



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 23 783 T2 2004.06.17**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 826 295 B1**

(51) Int Cl.⁷: **H05K 13/04**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 23 783.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB97/00166**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 902 543.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/034461**

(86) PCT-Anmeldetag: **26.02.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **18.09.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.03.1998**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **30.07.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.06.2004**

(30) Unionspriorität:
96200710 14.03.1996 EP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, FR, GB, LI

(73) Patentinhaber:
**Koninklijke Philips Electronics N.V., Eindhoven,
NL**

(72) Erfinder:
**VERMEER, Johannes, Adrianus, NL-5656 AA
Eindhoven, NL; DE BIE, Arnoldus, Petrus, NL-5656
AA Eindhoven, NL; COX, Gerard, Jeroen, NL-5656
AA Eindhoven, NL**

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **POSITIONIERVORRICHTUNG UND BAUTEILPLAZIERUNGSMASCHINE MIT EINER SOLCHEN
POSITIONIERVORRICHTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Positionierungsvorrichtung mit einem Chassis, der mit wenigstens zwei Rädern versehen ist, wobei ein schleifenartiges Zugelement um die Räder gestrafft ist, mit einer Last, die mit dem Zugelement verbunden ist, wobei diese Last gegenüber dem Chassis verlagerbar ist und zusammen mit dem Zugelement eine geschlossene Schleife bildet, weiterhin mit einem Antriebsmittel zum Antreiben der Last über einen ersten Teil des Zugelementes, wobei dieser erste Teil zwischen der Last und den Antriebsmitteln vorgesehen ist, und über einen zweiten Teil des Zugelementes, wobei dieser zweite Teil zwischen der Last und dem Antriebsmittel vorgesehen ist, mit Straffungsmitteln, die mit der Last verbunden sind zum Straffen des Zugelementes, wobei diese Straffungsmittel über einen ersten Angriffspunkt auf den ersten Teil des Zugelementes und über einen zweiten Angriffspunkt auf den zweiten Teil des Zugelementes einwirken.

[0002] Eine derartige Positionierungsvorrichtung ist an sich aus Drain-Elektrode 44 04 613 bekannt. Die bekannte Positionierungsvorrichtung ist ein vertikaler Heber, mit dessen Hilfe ein Träger über einen Zahnriemen in einer vertikalen Richtung positioniert werden kann. Der Zahnriemen arbeitet mit zwei Rädern zusammen, wobei eines der Räder antreibbar ist. Der Zahnriemen hat einen ersten Teil, der sich unterhalb des Trägers erstreckt und über Straffungsmittel in Form einer Feder mit dem Träger gekuppelt ist. Der Zahnriemen hat einen zweiten Teil, der sich über den Träger erstreckt und unmittelbar mit dem Träger verbunden ist. Die totale Verlängerung in dem Zugelement ist abhängig von der Lage des Trägers. Die Verlängerung wird mit Hilfe der genannten Feder kompensiert. Ein Nachteil der bekannten Positionierungsvorrichtung ist, dass die in dem Zahnriemen vorherrschenden Zugkräfte relativ groß sind, wodurch der Verschleiß des Zahnriemens und der Radlager wesentlich ist.

[0003] Es ist nun u. a. eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Positionierungsvorrichtung der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, wobei die in dem Zugelement vorherrschenden Spannkkräfte kleiner sind als bei dem bekannten System. Dazu weist die Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung das Kennzeichen auf, dass die Verbindung zwischen der Last und dem Zugelement einen Kupplungsmechanismus umfasst, mit dessen Hilfe eine erste relative Verlagerung gegenüber der Last in einer ersten Richtung mit einer zweiten relativen Verlagerung des Angriffspunktes gegenüber der Last in einer Richtung gegenüber der ersten Richtung gekoppelt wird. Bei der bekannten Vorrichtung wird die Spannung in dem ersten Teil des Zugelementes durch Spannmittel im Wesentlichen konstant gehalten. Dadurch kann eine durch die Antriebsmittel auf die Last ausgeübte Kraft nur dadurch übertragen

werden, dass in dem zweiten Teil des Zugelementes die Spannung variiert wird. Die Spannung in dem Zugelement soll dann nach wie vor größer sein als Null, so dass die Vorspannkraft, der das Zugelement ausgesetzt wird, der zu übertragenden Kraft wenigstens entsprechen und die maximale Spannung in dem Zugelement ist wenigstens zweimal größer als die zu übertragende Kraft. Durch die Maßnahmen nach der vorliegenden Erfindung kann das Zugelement an der Stelle der Last vorbelastet werden, während eine von den Antriebsmitteln auf die Last ausgeübte Kraft dennoch zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil des Zugelementes aufgeteilt wird. Dadurch kann die auf das Zugelement wirkende Vorspannkraft reduziert werden und die maximale Spannung, die auftritt, wird kleiner. Weiterhin stellt es sich heraus, dass es durch die Maßnahmen nach der vorliegenden Erfindung möglich wird, die Starrheit der Verbindung zwischen den Antriebsmitteln und der Last in Abhängigkeit von dem Gebrauch zu optimieren. Vorspannung an der Stelle der Last unter Anwendung der Maßnahmen nach der vorliegenden Erfindung hat ebenfalls den Vorteil, dass eine Stelle der Last gegenüber dem Chassis erhalten wird, die unabhängig ist von der Längenvariationen des Zugelementes. Diese Längenvariationen treten beispielsweise auf als Ergebnis von Expansion und Subtraktion des Zugelementes, verursacht durch Temperaturschwankungen. Insbesondere wenn das Zugelement aus einem Kunststoff hergestellt ist, können diese Längenvariationen die Genauigkeit des Positionierungssystems beeinträchtigen. Durch Selektion eines geeigneten Übersetzungsverhältnisses zwischen der ersten und der zweiten relativen Bewegung kann die genannte Stelle in dem zu bedeckenden Bereich zentriert werden, wodurch der Einfluss von Längenvariationen des Zugelementes auf die Positionierungsgenauigkeit minimiert wird.

[0004] Eine Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung weist das Kennzeichen auf, dass der Kupplungsmechanismus ein Übersetzungsverhältnis i zwischen der ersten relativen Bewegung und der zweiten relativen Bewegung zwischen 0,5 und 2 hat. Es hat sich herausgestellt, dass diese Maßnahme die maximal auftretende Spannung auf Zweidrittel der maximalen Spannung reduziert, die in der bekannten Vorrichtung auftritt.

[0005] Eine Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung weist das Kennzeichen auf, dass $0,8 < i < 1,25$ ist. Es hat sich herausgestellt, dass diese Maßnahme die maximale Spannung sogar noch weiter auf 55% der maximalen Spannung reduziert, die in der bekannten Vorrichtung auftritt.

[0006] Eine Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung weist das Kennzeichen auf, dass die Straffungsmittel eine effektive erste Steifigkeit gegenüber den Angriffspunkten haben und das Zugelement eine zweite Stei-

figkeit zwischen den Angriffspunkten hat, und die zweite Steifigkeit kleiner ist als ein Zehntel der ersten Steifigkeit. Eine relativ geringe effektive Steifigkeit der Straffungsmittel hat den Vorteil, dass die Vorspannkraft in dem Zugelement kaum variiert, und zwar durch eine Bewegung des ersten und des zweiten Angriffspunktes gegenüber einander. Dadurch haben beispielsweise Temperaturschwankungen nur einen geringen Einfluss auf die Vorspannkraft. Weiterhin macht dies die Vorspannkraft unempfindlich für Herstellungstoleranzen, die während des Zusammenbauens einer derartigen Positionierungsvorrichtung ungebeten auftreten. Bei der bekannten Positionierungsvorrichtung führt eine relativ geringe effektive Steifigkeit der Straffungsmittel zu einer relativ geringen Steifigkeit der Verbindung zwischen den Antriebsmitteln und der Last, während in der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung die Starrheit der Verbindung durch die Steifigkeit der Straffungsmittel kaum beeinträchtigt wird. Außerdem hat es sich herausgestellt, dass durch die Maßnahme die Steifigkeit der Verbindung zwischen den Antriebsmitteln und der Last im Wesentlichen unabhängig ist von der Position der Last gegenüber den Antriebsmitteln, wenn $0,8 < i < 1,25$ ist. Dadurch ist die Eigenfrequenz, die durch die Masse der Last und die Steifigkeit der Verbindung bestimmt wird, im Wesentlichen konstant, was ermöglicht, dass das Verhalten der Positionierungsvorrichtung besser vorgesagt werden kann und was Wahrscheinlichkeit, dass diese Eigenfrequenz mit einer anderen Resonanzfrequenz in der Positionierungsvorrichtung zusammenfällt, reduziert. Ein derartiges Zusammentreffen von Eigenfrequenzen kann zu Resonanzen der Last und dadurch zu einer ungenauen Positionierung führen.

[0007] Eine Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung weist das Kennzeichen auf, dass die zweite Steifigkeit nicht größer ist als ein Hundertstel der ersten Steifigkeit. Durch diese Maßnahme wird die Vorspannkraft noch besser eingehalten, während die Steifigkeit der Verbindung nach wie vor relativ hoch ist. Vorzugsweise ist die zweite Steifigkeit sogar Null. Dies kann beispielsweise mit Hilfe eines Kolbens in einem Druckzylinder erreicht werden, der auf einem konstanten Druck gehalten wird.

[0008] Eine Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung weist das Kennzeichen auf, dass der Kupplungsmechanismus einen Hebel aufweist, dessen erster Schenkel mit dem ersten Angriffspunkt gekuppelt ist und dessen zweiter Schenkel mit dem zweiten Angriffspunkt gekuppelt ist, und wobei der Zapfen des Hebels mit der Last gekuppelt ist. Auf diese Weise wird der Kupplungsmechanismus durch sehr einfache Mittel implementiert, während außerdem das Verhältnis zwischen der ersten und der zweiten relativen Bewegung auf einfache Weise durch eine geeignete Selektion der Stelle des Zapfens gegenüber den Angriffspunkten eingestellt werden kann.

[0009] Eine Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung weist das Kennzeichen auf, dass der Kupplungsmechanismus einen ersten Hebel aufweist, von dem ein erster Schenkel mit dem ersten Angriffspunkt gekuppelt ist und von dem ein zweiter Schenkel mit dem zweiten Angriffspunkt gekuppelt ist, und wobei der Zapfen des Hebels mit der Last gekuppelt ist, und eine Kupplung, die einen ersten Schenkel des ersten Hebels und einen zweiten Schenkel des zweiten Hebels kuppelt. Diese Maßnahme bietet eine größere Entwurfsfreiheit. So kann auf diese Weise beispielsweise die Verbindungslinie zwischen den Angriffspunkten parallel zu der Richtung orientiert werden, in der die Last positioniert wird. Dies vermeidet, dass das Zugelement ein Drehmoment auf die Last ausübt. Weiterhin ermöglicht dies, dass der Kupplungsmechanismus effektiver in dem verfügbaren Raum eingebettet wird.

[0010] Eine Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung weist das Kennzeichen auf, dass die Straffungsmittel Drängemittel aufweisen, welche die Hebel einem Drehmoment aussetzen um den ersten Angriffspunkt und den zweiten Angriffspunkt aufeinander zu zu zwingen. Durch diese Maßnahmen werden die Kupplungen zwischen den Hebeln und den Angriffspunkten und Zapfen zwischen den Hebeln und der Last vorgespannt, wodurch es zwischen dem Zugelement und der Last keine verlorene Bewegung gibt. Dies ermöglicht es, dass die Last gegenüber dem Chassis genau positioniert wird.

[0011] Ein Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung weist das Kennzeichen auf, dass der Kupplungsmechanismus ein rautenförmiges Gebilde aufweist, das die nachfolgenden Element umfasst:

- ein erstes Element, das über einen ersten Zapfen mit einem zweiten Element verbunden ist,
- ein drittes Element, das über einen zweiten Zapfen mit dem zweiten Element verbunden ist,
- ein viertes Element, das über einen dritten Zapfen mit dem dritten Element sowie über einen vierten Zapfen mit dem ersten Element verbunden ist,
- wobei der Kupplungsmechanismus mit dem ersten Angriffspunkt in der Nähe des ersten Zapfens sowie mit dem zweiten Angriffspunkt in der Nähe des dritten Zapfens verbunden ist, und
- wobei der Kupplungsmechanismus mit der Last in der Nähe des zweiten Zapfens und in der Nähe des vierten Zapfens mit Hilfe von Kupplungsmechanismen verbunden ist, die eine Bewegung des zweiten Zapfens bzw. des vierten Zapfens erlauben, und zwar in einer Richtung senkrecht zu der Richtung, in der die Last verlagerbar ist. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass Kräfte, die senkrecht zu der Richtung orientiert ist, in der die Last beweglich ist, nicht durch den Kupplungsmechanismus von dem Zugelement zu der Last übertragen werden. Dadurch werden beispielsweise Lagermittel, die für die Last vorgesehen sein kön-

nen in geringerem Maße belastet und Bewegungen der Last in einer unerwünschten Richtung werden vermieden. Ein weiterer Vorteil diese Maßnahmen ist, dass der erste und der zweite Angriffspunkt eine rein lineare Bewegung durchführen kann. Dies ermöglicht, dass die Kräfte, die auf die Last ausgeübt werden, in der Mitte der Last beibehalten werden, wodurch das Zugelement kein Drehmoment auf die Last ausübt.

[0012] Eine Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung weist das Kennzeichen auf, dass die Positionierungsvorrichtung eine Messvorrichtung aufweist um die Position der Last in ein Positionssignal umzuwandeln, sowie einen elektrisch gesteuerten Motor, der einen Teil der Antriebsmittel bildet, und ein Steuersystem zur Steuerung des Motors auf Basis der Differenz zwischen einem Bezugssignal, das eine gewünschte Position darstellt, und dem Positionssignal. Diese Ausführungsform ermöglicht es, dass die Last sehr genau positioniert wird, weil das Steuersystem Abweichungen zwischen der gewünschten Position und der gemessenen Position durch Antrieb des Motors korrigieren wird. Die Bandbreite des zweiten Steuersystems bestimmt, wie schnell und mit welcher Genauigkeit die gewünschte Position erreicht werden kann. Die Geschwindigkeit und die Genauigkeit der Positionierungsvorrichtung nimmt zu, je nachdem die Bandbreite zunimmt. Die maximal mögliche Bandbreite wird aber durch die geringste Steifigkeit der Verbindung zwischen den Antriebsmitteln und der Last begrenzt. Eine zu große Bandbreite gegenüber dieser Starrheit macht das Steuersystem instabil und kann dazu führen, dass dieses System zu schwingen anfängt. Im Wesentlichen gewährleisten die Maßnahmen nach der vorliegenden Erfindung dass die minimale Steifigkeit in der Verbindung zwischen dem Antriebsmechanismus und der Last im Vergleich zu dem bekannten System gesteigert wird, wodurch auf diese Art und Weise ermöglicht wird, dass die Bandbreite erweitert wird und die Positionierungsgenauigkeit und die Geschwindigkeit gesteigert werden können. Weiterhin können die Maßnahmen nach der vorliegenden Erfindung die genannte Steifigkeit von der Lage der Last unabhängig gemacht werden, wodurch die Positionierungsgenauigkeit von der Lage der Last unabhängig ist.

[0013] Die vorliegende Erfindung kann auf vorteilhafte Weise in einer Bestückungsmaschine mit einem Rahmen und einem Greifer zum Greifen und Platzieren eines Bauelementes verwendet werden. Die Positionierungsvorrichtung dient dann zum Positionieren des Greifers gegenüber dem Rahmen. Es ist dabei wichtig, insbesondere bei Bestückungsmaschinen zum Anbringen von Bauelementen auf einer Printplatte, dass eine Last, d. h. in dem vorliegenden Fall, ein Greifer, mit hoher Geschwindigkeit und mit großer Genauigkeit positioniert werden kann. Die relativ großen Abstände, über die ein derartiger Greifer

bewegt werden muss, machen einen Zahnriemenantrieb eine wirtschaftlich interessante Option. Die Maßnahmen nach der vorliegenden Erfindung reduzieren den Verschleiß der Positionierungsvorrichtung und ermöglichen gleichzeitig, dass eine hohe Positionierungsgenauigkeit erzielt werden kann.

[0014] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im vorliegenden Fall näher beschrieben. Es zeigen:

[0015] **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung,

[0016] **Fig. 2** eine Einzelheit der in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform,

[0017] **Fig. 3** eine vereinfachte Darstellung der ersten Ausführungsform, welche die Kräfte und Bewegungen schematisch darstellt,

[0018] **Fig. 4** eine Darstellung zweier Kräfte in der ersten Ausführungsform als eine Funktion eines Übersetzungsverhältnisses eines Kupplungsmechanismus,

[0019] **Fig. 5** eine Darstellung einer relativen Steifigkeit der Verbindung des Antriebsmechanismus mit der Last als eine Funktion der Position der Last für verschiedene Werte des Übersetzungsverhältnisses des Kupplungsmechanismus im Falle einer ersten effektiven Steifigkeit der Straffungsmittel,

[0020] **Fig. 6** eine Darstellung entsprechend der aus **Fig. 5** in dem Fall, wo die Straffungsmittel eine zweite effektive Steifigkeit haben,

[0021] **Fig. 7** eine Darstellung entsprechend der aus den **Fig. 5** und **6** in dem Fall, wo die Straffungsmittel eine dritte Steifigkeit haben,

[0022] **Fig. 8** eine Einzelheit einer zweiten Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung,

[0023] **Fig. 9** eine Einzelheit einer dritten Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung,

[0024] **Fig. 10** eine Darstellung einer Bestückungsmaschine mit einer Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung.

[0025] **Fig. 1** zeigt eine erste Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung. Die Positionierungsvorrichtung umfasst ein Chassis **1**, das mit wenigstens zwei Rädern versehen ist, in dem vorliegenden Fall mit einem Antriebsrad **2**, angeordnet auf der Welle eines Motors **6**, und mit einem Gegenrad **3**. Die Positionierungsvorrichtung umfasst weiterhin ein schleifenförmiges Zugelement **4**, beispielsweise einen Zahnriemen oder eine Kette, der bzw. die um die Räder **2** und **3** gespannt ist. Die Positionierungsvorrichtung umfasst weiterhin eine Last **5**, die mit dem Zugelement **4** verbunden ist, wobei diese Last gegenüber dem Chassis **1** bewegbar ist und zusammen mit dem Zugelement **4** eine geschlossene Schleife bildet. Das Antriebsrad **2** und der Motor **6** bilden ein Antriebsmittel zum Antreiben der Last **5** über einen ersten Teil **41** des Zugelementes **4**, wobei dieser erste Teil zwischen der

Last **5** und dem Antriebsrad **2** vorgesehen ist, und über einen zweiten Teil **42** des Zugelementes **4**, wobei dieser zweite Teil zwischen der Last und dem Antriebsrad **2** vorgesehen ist. Die Last **5** trägt Straffungsmittel zum Straffen des Zugelementes **4**. Diese Straffungsmittel, in dem vorliegenden Fall eine Spiralfeder **7**, wirken über einen ersten Angriffspunkt A auf den ersten Teil **41** des Zugelementes **4** und über einen zweiten Angriffspunkt B auf den zweiten Teil **42** des Zugelementes **4**. Die Spiralfeder **7** hält das Zugelement **4** unter Spannung. Die Last **5** ist über einen Kupplungsmechanismus **8** mit dem Zugelement **4** gekuppelt. Der Kupplungsmechanismus **8** kuppelt eine erste relative Bewegung des ersten Angriffspunktes A gegenüber der Last mit einer zweiten Bewegung des Angriffspunktes B gegenüber der Last in einer entgegengesetzten Richtung. **Fig. 1** zeigt weiterhin eine Messvorrichtung **120** zum Umwandeln der Position der Last **5** gegenüber dem Chassis **1** in ein Positionssignal V_p . In dem vorliegenden Fall umfasst die Messvorrichtung **120** einen optischen Messkopf **121**, der mit der Last **5** verbunden ist, und einen optischen Führer **122**, der mit dem Chassis **1** verbunden ist. Die Position der Last **5** gegenüber dem Chassis **1** kann mit Hilfe dieser Messvorrichtung **120** genau ermittelt werden. Auf alternative Weise kann die Messvorrichtung **120** auch beispielsweise einen induktiven oder kapazitiven Positionssensor enthalten. Die Positionierungsvorrichtung umfasst weiterhin ein Steuersystem **130**, vorgesehen zum Steuern des Motors **6** auf Basis der Differenz zwischen einem Bezugssignal V_r , das eine gewünschte Position darstellt, und dem Positionssignal V_p . Mit Hilfe dieser Positionierungsvorrichtung kann die Last **5** gegenüber dem Chassis **1** sehr genau positioniert werden, wie oben beschrieben.

[0026] **Fig. 5** zeigt eine Einzelheit einer ersten Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung, wobei der Kupplungsmechanismus **8** und die Spiralfeder **7** dargestellt sind. Der Kupplungsmechanismus **8** umfasst einen Hebel **80** mit einem ersten Schenkel **81**, der über eine erste Kupplungsplatte **84** mit dem ersten Angriffspunkt A gekuppelt ist. Ein zweiter Schenkel **82** des Hebels **80** ist über eine zweite Kupplungsplatte **85** mit dem zweiten Angriffspunkt B gekuppelt. Der erste Angriffspunkt A ist mit dem ersten Teil **41** des Zugelementes **4** verbunden und der Angriffspunkt B ist über einen Zapfen mit dem zweiten Teil **42** des Zugelementes **4** verbunden. Der Hebel **80** ist durch seinen Zapfen mit der Last **5** gekuppelt, in dem vorliegenden Fall über einen Zapfen **83** (siehe **Fig. 1**). Das Zugelement **4** ist über den Kupplungsmechanismus **8** mit dem Hebel und den Kupplungsplatten **84** und **85** mit der Last **5** gekuppelt. In dem vorliegenden Fall sind die Straffungsmittel durch eine Spiralfeder **7** gebildet, die zwischen dem ersten Angriffspunkt A und dem zweiten Angriffspunkt B gespannt ist. Die erste Kupplungsplatte **84** ist mit Hilfe von Stiften **86**, die an der Last **5** vorgesehen sind, und mit Hilfe eines

Schlitzes **87** in der Kupplungsplatte **84** mit der Last **5** gekuppelt. Die Kupplungsplatte **85** ist ebenfalls mit Hilfe von Stiften **88**, die mit der Last verbunden sind, und mit Hilfe eines Schlitzes **89** in der zweiten Kupplungsplatte **85** mit der Last gekuppelt. Diese Anordnung ermöglicht es, dass die Kupplungsplatten **84** und **85** ausschließlich in einer Richtung parallel zu der Richtung **8a** verlagert werden, in der die Last **5** positioniert werden kann. Der Kupplungsmechanismus **8** kuppelt eine erste relative Bewegung u_1 des ersten Angriffspunktes A gegenüber der Last **5**, in dem vorliegenden Fall entsprechend dem Zapfen **83**, mit einer zweiten relativen Bewegung u_2 des zweiten Angriffspunktes B gegenüber dem Zapfen **83**.

[0027] **Fig. 3** ist eine vereinfachte Darstellung der ersten Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung, wobei Kräfte und Bewegungen dargestellt werden. Die Spiralfeder **7** aus den **Fig. 1** und **2** erzeugt eine Vorspannkraft F_v in dem Zugelement **4**. Wenn der Motor **6** aus **Fig. 1** mit Energie versehen wird, wird auf das Antriebsrad **2** ein Drehmoment T ausgeübt. Dadurch wird die Spannkraft F_1 , die in dem ersten Teil **41** des Zugelementes **4** vorherrscht, um eine Kraft mit einer Größe F_A reduziert. Die Spannkraft F_2 , die in dem zweiten Teil **42** des Zugelementes **4** vorherrscht, wird um eine Kraft mit einer Größe F_B reduziert. Die Kräfte F_A und F_B führen zu einer Gesamtkraft F_{tot} , die über den Zapfen **83** auf die Last **5** ausgeübt wird. Die Bewegung des ersten Angriffspunktes A gegenüber dem Antriebsrad **2** trägt den Bezugswert u_A . Die Bewegung des zweiten Angriffspunktes B gegenüber dem Antriebsrad **2** trägt den Bezugswert u_B . Die Bewegung des Zapfens **83** gegenüber dem Antriebsrad **2** ist durch u bezeichnet. Die Länge des ersten Schenkels **81** des Hebels **80** ist y_1 . Die Länge des zweiten Schenkels **82** des Hebels **80** ist y_2 . Wie die Maßnahmen nach der vorliegenden Erfindung zu einer Verringerung der Spannkraft F_1 und F_2 führen und wie die Maßnahmen nach der vorliegenden Erfindung zu einer Steigerung der Steifigkeit der Verbindung zwischen dem Antriebsrad **2** und der Last **5** führen, wird nachstehend näher beschrieben.

[0028] Durch die Maßnahmen nach der vorliegenden Erfindung gilt Folgendes:

$$u - u_a = i \cdot (u_A - u), \text{ oder}$$

$$u = (i \cdot u_A + u_B) / (i + 1), \text{ wobei} \quad (1)$$

$$i = y_2 / y_1$$

wobei i das Übersetzungsverhältnis zwischen der ersten relativen Bewegung $u_A - u$ und der zweiten relativen Bewegung $u - u_B$ ist.

[0029] Die Antriebskraft F_{tot} wird über den ersten Angriffspunkt A und den zweiten Angriffspunkt B auf die Last **5** übertragen, so dass Folgendes gilt:

$$F_{tot} = F_A + F_B \quad (2)$$

wobei F_A und F_B die Kräfte sind, die auf den Kuppelungsmechanismus **8** ausgeübt werden.

[0030] Da die Summe der Drehmomente in dem Hebel **80** Null ist, gilt Folgendes:

$$F_A \cdot y_1 = F_B \cdot y_2 \text{ oder}$$

$$F_A = i \cdot F_B, \quad (3)$$

[0031] Wenn nun die Gleichungen (2) und (3) kombiniert werden, ergibt dies Folgendes:

$$F_A = F_{\text{tot}} \cdot i / (i + 1) \text{ und} \quad (4)$$

$$F_B = F_{\text{tot}} \cdot 1 / (i + 1). \quad (5)$$

[0032] Aus **Fig. 3** lässt sich auf einfache Art und Weise Folgendes herleiten:

$$F_1 = F_v - F_A$$

$$F_2 = F_v + F_B$$

wobei F_1 die Spannkraft in dem ersten Teil **41** des Zugelementes **4** ist, wobei F_2 die Spannkraft in dem zweiten Teil **42** des Zugelementes **4** ist und wobei F_v die Spannkraft ist, die durch die Spiralfeder **7** auf das Zugelement **4** ausgeübt wird.

[0033] Damit gewährleistet wird, dass immer eine minimale Spannkraft F_{min} in dem Zugelement zurückbleibt, ist es notwendig, dass Folgendes erfüllt wird:

$$F_v = \max(F_A, F_B) + F_{\text{min}}$$

so dass die maximale Spannkraft F_{max} in dem Zugelement **4** durch Folgendes gegeben wird:

$$F_{\text{max}} = F_v + \max(F_A, F_B) = 2 \cdot \max(F_A, F_B) + F_{\text{min}}.$$

[0034] **Fig. 4** zeigt, wie die Kräfte F_A und F_B von dem selektierten Übersetzungsverhältnis i abhängig sind. Die bekannte Positionierungsvorrichtung entspricht dem Übersetzungsverhältnis $i = 0$. Aus **Fig. 4** dürfte es einleuchten, dass wenn i zwischen 0,5 und 2 gewählt wird, die maximale Spannkraft F_{max} auf etwa Zweidrittel der maximalen Spannkraft in der bekannten Vorrichtung reduziert wird. Wenn i derart selektiert wird, dass der Wert zwischen 0,8 und 1,25 liegt, zeigt es sich, dass die maximale Spannkraft F_{max} auf 55% der maximalen Spannkraft reduziert wird, die in der bekannten Vorrichtung auftritt. Die minimale Spannkraft F_{min} wird derart selektiert, dass $F_{\text{min}} \ll F_{\text{max}}$ ist.

[0035] **Fig. 5** zeigt, wie die Steifigkeit der Verbindung zwischen den Antriebsmitteln und der Last abhängig ist von der Position der Last gegenüber den Antriebsmitteln für verschiedene Verhältnisse zwischen der ersten und der zweiten relativen Bewegung. Die Steifigkeit c_{tot} der Verbindung zwischen dem Antriebsrad **2** und der Last wird wie folgt definiert:

niert:

$$c_{\text{tot}} = F_{\text{tot}} / u, \quad (6)$$

wobei u die relative Bewegung der Last **5** gegenüber dem Antriebsrad ist, und zwar wegen der Kraft F_{tot} und der schlussendlichen Steifigkeit der Spiralfeder **7** und des Zugelementes **4**.

[0036] Entsprechend der Gleichung (6) gilt Folgendes:

$$u_A = F_A / c_A \text{ und} \quad (7)$$

$$u_B = F_B / c_B \text{ und} \quad (8)$$

wobei c_A die Steifigkeit der Verbindung zwischen dem Antriebsrad **2** und dem ersten Angriffspunkt A ist und wobei c_B die Steifigkeit der Verbindung zwischen dem Antriebsrad **2** und dem zweiten Angriffspunkt B ist.

[0037] Substitution der Gleichungen (4), (5), (7) und (8) in (6) ergibt:

$$c_{\text{tot}} = (i + 1)^2 \cdot c_A \cdot c_B / (c_A + i^2 \cdot c_B) \quad (9)$$

[0038] Da die Angriffspunkte A und B gegenüber einander mit Hilfe der Spiralfeder **7** mit einer effektiven Steifigkeit c_3 gegenüber den Angriffspunkten A und B vorgespannt sind, gilt Folgendes:

$$c_A = c_1 + c_2 \cdot c_3 / (c_2 + c_3) \text{ und} \quad (10)$$

$$c_B = c_2 + c_1 \cdot c_3 / (c_1 + c_3), \quad (11)$$

wobei c_1 die Steifigkeit des ersten Teils **41** des Zugelementes **4** ist und wobei c_2 die Steifigkeit des zweiten Teils **42** des Zugelementes **4** ist. Weiterhin gilt Folgendes:

$$c_1 = c_r \cdot l / l_1 \text{ und } c_2 = c_r \cdot l / l_2 \quad (12)$$

wobei l die Länge des Zugelementes **4** ist, wobei l_1 die Länge des ersten Teils **41** des Zugelementes **4** ist und wobei l_2 die Länge des zweiten Teils **42** des Zugelementes **4** ist (siehe **Fig. 3**), und wobei c_r die Steifigkeit des Zugelementes **4**, gemessen über die ganze Länge l , ist.

[0039] Je nach der Lage der Last **5** gegenüber dem Antriebsrad **2** wird die Länge l_1 des ersten Teils **41** variieren und ebenfalls die Länge l_2 des zweiten Teils, wofür die nachfolgende Annäherung gilt:

$$l_1 = x \cdot l \text{ und } l_2 = (1 - x) \cdot l, \quad (13)$$

wobei x ein Maß der relativen Lage der Last **5** gegenüber der gesamten Länge l des Zugelementes **4** ist. Die Steifigkeit c_1 und c_2 variiert je nach der Lage der Last **5** gegenüber dem Antriebsrad **2**:

$$c_1 = c_r / x \text{ und } c_2 = c_r / (1 - x) \quad (14)$$

[0040] **Fig. 5** stellt das Verhältnis c_{tot}/c_r als eine Funktion von x für verschiedene Werte von i dar, in dem Fall, dass $c_3 = c_r$ ist. Die bekannte Positionierungsvorrichtung entspricht dem Übersetzungsverhältnis $i = 0$. Aus **Fig. 5** stellt es sich heraus, dass mit Hilfe der Maßnahmen nach der vorliegenden Erfindung die minimale Steifigkeit der Verbindung zwischen dem Antriebsmittel **2** und der Last **5** um viele Male größer ist als die der bekannten Vorrichtung. Der effektive Bereich der Positionierungsvorrichtung, wie in **Fig. 1** dargestellt, wird etwa gegeben durch $0,1 < x < 0,4$. Wenn $0,4 < i < 0,7$ ist, stellt es sich heraus, dass die Steifigkeit c_{tot} in diesem effektiven Bereich wesentlich konstant ist.

[0041] **Fig. 6** zeigt das Verhältnis c_{tot}/c_r als eine Funktion von x für verschiedene Werte von i , in dem Fall, wo $c_3 = 0,1 \cdot c_r$ ist. Trotz der relativ geringen Steifigkeit c_3 der Spiralfeder **7** stellt es sich heraus, dass die Steifigkeit c_{tot} der Verbindung zwischen dem Antriebsrad **2** und der Last **5** dennoch um viele Male größer ist als die Steifigkeit c_r des Zugelementes **4**. Weiterhin stellt es sich heraus, dass die Steifigkeit c_{tot} im Wesentlichen unabhängig ist von der relativen Lage x der Last **5**, wenn $0,8 < i < 1,25$ ist.

[0042] **Fig. 7** stellt das Verhältnis c_{tot}/c_r als eine Funktion von x für verschiedene Werte von i dar, in dem Fall, dass $c_3 = 0,01 \cdot c_r$ ist. Aus dieser Figur ist ersichtlich, dass es möglich ist, die Steifigkeit c_3 der Spiralfeder **7** derart zu wählen, dass sie sehr gering ist und sogar Null sein kann ohne dass die viel Einfluss auf die Steifigkeit c_{tot} hat. Eine sehr geringe Steifigkeit c_3 hat den Vorteil, dass Temperaturschwankungen die Spannkraft F_v in dem Zugelement kaum beeinträchtigen.

[0043] **Fig. 8** zeigt eine Einzelheit einer zweiten Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung. Die Figur zeigt einen Kupplungsmechanismus **9** mit einem ersten Hebel **91**, der über einen Zapfen **93** den ersten Angriffspunkt A mit der Last **5** kuppelt. Der Kupplungsmechanismus **9** umfasst weiterhin einen zweiten Hebel, der über einen zweiten Zapfen **94** den zweiten Angriffspunkt B mit der Last **5** kuppelt. Eine Kupplung **95** verbindet die Bewegungen des ersten Hebels **91** und des zweiten Hebels **92**. Die Kupplung **95** umfasst einen Teil **97** des ersten Hebels **91**, einen Teil **98** des zweiten Hebels **92**, wobei diese Teile miteinander zusammenarbeiten, und eine Feder **73**, die im Zusammenhang mit dem Zugelement **4** gewährleistet, dass die Teile **97** und **98** nach wie vor miteinander zusammenarbeiten. Die Feder **73** ist zwischen der Last **5** und dem Teil **97** des ersten Hebels **91** gestrafft. Da die Verbindungslinie zwischen den Teilen **97** und dem Zapfen **93** sich senkrecht zu der Verbindungslinie zwischen dem ersten Angriffspunkt A und dem Zapfen **93** erstreckt, übt die Feder **73** auf den ersten Teil **41** des Zugelementes **4** eine Spannkraft aus. Diese Spannkraft führt zu einer ähnlichen Spannkraft auf den zweiten Teil **42** des Zugelementes. Dadurch übt dieser zweite Teil **42** des Zugelementes **4** eine Kraft

auf den zweiten Hebeln **92** aus, und zwar über den zweiten Angriffspunkt B, wobei diese Kraft gewährleistet, dass der zweite Teil **98** des zweiten Hebels **92** mit dem Teil **97** des ersten Hebels nach wie vor in Kontakt ist. Der Kupplungsmechanismus **9** verbindet eine erste relative Bewegung u_1 des ersten Angriffspunktes A gegenüber der Last **5** mit einer zweiten relativen Bewegung u_2 des zweiten Angriffspunktes B gegenüber der Last **5**. Für die Verhältnisse, wie die in **Fig. 8** dargestellt sind, sind u_1 und u_2 einander in entgegengesetzter Richtung gleich. Dadurch, dass erlaubt wird, dass beispielsweise der erste Zapfen **91** gegenüber der Last **5** mit Hilfe eines Zapfens **93a** statt des Zapfens **93** schwenkt, kann der Kupplungsmechanismus **9** derart angepasst werden, dass u_2 zweimal größer ist als u_1 . Mit Hilfe dieser zweiten Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung ist es ebenfalls möglich, das Übersetzungsverhältnis i zwischen der ersten relativen Bewegung u_1 und der zweiten relativen Bewegung u_2 zu selektieren.

[0044] Zusammen mit dem Kupplungsmechanismus **9** bildet die Feder **73** Straffungsmittel, die das Zugelement **4** straffen. Die effektive Steifigkeit dieser Straffungsmittel zwischen dem ersten Angriffspunkt A und dem zweiten Angriffspunkt B wird dann durch die Steifigkeit der Feder **73** und die Übersetzungsverhältnisse zwischen einer Bewegung der Teile **97** und **98** und die Bewegungen des ersten Angriffspunktes A und des zweiten Angriffspunktes B auf eine Art und Weise bestimmt, die für einen Sachverständigen ganz klar ist. Der Hauptvorteil dieser zweiten Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung ist, dass sie eine geringe Anzahl Bauteile umfasst. Außerdem kann die Konstruktion robust sein, so dass sie wesentliche Kräfte bewältigen kann.

[0045] **Fig. 9** zeigt eine Einzelheit einer dritten Ausführungsform der Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung. Bei dieser dritten Ausführungsform ist der Kupplungsmechanismus, der den ersten Teil **41** des Zugelementes **4** und den zweiten Teil **42** des Zugelementes **4** mit der Last kuppelt, durch eine rautenförmige Anordnung **100** gebildet. Die rautenförmige Anordnung **100** umfasst ein erstes Element **101**, das über einen Zapfen **111** mit einem zweiten Element **102** verbunden ist. Die rautenförmige Anordnung **100** umfasst weiterhin ein drittes Element **103**, das über einen zweiten Zapfen **112** mit dem zweiten Element **102** verbunden ist, und ein viertes Element **104**, das über einen dritten Zapfen **113** mit dem dritten Element verbunden ist. Das dritte Element **113** ist über einen vierten Zapfen **114** mit dem ersten Element **101** verbunden. Das zweite Element **102** und das dritte Element **103** sind schiebbar mit der Last **5** gekuppelt, und zwar an der Stelle des zweiten Zapfens **112**, indem ein Stift des Zapfens **112** mit einem Schlitz **56** in der Last **5** zusammenarbeitet. Das erste Element **101** und das vierte Element **104** sind mit der Last **5** schiebbar gekuppelt, und zwar an

der Stelle des vierten Zapfens **114**, indem ein Stift des Zapfens **114** mit einem Schlitz **57** in der Last **5** zusammenarbeitet. Diese rautenförmige Anordnung **100** gewährleistet, dass eine relative Bewegung des ersten Zapfens **111** gegenüber der Last **5** zu einer zweiten relativen Bewegung des dritten Zapfens **113** gegenüber der Last **5** führt, die gleich aber in entgegengesetzter Richtung ist. Durch Kupplung des ersten Teils **41** des Zugelementes **4** über den ersten Angriffspunkt A in der Nähe des ersten Zapfens **111** und durch Verbindung des zweiten Teils **42** des Zugelementes **4** über einen zweiten Angriffspunkt B in der Nähe des dritten Zapfens **113** wird eine Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung erhalten. Bei dieser dritten Ausführungsform ist zwischen dem ersten Zapfen **111** und dem dritten Zapfen **113** eine Spannfeder **74** vorgesehen. Als Alternative ist es aber auch möglich, Straffungsmittel vorzusehen zum Straffen einer Feder zwischen dem zweiten Zapfen **112** und der Last **5**. Es ist ebenfalls möglich, das Zugelement **4** mit Hilfe einer Spiralfeder vorzuspannen, die auf den zweiten Zapfen **112** und den vierten Zapfen **114** derart wirkt, dass diese zwei Zapfen auseinander getrieben werden.

[0046] **Fig. 10** zeigt eine Bestückungsmaschine mit einer Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung. Die Bestückungsmaschine **130** umfasst einen Rahmen **131** und einen Greifer **132** zum Greifen und Positionieren eines Bauelementes **133**. Der Greifer **132** ist über eine Positionierungsvorrichtung **140** mit dem Rahmen **131** verbunden. Mit Hilfe der Bestückungsmaschine **130** ist es möglich, Bauelemente von einem Träger **135** zu greifen und mit Hilfe eines Greifers **132** diese auf einer Printplatte **150** anzubringen. Die Bestückungsmaschine **130** umfasst weiterhin eine elektronische Steuereinheit **136**, welche die Positionierungsvorrichtung **140** und den Greifer **132** derart steuert, dass eine Vielzahl von Bauelementen **133** nacheinander auf der Printplatte angebracht werden können. Die Positionierungsvorrichtung **140** ist eine Positionierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung. Dies führt zu einer Bestückungsmaschine **130** mit einer großen Positionierungsgenauigkeit und einer hohen Geschwindigkeit, zu relativ geringen Kosten.

[0047] Es sei bemerkt, dass die vorliegende Erfindung sich nicht auf Positionierungsvorrichtungen mit Kupplungsmechanismen auf Basis von Hebeln begrenzt. So kann beispielsweise der Kupplungsmechanismus eine Konstruktion mit zwei Zahnstangen und Zahnrädern benutzen, die gegenüber der Last gelagert sind und die Bewegungen der Zahnstangen kuppeln, wobei jede der Zahnstangen mit einem Angriffspunkt verbunden ist.

Patentansprüche

1. Positionierungsvorrichtung, welche die nachfolgenden Elemente umfasst:
– ein Chassis (**1**) mit wenigstens zwei Rädern (**2, 3**),

– ein schleifenförmiges Zugelement (**4**), das um die Räder gespannt ist,
– eine Last (**5**), die mit dem Zugelement verbunden ist, wobei diese Last gegenüber dem Chassis verlagerbar ist und zusammen mit dem Zugelement eine geschlossene Schleife bildet,
– ein Antriebsmittel (**6**) zum Antreiben der Last über einen ersten Teil des Zugelementes, wobei dieser erste Teil zwischen der Last und dem Antriebsmittel vorgesehen ist, und über einen zweiten Teil des Zugelementes, wobei dieser zweite Teil zwischen der Last und dem Antriebsmittel vorgesehen ist,
– Straffungsmittel (**7**), die mit der Last verbunden sind, zum Straffen des Zugelementes, wobei diese Straffungsmittel über einen ersten Angriffspunkt (A) auf den ersten Teil (**41**) des Zugelementes einwirken und über einen zweiten Angriffspunkt (B) auf den zweiten Teil einwirken,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen der Last (**5**) und dem Zugelement (**4**) einen Kupplungsmechanismus (**8; 9; 100**) umfasst, mit dessen Hilfe eine erste relative Verlagerung ($u_1; u_A - u$) gegenüber der Last in einer ersten Richtung (**8a**) mit einer zweiten relativen Verlagerung ($u_2; u - u_B$) des Angriffspunktes (B) gegenüber der Last in einer Richtung gegenüber der ersten Richtung gekoppelt wird.

2. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kupplungsmechanismus (**8; 9; 100**) ein Übersetzungsverhältnis i zwischen der ersten relativen Bewegung ($u_1; u_A - u$) und der zweiten relativen Bewegung ($u_2; u - u_B$) zwischen $0,5$ und 2 hat.

3. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass $0,8 < i < 1,25$ ist.

4. Positionierungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Straffungsmittel (**7**) eine effektive erste Steifigkeit (c_3) gegenüber den Angriffspunkten (A, B) haben und das Zugelement (**4**) eine zweite Steifigkeit (c_2) zwischen den Angriffspunkten (A, B) hat, und die zweite Steifigkeit kleiner ist als ein Zehntel der ersten Steifigkeit.

5. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Steifigkeit (c_2) kleiner ist als ein Hundertstel der ersten Steifigkeit (c_3).

6. Positionierungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kupplungsmechanismus (**8**) einen Hebel (**80**) aufweist, von dem ein erster Schenkel (**81**) mit dem ersten Angriffspunkt (A) gekuppelt ist und von dem ein zweiter Schenkel (**82**) mit dem zweiten Angriffspunkt (B) gekuppelt ist, und wobei der Zapfen (**83**) des Hebels mit der Last (**5**) gekuppelt ist.

7. Positionierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kupplungsmechanismus (9) die nachfolgenden Elemente umfasst:

- einen ersten Hebel (91), von dem ein erster Schenkel mit dem ersten Angriffspunkt (A) gekuppelt ist, und von dem der Zapfen (93) mit der Last (5) gekuppelt ist,
- einen zweiten Hebel (2), von dem ein erster Schenkel mit dem zweiten Angriffspunkt (B) gekuppelt ist, und von dem der Zapfen (94) mit der Last gekuppelt ist, und
- eine Kupplung (95), die einen zweiten Schenkel des ersten Hebels mit einem zweiten Schenkel des zweiten Hebels kuppelt.

8. Positionierungsvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Strafungsmittel (7) Drängungsmittel (73) aufweisen, die auf die Hebel (91) ein Moment ausüben um den ersten Angriffspunkt (A) und den zweiten Angriffspunkt (B) zueinander zu dringen.

9. Positionierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kupplungsmechanismus ein rautenförmiges Gebilde (10) aufweist, das die nachfolgenden Element umfasst:

- ein erstes Element (101), das über einen ersten Zapfen (111) mit einem zweiten Element (102) verbunden ist,
- ein drittes Element (103), das über einen zweiten Zapfen (112) mit dem zweiten Element verbunden ist,
- ein viertes Element (104), das über einen dritten Zapfen (113) mit dem dritten Element sowie über einen vierten Zapfen (114) mit dem ersten Element verbunden ist,
- wobei der Kupplungsmechanismus mit dem ersten Angriffspunkt (A) in der Nähe des ersten Zapfens sowie mit dem zweiten Angriffspunkt (B) in der Nähe des dritten Zapfens verbunden ist, und
- wobei der Kupplungsmechanismus mit der Last (5) in der Nähe des zweiten Zapfens und in der Nähe des vierten Zapfens mit Hilfe von Kupplungsmechanismen verbunden ist, die eine Bewegung des zweiten Zapfens bzw. des vierten Zapfens erlauben, und zwar in einer Richtung senkrecht zu der Richtung, in der die Last verlagerbar ist.

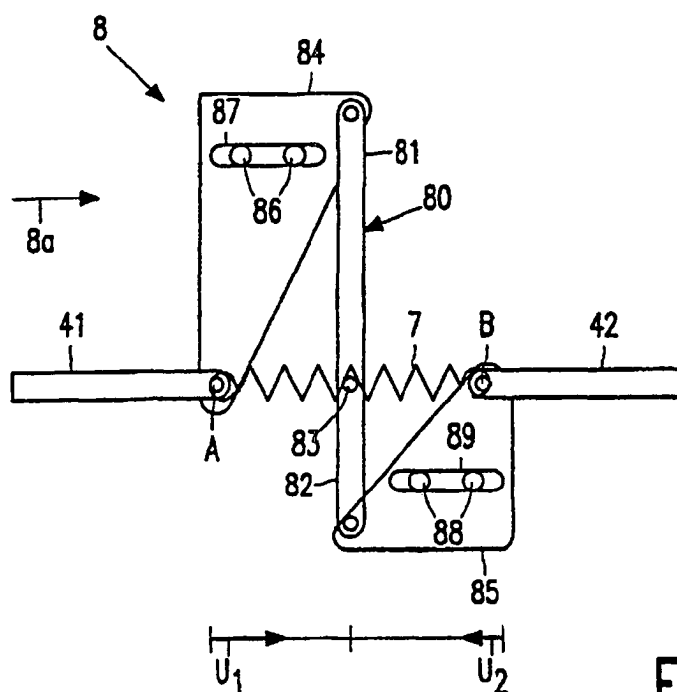
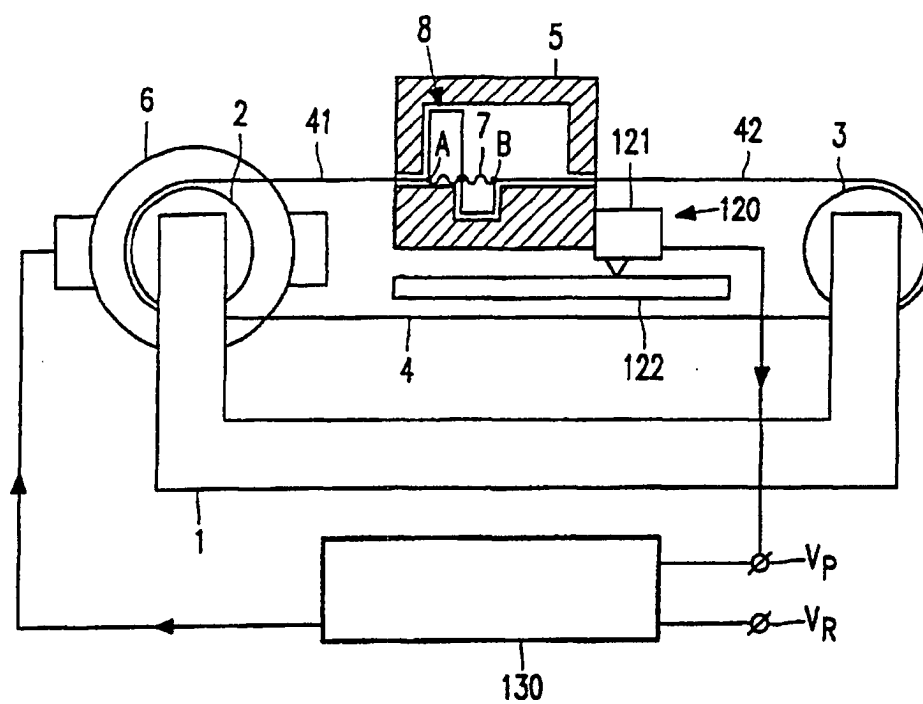
10. Positionierungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionierungsvorrichtung die nachfolgenden Elemente umfasst:

- eine Messvorrichtung (120) zum Umwandeln der Position der Last in ein Positionierungssignal (V_p),
- einen elektrisch gesteuerten Motor (6) der einen Teil der Antriebsmittel bildet, und
- ein Steuersystem (130) zur Steuerung des Motors auf Basis der Differenz zwischen einem Bezugssignal (V_r), das eine gewünschte Position darstellt, und

dem Positionssignal.

11. Bestückungsmaschine (130) mit einem Rahmen (131) und einem Greifer (132) zum Greifen und Platzieren eines Bauelementes (133) und mit einer Positionierungsvorrichtung (140) nach einem der vorstehenden Ansprüche, zum Positionieren des Greifers gegenüber dem Rahmen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



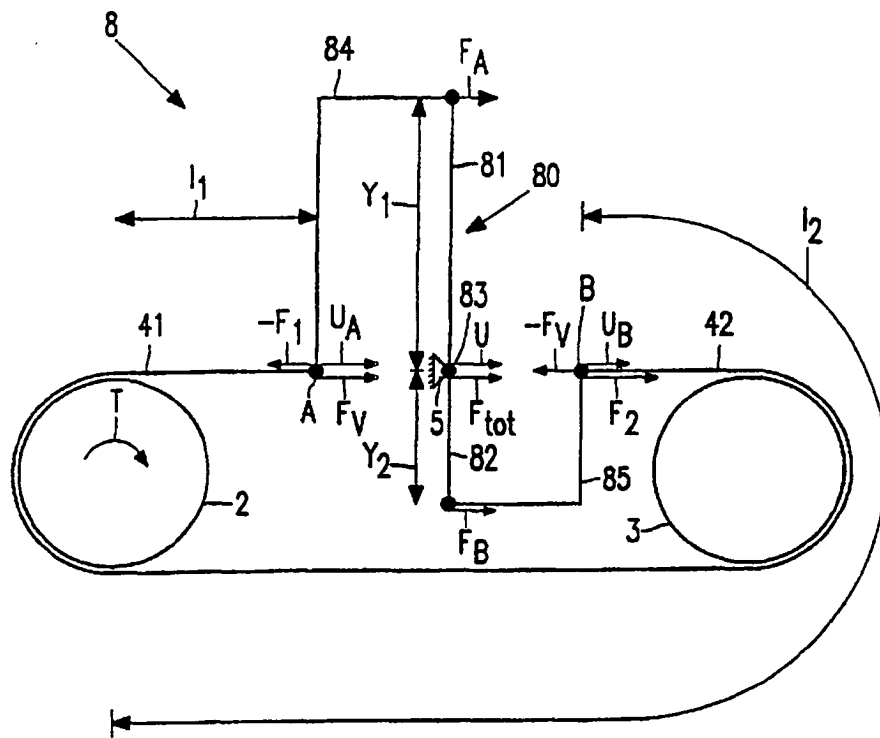


FIG. 3

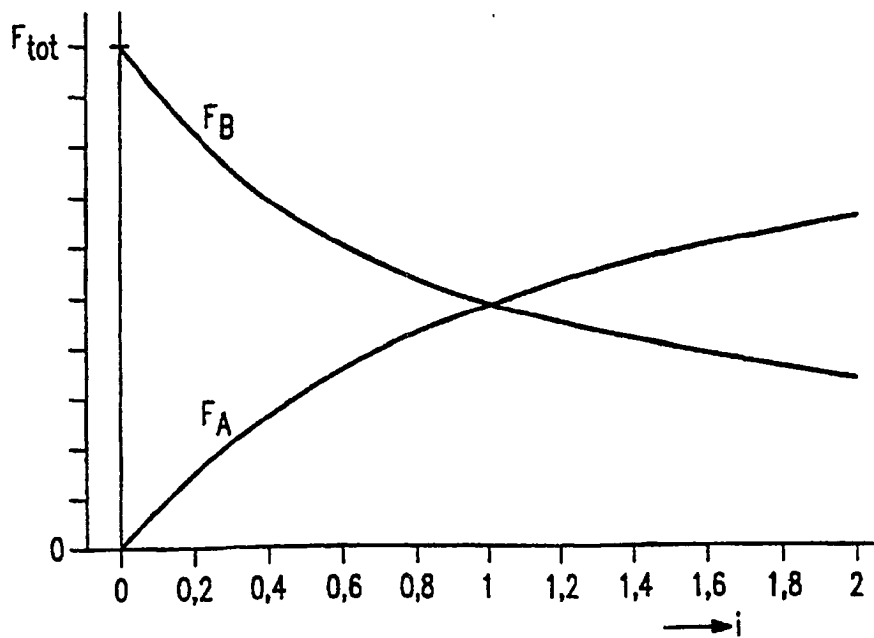


FIG. 4

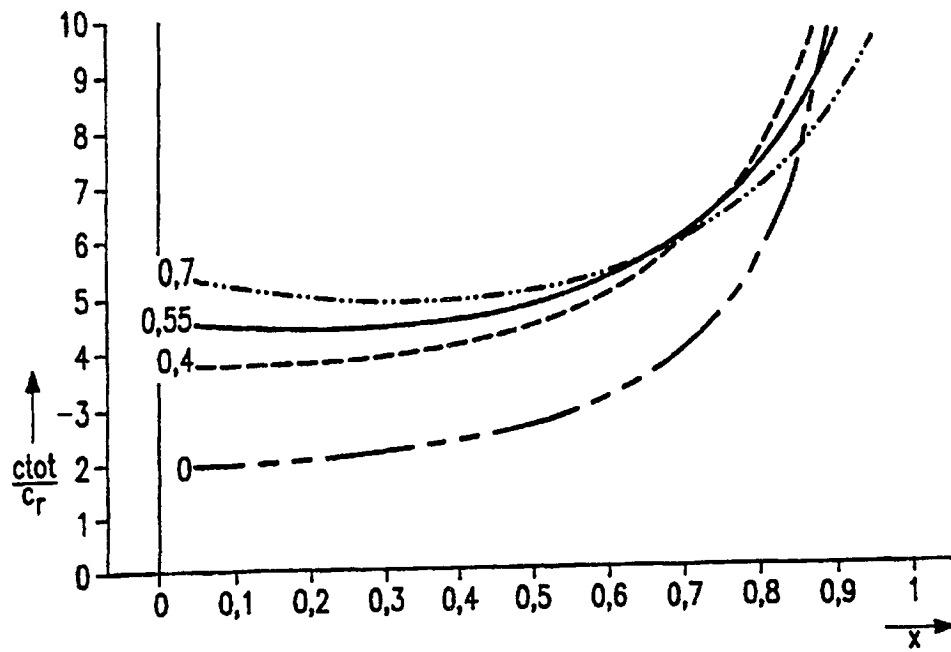


FIG. 5

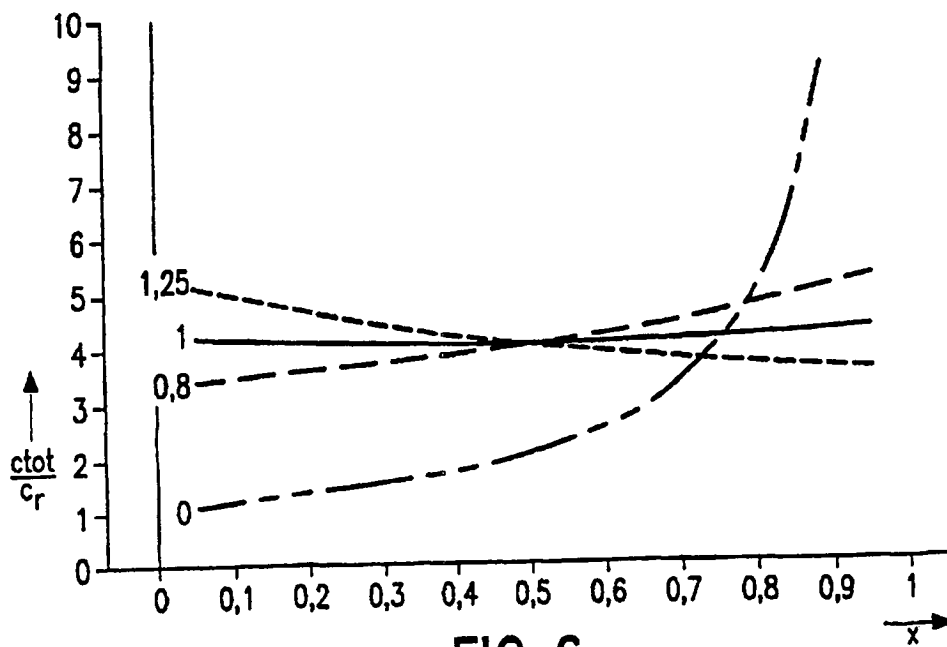


FIG. 6

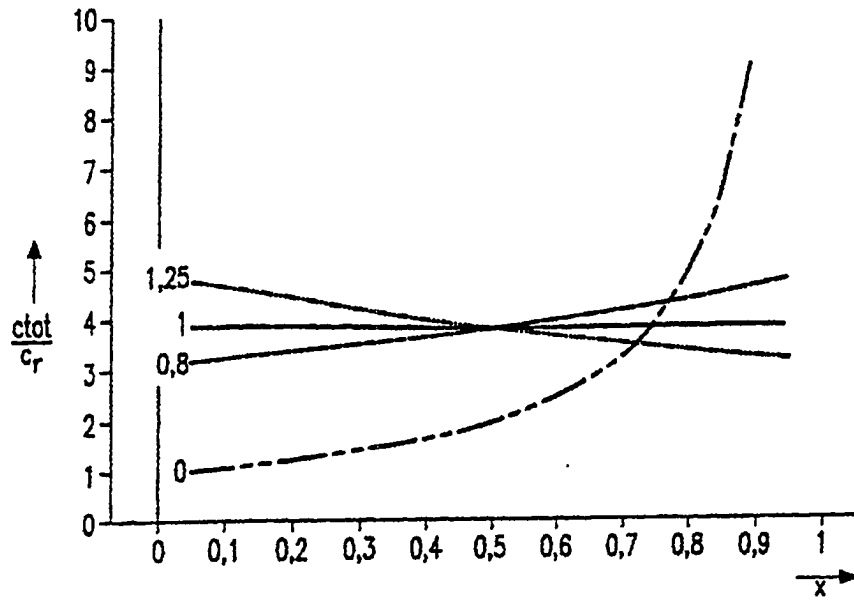


FIG. 7

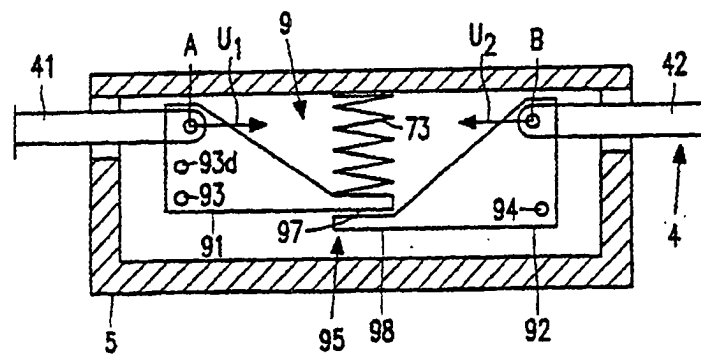


FIG. 8

