

(19)



(11)

EP 1 757 381 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

28.02.2007 Patentblatt 2007/09

(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**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

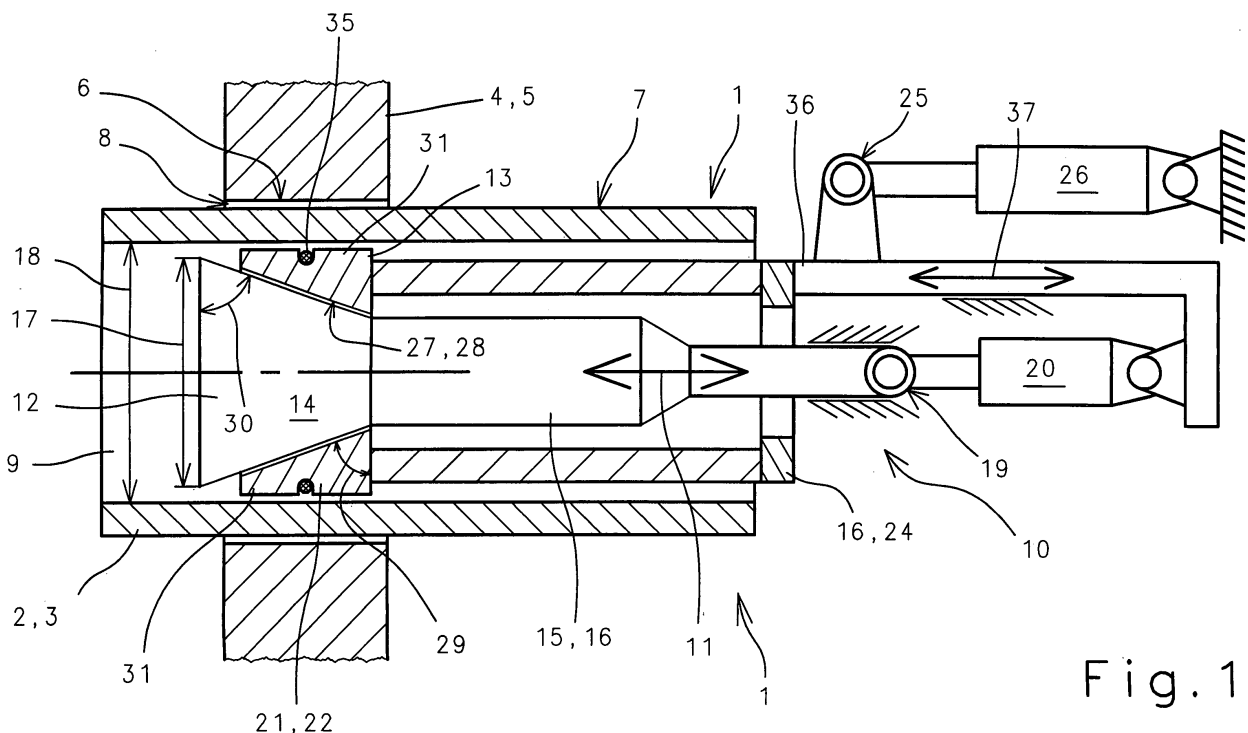
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU(30) Priorität: **22.08.2005 DE 102005039784**(71) Anmelder: **CLAAS Fertigungstechnik GmbH**
48361 Beelen (DE)(72) Erfinder: **Herrmann, Günter**
33335 Gütersloh (DE)(74) Vertreter: **Ellerbrächter, Dirk**
C/o CLAAS KGaA mbH
Münsterstrasse 33
33428 Harsewinkel (DE)(54) **Verfahren und Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit einem Bauteil**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle (3) mit mindestens einem auf der Hohlwelle (3) angeordnetem Bauteil (5), bei dem das Bauteil (5) mit Fügspiel (8) auf der Hohlwelle (3) positioniert und auf dieser in einer bestimmten Position durch Aufheben des Fügspiels (8) befestigt wird, wobei das Fügspiel (8) durch Aufweiten (33) der Hohlwelle (3) mittels eines die Hohlwelle (3) zumindest teilweise durchsetzenden Fügwerk-

zeugs (10) aufgehoben wird und wobei das Fügwerkzeug (10) zumindest ein erstes Verformungsorgan (12) und wenigstens ein weiteres Verformungsorgan (13) aufweist und die Verformungsorgane (12, 13) relativ zueinander bewegbar sind, sodass die Relativbewegung der Verformungsorgane (12, 13) zueinander ein wenigstens teilweises Aufweiten der Hohlwelle (3) bewirkt. Eine solche Ausführung hat insbesondere den Vorteil, dass die Fügwerkzeuge (10) nur an den notwendigen Stellen eine Aufweitung der Hohlwelle bewirken.

**Fig. 1****EP 1 757 381 A2**

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 7.

[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 Presssitz 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 Presssitz 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] 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.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren und eine Vorrichtung nach den kennzeichnenden Merkmalen der Ansprüche 1 und 7 gelöst.

[0006] Indem das Fügewerkzeug zumindest ein erstes Verformungsorgan und wenigstens ein weiteres Verfor-

mungsorgan 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, das eine kostengünstige Alternative zu bekannten Verfahren geschaffen wird, die insbesondere einen niedrigen Verschleiß der Fügewerkzeuge sicherstellt.

[0007] 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.

[0008] Eine große Flexibilität in der Schaffung der erfindungsgemäßen Presssitz 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.

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] 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
- d) 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
- e) Herausbewegen des ersten Verformungsorgans

aus dem weiteren Verformungsorgan, wobei das weitere Verformungsorgan eine Rückdehnung erfährt

f) Wiederholung der Schritte a bis e an einer neuen Position innerhalb der Hohlwelle

aufweist.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] Indem der Antrieb des Stützrohres eineneinander 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind Ge-

genstand weiterer Unteransprüche und werden nachfolgend an Hand eines in mehreren Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 das erfindungsgemäße Fügewerkzeug in einer Nichtarbeitsposition in der Seitenansicht
 Figur 2 das Fügewerkzeug nach Figur 1 in der Frontansicht
 Figur 3 das erfindungsgemäße Fügewerkzeug in einer Arbeitsposition in der Seitenansicht
 Figur 4 das erfindungsgemäße Fügewerkzeug in einer weiteren Nichtarbeitsposition in der Seitenansicht

[0023] 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 erläuterter 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.

[0024] Der Innenraum 9 der rohrförmigen Hohlwelle 3 wird zumindest teilweise von dem erfindungsgemäßen Fügewerkzeug 10 durchsetzt, wobei das Fügewerkzeug 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 Fügewerkzeug 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 Umfangs-

richtung 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.

[0025] 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.

[0026] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Dorn 14 und die Ringbuchse 21 jeweils beidseitig an ihren 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 Fügewerkzeugs 10 realisierbar ist.

[0027] 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 kegelförmige 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.

[0028] 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 posi-

tioniert 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.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] Zur Schaffung hochpräziser Presssitze kann in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung gemäß Fig. 4 eine elektronische Steuer- und Regeleinheit 34 vorge-

sehen 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.

[0032] 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 zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

[0033]

- | | |
|----|-----------------------|
| 1 | Nockenwelle |
| 2 | Wellengrundkörper |
| 3 | Hohlwelle |
| 4 | Nocken |
| 5 | Bauteil |
| 6 | Bohrung |
| 7 | Außendurchmesser |
| 8 | Fügspiel |
| 9 | Innenraum |
| 10 | Fügwerkzeug |
| 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

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil, bei dem das Bauteil mit Fügenspiel auf der Hohlwelle positioniert wird und auf dieser in einer bestimmten Position durch Aufheben des Fügspiels befestigt wird, wobei das Fügspiel durch Aufweiten der Hohlwelle mittels eines die Hohlwelle zumindest teilweise durchsetzenden Fügwerkzeugs aufgehoben wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Fügwerkzeug (10) zumindest ein erstes Verformungsorgan (12) und wenigstens ein weiteres Verformungsorgan (13) aufweist und die Verformungsorgane (12, 13) relativ zueinander bewegbar sind, 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 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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

- a) 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)
- b) Festsetzen des weiteren Verformungsorgans (13) an dieser Position
- c) wenigstens teilweises Bewegen des ersten Verformungsorgans (12) innerhalb des weiteren Verformungsorgans (13) durch translatorisches Bewegen (11) des ersten Verformungsorgans (12) innerhalb der Hohlwelle (3)
- d) 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)
- e) 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.

7. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil, bei dem das Bauteil mit Fügspiel auf der Welle positioniert wird und auf dieser in einer bestimmten Position durch Aufheben des Fügspiels befestigt wird, wobei das Fügspiel durch Aufweiten der Hohlwelle mittels eines die Hohlwelle zumindest teilweise durchsetzenden Fügwerkzeugs aufgehoben wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Fügwerkzeug (10) einen von zumindest einem erstes 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 Verformungsorgane (12, 13) relativ zueinander bewegbar sind und die Relativbewegung der Verformungsorgane (12, 13) zueinander ein wenigstens teilweises Aufweiten (33) der Hohlwelle (3) bewirkt. 5
8. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 10
dadurch gekennzeichnet,
dass das wenigstens eine erste Verformungsorgan (12) als kegelförmiger Dorn (14) ausgeführt ist, dessen größter Kegeldurchmesser (17) kleiner als der Innendurchmesser (18) der Hohlwelle (3) ist. 15
9. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 8, 20
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. 25
10. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet,
dass das wenigstens eine weitere Verformungsorgan (13) als eine von Ringsegmenten (22) gebildete Ringbuchse (21) ausgeführt ist. 35
11. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 10, 40
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. 45
12. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 11, 50
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ringsegmente (22) der Ringbuchse (21) mittels eines gemeinsamen Fixiermittels (35) miteinander verbunden sind.
13. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der Ansprüche 10 - 12, 55
dadurch gekennzeichnet,
- 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) ist.
14. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der Ansprüche 10 - 13,
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.
15. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
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.
16. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Innenflächen der Ringsegmente (22) des weiteren Verformungsorgans (13) eine Kegelfläche (28) ausbilden, deren Flankenneigungswinkel (29) dem Flankenneigungswinkel (30) des als kegelförmiger Dorn (14) ausgebildeten ersten Verformungsorgans (12) entspricht.
17. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
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.
18. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hohlwelle (3) als rohrförmiger Wellengrundkörper (2) einer Nockenwelle (1) und das eine ohne die Vielzahl von Bauteilen (5) als Nocken (4)

ausgebildet sind.

19. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet,
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. 10
15
20. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 19,
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. 20
21. Vorrichtung zum drehfesten Verbinden einer Hohlwelle mit mindestens einem auf der Hohlwelle angeordnetem Bauteil nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Materialkennwerte den Elastizitätsmodul, die Dichte, die Temperatur und/oder die Materialzusammensetzung der Hohlwelle (3) und/oder der Bauteile (5) umfassen können. 25
30

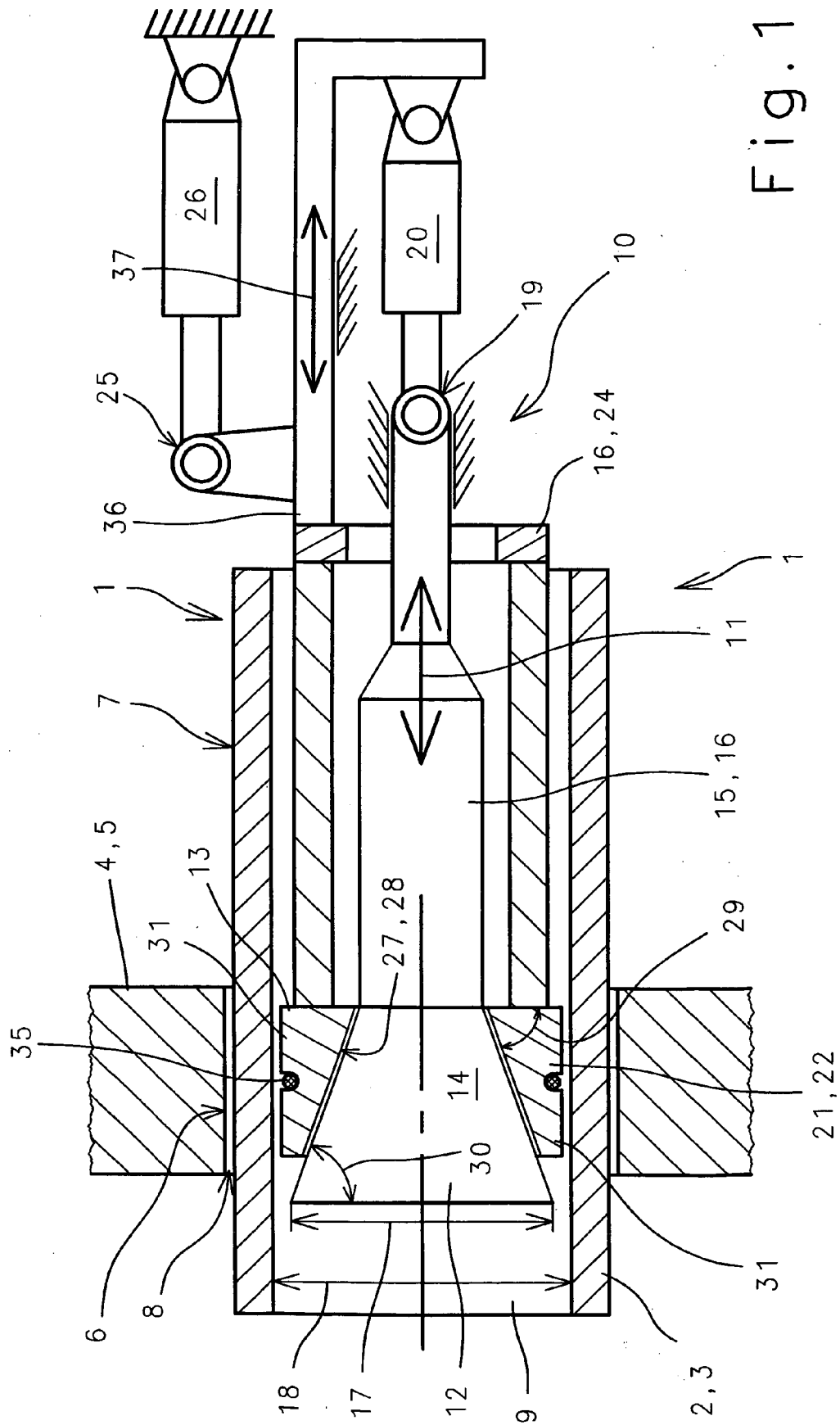
35

40

45

50

55



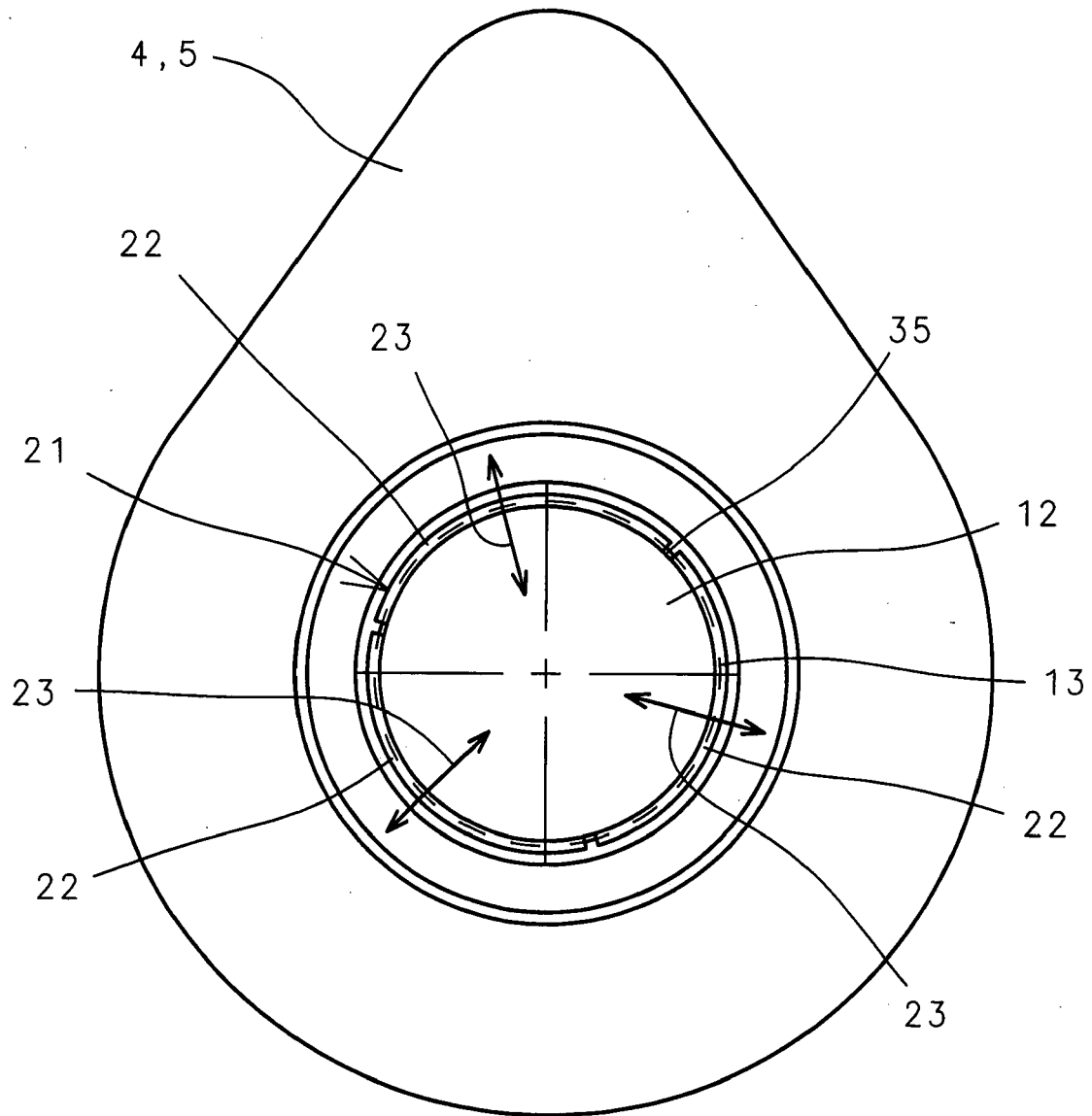


Fig. 2

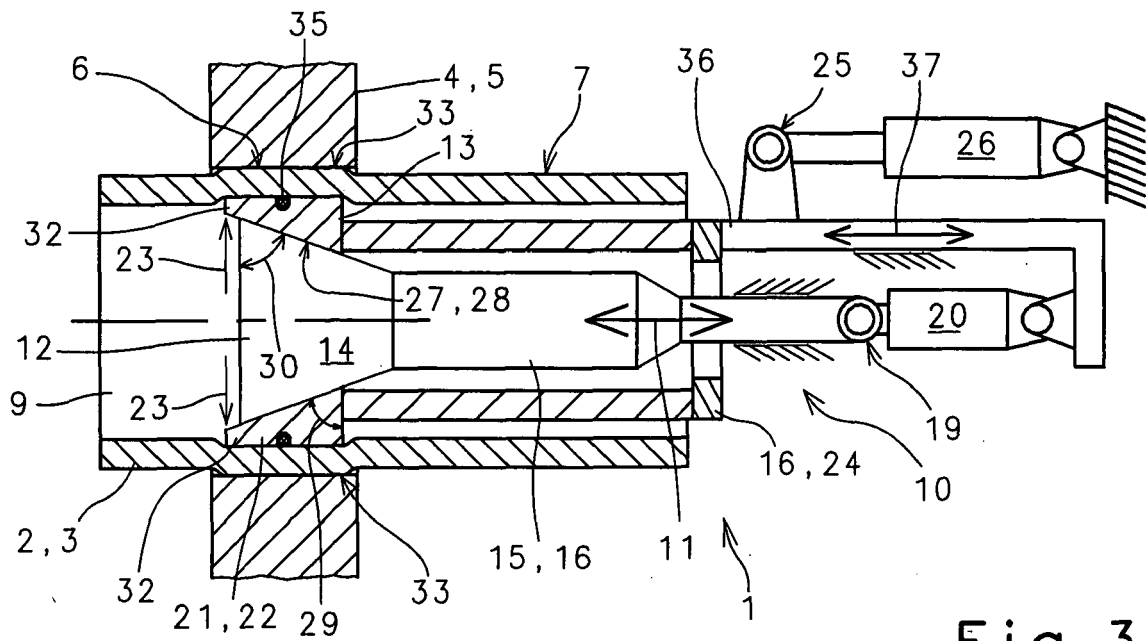


Fig. 3

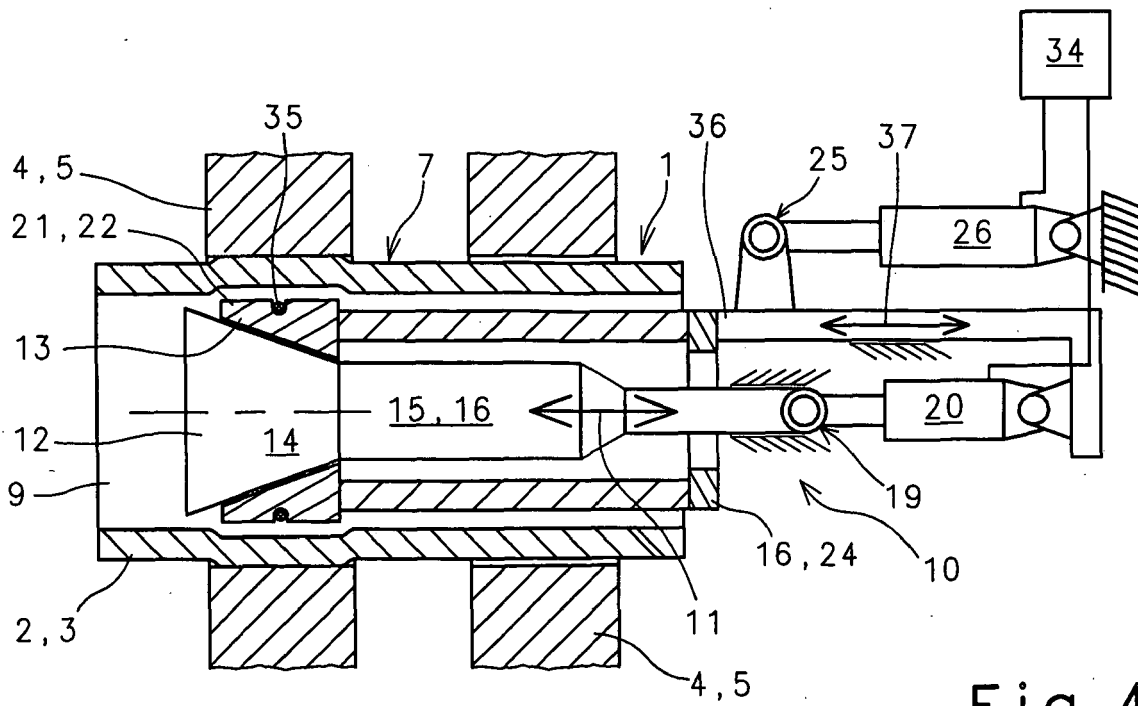


Fig. 4

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]