

(19)



(11)

**EP 1 757 381 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.10.2015 Patentblatt 2015/41**

(51) Int Cl.:  
**B21D 39/20 (2006.01) B21D 39/06 (2006.01)**  
**B21D 53/84 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06012082.1**

(22) Anmeldetag: **13.06.2006**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit einem Bauteil**

Method and device for the rotationally secure connection of a hollow axle with a part

Méthode et dispositif pour la connection non-rotative d'un arbre et une pièce

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **22.08.2005 DE 102005039784**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.02.2007 Patentblatt 2007/09**

(73) Patentinhaber: **MBB Fertigungstechnik GmbH 48361 Beelen (DE)**

(72) Erfinder: **Herrmann, Günter 33335 Gütersloh (DE)**

(74) Vertreter: **Bittner, Thomas L. et al Boehmert & Boehmert Anwaltspartnerschaft mbB Patentanwälte Rechtsanwälte Pettenkofenstrasse 20-22 80336 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 795 698 EP-B- 0 650 550**  
**DE-A1- 2 546 802 GB-A- 2 069 388**  
**JP-A- 2000 263 160 US-A- 4 753 101**

**EP 1 757 381 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 10.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik ist es gemäß der DE 196 25 555 bekannt sogenannte Welle-Nabeverbindungen dadurch herzustellen, dass innerhalb eines als Hohlwelle ausgeführten Wellengrundkörpers ein Dorn bewegt wird, dessen Außenkonturen so ausgebildet sind, dass sie eine Aufweitung der Hohlwelle ermöglichen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Dorn von zylindrischer Gestalt, wobei der Außendurchmesser des Zylinders größer als der Innendurchmesser der Hohlwelle ist. Damit der Dorn überhaupt in der Hohlwelle platziert werden kann, verfügt er einenends über einen keil- oder kegelförmigen Ringkanal, der das allmähliche Aufweiten der Hohlwelle auf den Außendurchmesser des Dorns bewirkt. Der wesentliche Nachteil derartiger Ausführungen ist darin zu sehen, dass die Hohlwelle über ihrer gesamten Länge aufgeweitet werden muss, obgleich die mittels Presssitz auf der Hohlwelle zu fixierenden Bauteile nur an ganz bestimmten Stellen positioniert sind. Die unnötige Aufweitung der Hohlwelle über ihrer gesamten Länge verlangsamt das Montageverfahren, erhöhte den Energiebedarf für den Montageprozess und führt zu einem erheblich höheren Verschleiß der Montagewerkzeuge.

**[0003]** Unter dem Gesichtspunkt der Reduzierung dieser Nachteile, insbesondere der Minimierung des Werkzeugverschleißes, offenbart die EP 0 650 550 ein Verfahren, bei dem die Hohlwelle einen speziell geformten Querschnitt aufweist, der im Bereich der auszuformenden Presssitze über Materialanhäufungen verfügt. Indem nun der Dorn des Fügewerkzeugs durch die Hohlwelle bewegt wird, werden Materialaufweitungen nur in den Bereichen vorgenommen, welche die Materialanhäufungen aufweisen, sodass bei einem derartigen Verfahren die Presssitze nur an den erforderlichen Stellen realisiert werden. Der wesentliche Nachteil eines solchen Verfahrens liegt in der aufwendigen Fertigung der Hohlwelle, deren spezielle Innenkontur entweder durch mechanische Bearbeitung oder während der Herstellung des Halbzeugs durch komplizierte Formwerkzeuge herausgearbeitet werden muss.

**[0004]** Die DE 25 46 802 A1 betrifft eine Nockenwelle für Hubkolbenmaschinen, bei der Lager, Nocken, Zahnräder und dergleichen als Einzelteile auf eine Hohlwelle aufgeschoben und fixiert werden. Zur Fixierung der Einzelteile wird ein Gummistab an die entsprechende Stelle in die Hohlwelle eingeschoben und anschließend von beiden Seiten aus zusammengedrückt, wodurch die Hohlwelle an die dieser Stelle aufweitet wird. Nachteilig ist unter anderem, dass die Hohlwelle von beiden Seiten zugänglich sein muss.

**[0005]** Die GB 2 069 388 A beschreibt das Fixieren einer aufgesteckten Röhrenplatte am Rand eines Stahl-

rohres. Dazu wird ein elastomerer Körper, durch den eine Zugstange geführt ist, zwischen einer Kopfplatte am Ende dieser Stange und einem Kragen, der am Ende des Stahlrohres anliegt, komprimiert. Dadurch wird das Rohr aufgeweitet, wodurch die Röhrenplatte auf dem Rohr fixiert wird. Um eine Beschädigung des elastomeren Körpers zu vermeiden, erfolgt das Aufweiten in zwei Schritten mit zwei verschiedenen elastomeren Körpern. Der zweite elastomere Körper weist an den Enden flexible Abstützungen auf. Nachteilig ist unter anderem, dass diese Methode nur am Ende eines Rohres verwendet werden kann. Weiterhin braucht das Aufweiten in zwei Schritten mehr Zeit, was auch nachteilig ist.

**[0006]** Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung eine Welle-Bauteil-Verbindung und deren Herstellung vorzuschlagen, die die beschriebenen Nachteile des Standes der Technik vermeidet und insbesondere eine kostengünstige Alternative zu bekannten Verfahren darstellt und zudem einen niedrigen Verschleiß der Fügewerkzeuge sicherstellt.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren und eine Vorrichtung nach den kennzeichnenden Merkmalen der Ansprüche 1 und 10 gelöst.

**[0008]** Indem das Fügewerkzeug zumindest ein erstes Verformungsorgan und wenigstens ein weiteres Verformungsorgan aufweist und die Verformungsorgane relativ zueinander bewegbar sind, wobei die Relativbewegung der Verformungsorgane zueinander ein wenigstens teilweises Aufweiten der Hohlwelle bewirkt wird sichergestellt, dass die Fügewerkzeuge nur an den notwendigen Stellen Presssitzverbindungen realisieren. Dies hat insbesondere den Vorteil, dass eine kostengünstige Alternative zu bekannten Verfahren geschaffen wird, die insbesondere einen niedrigen Verschleiß der Fügewerkzeuge sicherstellt.

**[0009]** Ein konstruktiv einfacher und sicher bedienbarer Aufbau des Fügewerkzeugs ergibt sich dann, wenn in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung das Aufweiten der Hohlwelle durch Aufweiten des die Hohlwelle auf einer definierten Innenumfangsfläche kontaktierenden Verformungsorgans realisiert wird.

**[0010]** Eine große Flexibilität in der Schaffung der erfindungsgemäßen Presssitze an beliebigen Stellen entlang einer Hohlwelle wird dann möglich, wenn die ersten und zweiten Verformungsorgane in Richtung der Längsachse der Hohlwelle in deren Innerem in beliebige Positionen bewegbar sind und in diesen beliebigen Positionen ein Aufweiten der Hohlwelle ermöglichen.

**[0011]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich dann, wenn wenigstens ein Verformungsorgan expandier- und rückdehnbar in der Weise ausgebildet ist, dass ein Verschieben des Verformungsorgans in radialer Richtung möglich wird. Dies stellt sicher, dass das Fügewerkzeug eine an den Innendurchmesser der Hohlwelle angepasste, kompakte Bauweise aufweist.

**[0012]** Damit die erforderliche Qualität des Presssitzes sicher bestimmt werden kann, ist es von Vorteil, wenn

die Form des Presssitzes zwischen Hohlwelle und Bauteil von der Kontaktflächengestalt des wenigstens einen die Innenfläche der Hohlwelle wenigstens teilweise kontaktierenden Verformungsorgans definiert wird.

**[0013]** Ein effizientes und gut in automatisierte Fertigungsprozesse integrierbares Verfahren wird in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung dann erreicht, wenn das erfindungsgemäße Verfahren zumindest die Schritte

- a) Positionieren des weiteren Verformungsorgans an der Innenfläche der Hohlwelle im Bereich des Bauteils durch translatorisches Bewegen des weiteren Verformungsorgans innerhalb der Hohlwelle
- b) Festsetzen des weiteren Verformungsorgans an dieser Position
- c) wenigstens teilweises Bewegen des ersten Verformungsorgans innerhalb des weiteren Verformungsorgans durch translatorisches Bewegen des ersten Verformungsorgans innerhalb der Hohlwelle
- c) die Bewegung des ersten Verformungsorgans wenigstens teilweise innerhalb des weiteren Verformungsorgans bewirkt das Aufweiten des weiteren Verformungsorgans und in diesem Bereich zugleich das Aufweiten der Hohlwelle
- d) Herausbewegen des ersten Verformungsorgans aus dem weiteren Verformungsorgan, wobei das weitere Verformungsorgan eine Rückdehnung erfährt
- e) Wiederholung der Schritte a bis e an einer neuen Position innerhalb der Hohlwelle

aufweist.

**[0014]** Eine konstruktiv kompakte Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich dann, wenn das Fügwerkzeug einen von zumindest einem ersten Verformungsorgan und wenigstens einem weiteren Verformungsorgan gebildeten Expansionsdorn umfasst, der über Führungsmittel innerhalb einer Hohlwelle bewegbar ist und wobei die Verformungsorgane relativ zueinander bewegbar sind und die Relativbewegung der Verformungsorgane zueinander ein wenigstens teilweises Aufweiten der Hohlwelle bewirkt.

**[0015]** Die Relativbewegung der Vorformungsorgane zueinander und die Bewegung des Fügwerkzeugs innerhalb einer Hohlwelle lässt sich dann besonders einfach umsetzen, wenn in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung das wenigstens eine erste Verformungsorgan als kegelförmiger Dorn ausgeführt ist, dessen größter Kegeldurchmesser kleiner als der Innendurchmesser der Hohlwelle ist.

**[0016]** In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann die Translationsbewegung des ersten Verformungsorgans auf konstruktiv einfache Weise dadurch realisiert werden, dass dem ersten Verformungsorgan ein als Zugstange ausgeführtes Führungsmittel angeformt ist und die Zugstange durch Koppelung mit einem Antrieb eine translatorische Bewegung innerhalb der Hohlwelle ausführt.

**[0017]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann die Aufweitung der Hohlwelle zur Schaffung des erfindungsgemäßen Presssitzes kostengünstig und dennoch funktionssicher dadurch sichergestellt werden, dass das wenigstens eine weitere Verformungsorgan als eine von Ringsegmenten gebildete Ringbuchse ausgeführt ist und die Ringsegmente in radialer Richtung der Ringbuchse zwischen einer Nichtarbeitsstellung und wenigstens einer Arbeitsposition hin und her bewegbar sind. In diesem Zusammenhang ist es von Vorteil, wenn der Außendurchmesser der Ringbuchse in der Nichtarbeitsposition kleiner und in der wenigstens einen Arbeitsposition größer als der Innendurchmesser der Hohlwelle ist.

**[0018]** In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann die Translationsbewegung des weiteren Verformungsorgans in analoger Weise zu dem ersten Verformungsorgan auf konstruktiv einfache Weise dadurch realisiert werden, dass dem weiteren Verformungsorgan ein als Stützrohr ausgeführtes Führungsmittel angeformt ist und das Stützrohr durch Koppelung mit einem Antrieb eine translatorische Bewegung innerhalb der Hohlwelle ausführt.

**[0019]** Indem der Antrieb des Stützrohres einendungs gestellfest angeordnet ist und anderenends mit einem am Stützrohr fixierten Tragarm gekoppelt ist und wobei der Tragarm zugleich den Antrieb des ersten Verformungsorgans aufnimmt, wird sichergestellt, dass die Relativbewegung der Verformungsorgane zueinander auf konstruktiv einfache und bauraumsparende Weise möglich wird.

**[0020]** Unter dem Gesichtspunkt der Realisierung einer präzisen Relativbewegung der Vorformungsorgane zueinander und des Sicherstellens der Übertragung hoher Verformungskräfte ist in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung das weitere Verformungsorgan so gestaltet, dass die Innenflächen der Ringsegmente des weiteren Verformungsorgans eine Kegelstumpffläche ausbilden deren Flankenneigungswinkel dem Flankenneigungswinkel des als kegelförmiger Dorn ausgebildeten ersten Verformungsorgans entspricht.

**[0021]** Um das erfindungsgemäße Fügwerkzeug flexibel an unterschiedliche Innendurchmesser von Hohlwellen anpassen zu können, kann in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass die Verformungsorgane und die ihnen jeweils zugeordneten Führungsmittel lösbar miteinander verbunden und/oder einander berührend angeordnet sind. Dies hat vorallem den Vorteil, dass beim Einsatz des Fügwerkzeugs in Hohlwellen mit unterschiedlichem Innendurchmesser stets nur der Dorn sowie gegebenenfalls die Ringbuchse ausgetauscht werden müssen. Ein Austausch der Ringbuchse könnte dann sogar entfallen, wenn die radiale Bewegung der Ringsegmente der Ringbuchse derart ausgeprägt ist, dass auch bei unterschiedlichen Innendurchmessern der Hohlwelle stets die geforderte Qualität des erfindungsgemäßen Presssitzes erreicht wird.

**[0022]** Eine besonders effiziente Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der zugehörigen

Vorrichtung wird dann erreicht, wenn die Erfindung im Bereich der Herstellung von Nockenwellen zur Fixierung der Nocken auf der Nockenwelle eingesetzt wird.

**[0023]** Wegen der sehr hohen Anforderungen an die Qualität von Presssitzverbindungen ist es von Vorteil, wenn die Antriebe der Führungsmittel an eine Steuer- und Auswerteinheit gekoppelt sind und wobei die Steuer- und Auswerteinheit die Relativbewegung der Verformungsorgane zueinander in Abhängigkeit von in der Steuer- und Regeleinheit hinterlegten Kennlinien steuert. Dies hat insbesondere den Vorteil, dass die Presssitzverbindungen stets in gleichbleibend hoher Qualität gefertigt werden können, da elektronische Systeme besser geeignet sind schnell und präzise auf verschiedenste Randbedingungen zu reagieren, um letztlich auch bei schwankenden Randbedingungen stets das gleiche hochwertige Arbeitsergebnis zu erreichen. In diesem Zusammenhang ist es von besonderem Vorteil, wenn die Kennlinien die Position der Verformungsorgane, die Flankenneigungswinkel und Materialkennwerte der Hohlwelle und der Bauteile berücksichtigen, wobei die Materialkennwerte den Elastizitätsmodul, die Dichte, die Temperatur und/oder die Materialzusammensetzung der Hohlwelle und/oder der Bauteile umfassen können.

**[0024]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand weiterer Unteransprüche und werden nachfolgend an Hand eines in mehreren Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 Eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fügwerkzeugs in einer Nichtarbeitsposition in der Seitenansicht  
 Figur 2 das Fügwerkzeug nach Figur 1 in der Frontansicht  
 Figur 3 Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fügwerkzeugs in einer Arbeitsposition in der Seitenansicht  
 Figur 4 Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Fügwerkzeugs in einer weiteren Nichtarbeitsposition in der Seitenansicht

**[0025]** Figur 1 zeigt einen Ausschnitt einer Nockenwelle 1 deren Wellengrundkörper 2 als Hohlwelle 3 ausgeführt ist. Die Hohlwelle 3 durchsetzt an beliebiger Position ein als Nocken 4 ausgeführtes Bauteil 5 welches in erfindungsgemäßer und noch näher zu beschreibender Weise mittels Presssitz auf der Hohlwelle 3 fixiert werden soll. Damit das Bauteil 5 und die Hohlwelle 3 zunächst leichtgängig in der richtigen Lage zueinander in an sich bekannter und deshalb nicht näher erläuteter Weise positioniert werden können, wird das Bauteil 5 von einer Bohrung 6 durchsetzt, deren Durchmesser größer als der Außendurchmesser 7 der Hohlwelle 3 ist, sodass sich zwischen Hohlwelle 3 und Bauteil 5 ein sogenanntes Fügspiel 8 einstellt.

**[0026]** Der Innenraum 9 der rohrförmigen Hohlwelle 3 wird zumindest teilweise von dem erfindungsgemäßen

Fügwerkzeug 10 durchsetzt, wobei das Fügwerkzeug 10 in noch näher zu beschreibender Weise eine Translationsbewegung in Richtung beider Enden der Hohlwelle 3, wie dies mit dem Richtungspfeil 11 angedeutet wird, ausführen kann. Das Fügwerkzeug 10 besteht aus zumindest einem ersten Verformungsorgan 12 und wenigstens einem weiteren Verformungsorgan 13. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird das erste Verformungsorgan 12 von einem kegelförmigen Dorn 14 gebildet, dem einenends ein als Zugstange 15 ausgeführtes Führungsmittel 16 angeformt ist. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das Führungsmittel 16 und der Dorn 14 einstückig ausgebildet oder beispielsweise mittels nicht dargestelltem Gewinde lösbar miteinander verbunden sind. Die Kegelform des Dorns 14 ist so gewählt, dass der größte Kegeldurchmesser 17 des Dorns 14 kleiner als der Innendurchmesser 18 der Hohlwelle 3 ist. Dem dornseitigen Ende abgewandt, ist die Zugstange 15 über an sich bekannte Koppelglieder 19 mit einem beispielsweise als elektrisch oder hydraulisch angetriebener Linearmotor ausgeführten Antrieb 20 gekoppelt, der das wenigstens eine erste Verformungsorgan 12 gemäß Pfeilrichtung 11 innerhalb der Hohlwelle 3 bewegen kann. Das wenigstens eine weitere Verformungsorgan 13 wird von einer Ringbuchse 21 gebildet, die gemäß Fig. 2 aus einer Vielzahl von Ringsegmenten 22 zusammengesetzt ist. Die Ringsegmente 22 werden durch geeignete Fixiermittel 35, wie etwa Spreng- oder O-Ringe, in Umfangsrichtung in der Weise lagefixiert, dass sie einerseits eine nahezu ringförmige Gestalt der Ringbuchse 21 sicherstellen und zudem eine Bewegung der Ringsegmente 22 in radialer Richtung gemäß der Pfeilrichtung 23 ermöglichen.

**[0027]** Ferner sind den Ringsegmenten 22 an einer Stirnfläche ein als Stützrohr 24 ausgebildetes Führungsmittel 16 zugeordnet. Dem Stützrohr 24 ist einenends ein abgewinkelter Tragarm 36 zugeordnet der in analoger Weise zur Zugstange 15 das Stützrohr 24 über an sich bekannte Koppelglieder 25 mit einem zum Beispiel als elektrisch oder hydraulisch angetriebener Linearmotor ausgeführten Antrieb 26 gekoppelt. Auf diese Weise kann die Position der Ringbuchse 21 innerhalb der Hohlwelle 3 lagefixiert werden. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Ringsegmente 22 der Ringbuchse 21 in nicht dargestellter Weise mit dem Stützrohr 24 in der Weise verriegelbar sind, dass das wenigstens eine weitere Verformungsorgan 13 gemäß Pfeilrichtung 11 innerhalb der Hohlwelle 3 bewegt und in eine neue Position verbracht werden kann. Eine konstruktiv einfachere Ausführung ergibt sich dann, wenn der Antrieb 26 des Stützrohres 24 gestellfest angeordnet ist und der Antrieb 20 des ersten Verformungsorgans 12 an dem mit dem Stützrohr 24 verbundenen Tragarm 36 angelenkt ist. Damit kann ein Verschieben der Verformungsorgane 12, 13 innerhalb der Hohlwelle 3 ohne zusätzliche Verriegelungen realisiert werden.

**[0028]** Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Dorn 14 und die Ringbuchse 21 jeweils beidseitig an ih-

ren Stirnflächen über die beschriebenen Führungsmittel 16 verfügen, sodass an Stelle eines einseitigen Antriebs und einer einseitigen Lagerung ein beidseitiger Antrieb und eine beidseitige Lagerung der Verformungsorgane 12, 13 unter dem Gesichtspunkt einer präzisen Arbeitsweise des Fügwerkzeugs 10 realisierbar ist.

**[0029]** Weiter bilden die Innenflächen 27 der Ringsegmente 22 der Ringbuchse 21 gemeinschaftlich die Form eines Kegelstumpfes 28 nach. Die Ausrichtung dieses Kegelstumpfes 28 ist so gewählt, dass der ebenfalls kegelstumpfförmige Dorn 14 des ersten Verformungsorgans 12 in diesen Kegelstumpf 28 eintauchen und aus diesem heraustreten kann. Eine sehr wirkungsvolle Relativbewegung zwischen den beiden Verformungsorganen 12, 13 kann dann erreicht werden, wenn die Flankenneigungswinkel 29, 30 des Kegelstumpfes 28 und des Dorns 14 nahezu identisch sind, sodass der Dorn 14 die Ringbuchse 21 vollständig durchsetzen kann.

**[0030]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Realisierung eines Presssitzes zwischen dem Bauteil 5 und einer Hohlwelle 3 umfasst zunächst in einem ersten Schritt die Positionierung des Bauteils 5 auf der Hohlwelle 3. In an sich bekannter Weise erfolgt dies durch Aufschieben des Bauteils 5 auf die Hohlwelle 3 und dessen Lagefixierung in der gewünschten Verbindungsposition. Je nach Ausführungsform können ein oder mehrere, beispielsweise als Nocken 4 einer Nockenwelle 1 ausgeführte Bauteile 5 zugleich oder nacheinander auf der Hohlwelle 3 positioniert werden. Sind die Bauteile 5 in der richtigen Position lagefixiert wird durch Inbetriebnahme des dem weiteren Verformungsorgan 13 zugeordneten Antriebs 26 das weitere Verformungsorgan 13 im Inneren der Hohlwelle 3 translatorisch in den Bereich des Bauteils 5 verfahren, wobei dies in dem dargestellten Ausführungsbeispiel durch Verfahren des dem Stützrohr 24 zugeordneten Tragarms 36 gemäß Pfeilrichtung 37 bewirkt wird. Je nach gewünschter Presssitzgeometrie kann die dem weiteren Verformungsorgan 13 zugeordnete Ringbuchse 21 der Breite des Bauteils 5 entsprechen beziehungsweise größer oder kleiner als diese sein.

**[0031]** In einem nächsten Schritt wird das erste Verformungsorgan 12 durch Inbetriebnahme des ihm zugeordneten Linearmotors 20 ebenfalls translatorisch im Inneren der Hohlwelle 3 in Richtung der Ringbuchse 21 des weiteren Verformungsorgans 13 bewegt. Gemäß Fig. 3 taucht bei dieser Bewegung der Dorn 14 des ersten Verformungsorgans 12 in die Ringbuchse 21 des weiteren Verformungsorgans 13 ein. Wegen der aufeinander abgestimmten Flankenwinkel 29, 30 des kegelstumpfförmigen Dorns 14 und der kegelstumpfförmigen Vertiefung 28 innerhalb der Ringbuchse 21 werden die ringförmig zusammengehaltenen Ringsegmente 22 der Ringbuchse 21 in radialer Richtung 23 von einer inneren Nichtarbeitsstellung 31 (Fig. 1) nach außen in eine Arbeitsposition 32 bewegt. Dabei kommt es zur Verformung 33 der Hohlwelle 3 in den Bereichen, in denen die Ringbuchse 21 des weiteren Verformungsorgans 13 die Innenseite der Hohlwelle 3 kontaktiert. Die Verformung 33 pflanzt

sich innerhalb des Wellengrundkörpers 2 der Hohlwelle 3 in radialer Richtung in der Weise fort, dass auch der Außendurchmesser 7 der Hohlwelle 3 aufgeweitet wird. Dabei wird das Fügspiel 8 zwischen Bauteil 5 und Hohlwelle 3 überwunden und je nach dem wie weit der Dorn 14 die Ringbuchse 21 durchdringt ein mehr oder weniger stark ausgeprägter Presssitz zwischen Bauteil 5 und Hohlwelle 3 ausgebildet.

**[0032]** In einem sich anschließenden Verfahrensschritt gemäß Fig. 4 wird nach erfolgter Ausbildung der Presssitzverbindung der Dorn 14 wieder aus der Ringbuchse 21 herausbewegt, sodass die Ringsegmente 22 der Ringbuchse 21 wieder ihre ursprüngliche Nichtarbeitsposition 31 einnehmen. In der Nichtarbeitsposition 31 des weiteren Verformungsorgans 13 können die Verformungsorgane 12, 13 des Fügwerkzeugs 10 wieder innerhalb der Hohlwelle bewegt werden, da nunmehr die verschiedenen Außendurchmesser der Verformungsorgane 12, 13 wieder kleiner als der Innendurchmesser 18 der Hohlwelle sind. Gemäß der bereits beschriebenen Verfahrensschritte können die Verformungsorgane 12, 13 sodann an die Position eines weiteren Bauteils 5 versetzt werden an dem das erfindungsgemäße Verfahren zur Schaffung eines Presssitzes wieder durchlaufen wird.

**[0033]** Zur Schaffung hochpräziser Presssitze kann in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung gemäß Fig. 4 eine elektronische Steuer- und Regeleinheit 34 vorgesehen sein, in der Kennlinien hinterlegt sind, die in Abhängigkeit von der Translationsbewegung 11 der Verformungsorgane 12, 13, den Flankenneigungswinkeln 29, 30 und Materialkennwerten des Hohlwellengrundkörpers 2 und der Bauteile 5, wie etwa Elastizitätsmodul, Dichte, Temperatur, Materialzusammensetzung, definieren. Mittels der Kennlinien wird sodann in der Steuer- und Regeleinheit 34 eine der gewünschten Qualität des Presssitzes entsprechende Position der Verformungsorgane 12, 13 zueinander ermittelt und die Ansteuerung der Antriebe 20, 26 zur Erreichung dieser Positionen bewirkt und überwacht. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel bilden die Kennlinien ein sogenanntes Kraft-Weg-Diagramm ab.

**[0034]** Es liegt im Rahmen des Könnens eines Fachmanns die beschriebene Ausbildung eines Presssitzes zwischen einem Bauteil 5 und einer Hohlwelle 3 in nicht dargestellter Weise abzuwandeln oder in anderen als den dargestellten Anwendungsfällen einzusetzen, um die beschriebenen Effekte zu erzielen, ohne dabei den Rahmen der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen definiert ist, zu verlassen.

#### Bezugszeichenliste:

#### [0035]

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1 | Nockenwelle       |
| 2 | Wellengrundkörper |
| 3 | Hohlwelle         |

4	Nocken
5	Bauteil
6	Bohrung
7	Außendurchmesser
8	Fügespiel
9	Innenraum
10	Fügewerkzeug
11	Richtungspfeil
12	Verformungsorgan
13	Verformungsorgan
14	Dorn
15	Zugstange
16	Führungsmittel
17	Kegeldurchmesser
18	Innendurchmesser
19	Koppelglied
20	Antrieb
21	Ringbuchse
22	Ringsegment
23	Pfeilrichtung
24	Stützrohr
25	Koppelglied
26	Antrieb
27	Innenfläche
28	Kegelstumpf
29	Flankenneigungswinkel
30	Flankenneigungswinkel
31	Nichtarbeitsposition
32	Arbeitsposition
33	Verformung
34	Steuer- und Auswerteinheit
35	Fixiermittel
36	Tragarm
37	Pfeilrichtung

### Patentansprüche

1. Verfahren zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil, bei dem das Bauteil mit Fügespiel auf der Hohlwelle positioniert wird und auf dieser in einer bestimmten Position durch Aufheben des Fügespiels befestigt wird, wobei das Fügespiel durch Aufweiten der Hohlwelle mittels eines die Hohlwelle zumindest teilweise durchsetzenden Fügewerkzeugs aufgehoben wird, wobei das Fügewerkzeug (10) zumindest ein erstes Verformungsorgan (12) und wenigstens ein weiteres Verformungsorgan (13) aufweist, wobei die ersten und zweiten Verformungsorgane (12, 13) in Richtung der Längsachse (11) der Hohlwelle (3) in deren innerem in beliebige Positionen bewegt werden und in diesen beliebigen Positionen ein Aufweiten (23, 33) der Hohlwelle (3) ermöglichen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verformungsorgane (12, 13) relativ zueinander bewegt werden, wobei wenigstens teilweises

Bewegen des ersten Verformungsorgans (12) innerhalb des weiteren Verformungsorgans (13) durch translatorisches Bewegen (11) des ersten Verformungsorgans (12) innerhalb der Hohlwelle (3) erfolgt, wobei die Relativbewegung der Verformungsorgane (12, 13) zueinander ein wenigstens teilweises Aufweiten der Hohlwelle (3) bewirkt.

2. Verfahren zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufweiten der Hohlwelle (3) durch Aufweiten (23) des die Hohlwelle (3) auf einer definierten Innenumfangsfläche kontaktierenden Verformungsorgans (13, 21, 22) realisiert wird.

3. Verfahren zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Verformungsorgan (13) expandier- und rückdehnbar ausgebildet ist.

4. Verfahren zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form des Presssitzes zwischen Hohlwelle (3) und Bauteil (5) von der Kontaktflächengestalt des wenigstens einen die Innenfläche der Hohlwelle (3) wenigstens teilweise kontaktierenden Verformungsorgans (21,22) definiert wird.

5. Verfahren zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren die Schritte

- Positionieren des weiteren Verformungsorgans (13) an der Innenfläche der Hohlwelle (3) im Bereich des Bauteils (5) durch translatorisches Bewegen (11) des weiteren Verformungsorgans (13) innerhalb der Hohlwelle (3)
- Festsetzen des weiteren Verformungsorgans (13) an dieser Position
- die Bewegung des ersten Verformungsorgans (12) wenigstens teilweise innerhalb des weiteren Verformungsorgans (13) bewirkt das Aufweiten (23) des weiteren Verformungsorgans (13) und in diesem Bereich zugleich das Aufweiten (33) der Hohlwelle (3)
- Herausbewegen des ersten Verformungsorgans (12) aus dem weiteren Verformungsorgan

- (13), wobei das weitere Verformungsorgan (13) eine Rückbewegung in eine Nichtarbeitsposition ausführt  
f) Wiederholung der Schritte a bis e an einer neuen Position innerhalb der Hohlwelle (3) umfasst.
6. Verfahren zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** wenigstens das erste Verformungsorgan (12) als kegelförmiger Dorn (14) ausgeführt ist, dessen größter Kegeldurchmesser (17) kleiner als der Innendurchmesser (18) der Hohlwelle (3) ist.
7. Verfahren zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das wenigstens eine weitere Verformungsorgan (13) als eine von Ringsegmenten (22) gebildete Ringbuchse (21) ausgeführt ist,  
**dass** die Ringsegmente (22) in radialer Richtung (23) der Ringbuchse (21) zwischen einer Nichtarbeitsposition (31) und wenigstens einer Arbeitsposition (32) hin und her bewegbar sind und  
**dass** der Außendurchmesser der Ringbuchse (21) in der Nichtarbeitsposition (31) kleiner und in der wenigstens einen Arbeitsposition (32) größer als der Innendurchmesser (18) der Hohlwelle (3) vor dem Aufweiten der Hohlwelle (3) ist.
8. Verfahren zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** dem ersten Verformungsorgan (12) ein als Zugstange (15) ausgeführtes Führungsmittel (16) angeformt ist und die Zugstange (15) durch Koppelung mit einem Antrieb (20) eine translatorische Bewegung (11) innerhalb der Hohlwelle (3) ausführt,  
**dass** dem weiteren Verformungsorgan (13) ein als Stützrohr (24) ausgeführtes Führungsmittel (16) zugeordnet ist und das Stützrohr (24) durch Koppelung mit einem Antrieb (26) eine translatorische Bewegung (11) innerhalb der Hohlwelle (3) ausführt und  
**dass** die Antriebe (20, 26) der Führungsmittel (16, 15, 24) an eine Steuer- und Auswerteinheit (34) gekoppelt sind und wobei die Steuer- und Auswerteinheit (34) die Relativbewegung (11) der Verformungsorgane (12, 13) zueinander in Abhängigkeit von in der Steuer- und Auswerteinheit (34) hinterlegten Kennlinien steuert.
9. Verfahren zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Kennlinien die Position der Verformungsorgane (12, 13), die Flankenneigungswinkel (29, 30) und Materialkennwerte der Hohlwelle (3) und der Bauteile (5) berücksichtigen.
10. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordneten Bauteil, bei dem das Bauteil mit Fügspiel auf der Welle positionierbar ist und auf dieser in einer bestimmten Position durch Aufheben des Fügspiels befestigbar ist, wobei das Fügspiel durch Aufweiten der Hohlwelle mittels eines die Hohlwelle zumindest teilweise durchsetzenden Fügwerkzeugs aufhebbar ist, wobei das Fügwerkzeug (10) einen von zumindest einem ersten Verformungsorgan (12) und wenigstens einem weiteren Verformungsorgan (13) gebildeten Expansionsdorn (14, 21, 22) umfasst, der über Führungsmittel (16, 15, 24) innerhalb einer Hohlwelle (3) bewegbar ist, und wobei die ersten und zweiten Verformungsorgane (12, 13) in Richtung der Längsachse (11) der Hohlwelle (3) in deren Innerem in beliebige Positionen bewegbar sind und in diesen beliebigen Positionen ein Aufweiten (23, 33) der Hohlwelle (3) ermöglichen,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das erste Verformungsorgan (12) wenigstens teilweise innerhalb des weiteren Verformungsorgans (13) bewegbar ist und wobei die Verformungsorgane (12, 13) relativ zueinander bewegbar sind und die Relativbewegung der Verformungsorgane (12, 13) zueinander ein wenigstens teilweises Aufweiten (33) der Hohlwelle (3) bewirkt.
11. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** wenigstens das erste Verformungsorgan (12) als kegelförmiger Dorn (14) ausgeführt ist.
12. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** dem ersten Verformungsorgan (12) ein als Zugstange (15) ausgeführtes Führungsmittel (16) angeformt ist und die Zugstange (15) durch Koppelung mit einem Antrieb (20) eine translatorische Bewegung (11) innerhalb der Hohlwelle (3) ausführt.
13. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der Ansprüche 10

bis 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das wenigstens eine weitere Verformungsorgan (13) als eine von Ringsegmenten (22) gebildete Ringbuchse (21) ausgeführt ist.

14. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 13,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Ringsegmente (22) in radialer Richtung (23) der Ringbuchse (21) zwischen einer Nichtarbeitsposition (31) und wenigstens einer Arbeitsposition (32) hin und her bewegbar sind.

15. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Ringsegmente (22) der Ringbuchse (21) mittels eines gemeinsamen Fixiermittels (35) miteinander verbunden sind.

16. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der Ansprüche 13 - 15,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** dem weiteren Verformungsorgan (13) ein als Stützrohr (24) ausgeführtes Führungsmittel (16) zugeordnet ist und das Stützrohr (24) durch Koppelung mit einem Antrieb (26) eine translatorische Bewegung (11) innerhalb der Hohlwelle (3) ausführt.

17. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 16,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Antrieb (26) des Stützrohres (24) einseitig gestellfest angeordnet ist und andererseits mit einem am Stützrohr (24) fixierten Tragarm (36) gekoppelt ist und wobei der Tragarm (36) zugleich den Antrieb (20) des ersten Verformungsorgans (12) aufnimmt.

18. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der Ansprüche 10 bis 17,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Innenflächen der Ringsegmente (22) des weiteren Verformungsorgans (13) eine Kegelfläche (28) ausbilden, deren Flankenwinkel (29) dem Flankenwinkel (30) des als kegelförmiger Dorn (14) ausgebildeten ersten Verformungsorgans (12) entspricht.

19. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohl-

welle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der Ansprüche 10 bis 18,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Verformungsorgane (12, 13) und die ihnen jeweils zugeordneten Führungsmittel (16, 15, 24) lösbar miteinander verbunden und / oder einander berührend angeordnet sind.

## Claims

1. A method for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner, wherein the component is positioned on the hollow shaft with joint clearance and fastened in a certain position on the hollow shaft by eliminating the joint clearance, wherein the joint clearance is eliminated by widening the hollow shaft by means of a joining tool that at least partially extends through the hollow shaft, wherein the joining tool (10) features at least a first deformation element (12) and at least a further deformation element (13), and wherein the first and second deformation elements (12, 13) can be moved into arbitrary positions in the interior of the hollow shaft (3) in the direction of the longitudinal axis (11) thereof and make it possible to widen (23, 33) the hollow shaft (3) in these arbitrary positions,
 

**characterized in that** the deformation elements (12, 13) are moved relative to one another, wherein an at least partial movement of the first deformation element (12) within the additional deformation element (13) is realized due to a translatory movement (11) of the first deformation element (12) within the hollow shaft (3), and wherein the relative movement between the deformation elements (12, 13) causes the hollow shaft (3) to be at least partially widened.
2. The method for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to claim 1,
 

**characterized in that** the widening of the hollow shaft (3) is realized by widening (23) the deformation element (13, 21, 22) that contacts the hollow shaft (3) on a defined inner peripheral surface.
3. The method for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to one of the preceding claims,
 

**characterized in that** at least one deformation element (13) is realized such that it can be expanded and contracted.
4. The method for connecting a hollow shaft to at least



one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to one of the preceding claims,

**characterized in**

**that** the shape of the interference fit between the hollow shaft (3) and the component (5) is defined by the contact surface shape of the at least one deformation element (21, 22) that at least partially contacts the inner surface of the hollow shaft (3).

5. The method for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to one of the preceding claims,

**characterized in**

**that** the method comprises the steps of

a) positioning the further deformation element (13) on the inner surface of the hollow shaft (3) in the region of the component (5) by moving (11) the additional deformation element (13) within the hollow shaft (3) in a translatory manner,

b) fixing the further deformation element (13) in this position,

d) wherein the at least partial movement of the first deformation element (12) within the further deformation element (13) causes the further deformation element (13) to widen (23) and the hollow shaft (3) to simultaneously widen (33) in this region,

e) moving the first deformation element (12) out of the further deformation element (13), wherein the additional deformation element (13) moves back into an idle position, and

f) repeating steps a-e in a new position within the hollow shaft (3).

6. The method for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to one of the preceding claims,

**characterized in**

**that** at least the first deformation element (12) is provided in the form of a conical mandrel (14), the largest cone diameter (17) of which is smaller than the inside diameter (18) of the hollow shaft (3).

7. The method for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to one of the preceding claims,

**characterized in**

**that** the at least one further deformation element (13) is provided in the form of an annular bushing (21) that is composed of ring segments (22), in

**that** the ring segments (22) can be moved back and forth between an idle position (31) and at least one

working position (32) in the radial direction (23) of the annular bushing (21), and in

**that** the outside diameter of the annular bushing (21) is in the idle position (31) smaller and in the at least one working position (32) larger than the inside diameter (18) of the hollow shaft (3) prior to widening of the hollow shaft (3).

8. The method for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to one of the preceding claims,

**characterized in**

**that** a guiding means (16) in the form of a tie rod (15) is integrally formed onto the first deformation element (12) and the tie rod (15) carries out a translatory movement (11) within the hollow shaft (3) due to its coupling to a drive (20), in

**that** a guiding means (16) in the form of a support tube (24) is assigned to the further deformation element (13) and the support tube (24) carries out a translatory movement (11) within the hollow shaft (3) due to its coupling to a drive (26), and in

**that** the drives (20, 26) of the guiding means (16, 15, 24) are coupled to a control and evaluation unit (34), wherein the control and evaluation unit (34) controls the relative movement (11) between the deformation elements (12, 13) as a function of characteristics stored in the control and the evaluation unit (34).

9. The method for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to claim 7,

**characterized in**

**that** the characteristics take into consideration the position of the deformation elements (12, 13), the flank inclination angles (29, 30) and material properties of the hollow shaft (3) and the components (5).

10. A device for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner, wherein the component can be positioned on the hollow shaft with a joint clearance and fastened in a certain position on this hollow shaft by eliminating the joint clearance, wherein the joint clearance can be eliminated by widening the hollow shaft by means of a joining tool that at least partially extends through the hollow shaft, wherein the joining tool (10) comprises an expansion mandrel (14, 21, 22) that is composed of at least a first deformation element (12) and at least a further deformation element (13) and can be moved within the hollow shaft (3) by guiding means (16, 15, 24), and wherein the first and second deformation elements (12, 13) can be moved into arbitrary positions in the interior of the hollow shaft (3) in the direction of the longitudinal axis (11) thereof and make it possible to widen (23,

- 33) the hollow shaft (3) in these arbitrary positions,  
**characterized in**  
**that** the first deformation element (12) can be at least partially moved within the further deformation element (13), wherein the deformation elements (12, 13) can be moved relative to one another and the relative movement between the deformation elements (12, 13) causes the hollow shaft (3) to be at least partially widened (33).
11. The device for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to claim 10,  
**characterized in**  
**that** at least the first deformation element (12) is realized in the form of a conical mandrel (14).
12. The device for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to claim 11,  
**characterized in**  
**that** a guiding means (16) in the form of a tie rod (15) is integrally formed onto the first deformation element (12) and the tie rod (15) carries out a translatory movement (11) within the hollow shaft (3) due to its coupling to a drive (20).
13. The device for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to one of claims 10-12,  
**characterized in**  
**that** the at least one further deformation element (13) is provided in the form of an annular bushing (21) that is composed of ring segments (22).
14. The device for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to claim 13,  
**characterized in**  
**that** the ring segments (22) can be moved back and forth between an idle position (31) and at least one working position (32) in the radial direction (23) of the annular bushing (21).
15. The device for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to claim 4,  
**characterized in**  
**that** the ring segments (22) of the annular bushing (21) are connected to one another by means of a common fixing means (35).
16. The device for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to one of claims 13-15,  
**characterized in**  
**that** a guiding means (16) in the form of a support tube (24) is assigned to the further deformation element (13) and the support tube (24) carries out a translatory movement (11) within the hollow shaft (3) due to its coupling to a drive (26).
17. The device for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to claim 16,  
**characterized in**  
**that** the drive (26) of the support tube (24) is rigidly arranged on a frame on one end and coupled to a carrying arm (36) fixed on the support tube (24) on the other end, wherein the carrying arm (36) simultaneously accommodates the drive (20) of the first deformation element (12).
18. The device for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to one of claims 10-17,  
**characterized in**  
**that** the inner surfaces of the ring segments (22) of the further deformation element (13) form a truncated cone surface (28), the flank inclination angle (29) of which corresponds to the flank inclination angle (30) of the first deformation element (12) realized in the form of a conical mandrel (14).
19. The device for connecting a hollow shaft to at least one component arranged on the hollow shaft in a rotation-fixed manner according to one of claims 10-18,  
**characterized in**  
**that** the deformation elements (12, 13) and the guiding means (16, 15, 24) respectively assigned thereto are separably connected to one another and/or arranged such that they contact one another.

## Revendications

1. Procédé destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux avec au moins un composant disposé sur l'arbre creux, pour lequel le composant est positionné avec un jeu d'assemblage sur l'arbre creux et est fixé sur celui-ci dans une certaine position en supprimant le jeu d'assemblage, pour lequel le jeu d'assemblage est supprimé par élargissement de l'arbre creux au moyen d'un outil d'assemblage traversant au moins en partie l'arbre creux, pour lequel l'outil d'assemblage (10) comporte au moins un premier organe de déformation (12) et au moins un autre organe de déformation (13), pour lequel les premier et deuxième organes de déformation (12,13) sont déplacés en direction de l'axe longitudinal (11) de l'arbre creux (3) dans des positions quelconques à l'intérieur de celui-ci et permettent

- dans ces positions quelconques un élargissement (23,33) de l'arbre creux (3), **caractérisé en ce que** les organes de déformation (12,13) sont déplacés l'un par rapport à l'autre, pour lequel au moins un déplacement partiel du premier organe de déformation (12) à l'intérieur de l'autre organe de déformation (13) a lieu par mouvement translatore (11) du premier organe de déformation (12) à l'intérieur de l'arbre creux (3), pour lequel le mouvement relatif des organes de déformation (12,13) l'un par rapport à l'autre, produit au moins un élargissement partiel de l'arbre creux (3).
2. Procédé destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** l'élargissement de l'arbre creux (3) est réalisé par élargissement (23) de l'organe de déformation (13,21,22) en contact avec l'arbre creux (3) sur une surface périphérique intérieure définie.
  3. Procédé destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'**au moins un organe de déformation (13) est constitué de manière à pouvoir être expansé et avoir un retour élastique.
  4. Procédé destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** la forme de l'ajustage serré entre l'arbre creux (3) et le composant (5) est définie par la configuration de la surface de contact d'au moins un organe de déformation (21,22) en contact au moins en partie avec la surface intérieure de l'arbre creux (3).
  5. Procédé destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** le procédé comprend les étapes de
    - a) positionnement de l'autre organe de déformation (13) sur la surface intérieure de l'arbre creux (3) dans la zone du composant (5) par mouvement translatore (11) de l'autre organe de déformation (13) à l'intérieur de l'arbre creux (3),
    - b) fixation de l'autre organe de déformation (13) à cette position,
    - d) déplacement du premier organe de déformation (12) au moins partiellement à l'intérieur de l'autre organe de déformation (13) qui produit l'élargissement (23) de l'autre organe de déformation (13) et dans cette zone en même temps l'élargissement (33) de l'arbre creux (3),
    - e) mouvement de sortie du premier organe de déformation (12) de l'autre organe de déformation (13), pour lequel l'autre organe de déformation (13) effectue un mouvement de recul dans une position de non fonctionnement,
    - f) répétition des étapes a) à e) sur une nouvelle position à l'intérieur de l'arbre creux (3).
  6. Procédé destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'**au moins le premier organe de déformation (12) est exécuté comme un mandrin de forme conique (14), dont le diamètre de cône le plus grand (17) est plus petit que le diamètre intérieur (18) de l'arbre creux (3).
  7. Procédé destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'**au moins un autre organe de déformation (13) est exécuté comme un coussinet annulaire (21) constitué de segments annulaires (22), **en ce que** les segments annulaires (22) peuvent être mobiles dans les deux sens dans la direction radiale (23) du coussinet annulaire (21) entre une position de non fonctionnement (31) et au moins une position de travail (32) et **en ce que** le diamètre extérieur du coussinet annulaire (21) dans la position de non fonctionnement (31) est plus petit et dans au moins une position de travail (32) plus grande que le diamètre intérieur (18) de l'arbre creux (3) avant l'élargissement de l'arbre creux (3).
  8. Procédé destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'**un moyen de guidage (16) exécuté comme une barre de traction (15) est formé sur le premier organe de déformation (12) et la barre de traction (15) effectue par accouplement avec un entraînement (20) un mouvement translatore (11) à l'intérieur de l'arbre creux (3), **en ce qu'**un moyen de guidage (16) exécuté comme un tube de support (24) est attribué à l'autre organe de déformation (13) et le tube de support (24) effectue par accouplement avec un entraînement (26) un mouvement translatore (11) à l'intérieur de l'arbre creux (3), et **en ce que** les entraînements (20, 26) des moyens de guidage (16, 15, 24) sont couplés à une unité de commande et d'évaluation (34) et pour lequel l'unité de commande et d'évaluation (34) pilote le mouve-

- ment relatif (11) des organes de déformation (12,13) l'un par rapport à l'autre en fonction des courbes caractéristiques enregistrées dans l'unité de commande et d'évaluation (34).
9. Procédé destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon la revendication 7 **caractérisé en ce que** les courbes caractéristiques prennent en considération la position des organes de déformation (12,13), l'angle d'inclinaison de flanc (29,30) et les valeurs caractéristiques de matériau de l'arbre creux (3) et les composants (5).
10. Dispositif destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux, pour lequel le composant peut être positionné avec un jeu d'assemblage sur l'arbre et peut être fixé sur celui-ci dans une certaine position en supprimant le jeu d'assemblage, pour lequel le jeu d'assemblage peut être supprimé par élargissement de l'arbre creux au moyen d'un outil d'assemblage traversant au moins en partie l'arbre creux, pour lequel l'outil d'assemblage (10) comprend un mandrin d'expansion (14,21,22) constitué par au moins un premier organe de déformation (12) et au moins un deuxième organe de déformation (13), qui peut être déplacé sur les moyens de guidage (16,15,24) à l'intérieur d'un arbre creux (3) et pour lequel les premier et deuxième organes de déformation (12,13) peuvent être déplacés en direction de l'axe longitudinal (11) de l'arbre creux (3) dans des positions quelconques à l'intérieur de celui-ci et permettent dans ces positions quelconques un élargissement (23,33) de l'arbre creux (3), **caractérisé en ce que** le premier organe de déformation (12) peut être déplacé au moins en partie à l'intérieur de l'autre organe de déplacement (13) et pour lequel les organes de déformation (12,13) peuvent être déplacés l'un par rapport à l'autre et le mouvement relatif des organes de déformation (12,13) produit au moins un élargissement partiel (33) de l'arbre creux (3).
11. Dispositif destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon la revendication 10 **caractérisé en ce qu'**au moins le premier organe de déformation (12) est exécuté comme un mandrin de forme conique (14).
12. Dispositif destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon la revendication 11 **caractérisé en ce qu'**un moyen de guidage (16) exécuté comme une barre de traction (15) est formé sur le premier organe de déformation (12) et la barre de traction (15) effectue par accouplement avec un entraînement (20) un mouvement translatore (11) à l'intérieur de l'arbre creux (3).
13. Dispositif destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon l'une quelconque des revendications 10 à 12 **caractérisé en ce qu'**au moins un autre organe de déformation (13) est exécuté comme un coussinet annulaire (21) formé par des segments annulaires (22).
14. Dispositif destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon la revendication 13 **caractérisé en ce que** les segments annulaires (22) peuvent être déplacés dans les deux sens dans la direction radiale (23) du coussinet annulaire (21) entre une position de non fonctionnement (31) et une position de travail (32).
15. Dispositif destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon la revendication 4 **caractérisé en ce que** les segments annulaires (22) du coussinet annulaire (21) sont reliés entre eux par l'intermédiaire d'un moyen de fixation commun (35).
16. Dispositif destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon l'une quelconque des revendications 13-15 **caractérisé en ce qu'**un moyen de guidage (16) exécuté comme un tube de support (24) est attribué à l'autre organe de déformation (13) et le tube de support (24) effectue par accouplement avec un entraînement (26) un mouvement translatore (11) à l'intérieur de l'arbre creux (3).
17. Dispositif destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon la revendication 16 **caractérisé en ce que** l'entraînement (26) du tube de support (24) est disposé fixe en montage à une extrémité et est couplé à l'autre extrémité à un bras de support (36) fixé sur le tube de support (24) et pour lequel le bras de support (36) reçoit en même temps l'entraînement (20) du premier organe de déformation (12).
18. Dispositif destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon l'une quelconque des revendications 10 à 17 **caractérisé en ce que** les surfaces intérieures des segments annulaires (22) de l'autre organe de déformation (13) constituent une surface tronconique (28) dont l'angle d'inclinaison de flanc (29) correspond à l'angle d'inclinaison de flanc (30) du premier organe de déformation (12).

constitué comme un mandrin de forme conique (14).

19. Dispositif destiné à raccorder de manière solidaire en rotation un arbre creux à au moins un composant disposé sur l'arbre creux selon l'une quelconque des revendications 10 à 18 **caractérisé en ce que** les organes de déformation (12,13) et les moyens de guidage (16,15,24) qui leur sont respectivement affectés, sont reliés les uns aux autres de manière à pouvoir être séparés et/ou sont disposés en contact les uns avec les autres.

5

10

15

20

25

30

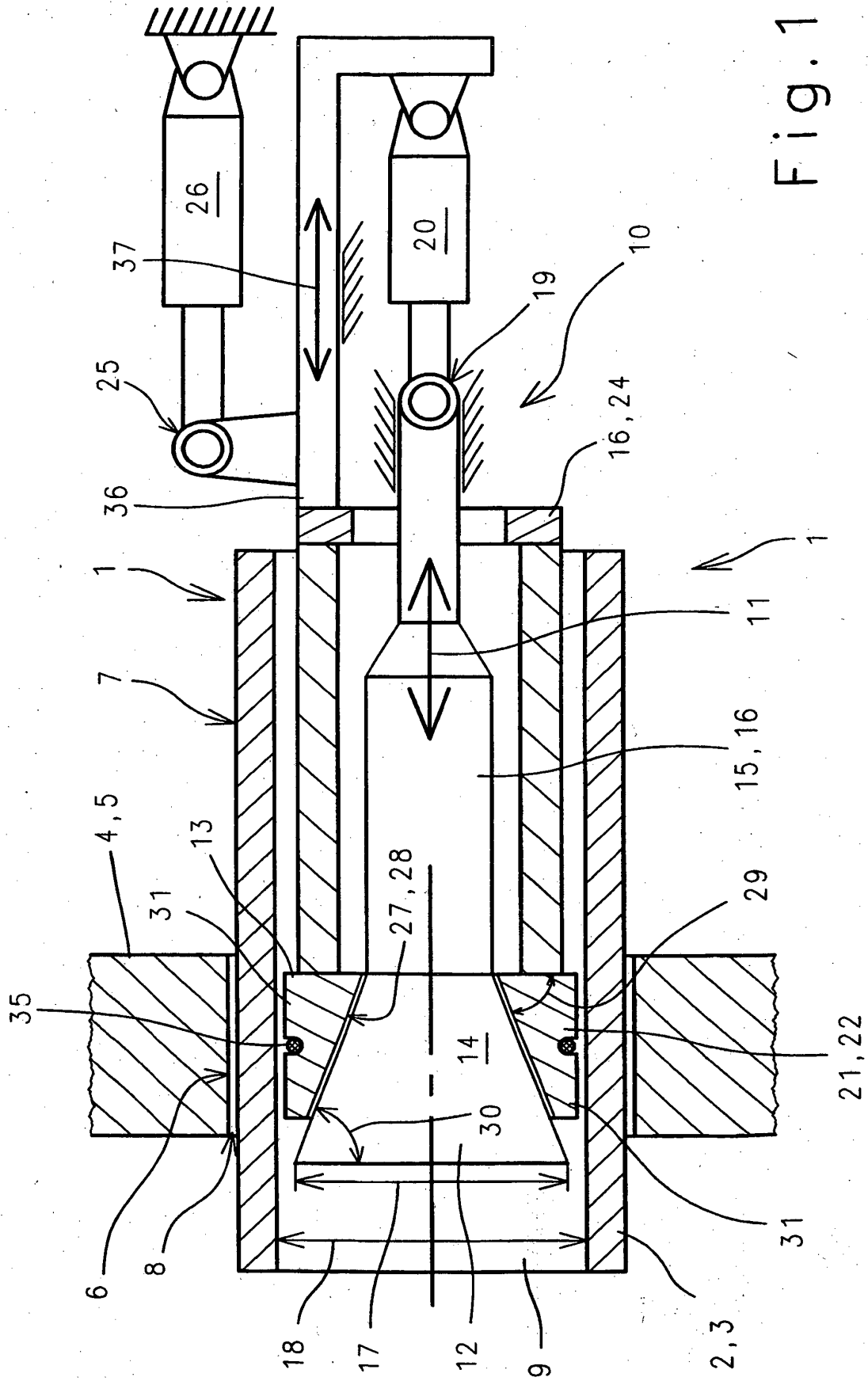
35

40

45

50

55



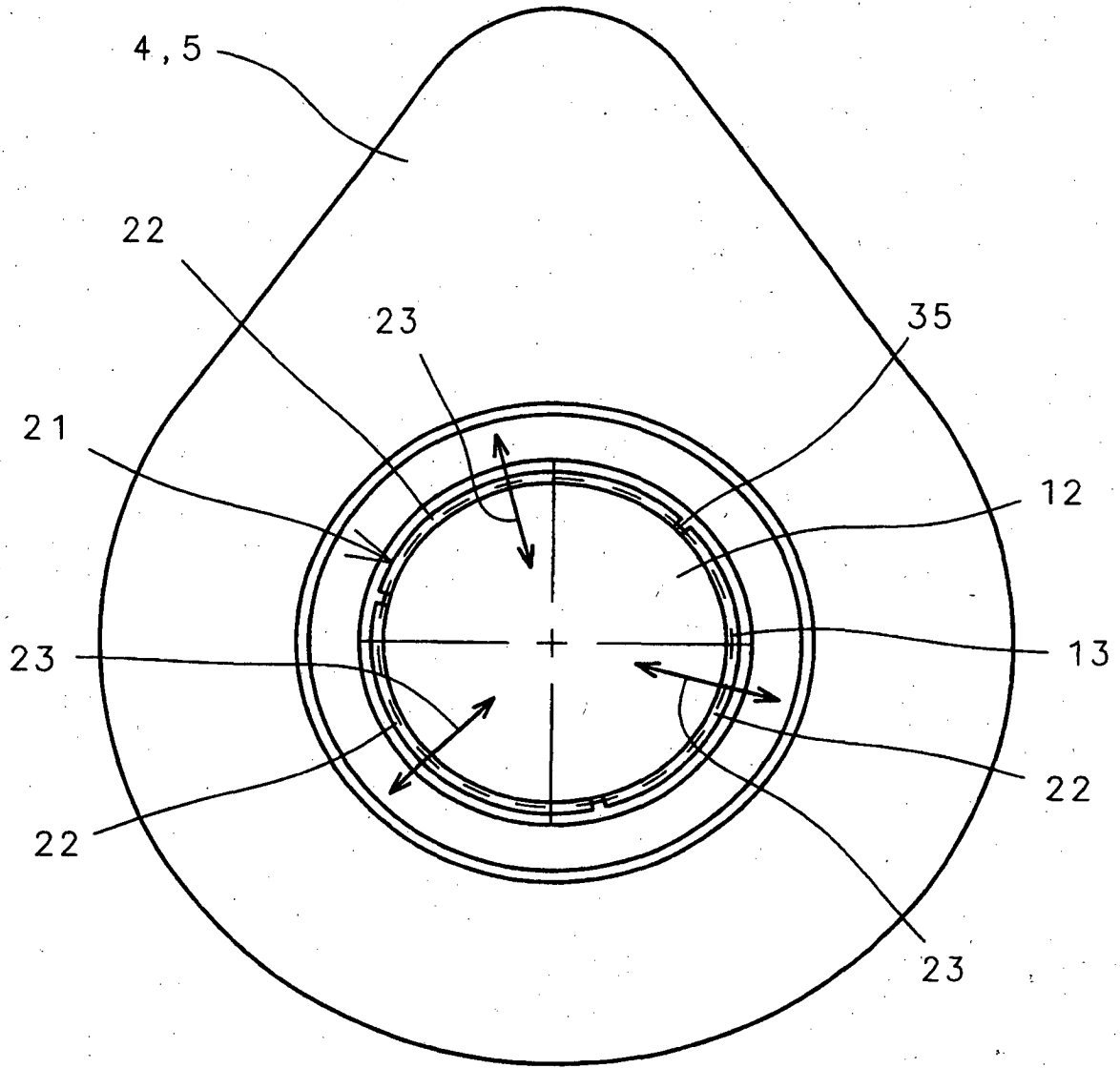


Fig. 2

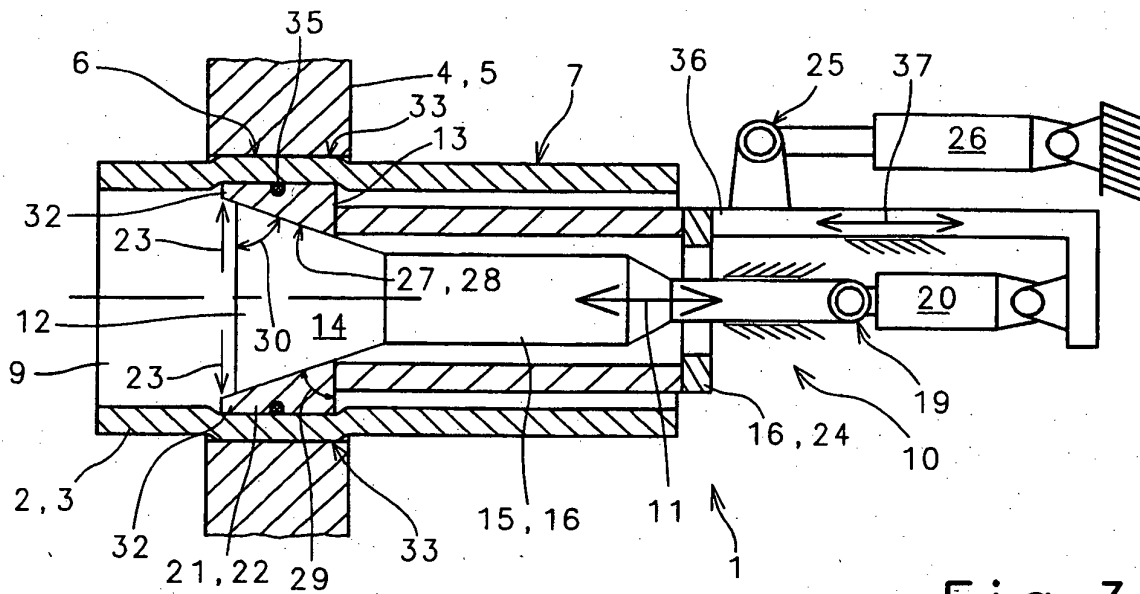


Fig. 3

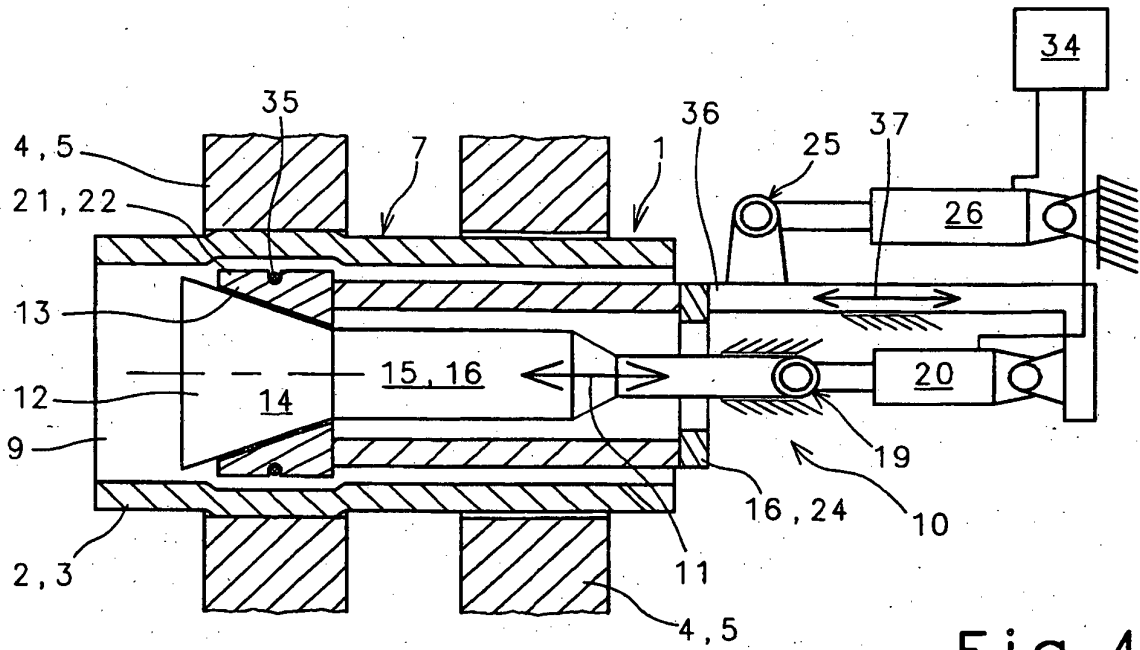


Fig. 4



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19625555 [0002]
- EP 0650550 A [0003]
- DE 2546802 A1 [0004]
- GB 2069388 A [0005]