

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

698 334 B1

(51) Int. Cl.: H01L 21/68
H05K 13/04 (2006.01)
(2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01136/08

(73) Inhaber:
Esec AG, Hinterbergstrasse 32
6330 Cham (CH)

(22) Anmeldedatum: 17.07.2008

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.07.2009

(72) Erfinder:
Stefan Behler, 6312 Steinhausen (CH)
Blessing, Patrick, 8800, Thalwil (CH)

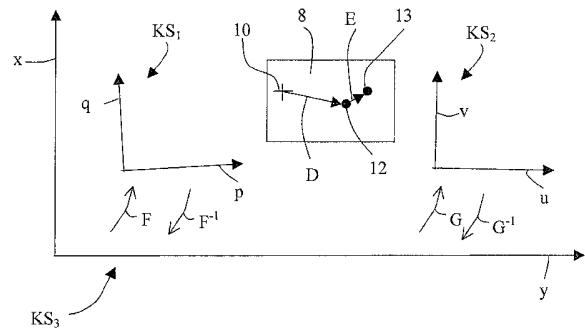
(30) Priorität: 09.10.2007 CH 1562/07

(24) Patent erteilt: 29.07.2011

(74) Vertreter:
Patentanwaltsbüro Dr. Urs Falk, Eichholzweg 9A
6312 Steinhausen (CH)

(54) **Verfahren für die Entnahme und Montage von auf einem Wafertisch bereitgestellten Halbleiterchips auf einem Substrat.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die Entnahme von Halbleiterchips von einem Wafertisch und deren Montage auf einem Substrat mittels eines Pick-and-Place-Systems. Die Lage und Orientierung des als nächster zu montierenden Halbleiterchips werden mittels einer ersten Kamera ermittelt und in Form von auf ein erstes Koordinatensystem (KS₁) bezogenen Positionsdaten zur Verfügung gestellt. Die Lage und Orientierung des Substratplatzes, auf dem der Halbleiterchip zu montieren ist, werden mittels einer zweiten Kamera ermittelt und in Form von auf ein zweites Koordinatensystem (KS₂) bezogenen Positionsdaten zur Verfügung gestellt. Die Umrechnung von Koordinaten des ersten beziehungsweise zweiten Koordinatensystems in Bewegungskoordinaten des Pick-and-Place-Systems erfolgt mittels zwei festen Abbildungsfunktionen (F, G) und zwei veränderbaren Korrekturvektoren. Die Korrekturvektoren werden beim Eintreffen eines vorbestimmten Ereignisses nachjustiert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art für die Entnahme von Halbleiterchips, die auf einem Wafertisch bereitgestellt werden, und deren Montage auf einem Substrat.

[0002] Automaten für die Montage von Halbleiterchips sind in der Fachwelt als Die Bonder bekannt. Der Montageautomat dient dazu, die zahlreichen, gleichartigen Chips eines Wafers, die sich nebeneinander auf einem Chipträger befinden, nacheinander auf einem Substrat, z.B. einem metallischen Leadframe, zu montieren. Der Die Bonder umfasst einen Wafertisch, auf dem sich der Chipträger befindet, ein Transportsystem für die Zuführung der Substrate und ein Pick-and-Place-System, um die Halbleiterchips vom Chipträger zu entnehmen und auf dem Substrat zu platzieren. Das Pick-and-Place-System umfasst einen Bondkopf mit einem Chipgreifer, der von einem Antriebssystem hin- und herbewegt wird. Der Chipgreifer ist um eine vertikale Achse drehbar, damit die Drehlage der Halbleiterchips bei Bedarf geändert werden kann. Der Chipgreifer enthält ein auswechselbares Greiforgan, das ist ein mit Vakuum beaufschlagbares Saugorgan, das in der Fachwelt als «pick up tool» oder «die collet» bekannt ist.

[0003] An Montageautomaten dieser Art werden extrem hohe Anforderungen gestellt. Für die Weiterverarbeitung der montierten Chips müssen diese lagegenau auf dem Substrat positioniert werden. Damit die Halbleiterchips mit einer im Mikrometerbereich liegenden Genauigkeit auf dem Substrat platziert werden können, sind auf dem Die Bonder zwei Kameras vorgesehen. Die erste Kamera vermisst die Position des vom Chipgreifer aufzunehmenden Halbleiterchips und liefert Positionsdaten, die auf ein erstes Koordinatensystem bezogen sind. Die zweite Kamera vermisst die Lage des Substratplatzes, auf dem der Halbleiterchip zu platzieren ist, und liefert Positionsdaten, die auf ein zweites Koordinatensystem bezogen sind. Das Pick-and-Place-System steuert aufgrund der von den Kameras gelieferten Informationen den Bondkopf so, dass der Chipgreifer den Halbleiterchip vom Wafertisch entnehmen und lagegenau am richtigen Ort auf dem Substratplatz absetzen kann. Die Position des Pick-and-Place-Systems bezieht sich auf ein drittes, von den Koordinatensystemen der Kameras unabhängiges Koordinatensystem.

[0004] Im Betrieb des Die Bonders stellt sich das Problem, dass die relative Lage der drei Koordinatensysteme aufgrund verschiedener Gegebenheiten ändern kann. So ändert sich oft – gewollt oder ungewollt – die Temperatur an verschiedenen Orten des Die Bonders. Dies führt meistens dazu, dass die Umrechnung von Zielkoordinaten, die im Koordinatensystem der ersten Kamera oder im Koordinatensystem der zweiten Kamera ermittelt wurden, in Bewegungskoordinaten für das Pick-and-Place-System nicht mehr so genau wie erforderlich ist.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren für die Entnahme und Montage von Halbleiterchips zu entwickeln, das unabhängig von äusseren Umständen und Veränderungen eine hohe Platzierungsgenauigkeit gewährleistet.

[0006] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0007] Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die Entnahme und die Montage von Halbleiterchips auf einem Substrat, bei dem

- die Halbleiterchips auf einem Wafertisch bereitgestellt werden,
- ein Substrat nach dem andern auf einem Substratstisch bereitgestellt wird,
- eine erste Kamera die Lage und Orientierung des auf dem Wafertisch bereitgestellten, als nächster zu montierenden Halbleiterchips erfasst,
- eine zweite Kamera die Lage und Orientierung des Substratplatzes erfasst, auf dem der Halbleiterchip zu montieren ist, und
- ein Chipgreifer den auf dem Wafertisch bereitgestellten Halbleiterchip entnimmt und auf dem Substrat montiert, wobei der Chipgreifer an einem Bondkopf gelagert ist und ein Pick-and-Place-System mit vorzugsweise zwei linearen Antrieben den Bondkopf mit dem Chipgreifer zwischen dem Wafertisch und dem Substrat hin und her transportiert.

[0008] Erfindungsgemäss wird die mit der ersten Kamera erfasste Position des als nächster zu montierenden Halbleiterchips in der Form von auf ein erstes Koordinatensystem KS_1 bezogenen Positionsdaten zur Verfügung gestellt, die mit der zweiten Kamera erfasste Position des Substratplatzes, auf dem der Halbleiterchip zu montieren ist, in der Form von auf ein zweites Koordinatensystem KS_2 bezogenen Positionsdaten zur Verfügung gestellt, und die Position des Bondkopfs auf ein drittes Koordinatensystem KS_3 bezogen.

[0009] Die Erfindung schlägt vor, am Bondkopf eine Markierung anzubringen, deren Position die Kameras ausmessen können. Weil die Markierung aus konstruktiven Gründen nicht in der Schärfenebene der Kameras angeordnet werden kann, schlägt die Erfindung zudem vor, bei einer bevorzugten Ausführung oberhalb der Markierung eine Linse anzubringen, die dafür sorgt, dass die Markierung ebenfalls scharf abgebildet wird.

[0010] Die Erfindung schlägt weiter vor, für die Umrechnung von Koordinaten des ersten Koordinatensystems KS_1 auf das dritte Koordinatensystem KS_3 des Pick-and-Place-Systems eine erste, fixe Abbildungsfunktion F und einen ersten, veränderbaren Korrekturvektor K_1 zu benutzen, und für die Umrechnung von Koordinaten des zweiten Koordinatensystems KS_2 auf das dritte Koordinatensystem KS_3 des Pick-and-Place-Systems eine zweite, fixe Abbildungsfunktion G und einen zweiten, veränderbaren Korrekturvektor K_2 zu benutzen. Bei der erstmaligen Einrichtung des Die Bonders oder auch bei einer generellen Neueinstellung des Die Bonders werden einerseits die Abbildungsfunktionen F und G und ihre Umkehrfunktionen ermittelt und andererseits die beiden Korrekturvektoren K_1 und K_2 auf null gesetzt. Während die Abbil-

dungsfunktionen F und G bis zur nächsten generellen Neueinstellung des Die Bonders nicht geändert werden, werden die Korrekturvektoren K_1 und K_2 beim Eintreffen eines vorbestimmten Ereignisses nachjustiert. Unter einem vorbestimmten Ereignis ist ein Ereignis zu verstehen, bei dem mit einer grossen Wahrscheinlichkeit erwartet werden kann, dass sich die relative Lage der drei Koordinatensysteme KS_1 , KS_2 und KS_3 zueinander in einem Ausmass geändert hat, das die Platzierungsgenauigkeit vermindert.

[0011] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert. Die Figuren sind schematisch und nicht massstabsgerecht dargestellt.

[0012] Es zeigen:

- Fig. 1 in Aufsicht einen Montageautomaten für die Montage von Halbleiterchips,
- Fig. 2 in seitlicher Ansicht eine Kamera, einen Bondkopf und einen Wafertisch, und
- Fig. 3 in Aufsicht den Bondkopf und drei verschiedene Koordinatensysteme.

[0013] Die Fig. 1 zeigt schematisch und in Aufsicht einen Montageautomaten für die Montage von Halbleiterchips, einen sogenannten Die Bonder, soweit es für das Verständnis der Erfindung erforderlich ist. Die Fig. 2 zeigt Teile des Montageautomaten in seitlicher Ansicht. Der Die Bonder umfasst einen Wafertisch 1, auf dem die zu montierenden Halbleiterchips 2 bereitgestellt werden, einen Substrattisch 3, auf dem das zu bestückende Substrat 4 von einer nicht dargestellten Transportvorrichtung bereitgestellt wird, ein Pick-and-Place-System 5, das die Halbleiterchips 2 vom Wafertisch 1 entnimmt und auf dem Substrat 4 platziert, und zwei Kameras 6 und 7. Das Pick-and-Place-System 5 umfasst einen Bondkopf 8 mit einem auswechselbaren Chipgreifer 9 (Fig. 2) und zwei lineare, positionsgeregelte Antriebe für die Bewegung des Bondkopfs 8 in zwei orthogonalen Richtungen, die als x und y-Richtung bezeichnet sind. Ein dritter, nicht dargestellter Antrieb dient zum Anheben und Absenken des Bondkopfs 8 oder des Chipgreifers 9 in der senkrecht zur Zeichenebene verlaufenden z-Richtung. Die erste Kamera 6 dient dazu, jeweils die Lage des nächsten aufzunehmenden Halbleiterchips 2 zu bestimmen. Die zweite Kamera 7 dient dazu, die Lage des Substratplatzes auf dem Substrat 4, auf dem der Halbleiterchip 2 zu platzieren ist, zu bestimmen. Die erste Kamera 6 ist in der Regel ortsfest angeordnet. Die zweite Kamera 7 ist auch ortsfest angeordnet oder mit separaten Antrieben in mindestens einer oder in zwei parallel zur Oberfläche des Substrats 4 verlaufenden Richtungen bewegbar. Solche Pick-and-Place-Systeme 5 sind beispielsweise bekannt aus EP 923 111, EP 1 480 507, DE 10 2004 026 534 und EP 1 612 843.

[0014] Seitlich am Bondkopf 8 ist eine Markierung 10 (Fig. 2) so angebracht, dass sie in dem von der ersten Kamera 6 gelieferten Bild sichtbar ist, wenn sich der Bondkopf 8 im Blickfeld der ersten Kamera 6 befindet, und in dem von der zweiten Kamera 7 gelieferten Bild sichtbar ist, wenn sich der Bondkopf 8 im Blickfeld der zweiten Kamera 7 befindet.

[0015] Die Fig. 2 zeigt in seitlicher Ansicht die erste Kamera 6, den Bondkopf 8 und den Wafertisch 1. Ihr in der Zeichnung durch Linien 6a begrenztes Blickfeld ist dem Wafertisch 1 zugewandt, so dass in dem von ihr gelieferten Bild jeweils der nächste aufzunehmende Halbleiterchip 2 scharf abgebildet ist. Die Schärfenebene der ersten Kamera 6 liegt in der durch die Oberfläche der aufzunehmenden Halbleiterchips 2 definierten Ebene. Die Schärfenebene der zweiten Kamera 7 (Fig. 1) liegt in der durch die Oberfläche des zu bestückenden Substrats 4 definierten Ebene. Es ist nicht möglich, die Marke 10 so am Bondkopf 8 anzubringen, dass sie von den beiden Kameras 6 und 7 ohne Verstellung der Schärfenebene scharf abgebildet wird. Um dennoch zu erreichen, dass die Markierung 10 scharf abgebildet wird, ist mit Vorteil oberhalb der Markierung 10 eine Linse 11 am Bondkopf 8 angebracht. Die Linse 11 befindet sich jeweils zwischen der Markierung 10 und der entsprechenden Kamera 6 bzw. 7 und sorgt dafür, dass die Markierung 10 im Bild der jeweiligen Kamera 6 bzw. 7 ausreichend scharf abgebildet ist. Um zu erreichen, dass die Markierung 10 scharf abgebildet wird, könnte anstelle der Linse 11 auch vorgesehen sein, bei Bedarf jeweils die Schärfenebenen der Kameras zu verstauen. Die Lösung mit der Linse 11 ist jedoch einfacher, schneller und kostengünstiger, da dank der Linse 11 ein geringerer Verstellbereich der Optik der Kameras 6 und 7 erforderlich ist.

[0016] Die erste Kamera 6 liefert ihre Bilddaten an eine erste Bildverarbeitungseinheit, die aus den Bilddaten die Lage und Orientierung des als nächster zu montierenden Halbleiterchips 2 ermittelt und in der Form von auf ein erstes Koordinatensystem KS_1 bezogene Positionsdaten zur Verfügung stellt. Diese Positionsdaten bestehen aus drei Zahlen (p , q , $\#$), wobei die beiden Zahlen p und q die Lage eines Referenzpunktes des Halbleiterchips 2 und die Zahl $\#$ den Winkel bezeichnet, um den der Halbleiterchip 2 gegenüber seiner Soll-Position verdreht ist.

[0017] Die zweite Kamera 7 liefert ihre Bilddaten an eine zweite Bildverarbeitungseinheit, die aus den Bilddaten die Lage und Orientierung des Substratplatzes ermittelt, auf dem der Halbleiterchip 2 zu montieren ist, und in der Form von auf ein zweites Koordinatensystem KS_2 bezogene Positionsdaten zur Verfügung stellt. Diese Positionsdaten bestehen aus drei Zahlen (u , v , $\#$), wobei die beiden Zahlen u und v die Lage eines Referenzpunktes des Substratplatzes und die Zahl $\#$ den Winkel bezeichnet, um den der Substratplatz gegenüber seiner Soll-Position verdreht ist.

[0018] Der erste lineare Antrieb des Pick-and-Place-Systems liefert eine Zahl x_M und der zweite lineare Antrieb des Pick-and-Place-Systems liefert eine Zahl y_M , die zusammen Positionsdaten bilden, die die Position (x_M, y_M) der Markierung 10 in Bezug auf ein drittes Koordinatensystem KS_3 darstellen.

[0019] Der Chipgreifer 9 ist um eine Drehachse 12 (Fig. 2) drehbar. Die Saugöffnung des Chipgreifers 9 definiert die Lage der Greifachse 13 (Fig. 2) des Chipgreifers 9. Die Position (x_G, y_G) der Greifachse 13 im dritten Koordinatensystem KS_3 ist gegeben durch

$$(x_G, y_G) = (x_M, y_M) + D + E$$

wobei der Vektor D die Position der Drehachse 12 relativ zur Position (x_M, y_M) der Markierung 10 und der Vektor E die Position der Greifachse 13 relativ zur Position der Drehachse 12 beschreibt. Der Vektor D ist ein fester Vektor, der einmal zu bestimmen ist, der Vektor E ist ein Vektor, der mit dem Chipgreifer 9 mitdrehen: Seine Länge ist eine feste Größe, aber seine Richtung ändert, wenn der Chipgreifer 9 um die Drehachse 12 gedreht wird. Im Idealfall fallen die Drehachse 12 und die Greifachse 13 immer zusammen, d.h. es ist $E = 0$, unabhängig von der Drehung des Chipgreifers 9.

[0020] Die Fig. 3 illustriert den Zusammenhang zwischen den drei Koordinatensystemen KS_1 , KS_2 und KS_3 . Damit die Halbleiterchips 2 exakt auf dem Substrat 4 platziert werden können, muss die aktuelle Position der Greifachse 13 des Chipgreifers 9 sowohl im ersten Koordinatensystem KS_1 als auch im zweiten Koordinatensystem KS_2 berechnet werden können. Es wird deshalb bei der erstmaligen Einrichtung oder bei einer generellen Neuerstellung des Montageautomaten eine erste Abbildungsfunktion F bestimmt, die das erste Koordinatensystem KS_1 auf das dritte Koordinatensystem KS_3 abbildet. Dies erfolgt mithilfe der Markierung 10: Die beiden linearen Antriebe des Pick-and-Place-Systems 5 bewegen den Bondkopf 8 mit der Markierung 10 an eine Anzahl k von verschiedenen Positionen (x_n, y_n) mit $n = 1$ bis k innerhalb des Blickfelds der ersten Kamera 6 und die erste Bildverarbeitungseinheit ermittelt aus dem von der ersten Kamera 6 gelieferten Bild die zugehörige Position (p_n, q_n) der Markierung 10. Aus den gewonnenen Datensätzen wird die erste Abbildungsfunktion F berechnet. Es gilt dann

$$(x, y) = F(p, q)$$

Es wird dann noch die Umkehrfunktion F^{-1} der Abbildungsfunktion F berechnet, so dass

$$(p, q) = F^{-1}(x, y)$$

Zudem wird ein erster Korrekturvektor K_1 auf den Wert $K_1 = 0$ gesetzt.

[0021] Analog wird eine zweite Abbildungsfunktion G, die das zweite Koordinatensystem KS_2 auf das dritte Koordinatensystem KS_3 abbildet, und ihre Umkehrfunktion G^{-1} bestimmt. Es gilt dann

$$(x, y) = G(u, v)$$

und umgekehrt

$$(u, v) = G^{-1}(x, y)$$

Zudem wird ein zweiter Korrekturvektor K_2 auf den Wert $K_2 = 0$ gesetzt.

[0022] Die erste Kamera 6 und das erste Koordinatensystem KS_1 werden benutzt, um die auf das erste Koordinatensystem KS_1 bezogenen Zielkoordinaten zu ermitteln, an die das Pick-and-Place-System 5 den Bondkopf 8 bewegen muss, damit der Chipgreifer 9 den auf dem Wafertisch 1 bereitgestellten Halbleiterchip 2 aufnehmen kann. Die zweite Kamera 7 und das zweite Koordinatensystem KS_2 werden benutzt, um die auf das zweite Koordinatensystem KS_2 bezogenen Zielkoordinaten zu ermitteln, an die das Pick-and-Place-System 5 den Bondkopf 8 bewegen muss, damit der Chipgreifer 9 den Halbleiterchip 2 exakt auf dem Substratplatz absetzen kann. Alle Berechnungen werden in diesen beiden Koordinatensystemen KS_1 und KS_2 durchgeführt und erst nach Abschluss aller Berechnungen werden die ermittelten Zielkoordinaten mittels der entsprechenden Abbildungsfunktion F oder G umgerechnet in Bewegungskoordinaten des dritten Koordinatensystems KS_3 . Die Vektoren D und E werden deshalb sowohl auf das erste Koordinatensystem KS_1 bezogene Vektoren D_1 und E_1 ermittelt als auch auf das zweite Koordinatensystem KS_2 bezogene Vektoren D_2 und E_2 ermittelt. Das dritte Koordinatensystem KS_3 wird also nur benutzt, um den Bondkopf 8 zu bewegen, ohne dass in diesem Koordinatensystem KS_3 Berechnungen ausgeführt werden. Das dritte Koordinatensystem KS_3 ist gegeben durch die Mechanik des Pick-and-Place-Systems 5, d.h. die Koordinaten x und y sind die von den Encodern der beiden linearen Antriebe gelieferten Positionsdaten, und ist daher kein exaktes orthogonales Koordinatensystem.

[0023] Sobald die Abbildungsfunktionen F und G, ihre Umkehrfunktionen F^{-1} und G^{-1} , und die Vektoren D_1 , E_1 , D_2 und E_2 ermittelt sind, kann in der Produktionsphase ein Halbleiterchip 2 nach dem andern montiert werden, indem

- mit der ersten Kamera 6 ein Bild des als nächster zu montierenden Halbleiterchips 2 aufgenommen und aus dem Bild die auf das erste Koordinatensystem KS_1 bezogenen Positionsdaten $(p_w, q_w, \#w)$ des Halbleiterchips 2 berechnet werden, wobei $\#w = 0$, wenn der Halbleiterchip 2 gegenüber seiner Soll-Lage nicht verdreht ist,
- die auf das dritte Koordinatensystem KS_3 bezogene Position (x_w, y_w) , die die Markierung 10 einnehmen muss, damit die Greifachse 13 des Chipgreifers 9 den Referenzpunkt des Halbleiterchips 2 durchstößt, berechnet wird zu

$$(x_w, y_w) = F[(p_w, q_w) - D_1 - E_1 + K_1]$$
- die berechnete Position (x_w, y_w) angefahren und der Halbleiterchip 2 vom Chipgreifer 9 aufgenommen wird,
- mit der zweiten Kamera 7 ein Bild des Substratplatzes aufgenommen wird, auf dem der Halbleiterchip 2 zu montieren ist, und aus dem Bild die auf das zweite Koordinatensystem KS_2 bezogenen Positionsdaten $(u_s, v_s, \#s)$ des Substratplatzes berechnet werden, wobei $\#s = 0$, wenn der Substratplatz gegenüber seiner Soll-Lage nicht verdreht ist,
- die auf das dritte Koordinatensystem KS_3 bezogene Position (x_s, y_s) , die die Markierung 10 einnehmen muss, damit die Greifachse 13 des Chipgreifers 9 den Referenzpunkt des Substratplatzes durchstößt, berechnet wird zu

$$(x_s, y_s) = G[(u_s, v_s) - D_2 - E_2 + K_2]$$
- die berechnete Position (x_s, y_s) angefahren, fakultativ der Chipgreifer 9 um den Winkel $\#s - \#s$ gedreht, und der Halbleiterchip 2 auf dem Substratplatz platziert wird.

[0024] Um die hohe Platzierungsgenauigkeit des Bonders während der ganzen Produktion auf dem gleichbleibend hohen Niveau zu halten, wird beim Auftreten eines vorbestimmten Ereignisses eine Nachjustierung des ersten Korrekturvektors K_1 und des zweiten Korrekturvektors K_2 durchgeführt. Dabei wird die am Bondkopf 8 angebrachte Markierung 10 benutzt, die für die Nachjustierung des ersten Korrekturvektors K_1 ins Blickfeld der ersten Kamera 6 und für die Nachjustierung des zweiten Korrekturvektors K_2 ins Blickfeld der zweiten Kamera 7 gebracht wird. Die Nachjustierung des ersten Korrekturvektors K_1 erfolgt durch

- Bewegen des Bondkopfs 8 an eine Soll-Position $R = (x_R, y_R)$, in der sich die Markierung 10 im Blickfeld der ersten Kamera 6 befindet, wobei sich die Koordinaten (x_R, y_R) auf das dritte Koordinatensystem KS_3 beziehen,
- Berechnen der Soll-Position (p_R, q_R) der Markierung 10 in Bezug auf das erste Koordinatensystem KS_1 zu $(p_R, q_R) = F^{-1}(x_R, y_R)$,
- Aufnehmen eines Bildes der Markierung 10 mit der ersten Kamera 6, aus dem Bild der ersten Kamera 6 ermitteln der Ist-Position (p_M, q_M) der Markierung 10 in Bezug auf das erste Koordinatensystem KS_1 , und
- Berechnen des ersten Korrekturvektors K_1 als Differenz zwischen der angefahrenen Soll-Position und der gemessenen Ist-Position: $K_1 = (p_R, q_R) - (p_M, q_M)$

[0025] Wie man sieht, bezieht sich der erste Korrekturvektor K_1 auf das erste Koordinatensystem KS_1 .

[0026] Die Nachjustierung des zweiten Korrekturvektors K_2 erfolgt analog durch

- Bewegen des Bondkopfs 8 an eine Soll-Position $T = (x_T, y_T)$, in der sich die Markierung 10 im Blickfeld der zweiten Kamera 7 befindet, wobei sich die Koordinaten (x_T, y_T) auf das dritte Koordinatensystem KS_3 beziehen,
- Berechnen der Soll-Position (u_T, v_T) der Markierung 10 in Bezug auf das zweite Koordinatensystem KS_2 zu $(u_T, v_T) = G^{-1}(x_T, y_T)$,
- Aufnehmen eines Bildes der Markierung 10 mit der zweiten Kamera 7, aus dem Bild der zweiten Kamera 7 ermitteln der Ist-Position (u_M, v_M) der Markierung 10 in Bezug auf das zweite Koordinatensystem KS_2 , und
- Berechnen des zweiten Korrekturvektors K_2 als Differenz zwischen der angefahrenen Soll-Position und der gemessenen Ist-Position: $K_2 = (u_T, v_T) - (u_M, v_M)$,

[0027] Wie man sieht, bezieht sich der zweite Korrekturvektor K_2 auf das zweite Koordinatensystem KS_2 .

[0028] Es sind verschiedene Ereignisse, die eine Nachjustierung der Korrekturvektoren K_1 und K_2 auslösen können, insbesondere die folgenden vier Ereignisse:

- seit der letzten Kalibration ist eine vorbestimmte Anzahl von Halbleiterchips 2 montiert worden,
- seit der letzten Kalibration hat sich eine an einer vorbestimmten Stelle des Pick-and-Place-Systems 5 gemessene Temperatur um mehr als einen vorbestimmten Wert verändert,
- die Produktion wurde gestoppt,
- die Ist-Lage des montierten Halbleiterchips, die mit der zweiten Kamera 7 nach dem Montieren erfasst und berechnet wurde, weicht von der Soll-Lage um mehr als ein vorbestimmtes Mass ab.

[0029] Nach Abschluss der Nachjustierung der Korrekturvektoren K_1 und K_2 kann die Montage der Halbleiterchips 2 gemäß den oben beschriebenen Schritten fortgeführt werden, wobei nun aber die aktualisierten Korrekturvektoren K_1 und K_2 verschieden von Null sein können.

[0030] Die Erfindung lässt sich bei den bekannten Pick-and-Place-Systemen, bei denen der Wafertisch 1 und die Plattform 3 für die Substrate 4 in parallelen Ebenen angeordnet sind, als auch bei dem in der EP 1 480 507 beschriebenen Pick-and-Place-System anwenden, bei dem der Wafertisch 1 und die Plattform 3 für die Substrate 4 schräg zueinander angeordnet sind und bei dem der Bondkopf 8 zusätzlich zur Bewegung in x- und y-Richtung noch eine Schwenkbewegung um eine horizontale Achse durchführt.

[0031] Das oben beschriebene Ausführungsbeispiel ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel, bei dem der Bondkopf für die Justierung und die Nachjustierung an die erste Soll-Position R bzw. die zweite Soll-Position T bewegt wird und die auf das dritte Koordinatensystem KS_3 bezogenen Koordinaten der ersten Soll-Position R und der zweiten Soll-Position T gespeichert und für die Nachjustierung der beiden Korrekturvektoren K_1 und K_2 benutzt werden. Bei diesem Beispiel wird die entsprechende Soll-Position der Markierung 10 mittels der Umkehrfunktionen F^{-1} bzw. G^{-1} berechnet. Im Folgenden wird ein weiteres Ausführungsbeispiel erläutert, bei dem zusätzlich die auf das erste Koordinatensystem KS_2 bezogenen Koordinaten der Markierung 10 (oder eines anderen beliebigen Referenzpunktes am Bondkopf 8) bzw. die auf das zweite Koordinatensystem KS_2 bezogenen Koordinaten der Markierung 10 (oder eines anderen beliebigen Referenzpunktes am Bondkopf 8) gespeichert werden, wenn sich der Bondkopf 8 in der ersten bzw. zweiten Soll-Position befindet, und dann benutzt werden für die Nachjustierung der beiden Korrekturvektoren K_1 und K_2 .

[0032] Das Pick-and-Place-Systemumfasst als Teil ein Pick-System für die Entnahme der Halbleiterchips vom Wafertisch. Das dritte Koordinatensystem KS_3 ist ein dem Pick-System bzw. dem Pick-and-Place-System immanentes Koordinatensystem und wird deshalb im Folgenden als Koordinatensystem KS bezeichnet. Damit die Nachjustierung durchgeführt werden kann, wird zunächst in einer Einrichtungsphase eine Justierung durchgeführt, bei der der Bondkopf 8 an eine erste Soll-Position bewegt wird, die sich im Blickfeld der ersten Kamera 6 befindet, und die auf das Koordinatensystem KS bezogenen Koordinaten (x_{sp1}, y_{sp1}) der ersten Soll-Position sowie die auf das Koordinatensystem KS_1 der ersten Kamera 6 bezogenen Koordinaten (p_{sp1}, q_{sp1}) der ersten Soll-Position ermittelt und gespeichert werden. Die Nachjustierung in der

Produktionsphase erfolgt, indem der Bondkopf 8 an die Koordinaten (x_{sp1}, y_{sp1}) der ersten Soll-Position bewegt wird und die auf das Koordinatensystem KS_1 der ersten Kamera 6 bezogenen Koordinaten (psp_1', qsp_1') der ersten Soll-Position wiederum ermittelt werden. Der Differenzvektor $(p_{sp1}, q_{sp1}) - (p_{sp1}, q_{sp1})$ enthält die Information über die Verschiebung des ersten Koordinatensystems KS_1 in Bezug auf das Koordinatensystem KS , die seit der Einrichtung in der Einrichtungsphase aufgetreten ist. Für die Definition der ersten Soll-Position des Bondkopfs 8 in Bezug auf das erste Koordinatensystem KS_1 kann an sich ein beliebiger Referenzpunkt am Bondkopf 8 verwendet werden. Bevorzugt wird für die Definition des Referenzpunktes die oben erwähnte Markierung 10 verwendet.

[0033] In analoger Weise werden bevorzugt auch Verschiebungen des zweiten Koordinatensystems KS_2 der zweiten Kamera 7 in Bezug auf das Koordinatensystem KS des Bondkopfs 8 erfasst und auskorrigiert, indem in der Einrichtungsphase eine weitere Justierung durchgeführt wird, bei der der Bondkopf 8 an eine zweite Soll-Position bewegt wird, die sich im Blickfeld der zweiten Kamera 7 befindet, und die auf das Koordinatensystem KS bezogenen Koordinaten (x_{sp2}, y_{sp2}) der zweiten Soll-Position sowie die auf das Koordinatensystem KS_2 der zweiten Kamera 7 bezogenen Koordinaten (u_{sp2}, v_{sp2}) der zweiten Soll-Position ermittelt und gespeichert werden. Die Nachjustierung in der Produktionsphase erfolgt, indem der Bondkopf 8 an die Koordinaten (x_{sp2}, y_{sp2}) der zweiten Soll-Position bewegt wird und die auf das Koordinatensystem KS_2 der zweiten Kamera 7 bezogenen Koordinaten (u_{sp2}', v_{sp2}') der zweiten Soll-Position wiederum ermittelt werden. Der Differenzvektor $(u_{sp2}, v_{sp2}) - (u_{sp2}', v_{sp2}')$ enthält die Information über die Verschiebung des zweiten Koordinatensystems KS_2 in Bezug auf das Koordinatensystem KS , die seit der Einrichtung in der Einrichtungsphase aufgetreten ist. Auch hier kann für die Definition der zweiten Soll-Position des Bondkopfs 8 in Bezug auf das zweite Koordinatensystem KS_2 an sich ein beliebiger Referenzpunkt am Bondkopf 8 verwendet werden. Bevorzugt wird für die Definition des Referenzpunktes die oben erwähnte Markierung 10 verwendet.

[0034] Die Ermittlung der auf das erste Koordinatensystem KS_1 bzw. zweite Koordinatensystem KS_2 bezogenen Koordinaten des Referenzpunktes umfasst das Aufnehmen eines Bildes mit der entsprechenden Kamera 6 bzw. 7 und die Bestimmung der Koordinaten des Referenzpunktes mittels herkömmlicher Bildauswertung.

[0035] Die Montage der Halbleiterchips erfolgt dann vorzugsweise indem

- die mit der ersten Kamera 6 erfasste Position des als nächster zu montierenden Halbleiterchips 2 in Form von auf das erste Koordinatensystem KS_1 bezogenen Positionsdaten zur Verfügung gestellt wird,
- die mit der zweiten Kamera 7 erfasste Position des Substratplatzes, auf dem der Halbleiterchip 2 zu montieren ist, in Form von auf das zweite Koordinatensystem KS_2 bezogenen Positionsdaten zur Verfügung gestellt wird,
- in der Einrichtungsphase eine erste Abbildungsfunktion, die das erste Koordinatensystem KS_1 , auf das Koordinatensystem KS abbildet, und ihre Umkehrfunktion bestimmt wird, ein erster Korrekturvektor auf den Wert Null gesetzt wird, eine zweite Abbildungsfunktion, die das zweite Koordinatensystem KS_2 auf das Koordinatensystem KS abbildet, und ihre Umkehrfunktion bestimmt wird und ein zweiter Korrekturvektor auf den Wert Null gesetzt wird, in der Produktionsphase ein Halbleiterchip 2 nach dem andern montiert wird, indem
- mit der ersten Kamera 6 ein Bild des als nächster zu montierenden Halbleiterchips 2 aufgenommen
- und die Position des Halbleiterchips 2 in Bezug auf das erste Koordinatensystem KS_1 ermittelt und daraus mittels der ersten Abbildungsfunktion unter Berücksichtigung des ersten Korrekturvektors die auf das Koordinatensystem KS bezogene Position berechnet wird, an die das Pick-and-Place-System 5 den Bondkopf 8 bewegen muss, um den Halbleiterchip 2 aufzunehmen,
- mit der zweiten Kamera 7 ein Bild des Substratplatzes aufgenommen wird, auf dem der Halbleiterchip 2 zu montieren ist, und die Position des Substratplatzes in Bezug auf das zweite Koordinatensystem KS_2 ermittelt und daraus mittels der zweiten Abbildungsfunktion unter Berücksichtigung des zweiten Korrekturvektors die auf das Koordinatensystem KS bezogene Position berechnet wird, an die das Pick-and-Place-System 5 den Bondkopf 8 bewegen muss, um den Halbleiterchip 2 auf dem Substratplatz zu montieren, und dass die Nachjustierung in der Produktionsphase eine Nachjustierung des ersten Korrekturvektors und des zweiten Korrekturvektors mit folgenden Schritten umfasst:
- Bewegen des Bondkopfs 8 an die erste Soll-Position,
- Aufnehmen eines Bildes der Markierung 10 mit der ersten Kamera 6, aus dem Bild der ersten Kamera 6 Ermitteln der Ist-Position der Markierung 10 in Bezug auf das erste Koordinatensystem KS_1 , und
- Berechnen des ersten Korrekturvektors K_1 als Differenz zwischen der gespeicherten Soll-Position und der ermittelten Ist-Position,
- Bewegen des Bondkopfs 8 an die zweite Soll-Position,
- Aufnehmen eines Bildes der Markierung 10 mit der zweiten Kamera 7, aus dem Bild der zweiten Kamera 7 Ermitteln der Ist-Position der Markierung 10 in Bezug auf das zweite Koordinatensystem KS_2 , und
- Berechnen des zweiten Korrekturvektors K_2 als Differenz zwischen der gespeicherten Soll-Position und der ermittelten Ist-Position.

Patentansprüche

1. Verfahren für die Entnahme und Montage von auf einem Wafertisch (1) bereitgestellten Halbleiterchips (2) auf einem Substrat (4) mittels eines Pick-and-Place-Systems (5) mit einem Bondkopf (8), wobei am Bondkopf (8) eine Markierung (10) angebracht ist, wobei bei dem Verfahren mit einer ersten Kamera (6) ein Bild des auf dem Wafertisch (1)

bereitgestellten Halbleiterchips (2) aufgenommen und die aus dem Bild bestimmte Position des Halbleiterchips (2) in Form von auf ein erstes Koordinatensystem KS_1 bezogenen Positionsdaten zur Verfügung gestellt wird, mit einer zweiten Kamera (7) ein Bild eines für den bereitgestellten Halbleiterchip vorgesehenen Substratplatzes aufgenommen und die aus dem Bild bestimmte Position des Substratplatzes in Form von auf ein zweites Koordinatensystem KS_2 bezogenen Positionsdaten zur Verfügung gestellt wird,
die Position des Bondkopfs (8) auf ein drittes, dem Pick-and-Place-System (5) immanentes Koordinatensystem KS bezogen wird, und das eine Einrichtungsphase und eine Produktionsphase umfasst,
wobei die Einrichtungsphase umfasst:

Bestimmen einer ersten Abbildungsfunktion, die das erste Koordinatensystem KS_1 auf das Koordinatensystem KS abbildet, und ihrer Umkehrfunktion, Setzen eines ersten Korrekturvektors auf den Wert Null,
Bestimmen einer zweiten Abbildungsfunktion, die das zweite Koordinatensystem KS_2 auf das Koordinatensystem KS abbildet, und ihrer Umkehrfunktion, und
Setzen eines zweiten Korrekturvektors auf den Wert Null; und
wobei die Produktionsphase umfasst:

Montieren eines Halbleiterchips (2) nach dem andern, durch

mit der ersten Kamera (6) aufnehmen eines Bildes des als nächster zu montierenden Halbleiterchips (2),
aus dem Bild der ersten Kamera (6), ermitteln der Position des Halbleiterchips (2) in Bezug auf das erste Koordinatensystem KS_1 ,

mittels der ersten Abbildungsfunktion und unter Berücksichtigung des ersten Korrekturvektors berechnen der auf das Koordinatensystem KS bezogenen Position, an die das Pick-and-Place-System (5) den Bondkopf (8) bewegen muss, um den Halbleiterchip (2) aufzunehmen, mit der zweiten Kamera (7) aufnehmen eines Bildes des Substratplatzes, auf dem der Halbleiterchip (2) zu montieren ist,

aus dem Bild der zweiten Kamera (7) ermitteln der Position des Substratplatzes in Bezug auf das zweite Koordinatensystem KS_2 ,

mittels der zweiten Abbildungsfunktion und unter Berücksichtigung des zweiten Korrekturvektors berechnen der auf das Koordinatensystem KS bezogenen Position, an die das Pick-and-Place-System (5) den Bondkopf (8) bewegen muss, um den Halbleiterchip (2) auf dem Substratplatz zu montieren;

und beim Auftreten eines vorbestimmten Ereignisses nachjustieren des ersten Korrekturvektors K_1 und des zweiten Korrekturvektors K_2 mit:

Bewegen des Bondkopfs (8) an eine erste Soll-Position, in der sich die Markierung (10) im Blickfeld der ersten Kamera (6) befindet,

Berechnen der ersten Soll-Position der Markierung (10) in Bezug auf das erste Koordinatensystem KS_1 ,

Aufnehmen eines Bildes der Markierung (10) mit der ersten Kamera (6),

aus dem Bild der ersten Kamera (6) ermitteln der Ist-Position der Markierung (10) in Bezug auf das erste Koordinatensystem KS_1 ,

Berechnen des ersten Korrekturvektors K_1 als Differenz zwischen der Soll-Position und der Ist-Position,

Bewegen des Bondkopfs (8) an eine zweite Soll-Position, in der sich die Markierung (10) im Blickfeld der zweiten Kamera (7) befindet,

Berechnen der zweiten Soll-Position der Markierung (10) in Bezug auf das zweite Koordinatensystem KS_2 ,

Aufnehmen eines Bildes der Markierung (10) mit der zweiten Kamera (7),

aus dem Bild der zweiten Kamera (7) ermitteln der Ist-Position der Markierung (10) in Bezug auf das zweite Koordinatensystem KS_2 , und

berechnen des zweiten Korrekturvektors K_2 als Differenz zwischen der Soll-Position und der Ist-Position.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ereignis mindestens eines aus den folgenden Ereignissen ist:
 - seit der letzten Kalibration ist eine vorbestimmte Anzahl von Halbleiterchips (2) montiert worden,
 - seit der letzten Kalibration hat sich eine an einer vorbestimmten Stelle des Pick-and-Place-Systems (5) gemessene Temperatur um mehr als einen vorbestimmten Wert verändert,
 - die Produktion wurde gestoppt,
 - die Ist-Lage des montierten Halbleiterchips (2), die mit der zweiten Kamera (7) nach dem Montieren erfasst und berechnet wurde, weicht von der Soll-Lage um mehr als ein vorbestimmtes Mass ab.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die am Bondkopf (8) angebrachte Markierung (10) mittels einer am Bondkopf (8) angebrachten Linse (11) auf die jeweilige Kamera (6 bzw. 7) abgebildet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Bestimmen der ersten Abbildungsfunktion umfasst:

Bewegen des Bondkopfs (8) zu einer Anzahl von verschiedenen Positionen, bei denen sich die Markierung (10) im Blickfeld der ersten Kamera (6) befindet, aufnehmen eines Bildes mit der ersten Kamera (6), und Bestimmen der aktuellen Position der Markierung (10) aus dem von der ersten Kamera (6) gelieferten Bild, und dass das Bestimmen der zweiten Abbildungsfunktion umfasst:

Bewegen des Bondkopfs (8) zu einer Anzahl von verschiedenen Positionen, bei denen sich die Markierung (10) im Blickfeld der zweiten Kamera (7) befindet, aufnehmen eines Bildes mit der zweiten Kamera (7), und

CH 698 334 B1

bestimmen der aktuellen Position der Markierung (10) aus dem von der zweiten Kamera (7) gelieferten Bild.

Fig. 1

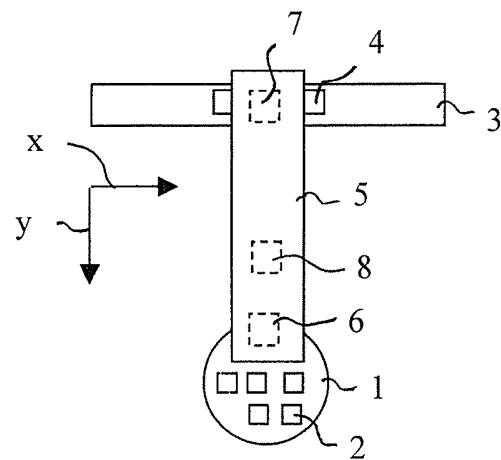


Fig. 2

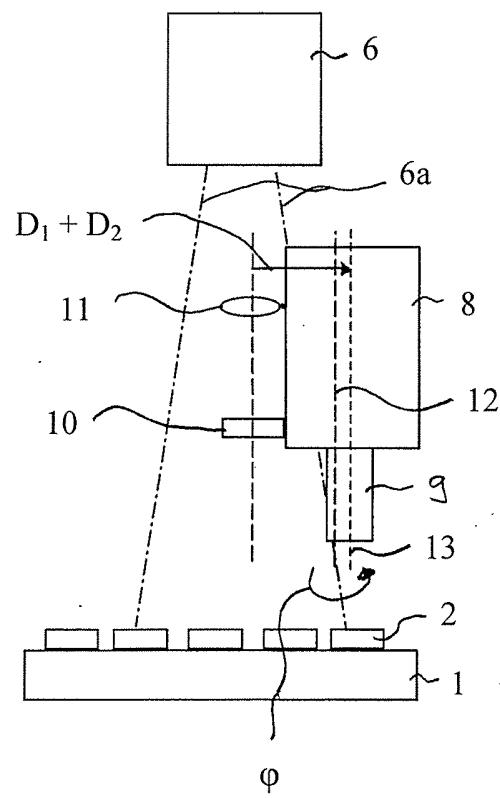


Fig. 3

