



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 044 367 A1** 2007.03.15

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 044 367.2**

(22) Anmeldetag: **09.09.2005**

(43) Offenlegungstag: **15.03.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B25J 19/00** (2006.01)  
**B23K 9/20** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Newfrey LLC, Newark, Del., US**

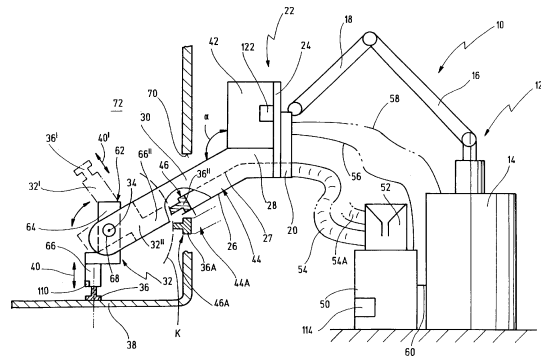
(74) Vertreter:  
**Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart**

(72) Erfinder:  
**Gerhardt, Alfred, 35633 Lahnu, DE; Steinmüller, Florian, 35452 Heuchelheim, DE; Becker, Sascha, 35325 Mücke, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Fügesystemkopf, Fügesystem und Verfahren zum Zuführen und Fügen von Elementen**

(57) Zusammenfassung: Es wird vorgeschlagen ein Fügesystemkopf (22) zur Befestigung an einem beweglichen Gestell (12), insbesondere an einem Roboter (12), mit einem Träger (26), an dem ein Fügewerkzeug (32) um eine Drehachse (34) drehbar gelagert ist, wobei das Fügewerkzeug (32) eine Halteeinrichtung (66) für ein Element (36), das auf ein Bauteil (38) zu fügen ist, und eine Fügeantriebs-einrichtung (64) aufweist, um die Halteeinrichtung (66) zum Fügen entlang einer Füge-richtung (40) zu bewegen, wobei die Drehachse (34) quer zu der Füge-richtung (40) ausgerichtet ist, und mit einer Zuführeinrichtung (44) zum Zuführen von Elementen (36) zu dem Fügewerkzeug (32). Dabei ist an dem Fügesystemkopf (22) wenigstens eine weitere Zuführeinrichtung vorgesehen, mittels der Elemente (36) zu dem Fügewerkzeug (32) zuführbar sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Füg-systemkopf zur Befestigung an einem beweglichen Gestell, insbesondere an einem Roboter, mit einem Träger, an dem ein Fügewerkzeug um eine Drehachse drehbar gelagert ist, wobei das Fügewerkzeug eine Halteeinrichtung für ein Element, das auf ein Bauteil zu fügen ist, und eine Fügeantriebs-einrichtung aufweist, um die Halteeinrichtung zum Fügen entlang einer Fügerichtung zu bewegen, wobei die Drehachse quer zu der Fügerichtung ausge-richtet ist, und mit einer Zuführeinrichtung zum Zufüh-ren von Elementen zu dem Fügewerkzeug.

## Stand der Technik

**[0002]** Ein derartiger Füg-systemkopf ist bekannt aus dem Dokument DE 102 23 154 A1.

**[0003]** Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Füg-system mit einem Roboter, der in wenigstens zwei Koordinatenachsen beweglich ist, und einem Füg-systemkopf der oben beschriebenen Art, der an dem Roboter festgelegt ist.

**[0004]** Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Fügen eines Elementes auf ein Bauteil.

**[0005]** Der Begriff Fügen soll sich im vorliegenden Zusammenhang auf sämtliche Verbindungsarten von Elementen mit Bauteilen beziehen, insbesondere Verbindungen von Metallelementen mit Metallbauteilen, beispielsweise durch Kleben, Umformen, wie z.B. Nieten, oder durch Stoffvereinigungen, wie z.B. Schweißen, einschließlich von Kurzzeit-Lichtbogen-schweißen.

**[0006]** Das Kurzzeit-Lichtbogenschweißen wird häufig als Bolzenschweißen bezeichnet, obgleich nicht ausschließlich Bolzen geschweißt werden.

**[0007]** Das Bolzenschweißen findet hauptsächlich, nicht jedoch ausschließlich, in der Fahrzeugtechnik Anwendung. Dabei werden Metallelemente, wie Metallbolzen mit und ohne Gewinde, Ösen, Muttern etc. auf das Blech einer Fahrzeugkarosserie aufgeschweißt. Diese Metallelemente dienen dann als Anker bzw. Befestigungselemente, um beispielsweise Innenraumausstattungen, Leitungen und Ähnliches an dem Karosserieblech festzulegen.

**[0008]** Die Metallelemente können Schweißbolzen sein, die einen Schaft und einen Kopf mit einem etwas größeren Durchmesser als der Schaft aufweisen.

**[0009]** Der in dem eingangs genannten Dokument beschriebene Füg-systemkopf zeichnet sich da-

durch aus, dass er einen länglichen Träger aufweist, der an einem Ende an einem Roboter befestigbar ist. An dem gegenüberliegenden freien Ende des Trägers ist ein Fügewerkzeug um eine Drehachse ver-drehbar gelagert, die quer verläuft zu der Längser-streckung des Trägers.

**[0010]** Die Zuführeinrichtung führt vereinzelte Ele-mente zu einer Übergabestation an dem Träger zu.

**[0011]** Das Fügewerkzeug wird an dem Träger so gedreht, dass das bereitgestellte Element von der Halteeinrichtung übernommen werden kann. An-schließend wird das Fügewerkzeug in eine Fügeposi-tion gedreht und es wird ein Fügevorgang durchge-führt.

**[0012]** Dabei weist das Fügewerkzeug als Fügean-triebseinrichtung vorzugsweise einen Linearmotor auf.

**[0013]** Da eine Steuereinrichtung im Bereich des Befestigungsendes des Trägers angeordnet werden kann, kann das freie Ende des Trägers mit dem Fügewerkzeug als relativ kleine bauliche Einheit ausge-bildet werden. Demzufolge kann das Fügewerkzeug auch durch Öffnungen hindurch an unzugängliche Stellungen des Bauteils bewegt werden.

**[0014]** Vor dem eigentlichen Fügevorgang wird das Fügewerkzeug in eine jeweils geeignete Fügeposi-tion gedreht. Mittels des Roboters wird der Füg-systemkopf in Bezug auf das Bauteil ausgerichtet.

**[0015]** Anschließend kann ein herkömmlicher Bol-zenschweißprozess durchgeführt werden, vorzugs-weise im Hubzündungsverfahren. Bei diesem Verfah-ren wird der Bolzen mittels der Fügeantriebseinrich-tung zunächst auf das Bauteil aufgesetzt. Anschlie-ßend wird ein elektrischer Vorstrom eingeschaltet, der durch den Bolzen und das Bauteil hindurch fließt. Dann wird der Bolzen gegenüber dem Bauteil mittels der Fügeantriebseinrichtung (Linearmotor) angeho-ben. Es bildet sich ein Lichtbogen.

**[0016]** Anschließend wird auf den Schweißstrom umgeschaltet. Durch den hohen Schweißstrom schmelzen die einander gegenüberliegenden Stirn-seiten von Bolzen und Bauteil an. Anschließend wird der Bolzen wieder auf das Bauteil abgesenkt, so dass sich die wechselseitigen Schmelzen vermischen. Mit dem Erreichen des Bauelementes und dem Kurz-schluss des Lichtbogens, oder kurz vorher, wird der Schweißstrom abgeschaltet. Die gesamte Schmelze erstarrt, die Schweißverbindung ist erfolgt.

**[0017]** Anschließend wird die Halteeinrichtung von dem angeschweißten Bolzen abgezogen. Wenn die Halteeinrichtung zwei seitlich an dem Bolzenschaft angreifende Backen aufweist, die elastisch vorge-

spannt sind, kann das Abziehen erfolgen, indem das Fügewerkzeug an dem Träger gedreht wird, die Halteeinrichtung also sozusagen seitlich weggezogen wird.

**[0018]** Während des eigentlichen Fügevorganges kann mittels der Zuführeinrichtung ein weiteres Element bereitgestellt werden, das dann während der Bewegung des Fügesystemkopfes zu einer nächsten Schweißstelle durch Drehung des Fügewerkzeuges hin zu der Übergabestation abgeholt wird.

#### Aufgabenstellung

**[0019]** Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten Fügesystemkopf, ein verbessertes Fügesystem und ein verbessertes Fahren zum Fügen von Elementen anzugeben.

**[0020]** Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Fügesystemkopf gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung dadurch gelöst, dass an dem Fügesystemkopf wenigstens eine weitere Zuführeinrichtung vorgesehen ist, mittels der Elemente zu dem Fügewerkzeug zuführbar sind.

**[0021]** Durch diese Maßnahme ist es möglich, dem Fügesystemkopf unterschiedliche Arten von Elementen zuzuführen. Hierdurch wird die Flexibilität des Fügesystemkopfes erhöht.

**[0022]** Die Aufgabe wird somit vollkommen gelöst.

**[0023]** Generell ist es denkbar, dass die weitere Zuführeinrichtung als "Reserve-Zuführeinrichtung" vorgesehen ist.

**[0024]** Besonders bevorzugt ist es jedoch, wenn die weitere Zuführeinrichtung dazu ausgelegt ist, einen anderen Typ von Elementen zuzuführen als die erste Zuführeinrichtung.

**[0025]** Hierdurch lassen sich mit dem gleichen Fügesystemkopf unterschiedliche Arten von Elementen während eines Gesamtprozesses fügen, beispielsweise kürzere und längere Elemente oder dickere und dünnere Elemente, Elemente aus unterschiedlichen Materialien, etc.

**[0026]** Ferner ist es bei dem Fügesystemkopf gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung bevorzugt, wenn die Zuführeinrichtungen jeweils eine Übergabestation aufweisen, an der ein Element zur Übergabe an das Fügewerkzeug bereitgestellt wird.

**[0027]** Die Übergabestationen, die vorzugsweise an dem Träger gelagert sind, stellen jeweils ein Element bereit. Das Fügewerkzeug kann sich dann je nach anschließendem Fügevorgang ein geeignetes Ele-

ment von einer Übergabestation holen, um mit diesem einen Fügevorgang durchzuführen.

**[0028]** Von besonderem Vorzug ist es, wenn die Übergabestationen auf einem Kreis angeordnet sind, dessen Mittelpunkt durch die Drehachse definiert ist.

**[0029]** Hierbei wird in vorteilhafter Weise ausgenutzt, dass das Fügewerkzeug um die Drehachse drehbar ist.

**[0030]** Demzufolge können die Übergabestationen bei dieser Ausführungsform im Wesentlichen ortsfest in Bezug auf den Träger angeordnet sein. Es ergibt sich ein konstruktiv einfacher Aufbau.

**[0031]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die erste und die weitere Übergabestation an dem Träger in unterschiedlichen Orientierungen festgelegt.

**[0032]** Da Übergabestationen häufig im Querschnitt unregelmäßig sind (beispielsweise nicht gleich breit wie hoch), kann durch diese Maßnahme erreicht werden, dass der Fügesystemkopf insgesamt trotz der weiteren Zuführeinrichtung eine kompakte Bauform beibehält.

**[0033]** Obgleich es generell denkbar ist, die Übergabestationen an dem Fügesystemkopf verteilt anzuordnen, ist es doch bevorzugt, wenn die Übergabestationen seitlich benachbart zueinander angeordnet sind.

**[0034]** Hierdurch können die Übergabestationen örtlich konzentriert werden, was auch die Verbindung mit einer stationären Einheit, von der die Elemente zugeführt werden, vereinfacht.

**[0035]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Übergabestationen an einem Übergabeblock angeordnet, der in Bezug auf den Träger zwischen wenigstens zwei Übergabepositionen verschieblich ist.

**[0036]** Bei dieser Ausführungsform ist der Ort, an dem das Fügewerkzeug jeweils ein Element abholt, immer der gleiche. Durch Verschieben des Übergabeblockes wird jedoch an diesem Ort jeweils eine andere Übergabestation angeordnet und folglich ein ggf. anderes Element bereitgestellt.

**[0037]** Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn der Übergabeblock in Bezug auf eine zu der Drehachse koaxiale Kreisbahn in einer Richtung parallel zu der Drehachse verschieblich ist.

**[0038]** Dies ermöglicht in der Regel eine konstruktiv günstige Lagerung des Übergabeblockes an dem Träger.

**[0039]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Übergabeblock in Bezug auf eine zu der Drehachse koaxiale Kreisbahn in tangentialer Richtung verschieblich.

**[0040]** Dies führt zu einem kompakteren Querschnitt des Fügesystemkopfes in Richtung der Drehachse.

**[0041]** Die oben genannte Aufgabe wird gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung bei dem eingangs genannten Fügesystemkopf dadurch gelöst, dass die Zuführeinrichtung eine Übergabestation aufweist, an der ein Element zur Übergabe an das Fügewerkzeug bereitgestellt wird, und dass eine Prüfeinrichtung vorgesehen ist, die ein an der Übergabestation bereitgestelltes Element auf Brauchbarkeit hin überprüft.

**[0042]** Bei dieser Maßnahme wird nicht nur, wie in dem Dokument DE 102 23 154 A1 beschrieben, überprüft, ob ein Element an der Übergabestation bereitgestellt ist oder nicht. Vielmehr wird mittels der Prüfeinrichtung auch geprüft, ob dies ein solches Element ist, das für den nachfolgenden Fügevorgang auch geeignet bzw. brauchbar ist.

**[0043]** Der Vorteil einer solchen Prüfeinrichtung besteht darin, dass Fehlelemente (z.B. fehlerhafte oder versehentlich ein in Schüttgut angelieferte Elemente des falschen Typs) aussortiert werden können, bevor ein Fügevorgang mit einem solchen Fehlelement erfolgt. Da bei dem erfindungsgemäßen Fügesystemkopf ein Element vom Fügewerkzeug an der Übergabestation übernommen wird, ist es auch möglich, ein solches Fehlelement auf einfache Weise auszusondern (abzuwerfen) und ein neues Element mittels der Zuführeinrichtung bereitzustellen ("nachzuladen"), das dann für den folgenden Fügevorgang verwendet wird.

**[0044]** Die Aufgabe wird somit auch bei dem zweiten Aspekt der Erfindung vollkommen gelöst.

**[0045]** Von besonderem Vorzug ist es, wenn die Prüfeinrichtung wenigstens eine Abmessung des Elementes überprüft.

**[0046]** Da das Element an der Übergabestation bereitgestellt wird, ist eine Überprüfung einer Abmessung auf vergleichsweise einfache Weise möglich.

**[0047]** Damit können mittels der Prüfeinrichtung Fehlelemente mit falscher Abmessung ausgesondert werden.

**[0048]** Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn das Element einen Schaft aufweist und wenn die Prüfeinrichtung die Länge des Schaftes überprüft.

**[0049]** Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass das Element einen Schaft aufweist und dass die Prüfeinrichtung den Durchmesser des Schafts überprüft.

**[0050]** Generell ist es natürlich auch denkbar, dass die Prüfeinrichtung den Durchmesser und/oder die Länge eines Kopfes eines Elements überprüft, das einen Schaft und einen Kopf aufweist.

**[0051]** Insgesamt ist es ferner vorteilhaft, wenn die Prüfeinrichtung wenigstens einen Sensor zur Erfassung einer Abmessung des Bauteils aufweist, wobei der Sensor in das Fügewerkzeug integriert ist.

**[0052]** Bei dieser Ausführungsform kann die Überprüfung sozusagen durch das Fügewerkzeug durchgeführt werden, also dann, wenn das Fügewerkzeug das Element von der Übergabestation übernimmt.

**[0053]** Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn der wenigstens eine Sensor eine Bewegung der Halteeinrichtung in Bezug auf das Fügewerkzeug erfasst.

**[0054]** Diese Ausführungsform ermöglicht insbesondere eine Überprüfung einer Schaftlänge.

**[0055]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfasst der wenigstens eine Sensor eine Bewegung eines Gliedes wie eines Haltebackens in Bezug auf ein Gehäuse der Halteeinrichtung.

**[0056]** Bei dieser Ausführungsform kann insbesondere ein Durchmesser eines ergriffenen Schaftes oder dgl. auf konstruktiv vergleichsweise einfache Weise ermittelt werden.

**[0057]** Vorzugsweise ist es insgesamt so, dass die Abmessung des Elements hierbei indirekt durch den Weg von Gliedern des Fügewerkzeuges ermittelt wird, die beim Ergreifen des Elements bewegt werden.

**[0058]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist dabei die Halteeinrichtung wenigstens ein bewegliches Halteglied zum Halten eines Elementes auf, wobei die Prüfeinrichtung wenigstens eine Wegmesseinrichtung zum Messen des Weges des Haltegliedes aufweist.

**[0059]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform beinhaltet die Prüfeinrichtung ferner einen Sensor zur Erfassung der Oberfläche des Elementes.

**[0060]** Dies ermöglicht beispielsweise, Elemente gleicher Abmessungen, jedoch unterschiedlicher Oberfläche (beispielsweise auf Grund unterschiedlichen Materials) auszusondern.

[0061] Die oben angegebene Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Fügesystem mit einem Roboter, der in wenigstens zwei Koordinatenachsen beweglich ist, und mit einem Fügesystemkopf der erfindungsgemäßen Art, der an dem Roboter festgelegt ist.

[0062] Bei diesem Fügesystem ist es besonders bevorzugt, wenn eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, mittels der der Ablauf eines Fügevorganges steuerbar ist, wobei die Steuereinrichtung einen Speicher aufweist, in dem zu dem Fügevorgang Elementdaten abgelegt sind, die das bei dem Fügevorgang auf ein Bauteil zu fügende Element charakterisieren, und mit Übertragungsmitteln, um den Fügesystemkopf auf der Grundlage der Elementdaten so anzusteuern, dass gewährleistet ist, dass das richtige Element auf das Bauteil gefügt wird.

[0063] In entsprechender Weise wird die obige Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Fügen eines Elementes auf ein Bauteil, wobei ein Fügewerkzeug an einem Träger gedreht wird, um ein Element an einer an dem Träger angeordneten Übergabestation abzuholen, und wobei das Fügewerkzeug anschließend mit dem Element in eine Fügeposition gedreht wird, um das Element auf das Bauteil zu fügen, wobei in einem Speicher zu dem Fügevorgang Elementdaten abgelegt sind, die das bei dem Fügevorgang auf das Bauteil zu fügende Element charakterisieren, wobei bei der Übernahme eines Elementes von der Übergabestation geprüft wird, ob dieses Element mit den Elementdaten übereinstimmt, und wobei dieses Element verworfen wird, wenn es nicht mit den Elementdaten übereinstimmt.

[0064] Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass in einem Fügevorgang nur dann eine (häufig irreversible) Verbindung zwischen dem Element und einem Bauteil hergestellt wird, wenn gewährleistet ist, dass es sich auch um das für diesen Fügevorgang vorgesehene Element handelt.

[0065] Die Aufgabe wird somit vollkommen gelöst.

[0066] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

#### Ausführungsbeispiel

[0067] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0068] [Fig. 1](#) eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Fügesystems;

[0069] [Fig. 2](#) eine alternative Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Fügesystemkopfes;

[0070] [Fig. 3](#) einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform einer Halteeinrichtung;

[0071] [Fig. 4](#) einen Querschnitt entlang der Linie IV-IV in [Fig. 3](#);

[0072] [Fig. 5](#) eine schematische Seitenansicht eines Details einer alternativen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fügesystemkopfes;

[0073] [Fig. 6](#) eine schematische Draufsicht auf eine weitere alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fügesystemkopfes;

[0074] [Fig. 7](#) eine Längsschnittansicht durch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fügesystemkopfes;

[0075] [Fig. 8](#) eine perspektivische Ansicht des Fügesystemkopfes der [Fig. 7](#); und

[0076] [Fig. 9](#) eine schematische Darstellung eines Fügesystemkopfes gemäß einer weiteren alternativen Ausführungsform der Erfindung.

[0077] In [Fig. 1](#) ist ein erfindungsgemäßes Fügesystem generell mit **10** bezeichnet.

[0078] Das Fügesystem **10** weist einen Roboter **12** auf. Der Roboter **12** beinhaltet eine stationäre Basis **14**, von der aus sich zwei gelenkig miteinander verbundene Arme **16**, **18** erstrecken. Am Ende des Arms **18** ist ein Flansch **20** vorgesehen.

[0079] An dem Flansch **20** ist ein Fügesystemkopf angebracht, der in [Fig. 1](#) generell mit **22** bezeichnet ist.

[0080] Der Fügesystemkopf **22** weist eine Grundplatte **24** auf, die an dem Flansch **20** angebracht ist. Von der Grundplatte **24** aus erstreckt sich ein länglicher Träger **26**. Der längliche Träger **26** weist einen ersten kurzen Tragabschnitt **28** und einen sich daran anschließenden zweiten länglichen Tragabschnitt **30** auf. Der zweite Tragabschnitt **30** ist gegenüber dem ersten Tragabschnitt **28** um einen Winkel  $\alpha$  von  $120^\circ$  abgewinkelt. Der Winkel  $\alpha$  liegt vorzugsweise zwischen  $60^\circ$  und  $80^\circ$  bzw.  $100^\circ$  und  $120^\circ$ . Generell ist es jedoch auch denkbar, dass der erste Tragabschnitt **28** und der zweite Tragabschnitt **30** auf einer Achse miteinander ausgerichtet sind.

[0081] Die Achse des zweiten Tragabschnittes **30** ist in [Fig. 1](#) mit **27** bezeichnet.

[0082] An dem Ende des zweiten Tragabschnittes **30** ist ein Fügewerkzeug **32** um eine Drehachse **34**

drehbar gelagert.

**[0083]** Die Drehachse **34** verläuft senkrecht zur Achse **27** des zweiten Tragabschnittes **30** und ist in der dargestellten Ausführungsform etwa parallel mit der Grundplatte **24** ausgerichtet.

**[0084]** Das Fügewerkzeug **32** dient dazu, ein Element, insbesondere einen Schweißbolzen **36**, auf ein Bauteil, insbesondere ein Blech **38**, zu fügen, insbesondere zu schweißen.

**[0085]** Obgleich das Fügesystem von der Konstruktion her für eine Vielzahl von Fügearten verwendbar ist, ist eine Ausgestaltung des Fügesystems als Bolzenschweißsystem bzw. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem mit Hubzündung besonders bevorzugt. Im folgenden wird daher ohne Verlust an Allgemeingültigkeit das Fügesystem als Bolzenschweißsystem und der Fügesystemkopf **22** als Bolzenschweißkopf bezeichnet. Das Fügewerkzeug **32** wird als Schweißwerkzeug **32** bezeichnet.

**[0086]** Das Schweißwerkzeug **32** schweißt die Bolzen **36** in einer Linearbewegung (Fügerichtung **40**) auf das Bauteil **38**.

**[0087]** Der Schweißkopf **22** weist ferner eine Steuereinrichtung **42** auf. Die Steuereinrichtung **42** ist am Anfangsbereich des länglichen Trägers **26** vorgesehen und ist in der dargestellten Ausführungsform auf dem ersten Tragabschnitt **28** montiert, und zwar benachbart zu der Grundplatte **24**.

**[0088]** Die Steuereinrichtung **42** dient zum Antrieb des Fügewerkzeuges **32** sowie als Schnittstelle zu übergeordneten Steuervorrichtungen.

**[0089]** Der Schweißkopf **22** weist ferner eine Zuführeinrichtung **44** auf. Die Zuführeinrichtung **44** dient dazu, Bolzen **36** von einem Zuführschlauch zu übernehmen und an einer Übergabestation **46** mit dem Schaft voraus bereitzustellen. Die Zuführeinrichtung **44** ist z.B. im wesentlichen als Rohr oder Schlauch ausgebildet und erstreckt sich entlang des länglichen Trägers **26**. Die Übergabestation **46** liegt vorzugsweise in einem mittleren Bereich des zweiten Tragabschnittes **30**. In ihr wird jeweils ein Bolzen **36** zur Übergabe an das Schweißwerkzeug **32** bereitgestellt. Dieser Bolzen ist in [Fig. 1](#) mit **36''** bezeichnet.

**[0090]** Der Schweißkopf **22** weist ferner eine weitere Zuführeinrichtung **44A** auf. Die Zuführeinrichtung **44A** dient dazu, Bolzen **36A** von einem Zuführschlauch zu übernehmen und an einer weiteren Übergabestation **46A** mit dem Schaft voraus bereitzustellen. Die weitere Zuführeinrichtung **44A** kann im Wesentlichen identisch ausgebildet sein wie die Zuführeinrichtung **44**. Die Zuführeinrichtung **44** und die Zuführeinrichtung **44A** liegen benachbart zueinander

auf einem Kreis **K**, der konzentrisch zu dem Mittelpunkt der Drehachse **34** liegt. Durch diese Maßnahme ist es möglich, dass das Fügewerkzeug **32** ohne weitere konstruktive Änderungen sowohl Bolzen von der Zuführeinrichtung **44** als auch von der Zuführeinrichtung **44A** übernehmen kann.

**[0091]** Dabei ist es möglich, dass in einer vordefinierten Folge von Fügevorgängen sowohl Bolzen eines Typs von der ersten Zuführeinrichtung **44** als auch Bolzen **36A** des zweiten Typs von der weiteren Zuführeinrichtung **44A** übernommen werden.

**[0092]** Demzufolge kann das Fügesystem **10** insgesamt deutlich flexibler arbeiten. Es ist insbesondere keine Umstellung von einem Bolzentyp auf den anderen Bolzentyp notwendig, wie es der Fall ist, wenn nur eine Zuführeinrichtung **44** vorgesehen ist.

**[0093]** Das Schweißsystem **10** weist ferner eine stationäre Basisstation **50** auf. Die Basisstation **50** dient dazu, dem Schweißkopf **22** Energie zum Schweißen bereitzustellen, und dient als übergeordnete Steuervorrichtung.

**[0094]** Die Basisstation **50** ist mit einer Vereinzelungsvorrichtung **52** verbunden. Die Vereinzelungsvorrichtung **52** dient dazu, Bolzen **36**, die in der Regel als Schüttgut geliefert werden, zu vereinzeln und über einen Schlauch **54** zu der Zuführeinrichtung **44** einzeln zu fördern. Zu diesem Zweck weist die Vereinzelungsvorrichtung **52** in der Regel ein Druckluftaggregat auf, um die Elemente **36** pneumatisch fördern zu können. Die Vereinzelungsvorrichtung **52** ist im vorliegenden Fall auch dazu ausgelegt, Bolzen **36A** eines weiteren Typs, die auch als Schüttgut angeliefert werden, zu vereinzeln und über einen weiteren Schlauch **44A** zu der weiteren Zuführeinrichtung **44A** zu fördern.

**[0095]** Ferner ist in [Fig. 1](#) eine Leitung **56** gezeigt, die die Basisstation **50** mit dem Schweißkopf **22** verbindet. Die Leitung **56** ist in der Regel als Leitungssystem realisiert und beinhaltet Leitungen zum Führen des Schweißstromes, Steuerleitungen etc.

**[0096]** Ferner ist in [Fig. 1](#) eine Leitung **58** gezeigt, die den Schweißkopf **22** mit der Basis **14** des Roboters **12** verbindet. Die Leitung **58** ist optional vorgesehen und beinhaltet eine oder mehrere Steuerleitungen. Mittels der Steuerleitungen **58** können die Bewegungen des Roboters **12** mit jenen des Schweißwerkzeuges **32** abgestimmt werden.

**[0097]** Alternativ oder zusätzlich ist die Basis **14** des Roboters **12** mit der Basisstation **50** über eine Leitung **60** verbunden. Demzufolge ist es auch möglich, dass die Abstimmung zwischen Roboter **12** und Schweißkopf **22** über die Leitungen **60**, **56** erfolgt.

[0098] Die Leitungen **56**, **58** werden zu der Steuereinrichtung **42** geführt, von der sie teilweise zu dem Schweißwerkzeug **32** durchgeschleift werden (zur Energieversorgung der dortigen Aggregate), teilweise unmittelbar verwendet werden.

[0099] Das Schweißwerkzeug **32** weist ein Gehäuse **62** auf, das an der Drehachse **34** drehbar gelagert ist. An dem Gehäuse **62** ist eine Fügeantriebseinrichtung **64** in Form eines Linearmotors **64** vorgesehen. Der Linearmotor **64** dient dazu, eine von dem Gehäuse **62** vorstehende Halteeinrichtung **66** zum Halten jeweils eines Bolzens **36** senkrecht zur Drehachse **34** zu bewegen. Der Linearmotor **64** bildet folglich eine Hubvorrichtung zum Vollziehen der Hub- und Tauchbewegungen im Rahmen eines Bolzenschweißvorganges, wie er einleitend beschrieben wurde.

[0100] Ferner ist an dem Endbereich des zweiten Tragabschnittes **30** ein Drehantrieb **68** vorgesehen, der dazu dient, das Schweißwerkzeug **32** gesteuert in beliebige Winkelstellungen in bezug auf den zweiten Tragabschnitt **30** zu verdrehen. Der Drehumfang beträgt typischerweise mindestens  $270^\circ$ , in der Regel  $360^\circ$ .

[0101] Der Drehantrieb **68** dient einerseits dazu, das Schweißwerkzeug **32** in eine jeweils geeignete Schweißposition zu drehen, von denen eine in [Fig. 1](#) in durchgezogenen Linien gezeigt ist. Eine alternative Schweißposition ist durch Strichpunktlinien bei **32'** angedeutet. In der weiteren Schweißposition wird das Schweißwerkzeug **32'** dazu benutzt, einen Bolzen **36'** entlang einer Schweißrichtung **40'** auf ein nicht näher dargestelltes Bauteil zu schweißen.

[0102] Ferner dient der Drehantrieb **68** als Ladeantriebseinrichtung. Zu diesem Zweck wird das Schweißwerkzeug **32** in eine Position **32''** verdreht, die in [Fig. 1](#) gestrichelt dargestellt ist. In dieser Position ist die Halteeinrichtung **66''** fluchtend mit der Übergabestation **46** ausgerichtet und kann in dieser Position einen dort bereitstehenden Bolzen **36''** ergreifen und für einen darauffolgenden Schweißvorgang übernehmen. Mittels des Drehantriebs **68** kann das Schweißwerkzeug **32** auch in eine weitere Position (nicht dargestellt) verdreht werden, in der die Halteeinrichtung fluchtend mit der weiteren Übergabestation **46A** ausgerichtet ist, um in dieser Position einen dort bereitstehenden Bolzen **36A** zu ergreifen und für einen darauffolgenden Schweißvorgang zu verwenden.

[0103] Obgleich in der dargestellten Ausführungsform die Ladeantriebseinrichtung allein durch den Drehantrieb **68**, beispielsweise einen Elektromotor, gebildet ist, sind auch Varianten hiervon denkbar. So kann die Ladeantriebseinrichtung beispielsweise dadurch gebildet werden, dass das Schweißwerkzeug **32** an dem Träger **26** in Längsrichtung verschoben

wird, um ein Beispiel zu nennen. Es versteht sich, dass dann die Übergabestationen **46**, **46A** an entsprechend anderer Stelle angeordnet werden müssten.

[0104] Es ist leicht erkennbar, dass das Schweißwerkzeug **32** mit sehr geringen Abmessungen ausgebildet werden kann. Zum einen ist das Schweißwerkzeug **32** von der Steuereinrichtung **42** räumlich getrennt. Zum anderen ist das Schweißwerkzeug **32** von der pneumatischen Bolzenzuführeinrichtung entkoppelt. Das heißt, an dem Schweißwerkzeug **32** müssen keine pneumatischen oder hydraulischen Leitungen angeflanscht werden. Die elektrische Versorgung des Linearmotors **64** und/oder des Drehantriebs **68** ist vergleichsweise leicht zu realisieren. Gleiches gilt für die Betätigung der Halteeinrichtung **66**, sofern diese aktiv elektrisch betätigt wird.

[0105] Dadurch, dass die Bolzen **36** in die Halteeinrichtung **66** nicht von hinten sondern von vorne eingesetzt werden, ist kein Ladestift wie im Stand der Technik notwendig. Das Schweißwerkzeug **32** kann daher in axialer Richtung **40** kurz bauen.

[0106] Es versteht sich, dass anstelle eines Linearmotors als Fügeantriebseinrichtung **64** auch eine Kombination aus einer Feder und einem Hubmagneten vorgesehen sein kann.

[0107] Ferner versteht sich, dass der Drehantrieb **68** als elektrischer Schrittmotor mit einer Genauigkeit von  $< 1^\circ$ , besser noch  $0,5^\circ$ , ausgebildet sein kann.

[0108] Die Parametervorgaben zur Drehbewegung sind zum einen schweißprogrammbezogen und zum zweiten roboterbewegungsprogrammbezogen. Jede Schweißposition hat ihr eigenes Schweißprogramm und ihr eigenes Roboterbewegungsprogramm. Durch den Bezug der Parameterdaten auf die einzelnen Schweiß- und Roboterbewegungsprogramme wird sichergestellt, dass erstens der Bolzen **36** immer senkrecht zur Oberfläche des Bauteils **38** steht, und dass zweitens das Schweißwerkzeug **32** bei der Roboterbewegung in einer Lage ist, die dem Roboter einen größtmöglichen Bewegungsfreiraum auf dem Weg zur Schweißposition gibt. Die Steuerung der Drehbewegung des Schweißwerkzeuges **32** kann über die Basisstation **50** und/oder über die Basis **14** des Roboters **12** erfolgen.

[0109] Das schräge Abwinkeln des zweiten Tragabschnittes **30** in bezug auf den ersten Tragabschnitt **28** bietet zum einen einen verbesserten Störkantenfreiraum. Zum zweiten lassen sich die Zuführeinrichtungen **44**, **44A** leichter realisieren, da die Bolzen, wie gezeigt, durch Schwerkraft und/oder Blasluft an der Übergabestation **46** gehalten werden können.

[0110] In [Fig. 1](#) ist ferner gezeigt, dass das Bauteil

**38** als Winkelbauteil mit einer relativ kleinen Öffnung **70** ausgestaltet ist. Gesehen von dem Roboter **12** aus befindet sich die gewünschte Schweißposition im Inneren eines Hohlraumes **72**.

[0111] Es ist leicht zu erkennen, dass das erfindungsgemäße Bolzenschweißsystem **10** ganz besonders gut dazu geeignet ist, diese Aufgabe zu erfüllen. Zum Einführen des zweiten Tragabschnittes **30** durch die Öffnung **70** kann das Schweißwerkzeug **32** in eine Stellung verdreht werden, in der es weitgehend mit dem zweiten Tragabschnitt **30** fluchtet, beispielsweise der Position **32'** in [Fig. 1](#).

[0112] Nach dem Einführen in den Hohlraum **72** wird das Schweißwerkzeug **32** in die mit durchgezogenen Linien gezeigte Schweißposition verdreht. Zuvor wird ein Bolzen **36** von der Übergabestation **46** oder **46A** übernommen, so dass er sich in der Halteeinrichtung **66** befindet.

[0113] Anschließend wird in an sich herkömmlicher Weise ein Bolzenschweißvorgang durchgeführt, wie er einleitend erläutert wurde.

[0114] Wie nachstehend noch im Detail ausgeführt werden wird, ist die Halteeinrichtung **66** vorzugsweise so ausgebildet, dass sie den angeschweißten Bolzen **36** in einer Richtung quer zur Schweißrichtung **40** freigeben kann. Demzufolge ist es bevorzugt möglich, das Fügwerkzeug **32** unmittelbar nach dem Schweißen wieder in die fluchtende Position **32'** zu verdrehen, ohne dass der zweite Tragabschnitt **30** eine Rückwärtsbewegung in Schweißrichtung **40** vollziehen muss. Sobald die fluchtende Stellung **32'** erreicht ist, kann der zweite Tragabschnitt **30** wieder durch die Öffnung **70** herausgezogen werden. Der Roboter **12** führt den Schweißkopf **22** dann zur nächsten Schweißposition.

[0115] Die Drehachse **34** bildet für den Roboter **12** eine weitere Roboter-Drehachse. Die Positionierung an einer Schweißposition kann folglich einfacher erfolgen. Dies gilt um so mehr, als die weitere Drehachse nahe an der Schweißposition liegt.

[0116] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Schweißsystems **10** ergibt sich folgendermaßen. Im Stand der Technik war der Schweißkopf insgesamt störkantenrelevant. Daher hat man im Stand der Technik an dem Schweißkopf keine pneumatischen Ventile vorgesehen. Dies bedingte jedoch eine sehr komplizierte Verkabelung zwischen der Basisstation **50** und dem Schweißkopf **22**.

[0117] Durch die räumliche Trennung der Steuereinrichtung **42** von dem Schweißwerkzeug **32** an dem Schweißkopf **22** ist die Steuereinrichtung **42** selbst nicht störkantenrelevant. Folglich lassen sich in die Steuereinrichtung **42** an dem Schweißkopf **22**

Ventile integrieren, so dass die Anzahl und Komplexität der Zuführleitungen reduziert werden kann. Da die Steuereinrichtung **42** an dem Schweißkopf **22** vorgesehen ist, ist keine aufwendige elektrische Verkabelung zwischen Schweißkopf **22** und Basisstation **50** notwendig. Beispielsweise ist es möglich, dass die Zuführleitungen **56** in einem Schlauchpaket lediglich enthalten ein Schweißkabel, zwei Hilfsspannungsversorgungen für den Linearmotor sowie eine 24-Volt-Versorgung für die Steuereinrichtung, zwei Lichtwellenleiter zur seriellen Übertragung von Steuer- und Messdaten, sowie die Zuführschläuche **54**, **54A**. In einer erweiterten Version könnte das Schlauchpaket auch ergänzt werden durch eine Schutzgaszuleitung bzw. eine Blas-/Saugleitung, beispielsweise zur Farbmarkierung.

[0118] Das Schlauchpaket kann folglich weniger schwer, weniger verwindungssteif und folglich sicherer sein.

[0119] Ferner wird durch die Entkopplung von Zuführreinrichtungen **44**, **44A** und Schweißwerkzeug **32** ermöglicht, dass die Bolzen **36** (der **36A**) parallel zu dem Bolzenschweißprozess zur Übergabestation **46** zugeführt werden können.

[0120] Im Stand der Technik erfolgen das Bolzenzuführen und das Bolzenschweißen rein seriell. Daher sind Zykluszeiten von < 1 sec nur sehr schwer und unter speziellen Randbedingungen zu erreichen.

[0121] Erfindungsgemäß kann unmittelbar nach dem Übernehmen eines Bolzens von der Übergabestation **46** oder **46A** zum Einleiten eines Bolzenschweißvorganges ein weiterer Bolzen von der Vereinzelungsvorrichtung **52** über den Schlauch **54** oder **54A** und die Zuführreinrichtung **44** oder **44A** zu der Übergabestation **46** oder **46A** gefördert werden. Dies kann erfolgen, während das Schweißwerkzeug **32** einen Bolzenschweißvorgang ausführt.

[0122] Ferner kann bei der Bewegung des Trägers **26** von einer Schweißposition zur nächsten das Schweißwerkzeug **32** zur Übergabestation **46** oder **46A** verschwenkt und anschließend in die richtige Stellung für die neue Schweißposition verschwenkt werden. Auch durch diese Parallelität wird insgesamt erreicht, dass Schweißzykluszeiten von deutlich kleiner als 1 sec erreichbar sind.

[0123] Obgleich als zu schweißende Elemente dem Grunde nach beliebige Formen in Frage kommen, so sind doch mittels Druckluft zuführbare Elemente, insbesondere rotationssymmetrische Elemente, besonders dazu geeignet, mit dem erfindungsgemäßen Fügesystem bearbeitet zu werden.

[0124] Die weitere Schweißposition **32'** kann beispielsweise eine Überkopposition sein, wie die ge-



zeigte Position **32'**. Diese kann erreicht werden, ohne den Träger **26** drehen zu müssen. Hierdurch werden Beanspruchungen der Zuführkabel und -schläuche vermieden.

[0125] In [Fig. 1](#) ist ferner dargestellt, dass an dem Fügwerkzeug **32** eine Prüfeinrichtung **110** vorgesehen ist.

[0126] Die Prüfeinrichtung **110** dient zum Überprüfen, ob ein an einer der Übergabestationen **46**, **46A** bereitgestelltes Element **36**, **36A** auch für den nachfolgenden Schweißvorgang geeignet bzw. brauchbar ist.

[0127] Bei der Übernahme eines Bolzens von einer Übergabestation **46**, **46A** prüft die Prüfeinrichtung **110** die Brauchbarkeit des übernommenen Bolzens **36**, **36A** und verwendet den Bolzen, wenn dieser brauchbar ist. Wenn der Bolzen aus irgendwelchen Gründen (beispielsweise ein Fehlelement in einer Charge Schüttgut) nicht brauchbar sein sollte, wird dieses nicht brauchbare Element verworfen (beispielsweise durch Öffnen der Halteeinrichtung und Abwerfen des Fehlelementes) und ein neues Element nachgeladen.

[0128] Zu dem genannten Zweck weist die Prüfeinrichtung **110** Sensoren auf, die die Charakteristika des jeweils bereitgestellten Elementes erfassen und mit Elementdaten vergleichen, die das für den folgenden Schweißvorgang zu verwendende Element charakterisieren. Derartige Elementdaten können in einem Speicher der Steuereinrichtung **42** abgelegt sein, wie es in [Fig. 1](#) schematisch bei **112** gezeigt ist. Auch ist es möglich, solche Elementdaten in einem Speicher der Basisstation **50** abzulegen, wie es bei **114** schematisch dargestellt ist.

[0129] Die Verwendung einer Prüfeinrichtung **110** ist auch bei einem solchen Fügeseystem **10** möglich, bei dem nur eine einzelne Zuführeinrichtung **44** vorhanden ist.

[0130] In der folgenden Beschreibung von Details und Abwandlungen des in [Fig. 1](#) gezeigten Fügeseystems werden gleiche und ähnliche Merkmale mit den selben Bezugsziffern bezeichnet. Bei identischer Bezeichnung ist generell von einer gleichen oder ähnlichen Funktionsweise auszugehen, es sei denn, nachstehend ist ausdrücklich anderes vermerkt. Soweit auf einzelne Merkmale des Fügeseystems eingegangen wird, ist davon auszugehen, dass die Funktion im übrigen identisch oder ähnlich ist zu der Funktion des Fügeseystems **10** der [Fig. 1](#). Ferner versteht sich, dass folgende Bezugnahmen auf Schweißsysteme, -köpfe oder -werkzeuge sich auf derartige Merkmale zum Fügen allgemein beziehen sollen, beispielsweise auch auf Niet- oder Klebprozesse.

[0131] In [Fig. 2](#) ist eine alternative Ausführungsform eines Schweißkopfes **22** gezeigt.

[0132] Im Unterschied zu dem Schweißkopf **22** der [Fig. 1](#) ist ein Drehantrieb **68'** zum Drehen des Schweißwerkzeugs **32** nicht im Endbereich des zweiten Tragabschnittes **30** vorgesehen, sondern im Bereich der Steuereinrichtung **42**. Die Drehbewegungen des Drehantriebes **68'** werden mittels eines Riemenantriebes **80** auf das Schweißwerkzeug **32** übertragen. Der Riemenantrieb **80** verläuft entlang des länglichen Trägers **26**. Der längliche Träger **26** ist in der Darstellung der [Fig. 2](#) durch zwei parallele Arme gebildet, zwischen deren Endbereichen das Schweißwerkzeug **32** drehbar gelagert ist.

[0133] In den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) ist eine Ausführungsform einer Halteeinrichtung **66** dargestellt.

[0134] Die Halteeinrichtung **66** weist ein Gehäuse **84** auf, das eine nach unten in Fügerichtung **40** hinweisende Öffnung **86** aufweist.

[0135] Die Halteeinrichtung **66** weist zwei an dem Gehäuse **84** begrenzt verschwenkbar gelagerte Backen **88A**, **88B** auf, die aus einem im wesentlichen unelastischen Material gebildet sind. Die Backen **88A**, **88B** bilden eine Spannzange, indem ein Element **36** zwischen den Enden der Backen **88A**, **88B** eingeklemmt werden kann, beispielsweise mit einer vorbestimmten Kraft.

[0136] Die Backen **88A**, **88B** sind jeweils einstückig mit einem Hebelabschnitt **92A**, **92B** verbunden. In bezug auf Wellen **90A**, **90B**, an denen die Backen **88A**, **88B** gelagert sind, erstrecken sich die Hebelabschnitte **92A**, **92B** in die jeweils andere Richtung. Die Hebelabschnitte **92A**, **92B** sind dabei gegenüber der Fügerichtung **40** so abgebogen, dass sie sich überschneiden. Durch Druck auf die Hebelabschnitte **92A**, **92B** von oben (in der Darstellung der [Fig. 3](#)) werden die Backen **88A**, **88B** folglich voneinander weg bewegt, um den Bolzen **36** freizugeben. Dies ist für den Backen **88A** in [Fig. 3](#) dargestellt. Man erkennt, dass der Backen **88A** den Bolzen **36** in Richtung quer zur Fügerichtung **40** (also in [Fig. 3](#) aus der Papierebene heraus) vollständig freigibt. Demzufolge kann die Halteeinrichtung **66** bei geöffneten Backen **88A**, **88B** quer zur Fügerichtung **40** und senkrecht zur Ebene der Backen **88A**, **88B** bewegt werden, ohne den Bolzen **36** zu berühren. Die Bewegungsrichtung der Backen **88A**, **88B** bei diesem Vorgang ist in [Fig. 4](#) mit **93** bezeichnet.

[0137] Zum Betätigen der Hebelabschnitte **92A**, **92B** ist ein Aktuator **94** vorgesehen, der vorzugsweise elektrisch angesteuert wird. Der Aktuator **94** öffnet und schließt die Backen **88A**, **88B** jeweils aktiv. Es versteht sich, dass der Aktuator **94** zu diesem Zweck als bidirektionaler Antrieb ausgebildet sein sollte.

[0138] Die aktive Betätigung der Backen **88A**, **88B** hat den Vorteil, dass der Bolzen **36** mit einer definierten Kraft (z.B. 20 N) gehalten werden kann. Die Herleitung der Spannkraft aus der Elastizität der einzelnen Finger der Spannzange des Standes der Technik entfällt. Folglich lässt sich eine deutlich höhere Lebensdauer erzielen. Die Betätigungsrichtung des Aktuators **94** ist in [Fig. 3](#) bei **96** gezeigt.

[0139] An ihren Enden sind die Backen **88A**, **88B** so ausgeformt, dass sie den jeweiligen Bolzen **36** sicher ergreifen können. Hierzu kann es sinnvoll sein, geeignete Aufsätze auf die Backen **88A**, **88B** aufzusetzen, die an unterschiedliche Bolzen **36** angepasst sein können.

[0140] Von der Unterseite des Gehäuses **94** erstreckt sich, wie es in [Fig. 3](#) gezeigt ist, ein Positionierstift **98**. Der Positionierstift bzw. Anschlagstift **98** ist starr mit dem Gehäuse **84** verbunden. Er dient dazu, bei Übernahme eines Bolzens **36** von der Übergabestation **46** oder **46A** zu gewährleisten, dass der Bolzen **36** in bezug auf die Halteeinrichtung **66** eine definierte Position einnimmt, und als Anschlag, um beim Schweißen die Axialkraft aufzunehmen.

[0141] Der bidirektionale aktive Aktuator kann gebildet sein durch einen pneumatischen oder hydraulischen Antrieb. Vorzugsweise ist er jedoch gebildet durch eine Kombination von zwei Elektromagneten oder durch einen unregelmäßig Linearmotor nach dem Prinzip 'bewegte Spule' oder 'bewegter Dauermagnet'.

[0142] Ferner ist es möglich, den Aktuator **94** semi-aktiv auszubilden. Dabei erfolgt das Öffnen der Backen **88A**, **88B** beispielsweise durch einen Elektromagneten. Wenn dieser abgeschaltet wird, sorgen geeignete angeordnete Federn dafür, dass ein Bolzen **36** mit einer definierten Kraft von den Backen **88A**, **88B** ergriffen wird.

[0143] Zum Schweißen werden die Backen **88A** und/oder **88B** mit Schweißstrom versorgt, der auf den Bolzen **36** geleitet wird. Die definierte Kraft sorgt für einen sicheren, verschleißarmen Stromübergang. Aus diesem Grund versteht sich, dass die Backen **88A**, **88B** aus einem leitenden Metall hergestellt sind. Der Positionierstift **98** hingegen sollte nichtleitend ausgebildet oder gegen das Gehäuse **84** isoliert ausgebildet sein.

[0144] Alternativ zu einer aktiven oder semi-aktiven Halteeinrichtung **66** ist es auch möglich, Backen vorzusehen, die elastisch ausgebildet sind und die ein seitliches Einführen des Bolzens **36** zwischen sich (entlang der Richtung **93**) ermöglichen und die bei einer Bewegung quer zu einem angeschweißten Bolzen **36** diese ohne wesentliche Kraftausübung freigeben.

[0145] In [Fig. 3](#) ist die Längsachse der Halteeinrichtung **66** mit **100** bezeichnet.

[0146] Die [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) zeigen alternative Ausführungsformen von Fügesystemköpfen **22**. Diese Ausführungsformen entsprechen den Ausführungsformen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) hinsichtlich konstruktivem Aufbau und Funktion, soweit nichts anderes vermerkt ist. Daher sind gleiche oder ähnliche Elemente auch mit gleichen Bezugsziffern versehen.

[0147] In [Fig. 5](#) ist ein Fügesystemkopf **22** dargestellt, der eine erste Zuführeinrichtung **44** und eine zweite Zuführeinrichtung **44A** aufweist. Die Übergabestationen **46**, **46A** der zwei Zuführeinrichtungen sind seitlich benachbart zueinander angeordnet, und zwar an einem gemeinsamen Übergabeblock **120**. Der Übergabeblock **120** ist in tangentialer Richtung **118** in Bezug auf einen Kreis K verschieblich gelagert, dessen Mittelpunkt mit der Drehachse **34** zusammenfällt.

[0148] In [Fig. 5](#) befindet sich der Übergabeblock **120** in einer Position, bei der das Fügewerkzeug **32** einen Bolzen **36** von der Übergabestation **46** übernehmen kann.

[0149] Wenn der Übergabeblock **120** in tangentialer Richtung **118** verschoben wird, kommt die Übergabestation **46A** in die Position, die in [Fig. 5](#) von der Übergabestation **46** eingenommen wird. Dann kann das Fügewerkzeug **32** einen Bolzen **36A** von der Übergabestation **46A** übernehmen.

[0150] [Fig. 6](#) zeigt eine weitere alternative Ausführungsform eines Fügesystemkopfes **22**.

[0151] Bei dieser Ausführungsform sind beispielhaft drei Zuführeinrichtungen mit einer ersten Übergabestation **46**, einer zweiten Übergabestation **46A** und einer dritten Übergabestation **46B** vorgesehen. Die drei Übergabestationen **46**, **46A**, **46B** sind an einem gemeinsamen Übergabeblock **120** vorgesehen. Der Übergabeblock **120** ist bei der in [Fig. 6](#) gezeigten Ausführungsform in einer Richtung **122** verschieblich gelagert, die parallel verläuft zu der Drehachse **34**.

[0152] In der in [Fig. 6](#) gezeigten Darstellung befindet sich die Übergabestation **46** in einer Position, bei der die Halteeinrichtung **66** des Fügewerkzeuges **32** einen Bolzen **36** übernehmen kann.

[0153] Durch Verschieben des Übergabeblockes **120** nach links bzw. rechts in der Verschieberichtung **122** kann die Halteeinrichtung **66** alternativ entweder einen Bolzen **36A** von der Übergabestation **46A** oder einen Bolzen **36B** von der Übergabestation **46B** übernehmen.

[0154] In [Fig. 6](#) ist ferner schematisch gezeigt, dass

die Bolzen **36**, **36A**, **36B** jeweils eine unterschiedliche Schaftlänge besitzen.

[0155] Die [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Füge-systemkopfes **22**.

[0156] Bei dem Füge-systemkopf **22** der [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) sind eine erste Übergabestation **46** und eine zweite Übergabestation **46A** benachbart zueinander auf einem Kreis angeordnet, der konzentrisch liegt zu der Drehachse **34**, ähnlich wie bei der Ausführungsform der [Fig. 1](#).

[0157] In [Fig. 7](#) ist ferner zu erkennen, dass die Zuführeinrichtungen **44**, **44A** jeweils eine Dreheinrichtung **124** bzw. **124A** aufweisen.

[0158] In einer solchen Dreheinrichtung werden Bolzen, die einen Kopf und einen Schaft aufweisen, gedreht. Hierdurch können Bolzen mit dem Kopf voran durch einen Zuführschlauch **54**, **54A** zu der Dreheinrichtung **124** gefördert werden. Dort werden diese gedreht, so dass die Bolzen an der Übergabestation **46** mit dem Schaft voraus zur Übergabe an das Füge-werkzeug **32** bereitgestellt werden.

[0159] Man erkennt in [Fig. 7](#), dass die Zuführeinrichtung **44** in Umfangsrichtung um die Drehachse **34** herum einen gewissen Winkelbereich einnimmt, der beispielsweise im Bereich von 10 bis 30° liegen kann.

[0160] Im Regelfall hätte die weitere Zuführeinrichtung **44A** zur Folge, dass sich dieser Winkelbereich verdoppelt. Bei dem Füge-systemkopf **22** der [Fig. 7](#) sind die Zuführeinrichtungen **44**, **44A** jedoch an dem Träger **26** in unterschiedlichen Orientierungen festgelegt. Genauer gesagt ist die Zuführeinrichtung **44A** um ihre Längsachse um 90° gedreht an dem Träger **26** festgelegt. Während in [Fig. 7](#) die Zuführeinrichtung **44** in einem Längsschnitt von der Seite dargestellt ist, ist die Zuführeinrichtung **44A** in [Fig. 7](#) als Längsschnitt von oben dargestellt. Der Winkelbereich ist dadurch kleiner.

[0161] Die generelle Funktionsweise der zwei Zuführeinrichtungen **44**, **44A** ist jedoch vorzugsweise jeweils identisch.

[0162] In [Fig. 9](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Füge-systemkopfes in schematischer Form dargestellt.

[0163] Der Füge-systemkopf **22** der [Fig. 9](#) weist eine Prüfeinrichtung **110** auf, die dazu ausgelegt ist, einen an einer Übergabestation **46** bereitgestellten Bolzen **36''** auf Brauchbarkeit hin zu überprüfen. Insbesondere werden mittels der Prüfeinrichtung **110** die Länge  $L$  und der Durchmesser  $D$  des Schaftes **36f** eines bereitgestellten Bolzens **36''** überprüft.

[0164] In [Fig. 9](#) ist zunächst zu erkennen, dass die Halteeinrichtung **66** ein Gehäuse **84** aufweist, das in Bezug auf ein Gehäuse **62** des Füge-werkzeuges **34** in axialer Richtung (Achse **100**) beweglich ist, und zwar mittels einer Füge-antriebseinrichtung **64** in Form eines Linearmotors. Der Linearmotor ist in [Fig. 9](#) schematisch bei **126** dargestellt.

[0165] Bei **128** ist ferner ein in das Füge-werkzeug **32** integrierter Wegsensor **128** gezeigt. Der Wegsensor **128** misst den Weg des Gehäuses **84** der Halteeinrichtung **66** in Bezug auf das Gehäuse **62**.

[0166] Die Halteeinrichtung **66** weist, ähnlich der in [Fig. 3](#) dargestellten Halteeinrichtung **66**, einen ersten und einen zweiten Backen **88A**, **88B** auf, die aufeinander zu und voneinander weg bewegbar sind, um einen Bolzen **36** zu ergreifen bzw. freizugeben.

[0167] Ferner weist die Halteeinrichtung **66** einen Positionierstift **98** auf, der beim Ergreifen eines Bolzens **36''** gegen die freie Stirnseite des Schaftes **36s** des Bolzens anliegt.

[0168] Vor dem Übernehmen eines Bolzens **36''** von der Übergabestation **46** befindet sich das Gehäuse **84** in einer Grundposition, die in [Fig. 9](#) gestrichelt dargestellt ist. Ferner sind die zwei Backen **88A**, **88B** ebenfalls in einer Grundposition in ihrem geöffneten Zustand, der in [Fig. 9](#) ebenfalls gestrichelt dargestellt ist.

[0169] Zum Ergreifen des Bolzens **36''** wird das Gehäuse **84** der Halteeinrichtung **66** aus dem Gehäuse **62** des Füge-werkzeuges **32** herausgefahren, und zwar so weit, bis der Positionierstift **98** an dem freien Ende des Schaftes **36s** des Bolzens anstößt. Dies ist in [Fig. 9](#) dargestellt, wobei das Gehäuse **84** der Halteeinrichtung **66** einen Weg  $S$  zurückgelegt hat.

[0170] Der Bolzen **36''** wird an der Übergabestation **46** immer in einer definierten Lage gehalten, derart, dass der Kopf **36k** des Bolzens immer eine Grundposition einnimmt. Daher ist die Strecke zwischen dem freien Ende des Positionierstiftes **98** in der Grundposition (gestrichelt in [Fig. 9](#)) und dem Kopf **36k** eine feste, unveränderliche Strecke  $L_0$ .

[0171] Die Länge  $L$  des Schaftes **36s** lässt sich mittels des Wegsensors **128** bestimmen, indem von der festen vorgegebenen Strecke  $L_0$  der zurückgelegte gemessene Weg  $S$  subtrahiert wird ( $L = L_0 - S$ ).

[0172] In der Übergabestation **46** wird der Bolzen **36''** mittels einer schematisch dargestellten Spannzange **132** gehalten. Die Spannzange **132** kann ebenfalls zwei Backen aufweisen oder kann eine Mehrzahl von backenförmigen Streben aufweisen, die konisch aufeinander zu laufen, wie es bei den entsprechenden Übergabestationen **46**, **46A** der [Fig. 7](#)

und [Fig. 8](#) dargestellt ist.

**[0173]** Nachdem der Positionierstift **98** das freie Ende des Schaftes **36s** berührt hat, werden die Backen **88A**, **88B** aus der Ruheposition zusammengeführt, bis sie an dem Schaft **36S** anliegen. Die Backen **88A**, **88B** legen dabei jeweils einen Weg *a* zurück.

**[0174]** Ferner ist der Abstand zwischen den Innenseiten der zwei Backen **88A**, **88B** in der Ruheposition (gestrichelt dargestellt) eine unveränderliche Größe, die in [Fig. 9](#) mit  $D_0$  bezeichnet ist.

**[0175]** Der Durchmesser  $D$  des Schaftes **36s** berechnet sich demnach im Wesentlichen nach der Formel  $D = D_0 - 2a$ .

**[0176]** In [Fig. 9](#) ist ferner ein Oberflächensensor **134** dargestellt, der beispielsweise im Bereich der Übergabestation **46** angeordnet sein kann und die Oberfläche eines bereitgestellten Bolzens **36"** erfasst. Hierdurch können beispielsweise Bolzen unterschiedlicher Materialien erkannt werden.

**[0177]** Es versteht sich, dass die Prüfeinrichtung **110** ggf. auch nur die Länge  $L$  des Schaftes **36s**, nur den Durchmesser  $D$  des Schaftes **36s** oder nur die Oberfläche des Bolzens **36"** erfassen kann. Ferner ist es möglich, beispielsweise bei einer entsprechend ausgestalteten Spannzange **132**, auch Abmessungen des Kopfes **36k** des Bolzens **36"** zu erfassen.

**[0178]** In jedem Fall werden die erfassten Daten mit Elementdaten abgeglichen, die in einem Speicher **112** oder **114** abgespeichert sind (vgl. [Fig. 1](#)). Sofern Abweichungen erkannt werden, wird ein bereitgestellter Bolzen **36"** verworfen. Nur dann, wenn die Elementdaten mit den gemessenen Daten übereinstimmen, wird der bereitgestellte und übernommene Bolzen **36"** für einen darauf folgenden Schweißvorgang verwendet.

**[0179]** In [Fig. 9](#) ist ferner dargestellt, dass die Bolzen über den Schlauch **54** mit dem Kopf voran gefördert werden können.

**[0180]** Die Bolzen treffen dann zunächst auf eine Dreheinrichtung **124**, wie es in [Fig. 9](#) bei **36<sup>IV</sup>** gezeigt ist. Anschließend werden die Bolzen um  $90^\circ$  verdreht, in eine Position, die in [Fig. 9](#) mit **36<sup>III</sup>** bezeichnet ist. Anschließend werden die Bolzen in die Spannzange **132** gedrückt, wie es durch einen Pfeil **136** angegeben ist, und zwar in die in [Fig. 9](#) mit durchgezogenen Linien gezeigte Übergabeposition **36"**.

**[0181]** Durch das Fördern durch den Schlauch **54** mit dem Kopf voran können insbesondere ein Verkippen oder Verklemmen von Bolzen in dem Schlauch

oder der Zuführeinrichtung **44** verhindert werden.

**[0182]** Es versteht sich, dass eine Prüfeinrichtung **110** nicht nur bei Fügesystemköpfen **22** mit mehreren Zuführeinrichtungen **44**, **44a** vorgesehen sein kann, sondern auch bei solchen Fügesystemköpfen **22**, die nur eine Zuführeinrichtung **44** aufweisen. Entsprechend können an einem Fügesystemkopf **22** auch mehrere Zuführeinrichtungen **44**, **44A**, ... vorgesehen sein, ohne dass eine Prüfeinrichtung **110** vorgesehen ist.

**[0183]** Vorzugsweise werden diese zwei Aspekte der vorliegenden Erfindung jedoch miteinander kombiniert.

## Patentansprüche

1. Fügesystemkopf (**22**) zur Befestigung an einem beweglichen Gestell (**12**), insbesondere an einem Roboter (**12**), mit einem Träger (**26**), an dem ein Fügewerkzeug (**32**) um eine Drehachse (**34**) drehbar gelagert ist, wobei das Fügewerkzeug (**32**) eine Halteeinrichtung (**66**) für ein Element (**36**), das auf ein Bauteil (**38**) zu fügen ist, und eine Fügeantriebseinrichtung (**64**) aufweist, um die Halteeinrichtung (**66**) zum Fügen entlang einer Fügerichtung (**40**) zu bewegen, wobei die Drehachse (**34**) quer zu der Fügerichtung (**40**) ausgerichtet ist, und mit einer Zuführeinrichtung (**44**) zum Zuführen von Elementen (**36**) zu dem Fügewerkzeug (**32**), **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Fügesystemkopf (**22**) wenigstens eine weitere Zuführeinrichtung (**44A**; **44A**, **44B**) vorgesehen ist, mittels der Elemente (**36**) zu dem Fügewerkzeug (**32**) zuführbar sind.

2. Fügesystemkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Zuführeinrichtung (**44A**; **44A**, **44B**) dazu ausgelegt ist, einen anderen Typ (**36A**; **36A**, **36B**) von Elementen (**36**) zuzuführen als die erste Zuführeinrichtung (**44**).

3. Fügesystemkopf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführeinrichtungen (**44**) jeweils eine Übergabestation (**46**) aufweisen, an der ein Element (**36**) zur Übergabe an das Fügewerkzeug (**32**) bereitgestellt wird.

4. Fügesystemkopf nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergabestationen (**46**, **46A**) auf einem Kreis ( $K$ ) angeordnet sind, dessen Mittelpunkt durch die Drehachse (**34**) definiert ist.

5. Fügesystemkopf nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die weitere Übergabestation (**46**, **46A**) an dem Träger (**26**) in unterschiedlichen Orientierungen festgelegt sind.

6. Fügesystemkopf nach einem der Ansprüche 3 – 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergabesta-

tionen (**46**, **46A**) seitlich benachbart zueinander angeordnet sind.

7. Fügesystemkopf nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergabestationen (**46**, **46A**) an einem Übergabeblock (**120**) angeordnet sind, der in Bezug auf den Träger (**26**) zwischen wenigstens zwei Übergabepositionen verschieblich ist.

8. Fügesystemkopf nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergabeblock (**120**) in Bezug auf eine zu der Drehachse (**34**) koaxiale Kreisbahn (K) in einer Richtung (**122**) parallel zu der Drehachse (**34**) verschieblich ist.

9. Fügesystemkopf nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergabeblock in Bezug auf eine zu der Drehachse (**34**) koaxiale Kreisbahn (K) in tangentialer Richtung (**118**) verschieblich ist.

10. Fügesystemkopf nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der Ansprüche 1 – 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführeinrichtung (**44**) eine Übergabestation (**46**) aufweist, an der ein Element (**36**) zur Übergabe an das Fügewerkzeug (**32**) bereitgestellt wird, und dass eine Prüfeinrichtung (**110**) vorgesehen ist, die ein an der Übergabestation (**46**) bereitgestelltes Element (**36**) auf Brauchbarkeit hin überprüft.

11. Fügesystemkopf nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfeinrichtung (**110**) wenigstens eine Abmessung (D, L) des Elementes (**36**) überprüft.

12. Fügesystemkopf nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Element (**36**) einen Schaft (**36s**) aufweist und dass die Prüfeinrichtung (**110**) die Länge (L) des Schaftes (**36s**) überprüft.

13. Fügesystemkopf nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Element (**36**) einen Schaft (**36s**) aufweist und dass die Prüfeinrichtung (**110**) den Durchmesser (D) des Schaftes (**36s**) überprüft.

14. Fügesystemkopf nach einem der Ansprüche 10 – 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfeinrichtung (**110**) wenigstens einen Sensor (**128**, **130**) zur Erfassung einer Abmessung (D, L) des Elementes (**36**) aufweist, wobei der Sensor (**128**, **130**) in das Fügewerkzeug (**32**) integriert ist.

15. Fügesystemkopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Sensor (**128**) eine Bewegung der Halteeinrichtung (**66**) in Bezug auf das Fügewerkzeug (**32**) erfasst.

16. Fügesystemkopf nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine

Sensor (**130**) eine Bewegung eines Gliedes (**88**) wie eines Haltebackens (**88**) in Bezug auf ein Gehäuse (**84**) der Halteeinrichtung (**66**) erfasst.

17. Fügesystemkopf nach einem der Ansprüche 10 – 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteeinrichtung (**66**) wenigstens ein bewegliches Halteglied (**88**, **98**) zum Halten eines Elementes (**36**) aufweist und dass die Prüfeinrichtung (**110**) wenigstens eine Wegmesseinrichtung (**128**, **130**) zum Messen des Weges des Haltegliedes (**88**, **98**) aufweist.

18. Fügesystemkopf nach einem der Ansprüche 10 – 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfeinrichtung (**110**) einen Sensor (**134**) zur Erfassung der Oberfläche des Elementes (**36**) aufweist.

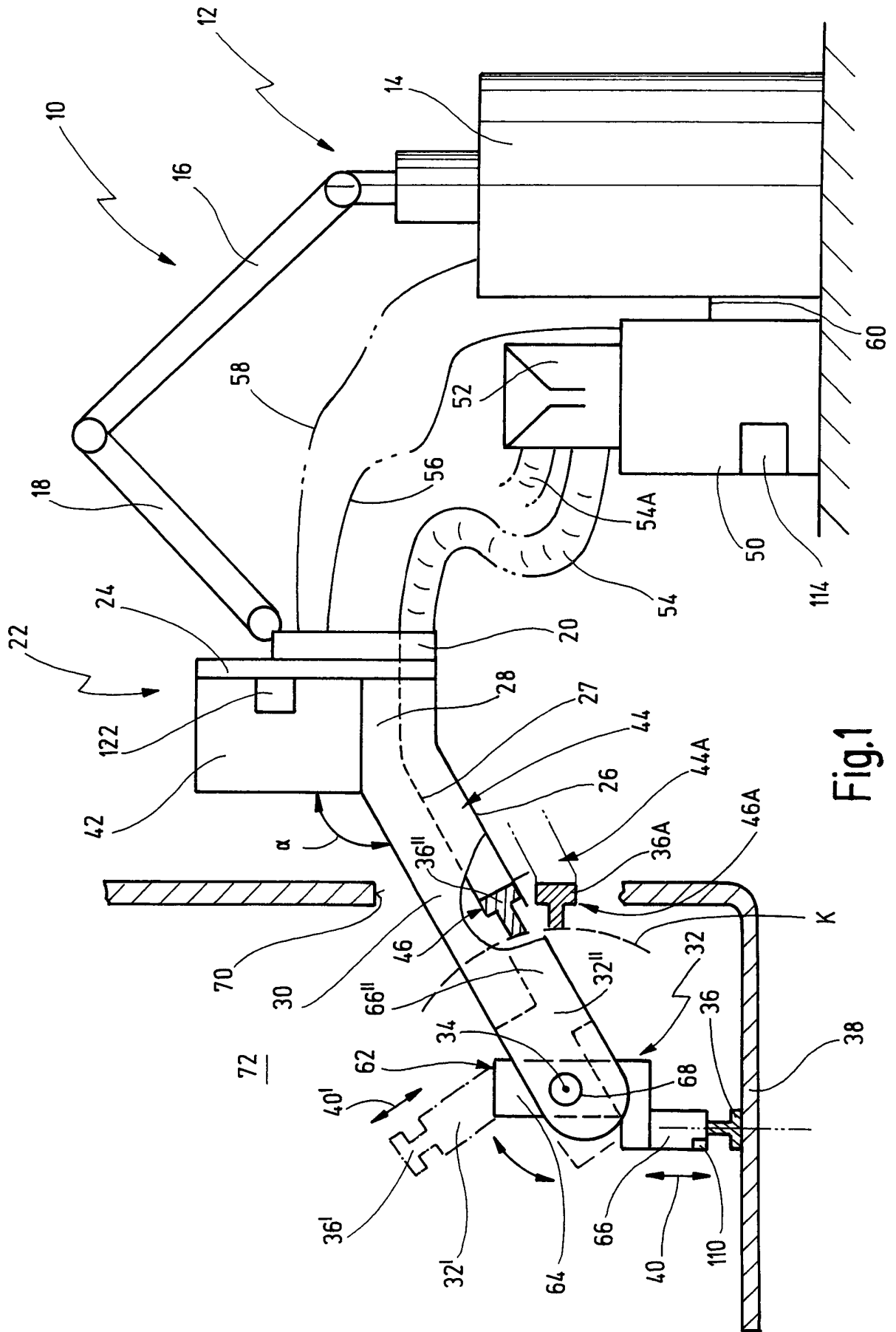
19. Fügesystem (**10**) mit einem Roboter (**12**), der in wenigstens zwei Koordinatenachsen beweglich ist, und einem Fügesystemkopf (**22**) nach einem der Ansprüche 1 – 18, der an dem Roboter (**12**) festgelegt ist.

20. Fügesystem nach Anspruch 19, mit einer Steuereinrichtung (**42**, **50**), mittels der der Ablauf eines Fügevorganges steuerbar ist, wobei die Steuereinrichtung (**42**, **50**) einen Speicher (**112**; **114**) aufweist, in dem zu dem Fügevorgang Elementdaten abgelegt sind, die das bei dem Fügevorgang auf ein Bauteil (**38**) zu fügende Element (**36**) charakterisieren, und mit Übertragungsmitteln (**56**), um den Fügesystemkopf (**22**) auf der Grundlage der Elementdaten so anzusteuern, dass gewährleistet ist, dass das richtige Element (**36**) auf das Bauteil (**38**) gefügt wird.

21. Verfahren zum Fügen eines Elementes (**36**) auf ein Bauteil (**38**), wobei ein Fügewerkzeug (**32**) an einem Träger (**26**) gedreht wird, um ein Element (**36**) an einer an dem Träger (**26**) angeordneten Übergabestation (**46**) abzuholen, und wobei das Fügewerkzeug (**32**) anschließend mit dem Element (**36**) in eine Fügeposition gedreht wird, um das Element (**36**) auf das Bauteil (**38**) zu fügen, wobei in einem Speicher (**112**; **114**) zu dem Fügevorgang Elementdaten abgelegt sind, die das bei dem Fügevorgang auf das Bauteil (**38**) zu fügende Element (**36**) charakterisieren, wobei bei der Übernahme eines Elementes (**36**) von der Übergabestation (**46**) geprüft wird, ob dieses Element (**36**) mit den Elementdaten übereinstimmt, und wobei dieses Element (**36**) verworfen wird, wenn es nicht mit den Elementdaten übereinstimmt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



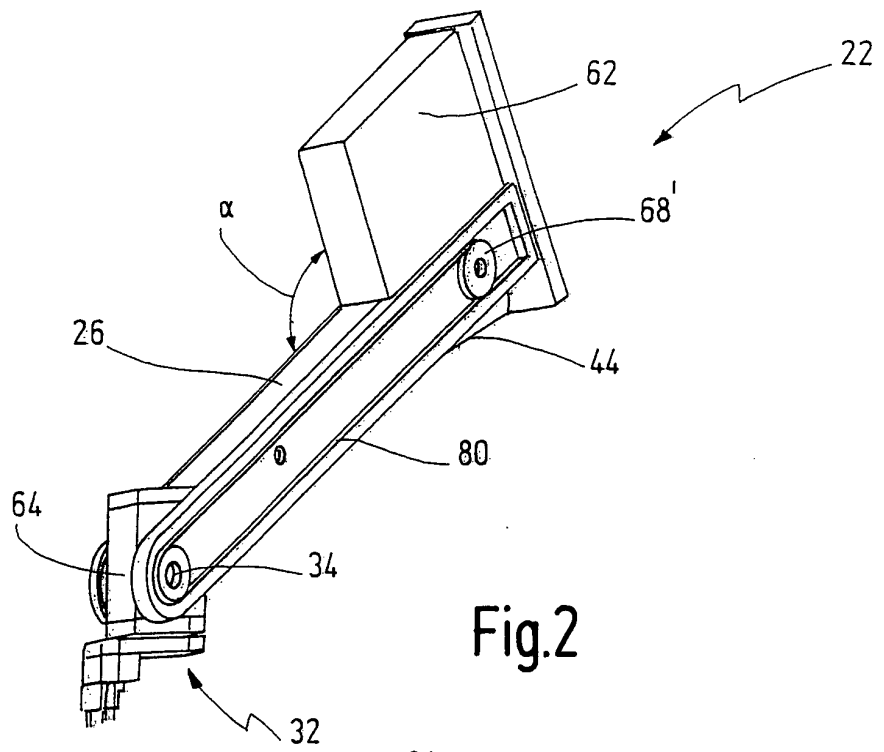


Fig.2

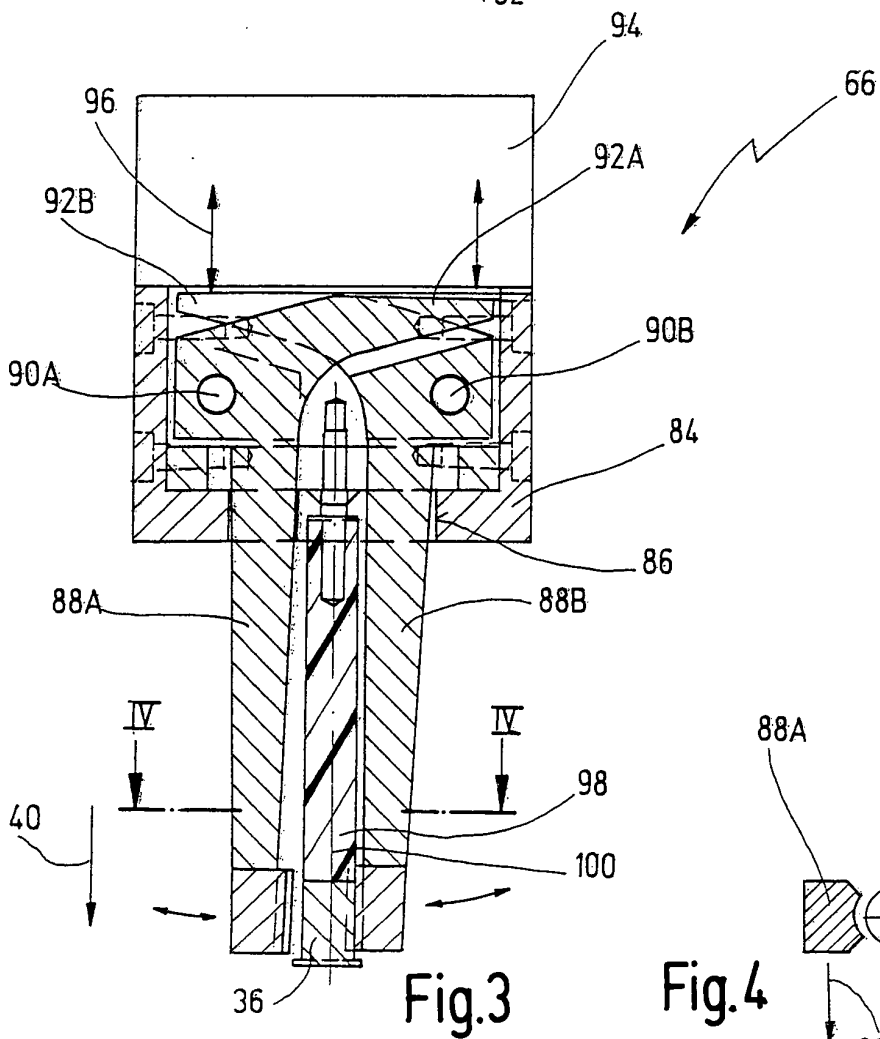


Fig.3

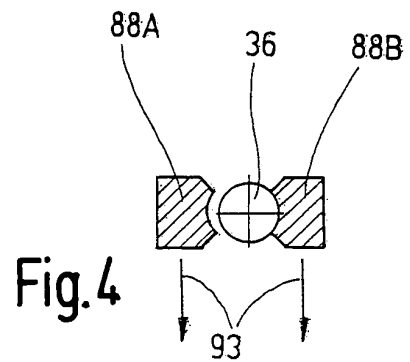
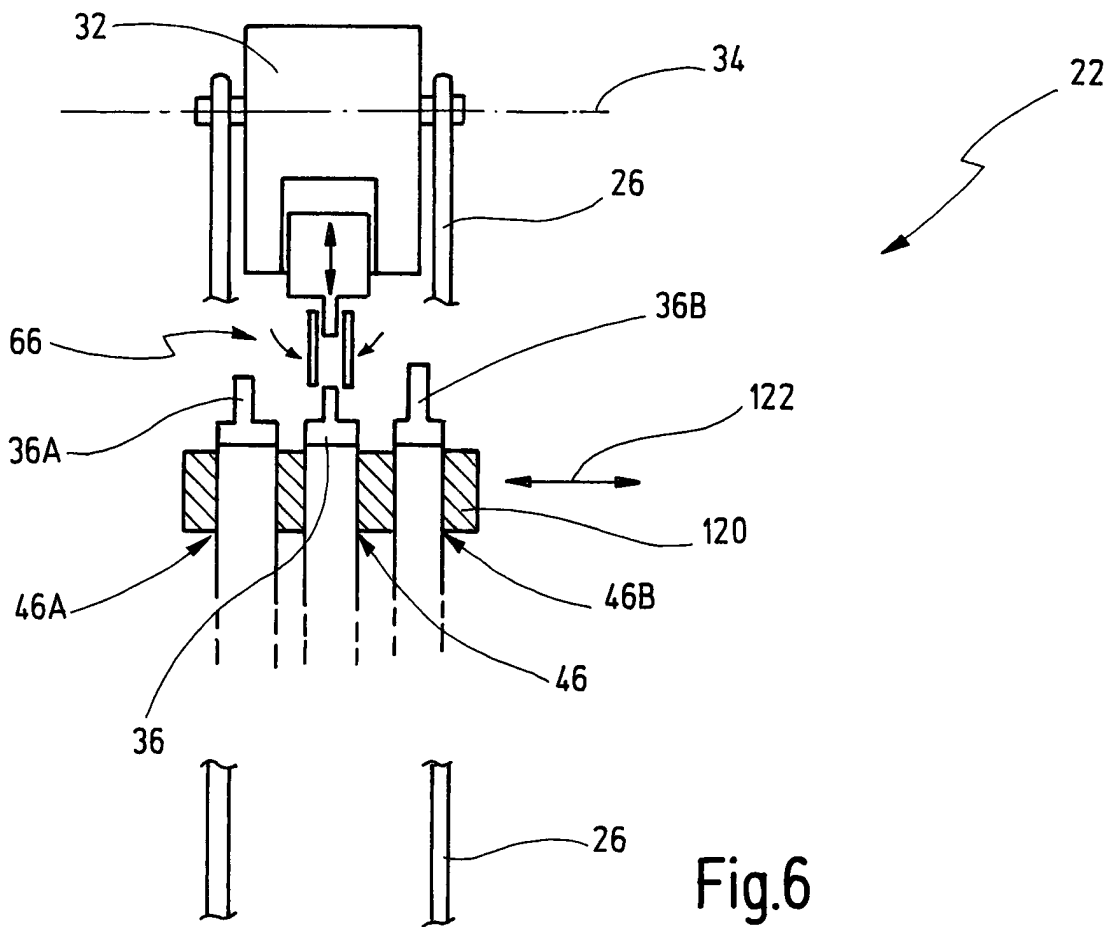
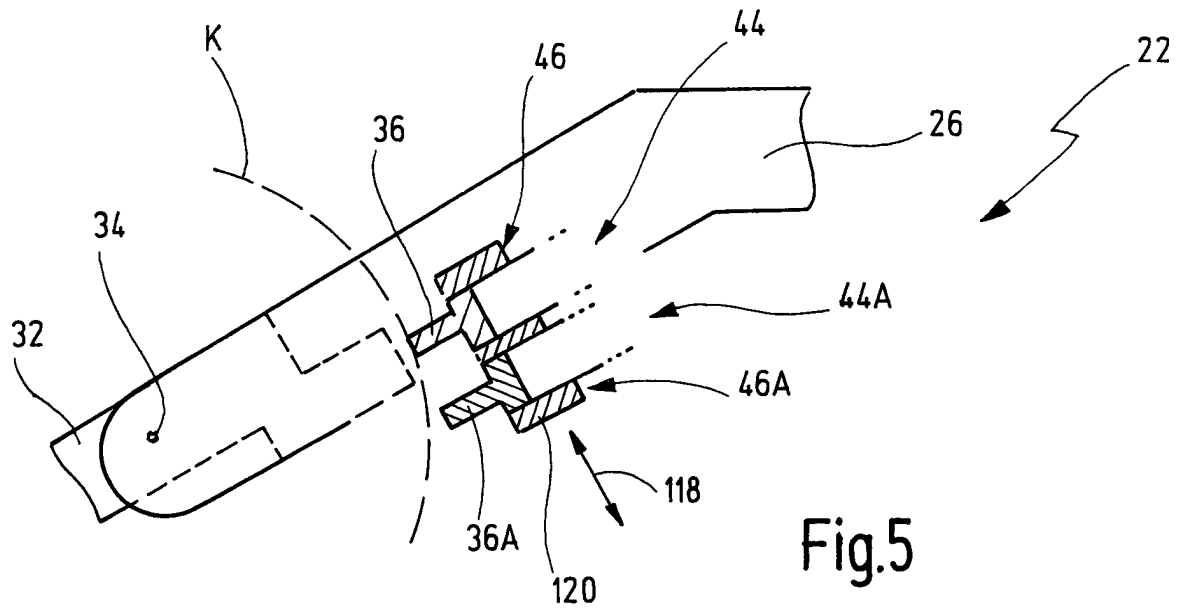


Fig.4





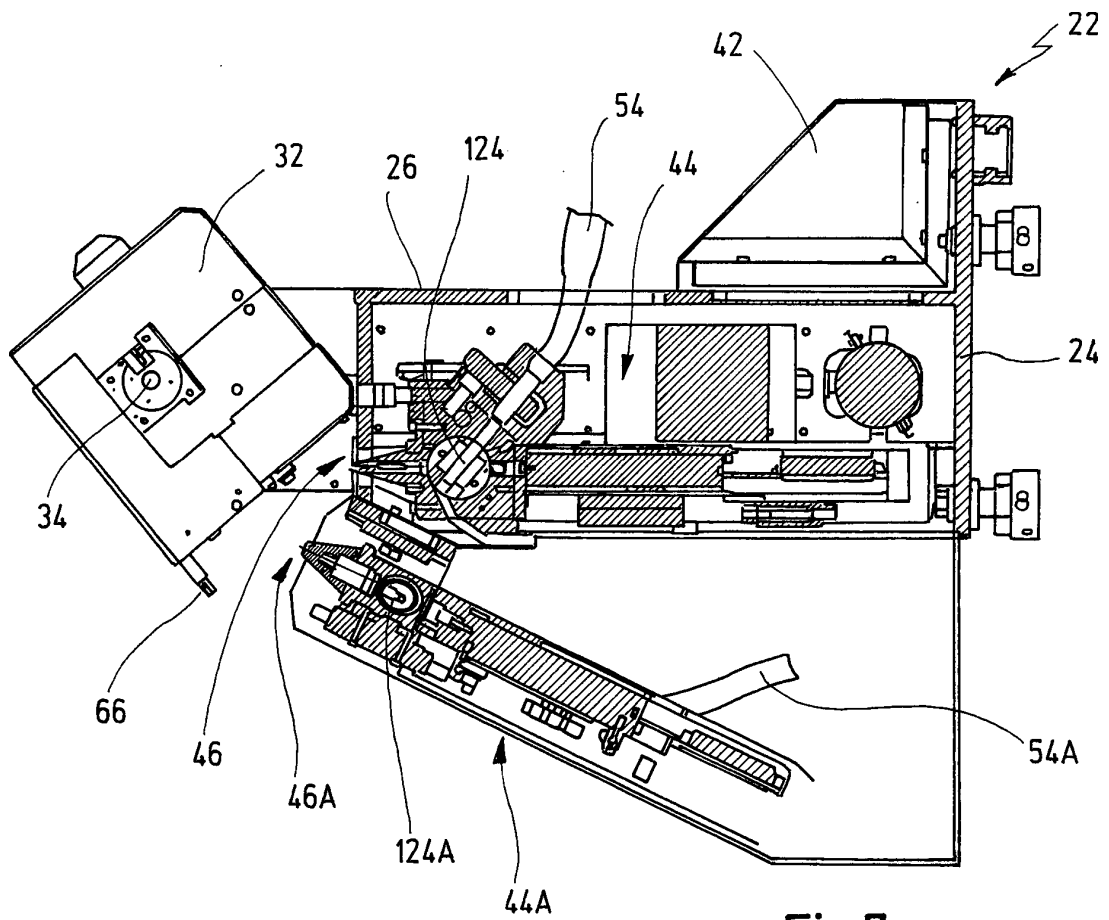


Fig.7

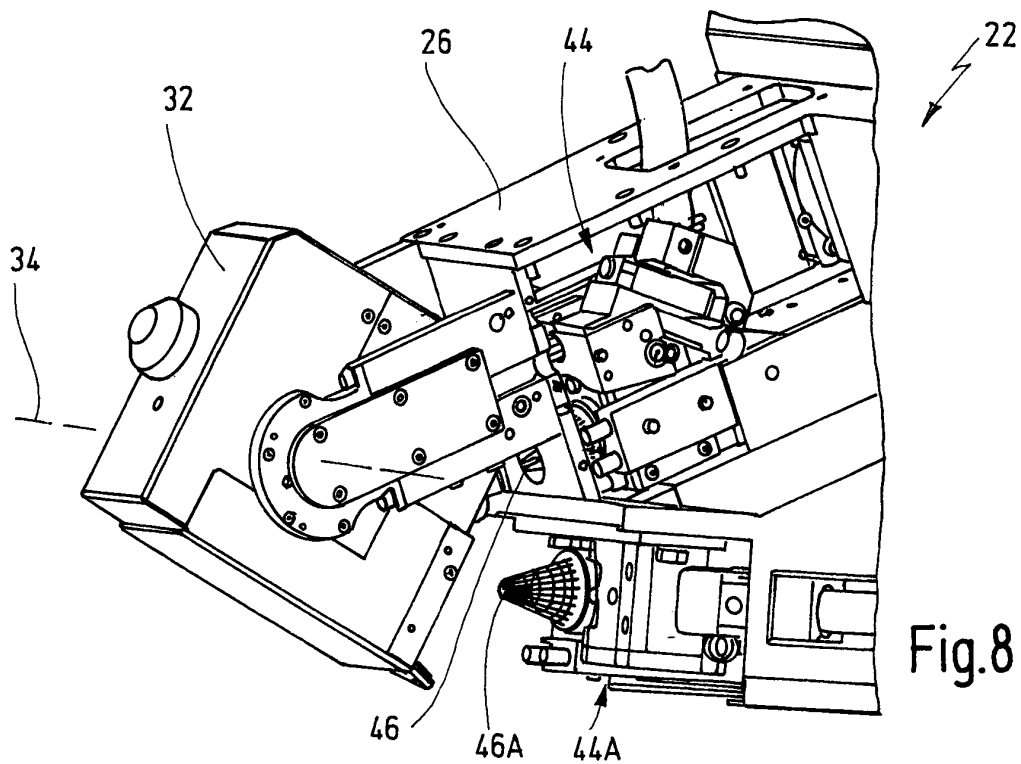


Fig.8

