weiteres Bild aufgenommen und das zugehörige Asymmetrie-Maß ermittelt. Im Schritt S05 wird ermittelt, ob das zuletzt ermittelte Asymmetrie-Maß im Vergleich zu dem unmittelbar zuvor ermittelten Asymmetrie-Maß abgenommen hat. Mit anderen Worten wird im Schritt S05 abgefragt, ob sich die Symmetrie durch das letzte Verstellen verbessert hat. Falls dies nicht der Fall ist, erfolgt im Schritt S06 ein Verstellen in die Gegenrichtung und im dann folgenden Schritt S04 wieder die Aufnahme eines weiteren Bildes und die Ermittlung des zugehörigen Asymmetrie-Maßes.

Falls jedoch in Schritt S05 ermittelt wird, dass sich die Symmetrie verbessert hat, erfolgt im Schritt S07 ein weiteres Verstellen in dieselbe Richtung. Nach Durchführung des Schritts S07 wird im Schritt S08 wieder ein Bild aufgenommen und das zugehörige Asymmetrie-Maß ermittelt. Im Schritt S09 wird dann wieder ermittelt, ob das zuletzt ermittelte Asymmetrie-Maß im Vergleich zu dem unmittelbar zuvor ermittelten Asymmetrie-Maß abgenommen hat. Mit anderen Worten wird im Schritt S09 abgefragt, ob sich die Symmetrie durch das letzte Verstellen verbessert hat. Falls sich die Symmetrie verbessert hat, geht es zurück zu Schritt S07 und es erfolgt wieder ein weiteres Verstellen in dieselbe Richtung. Falls in Schritt S09 ermittelt wird, dass sich die Symmetrie nicht verbessert hat, erfolgt im Schritt S10 ein Verstellen in die Gegenrichtung, und zwar unter Verwendung eines jetzt kleineren Verstell-Maßes.

Im Schritt S11 wird wieder ein Bild aufgenommen und das zugehörige Asymmetrie-Maß ermittelt. Im Schritt S12 wird dann wieder ermittelt, ob das zuletzt ermittelte Asymmetrie-Maß im Vergleich zu dem unmittelbar zuvor ermittelten Asymmetrie-Maß abgenommen hat. Fall ja, geht es wieder zu Schritt S10 und es erfolgt ein weiteres Verstellen. Falls nein, ist das Einstellen unter Nutzung der bildgebenden Einheit K1 in Schritt S13 beendet. Die ermittelten Einstellwerte werden in einem, mit der Steuerung verbundenen Speicher gespeichert. Bei einer folgenden Nutzung der Bauteilfördervorrichtung 100 können die Einstellwerte von der

Steuerung und der Einstelleinheit genutzt werden, wenn die die beiden Förderinstrumente F1, F2 durch entsprechendes Bewegen der Fördergeräte 101, 102 in ihre Übergabe-Positionen bewegt werden.

- 5 Im Folgenden wird beschrieben, wie gemäß einem ersten Beispiel von der Analyseeinheit das Asymmetrie-Maß zu einem Bild ermittelt wird.

Die Analyseeinheit ist dabei dazu eingerichtet, zur Ermittlung des Asymmetrie-Maßes eine Spiegelachse SA zu nutzen, die – wie in Fig. 3 und auch in Fig. 2a skizziert – senkrecht zum
10 vorgesehenen Übergabeweg W orientiert ist. Vorzugsweise schneidet die Spiegelachse SA dabei den Übergabeweg W in dessen geometrischer Mitte M.

Anhand der Fig. 2a werden nun die Schritte erläutert, die von der Analyseeinheit zur Ermittlung des Asymmetrie-Maßes A1 für das erste Bild B1 durchgeführt werden. Das Bild B1 weist
15 einen ersten Abschnitt H1 auf, in dem der Endbereich E1 des ersten Förderinstruments F1 gezeigt ist, und einen zweiten Abschnitt H2, in dem der Endbereich E2 des zweiten Förderinstruments F2 gezeigt ist. Hier erstreckt sich der erste Abschnitt H1 unterhalb der Spiegelachse SA und der zweite Abschnitt H2 oberhalb der Spiegelachse SA.

20 Das erste Bild B1 ist aus vielen Bildpunkten $B_1, B_2, B_3, \dots$ zusammengesetzt, wobei jeder Bildpunkt einen bestimmten Grauwert aufweist. In Fig. 2a umfasst der zweite Abschnitt H2 des Bildes B1 insgesamt 160 Bildpunkte, die auf zehn Zeilen und sechzehn Spalten verteilt angeordnet sind. Dabei ist für Schwarz der Grauwert „1“ gewählt und für Weiß der Grauwert „0“.

25 In einem Schritt (a) wird für jeden Bildpunkt $B_1, B_2, B_3, \dots B_{160}$ oberhalb der Spiegelachse SA der betreffende Grauwert erfasst.

In Schritt (b) wird für jeden dieser Bildpunkte $B_1, B_2, B_3, \dots B_{160}$ unter Nutzung der Spiegelachse SA ein gespiegelter Bildpunkt $B_1', B_2', B_3', \dots B_{160}'$ ermittelt und dessen Grauwert
30 erfasst. Die gespiegelten Bildpunkte $B_1', B_2', B_3', \dots B_{160}'$ befinden sich dementsprechend unterhalb der Spiegelachse SA.

In Schritt (c) wird für jeden der Bildpunkte $B_1, B_2, B_3, \dots B_{160}$ jeweils einen Unterschieds-Wert $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots \Delta_{160}$ bestimmt, und zwar durch Bildung einer Differenz zwischen dem Grauwert
35 des betreffenden Bildpunkts B_i und dem Grauwert des betreffenden gespiegelten Bildpunkts B_i' und anschließendes Quadrieren der Differenz. Die so erhaltenen Unterschieds-Werte Δ_i sind rechts in Fig. 2a in einem entsprechenden Raster angegeben.

In Schritt (d) werden alle so ermittelten Unterschieds-Werte $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_{160}$ aufsummiert. In dem in Fig. 2a gezeigten Beispiel ergibt sich für diese Summe $\Sigma \Delta_i$ der Wert „72“, wie rechts in Fig. 2a angegeben.

- 5 Dabei wird die in Schritt (d) gebildete Summe $\Sigma \Delta_i$ als Asymmetrie-Maß zu dem betreffenden Bild gewählt. Das Asymmetrie-Maß A1 des in Fig. 2a dargestellten ersten Bildes B1 hat also den Wert 72.

10 Bei dem in Fig. 2f gezeigten sechsten Bild B6 hat das Asymmetrie-Maß A6 den Wert 44. Anschaulich und vereinfacht ergibt sich durch „Klappen“ des ersten Förderinstruments F1 um die Spiegelachse SA ein Überlappungsbereich mit dem zweiten Förderinstrument F2, in dem die Unterschieds-Werte Null sind. Je größer dieser Überlappungsbereich, desto besser die Symmetrie und somit die fluchtende Ausrichtung. Auf diese Weise nimmt mit zunehmendem Überlappungsbereich das Asymmetrie-Maß ab.

15

In Fig. 2l sind in einem Diagramm die Asymmetrie-Maße A1 bis A11 der in den Figuren 2a bis 2k entsprechend gezeigten elf Bilder B1 bis B11 aufgetragen.

20 Gemäß einem zweiten Beispiel kann das Asymmetrie-Maß unter Verwendung einer Spiegelachse ermittelt werden, die mit dem vorgesehenen Übergabeweg W, also mit der Hauptachse H_0 des ersten Förderinstruments F1 zusammenfällt.

25 Wie sich aus einer Plausibilitäts-Überlegung anhand der Fig. 3 ergibt, ist dadurch, dass hier die Spiegelachse mit der Hauptachse H_0 zusammenfällt, das erste Förderinstrument F1 bzw. dessen Endbereich E1 ideal symmetrisch zur Spiegelachse ausgerichtet. Wenn das zweite Förderinstrument F2 gegenüber der Spiegelachse einen Offset hat, ergibt sich durch Spiegeln des zweiten Förderinstruments F2 kein Überlappungsbereich im oben genannten Sinn oder lediglich ein sehr kleiner Überlappungsbereich und somit ein hoher Wert für das Asymmetrie-Maß. Wenn das zweite Förderinstrument F2 jedoch ideal ausgerichtet ist, ergibt sich
30 ein maximaler Überlappungsbereich und somit ein minimaler Wert für das Asymmetrie-Maß.

Daher können die oben genannten Rechenschritte auch in diesem Fall in analoger Weise durchgeführt werden.

35 Gemäß einem dritten Beispiel kann das Asymmetrie-Maß durch die folgenden Schritte ermittelt werden:

- (a) Zu dem betreffenden Bild wird ein Spiegelbild erstellt, das durch eine Spiegelung um eine zum Bewegungsweg W parallele Spiegelachse erzeugt ist,

- (b) für jeden Bildpunkt des Bildes und den entsprechenden Bildpunkt des Spiegelbildes werden die Grauwerte erfasst,
- (c) dann wird jeweils ein Unterschieds-Wert bestimmt, der ein Maß für die Differenz zwischen dem Grauwert des Bildpunkts und dem Grauwert des entsprechenden
- 5 Bildpunkts des Spiegelbildes darstellt,
- (d) alle so ermittelten Unterschieds-Werte werden aufsummiert,
- (e) Anschließend wird ausgehend von dem Bild wenigstens ein weiteres Spiegelbild unter Nutzung wenigstens einer weiteren Spiegelachse erzeugt, die senkrecht zu der zuerst genannten Spiegelachse versetzt ist,
- 10 (f) Dann werden der Schritte (a) bis (d) unter Verwendung des wenigstens einen weiteren Spiegelbildes wiederholt.

Anschließend werden die jeweils in Schritt (d) erstellten Summen verglichen und das Minimum der Summen als Asymmetrie-Maß zu dem betreffenden Bild verwendet.

- 15 Je mehr Spiegelbilder hierbei verwendet werden, desto größer ist im Allgemeinen die Genauigkeit, die hierbei erreicht werden kann.

Ein Vorteil des hier beschriebenen Verfahrens liegt darin, dass die Justierung durch die Einstelleinheit auch im Fall unterschiedlich geformter Förderinstrumenten durchgeführt

20 werden kann, wie beispielhaft in den Figuren 4a bis 4c skizziert.

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 Figuren sind teilweise schematisch, wobei wesentliche Eigenschaften und

25 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

30 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

35 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.

Patentansprüche

- 5 1. Bauteilfördevorrichtung (100), mit
- einem ersten Förderinstrument (F1) zum Fördern eines Bauteils;
 - einem zweiten Förderinstrument (F2) zum Fördern des Bauteiles;
- wobei das erste Förderinstrument (F1) dazu eingerichtet ist, das Bauteil an einer Übergabestelle (ÜS) auf das zweite Förderinstrument (F2) zu übergeben;
- 10 - einer Einstelleinheit für ein Einstellen eines der zwei Förderinstrumente (F1, F2) gegenüber dem anderen Förderinstrument (F2, F1) entlang wenigstens einer oder um wenigstens eine Einstellachse (x-, y-, z-Achse);
- einer bildgebenden Einheit (K1), die dazu eingerichtet ist, wenigstens ein Bild (B1, B2, B3, ... B11) der Übergabestelle (ÜS) aufzunehmen, das in einem ersten Abschnitt (H1) zu-
- 15 mindest einen Endbereich (E1) des ersten Förderinstruments (F1) zeigt, und in einem zweiten Abschnitt (H2) zumindest einen Endbereich (E2) des zweiten Förderinstruments (F2);
- einer, mit der Einstelleinheit verbundenen Analyseeinheit zur Analyse des wenigstens einen Bildes (B1, B2, B3, ... B11), die dazu eingerichtet ist, aus dem wenigstens einen Bild (B1, B2, B3, ... B11) ein Maß für eine Asymmetrie (A1, A2, A3, ... A11) zwischen dem Endbereich (E1)
- 20 des ersten Förderinstruments (F1) und dem Endbereich (E2) des zweiten Förderinstruments (F2) zu ermitteln; wobei
- die Einstelleinheit dazu eingerichtet ist, wenigstens eines der beiden Förderinstrumente (F1, F2) gegenüber dem anderen Förderinstrument (F2, F1) entlang der wenigstens einen oder um die wenigstens eine Einstellachse (x-, y-, z-Achse) in Abhängigkeit von dem ermittelten Asymmetrie-Maß (A1, A2, A3, ... A11) einzustellen.
- 25
2. Bauteilfördevorrichtung (100) nach Anspruch 1, bei der die Analyseeinheit dazu eingerichtet ist, zur Ermittlung des Asymmetrie-Maßes (A1, A2, A3, ... A11) zwischen dem Endbereich (E1) des ersten Förderinstruments (F1) und dem Endbereich (E2) des zweiten
- 30 Förderinstruments (F2) eine Spiegelachse (SA) zu nutzen, die entweder senkrecht zu einem Übergabeweg (W) des Bauteiles orientiert ist oder mit dem Übergabeweg (W) zusammenfällt.
3. Bauteilfördevorrichtung (100) nach Anspruch 2, bei der die Analyseeinheit dazu
- 35 eingerichtet ist, zum Ermitteln des Asymmetrie-Maßes (A1, A2, A3, ... A11)
- (a) für jeden Bildpunkt (B1, B2, B3, ...) auf einer Seite der Spiegelachse (SA) einen Grauwert zu erfassen,

- (b) jeweils für den betrachteten Bildpunkt ($B_1, B_2, B_3, \dots$) mit der Spiegelachse (SA) den gespiegelten Bildpunkt ($B_1', B_2', B_3', \dots$) zu ermitteln und dessen Grauwert zu erfassen,
- (c) jeweils einen Unterschieds-Wert ($\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots$) zu bestimmen, der ein Maß für die Differenz zwischen dem Grauwert des Bildpunkts ($B_1, B_2, B_3, \dots$) und dem Grauwert des gespiegelten Bildpunkts ($B_1', B_2', B_3', \dots$) darstellt, und
- (d) alle so ermittelten Unterschieds-Werte ($\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots$) aufzusummieren,
- wobei die in Schritt (d) gebildete Summe ($\sum \Delta_i$) das Asymmetrie-Maß ($A_1, A_2, A_3, \dots A_{11}$) zu dem betreffenden Bild ($B_1, B_2, B_3, \dots B_{11}$) bestimmt.

10

4. Bauteilfördevorrichtung (100) nach Anspruch 1, bei der die Analyseeinheit dazu eingerichtet ist, zum Ermitteln des Asymmetrie-Maßes für das betreffende Bild

- (a) ein Spiegelbild zu erstellen, das durch eine Spiegelung um eine, zumindest näherungsweise zum Bewegungsweg (W) parallele Spiegelachse erzeugt ist,
- (b) für jeden Bildpunkt des Bildes und den entsprechenden Bildpunkt des Spiegelbildes die Grauwerte zu erfassen,
- (c) jeweils einen Unterschieds-Wert zu bestimmen, der ein Maß für die Differenz zwischen dem Grauwert des Bildpunkts und dem Grauwert des entsprechenden Bildpunkts des Spiegelbildes darstellt,
- (d) alle so ermittelten Unterschieds-Werte aufzusummieren,
- (e) wenigstens ein weiteres Spiegelbild durch ein Verschieben des im Schritt (a) erzeugten Spiegelbildes in einer Richtung senkrecht zur Spiegelachse zu erzeugen, und
- (f) Wiederholen der Schritte (b) bis (d) unter Verwendung des wenigstens einen weiteren Spiegelbildes,

25

wobei die jeweils in Schritt (d) erstellten Summen verglichen werden und das Minimum der Summen das Asymmetrie-Maß zu dem betreffenden Bild bestimmt.

5. Bauteilfördevorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die zur Durchführung der folgenden Schritte – in der gegebenen Reihenfolge – eingerichtet ist:

- (i) Aufnehmen eines ersten Bildes (B_1) mit der bildgebenden Einheit (K1);
- (ii) Ermitteln des Asymmetrie-Maßes (A_1) des ersten Bildes (B_1) durch die Analyseeinheit;
- (iii) Verstellen eines der beiden Förderinstrumente (F_1, F_2) gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument (F_2, F_1) in einer ersten Richtung durch die Einstelleinheit;
- (iv) Aufnehmen eines zweiten Bildes (B_2) mit der bildgebenden Einheit (K1);

35

- (v) Ermitteln des Asymmetrie-Maßes (A2) des zweiten Bildes (B2) durch die Analyseeinheit;
 - (vi) Vergleichen des Asymmetrie-Maßes (A2) des zweiten Bildes (B2) mit dem Asymmetrie-Maß (A1) des ersten Bildes (B1) durch die Analyseeinheit;
 - 5 (vii) Falls das Asymmetrie-Maß (A2) des zweiten Bildes (B2) kleiner ist als das Asymmetrie-Maß (A1) des ersten Bildes (B1): Weiteres Verstellen des einen Förderinstruments (F1, F2) gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument (F2, F1) in der ersten Richtung durch die Einstelleinheit; und
falls das Asymmetrie-Maß (A2) des zweiten Bildes (B2) größer als oder gleich dem
10 Asymmetrie-Maß (A1) des ersten Bildes (B1) ist: Verstellen des einen Förderinstruments (F1, F2) gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument (F2, F1) in einer, zur ersten Richtung entgegengesetzten zweiten Richtung durch die Einstelleinheit.
- 15 6. Bauteilfördervorrichtung nach Anspruch 5, die zur anschließenden Durchführung der folgenden weiteren Schritte – in der gegebenen Reihenfolge – eingerichtet ist:
- (viii) Aufnehmen eines dritten Bildes (B3) mit der bildgebenden Einheit (K1);
 - (ix) Ermitteln des Asymmetrie-Maßes (A3) des dritten Bildes (B3) durch die Analyseeinheit;
 - 20 (x) Vergleichen des Asymmetrie-Maßes (A3) des dritten Bildes (B3) mit dem Asymmetrie-Maß (A2) des zweiten Bildes (B2) durch die Analyseeinheit;
 - (xi) Falls das Asymmetrie-Maß (A3) des dritten Bildes (B3) kleiner ist als das Asymmetrie-Maß (A2) des zweiten Bildes (B2): Weiteres Verstellen des einen Förderinstruments (F1, F2) gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument (F2, F1) in der Richtung des zuletzt erfolgten Verstellens durch die Einstelleinheit; und
falls das Asymmetrie-Maß (A3) des dritten Bildes (B3) größer als oder gleich dem
25 Asymmetrie-Maß (A2) des zweiten Bildes (B2) ist: Verstellen des einen Förderinstruments (F1, F2) gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument (F2, F1) in der zu der Richtung des zuletzt erfolgten Verstellens entgegen gesetzten
30 Richtung durch die Einstelleinheit.
7. Bauteilfördervorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das erste Förderinstrument (F1) und/oder das zweite Förderinstrument (F2) durch eine Pipette oder einen Ejektor oder einen Aufnehmer mit einer Saugkontaktstelle gebildet ist.
35
8. Bauteilfördervorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das erste Förderinstrument (F1) und/oder das zweite Förderinstrument (F2) Teil eines, entlang einer Achse linear beweglich gelagerten und/oder um eine Drehachse drehbar gelager-

ten Fördergeräts (101, 102) ist, wobei durch eine Voreinstell-Bewegung des Fördergeräts (101, 102) entlang der Achse oder um die Drehachse das betreffende Förderinstrument (F1, F2) in eine, für die Übergabe des Bauteils (B) entlang des Übergabewegs (W) vorgesehene Übergabe-Position bewegt werden kann;

- 5 wobei die Einstelleinheit dazu eingerichtet ist, zum Justieren der Übergabe-Position des betreffenden Förderinstruments (F1, F2) das betreffende Fördergerät (101, 102) entlang der Achse zu bewegen und/oder um die Drehachse zu drehen.

9. Bauteilfördervorrichtung nach Anspruch 7, bei der das Fördergerät (101, 102) eine
10 Wendeeinrichtung (101) oder eine Linearachse (102) ist.

10. Bauteilfördervorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Einstellachse mit der Hauptachse (H_0) des ersten Förderinstruments (F1) einen Winkel einschließt, der zwischen 70° und 110° beträgt.

15

11. Bauteilfördervorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der eine Richtung (R1) von der bildgebenden Einheit (K1) auf die Übergabestelle (ÜS) mit der Hauptachse (H_0) des ersten Förderinstruments (F1) einen Winkel einschließt, der zwischen 70° und 110° beträgt.

20

12. Bauteilfördervorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die außerdem eine weitere bildgebende Einheit (K2) aufweist, die dazu eingerichtet ist, wenigstens ein weiteres Bild der Übergabestelle (ÜS) aufzunehmen, das in einem ersten Abschnitt des wenigstens einen weiteren Bildes zumindest einen Endbereich (E1) des ersten Förderinstruments (F1) zeigt und in einem zweiten Abschnitt des wenigstens einen weiteren Bildes zumindest einen Endbereich (E2) des zweiten Förderinstruments (F2), wobei sich eine Richtung (R2) von der weiteren bildgebenden Einheit (K2) zu der Übergabestelle (ÜS) von einer Richtung (R1) von der zuerst genannten bildgebenden Einheit (K1) zu der Übergabestelle (ÜS) unterscheidet.

30

13. Bauteilfördervorrichtung (100) nach Anspruch 12, bei der die Analyseeinheit weiter dazu eingerichtet ist, das wenigstens eine weitere Bild zu analysieren und ein weiteres Maß für eine Asymmetrie zwischen dem Endbereich (E1) des ersten Förderinstruments (F1) und dem Endbereich (E2) des zweiten Förderinstruments (F2) zu ermitteln;

- 35 wobei die Einstelleinheit dazu eingerichtet ist, wenigstens eines der beiden Förderinstrumente (F1, F2) gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument (F2, F1) entlang der oder um eine weitere Einstellachse (x-, y-, z-Achse) in Abhängigkeit von dem ermittelten weiteren Asymmetrie-Maß einzustellen.

14. Verfahren zum Einstellen einer Bauteilfördervorrichtung (100) mit einem ersten Förderinstrument (F1) zum Fördern eines Bauteils und einem zweiten Förderinstrument (F2) zum Fördern des Bauteils, wobei das erste Förderinstrument (F1) dazu eingerichtet ist, das Bauteil an einer Übergabestelle (ÜS) auf das zweite Förderinstrument (F2) zu übergeben, aufweisend die Schritte:
- (ii) Aufnehmen eines ersten Bildes (B1) der Übergabestelle (ÜS) mit einer bildgebenden Einheit (K1);
 - (iii) Ermitteln eines Asymmetrie-Maßes (A1) des ersten Bildes (B1) durch eine Analyseeinheit;
 - (iv) Verstellen eines der beiden Förderinstrumente (F1, F2) gegenüber dem anderen Förderinstrument (F2, F1) in einer ersten Richtung (y-Richtung) durch eine Einstelleinheit;
 - (v) Aufnehmen eines zweiten Bildes (B2) der Übergabestelle (ÜS) mit der bildgebenden Einheit (K1);
 - (vi) Ermitteln eines Asymmetrie-Maßes (A2) des zweiten Bildes (B2) durch die Analyseeinheit;
 - (vii) Vergleichen des Asymmetrie-Maßes (A2) des zweiten Bildes (B2) mit dem Asymmetrie-Maß (A1) des ersten Bildes (B1) durch die Analyseeinheit;
 - (viii) Falls das Asymmetrie-Maß (A2) des zweiten Bildes (B2) kleiner ist als das Asymmetrie-Maß (A1) des ersten Bildes (B1): Weiteres Verstellen des einen Förderinstrumentes (F1, F2) gegenüber dem betreffenden anderen Förderinstrument (F2, F1) in der ersten Richtung (y-Richtung) durch die Einstelleinheit; und
 - (ix) falls das Asymmetrie-Maß (A2) des zweiten Bildes (B2) größer als oder gleich dem Asymmetrie-Maß (A1) des ersten Bildes (B1) ist:
 - (x) Verstellen des einen Förderinstrumentes (F1, F2) gegenüber dem anderen Förderinstrument (F2, F1) in einer, zur ersten Richtung (y-Richtung) entgegengesetzten zweiten Richtung (-y-Richtung) durch die Einstelleinheit.