

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
16. Januar 2014 (16.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/009123 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*B23K 11/31* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/062786

(22) Internationales Anmeldedatum:  
19. Juni 2013 (19.06.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 212 212.5 12. Juli 2012 (12.07.2012) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: KAUSLER, Johann; Äussere Ringstraße 12,  
92521 Schwarzenfeld (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP,

KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,  
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,  
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,  
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

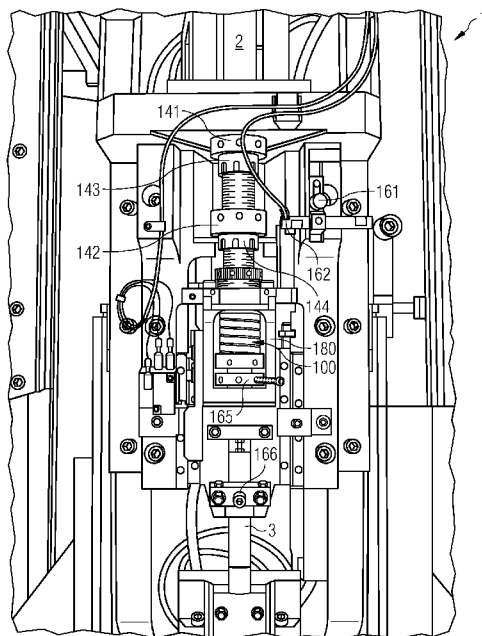
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: WELD HEAD FOR HOLDING A SPRING ASSEMBLY

(54) Bezeichnung : SCHWEISSKOPF ZUR AUFNAHME EINES FEDERPAKETES

FIG 16



(57) Abstract: The disclosed weld head has a mounting position for holding a self-contained and replaceable spring assembly which, in the mounted position, is arranged in the power flow between the drive unit and the electrode. The mounted position of the spring assembly offers great flexibility in terms of the range of required spring forces. The weld head can thus be easily and quickly retooled to substitute one method for another one. All it takes to do that is to place a suitable spring assembly in the mounted position. It is not absolutely necessary to carry out other mounting steps such as screwing parts together. The spring assembly that is mounted in the weld head has the advantage of controlling the slipping path of the weld head while keeping the welding force nearly constant during the entire process. The spring assembly thus allows for an optimal and very quick slipping behavior of the electrode during the welding process. The weld head can therefore be used for highly complex welding operations with nonferrous metals. Furthermore, the compact design allows the weld head to be used as the basic feature of a platform concept using said resource. In addition, the movable electrode allows the weld head to be used for various material flow systems such as slider mounts, rotary tables, or workpiece holders.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/009123 A1



---

Der Schweißkopf besitzt eine Einbauposition zur Aufnahme eines in sich abgeschlossenen und austauschbaren Federpakets, wobei das Federpaket in der Einbauposition im Kraftfluss zwischen Antrieb und Elektrode angeordnet ist. Die Einbauposition für das Federpaket stellt eine große Flexibilität in Bezug auf eine Bandbreite benötigter Federkräfte bereit. Hierdurch kann der Schweißkopf für verschiedene Verfahren im Sinne der Verfahrenssubstitution einfach und schnell umgerüstet werden. Ein jeweils geeignetes Federpaket muss hierzu nur in die Einbauposition eingesetzt werden. Weitere Montageschritte wie Verschrauben sind nicht zwingend erforderlich. Das im Schweißkopf eingebaute Federpaket bietet den Vorteil, dass es den Nachsetzweg des Schweißkopfes regelt und gleichzeitig die Schweißkraft während der Prozessdauer nahezu konstant hält. Das Federpaket ermöglicht somit ein optimales und sehr schnelles Nachsetzverhalten der Elektrode während des Schweißens. Der Schweißkopf kann daher für anspruchsvollste Buntmetall-Schweißungen verwendet werden. Die kompakte Bauweise ermöglicht ferner den Einsatz des Schweißkopfes als Basiskonzept im Rahmen eines Plattformkonzepts, welches diese Ressource verwendet. Auch kann der Schweißkopf durch seine bewegliche Elektrode für unterschiedliche Materialfluss-Systeme wie etwa Schieberaufnahme, Drehteller oder Werkstückträger eingesetzt werden.

## Beschreibung / Description

Schweißkopf zur Aufnahme eines Federpaket

5 Die Erfindung betrifft einen Schweißkopf zur Durchführung des  
Widerstandsschweißens, Widerstandslötens oder Warmnietens,  
wobei die zu verbindenden Werkstücke durch Widerstandserwär-  
mung bei gleichzeitig ausgeübter Druckkraft (Schweißkraft)  
auf eine Füge Stelle (beim Schweißen die sog. Schweißstelle)  
10 stoffschlüssig oder über Lot miteinander verbunden werden.

Beim Widerstandsschweißen werden zwei elektrisch leitfähige  
Werkstücke durch einen elektrischen Stromfluss bis zum Auf-  
schmelzen erhitzt. Die Schmelze erstarrt nach dem Stromfluss  
15 und bildet eine Schweißverbindung. Hierbei wird die Bildung  
einer innigen Verbindung ggf. durch Zusammendrücken während  
und nach dem Stromfluss unterstützt (Widerstands-Press-  
schweißen). Das Widerstandsschweißen erfolgt im Allgemeinen  
ohne Zufuhr eines Zusatzwerkstoffes. Das Widerstands-Punkt-  
20 schweißen als Sonderform des Widerstandsschweißens wird bei-  
spielsweise zur Verbindung von Stahlblechen im Karosserie-  
und Fahrzeugbau verwendet. Es dient aber auch zum Verschwei-  
ßen von Aluminium oder anderen Metallen, z. B. bei der Her-  
stellung von Kondensatoren, Anschlüssen von Spulen und Motor-  
25 wicklungen oder Kontaktsätzen für Relais- und Leitungs-  
Schutzschalter. Das Widerstands-Punktschweißen bietet den  
Vorteil, innerhalb kürzester Zeit eine hohe Energie in Form  
von elektrischem Strom auf eine kleine Fläche eines Werk-  
stücks zu konzentrieren, wobei unter Zuführung von hohem  
30 Druck, welcher pneumatisch oder elektromechanisch aufgebracht  
wird, eine unlösbare Verbindung entsteht.

Beim Widerstandslöten erzeugt ein elektrischer Stromschluss  
an einer Lötstelle Wärme. Es eignet sich zum Verlöten von  
35 Teilen ungleicher Masse, beispielsweise von Kleinteilen auf  
Bleche, die eine hohe Wärmeleitfähigkeit besitzen. Die Löt-  
stelle bildet hierbei einen elektrischen Widerstand und er-  
wärmt sich direkt.

Für die beschriebenen Anwendungsgebiete sind Schweißköpfe bekannt. Diese tragen eine Elektrode, welche in Richtung einer Gegenelektrode beweglich gelagert sind. Die zu fügenden Werkstücke werden zunächst zwischen beiden Elektroden positioniert und anschließend durch eine Bewegung der Elektrode des Schweißkopfes auf die Gegenelektrode gedrückt. Während des Verbindungsprozesses kommt es durch eine erforderliche Prozesstemperatur und Schweißkraft zu einer Materialerweichung, welche durch den Druck der Elektroden auf die Werkstücke zu einem so genannten Nachsetzen des Schweißkopfes führt.

Aus dem Stand der Technik ist ein Schweißkopf mit einem Antrieb und mit einer Elektrode, welche beweglich gelagert ist, bekannt, vgl. "Mikroschweißkopf mit einstellbarer Elektrodenkraft", im Internet erhältlich unter [www.isomatic.com/html/Deutsch/ksk.htm](http://www.isomatic.com/html/Deutsch/ksk.htm) am 28.09.2010. Hierbei kann die Schweißkraft zwischen 0,7 und 200 Newton eingestellt werden.

Ein Schweißkopf mit einem Antrieb und einer Elektrode, welche beweglich gelagert ist, ist auch aus dem Dokument "Constant Force Weld Head by MacGregor" erhältlich im Internet unter <http://www.macgregorsystems.com/files/downloads/Constant%20Force%20Weld%20Head.pdf> am 05.10.2010, bekannt.

In diesem Stand der Technik wird eine Einstellung und Kontrolle einer Schweißkraft, d.h. der von der Elektrode auf die Werkstücke ausgeübten Druckkraft, indirekt durch einen Druckminderer an einem pneumatischen Zylinder des Antriebs vorgenommen. Alternativ wird ein Kraftsensor zwischen der Elektrode und einer Werkstückträgeraufnahme positioniert, um die Schweißkraft zu messen. Diese direkte Art der Messung ist jedoch für jede Anwendung unterschiedlich und aufwendig.

Aus der WO 2012045763 A1 ist ein Widerstandsschweißkopf zum Widerstandsschweißen und -löten bekannt. Dieser Widerstandsschweißkopf ist durch seinen physikalischen Aufbau in der Lage, auch sehr große Kräfte über 2000 N aufzunehmen. Der

Kraftfluss ausgehend von einem Pneumatikzylinder zur Elektrode liegt auf einer Linie. Daher treten keine Kraftmomente auf. Der bewegliche Teil des Schweißkopfes hat eine geringe Masse, wodurch ein schnelles Nachsetzen begünstigt wird. Die  
5 Schweißkraft wird direkt im Kraftfluss gemessen und lässt sich dabei kontinuierlich abfragen. Sie bleibt während des Schweißvorgangs nahezu konstant und ist sehr genau einstellbar. Der Schweißkopf ist nach einem Plattformkonzept aufgebaut und lässt sich in jeder beliebigen Lage montieren. Das  
10 Nachsetzen wird über eine Druckfeder realisiert. Der Schweißkopf eignet sich zur Durchführung von Widerstandsschweißungen. Aufgrund seines physikalischen Aufbaus ist er in der Lage, auch sehr große Kräfte mit einem schnellen Nachsetzverhalten umzusetzen sowie die Veränderung der Schweißkraft während  
15 des Prozesses vernachlässigbar klein zu halten. Das Nachsetzverhalten wird über eine Druckfeder realisiert. Dieser Schweißkopf ist in den Figuren 1, 2a, 2b, 3 und 4 der vorliegenden Anmeldung gezeigt.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Schweißkopf anzugeben, welcher eine schnelle Umrüstung für unterschiedliche Anwendungen erlaubt.

Diese Aufgabe wird durch einen Schweißkopf mit einem Antrieb  
25 und einer beweglich gelagerten Elektrode gelöst. Der Schweißkopf besitzt eine Einbauposition zur Aufnahme eines in sich abgeschlossenen und austauschbaren Federpakets, wobei das Federpaket in der Einbauposition im Kraftfluss zwischen Antrieb und Elektrode angeordnet ist.

30 Die im Folgenden genannten Vorteile müssen nicht notwendigerweise durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche erzielt werden. Vielmehr kann es sich hierbei auch um Vorteile handeln, welche lediglich durch einzelne Ausführungsformen,  
35 Varianten oder Weiterbildungen erzielt werden.

Die Einbauposition für das Federpaket stellt eine große Flexibilität in Bezug auf eine Bandbreite benötigter Federkräfte

bereit. Hierdurch kann der Schweißkopf für verschiedene Verfahren im Sinne der Verfahrenssubstitution einfach und schnell umgerüstet werden. Ein jeweils geeignetes Federpaket muss hierzu nur in die Einbauposition eingesetzt werden. Weitere Montageschritte wie Verschrauben sind nicht zwingend erforderlich.

Das im Schweißkopf eingebaute Federpaket bietet den Vorteil, dass es den Nachsetzweg des Schweißkopfes regelt und gleichzeitig die Schweißkraft während der Prozessdauer nahezu konstant hält. Das Federpaket ermöglicht somit ein optimales und sehr schnelles Nachsetzverhalten der Elektrode während des Schweißens. Der Schweißkopf kann daher für anspruchsvollste Buntmetall-Schweißungen verwendet werden.

Wollte man den aus der WO 2012045763 A1 bekannten Schweißkopf für einen neuen Einsatz umgerüstet, so müsste man dessen Druckfeder durch eine andere ersetzen. Dies erfordert im Stand der Technik ein aufwändiges Auseinanderbauen des Schweißkopfes. Demgegenüber ermöglicht der neue Schweißkopf mit dem Federpaket einen sehr zügigen Austausch der Druckfeder.

Die Konstruktion ermöglicht ferner eine kompakte Bauweise des Schweißkopfes. Dadurch sind auch ergonomische und teilmechanisierte Lösungen möglich. Ferner ist eine Einbaulage des Schweißkopfes beliebig. Auch lässt sich der Schweißkopf einfach isolieren. Die kompakte Bauweise ermöglicht ferner den Einsatz des Schweißkopfes als Basiskonzept im Rahmen eines Plattformkonzepts, welches diese Ressource verwendet. Auch kann der Schweißkopf durch seine bewegliche Elektrode für unterschiedliche Materialfluss-Systeme wie etwa Schieberaufnahme, Drehteller oder Werkstückträger eingesetzt werden.

Gemäß einer Ausführungsform enthält der Schweißkopf einen Rahmen, welcher zur Aufnahme des Federpakets eingerichtet ist.

In einer Weiterbildung weist der Rahmen eine Aussparung auf, durch welche das Federpaket, insbesondere zur Einstellung einer Vorspannung des Federpakets, auch im eingebauten Zustand von außen zugänglich bleibt.

5

Diese Weiterbildung hat zum einen den Vorteil, dass das Federpaket durch die Aussparung schnell und einfach eingesetzt und ausgebaut werden kann. Weiterhin bietet die Aussparung den Vorteil, dass die Einstellung einer Vorspannung einer  
10 Druckfeder des Federpakets auch im eingebauten Zustand durch die Aussparung durchgeführt werden kann.

Gemäß einer Ausführungsform weist der Rahmen in axialer Richtung des Federpakets eine runde Öffnung mit einem Innengewinde  
15 auf.

Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass durch die runde Öffnung des Rahmens eine Kolbenstange geführt werden kann, welche in vorteilhafter Weise mit dem Federpaket und dem Rahmen zur Kraftübertragung zusammenwirkt und zum anderen mit-  
20 hilfe eines Formschlusses zum einfachen Einspannen des Federpakets und damit zum schnellen Umrüsten des Schweißkopfs ausgelegt werden kann.

25 In einer Weiterbildung enthält der Schweißkopf eine Kolbenstange, welche beweglich durch eine Federfeststellschraube geführt ist, welche für einen Kopf der Kolbenstange einen rückseitigen Anschlag bildet. Die Federfeststellschraube ist mit einem Außengewinde derart in den Rahmen einschraubbar,  
30 dass der Kopf der Kolbenstange durch die Federfeststellschraube auf das Federpaket gedrückt wird und eine zusätzliche Vorspannung auf die Druckfeder des Federpakets aufbringt.

Diese Weiterbildung hat den Vorteil, dass der Kopf der Kolbenstange und die Federfeststellschraube in vorteilhafter  
35 Weise mit dem Federpaket und dem Rahmen zur Kraftübertragung zusammenwirken und zum anderen mithilfe eines Formschlusses

zum einfachen Einspannen des Federpakets und damit zum schnellen Umrüsten des Schweißkopfs ausgelegt sind.

5 Gemäß einer Ausführungsform ist der Kopf der Kolbenstange zur Herstellung einer formschlüssigen Verbindung mit dem Federpaket geformt. Alternativ oder ergänzend weist der Kopf der Kolbenstange eine zentrische Aussparung auf, welche für eine Aufnahme eines Endes eines starren axial im Federpaket angeordneten Führungsbolzens bei Kompression des Federpakets dimensioniert ist.

10 Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass der Kopf der Kolbenstange einen Formschluss mit dem Federpaket bildet. Beispielsweise umgreift hierzu der Kopf der Kolbenstange geringfügig ein Ende des Federpakets. Somit ist sichergestellt, dass das Federpaket auch bei hohen Druckkräften unter keinen Umständen herauspringen kann. Die zentrische Aussparung hat den Vorteil, dass ein Federpaket mit einem kurzen axial im Federpaket angeordneten Führungsbolzen in den Schweißkopf

15 20 eingesetzt werden kann. Ein solches Federpaket hat eine sehr kompakte und modulare Bausform.

In einer Weiterbildung besitzt der Schweißkopf einen Wasseranschluss und eine Kühlwasserdurchführung, welche zur Kühlung der Elektrode eingerichtet ist. Alternativ oder ergänzend besitzt der Schweißkopf einen Stromanschluss und eine Isolierung, welche den Rahmen elektrisch von der Elektrode isoliert, sodass ein Stromweg durch das Federpaket und den Antrieb ausgeschlossen ist.

30 Gemäß einer Ausführungsform sind nach Einbau des Federpakets der Antrieb, das Federpaket, ein Kraftsensor und die Elektrode in einer Linie angeordnet, so dass eine Wirkungslinie einer Kraft, welche ausgehend von dem Antrieb oder dem Federpaket auf die Elektrode wirkt, zentrisch durch den Kraftsensor und die Elektrode verläuft.

35

Die lineare Anordnung von Antrieb, Federpaket und Elektrode optimiert das Nachsetzverhalten der Elektrode, da keine Kraftmomente zwischen dem Antrieb und der Fügestelle oder zwischen dem elastischen Element und der Fügestelle auftreten können. Ein Kraftmoment würde eine erhöhte Reibung in Führungen der Elektrode bewirken und eine höhere Trägheit und damit ein schlechteres Nachsetzverhalten des Schweißkopfes nach sich ziehen. Demgegenüber ermöglicht der Schweißkopf eine optimal ausgelegte Regelung des Nachsetzverhaltens, welche in direkter Nähe der Fügestelle realisiert ist. Ein wichtiger Vorteil dieser Konstruktion ist somit der direkte Kraftfluss vom Antrieb über das Federpaket bis hin zur Elektrode. Hierbei dient das Federpaket der Nachsetzregelung. Da die Wirkungslinie der Schweißkraft zentrisch und längs durch die Elektrode verläuft, treten keine Relativbewegungen zu den Werkstücken auf. Dies führt zu einer hohen Reproduzierbarkeit und wenig Elektrodenverschleiß.

In einer Weiterbildung ist der Schweißkopf zur Bewegung der Elektrode synchron zum Antrieb eingerichtet, solange die Elektrode an keinem Werkstück anliegt, indem eine Druckkraft vom Antrieb auf die Elektrode ausgeübt wird. Weiterhin ist der Schweißkopf zu einer Entkopplung der Elektrode vom Antrieb und zu einer Bewegung der Elektrode relativ zum Antrieb mittels des Federpakets eingerichtet, solange die Elektrode an einem Werkstück anliegt.

Gemäß einer Ausführungsform ist das Federpaket zur Übertragung der Schweißkraft auf die Elektrode angeordnet und für eine Regelung einer Nachsetzbewegung der Elektrode gegenüber einem Werkstück ausgelegt.

Die zuvor genannte Ausführungsform bietet den Vorteil, dass das Federpaket den Nachsetzweg regelt und gleichzeitig die Schweißkraft während der Prozessdauer nahezu konstant hält. Das Federpaket ermöglicht somit ein optimales Nachsetzverhalten der Elektrode während des Schweißens. Der Schweißkopf

kann daher für anspruchsvollste Buntmetallschweißungen verwendet werden.

In einer Weiterbildung ist der Schweißkopf zum Vorschub der  
5 Elektrode um einen Elektrodenhub während eines Ausfahrens einer Kolbenstange eingerichtet, bis die Elektrode auf ein Werkstück aufsetzt. Er ist ferner zur Kompression des Federpakets um einen Federweg während des Ausfahrens der Kolbenstange eingerichtet, nachdem die Elektrode auf das Werkstück  
10 aufgesetzt hat, wobei der Federweg die Differenz eines Zylinderhubs und des Elektrodenhubs bildet und gemeinsam mit einer Vorspannung des Federpakets eine Schweißkraft definiert, welche auf das Werkstück ausgeübt wird. Weiterhin ist der Schweißkopf zum Vorschub der Elektrode um einen Nachsetzweg  
15 während eines Schweißvorgangs mithilfe des Federpakets eingerichtet, wobei die Kompression des Federpakets um den Nachsetzweg vermindert wird.

Gemäß einer Ausführungsform besitzt der Schweißkopf einen  
20 Schalter, insbesondere einem berührungslosen Endtaster mit rückgekoppeltem Oszillator. Der Schalter ist eingerichtet, eine Relativbewegung zwischen der Elektrode und der Kolbenstange zu ermitteln, welche sich durch Überdrückung des Federpakets nach Aufsetzen der Elektrode auf ein Werkstück ergibt. Der Schweißkopf beinhaltet ferner eine Steuerung, welche bei vorhandener Relativbewegung einen Schweißstrom freigibt und bei fehlender Relativbewegung keinen Schweißstrom freigibt.

30 In einer Weiterbildung ist die Kolbenstange mit einem Feingewinde versehen. Auf der Kolbenstange ist eine obere Kontermutter auf Anschlag mit einer oberen Stellmutter geschraubt, wobei die obere Stellmutter bei Rückführung der Kolbenstange gegen ein Bauteil anschlägt, wodurch ein Hub der Kolbenstange  
35 begrenzt wird. Weiterhin ist auf der Kolbenstange eine untere Kontermutter auf Anschlag mit einer unteren Stellmutter geschraubt ist, wobei die untere Stellmutter bei Vorschub der

Kolbenstange gegen ein Bauteil anschlägt, wodurch der Hub der Kolbenstange begrenzt wird.

Die Weiterbildung stellt eine Hubbegrenzung für einen pneumatischen Zylinder des Schweißkopfs bereit. Hierdurch kann die ausführende Kraft des Federpakets genau definiert werden. Weiterhin löst die Hubbegrenzung das Problem, dass bei einem Antrieb mit mehreren pneumatischen Zylinderpaketen, welche übereinander verschraubt, miteinander verkettet und seriell geschaltet sind, der unterste Zylinder aufgrund der Toleranzen der Zylinder nicht bis auf Anschlag fahren kann.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Schweißkopf eingerichtet zur Einstellung einer Schweißkraft zwischen 500N und 10.000N durch Ausrüstung mit unterschiedlichen Federpaketen.

Die Schweißkraft fällt hierbei jeweils nur unwesentlich höher als eine Vorspannung des Federpakets aus, wenn das Federpaket durch den Antrieb des Schweißkopfs nur geringfügig mit einem dynamischen Federweg von 1,5mm bis 2mm überdrückt wird. Die Zylinderkraft eines pneumatischen Zylinders des Antriebs sollte größer als die maximale Vorspannung des Federpakets sein, um diese überwinden und das Federpaket überdrücken zu können. Vorteilhafterweise wird die Zylinderkraft jedoch nicht wesentlich höher als die maximale Vorspannung des Federpakets gewählt, indem eine Anzahl von in Reihe geschalteten Zylinderpaketen reduziert oder eine Druckluft des Zylinders heruntergeregelt wird. Werden ganz unterschiedliche Federpakete verwendet, sollte die Zylinderkraft über der maximalen Vorspannung von 10.000 N liegen.

Sofern eine Zylinderkraft eines pneumatischen Zylinders eines Antriebs des Schweißkopfs nicht ausreicht, um ein Federpaket mit einer hohen Vorspannung zu überdrücken, so können vorteilhafterweise zusätzliche Zylinderpakete als Zellen über dem pneumatischen Zylinder verschraubt und mit diesem in Reihe geschaltet werden.

Hierdurch wird es möglich, den Schweißkopf im Sinne einer Verfahrenssubstitution auch zum Widerstandslöten oder Warmnieten umzurüsten, da die hierfür benötigten Kräfte der Verfahren sich deutlich unterscheiden. Das Federpaket ermöglicht  
5 hierzu einen besonders einfachen Federwechsel. Insbesondere lässt das Federpaket hierbei ggf. durch eine veränderbare Vorspannung eine stufenlose Feineinstellung der Schweißkraft zu.

10 Der Schweißkopf kann zum Schweißen, insbesondere Widerstandsschweißen, Widerstands-Pressschweißen oder Widerstands-Punktschweißen, zum Löten, insbesondere Widerstandslöten, oder zum Warmnieten verwendet werden.

15 Dies bietet den Vorteil, dass der Schweißkopf durch Verfahrenssubstitution als Ressource für unterschiedliche Technologien genutzt werden kann.

Bei dem Kalibrierungsverfahren für den Schweißkopf ist das  
20 Federpaket in den Rahmen eingesetzt. Die Elektrode des Schweißkopfs wird auf ein Werkstück aufgesetzt wird. Ein Schweißdruck wird mithilfe eines Kraftsensors, welcher zwischen dem Federpaket und dem Rahmen angeordnet ist, wiederholt gemessen. Eine Vorspannung des Federpakets wird eingestellt,  
25 bis der gemessene Schweißdruck einem Sollwert entspricht.

Bei dem Herstellungsverfahren wird das Federpaket in den Rahmen eingesetzt. Die Federfeststellschraube wird in den Rahmen  
30 eingeschraubt, sodass der Kopf der Kolbenstange durch die Federfeststellschraube auf das Federpaket gedrückt wird und eine zusätzliche Vorspannung auf die Druckfeder des Federpakets aufbringt.

35 Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Ansicht eines Schweißkopfes aus dem Stand der Technik mit einer Zerlegung in seine Bestandteile,
- Figur 2a eine Frontalansicht mit einem Schnitt durch den Schweißkopf aus Figur 1,
- Figur 2b eine Seitenansicht auf den Schweißkopf aus Figur 1,
- Figur 3 eine erste Detailansicht des Schweißkopfes aus Figur 1,
- Figur 4 eine zweite Detailansicht des Schweißkopfes aus Figur 1,
- Figur 5 ein Federpaket,
- Figur 6 einen Schweißkopf mit eingebautem Federpaket,
- Figur 7 das Federpaket aus Figur 5 in einer detaillierten Darstellung,
- Figur 8 die Bestandteile des Federpakets,
- Figur 9 ein Federpaket im eingebauten Zustand in einer Maschine,
- Figur 10 eine Hubbegrenzung für einen pneumatischen Zylinder,
- Figur 11 ein Betriebsverfahren für einen Schweißkopf mit eingebautem Federpaket,
- Figur 12 einen Ausbau des Federpakets aus einer Maschine,
- Figur 13 einen Schweißkopf mit Wasser- und Stromanschluss,
- Figur 14 einen Schweißkopf mit elektrischer Isolierung,

Figur 15 eine Einstellmutter mit elektrischer Isolierung,

Figur 16 einen Schweißkopf mit eingebautem Federpaket.

5 Figur 1 zeigt einen aus der WO 2012045763 A1 bekannten Schweißkopf 1 mit einem Antrieb 2, einer Elektrode 3 und einem elastischen Element 4, beispielsweise einer Druckfeder, welche auf einer Wirkungslinie 5 angeordnet sind. Zusätzlich sind auch ein Sensor 8, eine Distanzhülse 21, eine Kolben-  
10 stange 20 und eine Elektrodenführung 31 eingezeichnet. Figur 1 zeigt die Montage der genannten Elemente im Detail.

Weiterhin zeigt Figur 1 einen Kraftsensor 7, welcher zwischen dem elastischen Element 4 und der Elektrode 3 angeordnet ist.  
15 Der Kraftsensor 7 liegt somit im direkten Kraftfluss zwischen dem Antrieb 2, dem elastischen Element 4 und der Elektrode 3. Ein Anschlagstift 72 ist mit einer Führungswelle 75 des elastischen Elements 4 verbunden. Er ermöglicht im Zusammenspiel mit einer Stellmutter 73, die mittels einer Verdrehsicherung  
20 über O-Ring an einer Verlängerung des Antriebs 2 fest montiert ist, einen einfachen Ein- und Ausbau des Kraftsensors 7.

Eine zweite Stellmutter 74, welche auf der Führungswelle 75  
25 montiert ist, dient dazu, eine Vorspannung des elastischen Elements 4 einzustellen.

Figur 2a zeigt eine Frontalansicht des Schweißkopfes 1 aus Figur 1 mit einem Schnitt durch den Schweißkopf 1. Gezeigt sind erneut ein Antrieb 2, eine Elektrode 3 und ein elastisches Element 4, welche auf einer Wirkungslinie 5 linear angeordnet sind. Weiterhin gut zu erkennen sind eine Distanzhülse 20 und Elektrodenführungen 30. Zusätzlich zu einem Zylinderhub Z, einem Federweg F und einem Elektrodenhub E ist  
30 in Figur 2a auch eine Vorspannung V eingezeichnet, um welche das elastische Element 4 vorgespannt wird.  
35

Weiterhin zeigt Figur 2a einen Kraftsensor 7, welcher zwischen dem elastischen Element 4 und der Elektrode 3 angeordnet ist. Der Kraftsensor 7 liegt somit im direkten Kraftfluss zwischen dem Antrieb 2, dem elastischen Element 4 und der Elektrode 3. Ein Anschlagstift ist mit einer Führungswelle 75 des elastischen Elements 4 verbunden. Er ermöglicht im Zusammenspiel mit einer Stellmutter 73, die mittels einer Verdreh-  
5 sicherung über O-Ring an einer Verlängerung des Antriebs 2 fest montiert ist, einen einfachen Ein- und Ausbau des Kraft-  
10 sensors 7. Die zweite Stellmutter 74, welche auf der Führungswelle 75 montiert ist, verhält sich wie zuvor beschrieben.

Figur 2b zeigt den Schweißkopf 1 aus Figur 1 in einer Seiten-  
15 ansicht. Neben einem Antrieb 2, einem elastischen Element 4 und einer Elektrode 3, welche erneut in einer Wirkungslinie 5 linear angeordnet sind, zeigt Figur 2b auch eine Distanzhülse 21, einen Sensor 8 und einen Anschluss für eine Spannungsmessleitung 50. Der Anschluss für eine Spannungsmessleitung  
20 50 dient hierbei einer Messung eines Spannungsabfalls zwischen den Elektroden. Die anderen Elemente haben die gleiche Funktion wie zuvor beschrieben.

Figur 3 zeigt eine erste Detailansicht des Schweißkopfes 1  
25 aus Figur 1. In der Darstellung ist die Führungswelle 75, welche als Führung für die Druckfeder dient, hervorgehoben. Die Führungswelle 75, welche auch als Führungsbolzen bezeichnet werden kann, erstreckt sich weit über die Druckfeder hinaus durch andere Bauelemente des Schweißkopfes 1 wie etwa die  
30 in Figur 3 und 4 gezeigte Stellmutter 73, welche mit einem Anschlagstift 72 zusammenwirkt. Dies führt dazu, dass die Druckfeder in der Praxis nur mit größtem Aufwand ausgetauscht werden kann, da zahlreiche Bauteile des Schweißkopfes 1 hierfür auseinandergesetzt und zerlegt werden müssen.

35

Figur 4 zeigt die Konstruktion zur Kraftübertragung auf die Druckfeder des Schweißkopfes 1 im Detail.

Figur 5 zeigt ein Federpaket 100, welches die in Figur 3 und Figur 4 gezeigten Bauelemente des aus dem Stand der Technik bekannten Schweißkopfes zumindest teilweise ersetzt und darüber hinaus deutliche Vorteile aufweist. Gezeigt sind neben  
5 einer Druckfeder 104 eine Einlegscheibe 102, welche mithilfe einer Sechskantschraube 101 fixiert ist und gemeinsam mit einer Einstellmutter 120 eine Vorspannung auf die Druckfeder 104 aufbringt.

10 Druckfedern sind Bauteile, welche unter Belastung nachgeben und nach Entlastung in ihre ursprüngliche Form zurückkehren, sich also elastisch rückstellend verhalten. Die rücktreibende Kraft einer Druckfeder ist nach dem Hookeschen Gesetz proportional zu einer Verschiebung eines Kraftangriffspunktes entgegen einer Kraftzugrichtung, in welche die Druckfeder wirkt.  
15

Figur 6 zeigt einen Schweißkopf 1, in welchen das Federpaket 100 aus Figur 5 eingesetzt ist. Das Federpaket 100 ist hierbei in einen Rahmen 180 eingesetzt. Deutlich sichtbar sind  
20 weiterhin eine Elektrode 3 und ein Antrieb 2 des Schweißkopfes 1. Das Federpaket 100 wird mithilfe einer Federfeststellschraube 130 zusätzlich komprimiert, indem diese einen Kopf einer Kolbenstange auf das Federpaket 100 drückt. Hierdurch wird ein definierter Betrag an Kraft auf den Kopf der Kolben-  
25 stange und das Federpaket 100 ausgeübt, wodurch sich ein Kraftschluss ergibt. Der Kopf der Kolbenstange bildet ferner einen Formschluss mit dem Federpaket 100, wodurch sichergestellt ist, dass dieses nicht aus dem Schweißkopf 1 heraus-  
springt.

30  
Figur 7 zeigt ein Federpaket 100 in einer detaillierten Darstellung. Eine Druckfeder 104 wird durch eine Einstellmutter 120 mit einem Innengewinde 122 und durch eine Einlegscheibe 102 in axialer Richtung begrenzt. Die Einlegscheibe 102 ist  
35 mithilfe einer Sechskantschraube 101 an einem Führungsbolzen 110 befestigt. Hierzu wird die Sechskantschraube 101 in ein Innengewinde 111 des Führungsbolzens 110 eingeschraubt und drückt über die Einlegscheibe 102 die Druckfeder 104 zusam-

men. Dies führt zu einer definierten Vorspannung der Druckfeder 104. Eine Schutzhülse 103 liegt lose auf der Einstellmutter 120. Die Schutzhülse 103 ist kürzer als die Druckfeder 104 unter maximaler Krafteinwirkung. Die Außenseite der  
5 Schutzhülse 103 ist gehärtet, um Materialabtrag durch Reibung mit der Druckfeder 104 zu vermeiden. Sie dient zusätzlich als Federführung. Der Führungsbolzen 110 weist an seiner Unterseite einen Anschlag 113 sowie ein Außengewinde 112 auf. Die Einstellmutter 120 ist mit ihrem Innengewinde 122 auf das Außengewinde 112 des Führungsbolzens 112 aufgeschraubt. Zur Erhöhung der Vorspannung der Druckfeder 104 wird die Einstellmutter 120 nach oben geschraubt. Eine Gesamthöhe 105 des Federpakets 100 ergibt sich aus der Summe der Bauhöhen der Einstellmutter 120, der Druckfeder 104 sowie der Einlegscheibe  
10 102. Die Gesamthöhe 105 entspricht in etwa der Länge des Führungsbolzens 110.

Figur 8 zeigt die Bestandteile des Federpakets 100 aus Figur 7. Im Einzelnen gezeigt sind die Sechskantschraube 101, die  
20 Einlegscheibe 102, die Schutzhülse 103, die Druckfeder 104, der Führungsbolzen 110 mit Innengewinde 111, Außengewinde 112 sowie Anschlag 113. Ferner ist die Einstellmutter 120 eingezeichnet.

25 Figur 9 zeigt ein Federpaket 100 im eingebauten Zustand in einer Maschine. Das Federpaket 100 mit seinen Bestandteilen Einlegscheibe 102, Führungsbolzen 110, Druckfeder 104, Schutzhülse 103 und Einstellmutter 120 wird zunächst in einen Rahmen 180 eingesetzt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich zwischen der Unterseite des Federpakets 100 und  
30 dem Rahmen 180 ein Kraftsensor 7. Der Rahmen 180 ist beispielsweise in einem Schweißkopf oder einer beliebigen anderen Maschine verbaut.

35 Nach dem Einsetzen des Kraftsensors 7 und des Federpakets 100 in den Rahmen 180 wird eine Federfeststellschraube 130 bis auf Anschlag in den Rahmen 180 eingeschraubt. Hierbei wird ein Kopf einer Kolbenstange 20 durch die Federfeststell-

schraube 130 auf das Federpaket 100 gedrückt, wodurch die Druckfeder 104 um den in Figur 9 eingezeichneten Vorspannweg 131 zusätzlich vorgespannt wird. Die Federfeststellschraube 130 besitzt hierzu einen Anschlag, bis zu welchem sie mit einem Außengewinde in den Rahmen 180 eingeschraubt werden kann.  
5 Der Vorspannweg 131 ergibt sich aus der Differenz der Länge des Außengewindes der Federfeststellschraube 130 gegenüber der Dicke des Rahmens 180.

10 Nach dem Anziehen der Federfeststellschraube 130 bildet das Federpaket 100 mit dem Kopf der Kolbenstange 20 sowie dem Kraftsensor 7 einen Kraftschluss. Zur Verbindung des Federpakets 100 mit dem Kopf der Kolbenstange 20 bietet sich alternativ oder ergänzend ein Formschluss an, um ein Herausspringen des Federpakets 100 bei hohen Druckkräften zu verhindern.  
15

Die Vorspannkraft des Federpakets 100 ergibt sich aus einer Addition von drei Federwegen:

- 20 - dem Federweg, welcher sich durch Kompression der Druckfeder 104 bei Einschrauben der Sechskantschraube ergibt, vgl. hierzu die Beschreibung zu Figur 7,
- dem Federweg, welcher sich aus der Kompression der Druckfeder 104 durch Einschrauben der Federfeststellschraube 130 ergibt, und
- 25 - dem Federweg, welcher zusätzlich durch die Einstellmutter 120 am Federpaket 100 eingestellt werden kann.

Im eingebauten Zustand ist lediglich der letzte Federweg durch Verstellung der Einstellmutter 120 einstellbar. Bei  
30 Verwendung des Federpakets 100 in einem Schweißkopf erfolgt die Einstellung der Vorspannung nach einem Aufsetzen des Schweißkopfes auf ein Werkstück in Abhängigkeit von Messungen des Kraftsensors 7, welcher die aktuell eingestellte Schweißkraft ermittelt.

35

Entscheidend für eine ausführende Kraft der Druckfeder 104 ist des Weiteren eine Hubbegrenzung eines pneumatischen Zylinders der Maschine, in welche das Federpaket 100 eingesetzt

ist. Die mechanischen Elemente einer solchen Hubbegrenzung sind in Figur 10 dargestellt. Gezeigt ist ein Antrieb 2, welcher beispielsweise aus drei miteinander verketteten pneumatischen Zylindern als Kraftpaket besteht. Eine Kolbenstange 5 20 des Antriebs ist mit einem Feingewinde 146 versehen, auf welchem eine obere Kontermutter 143 auf Anschlag mit einer oberen Stellmutter 141 geschraubt ist. Die obere Stellmutter 141 schlägt am Antrieb 2 an und bildet somit eine Hubbegrenzung. Weiterhin ist eine untere Kontermutter 144 auf Anschlag 10 mit einer unteren Stellmutter 142 geschraubt, welche bei einem Ausfahren der Kolbenstange 20 gegen einen Anschlag 145 der Maschine anschlägt und somit den Hub der Kolbenstange 20 ebenfalls begrenzt. Weiterhin löst die Hubbegrenzung das Problem, dass bei einem Antrieb 2 mit mehreren pneumatischen 15 Zylinderpaketen, welche übereinander verschraubt, miteinander verkettet und seriell geschaltet sind, der unterste Zylinder aufgrund der Toleranzen der Zylinder nicht bis auf Anschlag fahren kann.

20 Figur 11 zeigt ein Betriebsverfahren für einen Schweißkopf mit eingebautem Federpaket 100. Ein Rahmen 180, ein Kraftsensor 7 und eine Kolbenstange 20 sowie eine Federfeststellschraube 130 wirken hierbei mit dem Federpaket 100 wie bei Figur 9 beschrieben zusammen. Zusätzlich gezeigt sind eine 25 Elektrode 3 des Schweißkopfes, welche mit dem Rahmen 180 fest verbunden ist, sowie Werkstücke 6.

Figur 11 zeigt den Schweißkopf in einem ersten Betriebszustand 11, einem zweiten Betriebszustand 12, einem dritten Betriebszustand 13 sowie einem vierten Betriebszustand 14. Die 30 Kolbenstange 20, das Federpaket 100, der Kraftsensor 7 und die Elektrode 3 sind in einer Wirkungslinie angeordnet. Der Schweißkopf wird mit dem Ziel betrieben, die Werkstücke 6 miteinander zu verschweißen.

35

Die Kolbenstange 20 entfaltet ihre Antriebskraft entlang der Senkrechten über das Federpaket 100, den Kraftsensor 7, den Rahmen 180 und schließlich die Elektrode 3 auf die Werkstücke

6. Ein galvanischer Überzug der Elektrode 3 verhindert eine Korrosion der Elektrode 3 und vermeidet Kontaktwiderstandsveränderungen.

5 Der Kraftsensor 7 ist zwischen dem Federpaket 100 und dem Rahmen 180 angeordnet. Er liegt somit im direkten Kraftfluss zwischen der Kolbenstange 20, dem Federpaket 100 und der Elektrode 3. Anstelle des Kraftsensors 7 kann auch ein Distanzstück verbaut werden, welches sich zu einem späteren  
10 Zeitpunkt durch den Kraftsensor 7 ersetzen lässt.

Ein Kraftsensor (auch als Kraftaufnehmer bezeichnet) misst eine Kraft, die auf ihn wirkt. Beispielsweise misst ein dosenförmiger Kraftsensor eine Verformung seines Metallkörpers  
15 mithilfe von Dehnungsmessstreifen, deren elektrischer Widerstand sich mit der Verformung ändert.

Im ersten Betriebszustand 11 befindet sich der Schweißkopf in einer Grundstellung. Im Folgenden wird davon ausgegangen,  
20 dass die Kolbenstange 20 von einem pneumatischen Zylinder angetrieben wird, welcher im ersten Betriebszustand 11 eingefahren ist. Der Antrieb kann auch ein Kraftpaket sein, welches aus drei pneumatischen Zylindern besteht. Der pneumatische Zylinder befindet sich hierbei oberhalb der Kolbenstange  
25 20 im Ruhezustand. Der Schweißkopf bzw. dessen Elektrode 3 liegt nicht auf den Werkstücken 6 auf. Im Federpaket 100 wirkt nur eine Kraft, welche sich aus der eingestellten Vorspannung bzw. den drei bei Figur 9 beschriebenen Federwegen ergibt. Im ersten Betriebszustand 11 können der Kraftsensor 7  
30 und das Federpaket 100 entnommen und ausgetauscht werden, sofern die in Figur 12 gezeigten Montageschritte durchgeführt werden.

Im zweiten Betriebszustand 12 ist die Kolbenstange 20 im Rahmen der Hubbegrenzung aus Figur 10 vollständig ausgefahren.  
35 Die Elektrode 3 hat beim Übergang vom ersten Betriebszustand 11 in den zweiten Betriebszustand 12 einen Elektrodenhub zurückgelegt und auf die Werkstücke 6 aufgesetzt. Da die Elekt-

rode 3 auf die Werkstücke 6 bereits aufsetzt, bevor die Kolbenstange 20 mit ihrer unteren Stellmutter 142 an den Anschlag 145 (in Figur 10 gezeigt) anschlägt, wird das Federpaket 100 zusätzlich zu der bereits im ersten Betriebszustand 11 vorhandenen Vorspannung noch um einen Federweg F zusammengedrückt, der in Figur 11 eingezeichnet ist.

Das Federpaket 100 ist im zweiten Betriebszustand 12 folglich überdrückt. Die Elektrode 3 drückt nun mit einer definierten Schweißkraft auf die Werkstücke 6. Die Schweißkraft ergibt sich hierbei aus der Vorspannkraft, welche sich aus den drei bei Figur 9 beschriebenen Federwegen zusammensetzt, und dem Federweg F. Der Federweg F entspricht hierbei der Zylinderkraft, welche über die Kolbenstange 20 auf das Federpaket 100 aufgebracht wird. Vorspannkraft und Zylinderkraft bestimmen somit die resultierende Kraft, welche von dem Federpaket 100 auf die Werkstücke 6 ausgeübt wird. Wenn der Kraftsensor 7 in den Rahmen 180 eingesetzt ist, lässt sich im zweiten Betriebszustand 12 die genaue Schweißkraft bestimmen und mithilfe der in den vorangegangenen Figuren gezeigten Einstellmutter 120 des Federpakets 100 einstellen. Je nach Ausführung des Federpakets 100 lässt sich die Schweißkraft beispielsweise zwischen 500 N und 10.000 N einstellen, wobei zur Abdeckung dieses Wertebereichs mehrere Federpakete mit unterschiedlich starken Druckfedern bereitgestellt und wahlweise verwendet werden können.

Die Vorspannung der Druckfeder wird beispielsweise zwischen 1,8 und 8,5 mm eingestellt. Der Federweg F wird beispielsweise zwischen 1 und 3 mm, vorzugsweise bei 1,5 mm, eingestellt. Je nach Konstruktion können sich auch andere Grenz- und Richtwerte für die Schweißkraft, den Federweg F und die Vorspannung ergeben. Mithilfe eines Beros 162 (in Figur 16 gezeigt) lässt sich bestimmen, ob eine Relativbewegung der Elektrode 3 gegenüber der Kolbenstange 20, d.h. eine Überdrückung des Federpakets 100 stattgefunden hat. Bei positiver Abfrage des Beros 162 (siehe Figur 16) wird ein Schweißstrom

freigegeben, wodurch eine Verschweißung der Werkstücke 6 erfolgt.

Der Schweißvorgang selbst findet zwischen dem zweiten Betriebszustand 12 und dem dritten Betriebszustand 13 statt und ist in letzterem bereits abgeschlossen. Während des Schweißvorgangs erwärmen sich die Werkstücke 6 und werden teigig. Dabei sinkt die Elektrode 3 um einen Nachsetzweg N in die Werkstücke 6 ein. Somit ergibt sich eine Nachsetzbewegung der Elektrode 3 in das nachgebende Material der Werkstücke 6. Entsprechend verringert sich die Kompression des Federpakets 100 ausgehend vom Federweg F um den Nachsetzweg N. Durch den Aufbau des Schweißkopfes geht das Nachsetzen sehr schnell, und der Einbruch der Schweißkraft wird dabei minimal gehalten. Mit der Reduzierung des Federwegs F hat sich auch die Kraft der Druckfeder des Federpakets 100 um den entsprechenden Betrag reduziert. Dieser Kraftverlust ist aufgrund der kurzen Wege im Millimeterbereich beim Nachsetzen zu vernachlässigen.

20

Der vierte Betriebszustand 14 zeigt den Fall, dass die Kolbenstange 20 im Rahmen ihrer Hubbegrenzung vollständig ausgefahren ist, wobei jedoch keine Werkstücke 6 vorhanden sind, weshalb die Elektrode 3 ins Leere geschoben wird. In diesem Fall findet also keine Kompression des Federpakets 100 um den Federweg F statt, d.h. das Federpaket 100 ist im vierten Betriebszustand 14 nicht beaufschlagt. Dies kann durch den Bero 162 aus Figur 16 detektiert werden und dient zur Kontrolle, ob Werkstücke zum Schweißen vorhanden sind. Der Federweg F ist in diesem Fall gleich 0. Dies lässt sich durch den Bero 162 aus Figur 16 feststellen, woraufhin der Schweißstrom nicht freigegeben wird.

Zusammenfassend bewegt sich die Elektrode 3 solange synchron zur Bewegung der Kolbenstange 20, wie sie an keinem Werkstück 6 anliegt. Sobald die Elektrode 3 an einem Werkstück 6 anliegt, wird sie von der Kolbenstange 20 entkoppelt und bewegt

sich relativ zu der Bewegung der Kolbenstange 20. Dies wird durch das Federpaket 100 ermöglicht.

Figur 12 zeigt einen Ausbau eines Federpakets 100 aus einer Maschine, beispielsweise aus dem zuvor beschriebenen Schweißkopf. Die Konstruktion der gezeigten Elemente entspricht hierbei den Ausführungsbeispielen der Figuren 9 und 11. Zum Ausbau des Federpakets 100, welches gemeinsam mit einem Kraftsensor 7 in einen Rahmen 180 eingesetzt ist, wird in einem ersten Montageschritt 61 eine Federfeststellschraube 130, welche, wie in Figur 9 beschrieben, mit dem Federpaket 100 zusammenwirkt, gelöst. Damit übt diese Kupplung keine Kraft mehr auf das Federpaket 100 aus. Da das Federpaket 100 nun lose im Rahmen 180 liegt, kann im zweiten Montageschritt 62 der Kraftsensor 7 herausgezogen werden, wodurch das Federpaket 100 auf den Boden des Rahmens 180 rutscht oder fällt. Daraufhin wird das Federpaket 100 in einem dritten Montageschritt 63 selbst aus dem Rahmen 180 entnommen und gegebenenfalls ausgetauscht.

Der Einbau des Federpakets 100 bzw. des Kraftsensors 7 erfolgt dementsprechend in umgekehrter Reihenfolge der Montageschritte. Abschließend muss dann die Federfeststellschraube 130 nach dem Einsetzen des Kraftsensors 7 wieder bis auf Anschlag angezogen werden.

Figur 13 zeigt einen Schweißkopf 1 mit einem Stromanschluss 171 und einem Wasseranschluss 172. Die Anschlüsse befinden sich an der Rückseite des Schweißkopfes 1. Der Wasseranschluss 172 dient einer Wasserkühlung der Elektrode 3 mittels Kühlwasserdurchführung.

Figur 14 zeigt einen Ausschnitt eines Schweißkopfs mit einem Federpaket 100, einem Rahmen 180 sowie einer Isolierung 150, welche beim Schweißen einen korrekten Stromweg durch ein Werkstück gewährleistet. Die Isolierung 150 ist als isolierende Druckplatte zwischen dem Rahmen 180 und dem unteren Teil des Schweißkopfes mit der Elektrode angebracht.

Figur 15 zeigt eine Schnittdarstellung einer Einstellmutter 120 mit elektrischer Isolierung zur Verwendung in den in Figur 5, Figur 6, Figur 7, Figur 9, Figur 11, Figur 12, Figur 14 und Figur 16 gezeigten Federpaketen. Die Einstellmutter 120 weist eine Vertiefung auf, in welcher das untere Ende der Druckfeder positioniert werden kann. Der Durchmesser der Vertiefung entspricht daher dem Feder-Außendurchmesser 121. Zum Aufschrauben der Einstellmutter 120 auf dem Außengewinde des Führungsbolzens besitzt die Einstellmutter 120 ein Innengewinde 122.

Zur elektrischen Isolation des Federpakets besteht die Einstellmutter 120 aus zwei Schichten. Die äußere Schicht, welche in Figur 15 durch eine nach rechts abfallende Schraffur gezeigt ist, besteht aus einem nicht-leitenden Kunststoff. Aus dem gleichen Material ist der in den Figuren 7 und 8 gezeigte Anschlag 113 des Führungsbolzens 110 gefertigt. Durch all diese Maßnahmen wird der Stromweg durch das Federpaket und in der Folge die Kolbenstange ausgeschlossen.

Figur 16 zeigt einen vollständigen Schweißkopf 1, welcher mit einem schnell und einfach wechselbaren Federpaket 100 arbeitet. Neben einem Antrieb 2 sind die bereits in Figur 10 gezeigte und erläuterte obere Stellmutter 141, obere Kontermutter 143, untere Stellmutter 142 und untere Kontermutter 144 dargestellt. Weiterhin ist ein Bero 162 mit einer Rändelschraube 161 zum Einstellen des Beros 162 für eine Teilabfrage wie im Kontext der Figur 11 eingezeichnet. Das Federpaket 100 ist in einen Rahmen 180 eingesetzt.

Eine Einstellmutter des Federpakets 100 ist selbst in eingebautem Zustand noch von außen zur Einstellung der Vorspannung zugänglich. Anstelle eines Kraftsensors ist im gezeigten Schweißkopf 1 eine Ausgleichsscheibe 165 eingesetzt. Diese kann bei Bedarf durch einen Kraftsensor ausgetauscht werden. Eine Elektrode 3 des Schweißkopfes 1 wird von einem Elektrodenhalter 166 gehalten.

Die beschriebenen Ausführungsformen, Weiterbildungen und Ausführungsbeispiele können frei miteinander kombiniert werden.

## Patentansprüche / Patent claims

1. Schweißkopf (1),
  - mit einem Antrieb (2) und einer beweglich gelagerten  
5 Elektrode (3),
  - mit einer Einbauposition zur Aufnahme eines in sich abgeschlossenen und austauschbaren Federpakets (100), wobei das Federpaket (100) in der Einbauposition im Kraftfluss zwischen Antrieb (2) und Elektrode (3) angeordnet ist.  
10
2. Schweißkopf (1) nach Anspruch 1,
  - mit einem Rahmen (180), welcher zur Aufnahme des Federpakets (100) eingerichtet ist.
- 15 3. Schweißkopf (1) nach Anspruch 2,
  - bei dem der Rahmen (180) eine Aussparung aufweist, durch welche das Federpaket (100), insbesondere zur Einstellung einer Vorspannung des Federpakets (100), auch im eingebauten Zustand von außen zugänglich bleibt.  
20
4. Schweißkopf (1) nach Anspruch 2 oder 3,
  - bei dem der Rahmen (180) in axialer Richtung des Federpakets (100) eine runde Öffnung mit einem Innengewinde aufweist.  
25
5. Schweißkopf (1) nach Anspruch 4,
  - mit einer Kolbenstange (20), welche beweglich durch eine Federfeststellschraube (130) geführt ist, welche für einen Kopf der Kolbenstange (20) einen rückseitigen Anschlag  
30 bildet,
  - bei dem die Federfeststellschraube (130) mit einem Außengewinde derart in den Rahmen (180) einschraubbar ist, dass der Kopf der Kolbenstange (20) durch die Federfeststellschraube (130) auf das Federpaket (100) gedrückt wird und  
35 eine zusätzliche Vorspannung auf die Druckfeder (104) des Federpakets (100) aufbringt.
6. Schweißkopf (1) nach Anspruch 5,

- bei der der Kopf der Kolbenstange (20) zur Herstellung einer formschlüssigen Verbindung mit dem Federpaket (100) geformt ist, und/oder
  - bei der der Kopf der Kolbenstange (20) eine zentrische  
5 Aussparung aufweist, welche für eine Aufnahme eines Endes eines starren axial im Federpaket (100) angeordneten Führungsbolzens (110) bei Kompression des Federpakets (100) dimensioniert ist.
- 10 7. Schweißkopf (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
- mit einem Wasseranschluss (172) und einer Kühlwasserdurchführung, eingerichtet zur Kühlung der Elektrode (3),  
und/oder
  - mit einem Stromanschluss (171) und einer Isolierung (150),  
15 welche den Rahmen (180) elektrisch von der Elektrode (3) isoliert, sodass ein Stromweg durch das Federpaket (100) und den Antrieb (2) ausgeschlossen ist.
8. Schweißkopf (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
- bei dem nach Einbau des Federpakets (100) der Antrieb (2),  
20 das Federpaket (100), ein Kraftsensor (7) und die Elektrode (3) in einer Linie angeordnet sind, so dass eine Wirkungslinie (5) einer Kraft, welche ausgehend von dem Antrieb (2) oder dem Federpaket (100) auf die Elektrode (3)  
25 wirkt, zentrisch durch den Kraftsensor (7) und die Elektrode (3) verläuft.
9. Schweißkopf (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
- eingerichtet zur Bewegung der Elektrode (3) synchron zum  
30 Antrieb (2), solange die Elektrode (3) an keinem Werkstück anliegt, indem eine Druckkraft vom Antrieb (2) auf die Elektrode (3) ausgeübt wird, und
  - eingerichtet zu einer Entkopplung der Elektrode (3) vom  
Antrieb (2) und zu einer Bewegung der Elektrode (3) rela-  
35 tiv zum Antrieb (2) mittels des Federpakets (100), solange die Elektrode (3) an einem Werkstück (6) anliegt.
10. Schweißkopf (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

- bei dem das Federpaket (100) zur Übertragung der Schweißkraft auf die Elektrode (3) angeordnet und für eine Regelung einer Nachsetzbewegung der Elektrode (3) gegenüber einem Werkstück (6) ausgelegt ist.

5

11. Schweißkopf (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
- eingerichtet zum Vorschub der Elektrode (3) um einen Elektrodenhub während eines Ausfahrens einer Kolbenstange (20), bis die Elektrode (3) auf ein Werkstück (6) auf-

10

- setzt,  
- eingerichtet zur Kompression des Federpakets (100) um einen Federweg (F) während des Ausfahrens der Kolbenstange (20), nachdem die Elektrode (3) auf das Werkstück (6) aufgesetzt hat, wobei der Federweg (F) die Differenz eines Zylinderhubs und des Elektrodenhubs (E) bildet und gemeinsam mit einer Vorspannung des Federpakets (100) eine Schweißkraft definiert, welche auf das Werkstück (6) ausgeübt wird, und

15

- eingerichtet zum Vorschub der Elektrode (3) um einen Nachsetzweg (N) während eines Schweißvorgangs mithilfe des Federpakets (100), wobei die Kompression des Federpakets (100) um den Nachsetzweg (N) vermindert wird.

20

12. Schweißkopf (1) nach Anspruch 11,

25

- mit einem Schalter (162), insbesondere einem berührungslosen Endtaster mit rückgekoppeltem Oszillator,  
- wobei der Schalter (162) eingerichtet ist, eine Relativbewegung zwischen der Elektrode (3) und der Kolbenstange (20) zu ermitteln, welche sich durch Überdrückung des Federpakets (100) nach Aufsetzen der Elektrode (3) auf ein Werkstück (6) ergibt, und
- mit einer Steuerung, welche bei vorhandener Relativbewegung einen Schweißstrom freigibt und bei fehlender Relativbewegung keinen Schweißstrom freigibt.

30

35

13. Schweißkopf (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
- bei der die Kolbenstange (20) mit einem Feingewinde (146) versehen ist,

- bei der auf der Kolbenstange (20) eine obere Kontermutter (143) auf Anschlag mit einer oberen Stellmutter (141) geschraubt ist, wobei die obere Stellmutter (141) bei Rückführung der Kolbenstange (20) gegen ein Bauteil anschlägt, 5  
wodurch ein Hub der Kolbenstange (20) begrenzt wird,
  - bei dem auf der Kolbenstange (20) eine untere Kontermutter (145) auf Anschlag mit einer unteren Stellmutter (142) geschraubt ist, wobei die untere Stellmutter (142) bei Vor- 10  
schub der Kolbenstange (20) gegen ein Bauteil anschlägt,  
wodurch der Hub der Kolbenstange (20) begrenzt wird.
14. Schweißkopf (1) nach Anspruch 13, eingerichtet zur Einstellung einer Schweißkraft zwischen 500N und 10.000N durch Ausrüstung mit unterschiedlichen Federpaketen (100). 15
15. Verwendung des Schweißkopfs (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche zum Schweißen, insbesondere Widerstandsschweißen, Widerstands-Pressschweißen oder Widerstands-Punktschweißen, Löten, insbesondere Widerstandslöten, oder Warmnieten. 20
16. Kalibrierungsverfahren für den Schweißkopf (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 14, 25
- bei dem das Federpaket (100) in den Rahmen (180) eingesetzt ist,
  - bei dem die Elektrode (3) des Schweißkopfs (1) auf ein Werkstück (6) aufgesetzt wird,
  - bei dem ein Schweißdruck mithilfe eines Kraftsensors (7), welcher zwischen dem Federpaket (100) und dem Rahmen (180) 30  
angeordnet ist, wiederholt gemessen wird, und
  - bei dem eine Vorspannung des Federpakets (100) eingestellt wird, bis der gemessene Schweißdruck einem Sollwert entspricht.
- 35 17. Herstellungsverfahren für einen Schweißkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 mit den Merkmalen des Anspruchs 5,

- bei dem das Federpaket (100) in den Rahmen (180) eingesetzt wird, und
- bei dem die Federfeststellschraube (130) in den Rahmen (180) eingeschraubt wird, sodass der Kopf der Kolbenstange (20) durch die Federfeststellschraube (130) auf das Federpaket (100) gedrückt wird und eine zusätzliche Vorspannung auf die Druckfeder (104) des Federpakets (100) aufbringt.

FIG 1

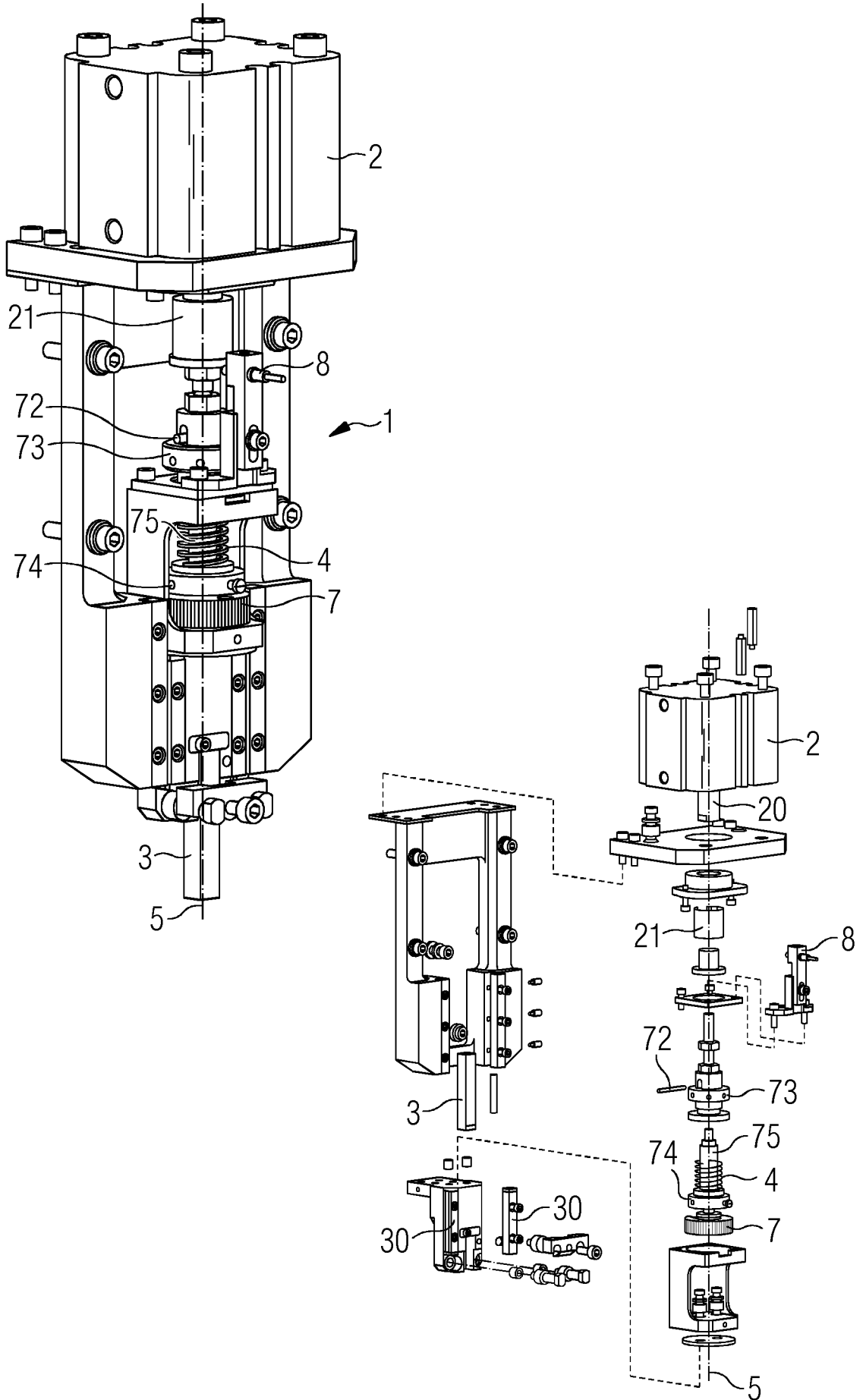




FIG 3

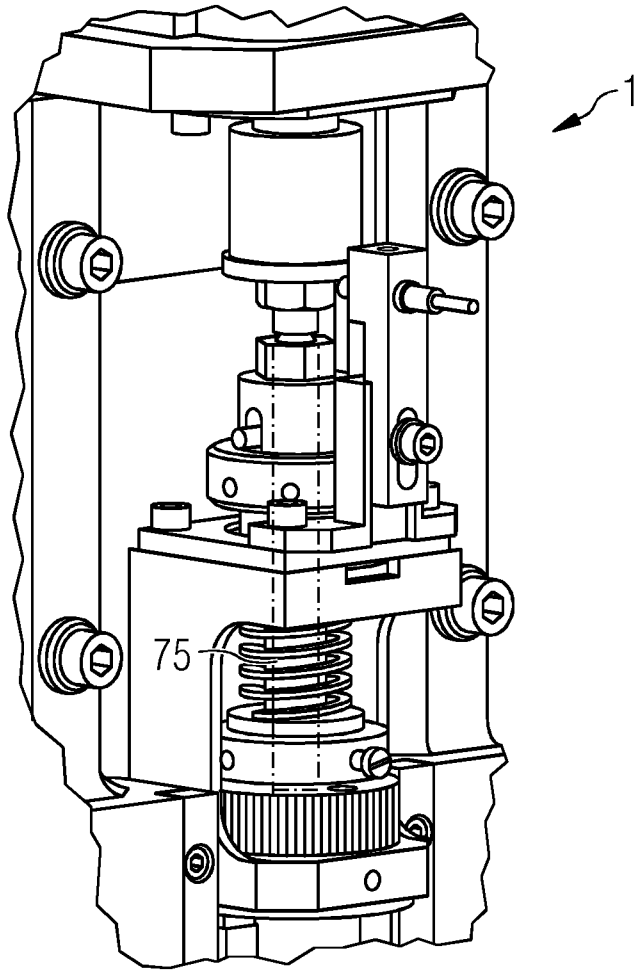


FIG 4

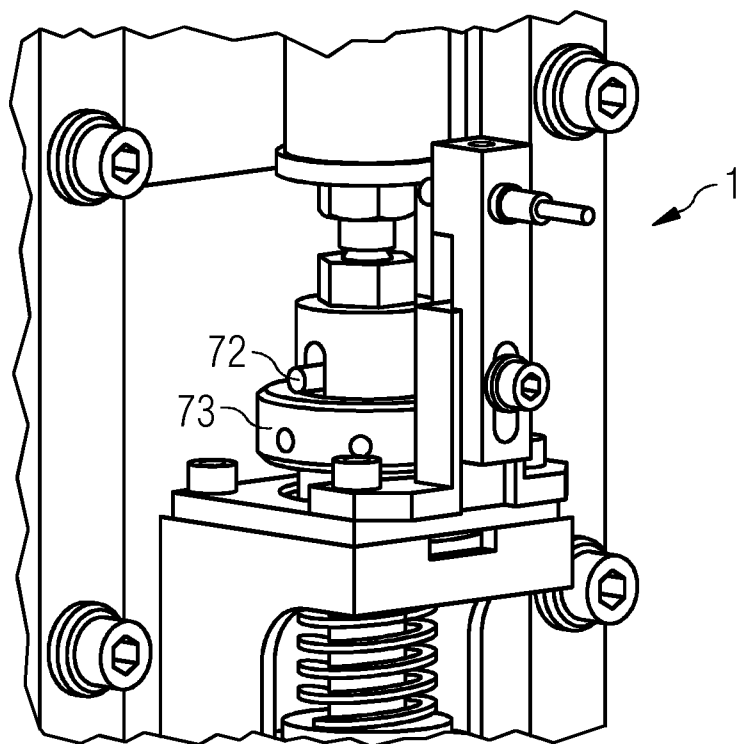


FIG 5

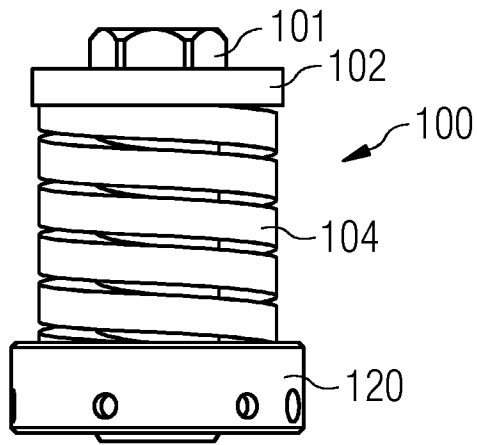


FIG 6

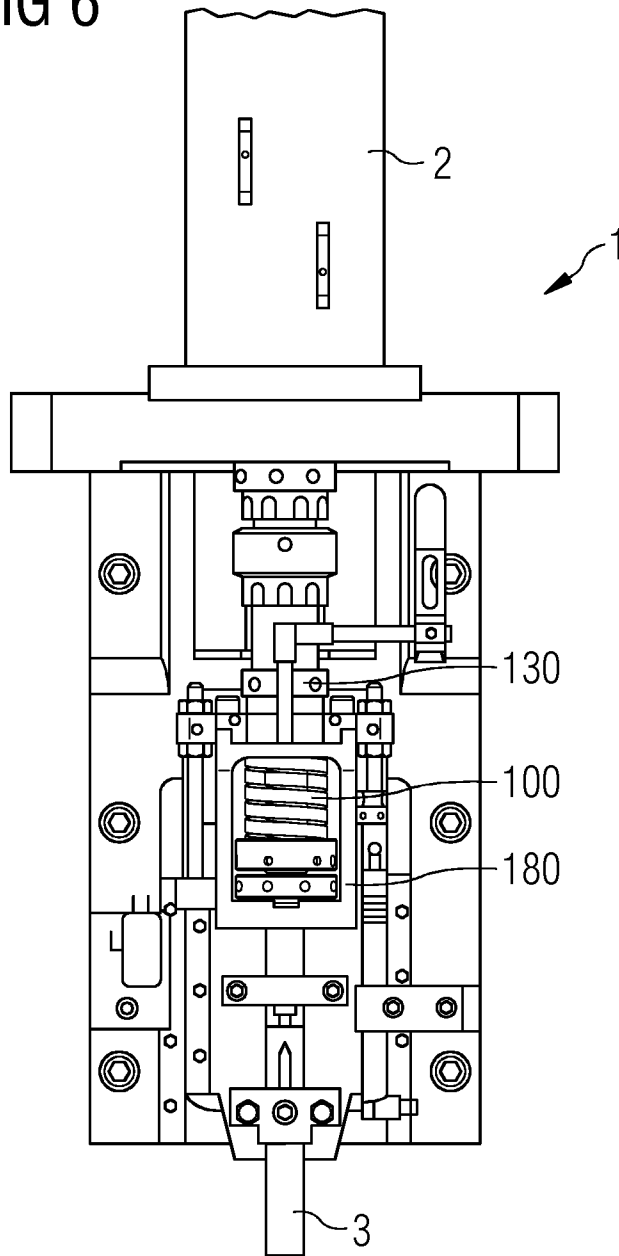


FIG 7

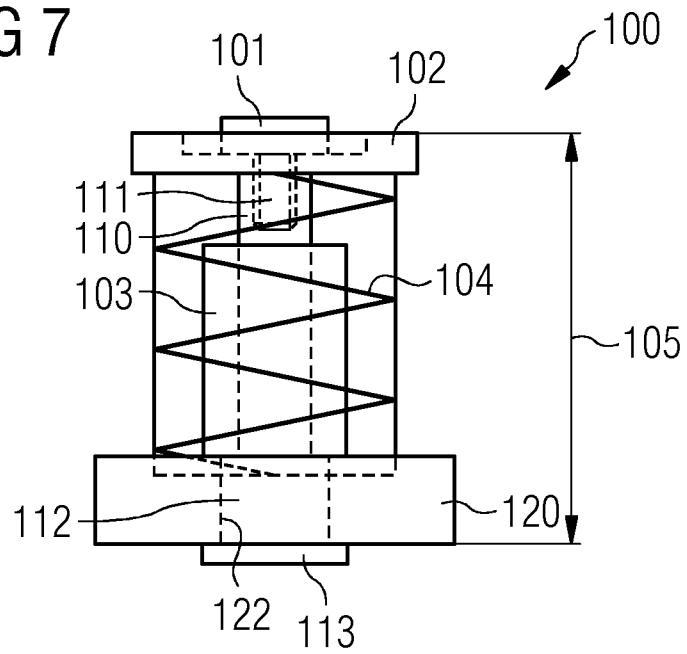


FIG 8

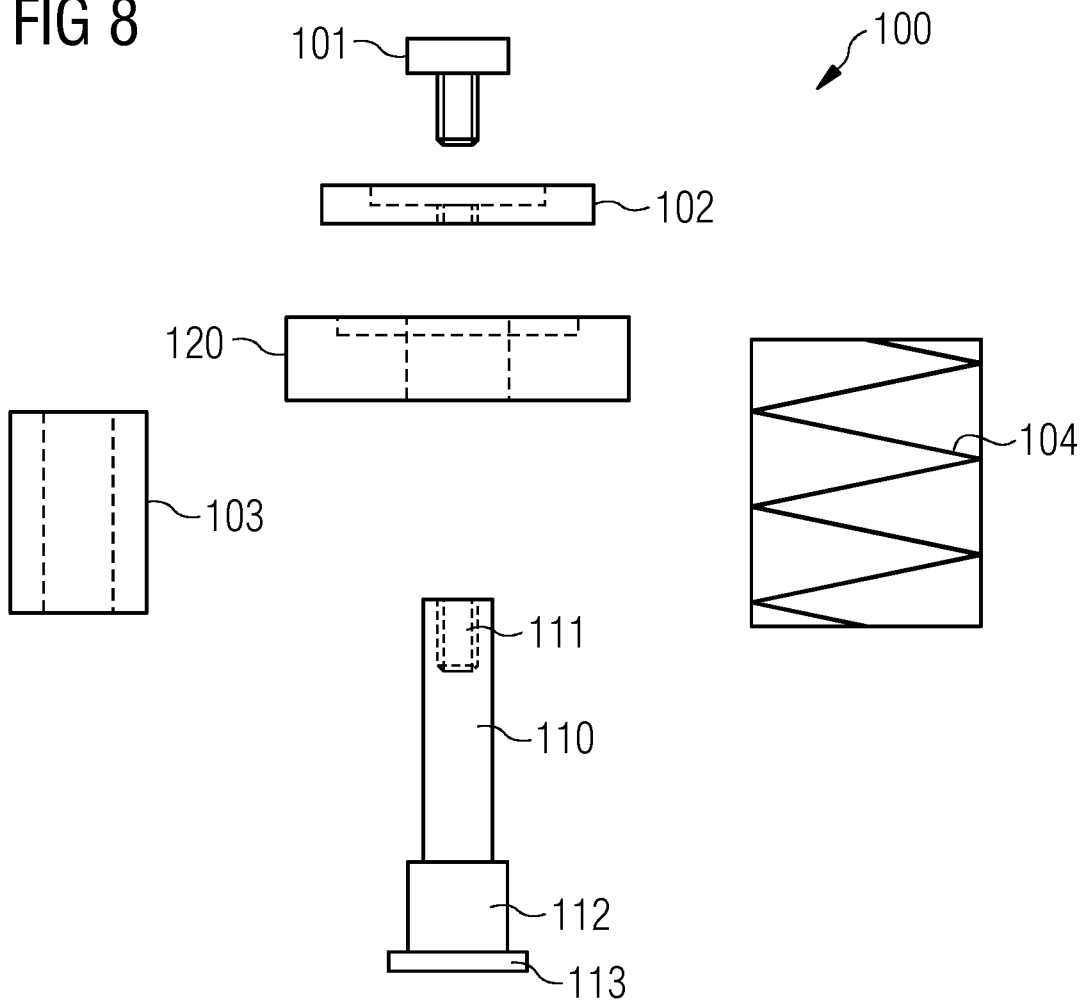


FIG 9

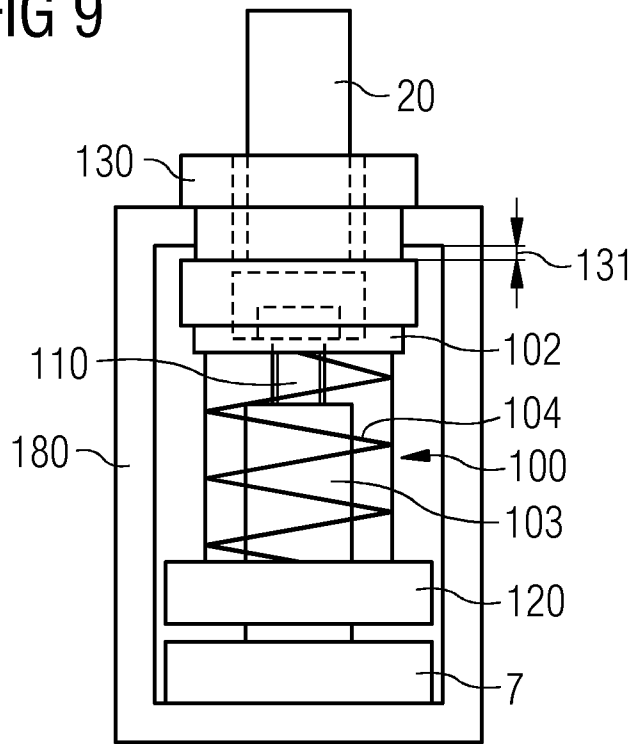


FIG 10

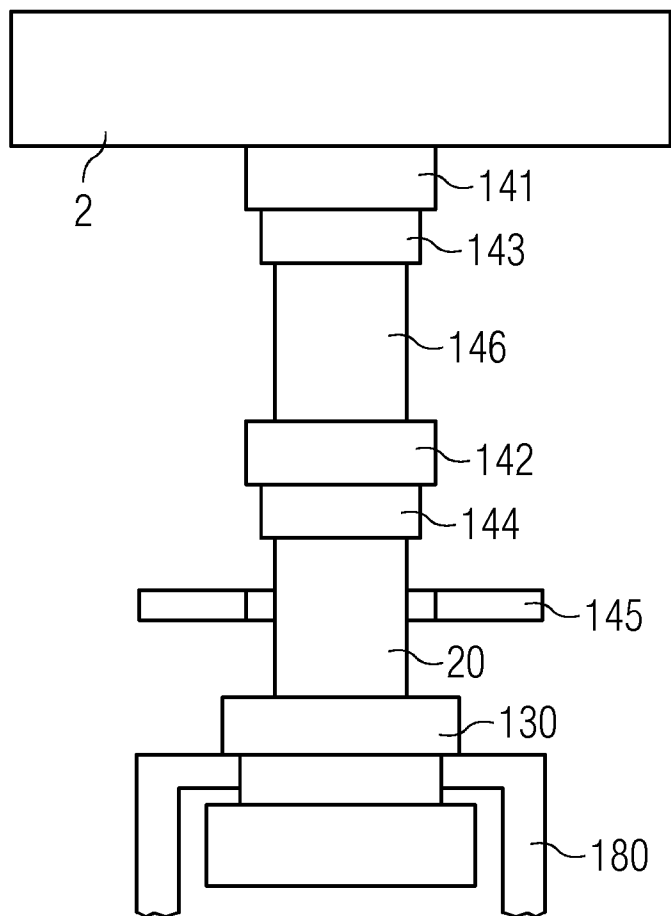


FIG 11

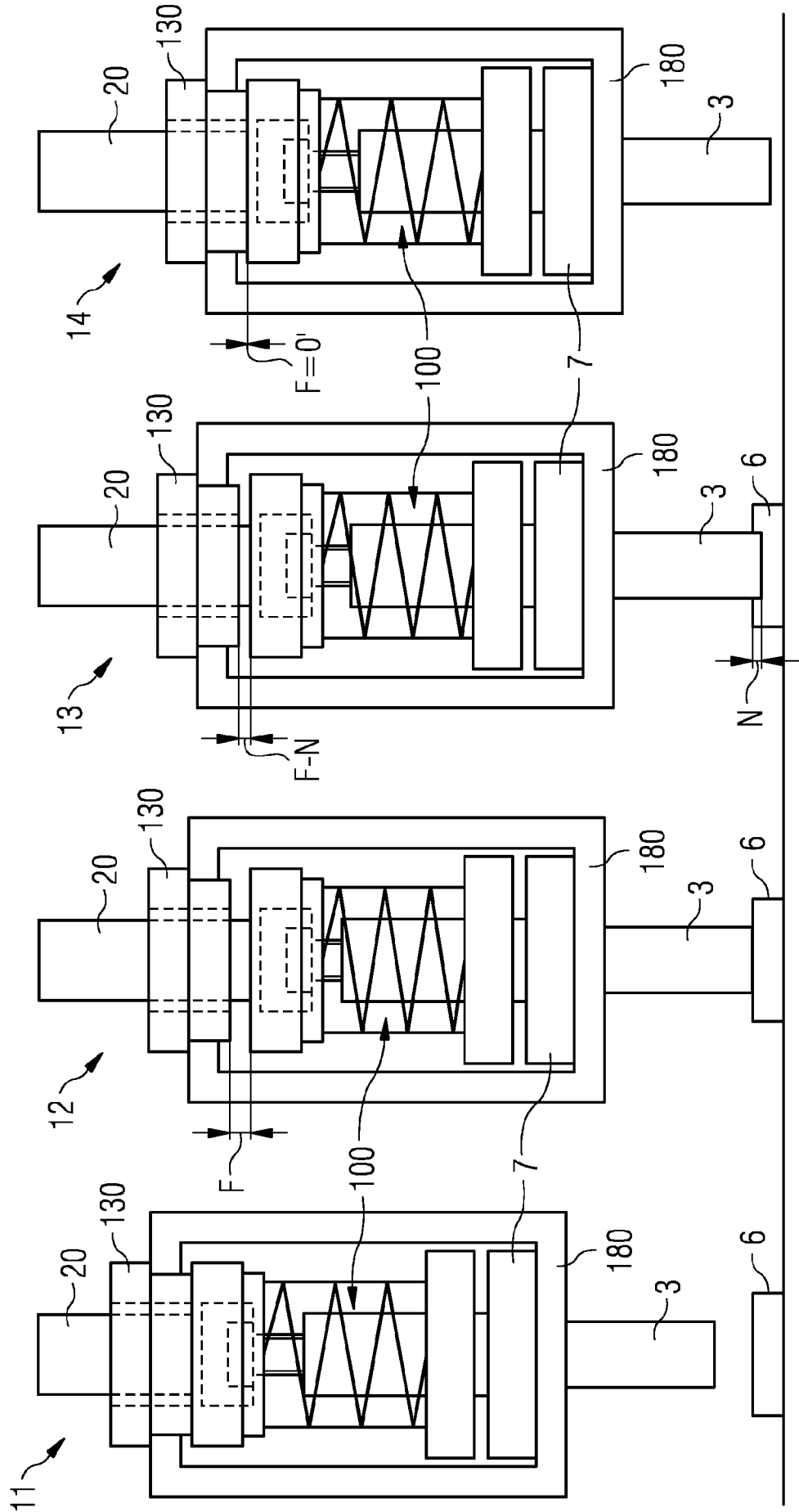




FIG 13

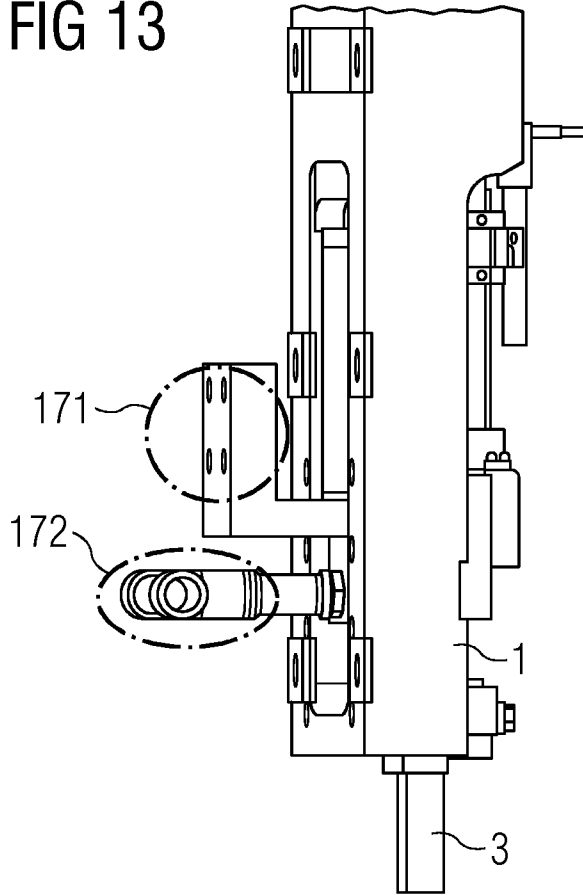


FIG 14

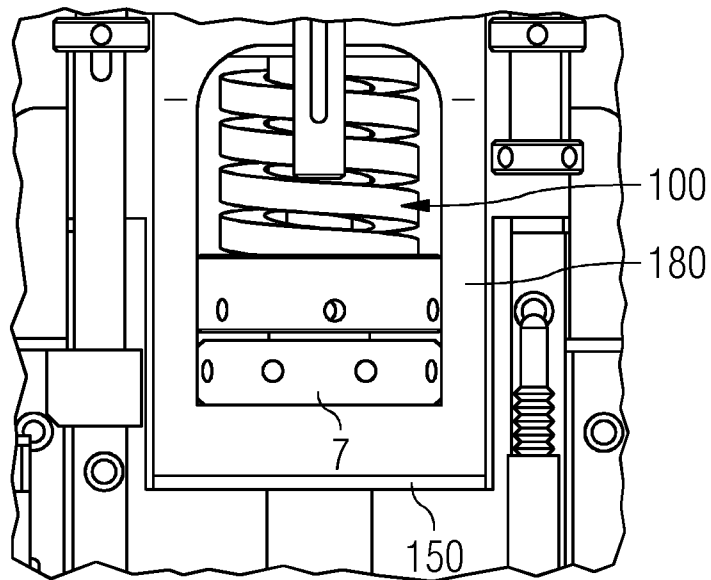


FIG 15

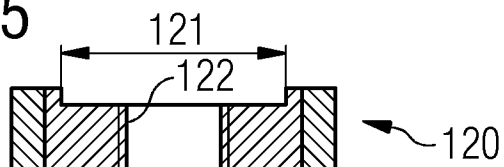
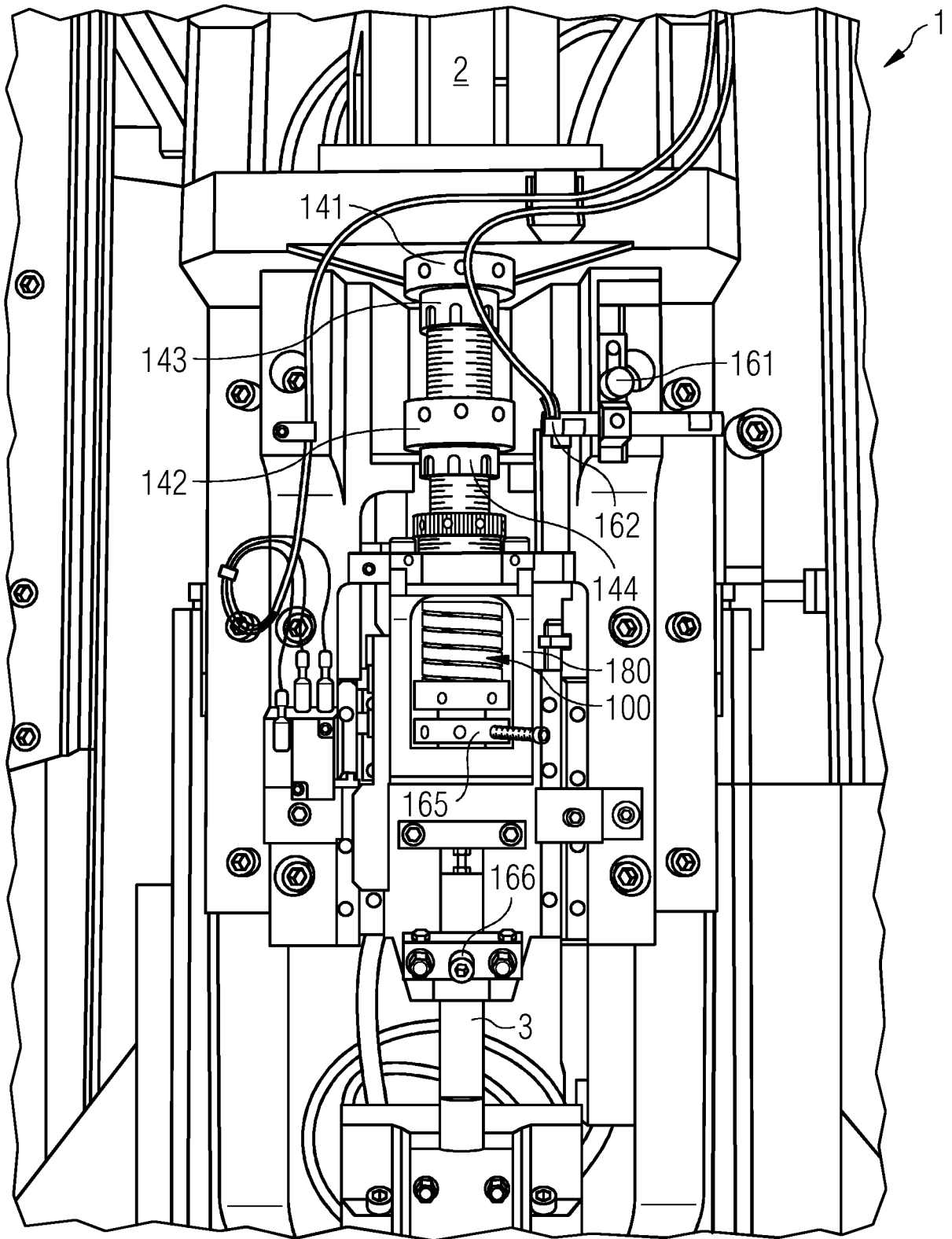


FIG 16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/062786

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B23K11/31  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B23K B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/16573 A1 (NEWCOR INC [US]; OTTEREN ROBERT G VAN [US]) 8 April 1999 (1999-04-08)	1,2,10, 11,15,16
Y	page 16, line 1; figures 3,5	3-9, 12-14
Y	----- WO 2012/045763 A1 (SIEMENS AG [DE]; KAUSSLER JOHANN [DE]) 12 April 2012 (2012-04-12) cited in the application claims; figures	3,7-9, 12-14,17
Y	----- WO 2011/088866 A1 (THYSSENKRUPP DRAUZ NOTHELPER [DE]; CORNELIUS PETER [DE]; HUSNER JENS [ ]) 28 July 2011 (2011-07-28) figures	4-6
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  23 October 2013	Date of mailing of the international search report  04/11/2013
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Caubet, J
--	-------------------------------------

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/062786

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 1 811 987 A (WALES GEORGE F) 30 June 1931 (1931-06-30) page 4, line 17 - line 40; figures -----	17

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/062786

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9916573	A1	08-04-1999	EP 1049558 A1 08-11-2000
			US 6323453 B1 27-11-2001
			WO 9743075 A1 20-11-1997
			WO 9916573 A1 08-04-1999
-----			
WO 2012045763	A1	12-04-2012	CN 103228389 A 31-07-2013
			DE 102010042085 A1 12-04-2012
			EP 2624992 A1 14-08-2013
			WO 2012045763 A1 12-04-2012
-----			
WO 2011088866	A1	28-07-2011	CN 102834214 A 19-12-2012
			DE 102010005357 A1 28-07-2011
			EP 2525937 A1 28-11-2012
			WO 2011088866 A1 28-07-2011
-----			
US 1811987	A	30-06-1931	NONE
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B23K11/31 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) B23K B21D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99/16573 A1 (NEWCOR INC [US]; OTTEREN ROBERT G VAN [US]) 8. April 1999 (1999-04-08)	1,2,10, 11,15,16
Y	Seite 16, Zeile 1; Abbildungen 3,5	3-9, 12-14
Y	----- WO 2012/045763 A1 (SIEMENS AG [DE]; KAUSSLER JOHANN [DE]) 12. April 2012 (2012-04-12) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche; Abbildungen	3,7-9, 12-14,17
Y	----- WO 2011/088866 A1 (THYSSENKRUPP DRAUZ NOTHELPER [DE]; CORNELIUS PETER [DE]; HUSNER JENS [ ]) 28. Juli 2011 (2011-07-28) Abbildungen	4-6
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
23. Oktober 2013		04/11/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Caubet, J

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 1 811 987 A (WALES GEORGE F) 30. Juni 1931 (1931-06-30) Seite 4, Zeile 17 - Zeile 40; Abbildungen -----	17

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/062786

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9916573	A1	08-04-1999	EP 1049558 A1 08-11-2000 US 6323453 B1 27-11-2001 WO 9743075 A1 20-11-1997 WO 9916573 A1 08-04-1999
WO 2012045763	A1	12-04-2012	CN 103228389 A 31-07-2013 DE 102010042085 A1 12-04-2012 EP 2624992 A1 14-08-2013 WO 2012045763 A1 12-04-2012
WO 2011088866	A1	28-07-2011	CN 102834214 A 19-12-2012 DE 102010005357 A1 28-07-2011 EP 2525937 A1 28-11-2012 WO 2011088866 A1 28-07-2011
US 1811987	A	30-06-1931	KEINE