(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 046 B1

(51) Int. Cl.: B23Q 3/12 (2006.01)
B23B 31/22 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00741/09

(22) Anmeldedatum: 12.05.2009

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.11.2010

(24) Patent erteilt: 15.07.2013

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.07.2013

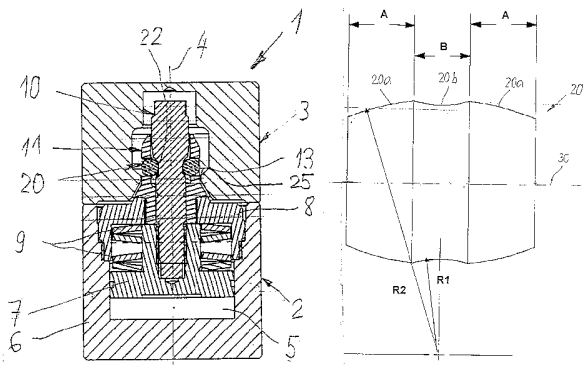
(73) Inhaber:
Dietmar W. Kramer Dr. sc. techn. ETH (PhD),
Pfäffikerstrasse 12d
8331 Auslikon (CH)

(72) Erfinder:
Dietmar W. Kramer Dr. sc. techn. ETH (PhD),
8331 Auslikon (CH)

(74) Vertreter:
Luchs & Partner Patentanwälte, Schulhausstrasse 12
8002 Zürich (CH)

(54) Vorrichtung zum Festspannen eines Werkstückträgers an einem an einer Bearbeitungsmaschine fixierbaren Spannfutter.

(57) Bei einer Vorrichtung zum Festspannen eines Werkstückträgers (3) an einem an einer Bearbeitungsmaschine fixierbaren Spannfutter (2) ist mit einer Anzahl von über den Umfang des Spannfutters (2) verteilten Spannelementen versehen. Diese von einer Freigabe- in eine Spannstellung radial zur Spannfutterachse (4) aus verstellbaren Spannelementen sind in der Spannstellung an eine Umfangsfläche (25) des gegenüber dem Spannfutter (2) positionierten Werkstückträgers (3) anpressbar. Die Spannelemente sind als Rollen (20) mit zum Spannfutter-Umfang annähernd tangential gerichteten Achsen (30) ausgebildet. In der Spannstellung ergibt sich damit eine bestimmbare Oberflächenpressung bei der gegenseitigen Berührung dieser Rollen (20) mit dem Werkstückträger (3), einem Spanndorn (10) des Spannfutters (2) und dem Spannfutterteil (11). Diese Flächenpressungen werden damit reduziert und das Spannfutter kann auch im Bereich höherer Zugkräfte eingesetzt werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Festspannen eines Werkstückträgers an einem an einer Bearbeitungsmaschine fixierbaren Spannfutter gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1.

[0002] Aus der EP-A-1 068 918 ist eine Vorrichtung dieser Art bekannt, bei der ein hohlzylindrisch ausgebildeter Werkstückträger auf das ebenfalls hohlzylindrisch ausgebildete Spannfutter aufgesetzt und mittels einer Spannvorrichtung am Spannfutter festgespannt wird. Die Spannvorrichtung umfasst eine Mehrzahl von um den Umfang des Spannfutters verteilt angeordneten Spannelementen in Form von Spannkugeln, die mit einem in einem Ringraum des Spannfutters angeordneten, federbelasteten Ringkolben wirkverbunden sind. Beim hydraulisch oder pneumatisch entgegen der Federkraft beaufschlagten Ringkolben werden die Spannkugeln in entsprechenden Nuten des Spannfutters gehalten, so dass sie nicht über seine Oberfläche vorstehen. Wird der Druck auf den Ringkolben abgebaut, so werden die Spannkugeln vom Ringkolben unter Einwirkung der Federkraft in eine umlaufende Ringnut des Werkstückträgers hineingepresst und dadurch der Werkstückträger am Spannfutter festgespannt. Die Spannkräfte werden über die punktuell aufliegenden Spannkugeln übertragen und sind dadurch in ihrer Grösse limitiert. Beim Auftreten von höheren Zugkräften versagen derartige Vorrichtungen aufgrund der Überschreitung der Hertzschen Pressung.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die auch höheren Zugkräften besser standhält.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

[0005] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der erfindungsgemässen Vorrichtung bilden den Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung, bei der die Spannelemente als Rollen mit zum Spannfutter-Umfang tangential gerichteten Achsen ausgebildet sind, die zumindest über einen Teil ihrer Länge eine gewölbte Aussenform aufweisen, wobei der Radius der Wölbung dem Radius der Werkstückträger-Umfangsfläche entspricht, derart, dass die Rollen in der Spannstellung vorteilhaft in einer Linienberührung mit der Werkstückträger-Umfangsfläche stehen, kann die Flächenpressung bei der Erzeugung der den Werkstückträger festhaltenden Spannkräfte erheblich reduziert und das Spannfutter auch im Bereich höherer Zugkräfte eingesetzt werden.

[0007] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 im Längsschnitt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Vorrichtung zum Festspannen eines Werkstückträgers an einem an einer Bearbeitungsmaschine fixierbaren Spannfutter, mit sich in einer Freigabestellung befindenden Spannelementen;
- Fig. 2 im Längsschnitt die Vorrichtung nach Fig. 1, mit sich in einer Spannstellung befindenden Spannelementen;
- Fig. 3 in Seitenansicht ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Spannelementes für die Vorrichtung nach Fig. 1 und 2;
- Fig. 4 schematisch ein Spannelement in der Spannstellung zwischen einem Spanndorn und einer inneren Umfangsfläche des Werkstückträgers;
- Fig. 5 im Längsschnitt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Vorrichtung zum Festspannen eines Werkstückträgers an einem an einer Bearbeitungsmaschine fixierbaren Spannfutter, mit sich in einer Freigabestellung befindenden Spannelementen;
- Fig. 6 im Längsschnitt die Vorrichtung nach Fig. 5, mit sich in einer Spannstellung befindenden Spannelementen;
- Fig. 7 in Seitenansicht ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Spannelementes für die Vorrichtung nach Fig. 5 und 6; und
- Fig. 8 schematisch Aufteilung der auf das Spannelement nach Fig. 7 einwirkenden Kräfte.

[0008] In Fig.1 und Fig. 2 ist eine Vorrichtung 1 zum Festspannen eines Werkstückträgers 3 an einem an einer Bearbeitungsmaschine fixierbaren Spannfutter 2 dargestellt. Der Werkstückträger 3 dient zur Aufnahme eines an der Bearbeitungsmaschine zu bearbeitenden Werkstückes.

[0009] Das Spannfutter 2 umfasst eine zur Spannfutterachse 4 koaxiale Kolben/Zylindereinheit, die aus einem Zylinderteil 6 und einem in diesem angeordneten Kolben 7 besteht. In den Zylinderteil 6 ist von oben ein scheibenförmiger Spannfutterteil 8 eingesetzt. Zwischen dem scheibenförmigen Spannfutterteil 8 und dem Kolben 7 ist eine Feder bzw. ein gegebenenfalls aus zwei Tellerfedern bestehendes Federpaket 9 angeordnet, welches das Bestreben hat, den Kolben 7 nach unten zu drücken. Der Kolben 7 kann pneumatisch oder hydraulisch entgegen der Federkraft beaufschlagt und somit in seiner oberen Stellung nach Fig. 1 gehalten werden, solange eine vom Zylinderteil 6 umschlossene Kammer 5 unterhalb des Kolbens 7 unter Druck steht.

[0010] Der Kolben 7 ist mit einem zentralen Spanndorn 10 verbunden, beispielsweise verschraubt, der bei der axialen Kolbenverstellung in einem weiteren, ortsfesten Spannfutterteil 11 geführt ist. Der den Spanndorn 10 führende Spannfutterteil 11 ist mit dem bereits erwähnten scheibenförmigen Spannfutterteil 8 fest verbunden.

[0011] Im ortsfesten Spannfutterteil 11 ist eine Anzahl von radialen Nuten 13 angefertigt, die über den Umfang des Spannfutters 2 bzw. des Spannfutterteiles 11 verteilt sind. Herstellungstechnisch ist es von Vorteil, wenn jeweils zwei Nuten 13 radial gegenüberliegend angeordnet sind. Die Nuten 13 sind zur Aufnahme von je einer weiter unten noch näher beschriebenen Rolle 20 vorgesehen und so ausgebildet, dass in einer in Fig. 1 dargestellten Freigabestellung die Rollen 20 innerhalb der Nuten 13 gehalten werden und der Werkstückträger 3 ungehindert auf das Spannfutter 2 aufgesetzt. In der Freigabestellung sind die Rollen 20 in einer Umfangsnut 22 des Spanndornes 10 abgestützt, wobei der mit dem Kolben 7 verbundene Spanndorn 10 dank dem in der Kammer 5 herrschenden Druck in seiner obersten Stellung gehalten wird.

[0012] Zum Festspannen des Werkstückträgers 3 am Spannfutter 2 wird der Druck in der Kammer 5 abgebaut und der Kolben 7 mit dem Spanndorn 10 vom Federpaket 9 nach unten gedrückt. Dabei werden die Rollen 20 über eine konische Aussenfläche 23 des Spanndorns 10 radial auseinandergedrückt und mit ihrem aus der jeweiligen Nut 13 hinausragenden Teil an eine konische, sich nach unten verjüngende innere Umfangsfläche 25 des Werkstückträgers 3 gepresst.

[0013] In der in Fig. 2 dargestellten Spannstellung liegen die in Nuten 13 geführten Rollen 20 einerseits an der vorstehend erwähnten inneren Umfangsfläche 25 des Werkstückträgers 3 und anderseits an einer äusseren Spannkonusfläche 26 des Spanndornes 10 an. Die Geometrie der konischen Werkstückträger-Umfangsfläche 25 einerseits und der Spannkonusfläche 24 anderseits wird auf möglichst hohe Spannkräfte optimiert. Der Spannkonuswinkel beträgt vorzugsweise 6° bis 15°, die konische Werkstückträger-Umfangsfläche 25 schliesst vorzugsweise einen Winkel von 45° bis 75° mit der Werkstückträger- bzw. Spannfutterachse 4 ein.

[0014] Die erfindungsgemässen, aus der Freigabestellung in die Spannstellung und umgekehrt radial verstellbaren Rollen 20 sind mit ihren Achsen 30 tangential zum Spannfutterumfang gerichtet und weisen gemäss Fig. 3 und Fig. 4 zumindest über einen Teil ihrer Länge eine nach aussen gewölbte Aussenform auf, wobei der Radius R2 der Wölbung dem Radius der Werkstückträger-Umfangsfläche 25 entspricht, derart, dass die Rollen 20 in der Spannstellung in einer Linienberührung mit der Werkstückträger-Umfangsfläche 25 stehen.

[0015] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung einer Rolle 20 ist in Fig. 3 gezeigt. Die Rolle 20 weist zwei nach aussen gewölbte (konvexe) Teile 20a mit einem Radius R2 auf, zwischen denen ein nach innen gewölbter (konkaver) Teil 20b mit einem Radius R1 vorhanden ist. Die konvexen Teile 20a erstrecken sich jeweils über eine Länge A der Rolle 20, der konkave Teil 20b über eine Länge B. Die Rollen 20 stehen in der Spannstellung über die konvexen Teile 20a mit der inneren Umfangsfläche 25 des Werkstückträgers und über den konkaven Teil 20b mit der äusseren Spannkonusfläche 24 des Spanndornes 10 in einer Linienberührung. Die Längen A und B sind nicht gleich. Die Linienlänge 2A und die Linienlänge B werden mit Vorteil so ausgewählt, dass in der Spannstellung annähernd gleiche Pressung am Werkstückträger 3 und am Spanndorn 10 entsteht, was wiederum mit der bereits erwähnten Geometrie der konischen Werkstückträger-Umfangsfläche 25 einerseits und der Spannkonusfläche 24 des Spanndornes 10 anderseits zusammenhängt.

[0016] Eine andere Variante einer Vorrichtung 1´ zum Festspannen eines Werkstückträgers 43 an einem Spannfutter 42 ist in Fig. 5 und 6 dargestellt. Das Spannfutter 42 umfasst einen Grundteil 44, einen ringförmigen Aussenteil 45 sowie einen ringförmigen Innenteil 46, die zusammen eine zur Spannfutterachse 41 koaxiale Ringkammer 47 umschliessen, in welcher ein Ringkolben 50 axial verstellbar angeordnet ist. Der pneumatisch oder hydraulisch betätigbare Ringkolben 50 ist von einer Anzahl von über seinen Umfang verteilten Federn 49 in axialer Richtung belastet, die das Bestreben haben, ihn nach unten zu drücken. Der Ringkolben 50 weist eine konische Innenfläche 51 auf, über die bei der axialen Kolbenverstellung eine radiale Verstellung von Rollen 50 bewerkstelligt wird.

[0017] Es sind wiederum eine Anzahl von über den Umfang des Spannfutters 42 verteilten Rollen 60 vorgesehen, die in radialen Nuten 61 des ringförmigen Innenteils 46 angeordnet sind. Es ist auch bei dieser Ausführung herstellungstechnisch vorteilhaft, wenn jeweils zwei Nuten 61 radial gegenüberliegend angeordnet sind, obwohl dies mit der Darstellung nach Fig. 5 und 6 nicht übereinstimmt, da man in der linken Hälfte der beiden Figuren die Federn 49 zeigen wollte.

[0018] In Fig. 5 ist eine Freigabestellung dargestellt, bei der sich die Rollen 60 innerhalb der Nuten 61 befinden und der Werkstückträger 43 ungehindert in das Spannfutter 42 eingelegt und diesem gegenüber positioniert werden kann. Im Gegensatz zu der Variante nach Fig. 1 wird der Ringkolben 50 in der Freigabestellung von den Federn 49 in seiner untersten Position gehalten und in der Ringkammer 47 herrscht kein Druck. Bei Kolbenbeaufschlagung wird der Ringkolben 50 nach oben bewegt und die Rollen 50 über die konische Innenfläche 51 radial nach innen gedrückt und mit ihrem aus der jeweiligen Nut 61 hinausragenden Teil an eine konische, sich nach unten erweiternde äussere Umfangsfläche 63 des in das Spannfutter 42 eingesetzten Werkstückträgers 43 gepresst.

[0019] Die Spannstellung ist in Fig. 6 gezeigt. Dabei weist die jeweilige Rolle 60 erfindungsgemäss einen nach innen gewölbten (konkaven) Teil 60b (Fig.7) auf, über den sie mit der äusseren Werkstückträger-Umfangsfläche 63 in einer Linienberührung steht.

[0020] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung einer Rolle 60 ist in Fig. 7 dargestellt. Die Rolle 60 ist mit je einem an den konkaven Teil 60b (mit einem Radius R3) beidseitig anschliessenden kreiszylindrischen Teil 60c versehen und in der jeweiligen radialen Nut 61 geführt. An jeden kreiszylindrischen Teil 60c schliesst sich ein nach aussen gewölbter

(konvexer) Teil 60a an, wobei die Rollen 60 jeweils über die beiden konvexen Teile 60a mit der Umfangsfläche 63 in einer Linienberührung stehen. Der mittlere, konkave Teil 60b erstreckt sich über eine Länge b der Rolle 60, die konvexen Teile 60a jeweils über eine Länge a und die kreiszylindrischen Teile 60c jeweils über eine Länge c.

[0021] In Fig. 8 ist die Zuordnung der Kräfte F1, F2 und F3 angedeutet, wie sie über die einzelnen Rollenteile 60a, 60b, 60c übertragen werden. Dabei entsteht die Kraft F1 zwischen den konkaven Teilen 60b der Rolle 60 und der konischen Innenfläche 51 des Ringkolbens 50, die Kraft F2 zwischen dem konkaven Teil 60a und der äusseren Umfangsfläche 63 des Werkstückträgers 43 und die Kraft F3 zwischen den kreiszylindrischen Teilen 60c und der Nut 61 des ringförmigen Spannfutter-Innenteils 46. Die Grösse der Kraftkomponenten hängt mit der Geometrie der konischen Werkstückträger-Umfangsfläche 63 einerseits und der Spannkonusfläche (konische Innenfläche 51) des Ringkolbens 50 anderseits zusammen, die auf möglichst hohe Spannkräfte optimiert wird. Dabei beträgt der Spannkonuswinkel α vorzugsweise 6° bis 15°, die konische Werkstückträger-Umfangsfläche 63 steht vorzugsweise unter einem Winkel β von 45° bis 75° zur Vertikalen bzw. zur Werkstückträgerachse.

[0022] Die Grösse der Linienlängen a, b, c (Fig. 7) wird wiederum mit Vorteil so gewählt, dass an den einzelnen Berührungsstellen annähernd gleiche Oberflächenpressung entsteht.

[0023] Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung, bei der die Spannelemente als Rollen mit zum Spannfutter-Umfang tangential gerichteten Achsen ausgebildet sind, die zumindest über einen Teil ihrer Länge eine gewölbte Aussenform aufweisen, wobei der Radius der Wölbung dem Radius der Werkstückträger-Umfangsfläche entspricht, derart, dass die Rollen in der Spannstellung in einer Linienberührung mit der Werkstückträger-Umfangsfläche stehen, kann die Flächenpressung bei der Erzeugung der den Werkstückträger festhaltenden Spannkräfte erheblich reduziert werden und das Spannfutter auch im Bereich höherer Zugkräfte eingesetzt werden.

[0024] Diese Vorrichtung kann im Rahmen der Erfindung auch bei Pressen beispielsweise zum Pressen von Kunststoff- oder Sintermetallteilen verwendet werden, bei welchen unter einem Werkstückträger auch eine Art Werkzeugträger von Stempeln oder dergleichen verstanden werden kann.

[0025] Bei den Rollen können auch teilweise zylindrische Rollen eingesetzt werden, bei denen bspw. gemäss Fig. 3 der Radius R1 beim Teil 20b der Rolle 20 weggelassen ist und die Rolle somit teils zylindrisch und teils gewölbt ausgebildet ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Festspannen eines Werkstückträgers (3; 43) an einem an einer Bearbeitungsmaschine fixierbaren Spannfutter (2; 42), mit einer Anzahl von über den Umfang des Spannfutters (2; 42) verteilten Spannelementen, die radial zur Spannfutterachse (4; 41) aus einer Freigabestellung in eine Spannstellung verstellbar und in der Spannstellung an eine Umfangsfläche (25; 63) des gegenüber dem Spannfutter (2; 42) positionierten Werkstückträgers (3; 43) anpressbar sind, zur Erzeugung der den Werkstückträger (3; 43) am Spannfutter (2; 42) festhaltenden Spannkraft, dadurch gekennzeichnet, dass
   die Spannelemente als Rollen (20; 60) mit zum Spannfutter-Umfang annähernd tangential gerichteten Achsen (30) ausgebildet sind, derart, dass sich in der Spannstellung eine bestimmbare Oberflächenpressung bei der gegenseitigen Berührung dieser Rollen (20; 60) mit dem Werkstückträger (3; 43), einem Spanndorn (10) oder einem Ringkolben (50) des Spannfutters (2; 42) und einem Spanfutterteil (11, 46) ergibt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen (20; 60) mit zum Spannfutter-Umfang tangential gerichteten Achsen (30) ausgebildet sind, die zumindest über einen Teil ihrer Länge eine gewölbte Aussenform aufweisen, wobei der Radius (R2; R3) der Wölbung dem Radius der Werkstückträger-Umfangsfläche (25; 63) entspricht, derart, dass die Rollen (20; 60) in der Spannstellung in einer Linienberührung mit der Werkstückträger-Umfangsfläche (25; 63) stehen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur radialen Verstellung der Rollen (20; 60) im Spannfutter (2; 42) ein federbelasteter und pneumatisch oder hydraulisch betätigbarer Kolben (7; 50) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der koaxial zur Spannfutterachse (4) angeordnete Kolben (7) mit dem zentralen Spanndorn (10) verbunden ist, der eine konische Aussenfläche (23, 24) zur radialen Verstellung der Rollen (20) aufweist, wobei die Rollen (20) in der Spannstellung über mindestens einen nach aussen gewölbten und somit konvexen Teil (20a) in einer Linienberührung mit einer inneren Umfangsfläche (25) des Werkstückträgers (3) stehen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen (20) in radialen Nuten (13) des ortsfesten Spanfutterteiles (11) geführt sind und in der Spannstellung einerseits mit ihrem aus den Nuten (13) hinausragenden Teil mit der konisch ausgebildeten inneren Umfangsfläche (25) des auf das Spannfutter (2) aufgesetzten Werkstückträgers (3) und anderseits mit einer äusseren Spannkonusfläche (24) in einer Linienberührung stehen, wobei der Spannkonuswinkel vorzugsweise 6° bis 15° beträgt und die konische Werkstückträger-Umfangsfläche (25) einen Winkel von vorzugsweise 45° bis 75° mit der Werkstückträger- bzw. Spannfutterachse (4) einschliesst.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen (20) jeweils zwei nach aussen gewölbte und somit konvexe Teile (20a) aufweisen, zwischen denen ein nach innen gewölbter und somit konkaver Teil (20b) vor-

handen ist, wobei die Rollen (20) in der Spannstellung über die konvexen Teile (20a) mit der inneren Umfangsfläche (25) des Werkstückträgers (3) und über den konkaven Teil (20b) mit der äusseren Spannkonusfläche (24) des Spanndornes (10) in einer Linienberührung stehen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (B) des konkaven Teiles (20b) der jeweiligen Rolle (20) und die Länge (2A) ihrer beiden konvexen Teile (20a) so gewählt sind, dass in der Spannstellung bei der Linienberührung Rolle/Werkstückträger und Rolle/Spanndorn annähernd gleiche Oberflächenpressung vorhanden ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben als ein Ringkolben (50) ausgebildet und in einer Ringkammer (47) des Spannfutters (42) angeordnet ist, wobei die Rollen (60) über eine konische Innenfläche (51) des Ringkolbens (50) radial verstellbar sind und in der Spannstellung über einen nach innen gewölbten und somit konkaven Teil (60b) mit einer äusseren Umfangsfläche (63) des Werkstückträgers (43) in einer Linienberührung stehen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen (60) in radialen Nuten (61) des ortsfesten Spanfutterteiles (46) geführt sind und in der Spannstellung einerseits mit ihrem aus den Nuten (13) hinausragenden Teil mit der konisch ausgebildeten äusseren Umfangsfläche (63) des in das Spannfutter (42) eingesetzten Werkstückträgers (43) und anderseits mit der konischen Innenfläche (51) des Ringkolbens (50) in einer Linienberührung stehen, wobei der Spannkonuswinkel (α) des Ringkolbens (50) vorzugsweise 6° bis 15° beträgt und die konische Werkstückträger-Umfangsfläche (63) einen Winkel (β) von vorzugsweise 45° bis 75° mit der Werkstückträger- bzw. Spannfutterachse (41) einschliesst.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen (60) jeweils mit je einem an den konkaven Teil (60b) beidseitig anschliessenden kreiszylindrischen Teil (60c) in der jeweiligen radialen Nut (61) geführt sind, wobei sich an jeden kreiszylindrischen Teil (60c) ein nach aussen gewölbter und somit konvexer Teil (60a) anschliesst, wobei die Rollen (60) jeweils über die beiden konvexen Teile (60a) mit der konischen Innenfläche (51) des Ringkolbens (50) in einer Linienberührung stehen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (b) des konkaven Teiles (60b) der jeweiligen Rolle (60), die Länge (2c) ihrer beiden kreiszylindrischen Teile (60c) und die Länge (2a) ihrer beiden konvexen Teile (60a) so gewählt sind, dass in der Spannstellung bei der Linienberührung Rolle/Werkstückträger, Rolle/Nut und Rolle/Ringkolben annähernd gleiche Pressung vorhanden ist.

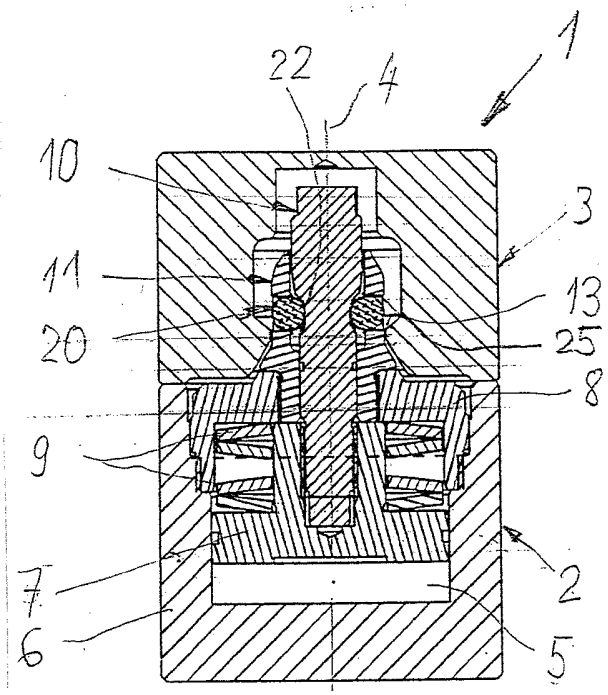


Fig. 1

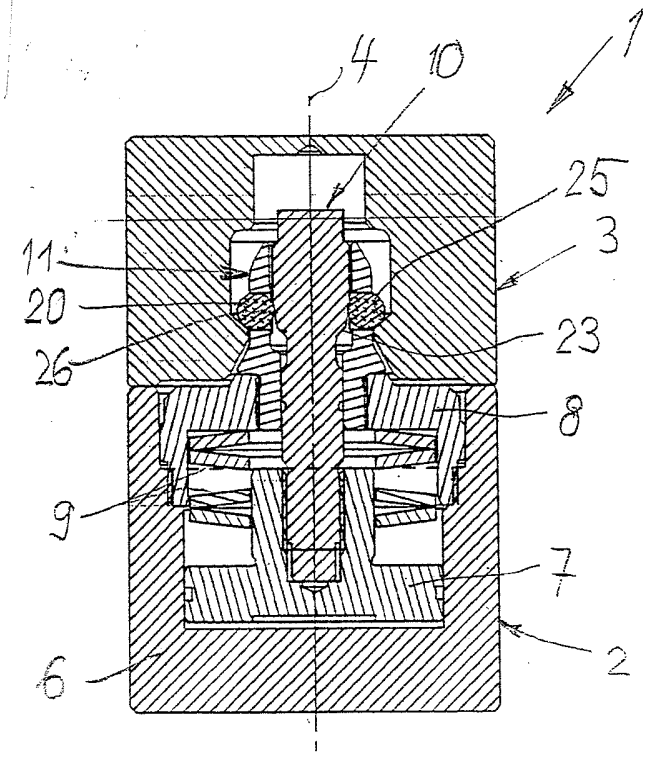


Fig. 2

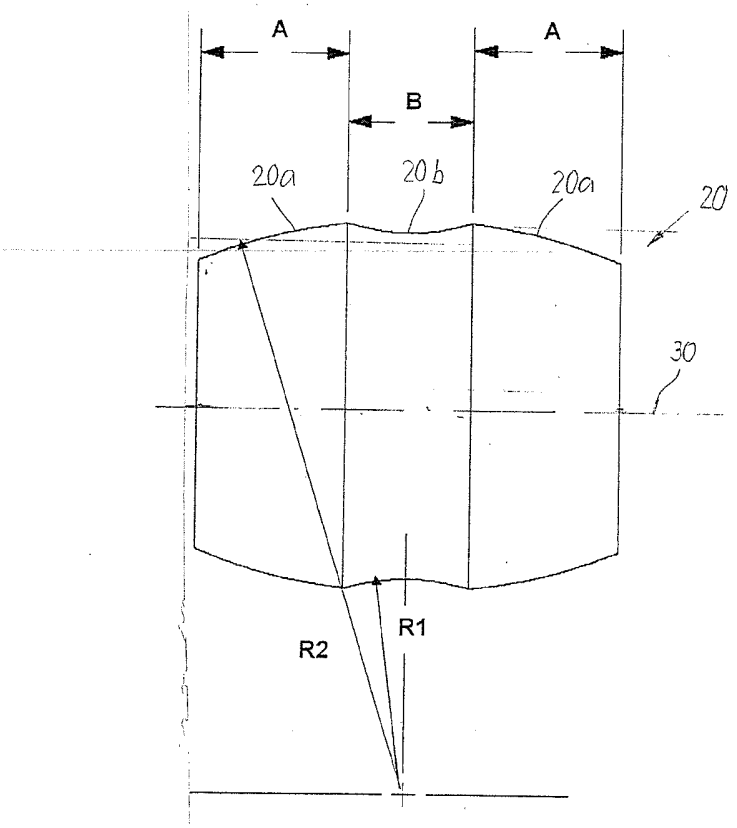


Fig. 3

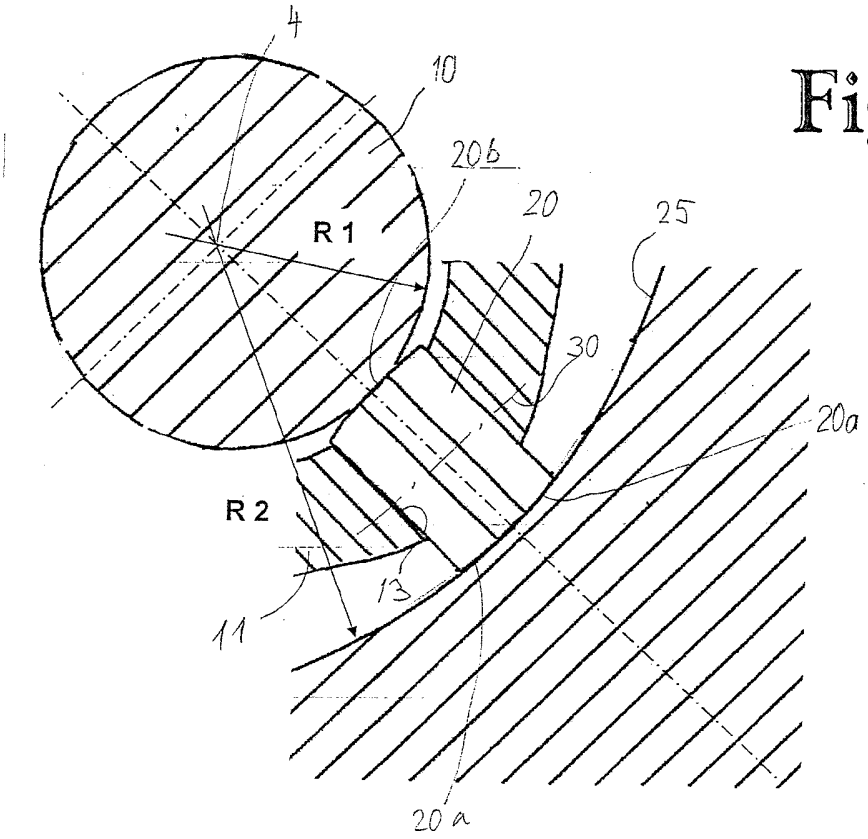


Fig. 4

Fig. 5

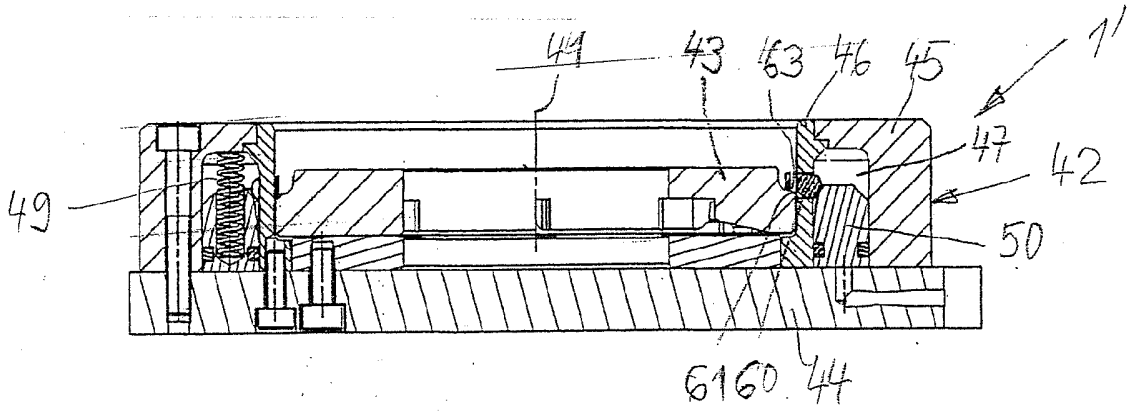
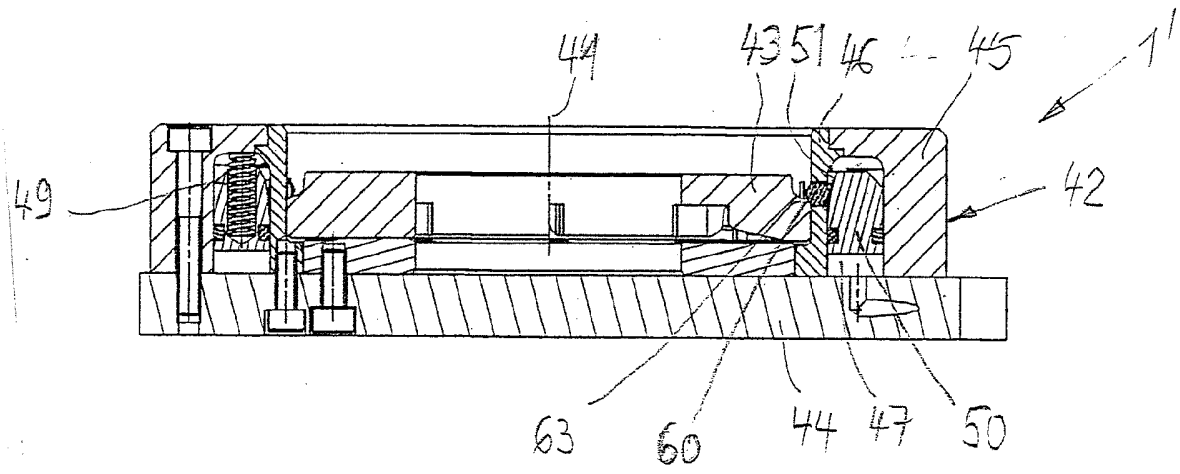

44
43
63
46
45
1'
47
42
49
50
61
60
44

Fig. 6


44
43
51
46
45
1'
42
49
63
60
44
47
50

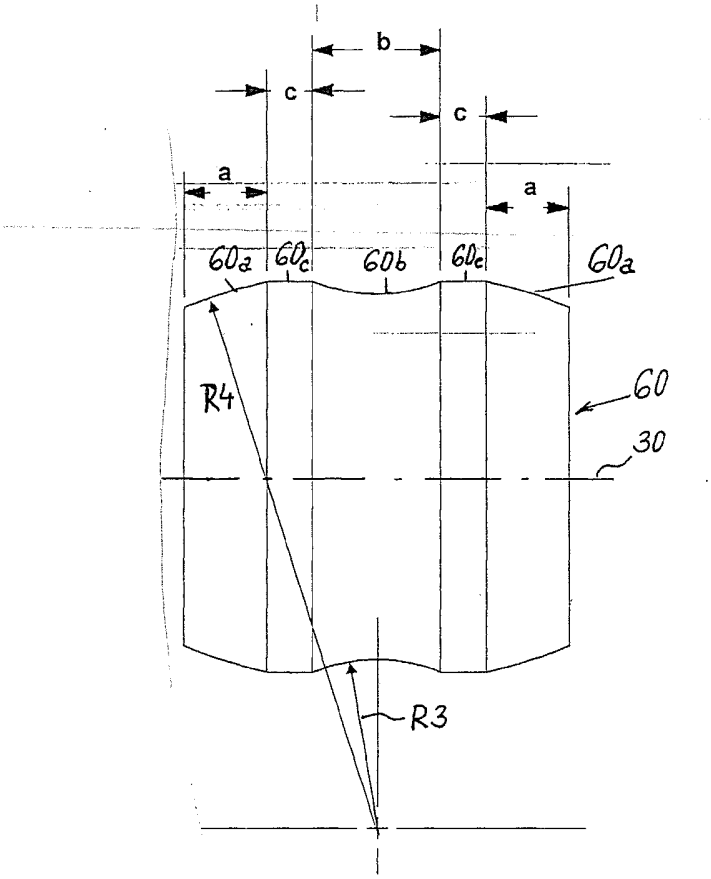

b
c
c
a
a
60a
60c
60b
60e
60a
R4
60
30
R3

Fig. 7

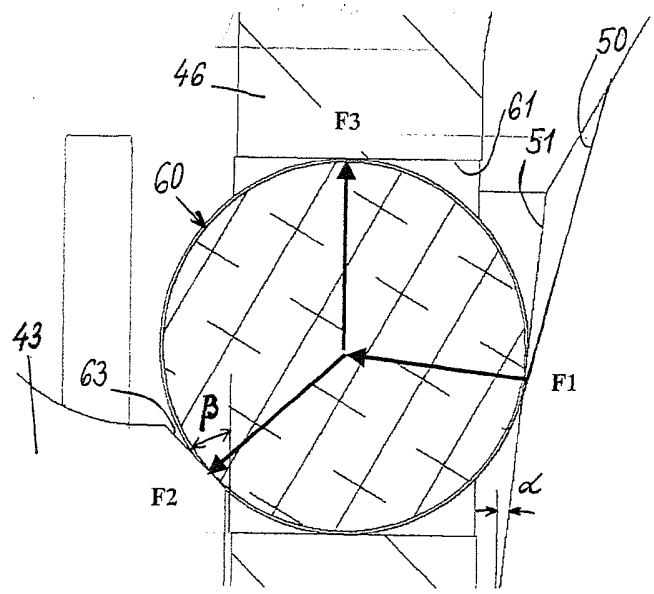

46
F3
61
50
51
60
43
63
β
F1
F2
α

Fig. 8