



(10) **DE 10 2012 212 677 B4** 2014.05.15

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 212 677.5**
(22) Anmeldetag: **19.07.2012**
(43) Offenlegungstag: **23.01.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.05.2014**

(51) Int Cl.: **B24B 33/08 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Gehring Technologies GmbH, 73760, Ostfildern,
DE**

(74) Vertreter:
**DREISS Patentanwälte PartG mbB, 70188,
Stuttgart, DE**

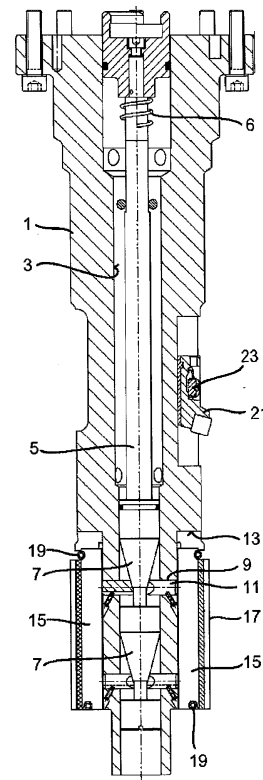
(72) Erfinder:
Flores, Gerhard, 73760, Ostfildern, DE;
Baumgartner, Erwin, 73760, Ostfildern, DE;
**Richter, Joachim, 73265, Dettingen, DE; Rach,
Michael, 73776, Altbach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	34 06 454	A1
DE	20 2010 010 740	U1
US	3 561 172	A
US	5 564 968	A

(54) Bezeichnung: **Honwerkzeug, insbesondere zum Positionshonen**

(57) Hauptanspruch: Honwerkzeug mit einem Werkzeugkörper (1), mit mehreren Honleisten (17) und mit einer Zustell- einrichtung, wobei am Außenumfang des Werkzeugkörpers (1) Nuten (13) zur Aufnahme der Honleisten (17) ausgebildet sind, wobei am Grund der Nuten (13) Radialbohrungen (9) vorgesehen sind, und wobei in den Radialbohrungen (9) Zustellstifte (1) angeordnet sind, welche eine radial nach außen gerichtete Zustellbewegung und die nach innen gerichtete Rückstellbewegung von der Zustelleinrichtung (5) auf die Honleisten (17) übertragen, dadurch gekennzeichnet, dass die Zustellstifte (11) über eine Renkverbindung (59, 61) in Zustellrichtung formschlüssig mit den Tragleisten (15) verbunden sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Honwerkzeug, insbesondere zum Positionshonen, mit den Merkmalen gemäß Oberbegriff von Patentanspruch 1. Positionshonen ist eine zunehmend angewendete Fertigungstechnologie, bei der Zylinderbohrungen nach dem Gießen vorgebohrt werden und anschließend durch Honen fertiggestellt werden. Das bisher zwischen Vorbohren und Vorhonen erforderliche Feinbohren kann entfallen. Das Positionshonen ersetzt somit das Feinbohren und bedient die Qualitätsanforderungen beider Verfahren. Auch thermisch beschichtete Zylinderbohrungen werden durch Positionshonen direkt nach dem Beschichten bearbeitet. Durch das Positionshonen wird die Fertigungskette erheblich verkürzt. Die erfindungsgemäße Prozesskette arbeitet mit den konventionellen Taktzeiten z. B. bei PKW-Kurbelgehäusen von unter 30 s. Die Qualität der fertig gehonten Zylinderbohrung ist unverändert, erfüllt die Qualitätsanforderungen und die Funktion ist in vollem Umfang sichergestellt.

[0002] Das Positionshonen hat aufgrund seiner enormen wirtschaftlichen Vorteile Eingang gefunden in die Prozessketten moderner Fertigungslinien.

[0003] Aus der DE 20 2010 010 740 U1 ist ein Honwerkzeug bekannt dessen Honleisten über Zustellstifte von einem oder mehreren Zustellkonussen der Zustelleinrichtung radial nach außen zugestellt werden.

[0004] Aus der US 5 564 968 A und der DE 34 06 454 A1 sind Honwerkzeuge mit zwangsgesteuerten Honleisten bekannt, bei denen die Zustellbewegungen über ein Ritzel und Zahnstangen auf die Honleisten übertragen werden.

[0005] Ein ähnliches Werkzeug ist auch aus der US 3 561 172 A bekannt.

[0006] Dabei werden die Honleisten über schraubenlinienförmige Schlitze einer Zustellstange betätigt.

Aufgabe der Erfindung

[0007] Ausgehend vom Stand der Technik wird zur weiteren Entwicklung des Positionshonens ein Werkzeugkonzept benötigt, welches mit hoher Steifigkeit und bei höchsten Drehzahlen die Bearbeitungskräfte auf das Werkstück überträgt und die Herstellung von Zylinderbohrungen mit hoher Lagegenauigkeit zulässt. Außerdem soll die Wirtschaftlichkeit des Positionshonens weiter verbessert werden.

[0008] Die Erfindung sieht zur Lösung dieser Aufgabe ein Honwerkzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 vor, welches einen massiven und

nicht geschlitzten Werkzeugkörper umfasst, der starr mit der Spindel einer Honmaschine verbunden ist. Zum Erreichen einer hohen Steifigkeit ist der Werkzeugkörper am Außenumfang zur Aufnahme der Tragleisten beziehungsweise der Honleisten genutet, jedoch nicht geschlitzt. Zur radialen Zustellung werden je Tragleiste lediglich zwei Stifte verwendet, die vom Konus aus radial nach außen bewegt werden. Die erfindungsgemäßen Zustellstifte können Zustellbewegungen in beide Richtungen übertragen, sie sind jedoch keinen Querkräften ausgesetzt. Damit sind die Honleisten gegenüber der Zustelleinrichtung und dem Werkzeugkörper in axialer Richtung des Werkzeugkörpers entkoppelt.

[0009] Mit dem erfindungsgemäßen Honwerkzeug können aufgrund der wesentlich höheren Steifigkeit des Werkzeugkörpers und der Tragleisten sehr enge Lagetoleranzen sicher erreicht werden. Insbesondere die Rechtwinkligkeit und die Positioniergenauigkeit der positionsgehonten Bohrung kann damit wesentlich verbessert werden, so dass auch statistisch eingegrenzte Toleranzen zuverlässig erreicht werden können. Die Ergebnisse sind diesbezüglich mit dem Feinbohren vergleichbar. Bei dem erfindungsgemäßen Honwerkzeug erfolgt die Zustellung der Honleisten zwangsgesteuert.

[0010] Zwangsgesteuert im Sinne der Erfindung bedeutet, dass bei der Bewegung einer Zustelleinrichtung in eine Richtung die Honleisten beispielsweise radial nach außen zugestellt werden. Wenn nun die Zustellbewegung der Zustelleinrichtung in ihrer Richtung umgekehrt wird, dann werden die Honleisten radial nach innen rückgestellt. Durch diese zwangsweise Kopplung der Honleisten mit der Zustelleinrichtung wird nicht nur eine exakte Zustellung nach außen erreicht. Es wird auch erreicht, dass sich die Honleisten auch unter dem Einfluss hoher Zentrifugalkräfte nicht über die von der Zustelleinrichtung vorgegebene Position hinaus radial nach außen bewegen können. In anderen Worten: selbst wenn eine Honleiste nicht an einer zu bearbeitenden Bohrung anliegt, bewegt sie sich unter dem Einfluß der Fliehkraft nicht unkontrolliert radial nach außen bewegen. Dadurch wird erstens eine verbesserte Qualität der zu bearbeitenden Bohrungen erzielt und die Betriebsdrehzahl beim Positionshonen kann signifikant erhöht werden. Dadurch sinken die Taktzeiten und gleichzeitig wird die Zerspanungsleistung erhöht. Im Zusammenhang mit der Erfindung stellt die formschlüssige Kopplung der Zustellbewegung und der Rückstellbewegung der Tragleisten bzw. der Honleisten mit einer Zustelleinrichtung eine Zwangssteuerung dar.

[0011] Das wohl bekannteste Ausführungsbeispiel einer Zwangssteuerung ist die sogenannte Desmodromik zum Betätigen der Gaswechselventile einer Brennkraftmaschine. Es sind verschiedene konstruktive Möglichkeiten bekannt, um eine solche

Zwangssteuerung zu realisieren. Im diesem Sinne ist auch ein Drehfutter mit Plangewinde oder als Keilstangenfutter eine für das erfindungsgemäße Honwerkzeug geeignete Zwangssteuerung. Alle aus dem Stand der Technik bekannten Zwangssteuerungen können prinzipiell für das erfindungsgemäße Honwerkzeug eingesetzt werden.

[0012] Eine erfindungsgemäße Zwangssteuerung sieht vor, dass die Zustellstifte über eine Renkverbindung, die häufig auch als Bajonettverschluss bezeichnet wird, mit den Tragleisten gekoppelt sind. Dabei wird als bekannt vorausgesetzt, dass die Honleisten in aller Regel auf Tragleisten aufgesetzt sind, die wiederum mit der Zustelleinrichtung des Honwerkzeugs gekoppelt sind. Durch diese Renkverbindung ist es einerseits möglich, die Zwangssteuerung in radialer Richtung und zwar sowohl das Zustellen nach außen als auch das Zustellen nach innen, besonders einfach und platzsparend zu realisieren. Diese Renkverbindung kann auf verschiedenste Arten und Weisen realisiert werden. Eine Ausführungsform sieht vor, dass in den Zustellstiften ein Mitnahmestift angeordnet ist, der mit einem abgewinkelten Schlitz in den Tragleisten eingreift. Wenn die Breite des Schlitzes zumindest bereichsweise dem Durchmesser des Mitnahmestifts entspricht, dann ist eine spielfreie Zwangssteuerung zwischen Zustellstift und Tragleiste beziehungsweise Honleiste auf einfache und robuste Weise realisierbar.

[0013] Um sicherzustellen, dass die Zustellstifte wiederum mit der Zustelleinrichtung zwangsweise gekoppelt sind, ist vorgesehen, dass die Zustelleinrichtung eine Zustellstange mit mindestens einem Zustellkonus, bevorzugt mit zwei hintereinander angeordneten Zustellkonussen umfasst, dass sich die Zustellstifte einseitig gegen die Zustellkonusse abstützen, dass parallel zu einer Mantellinie des oder der Zustellkonusse ein oder mehrere Rückholstifte angeordnet sind, und dass die Rückholstifte durch schräg verlaufende Koppelbohrungen in den Zustellstiften ragen.

[0014] Diese Rückholstifte und die damit zusammenwirkenden schräggestellten Koppelbohrungen in den Zustellstiften bewirken eine Zwangssteuerung der Rückstellstifte in Abhängigkeit der Position der Zustelleinrichtung.

[0015] Die Zustellbewegung nach außen erfordert größere Zustellkräfte als eine Zustellung nach innen. Weil die Rückholstifte nicht steif genug sind, um die erheblichen Zustellkräfte bei einer Zustellung nach außen von der Zustellstange mit der gewünschten Steifigkeit auf die Zustellstifte zu übertragen, stützen sich die Zustellstifte zusätzlich noch auf den Zustellkonussen der Zustellstange ab, so dass das Zustellen radial nach außen auf diese sehr robuste und direkte Weise erfolgt. Daher sind auch hohe Zerspan-

raten prozesssicher und zuverlässig reproduzierbar mit dem erfindungsgemäßen Honwerkzeug.

[0016] Die Aufgabe der Rückholstifte besteht vor allem darin, das unkontrollierte Wandern der Tragleisten beziehungsweise der Honleisten radial nach außen zu verhindern, wenn sich das erfindungsgemäße Honwerkzeug im Teilschnitt befindet und die Honleisten abschnittsweise keinen Kontakt mit der zu bearbeitenden Bohrung haben. Es kann vorteilhaft sein, wenn die Rückholstifte so angeordnet sind, dass die Zustellstifte gegen die Zustellkonusse federnd vorgespannt sind.

[0017] Eine besonders einfache Ausführungsform um die erfindungsgemäße Zwangssteuerung zwischen Zustellstange und Zustellstift zu realisieren ist vorgesehen, dass die Rückholstifte mit einem ersten Ende in der Zustellstange verankert sind und bevorzugt sich mit einem zweiten Ende in einer Axialbohrung des Werkzeugkörpers abstützen. Diese Axialbohrung ist ohnehin vorhanden, um eine Führung der Zustellstange zu gewährleisten. Daher ist dieses "Widerlager" am zweiten Ende der Rückholstifte ohne zusätzlichen fertigungstechnischen Aufwand zu erreichen. Es ist lediglich dafür Sorge zu tragen, dass die Rückholstifte an ihrem zweiten Ende entsprechend abgeschragt sind.

[0018] Die Rückholstifte bewirken bereits eine Verdrehicherung der Zustellstifte. Allerdings kann es in manchen Fällen zusätzlich hilfreich sein, wenn die Zustellstifte durch eine separate Anordnung beispielsweise in Form einer Längsnut in den Zustellstiften und einem in der Zustellstange angeordneten Fixierstift oder eine in der Zustellstange angeordnete Passfeder realisiert werden.

[0019] Damit die erfindungsgemäße radiale Zwangssteuerung zwischen Zustellstange, Zustellstiften und Tragleisten beziehungsweise Honleisten nicht durch axiale Kräfte belastet wird, ist zwischen den Honleisten und dem Werkzeugkörper eine Linearführung ausgebildet. Diese Linearführung besteht bevorzugt aus Taschen in der Tragleiste beziehungsweise der Honleiste einerseits und dem Werkzeugkörper andererseits. In diese Taschen wird eine Passfeder eingesetzt, die eine axiale Verschiebung der Tragleisten beziehungsweise Honleisten relativ zum Werkzeugkörper verhindern. Dadurch wird die gesamte erfindungsgemäße Zwangssteuerung der Zustellbewegung zu den Querkräften entlastet. Dies erhöht deren Lebensdauer und verbessert die Präzision der Zustellung.

[0020] Durch die erfindungsgemäße Übertragung der Zustellbewegung von der Zustelleinrichtung auf die Tragleisten mittels Zustellstiften, ist der Werkzeugkörper sehr steif. Außerdem ist diese Art der Übertragung sehr kostengünstig realisierbar.

[0021] Dadurch sind die Tragleisten in axialer Richtung mit dem Werkzeugkörper gekoppelt und der seitliche Vorsprung an den Tragleisten und die Taschen in dem Werkzeugkörper können entfallen. Darüber hinaus ist an dem erfindungsgemäßen Honwerkzeug oberhalb der Honleisten eine Anfassschneide vorgesehen. Mit der Anfassschneide kann nach dem Honprozess die sogenannte Kolbenfügefase am oberen Ende der Zylinderbohrung hergestellt wird.

[0022] Die Anfassschneide wird mit einer Befestigungsschraube an dem Werkzeugkörper befestigt, wobei die Befestigungsschraube bevorzugt nicht radial in den Werkzeugkörper hineingeschraubt wird, sondern mit einem Radiusstrahl einen Winkel zwischen 15° und 35°, bevorzugt von etwa 25°, einschließt. Dadurch fällt die Schwächung des Werkzeugkörpers durch die mit der Befestigungsschraube zusammenwirkende Gewindebohrung geringer aus.

[0023] Außerdem können dadurch die Spankräfte besser in den Werkzeugkörper eingeleitet werden, weil die Zerspankräfte die Anfassschneide gegen die Auflagefläche, die orthogonal zu der Befestigungsschraube verläuft, presst.

[0024] Um die Anfassschneide hinsichtlich des Durchmessers, aber auch des Kegelwinkels der hergestellten Fase einstellen zu können, ist in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, zwischen der Anfassschneide und dem Werkzeugkörper mindestens eine Einstellplatte anzuordnen.

[0025] Je nach Dicke der Einstellplatte ändert die Position der Anfassschneide in radialer Richtung, so dass der Durchmesser der Kolbenfügefase durch die Verwendung von Einstellplatten geeigneter Dicke eingestellt werden kann.

[0026] Wenn die Einstellplatte keilförmig ausgebildet ist, dann kann auch der Kegelwinkel der Kolbenfügefase eingestellt werden.

[0027] Damit die Einstellplatte und die Anfassschneide relativ zueinander nicht verrutschen können, ist vorgesehen, dass die Anfassschneide und die Einstellplatte formschlüssig, bevorzugt über eine Nut-Feder-Verbindung miteinander verbunden sind. Um die Leistungsfähigkeit des erfindungsgemäßen Honwerkzeugs weiter zu verbessern ist vorgesehen, dass in den Werkzeugkörper Zugstangen und/oder Einsätze zur Erhöhung der Biegesteifigkeit eingesetzt sind. Diese Einsätze beziehungsweise Zugstangen können bevorzugt aus einem Verbundwerkstoff mit Kohlenfasern bestehen. Diese Verbundwerkstoffe haben eine extrem hohe Zugfestigkeit und können beispielsweise in Form von Zugankern oder als oder rohrförmige Ummantelung die Biegesteifigkeit des Werkzeugkörpers deutlich erhöhen.

[0028] Die Zustellung der Honleisten beziehungsweise der Tragleisten erfolgt bevorzugt durch eine elektromechanische Zustelleinrichtung mit weggesteuerter und/oder kraftgesteuerter Zustellung beziehungsweise Prozessführung. Dabei ist es möglich, dass beispielsweise der mechanische Teil der Zustelleinrichtung in dem erfindungsgemäßen Honwerkzeug angeordnet ist, während der elektrische Teil, insbesondere ein Antrieb, die Zustellkraftüberwachung und Positionsüberwachung Teil der Honmaschine beziehungsweise des Bearbeitungszentrums ist, in deren Spindel das erfindungsgemäße Honwerkzeug eingesetzt wird.

[0029] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar. Alle offenbarten Vorteile können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

[0030] Es zeigen:

[0031] Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein aus der DE 20 2010 01 740 U1 bekanntes Honwerkzeug,

[0032] Fig. 2 eine Isometrie eines erfindungsgemäßen Honwerkzeugs,

[0033] Fig. 3 einen Längsschnitt durch die erfindungsgemäße Zwangssteuerung,

[0034] Fig. 4 eine erfindungsgemäße Tragleiste,

[0035] Fig. 5 ein erfindungsgemäßer Zustellstift,

[0036] Fig. 6 einen Querschnitt durch das Honwerkzeug und

[0037] Fig. 7 eine Anfassschneide

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0038] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen Werkzeugkörper **1** eines Honwerkzeugs nach dem Stand der Technik (DE 20 2010 01 740 U1). Das erfindungsgemäße Honwerkzeug weist Übereinstimmungen zu dem in Fig. 1 dargestellten Honwerkzeug auf, so dass im Folgenden für gleiche Bauteile gleiche Bezugszeichen verwendet werden.

[0039] Der Werkzeugkörper **1** wird an dem in Fig. 1 oberen Ende mit den dargestellten Schrauben (ohne Bezugszeichen) starr mit der Spindel einer nicht dargestellten Honmaschine oder eines Bearbeitungszentrums verbunden. Der Werkzeugkörper **1** hat eine gestufte Axialbohrung **3**, die eine Zustelleinrichtung aufnimmt. Die Zustelleinrichtung umfasst eine Zustellstange **5**, an der zwei Zustellkonusse **7** starr

befestigt sind. Die Zustellkonusse **7** sind in einem zylindrischen Abschnitt in der Axialbohrung **3** geführt.

[0040] Im Bereich der Zustellkonusse **7** sind in dem Werkzeugkörper **1** mehrere Radialbohrungen **9** vorgesehen, die zur Aufnahme von zylindrischen Zustellstiften **11** dienen.

[0041] Die Zustellstifte **11** sind an ihren den Zustellkonussen **7** zugewandten Enden schräg angeschliffen, so dass sich eine möglichst große Kontaktfläche zwischen den Zustellstiften **11** und den Zustellkonussen **7** einstellt. Die Radialbohrungen **9** münden in einer Nut **13**, die zur Aufnahme der Tragleisten **15** und der Honleisten **17** dient. Zur Rückstellung der Zustellkonusse **7** und damit zum Zurückstellen der Honleisten **17**, ist am oberen Ende der Zustellstange **5** eine Druckfeder **6** angeordnet. Die Druckfeder **6** drückt die Zustellstange **5** in **Fig. 1** nach oben, sobald keine Zustellkraft mehr von der Zustelleinrichtung aufgebracht wird.

[0042] Die Tragleisten **15** sind als prismatische Körper ausgebildet, die auf ihrer Unter- oder Innenseite auf den Zustellstiften **11** aufliegen. Dies bedeutet, dass die Tragleisten **15** sehr biegesteif sind, so dass sie große Anpresskräfte zwischen dem nicht dargestellten Werkstück und den Honleisten **17**, die auf die Tragleisten **15** aufgesetzt werden, übertragen können. Damit die Honleisten **17** beziehungsweise die Tragleisten **15** von den beim Betrieb auftretenden Fliehkräften nicht nach außen aus der Nut **13** geschleudert werden, sind am vorderen und am hinteren Ende der Tragleisten **15** Nuten ausgebildet, in die ringförmige Spiralfedern **19** eingesetzt sind. Diese Spiralfedern **19** pressen die Tragleisten **15** radial nach innen, so dass sie immer in Anlage an den Zustellstiften **11** bleiben. Die Ansteuerung der Zustellstange **5** erfolgt bevorzugt über eine elektromechanische Zustelleinrichtung, die in die Honmaschine (nicht dargestellt) integriert ist. Oberhalb der Tragleisten **15** ist an dem Werkzeugkörper **1** ein Schneidhalter **21** mit einer Anfassschneide mittels einer Befestigungsschraube **23** befestigt. Details des Schneidhalters **21** eines erfindungsgemäßen Honwerkzeugs sowie dessen Befestigung und Einstellung sind der **Fig. 7** entnehmbar.

[0043] In **Fig. 2** ist nun ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Honwerkzeugs dargestellt. Das in **Fig. 2** obere Ende des Werkzeugkörpers **1** weist einen Flansch **51** und ein Einspannende **53** auf. Um eine möglichst gute Führung des Honwerkzeugs in der zu bearbeitenden Bohrung zu erreichen, sind über den Umfang und über die Länge des Werkzeugkörpers **1** verteilt mehrere Führungsleisten **29** vorgesehen.

[0044] Diese Führungsleisten **29** bestehen aus einem verschleißfesten Werkstoff. An dem in **Fig. 2** un-

teren Ende des Werkzeugkörpers sind die Tragleisten **15** und die Honleisten **17** zu erkennen. Die Honleisten **17** beziehungsweise die Tragleisten **15** sind in Nuten **13** des Werkzeugkörpers **1** gehalten. Diese Nuten **13** sind lediglich am Außendurchmesser vorhanden. Im Inneren des Werkzeugkörpers **1** ist dieser als massiver zylinderförmiger Körper ausgebildet, so dass er sehr steif und robust ist.

[0045] In der **Fig. 2** sind mehrere Passfedern **55** gut zu erkennen, die Teil einer Linearführung der Tragleisten **15** beziehungsweise der Honleisten **17** sind. Durch diese Linearführung ist es einerseits möglich, dass die Tragleisten **15** und die Honleisten **17** in radialer Richtung nach außen zugestellt beziehungsweise wieder zurückgezogen werden. Gleichzeitig verhindert die Linearführung, dass Querkräfte auf die erfindungsgemäße Zwangssteuerung der Tragleisten **15** beziehungsweise der Honleisten **17** wirken können. Neben den Passfedern **55** ist ein Befestigungselement **57** mit einer Schraube angedeutet. Dieses Befestigungselement **57** ist gewissermaßen eine Verliersicherung der Passfeder **55**, so dass diese auch bei hohen Betriebsdrehzahlen nicht radial nach außen aus dem Werkzeugkörper **1** geschleudert wird.

[0046] In der **Fig. 3** ist ein Längsschnitt durch den unteren Teil des Werkzeugkörpers **1** dargestellt. Dabei liegt die Schnittebene so, dass sie durch die Tragleisten **15** beziehungsweise die Honleisten **17** verläuft. Bei dem erfindungsgemäßen Honwerkzeug sind die Zustellstifte **11** schräg angeschliffen, so dass sie flächig auf den Zustellkonussen **7** aufliegen.

[0047] Die erfindungsgemäßen Zustellstifte **11** haben an ihrem radial äußeren Ende einen Mitnahmestift **59**. Dieser Mitnahmestift greift in einen angenähert rechtwinkligen Schlitz **61** der Tragleisten **15** ein. In der in **Fig. 3** dargestellten Position der Tragleisten **15** sind die Tragleisten **15** in radialer Richtung zwangsweise gekoppelt mit den Zustellstiften **11**. Dies erfolgt über die Mitnahmestifte **59** und dem entsprechend geformten Schlitz **61**. Die Mitnahmestifte **59** und die Schlitz **61** bilden eine Renkverbindung.

[0048] Wenn man die Tragleiste **15** in **Fig. 2** nach unten bewegt, dann ist es möglich, die Tragleiste **15** radial nach außen abzunehmen. Auf diese Weise können Tragleisten **15** beziehungsweise Honleisten **17** leicht ausgetauscht werden, wenn sie verschlissen sind.

[0049] In der linken Hälfte der **Fig. 2** ist in der Tragleiste **15** eine Aussparung **63** angedeutet, die zusammen mit einer Tasche im Werkzeugkörper (nicht sichtbar in **Fig. 3**) und einer Passfeder **55** (**Fig. 2**) eine Linearführung in radialer Richtung.

[0050] Parallel zu den Mantellinien der Zustellkonusse **7** sind Rückholstifte **63** in der Zustellstange **5** angeordnet. Diese Rückholstifte **63** sind an ihrem in **Fig. 3** unteren Ende in der Zustellstange **5** verankert. An ihrem in **Fig. 3** oberen Ende stützen sie sich an der Bohrung **3** des Werkzeugkörpers **1** ab. Dadurch sind die Rückholstifte an beiden Enden fixiert, so dass sie ausreichend steif sind, um die aus den Fliehkräften der Tragleisten und Honleisten **15, 17** resultierenden Kräfte sicher und spielarm aufzunehmen.

[0051] In den Zustellstiften **11** sind Koppelbohrungen **65** vorgesehen, die koaxial zu den Rückholstiften **63** verlaufen. Diese Koppelbohrungen **65** sind so bemessen, dass es eine spielarme Passung zwischen den Rückholstiften **63** und der Koppelbohrung **65** gibt. Dies bedeutet, dass durch das Zurückziehen der Zustellstange **5** (entsprechend einer Bewegung in **Fig. 3** nach oben relativ zum Werkzeugkörper **1**) die Zustellstifte **11** zwangsweise radial nach innen bewegt werden. Weil, wie bereits erwähnt, die Tragleisten **15** in radialer Richtung ebenfalls formschlüssig mit den Zustellstiften **11** verbunden sind, folgen auch die Tragleisten **15** und die Honleisten **17** einer solchen Zustellbewegung nach innen.

[0052] Somit ist bei dem erfindungsgemäßen Honwerkzeug eine Zwangssteuerung der Honleisten **17** beziehungsweise der Tragleisten **15** realisiert. Dies erfolgt durch eine formschlüssige Kopplung, die Kräfte radial nach innen sowie radial nach außen übertragen kann, zwischen der Zustellstange **5** und den Zustellstiften **11** mit Hilfe der Rückholstifte **63** und den Koppelbohrungen **65**.

[0053] Der zweite Teil der erfindungsgemäßen Zwangssteuerung besteht aus dem Mitnahmestift **59** und dem Schlitz **61**.

[0054] In **Fig. 5** ist ein erfindungsgemäßer Zustellstift **11** in einer Seitenansicht und einer Ansicht von unten dargestellt. Der Zustellstift **11** kann auch mit einem quadratischen oder polygonalen Querschnitt ausgeführt sein. Dann kann die Längsnut **67** entfallen, weil eine Verdrehsicherung nicht mehr erforderlich ist.

[0055] In **Fig. 6** ist ein Schnitt durch den Werkzeugkörper **1** dargestellt, in dem neben den Tragleisten **15** und den Honleisten **17** auch ein Druckluftkanal **31** und Messdüsen **33** dargestellt sind. Die üblichen Bohrungen zur Zuführung von Honöl sind ebenfalls dargestellt (ohne Bezugszeichen).

[0056] Durch die sehr kompakte Umlenkung der Zustellbewegung wird der Werkzeugkörper nur minimal durch die Radialbohrungen geschwächt. Außerdem kann die den Zustellstiften zugewandte Unterseite der Tragleisten glatt und ohne Vorsprünge oder Vertiefungen ausgebildet werden, was die Steifigkeit der Tragleiste erhöht. Infolgedessen ist es durch die

se Ausgestaltung der Zustelleinrichtung und der Tragleisten möglich, auch große Anpresskräfte zwischen den Honleisten und der zu bearbeitenden Zylinderbohrung prozesssicher zu realisieren.

[0057] Die Aufnahme der Tragleisten, welche zentrumsseitig nur eine ebene Fläche, jedoch keinen Zustellkeil aufweisen, erfolgt in einer Nut im Werkzeugkörper, der jedoch nicht geschlitzt ist. Deshalb ist der Werkzeugkörper sehr torsions- und biegesteif.

[0058] Nicht sichtbar in den Figuren sind die an dem Werkzeugkörper **1** vorgesehenen Luftmessdüsen und eine Kühlschmiermittelzufuhr. Die Messluft wird ebenfalls stirnseitig eingespeist und in einer geraden Messluftbohrung zu den Messdüsen geführt. Die Messdüsen befinden sich zwischen den beiden Segmenten einer Führungsleiste **29**. Die Führungsleisten sind erhaben gegenüber der Austrittsfläche an der Messdüse. Damit ist letztere vor Beschädigung geschützt. Die Führungsleisten **29** sind aus verschleißfestem Werkstoff, insbesondere können sie aus polykristallinem Borkarbid (PKB) oder polykristallinen Diamant (PKD) gefertigt sein, ebenso ist eine Beschichtung mit einer thermischen Spritzschicht oder einer aufgedampften Dünnschicht möglich. Die pneumatische Messung ist durch entsprechende Auslegung von Düsenquerschnitten und Systemdrücken auch für eine sichere Maßabschaltung bei Bearbeitungszugaben von über 0,5 mm möglich.

[0059] Die **Fig. 7** zeigt einen vergrößerten Ausschnitt aus dem Werkzeugkörper **1** mit dem Schneidenhalter **21**. Aus dieser Figur werden verschiedene konstruktive Details deutlich: Zum Einen wird deutlich, dass die Befestigungsschraube in einem Innengewinde **25** des Werkzeugkörpers **1** eingeschraubt ist.

[0060] Um den Schneidenhalter **21** je nach zu bearbeitendem Werkstück in verschiedenen Positionen an dem Werkzeugkörper **1** befestigen zu können, sind mehrere Innengewinde **25** vorhanden. Dadurch ist eine sehr einfache und robuste Einstellmöglichkeit der Position der Anfassschneide in axialer Richtung gegeben.

[0061] Des Weiteren wird aus der **Fig. 7** deutlich, dass der Schneidenhalter **21** ein Langloch aufweist, so dass eine Feineinstellung der Anfassschneide in axialer Richtung durch Verschieben des Schneidenhalters **21** und anschließendes Anziehen der Befestigungsschraube **23** sehr einfach möglich ist.

[0062] Zwischen dem Schneidenhalter **21** und dem Werkzeugkörper **3** ist eine Einstellplatte **27** angeordnet, die es ermöglicht, die Anfassschneide in radialer Richtung einzustellen.

[0063] Wenn eine dickere Einstellplatte **27** zwischen Werkzeugkörper **1** und Schneidenhalter **21** eingesetzt wird, dann rückt die Anfassschneide weiter nach außen, so dass der Durchmesser der mit der Anfassschneide hergestellten Kolbenfügefasse zunimmt.

[0064] Des Weiteren ist es möglich, durch das Einsetzen einer keilförmigen Einstellplatte **27** den Kegelwinkel der durch die Anfassschneide hergestellten Kolbenfügefasse einzustellen.

Patentansprüche

1. Honwerkzeug mit einem Werkzeugkörper (**1**), mit mehreren Honleisten (**17**) und mit einer Zustelleinrichtung, wobei am Außenumfang des Werkzeugkörpers (**1**) Nuten (**13**) zur Aufnahme der Honleisten (**17**) ausgebildet sind, wobei am Grund der Nuten (**13**) Radialbohrungen (**9**) vorgesehen sind, und wobei in den Radialbohrungen (**9**) Zustellstifte (**1**) angeordnet sind, welche eine radial nach außen gerichtete Zustellbewegung und die nach innen gerichtete Rückstellbewegung von der Zustelleinrichtung (**5**) auf die Honleisten (**17**) übertragen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zustellstifte (**11**) über eine Renkverbindung (**59, 61**) in Zustellrichtung formschlüssig mit den Tragleisten (**15**) verbunden sind.

2. Honwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Honleisten (**17**) auf Tragleisten (**15**) angeordnet sind, und dass eine Zwangssteuerung den Zustellweg der Tragleisten (**15**) in Abhängigkeit der Position der Zustelleinrichtung (**5**) in radialer Richtung begrenzt.

3. Honwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Renkverbindung einen Mitnahmestift (**59**) und mindestens einen bevorzugt rechtwinklig gekrümmten Schlitz (**61**) umfasst.

4. Honwerkzeug nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Breite des Schlitzes (**61**) zumindest bereichsweise dem Durchmesser des Mitnahmestifts (**59**) entspricht.

5. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zustelleinrichtung eine Zustellstange (**5**) mit mindestens einem Zustellkonus (**7**) umfasst, dass sich die Zustellstifte (**11**) einseitig gegen die Zustellkonuse (**7**) abstützen, dass parallel zu einer Mantellinie des oder der Zustellkonuse (**7**) ein oder mehrere Rückholstifte (**63**) angeordnet sind, und dass die Rückholstifte (**63**) durch Koppelbohrungen (**65**) in den Zustellstiften (**11**) ragen.

6. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rückholstifte (**63**) mit einem ersten Ende in der Zustellstange (**5**) verankert sind.

7. Honwerkzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Rückholstifte (**63**) mit einem zweiten Ende in einer Axialbohrung (**3**) des Werkzeugkörpers (**1**) abstützen.

8. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zustellstifte (**11**) gegen Verdrehen gesichert sind.

9. Honwerkzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zustellstifte (**11**) eine Längsnut (**67**) aufweisen, und dass in die Längsnut (**67**) ein Fixierstift (**69**) oder eine Passfeder eingreift.

10. Honwerkzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Tragleisten (**15**) und dem Werkzeugkörper (**1**) eine Linearführung (**37, 41**) ausgebildet ist, und dass die Linearführung (**37, 41**) die Tragleiste (**17**) in axialer Richtung relativ zu dem Werkzeugkörper (**1**) fixiert und in radialer Richtung die Zustellung der Honleiste (**17**) erlaubt.

11. Honwerkzeug nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Linearführungen mindestens eine seitlich an den Honleisten (**17**) angeordneten Aussparung (**37**) und mindestens eine an einer Seitenwand der Nuten (**13**) ausgesparte Tasche (**41**) umfasst sowie eine mit der Aussparung (**37**) und der Tasche (**41**) zusammenwirkende Passfeder (**55**) umfasst.

12. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Werkzeugkörper (**1**) mindestens ein Schneidenhalter (**21**) mit einer Anfassschneide angeordnet ist.

13. Honwerkzeug nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schneidenhalter (**21**) mit einer Befestigungsschraube (**23**) an dem Werkzeugkörper (**1**) befestigt ist.

14. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Werkzeugkörper (**1**) Zugstangen zur Erhöhung der Biegesteifigkeit eingesetzt sind.

15. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Außendurchmesser des Werkzeugkörpers (**1**) Einsätze zur Erhöhung der Biegesteifigkeit eingesetzt sind.

16. Honwerkzeug nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zugstangen und/oder die Einsätze aus einem Verbundwerkstoff mit Carbon-Fasern besteht.

17. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zustellung der Honleisten (**17**) durch eine elektro-me-

chanische Zustelleinrichtung (5) mit weg- und/oder kraftgesteuerter Prozessführung erfolgt.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

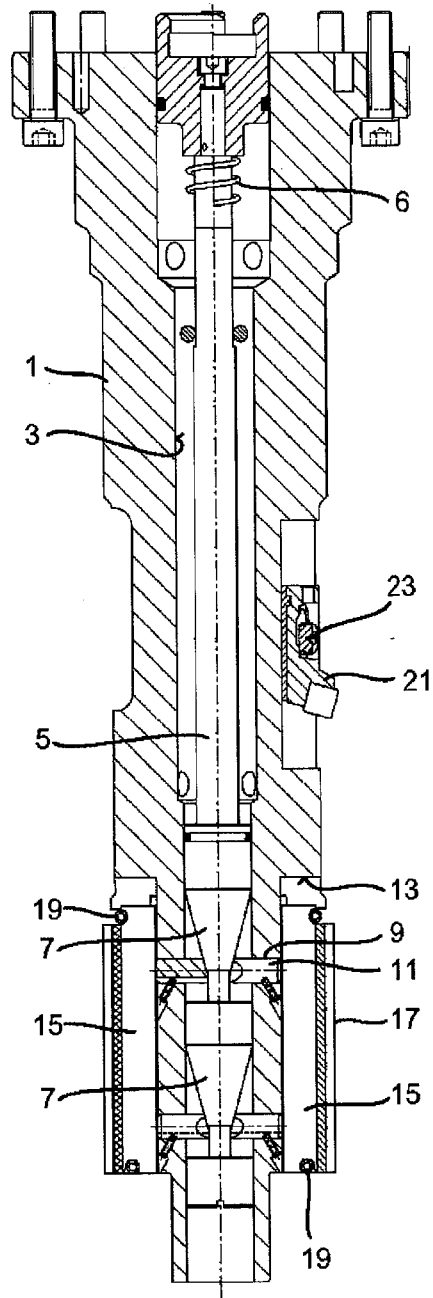
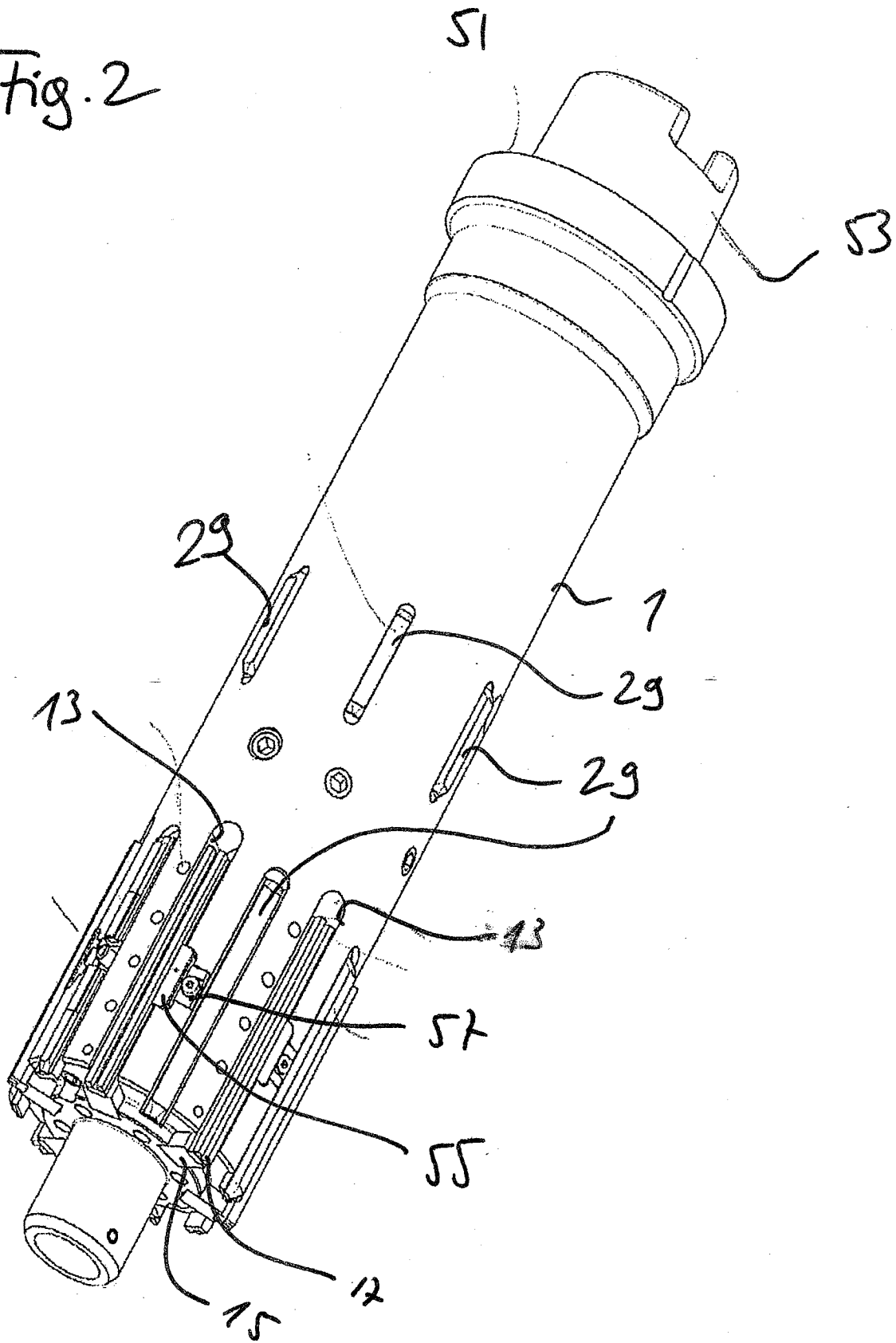


Fig. 1

Fig. 2



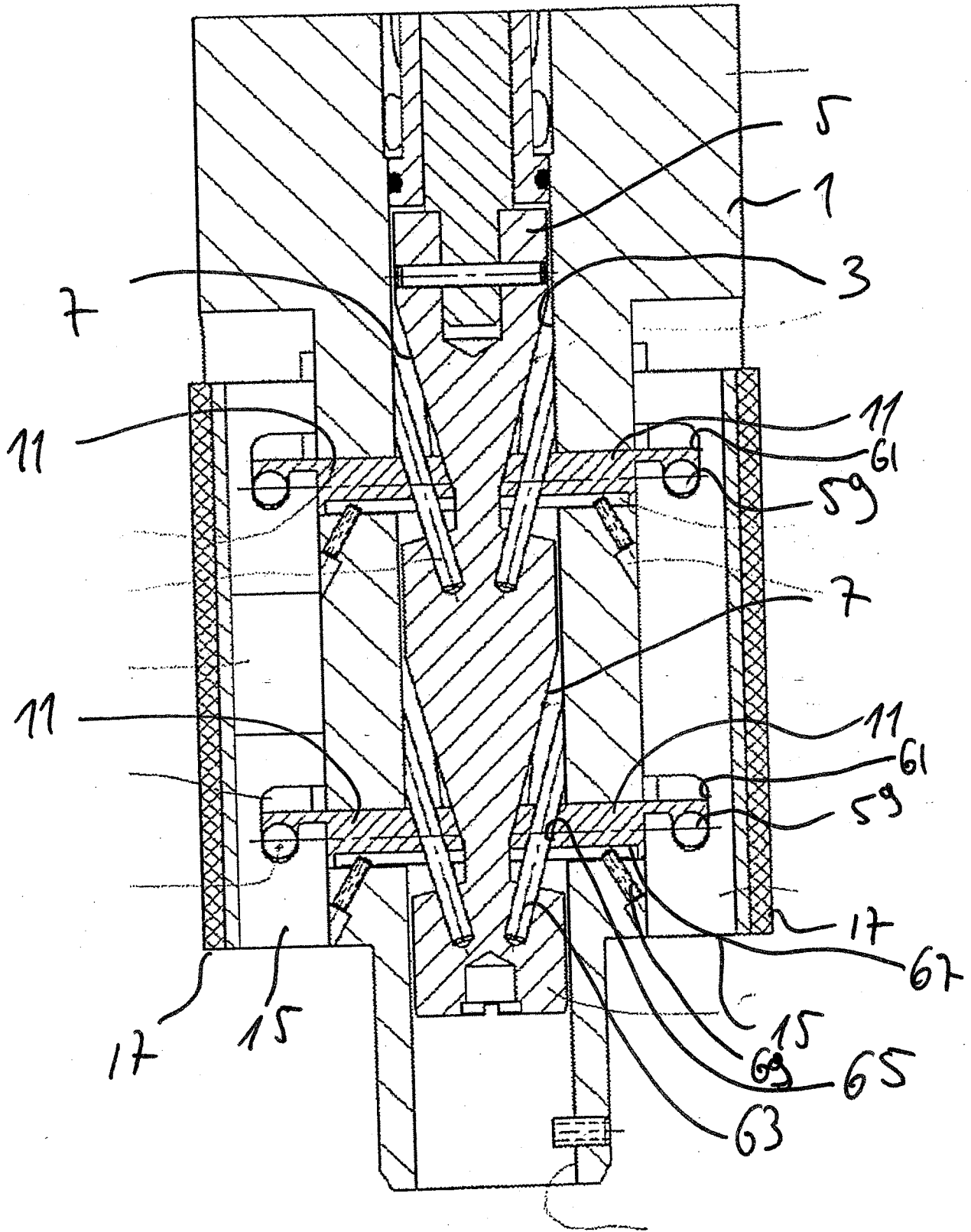
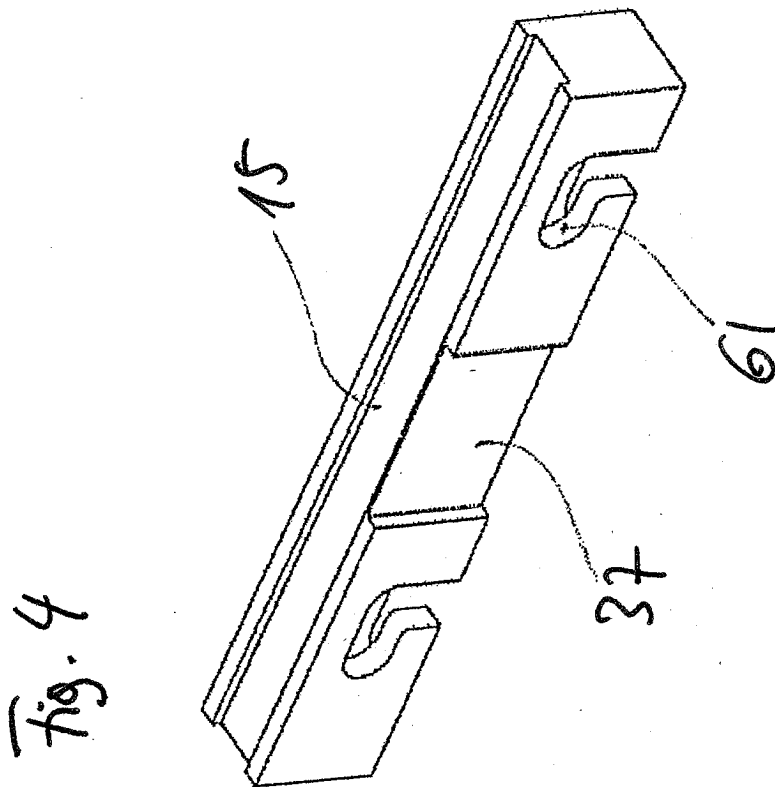
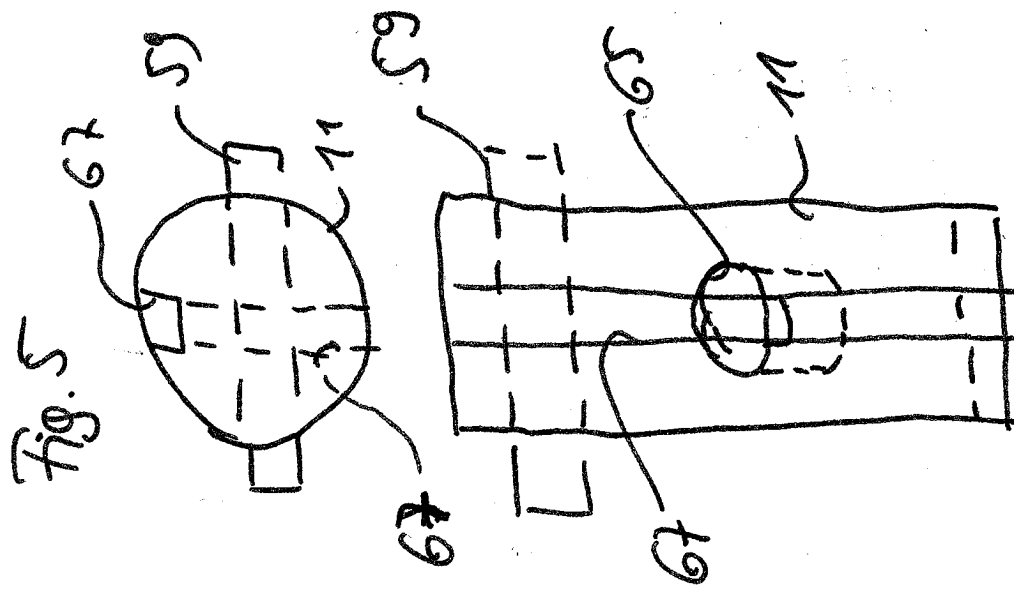
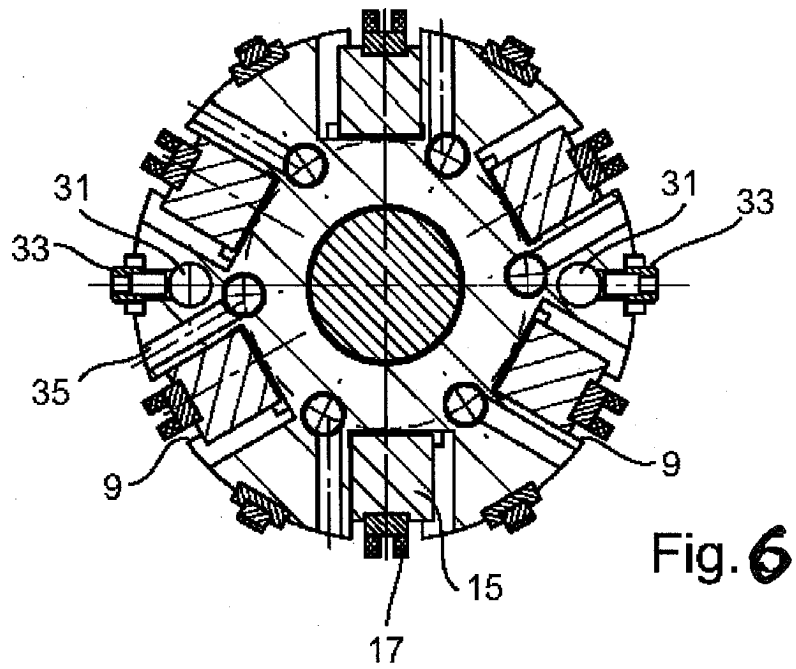


Fig. 3





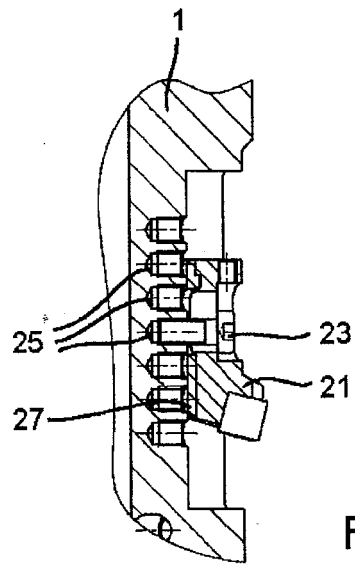


Fig. 7