

5

10

Stellantrieb für einen Bondkopf

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Montieren von
15 Bauelementen auf ein Substrat, das an einer Substratposition bereitgestellt
wird nach Anspruch 1, sowie eine Vorrichtung zum Montieren von
Bauelementen auf einem Substrat, das an einer Substratposition
bereitgestellt wird nach Anspruch 9.

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren als auch Vorrichtungen
20 zum Montieren von Bauelementen auf ein Substrat in einer hinreichend
breiten Vielfalt und hohen Vielzahl bekannt, um ein Montieren von
Bauelementen für verschiedenste Anwendungen zu ermöglichen oder zu
vereinfachen.

Der in den Patentansprüchen verwendete Begriff " Bauelement "

25 bezieht sich auf elektronische und/oder optische Bauelemente, insbesondere
auf Halbleiterchips (auch Dies genannt) auf einem Substrat.

Das Montieren der Bauelemente erfolgt in der Halbleiterindustrie mit
Hilfe von Halbleiter-Montageautomaten, die dem Fachmann als „Die-Bonder“
oder Bestückungsautomaten bekannt sind. Bei den Bauelementen handelt es
30 sich häufig um Halbleiterchips, die an vordefinierten Substratpositionen auf
verschiedenen Substraten platziert und gebondet werden können.

Die Bauelemente werden von einem Aufnehmer, wie z.B. einem Spanngreifer oder einem Saugorgan, aufgenommen. Der Aufnehmer wird über das Substrat bewegt und die Bauelemente werden an den vordefinierten Positionen auf dem Substrat platziert. Der Aufnehmer kann um
5 seine Längsachse drehbar auf einem Bondkopf montiert werden. Der Bondkopf ist an einem Pick-and-Place-System befestigt, das die erforderlichen Bewegungen in den drei Raumrichtungen X, Y und Z ermöglicht. In der Praxis entspricht die Z-Richtung der vertikalen Richtung, die XY-Ebene bildet die horizontale Ebene.

10 Neben der hochpräzisen Positionierung der Bauelemente in der XY-Ebene ist es sehr wichtig, dass die Bauelemente planparallel und scherkraftfrei auf dem Substrat platziert werden. Eine schräge Platzierung der Bauelemente kann zu unerwünschten Eigenschaften wie verminderter Haltekraft, unzureichenden oder fehlenden elektrischen Kontakten,
15 unregelmäßiger Wärmeübertragung zwischen Bauelementen und Substrat oder Beschädigung der Bauelemente führen. Scherkräfte können zum Verrutschen des Halbleiterchips führen.

Viele verschiedene Konfigurationen sind für die Steuerung der Neigung des Aufnehmers bekannt. Ziel der Erfindung ist es, eine verbesserte
20 Neigungskontrolle bei der Platzierung von Bauelementen aus einem Substrat zu ermöglichen.

Ferner hat die Erfindung zur Aufgabe, eine in der Herstellung einfache und kostengünstige Möglichkeit der Neigungskontrolle zur Verfügung zu stellen, welche unter Beibehaltung einer einfachen Handhabung einen
25 möglichst langanhaltenden und nahezu verschleissfreien Neigungsmechanismus für einen Bondkopf bei Benutzung aufweist.

In einem ersten Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Montieren von Bauelementen auf ein Substrat, das ein Substrat auf einer Substratbasis an einer Substratposition bereitgestellt wird, vorgesehen. Das Verfahren
30 umfasst die folgenden vorgesehenen Schritte: Bereitstellen eines

- Bondkopfes, der relativ zu dem Substrat entlang einer ersten Bewegungsachse und einer zweiten Bewegungsachse verschiebbar ist, wobei die zweite Bewegungsachse im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Bewegungsachse steht; Bereitstellen eines Aufnehmers als
- 5 Aufnahmeelement mit einer Kontaktfläche, wobei der Aufnehmer an dem Bondkopf angeordnet ist, und wobei die Kontaktfläche so ausgebildet und angeordnet ist, dass sie lösbar oder wiederlösbar an den Bauelementen anordenbar ist, und die Kontaktfläche weiterhin so ausgebildet und angeordnet ist, dass sie um die erste Bewegungsachse drehbar ist;
- 10 Bereitstellen eines ersten Eingriffselementes, das am Bondkopf angeordnet ist; Bereitstellen eines ersten Verstellelementes in einer ersten Verstellposition für einen starren Eingriff mit dem ersten Eingriffselement; Verschieben des Bondkopfes in die erste Verstellposition; in starren Eingriff Bringen des ersten Eingriffselementes mit dem ersten Verstellelement;
- 15 Verschieben des Bondkopfes entlang der ersten Bewegungsachse oder entlang der zweiten Bewegungsachse relativ zu dem ersten Verstellelement, wobei sich die Kontaktfläche um die zweite Bewegungsachse dreht; Lösen des ersten Eingriffselementes von dem ersten Verstellelement; und Verschieben des Bondkopfes zur Substratposition, wobei der Bondkopf die
- 20 Drehung der Kontaktfläche um die zweite Bewegungsachse beibehält.

- Durch die Bereitstellung einer Neigungskorrektur mit herkömmlichen Antrieben und/oder Aktoren und deren Bewegung entlang der jeweiligen Bewegungsachsen, kann die Montage der Bauelemente erheblich vereinfacht werden. Insbesondere kann der Bondkopf (und alle daran
- 25 befestigten Teile oder Elemente) in seiner Komplexität reduziert werden - dies kann insbesondere die Kosten für die Vorrichtung an sich reduzieren. Darüber hinaus kann das Gewicht reduziert werden, so dass sich der Bondkopf (und alle daran befestigten Teile oder Elemente) deutlich schneller bewegen kann als es das bei herkömmlichen Vorrichtungen möglich ist. Die
- 30 Neigungskorrektur kann nur nach mechanischen Prinzipien erfolgen - solche

passiven Ausführungsformen sorgen für ein hohes Maß an Komplexitäts- und/oder Gewichtsreduktion.

- In einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Befestigung von Bauelementen auf einem Substrat vorgesehen, wobei das
- 5 Verfahren weiterhin die folgenden vorgesehenen Schritte umfasst: Ausbilden und Anordnen des Bondkopfes, um relativ zu dem Substrat entlang einer dritten Bewegungsachse verschiebbar zu sein, wobei die dritte Bewegungsachse im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Bewegungsachse und im Wesentlichen senkrecht zu der zweiten
- 10 Bewegungsachse ist; Ausbilden und Anordnen der Kontaktfläche so, dass sie um die dritte Bewegungsachse drehbar ist; nach dem starr in Eingriff Bringens des ersten Eingriffselements mit dem ersten Verstellelement, verschieben des Bondkopfes entlang der ersten Bewegungsachse oder entlang der zweiten Bewegungsachse oder entlang der dritten
- 15 Bewegungsachse relativ zu dem ersten Verstellelement, wobei sich die Kontaktfläche um die dritte Bewegungsachse dreht; und nach dem Lösen des ersten Eingriffselements von dem ersten Verstellelement, Verschieben des Bondkopfes zur Substratposition, wobei der Bondkopf die Drehung der Kontaktfläche um die dritte Bewegungsachse beibehält.
- 20 Vorzugsweise werden die Bauelemente nach der Positionierung planparallel zum Substrat an der Substratposition montiert - durch die Bereitstellung der erforderlichen Neigungsgrade um zwei Bewegungsachsen kann das Risiko eines Neigungsproblems im Betrieb deutlich gesenkt werden.
- 25 In einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Befestigung von Bauelementen auf einem Substrat vorgesehen, wobei das Verfahren weiterhin die folgenden vorgesehenen Schritte umfasst: Ausbilden und Anordnen des Bondkopfes, um relativ zu dem Substrat entlang einer dritten Bewegungsachse verschiebbar zu sein, wobei die dritte
- 30 Bewegungsachse im Wesentlichen senkrecht zu der ersten

Bewegungsachse und im Wesentlichen senkrecht zu der zweiten Bewegungsachse ist; Ausbilden und Anordnen der Kontaktfläche so, dass sie um die dritte Bewegungsachse drehbar ist; Bereitstellen eines zweiten Eingriffselementes, das am Bondkopf angeordnet ist; Bereitstellen eines
5 zweiten Verstellelement in einer zweiten Verstellposition bereitstellt, wobei das zweite Verstellelement so konfiguriert und angeordnet ist, dass es starr mit dem zweiten Eingriffselement in Eingriff steht; Verschieben des Bondkopfes in die zweite Verstellposition; in starren Eingriff Bringen des zweiten Eingriffselements mit dem zweiten Verstellelement; Verschieben des
10 Bondkopfes entlang der ersten Bewegungsachse oder entlang der zweiten Bewegungsachse oder entlang der dritten Bewegungsachse relativ zu dem zweiten Verstellelement, wobei sich die Kontaktfläche um die dritte Bewegungsachse dreht; Lösen des zweiten Eingriffselementes von dem zweiten Verstellelement; und Verschieben des Bondkopfes zur
15 Substratposition, wobei der Bondkopf die Drehung der Kontaktfläche um die dritte Bewegungsachse beibehält.

Durch die Bereitstellung von jeweils zwei Eingriffselementen, Verstellelementen und Verstellpositionen kann eine bevorzugte Umsetzung der Erfindung derart erreicht werden, dass sogar die Zeit, die benötigt wird,
20 um von der Einstellung der ersten Neigung zur Einstellung der zweiten Neigung zu gelangen, signifikant reduziert werden kann.

Dies auch aufgrund der geringeren zu bewegenden Masse, des Bondkopfes, welche sich aus der Vermeidung zusätzlicher Stellmotoren am Bondkopf ergibt.

25 Bei einem bevorzugten Verfahren ist der Bondkopf so ausgebildet und angeordnet, dass er die Drehung der Kontaktfläche unter Verwendung eines elastischen Elements, eines Federelements, eines magnetischen Elements, eines elektrischen Elements, eines elektromagnetischen Elements, eines Vakuumelements, eines gasbetriebenen Elements, ein Reibungselement, ein

Hydraulikelement, ein induktives Element, oder einer beliebigen Kombination davon beibehält.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein bevorzugtes Verfahren zur Erfassung von Positionsdaten weiterhin die folgenden

- 5 vorgesehenen Schritte: Bereitstellen einer Neigungsmesseinrichtung, die so ausgebildet und angeordnet ist, dass sie die Drehung der Kontaktfläche um die erste und/oder die zweite Bewegungsachse und/oder um die dritte Bewegungsachse misst; Bereitstellen eines Prozessors, der so ausgebildet und angeordnet ist, dass er den Grad der Verschiebung entlang der ersten
- 10 Bewegungsachse bestimmt, um eine gewünschte Drehung um die erste und/oder die zweite Bewegungsachse und/oder um die dritte Bewegungsachse zu erhalten; und eine weitere Ausbildung und Anordnung des Prozessors, um die Verschiebung entlang der ersten Bewegungsachse zu stoppen, wenn die gewünschte Neigung der Kontaktfläche erreicht ist.

- 15 In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein bevorzugtes Verfahren zur Erfassung von Positionsdaten weiterhin die folgenden vorgesehenen Schritte: Bereitstellen eines Neigungssensors, der so ausgebildet und angeordnet ist, dass er eine Neigung des Substrats misst; und Bereitstellen eines Prozessors, der so ausgebildet und angeordnet ist,
- 20 dass er den Grad der Verschiebung entlang der ersten Bewegungsachse bestimmt, um eine gewünschte Drehung um die erste und/oder die zweite Bewegungsachse und/oder um die dritte Bewegungsachse unter Verwendung der gemessenen Neigung des Substrats zu erhalten.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein bevorzugtes

- 25 Verfahren zur Erfassung von Temperaturen, vorzugsweise auch in der Maschinenumgebung, weiterhin die folgenden vorgesehenen Schritte: Bereitstellen eines Temperatursensors, der so ausgebildet und angeordnet ist, dass er eine Temperatur und/oder eine jeweilige Temperatur des Bondkopfaufnahmeträgers und/oder der Bondkopfaufnahme und/oder des
- 30 Bondkopfes und/oder des Aufnehmers und/oder der Kontaktfläche misst; und

- Bereitstellen eines Prozessors, der so ausgebildet und angeordnet ist, dass er den Grad der Verschiebung entlang der ersten Bewegungsachse bestimmt, um eine gewünschte Drehung um die zweite Bewegungsachse und/oder um die dritte Bewegungsachse unter Verwendung der gemessenen
- 5 Temperatur der Kontaktfläche zu erhalten.

- In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein bevorzugtes Verfahren zur Erfassung von Temperaturen, vorzugsweise auch in der Maschinenumgebung, weiterhin die folgenden vorgesehenen Schritte: Bereitstellen eines Temperatursensors, der so ausgebildet und angeordnet
- 10 ist, dass er eine Temperatur und/oder eine jeweilige Temperatur des Substrats (160) und/oder der Substratbasis misst, und Bereitstellen eines Prozessors, der so ausgebildet und angeordnet ist, dass er den Grad der Verschiebung entlang der ersten Bewegungsachse bestimmt, um eine gewünschte Drehung um die erste und/oder die zweite und/oder um die dritte
- 15 Bewegungsachse unter Verwendung der gemessenen Temperatur des Substrats zu erhalten.

- Im Rahmen der Erfindung erfolgt die Temperaturmessung mittels Temperatursensoren und/oder einer berührungslosen Temperaturmessung mittels Strahlung wie beispielsweise laserbasierten oder infrarotbasierten
- 20 Temperaturmessung.

- In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein bevorzugtes Verfahren zur Steuerung der Drehung der Kontaktfläche des Aufnehmers weiterhin die folgenden vorgesehenen Schritte: Messen der Neigung und/oder Drehung des Bondkopfs und/oder zu der Kontaktfläche und/oder
- 25 eines gebondeten Bauelements relativ zu dem Substrat, wobei mindestens die Position des Bondkopf mittels einer Referenzmarke optisch erfassbar ist; Bestimmung einer Kompensationsgrösse für eine Kompensation der Neigung und/oder Drehung aus den Messungen; Bewegen des Bondkopfes zu einer mit der Kompensationsgrösse zu kompensierenden ersten Position; in
- 30 starren Eingriff bringen des ersten Eingriffselements mit dem ersten

Verstellelement; Durchführen einer ersten Kompensation; Bewegen des Bondkopfes zu einer mit der Kompensationsgrösse zu kompensierenden zweiten Position; in starren Eingriff bringen des zweiten Eingriffselements mit dem ersten Verstellelement; Durchführen einer zweiten Kompensation.

- 5 Zusätzlich kann es von Vorteil sein, die Verkipfung des Bondkopfs relativ zur Oberfläche des Substrats oder zur Oberfläche eines Substrat-Handlers erneut zu messen und für eine zusätzliche Kompensation zu verwenden.

- Das Messen der Verkipfung, also der Neigung und/oder Drehung des
10 Bondkopfs relativ zu dem Substrat erfolgt vorzugsweise mit einem optischen Bilderkennungsverfahren, wobei eine, vorzugsweise optische, Referenzmarke, beispielsweise ein sogenanntes Fiducial angebracht am Bondkopf, von einer Kamera erfasst wird und zur Referenzierung dient. Auf diese Weise ist auch eine vorteilhafte kontinuierliche Überwachung während
15 der Bewegungsabläufe bei der Montierung möglich. Eine situationsbedingte Kompensation, beispielsweise bedingt durch mechanisches Spiel oder schlichter Fehlerfortpflanzung mechanischer Abweichungen, wird damit zur Verfügung gestellt.

- In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung zur
20 Befestigung von Bauelementen auf einem Substrat bereitgestellt. Die Vorrichtung ist so konfiguriert und angeordnet, dass sie die hier beschriebenen Verfahren ausführen kann.

- Eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung zum Montieren von Bauelementen auf einem Substrat, dass auf einer Substratposition
25 bereitgestellt wird, umfasst einen Bondkopf, der relativ zum Substrat entlang einer ersten Bewegungsachse und einer zweiten Bewegungsachse verschiebbar ist, wobei die zweite Bewegungsachse im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Bewegungsachse steht; einen Aufnehmer mit einer Kontaktfläche, wobei der Aufnehmer an dem Bondkopf angeordnet ist, und
30 wobei die Kontaktfläche so ausgebildet und angeordnet ist, dass sie lösbar

oder wiederlösbar an Bauelemente anordenbar ist, und die Kontaktfläche weiterhin so ausgebildet und angeordnet ist, dass sie um die erste Bewegungsachse drehbar ist; ein erstes Eingriffselement, das am Bondkopf angeordnet ist; ein erstes Verstellelement in einer ersten Verstellposition für
5 einen starren Eingriff mit dem ersten Eingriffselement.

Zusätzlich umfassen bevorzugte Ausführungsformen einer Vorrichtung zum Montieren von Bauelementen auf einem Substrat einen Bondkopf, der in die erste Verstellposition verschiebbar ist, wobei das erste Eingriffselement starr mit dem ersten Verstellelement in Eingriff ist; wobei während des
10 Eingriffs der Bondkopf entlang der ersten Bewegungsachse oder entlang der zweiten Bewegungsachse relativ zum ersten Verstellelement verschiebbar ist, und die Kontaktfläche um die erste Bewegungsachse rotiert.

Zusätzlich umfassen bevorzugte Ausführungsformen einer Vorrichtung ein erstes Eingriffselement, welches von dem ersten Verstellelement lösbar
15 oder wiederlösbar ist.

Zusätzlich umfassen bevorzugte Ausführungsformen einer Vorrichtung einen Bondkopf, der zur Substratposition verschiebbar ist, wobei die Kontaktfläche so ausgebildet und angeordnet ist, dass sie die Drehung um die erste Bewegungsachse beibehält.

Bei bevorzugten Ausführungsformen einer Vorrichtung zum Montieren von Bauelementen auf einem Substrat ist der Bondkopf weiter ausgebildet und angeordnet, um relativ zum Substrat entlang einer dritten Bewegungsachse verschiebbar zu sein, wobei die dritte Bewegungsachse im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Bewegungsachse und im
20 Wesentlichen senkrecht zu der zweiten Bewegungsachse ist.

Bei bevorzugten Ausführungsformen einer Vorrichtung zum Montieren von Bauelementen auf einem Substrat ist die Kontaktfläche weiter so ausgebildet und angeordnet, dass sie um die dritte Bewegungsachse drehbar ist.

Bei bevorzugten Ausführungsformen einer Vorrichtung zum Montieren von Bauelementen auf einem Substrat ist das erste Eingriffselement weiter ausgebildet und angeordnet, um den Bondkopf entlang der ersten Bewegungsachse oder entlang der zweiten Bewegungsachse oder entlang der dritten Bewegungsachse relativ zu dem zweiten Verstellelement verschiebbar ist, wobei die Kontaktfläche um die dritte Bewegungsachse rotiert.

Bei bevorzugten Ausführungsformen einer Vorrichtung zum Montieren von Bauelementen auf einem Substrat ist der Bondkopf weiter ausgebildet und angeordnet, um die Drehung der Kontaktfläche um die dritte Bewegungsachse nach dem Lösen von dem ersten Verstellelement beizubehalten.

Bei bevorzugten Ausführungsformen einer Vorrichtung zum Montieren von Bauelementen auf einem Substrat ist der Bondkopf weiter ausgebildet und angeordnet, um relativ zum Substrat entlang einer dritten Bewegungsachse verschiebbar zu sein, wobei die dritte Bewegungsachse im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Bewegungsachse und im Wesentlichen senkrecht zu der zweiten Bewegungsachse ist.

Bei bevorzugten Ausführungsformen einer Vorrichtung zum Montieren von Bauelementen auf einem Substrat ist die Kontaktfläche weiter so ausgebildet angeordnet, dass sie um die dritte Bewegungsachse drehbar ist, wobei die Vorrichtung weiterhin ein zweites Eingriffselement, das am Bondkopf angeordnet ist, und ein zweites Verstellelement in einer zweiten Verstellposition, wobei das zweite Verstellelement so ausgebildet und angeordnet ist, dass es starr mit dem zweiten Eingriffselement in Eingriff steht, wobei ferner der Bondkopf in die zweite Verstellposition verschiebbar ist, wobei das zweite Eingriffselement starr mit dem zweiten Verstellelement in Eingriff ist, und der Bondkopf entlang der ersten Bewegungsachse oder entlang der zweiten Bewegungsachse oder entlang der dritten Bewegungsachse relativ zu dem zweiten Verstellelement verschiebbar ist,

- wobei sich die Kontaktfläche um die dritte Bewegungsachse dreht, und das zweite Eingriffselement von dem zweiten Verstellelement lösbar oder wiederlösbar ist, und der Bondkopf weiter ausgebildet und angeordnet ist, um die Drehung der Kontaktfläche um die dritte Bewegungsachse nach dem
- 5 Lösen von dem zweiten Verstellelement beizubehalten, umfasst.

- Weitere Vorteile und Eigenschaften eines bevorzugten Verfahrens zum Montieren von Bauelementen auf ein Substrat sowie einer zur Durchführung geeigneten bevorzugten Vorrichtung zum Montieren von Bauelementen auf ein Substrat ergeben sich aus den nachfolgenden
- 10 Figuren, nämlich:

Figur 1 zeigt eine Ausführungsform einer Vorrichtung zur Montierung von Bauelementen im Sinne der Erfindung;

- Figur 2 zeigt ein Beispiel für einen Bondkopf, der so konfiguriert und
- 15 angeordnet ist, dass er sich um eine zweite Bewegungsachse dreht;

Figuren 3A bis 3D zeigen die Verwendung der Konfiguration und Anordnung aus Figur 2 für die Montierung von Bauelementen auf einem Substrat;

Figuren 4A und 4B stellen eine abgewandelte Variante der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform dar;

- 20 Figur 5 veranschaulicht ein Verfahren zur Montierung von Bauelementen auf einem Substrat im Sinne der Erfindung;

Figur 6 zeigt eine weitere Ausführungsform für die Neigungsverstellung mit einer Kombination aus Zahnstange und Ritzel als Eingriffs- und Verstellelement; und

- 25 Figur 7 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung als Kombination aus Zahnstange und Ritzel als Eingriffs- und Verstellelement an zwei Verstellpositionen.

Figurenbeschreibung

Figur 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung 100 zum Montieren von Bauelementen 150 in Form einer Bestückungsvorrichtung 100, wie z.B. eines Die-Bonders oder einer Bestückungsmaschine, wie sie zum Verständnis des Verfahrens 200 gemäß der Erfindung erforderlich ist. Das Verfahren 200 dient zur Montage von elektronischen oder optischen Bauelementen 150 (nicht abgebildet), insbesondere Halbleiterchips, auf einem Substrat 160. Die Bestückungsvorrichtung 100 umfasst einen beweglichen Bondkopf 110, an dem ein Aufnehmer 180 als Aufnahmeelement, wie z.B. ein Saugorgan oder ein Spanngreifer, befestigt ist. Die Bestückungsvorrichtung 100 umfasst weiterhin eine Substratbasis 190, auf der das Substrat 160 aufliegt und festgehalten wird.

Die Bestückungsvorrichtung 100 ist so konfiguriert und angeordnet, dass der Bondkopf 110 und/oder den Aufnehmer 180 relativ zum Substrat 160 entlang einer ersten Bewegungsachse 170, die hier als im Wesentlichen vertikale Richtung oder Z-Richtung dargestellt ist, verschoben wird. Typischerweise ist die Vorrichtung so konfiguriert und angeordnet, dass eine Längsachse 140 des Bondkopfes 110 und/oder des Aufnehmers 180 im Wesentlichen mit der im Wesentlichen vertikalen Richtung oder Z-Richtung 170 übereinstimmt.

Die Bestückungsvorrichtung 100 ist ferner so konfiguriert und angeordnet, dass der Bondkopf 110 und/oder den Aufnehmer 180 relativ zum Substrat 160 entlang einer zweiten Bewegungsachse 175, hier als im Wesentlichen horizontale oder X-Richtung dargestellt, verschoben werden kann. Die zweite Bewegungsachse 175 verläuft im Wesentlichen senkrecht zur ersten Bewegungsachse 170.

Die Bestückungsvorrichtung 100 ist ferner so konfiguriert und angeordnet, dass der Bondkopf 110 und/oder den Aufnehmer 180 relativ zum Substrat 160 entlang einer dritten Bewegungsachse 177, hier als im

- Wesentlichen horizontale Richtung oder Y-Richtung dargestellt, verschoben werden kann. Die dritte Bewegungsachse 177 erstreckt sich im Wesentlichen senkrecht zur ersten Bewegungsachse 170 und auch im Wesentlichen senkrecht zur zweiten Bewegungsachse 175. Bei der dargestellten
- 5 Vorrichtung 100 wird die XY-Ebene von der zweiten Bewegungsachse 175 und der dritten 177 Bewegungsachse überspannt.

- Die Konfiguration der Vorrichtung 100 verwendet für die Bewegung typischerweise elektrisch und/oder pneumatisch angetriebene Achsen, um die Relativbewegung bereitzustellen, wobei den Aufnehmer 180 und/oder
- 10 das Substrat 160 so konfiguriert und angeordnet werden, dass es sich entlang einer oder mehrerer Bewegungsachsen 170, 175, 177 bewegt. Da eine Relativbewegung erforderlich ist, kann die Bewegung für die Substratbasis 190, für den Aufnehmer 180, für die Kontaktfläche 185, für den Bondkopf 110, einen Befestigungspunkt des Bondkopfes 110 zur übrigen
- 15 Gerät 100 oder eine beliebige Kombination davon konfiguriert werden.

- Eine solche Bewegungsachse 170, 175, 177 kann aus einer Führung (nicht abgebildet) und einem beweglichen Teil, z.B. einem in der Führung beweglichen Schlitten, bestehen. Die Lagerung des Schlittens kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, z.B. durch ein Luftlager oder ein Kugellager.
- 20 Zwischen den Führungen und den beweglich gelagerten Schlitten kann eine gewisse Elastizität liegen, die bei einem Luftlager typischerweise etwas größer ist als bei einem Kugellager. Für jede Bewegungsachse können eine oder mehrere Führungsschlittenkombinationen an verschiedenen Stellen in der Vorrichtung 100 vorgesehen werden. Jede Bewegungsachse kann
- 25 außerdem aus einem oder mehreren Antrieben (nicht dargestellt) bestehen, um den zugehörigen Schlitten entlang der zugehörigen Führung zu verschieben.

- Eine Relativverschiebung zwischen dem Bondkopf 110 und dem Aufnehmer 180 als Aufnahmeelement kann auch in einer oder mehreren
- 30 Bewegungsachsen 170, 175, 177 vorgesehen werden. Zusätzlich oder

alternativ kann die Vorrichtung 100 so konfiguriert werden, dass es eine relative Drehung zwischen dem Aufnehmer 180 und dem Bondkopf 110 um seine Längsachse 140 ermöglicht. Als Luftlager kann ein Lager des Aufnehmers 180 am Bondkopf 110 vorgesehen werden.

- 5 Der Aufnehmer 180 besteht aus einer Kontaktfläche 185 (nicht abgebildet) zur lösbaren oder wiederlösbaren Befestigung an Bauelementen 150 während der Positionierung auf dem Substrat 160 an einer Substratposition 165 (nicht dargestellt).

- Nachdem ein Bauelement 150 auf dem Substrat 160 positioniert (oder
10 platziert) wurde, wird die Kontaktfläche 185 typischerweise verwendet, um die Bewegung des Bauelements während eines oder mehrerer Bondvorgänge zu begrenzen. Die von der Kontaktfläche 185 auf das Substrat 160 ausgeübte Kraft wird üblicherweise als Haftkraft bezeichnet. Typischerweise wird für jeden Schritt des Bondprozesses die gleiche
15 Kontaktfläche 185 verwendet, wobei jeder Schritt je nach Art der Verklebung eine weitere Kontaktfläche 185 verwenden kann.

- Da der Bondkopf 110 und der Aufnehmer 180 miteinander verbunden sind und der Aufnehmer 180 die Kontaktfläche 185 umfasst, ist es für den Fachmann offensichtlich, dass die Position der Kontaktfläche 185 mit
20 entsprechenden Umrechnungsregeln aus der Position des Bondkopfes 110 und/oder des Aufnehmers 180 abgeleitet werden kann oder umgekehrt.

- Vorzugsweise werden die Bauelemente 150 im Wesentlichen parallel zum Substrat 160 an ihren jeweiligen Substratpositionen 165 positioniert. Das heißt, die Bauelemente 150 werden vorzugsweise in einer XY-Ebene
25 positioniert, die im Wesentlichen planparallel zur XY-Ebene ist, in der die Substratposition 165 liegt. Abweichungen vom planparallelen Zustand werden als Neigung, respektive Verkipfung oder Verdrehung bezeichnet – geneigte, respektive verdrehte oder verkippte Positionierung der Bauelemente 150 kann zu unerwünschten Eigenschaften wie verminderter
30 Haltekraft und/oder Haftkraft, unzureichenden oder fehlenden elektrischen

Kontakten, unregelmäßiger Wärmeübertragung zwischen den Bauelementen 150 und dem Substrat 160 oder Beschädigung der Bauelemente 150 führen. Scherkräfte können zum Verrutschen der Bauelemente 150 führen, was unter Umständen zu einem Positionierfehler führen kann. Im Extremfall
5 können die Komponenten nicht einwandfrei funktionieren, defekt sein oder eine verminderte Zuverlässigkeit aufweisen.

Um eine Neigungsverstellung zu ermöglichen, ist die Vorrichtung 100 weiter so konfiguriert und angeordnet, dass der Bondkopf 110 und/oder den Aufnehmer 180 relativ zum Substrat 160 um mindestens eine horizontale
10 Achse - die zweite 175 und/oder die dritte Bewegungsachse 177 - gedreht werden kann. Im Allgemeinen wird der höchste Grad der Kontrolle durch viele Bewegungs- und Drehungsgrade (Freiheitsgrade) erreicht, was jedoch die Komplexität der Vorrichtung 100 typischerweise erhöht.

Bei herkömmlichen Bestückungsautomaten erfolgt die
15 Neigungsverstellung der Kontaktfläche 185 manuell durch einen Bediener - nach Erkennung eines Problems, z.B. durch Bruch der Bauelemente 150 und/oder des Substrats 160, wird der Gerätebetrieb unterbrochen und die Neigung manuell, z.B. mit einer Stellschraube eingestellt.

Durch geeignete Steuerung und/oder Messung kann mit diesem einen
20 oder mehreren Drehwinkeln die Ausrichtung der Kontaktfläche 185 relativ zum Substrat 160 gesteuert werden, um Neigungsabweichungen zu minimieren. Jeder Grad der Drehung erfordert einen oder mehrere Antriebe oder Aktoren. Zusätzlich kann ein Messsystem, wie z.B. ein oder mehrere Messgeräte, erforderlich sein, um die erforderliche Genauigkeit und Kontrolle
25 zu gewährleisten. Da eine Relativbewegung erforderlich ist, kann die Drehung konfiguriert werden für die Substratbasis 190, für den Aufnehmer 180, für den Bondkopf 110, für die Kontaktfläche 185, einen Befestigungspunkt des Bondkopfes 110 zur übrigen Vorrichtung 100 oder eine beliebige Kombination davon.

Solche zusätzlichen Antriebe und Messsysteme erhöhen das Gewicht des Bondkopfes 110 und/oder des Aufnahmeelements 180, was die Höchstgeschwindigkeit, typischerweise gemessen in UPH (in Englisch: Units Per Hour; zu Deutsch: Einheiten pro Stunde), einschränken kann oder
5 leistungsstärkere Antriebe zur Kompensation der erhöhten Trägheit erfordert. Die Größe des Bondkopfes 110 und/oder des Aufnehmers 180 kann sich ebenfalls vergrößern, wenn Elemente hinzugefügt werden.

Beispielsweise beschreibt das US-Patent US 8387851 B1 eine Neigungsverstellung mit aktiven Aktoren, die direkt am Bondkopf montiert
10 sind. Wie in Abbildung 5 der US 8387851 B1 dargestellt, wird die Neigungsverstellung mit mehreren Aktoren und Encodern realisiert.

In der Vorrichtung 100 ist je nach Erfindung eine verbesserte Neigungsverstellung vorgesehen, die eine automatische Verstellung bei gleichzeitiger Minimierung der Gewichts- und/oder Größenzunahme des
15 Bondkopfes 110 und/oder des Aufnehmers 180 ermöglicht. Zusätzlich kann die Einstellzeit verkürzt werden, was die Betriebszeit der Vorrichtung 100 erhöht.

Figur 2 zeigt ein Beispiel für einen Bondkopf 110, der um die zweite Bewegungsachse 175 drehbar angeordnet ist.

20 Die linke Ansicht in Figur 2 zeigt schematisch den Bondkopf 110 und den Aufnehmer 180 - ihre Längsachse 140 ist ebenfalls dargestellt, um die mögliche Relativedrehung zu verdeutlichen. Auf der rechten Seite ist das Koordinatensystem dargestellt - die erste Bewegungsachse 170 (Z) wird vertikal und die dritte Bewegungsachse 177 (Y) horizontal dargestellt. Der
25 Bondkopf 110 wird in diesem Beispiel entlang der zweiten Bewegungsachse 175 (X) betrachtet, d.h. die zweite Bewegungsachse 175 (X) geht in die Seite (Papierebene).

In diesem Beispiel ist der Bondkopf 110 um die zweite Bewegungsachse 175 (X) drehbar konfiguriert und angeordnet - in diesem
30 Beispiel ist der Bondkopf 110 über eine Bondkopfbefestigung 105

schwenkbar mit der übrigen Vorrichtung 100 verbunden, was eine Drehung um den Drehpunkt 115 ermöglicht.

Die Vorrichtung 100 besteht weiterhin aus einem ersten Eingriffselement 120, das am Bondkopf 110 befestigt ist und einem ersten Verstellelement 130 (dargestellt in Figur 1) an einer ersten Verstellposition 132 (dargestellt in Figur 1) zum starren Eingriff mit dem ersten Verstellelement 120.

Die erste Verstellposition 132 kann sich an jeder beliebigen Stelle befinden, die der Bondkopf 110 mit den verfügbaren Bewegungsachsen bzw. Freiheitsgraden erreichen kann.

Die Vorrichtung 100 ist weiter so konfiguriert und angeordnet, dass der Bondkopf 110 in die erste Verstellposition 132 verschiebbar ist, wobei das erste Eingriffselement 120 starr in das erste Verstellelement 130 eingreift.

Das heißt, wenn der Bondkopf 110 in die erste Verstellposition 132 gefahren wird, sind das erste Eingriffselement 120 und das erste Verstellelement 130 so konfiguriert und angeordnet, dass sie starr ein- und ausgeschaltet werden können. Das erste Eingriffselement 120 und das erste Verstellelement 130 bilden das erste Eingriffspaar. Sie können z.B. als Zahnstangenpaar, Kugelpfanne, Haken und Führung, Bolzen und Nut, Überstand und Aussparung, Bolzen und Lochpaar, Nord- und Süd-Magnetpole oder Überstand und Klemmpaar ausgeführt werden. Es können auch mehrere Eingriffspaare verwendet werden.

Optional kann jedes Eingriffspaar so konfiguriert werden, dass nur mechanische Prinzipien verwendet werden. Diese passive Ausführung kann zusätzliches Gewicht und Komplexität durch elektrische oder pneumatische Versorgung und/oder Antriebe vermeiden.

Der Fachmann wird erkennen, dass die Mitglieder eines Eingriffspaares ihre mechanische Konfiguration austauschen können, ohne die Funktionalität des Paares zu beeinträchtigen. Beispielsweise kann eine

Zahnstange als Eingriffselement in Kombination mit einem Ritzel als Verstellelement oder eine Zahnstange als Verstellelement in Kombination mit einem Ritzel als Eingriffselement enthalten sein.

- Starr eingerastet bedeutet, dass der Eingriff von ausreichender
- 5 Steifigkeit und Dauer ist, um die erforderliche Neigungsverstellung durchführen zu können, und hängt unter anderem von der für das Eingriffspaar gewählten mechanischen Konfiguration, dem gewählten Neigungsverstellmechanismus (siehe unten), der erforderlichen Verstellgeschwindigkeit, der erforderlichen Verstellgenauigkeit und der
- 10 Masse des Bondkopfes 110 ab.

Das erste in Figur 2 dargestellte Eingriffselement 120 ist ein Zylinderstift, der so gewählt wurde, dass er starr in eine Nut eingreift (nicht abgebildet).

- Die Vorrichtung 100 ist weiter so konfiguriert und angeordnet, dass der
- 15 Bondkopf 110 während des Eingriffs entlang der ersten Bewegungsachse 170 relativ zur ersten Verstellposition verschiebbar ist, wobei sich die Kontaktfläche 185 um die zweite Bewegungsachse 175 dreht; und nach dem Lösen des ersten Eingriffselements 120 von dem ersten Verstellelement 130 ist der Bondkopf 110 in die Substratposition 165 verschiebbar und die
- 20 Kontaktfläche 185 ist so konfiguriert und angeordnet, dass die Drehung um die zweite Bewegungsachse 175 erhalten bleibt.

- Wie im Beispiel in Figur 2 dargestellt, ist ein Neigepositionsblock 117 vorgesehen, um die Drehung um die zweite Bewegungsachse 175 - also die Neigungsverstellung um die zweite Bewegungsachse 175 - beizubehalten.
- 25 Der Neigepositionsblock 117 kann auch als Blockierung einer unerwünschten Neigebewegung um die zweite Bewegungsachse 175 angesehen werden.

- Jede übliche Bewegungssperre kann verwendet werden, wie beispielsweise eine Reibungsbremse, eine hydraulische Bremse, eine pneumatische Bremse, ein Schraubengewinde, eine elektromagnetische
- 30 Bremse, eine elektrische Bremse, eine Induktionsbremse, ein

Schraubenantrieb, eine Magnetbremse oder eine beliebige Kombination davon. Ein elastisches Element kann auch verwendet werden, um eine angemessene Vorspannung zu erzeugen.

Optional kann der Neigepositionsblock 117 so konfiguriert werden,
5 dass nur mechanische Prinzipien verwendet werden. Diese passive Ausführung kann zusätzliches Gewicht und Komplexität durch elektrische oder pneumatische Versorgung und/oder Antriebe vermeiden.

Im Beispiel von Figur 2 ist die Vorrichtung 100 so konfiguriert und angeordnet, dass sich der Bondkopf 110 um den Drehpunkt 115 (und um die
10 zweite Bewegungsachse 175) drehen kann, wenn eine entsprechende Kraft auf die Spitze (distales Ende) des ersten Eingriffselements 120 entlang der ersten Bewegungsachse 170 ausgeübt wird.

Für die Erfindung wird die Neigung der Kontaktfläche 185 vorteilhaft eingestellt bzw. eingestellt, bevor die Bauelemente 150 auf das Substrat 160
15 montiert werden, so dass die Neigung der Kontaktfläche 185 im Wesentlichen gleich der Neigung des Substrats 160 an der jeweiligen Substratposition 165 ist. Obwohl das Beispiel in Figur 2 eine Konfiguration und Anordnung zur Steuerung der Neigung des Bondkopf 110 zeigt, wird der Neigungssatz und/oder die Einstellung so gewählt, dass die erforderliche
20 Neigung der Kontaktfläche 185 erreicht wird. Figur 2 zeigt der Aufnehmer 180, das am Ende des Bondkopfes 110 befestigt ist und am nächsten am Substrat 160 arbeitet. Der Aufnehmer 180 besteht aus der Kontaktfläche 185 am Ende des Aufnehmers 180 am weitesten vom Bondkopf 110 entfernt. Der Fachmann wird daher erkennen, dass aus der Kenntnis der relevanten
25 Abmessungen der Vorrichtung 100 die Neigungswerte des Bondkopfes 110 leicht umgerechnet werden können und umgekehrt. Alternativ oder zusätzlich können solche Umrechnungswerte mit einem geeigneten Kalibrierverfahren gemessen werden.

Im Beispiel von Figur 2 wurde die Neigungsverstellung und
30 Neigungsblockierung im Bondkopf 110 implementiert, da dieser in der Praxis

genügend Platz für die zusätzlichen Komponenten bietet und typischerweise über genügend Masse verfügt, um eine robuste und zuverlässige Umsetzung zu ermöglichen.

- Alternativ oder zusätzlich kann eine Neigungsverstellung und
- 5 Neigungssperre im Aufnehmer 180 oder sogar in der Auflagefläche 185 vorgesehen werden. Die Verwendung einer Vielzahl von Funktionen zur Neigungsverstellung und Neigungsblockierung ist ebenfalls vorgesehen, so dass eine Grob- und/oder eine Feineinstellung möglich ist.

- Figur 3 zeigt die Verwendung der Konfiguration und Anordnung der
- 10 Figur 2 für die Montage von Bauelementen auf einem Substrat nach dem Verfahren 200 der Erfindung. Die möglichen Schritte des Verfahrens sind ebenfalls in Figur 5 dargestellt.

- Figur 3A zeigt die gleiche Ansicht des in Figur 2 dargestellten Bondkopfes 110 sowie das gleiche Koordinatensystem. Die
- 15 Referenznummern wurden nicht aufgenommen, um die Übersichtlichkeit von Figur 3 zu verbessern - die in Figur 2 dargestellten Elemente sind identisch.

In Figur 3B ist der Bondkopf 110 um 250 in die erste Verstellposition 132 versetzt. An dieser Stelle befinden sich das erste Eingriffselement 120 und das erste Verstellelement 130 nahe beieinander.

- 20 Das erste Eingriffselement 120 wird dann mit dem ersten Verstellelement 130 starr eingerastet. Die erforderlichen Aktionen hängen unter anderem von der Konfiguration und Anordnung des ersten Eingriffspaares 120, 130 ab. Die Vorrichtung 100 kann so konfiguriert und angeordnet werden, dass ein starrer Eingriff 260 als direkte Folge der
- 25 Verschiebung des Bondkopfes 110 in die erste Verstellposition 132 erfolgt.

Alternativ oder zusätzlich ist eine Folge von Bewegungen entlang der verfügbaren Bewegungsachsen 170, 175, 177 nach dem ersten Eingriffspaar 120, 130 nahe beieinander. Zum Beispiel erfordert die Ausführungsform von Figur 3 einen Stift, der im Eingriffselement 120 enthalten ist, um in eine Nut

im Verstellelement 130 einzudringen. Wie dargestellt, erstrecken sich sowohl der Stift 120 als auch die Nut 130 entlang der zweiten Bewegungsachse 175 in die Papierebene. Das Einrasten kann daher durch Verschieben des Bondkopfes 110 in eine erste Verstellposition 132 erfolgen, die so definiert ist, dass der Stift 120 knapp über der Nut 130 positioniert ist, was die Bewegungsfreiheit entlang der ersten Bewegungsachse 170 und der dritten Bewegungsachse 177 ermöglicht. Der Bondkopf 110 kann dann entlang der zweiten Bewegungsachse 175 in das Papier verschoben werden, wodurch der Stift 120 in die Nut 130 eintritt. Der starre Eingriff 260 kann dann durch eine geeignete Auswahl der mechanischen Toleranzen des Stiftes 120 und der Nut 130 und die Beibehaltung einer festen Position entlang der zweiten Bewegungsachse 175 erfolgen, wenn die Neigung 270 eingestellt wird (siehe unten).

Zusätzlich oder alternativ kann eine Klemme verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Steifigkeit des Eingriffs ausreichend ist.

Die Anordnung des ersten Eingriffspaares 120, 130 ist ein Stift 120 in einer Nut 130, die in einem Winkel von etwa 20 Grad zu den ersten Bewegungsachsen 170 (Z) in einer YZ-Ebene angeordnet ist. In diesem Beispiel ist die dritte Bewegungsachse 170 als Y definiert. Die Bewegung des Bondkopfes 110 entlang der ersten Bewegungsachsen 170 liefert eine Kraft auf das erste Eingriffselement 120 entlang der dritten Bewegungsachsen 177. Wie dargestellt, liefert eine Bewegung nach oben 170 eine Kraft nach links 177 und eine Bewegung nach unten 170 eine Kraft nach rechts 170. Eine Nut mit einem größeren Winkel, z.B. zwischen 30 Grad und 60 Grad, kann ebenfalls verwendet werden.

Die Vorrichtung 100 ist so konfiguriert und angeordnet, dass eine Kraft auf das erste Eingriffselement 120 entlang der dritten Bewegungsachse 177 für eine Drehung des Bondkopfes 110 um den Drehpunkt 115 (um die zweite Bewegungsachse 175) sorgt.

Die Vorrichtung 100 ist so konfiguriert und angeordnet, dass eine Drehung des Bondkopfes 110 um den Drehpunkt 115 (um die zweite Bewegungsachse 175) eine Drehung (oder Neigung) der Kontaktfläche 185 um die zweite Bewegungsachse 175 bewirkt.

5 Vorteilhaft ist, dass die Erfindung eine Neigung der Kontaktfläche 185 mit den bereits vorhandenen Antrieben und Aktuatoren für die Verschiebung des Bondkopfes entlang der Bewegungsachsen 170, 175, 177 vorsieht. Für diese Neigung sind keine zusätzlichen Antriebe und/oder Aktoren erforderlich.

10 Bild 3C zeigt die Drehung des Bondkopfes 110 gegen den Uhrzeigersinn um die zweiten Bewegungsachsen 175 durch die Verschiebung 270 des Bondkopfes 110 entlang der ersten Bewegungsachsen 170 nach oben.

 Das erste Eingriffselement 120 wird dann vom ersten Verstellelement
15 130 abgekoppelt. Die Neigung (Drehung um die zweite Bewegungsachse 175) wird durch den Neigepositionsblock 117 beibehalten. Wird eine Reibungsbremse verwendet, die für ausreichende Reibung sorgt, kann der Bondkopf 110 auf einen beliebigen Neigungswert im Bereich des Kippmechanismus eingestellt werden, indem einfach die entsprechende Kraft
20 auf das Eingriffselement 120 ausgeübt wird - es sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich, um die Neigung zu blockieren. Wenn der Neigepositionsblock 117 mehrere Blockiergrade vorsieht, kann es vorteilhaft sein, während der Drehung des Bondkopfes 110 weniger Blockierung vorzusehen, und mehr Blockierung vor dem Lösen des ersten
25 Eingriffselementes 120 und des ersten Eingriffselementes 130. Alternativ oder zusätzlich kann der Neigepositionsblock 117 so konfiguriert und angeordnet werden, dass er durch jede Bewegung des Bondkopfes 110 beim Ausrasten 280 einen höheren Blockierungsgrad aufweist.

 Nach dem Ausrasten 280 wird der Bondkopf 110 in die jeweilige
30 Substratposition 165 auf dem Substrat 160 verschoben. Wie in Figur 3D

dargestellt, hat der Bondkopf 110 die Drehung um die zweite Bewegungsachse 175 beibehalten und damit auch die Neigung der Kontaktfläche 185 um die zweite Bewegungsachse 175. Der Bondkopf 110 erreicht die jeweilige Substratposition 165, wenn sich die Kontaktfläche 185
5 direkt über der Position auf dem Substrat befindet, an der das jeweilige Bauelement 150 montiert werden soll. Je nach Neigungseinstellung kann daher so die zu erwartende Position korrigiert werden.

Wie in Figur 3D dargestellt, ist ein Bauelement 150 an der Kontaktfläche 185 befestigt, wobei die Bauelementneigung um die zweite
10 Bewegungsachse 175 im Wesentlichen gleich der Neigung des Substrats 160 um die zweite Bewegungsachse 175 ist.

Es ist nicht notwendig, das Bauelement 150 nach der Einstellung der Neigung (Figur 3B und Figur 3C) abzurufen - Die Vorrichtung 100 kann so konfiguriert werden, dass die Neigungseinstellung durchgeführt werden kann,
15 während ein Bauelement 150 an der Kontaktfläche 185 befestigt ist.

Viele Varianten dieser Ausführungsform sind möglich, wenn zwei Aspekte umgesetzt werden - Die Vorrichtung 100 wird so konfiguriert, dass

eine Verschiebung entlang mindestens einer Bewegungsachse 170, 175, 177 eine Neigung der Kontaktfläche 185 ergibt; und

20 die vorgesehene Neigung bleibt bei der Montage der Komponenten 150 auf dem Substrat 160 erhalten.

Oben beschrieben ist die Verwendung der Bewegung des Bondkopfes 110 entlang der ersten Bewegungsachse 170, die als Z oder im Wesentlichen vertikal dargestellt ist, um die zweite Bewegungsachse 175,
25 die als X oder im Wesentlichen horizontal dargestellt ist, zu drehen.

Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass eine Neigungskorrektur mit vorhandenen Antrieben und/oder Aktoren möglich ist, die eine Bewegung entlang mindestens einer dieser Bewegungsachsen 170, 175, 177 ermöglichen. Generell kann die Vorrichtung 100 so konfiguriert und

angeordnet werden, dass es eine Bewegung entlang einer Bewegungsachse verwendet, um eine Drehung um eine andere Bewegungsachse zu ermöglichen, wobei die Achsen im Wesentlichen senkrecht zueinander stehen:

Bewegung entlang		Drehung um
der ersten Bewegungsachse 170	ermöglicht	die zweite Bewegungsachse 175
der ersten Bewegungsachse 170		die dritte Bewegungsachse 177
der zweiten Bewegungsachse 175		die erste Bewegungsachse 170
der zweiten Bewegungsachse 175		die dritte Bewegungsachse 177
der dritten Bewegungsachse 177		die erste Bewegungsachse 170
der dritten Bewegungsachse 177		die zweite Bewegungsachse 175

5

Bei der Interpretation der "ersten", "zweiten" und "dritten Bewegungsachse" fallen daher alle Kombinationen von im Wesentlichen zueinander senkrechten Achsen in den Schutzbereich der Ansprüche und nicht nur die in der Beschreibung mit X, Y und Z gekennzeichneten Beispiele.

10 Insbesondere können die Bewegungsachsen X und Y funktional vertauscht werden.

Die Vorrichtung 100 kann außerdem so konfiguriert und angeordnet werden, dass es mehr als eine Neigung entsprechend der Erfindung bietet.

Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, die eine modifizierte Version der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform darstellt.

Die linke Ansicht in Figur 4A zeigt schematisch den Bondkopf 110 und den Aufnehmer 180. Auf der rechten Seite ist das Koordinatensystem
5 dargestellt - die erste Bewegungsachse 170 (Z) wird vertikal und die dritte Bewegungsachse 177 (Y) horizontal dargestellt. Der Bondkopf 110 wird in diesem Beispiel entlang der zweiten Bewegungsachse 175 (X) betrachtet, d.h. die zweite Bewegungsachse 175 (X) geht in die Seite. Aus dieser Sicht erscheinen die Vorrichtung 100 und der Bondkopf 110 wie in Figur 2
10 dargestellt. Die Drehbarkeit um den Drehpunkt 115 und damit die zweite Bewegungsachse 175 ist gleich. Die Unterschiede sind:

die weitere Bondkopfbefestigung 106 ist gegenüber der in Figur 2 dargestellten modifiziert - hier ist der Bondkopf 110 auch um die dritte Bewegungsachse drehbar (siehe Figur 4B unten); und

15 das weitere Eingriffselement 122 ist im Vergleich zu Figur 2 so modifiziert, dass es einen starren Eingriff ermöglicht, der eine Drehung um zwei Achsen ermöglicht. In diesem einfachen Beispiel besteht das weitere Eingriffselement 122 aus einer Kugel (oder etwas Kugelförmigen) an seinem distalen Ende.

20 Das zugehörige weitere Verstellelement 131 ist an der ersten Verstellposition 132 vorgesehen und kann z.B. eine entsprechend dimensionierte Muffe, Aussparung oder Nut sein. Hier ist ein Sockel dargestellt, der entlang der dritten Bewegungsachse 177 ausgerichtet ist. Ein starrer Eingriff kann durch Verschieben des Bondkopfes 110 in die erste
25 Verstellposition 132 erfolgen, so dass die Kugel am distalen Ende des weiteren Eingriffselementes 122 entlang der ersten 170 und zweiten 175 Bewegungsachsen ausgerichtet ist, gefolgt von einer Verschiebung entlang der dritten Bewegungsachsen 177, ermöglicht eine Drehung um den Drehpunkt 115 und damit eine Drehung (Neigung) der Kontaktfläche 185 um
30 die zweite Achse 175.

Die linke Ansicht in Figur 4B zeigt schematisch den Bondkopf 110 und den Aufnehmer 180. Auf der rechten Seite ist das Koordinatensystem dargestellt - die erste Bewegungsachse 170 (Z) wird vertikal und die zweite Bewegungsachse 175 (X) horizontal dargestellt. Der Bondkopf 110 wird in diesem Beispiel entlang der dritten Bewegungsachse 177 (Y) betrachtet - mit anderen Worten, die dritte Bewegungsachse 177 (X) kommt aus der Seite (Papierebene) heraus. In diesem Beispiel ist auch der Bondkopf 110 um die dritte Bewegungsachse 177 (Y) drehbar konfiguriert und angeordnet - der Bondkopf 110 ist über eine weitere Bondkopfbefestigung 106 schwenkbar mit der übrigen Vorrichtung 100 verbunden, die auch eine Drehung um den weiteren Drehpunkt 116 und um die dritte Bewegungsachse 177 ermöglicht. Ein weiterer Neigepositionsblock 118 ist zwischen dem weiteren Bondkopfbefestigung 106 und der übrigen Vorrichtung 100 angebracht, um die Drehung um die dritte Bewegungsachse 177 - also die Neigungsverstellung um die dritte Bewegungsachse 177 - beizubehalten. Der weitere Neigepositionsblock 118 kann auch als Blockierung unerwünschter Kippbewegungen um die dritte Bewegungsachse 177 angesehen werden. Optional kann der weitere Neigepositionsblock 118 auch so konfiguriert werden, dass er nur mechanische Prinzipien verwendet (passive Ausführung). Das zugehörige weitere Verstellelement 131 an der ersten Verstellposition 132 ist in der dritten Bewegungsachse 177 dargestellt - die Buchse 131 ist hier unsichtbar und daher mit einer gestrichelten Linie gekennzeichnet. Der starre Eingriff erfolgt auf die gleiche Weise wie in Figur 4A - Verschieben des Bondkopfes 110, so dass die Kugel 122 entlang der ersten 170 und zweiten 175 Bewegungsachsen ausgerichtet ist, gefolgt von einer Verschiebung entlang der dritten Bewegungsachsen 177. Die anschließende Bewegung entlang der zweiten Bewegungsachse 175 bei im Wesentlichen gleichen Positionen entlang der ersten Bewegungsachse 170 und dritten Bewegungsachse 177 ermöglicht eine Drehung um den weiteren Drehpunkt 116 und damit eine Drehung (Neigung) der Kontaktfläche 185 um die dritte Bewegungsachse 177.

Zusammenfassend ist im Beispiel von Figur 4 die Vorrichtung 100 so konfiguriert und angeordnet, dass sich der Bondkopf 110 drehen kann:

- um den Drehpunkt 115 (und um die zweite Bewegungsachse 175),
wenn eine entsprechende Kraft auf die Spitze (distales Ende) des Weiteren
5 Eingriffselement 121 entlang der ersten Bewegungsachse 170 ausgeübt
wird; und

- um den weiteren Drehpunkt 116 (und um die dritte Bewegungsachse
177), wenn eine entsprechende Kraft auf die Spitze (distales Ende) des
weiteren Eingriffselements 121 entlang der zweiten Bewegungsachse 175
10 ausgeübt wird.

Vorteilhaft ist, dass die Bauelemente 150 für den Montierungsprozess vorzugsweise parallel zum Substrat 160 an der Substratposition 165 liegen - die erforderliche Neigung um zwei Bewegungsachsen reduziert das Risiko, dass ein Neigungsproblem den Betrieb der Vorrichtung 100 unterbricht.

- 15 Es ist für den Fachmann offensichtlich, dass verschiedene Konfigurationen und Bewegungen verwendet werden können, um die gleiche Drehung zu gewährleisten.

- In Figur 4A z.B. bewirkt die Bewegung des Bondkopfes 110 nach dem Einrasten entlang der dritten Bewegungsachse 177 zum Sockel 131 auch
20 eine Drehung der Kontaktfläche 185 um die zweite Bewegungsachse 175. In der dargestellten Konfiguration kann eine Bewegung vom Sockel 131 entlang der dritten Bewegungsachse 177 zum Ausrasten führen. Durch die Bereitstellung einer anderen Art von Eingriffsparen, wie z.B. Zahn- und Zahnstangenneigung in beide Richtungen, können jedoch auch diese
25 realisiert werden.

Ein einzelnes Eingriffselement kann auch mit mehr als einem Verstellelement an jeweils mehr als einer Einrastposition verwendet werden. Beispielsweise kann bei einem kugelförmigen Eingriffselement an einer weiteren Verstellposition eine weitere Muffe vorgesehen werden.

Verstellpositionen gelten als unterschiedlich, wenn der starre Eingriff nicht beibehalten werden kann, da der Bondkopf 110 zwischen diesen Einraststellungen bewegt wird - für die Figur 4A und 4B werden die Verstellpositionen nicht als unterschiedlich betrachtet. Die Vorrichtung 100
5 kann so konfiguriert werden, dass es an diesen verschiedenen Positionen: Neigung um die gleiche Bewegungsachse, verschiedene Neigungsgrade um die gleiche Bewegungsachse, Neigung um verschiedene Bewegungsachsen, unterschiedliche Neigungsrichtungen um die gleiche Bewegungsachse und jede beliebige Kombination davon bietet.

10 Ein einzelnes Verstellelement kann auch mit mehr als einem Eingriffselement an jeweils mehr als einer Verstellposition verwendet werden. Ist z.B. der Bondkopf 110 mit zwei kugelförmigen Eingriffselementen versehen, kann in der Vorrichtung 100 eine Buchse vorgesehen werden. Bei der Erfindung gibt es zwei Verstellpositionen, da ein starrer Eingriff nicht
15 möglich ist, da der Bondkopf 110 zwischen den beiden Verstellpositionen bewegt wird. Die Vorrichtung 100 kann so konfiguriert werden, dass es an diesen verschiedenen Positionen: Neigung um die gleiche Bewegungsachse, verschiedene Neigungsgrade um die gleiche Bewegungsachse, Neigung um verschiedene Bewegungsachsen, unterschiedliche Neigungsrichtungen um
20 die gleiche Bewegungsachse und jede beliebige Kombination davon bietet.

Ein oder mehrere Eingriffselemente können auch mit einem oder mehreren Verstellelementen verwendet werden, was die Flexibilität erhöht.

Figur 5 gibt einen Überblick über das Verfahren 200 zur Montage von Bauelementen auf einem Substrat entsprechend der Erfindung. Das
25 Verfahren umfasst:

- Bereitstellung von 210 einem Bondkopf 110, der relativ zu einem Substrat 160 entlang einer ersten 170 und einer zweiten 175 Bewegungsachse verschiebbar ist, wobei die zweite Bewegungsachse 175 im Wesentlichen senkrecht zur ersten Bewegungsachse 170 ist;

30

- Bereitstellen von 220 einem Aufnehmer 180 als Aufnahmeelement mit einer Kontaktfläche 185, wobei den Aufnehmer 180 an dem Bondkopf 110 befestigt ist, wobei die Kontaktfläche 185 so konfiguriert und angeordnet ist, dass sie lösbar oder wiederlösbar an Komponenten 150 befestigt werden kann, und ferner so konfiguriert und angeordnet ist, dass sie um die zweite Bewegungsachse 175 drehbar ist;
- Bereitstellung von 230 einem ersten Verbindungselement 120, das am Bondkopf 110 befestigt ist;
- 240 ein erstes Verstellelement 130 in einer ersten Verstellposition 132 zum starren Eingriff mit dem ersten Verstellelement 120;
- 250 Verschieben des Bondkopfes 110 in die erste Verstellposition 132;
- 260 das erste Eingriffselement 120 mit dem ersten Verstellelement 130 starr einrasten;
- 270 Verschieben des Bondkopfes 110 entlang der ersten Bewegungsachse 170 relativ zum ersten Verstellelement 130, wobei sich die Kontaktfläche 185 um die zweite Bewegungsachse 175 dreht;
- 280 Lösen des ersten Eingriffselements 120 von dem ersten Verstellelement 130; und
- 290 Verschieben des Bondkopfes 110 in die Substratposition 165, wobei der Bondkopf 110 die Drehung der Kontaktfläche 185 um die zweite Bewegungsachse 175 beibehält.

Figur 6 zeigt eine alternative Ausführungsform für die Neigungsverstellung mit einem Zahnstangeneingriffspaar, das mit jeder der Ausführungsformen der Erfindung verwendet werden kann. Der Bondkopf

110 ist um die zweite Bewegungsachse 175 drehbar angeordnet, ähnlich wie in Figur 2 dargestellt.

Die linke Ansicht in Figur 6 zeigt schematisch den Bondkopf 110 und den Aufnehmer 180. Auf der rechten Seite ist das Koordinatensystem
5 dargestellt - die erste Bewegungsachse 170 (Z) wird vertikal und die dritte Bewegungsachse 177 (Y) horizontal dargestellt. Der Bondkopf 110 wird in diesem Beispiel entlang der zweiten Bewegungsachse 175 (X) betrachtet, d.h. die zweite Bewegungsachse 175 (X) geht in die Seite.

Der Bondkopf 110 ist über einen Bondkopfaufsatz 105 schwenkbar
10 am restlichen Gerät 100 befestigt, so dass eine Drehung um den Drehpunkt 115 möglich ist.

Das Eingriffselement 121 besteht aus einem Ritzel, das an seinem distalen Ende angeordnet ist. Intern ist ein konventioneller Spindelantrieb (nicht abgebildet) am Ritzel 121 angebracht, so dass eine Drehung des
15 Ritzels eine Drehung des Spindelantriebs bewirkt. Der Schraubenantrieb ist weiterhin so am Bondkopf 110 befestigt, dass eine Drehung des Schraubenantriebes eine Drehung des Bondkopfes 110 um den Drehpunkt 115 und um die zweite Bewegungsachse ermöglicht. Dadurch ergibt sich eine Drehung (Neigung) der Kontaktfläche 185 um die zweite
20 Bewegungsachse 175. Der Neigungsverstellmechanismus besteht weiterhin aus einem elastischen Element 119, das zwischen dem Bondkopf 110 und der Bondkopfbefestigung 105 angebracht ist. Dieses sorgt für eine entsprechende Vorspannung, so dass der Bondkopf 110 gegen den Schraubenantrieb vorgespannt ist - ein alternativer Mechanismus zur
25 Blockierung der Kippstellung. In diesem Beispiel ist die Drehung um die zweite Bewegungsachse 175 gesperrt.

Das in der ersten Verstellposition 132 vorgesehene Verstellelement ist eine Zahnstange 133, die so konfiguriert und angeordnet ist, dass sie mit dem Ritzel 121 zusammenwirkt, so dass eine Drehung des Ritzels 121

möglich ist. Die Zahnstange 133 erstreckt sich in diesem Beispiel entlang der ersten Bewegungsachse 170.

Das Einrasten kann durch Verschieben des Bondkopfes 110 in die erste Verstellposition 132 erfolgen, so dass das Ritzel am distalen Ende des Ritzels 121 entlang der ersten 170, zweiten 175 und dritten 177 Bewegungsachsen ausgerichtet ist, so dass Ritzel 121 und Zahnstange 133 nahe beieinander liegen. Eine Verschiebung entlang der zweiten Bewegungsachse 175 zur Zahnstange 133 sorgt für einen starren Eingriff. Die anschließende Bewegung entlang der ersten Bewegungsachse 170 bei im Wesentlichen gleichen Positionen entlang der zweiten Bewegungsachse 175 und der dritten Bewegungsachse 177 bewirkt eine Drehung des Ritzels 121, was zu einer Drehung des Spindelantriebs (nicht dargestellt) und einer Drehung des Bondkopfes 110 um den Drehpunkt 115 führt. Eine Drehung (Neigung) der Kontaktfläche 185 um die zweite Achse 175 ist daher ebenfalls vorgesehen.

Der verfügbare Schwenkbereich ist abhängig von der Einrastposition des Ritzels 121 in den ersten Bewegungsachsen 170. Wenn die Reichweite nicht ausreicht, weil das Ritzel das Ende der Zahnstange 133 erreicht, kann das Ritzel 121 ausgekuppelt, zum anderen Ende der Zahnstange 133 bewegt und wieder starr eingekuppelt werden.

Die Drehung (Neigung) der Kontaktfläche 185 um die zweite Bewegungsachse 175 wird durch die Vorspannung des Bondkopfes 110 gegen den Schraubenantrieb durch das elastische Element 119 gehalten.

Geeignete elastische Elemente 119 können z.B. Federn, Gummiriemen, Gummibänder sein.

Obwohl sich in diesem Beispiel die Zahnstange 133 entlang der ersten Bewegungsachse 170 erstreckt, ist es für den Fachmann offensichtlich, dass die Vorrichtung 100 so konfiguriert werden kann, dass es die Drehung des Ritzels 121 mit einer Zahnstange 133 entlang der zweiten Bewegungsachse 175 ermöglicht.

Figur 7 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Ein Bondkopf 110 ist vorgesehen, der sich um die zweite Bewegungsachse 175 und die dritte Bewegungsachse 177 drehen kann. Der Neigungsverstell- und Haltemechanismus ist derselbe wie in Figur 6 dargestellt.

- 5 Der Bondkopf besteht aus zwei Ritzeln 121 – von denen eines für die Drehung um die zweite Bewegungsachse 175 und das andere für die Drehung um die dritte Bewegungsachse 177 konfiguriert und angeordnet ist.

- Die Vorrichtung 100 ist so konfiguriert und angeordnet, dass es zwei Zahnstangen 133 – eines an einer ersten Verstellposition 132 und das
10 andere an einer zweiten Verstellposition 137 – zur Verfügung stellt.

- Der starre Eingriff in der ersten Verstellposition 132 erfolgt durch Verschieben des Bondkopfes 110 in die erste Verstellposition 132, so dass das Ritzel am distalen Ende des Ritzels 121 entlang der ersten 170, zweiten 175 und dritten 177 Bewegungsachsen ausgerichtet ist, so dass Ritzel 121
15 und Zahnstange 133 nahe beieinander liegen. Eine Verschiebung entlang der ersten Bewegungsachsen 170 zur Zahnstange 133 sorgt für einen starren Eingriff. Die anschließende Bewegung entlang der zweiten Bewegungsachse 175 bei im Wesentlichen gleichen Positionen entlang der ersten 170 und dritten 177 Bewegungsachsen bewirkt eine Drehung des
20 Ritzels 121, was zu einer Drehung des Spindelantriebs (nicht dargestellt) und einer Drehung des Bondkopfes 110 um die zweite Achse 175 führt. Eine Drehung (Neigung) der Kontaktfläche 185 (nicht dargestellt) um die zweite Achse 175 ist daher ebenfalls vorgesehen.

- Der starre Eingriff in der zweiten Verstellposition 137 erfolgt durch
25 Verschieben des Bondkopfes 110 in die zweite Verstellposition 137, so dass das Ritzel am distalen Ende des Ritzels 121 entlang der ersten 170, zweiten 175 und dritten 177 Bewegungsachsen ausgerichtet ist, so dass Ritzel 121 und Zahnstange 133 nahe beieinander liegen. Eine Verschiebung entlang der ersten Bewegungsachsen 170 zur Zahnstange 133 sorgt für einen
30 starren Eingriff. Die anschließende Bewegung entlang der dritten

- Bewegungsachse 177 bei im Wesentlichen gleichen Positionen entlang der ersten 170 und zweiten 175 Bewegungsachsen bewirkt eine Drehung des Ritzels 121, was zu einer Drehung des Spindelantriebs (nicht dargestellt) und einer Drehung des Bondkopfes 110 um die dritte Achse 177 führt. Eine
- 5 Drehung (Neigung) der Kontaktfläche 185 (nicht dargestellt) um die dritte Achse 177 ist daher ebenfalls vorgesehen.

- Die Zahnstange 133 in der ersten Verstellposition 132 erstreckt sich entlang der zweiten Bewegungsachse 175. Die Zahnstange 133 in der zweiten Verstellposition 137 erstreckt sich entlang der dritten
- 10 Bewegungsachse 177. Wie oben in Bezug auf Figur 6 erwähnt, können unterschiedliche Ausrichtungen jeder Zahnstange 133 verwendet werden.

- In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann die Vorrichtung 100 so konfiguriert und angeordnet werden, dass sie eine Bewegung entlang einer Bewegungsachse verwendet, um eine Drehung (Neigung) um die gleiche
- 15 Bewegungsachse zu ermöglichen:

Bewegung entlang		Drehung um
der ersten Bewegungsachse 170	ermöglicht	die erste Bewegungsachse 170
der zweiten Bewegungsachse 175		die zweite Bewegungsachse 175
der dritten Bewegungsachse 177		die dritte Bewegungsachse 177

- In der in Figur 7 dargestellten Konfiguration ist Die Vorrichtung 100 ferner so konfiguriert, dass der Bondkopf 110 zwischen den ersten 132 und zweiten 137 Verstellpositionen durch Bewegung im Wesentlichen entlang der ersten Bewegungsachse 170 verschoben werden kann. Da beide Neigungen
- 20 eingestellt werden müssen, um eine hohe Planparallelität zwischen den Komponenten 150 und dem Substrat zu erreichen, kann die Zeit für die

Neigungsverstellung reduziert werden, wenn die Verstellpositionen nahe beieinander liegen. Die Begrenzung der Bewegung auf eine Bewegungsachse kann die benötigte Zeit weiter verkürzen. Eine weitere Reduzierung kann auch dadurch erreicht werden, dass die Ausrückrichtung einer Verstellposition im Wesentlichen mit der Einrückrichtung der anderen Verstellposition übereinstimmt.

Generell können zwei Arten von Neigungsfehlern auftreten – eine statische Neigung aufgrund von mechanischen und Winkeltoleranzen in der Vorrichtung 100, und (insbesondere) im Bondkopf 110, im Aufnehmer 180 und in der Kontaktfläche 185. Die andere Ursache für Kippfehler sind dynamische Faktoren wie Wärmedehnung und Verschleiß der mechanischen Teile. Bei herkömmlichen Geräten wird die Neigung erst nach jeweils einhundert bis fünfhundert Substraten 160 geprüft werden. Die Erfindung bietet eine relativ kostengünstige und relativ schnelle Einstellmöglichkeit, die es ermöglicht, die Neigung nach jedem Substrat oder während des Betriebs auf einem Substrat zu überprüfen und einzustellen.

Darüber hinaus kann es von Vorteil sein, eine Messung und/oder einen Überwachungsmechanismus für eine oder mehrere der Kontaktflächen 185 Neigungen vorzusehen, da dies eine gewisse automatische Überwachung ermöglichen würde.

Durch Bereitstellung eines Prozessors, der so konfiguriert und angeordnet ist, dass er den Grad der Verschiebung entlang der ersten Bewegungsachse 170 bestimmt, um eine gewünschte Drehung um die zweite 175 und/oder die dritte Bewegungsachse 177 zu erhalten; und durch weitere Konfiguration und Anordnung des Prozessors, um die Verschiebung entlang der ersten Achse 170 zu stoppen, wenn eine gewünschte Neigung der Kontaktfläche 185 erreicht wird, kann ein hoher Automatisierungsgrad bereitgestellt werden.

Es kann auch vorteilhaft sein, einen Neigungssensor bereitzustellen, der so konfiguriert und angeordnet ist, dass er eine Neigung des Substrats

160 misst; und einen Prozessor bereitzustellen (oder einen vorhandenen Prozessor weiter zu konfigurieren), um den Grad der Verschiebung entlang der ersten Achse 170 zu bestimmen, um eine gewünschte Drehung um die zweite Achse 175 und/oder die dritte Bewegung 177 unter Verwendung der gemessenen Neigung des Substrats zu erhalten. Durch die Überwachung einer Neigung des Substrats 160 kann ein hohes Maß an Genauigkeit und Zuverlässigkeit erreicht werden.

Zusätzlich oder alternativ kann die Messung einer oder mehrerer Kräfte auf die Kontaktfläche 185 während des Betriebes, insbesondere die Montage von Bauelementen 150 auf dem Substrat 160, Aufschluss über eventuell auftretende Neigungsprobleme geben.

Zusätzlich oder alternativ kann auch eine Temperatur der Bauelemente 150 und/oder des Substrats 160 und/oder der Kontaktfläche 185 gemessen und/oder überwacht werden. Durch die Bereitstellung eines Prozessors (oder die weitere Konfiguration eines vorhandenen Prozessors) zur Bestimmung des Verschiebungsgrades entlang der ersten Achse 170 zur Erzielung einer gewünschten Drehung um die zweite Achse 175 und/oder die dritte Bewegung 177 unter Verwendung der gemessenen Temperaturen kann ein hoher Grad an Kompensation für die während des Betriebs auftretenden dynamischen Kippfehler erreicht werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Erfindung auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Montierung von Bauelementen auf einem Substrat gerichtet ist. Während des Betriebs wird die Verarbeitung oft unterbrochen, da die Bauelemente nicht parallel zum Substrat zur Montierung bereitgestellt werden. In einigen Fällen kann dies zu Bauelement- und Substratbrüchen führen. Lösungen zur Steuerung der Neigung erhöhen die Kosten, das Gewicht und die Komplexität des Bondkopfes 110.

Durch die Neigung der Kontaktfläche 185 unter Verwendung vorhandener Antriebe und/oder Aktoren wird eine vereinfachte Neigungskorrektur ermöglicht, die einen hohen Durchsatz und eine hohe

Zuverlässigkeit bietet. Der Neigungskorrekturmechanismus besteht aus einem oder mehreren Eingriffselementen 120, einem oder mehreren Verstellelementen 130 und einem oder mehreren Neigepositionsblöcken 117. In einigen Fällen können passive Elemente und Mechanismen verwendet werden.

Bezugszeichenliste

Nr.	Bezeichnung
100	Vorrichtung zum Montieren von Bauelementen
101	Bondkopfaufnahmeträger
102	Bondkopfaufnahme
105	Bondkopfbefestigung
106	weitere Bondkopfbefestigung
110	Bondkopf
115	Drehpunkt
116	weiterer Drehpunkt
117	Neigepositionsblock
118	weiterer Neigepositionsblock
119	elastisches Element
120	erstes Eingriffselement
121	Ritzel
122	weiteres Eingriffselement
125	zweites Eingriffselement
130	erstes Verstellelement
131	weiteres Verstellelement
132	erste Verstellposition
133	Zahnstange
135	zweites Verstellelement
137	zweite Verstellposition
140	Längsachse des Bondkopfes und/oder des Aufnehmers
150	Bauelemente
160	Substrat
165	Substratposition
170	erste Bewegungsachse
175	zweite Bewegungsachse
177	dritte Bewegungsachse
180	Aufnehmer
185	Kontaktfläche
190	Substratbasis
200	Verfahren zum Montieren von Bauelementen auf ein Substrat

203	Drehung der Kontaktfläche um die zweite Bewegungsachse beibehält
205	Drehung der Kontaktfläche um die dritte Bewegungsachse beibehält
207	Bereitstellen eines Neigungsmesseinrichtung
210	Bereitstellen eines Bondkopfes
215	Ausbilden und Anordnen des Bondkopfes
220	Bereitstellen eines Aufnehmers mit einer Kontaktfläche
225	Ausbilden und Anordnen der Kontaktfläche
230	Bereitstellen eines ersten Eingriffselementes
235	Bereitstellen eines zweiten Eingriffselementes
240	Bereitstellen eines ersten Verstellelementes
245	Bereitstellen eines zweiten Verstellelementes
250	Verschieben des Bondkopfes in die erste Verstellposition
255	Verschieben des Bondkopfes in die zweite Verstellposition
260	in starren Eingriff Bringen des ersten Eingriffselements mit dem ersten Verstellelement
265	in starren Eingriff Bringen des zweiten Eingriffselements mit dem zweiten Verstellelement
270	Verschieben des Bondkopfes entlang der ersten Bewegungsachse
275	Drehen des Bondkopfes um die dritte Bewegungsachse
280	Lösen des ersten Eingriffselementes
285	Lösen des zweiten Eingriffselementes
290	Verschieben des Bondkopfes zur Substratposition