



(19) Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2007 030 955 B4 2009.04.09

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 030 955.6**

(22) Anmeldetag: **04.07.2007**

(43) Offenlegungstag: **08.01.2009**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.04.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B23Q 3/12 (2006.01)**

**B23Q 3/155 (2006.01)**

**B23Q 7/04 (2006.01)**

Innerhalb von drei 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:

**The Gleason Works, Rochester, N.Y., US**

(74) Vertreter:

**LEINWEBER & ZIMMERMANN, 80331 München**

(72) Erfinder:

**Mall, Johann, Dipl.-Ing., 82256 Fürstenfeldbruck,  
DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 39 40 759 A1**

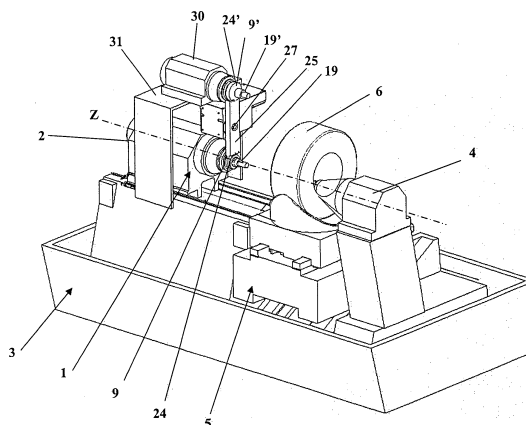
**EP 15 91 194 A2**

**EP 14 02 991 A2**

**DE 198 57 592 A1**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Bearbeiten von um eine Werkstückachse rotierenden Werkstücken**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Bearbeiten von um eine Werkstückachse (Z) rotierenden Werkstücken mit einem um eine Werkzeugachse rotierenden Werkzeug, bei dem eine Aufspannvorrichtung (9) in eine erste Position überführt wird, darauf ein zu bearbeitendes Werkstück aufgespannt wird, die Aufspannvorrichtung (9) mit dem darauf aufgespannten Werkstück von der ersten Position in eine davon räumlich getrennte zweite Position überführt wird, in der sie von einer mit der Aufspannvorrichtung (9) verbundenen Werkstückspindel (1) um die Werkstückachse (Z) rotierend antreibbar ist, und die Aufspannvorrichtung (9) nach der Bearbeitung des Werkstücks von der zweiten in die erste Position überführt wird, wobei die Aufspannvorrichtung (9) bei ihrer Überführung von der zweiten in die erste Position von der Werkstückspindel (1) getrennt und bei ihrer Überführung von der ersten in die zweite Position mit der Werkstückspindel (1) verbunden wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufspannvorrichtung (9, 9') in der ersten Position mit einer eine der Verbindung zwischen der Aufspannvorrichtung (9,...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Bearbeiten von um eine Werkstückachse rotierenden Werkstücken mit einem um eine Werkzeugachse rotierenden Werkzeug, bei dem eine Aufspannvorrichtung in eine erste Position überführt wird, darauf ein zu bearbeitendes Werkstück aufgespannt wird, die Aufspannvorrichtung mit dem darauf aufgespannten Werkstück von der ersten Position in eine davon räumlich getrennte zweite Position überführt wird, in der sie von einer mit der Aufspannvorrichtung verbundenen Werkstückspindel um die Werkstückachse rotierend antreibbar ist, und die Aufspannvorrichtung nach der Bearbeitung des Werkstücks von der zweiten in die erste Position überführt wird, wobei die Aufspannvorrichtung bei ihrer Überführung von der zweiten in die erste Position von der Werkstückspindel getrennt und bei ihrer Überführung von der ersten in die zweite Position mit der Werkstückspindel verbunden wird, und auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

**[0002]** Eine bekannte Vorrichtung (DE 39 40 759 A1), bei der allerdings nicht angegeben ist, ob ihr Werkzeug rotierend ist, die aber im übrigen weitgehend eine solche der eingangs genannten Art ist, können die Aufspannvorrichtungen unterschiedlicher Art sein, beispielsweise Spannplatten, Werkstückpaletten oder Spannfutter. Diese Aufspannvorrichtungen werden ausgehend von ihrer ersten Position längs linearer Führungsschienen auf ein den Führungsschienen entsprechendes Führungssegment aufgeschoben, auf dem sie ihre zweite Position einnehmen. Dieses Führungssegment ist an der Stirnseite der Werkstückspindel festgelegt, deren Drehachse orthogonal zu den linearen Führungsschienen angeordnet ist. Den Führungsschienen, auf denen sich die Aufspannvorrichtungen in ihrer ersten Position befinden, stehen diametral zur Drehachse der Werkzeugspindel weitere lineare Führungsschienen gegenüber. Auf diese weiteren Führungsschienen wird die Aufspannvorrichtung nach der Bearbeitung des Werkstücks von ihrer auf dem Führungssegment eingenommenen zweiten Position aus aufgeschoben, so daß sie dort abweichend von der eingangs genannten Vorrichtung eine dritte Position einnimmt. Wenn schließlich alle Aufspannvorrichtungen aus ihrer ersten Position auf den Führungsschienen in ihre dritte Position auf den weiteren Führungsschienen gelangt sind, kehrt sich die Überführungsrichtung um, indem nunmehr die sich in ihrer dritten Position befindlichen Aufspannvorrichtungen auf das Führungssegment der Werkstückspindel aufgeschoben und von dort aus in die erste Position weitergeschoben werden. Eine Berücksichtigung der relativen Drehlage zwischen dem auf der Werkzeugspindel aufgespannten Werkstück und einem rotierend angetriebenen Werkzeug findet bei keinem dieser Vorgänge statt.

**[0003]** Bei einer anderen bekannten Werkzeugmaschine (EP 1 402 991 A2) dienen Paletten, auf deren horizontal ausgerichteter Oberseite die Werkstücke festgelegt sind, als Spannvorrichtungen. Diese Paletten werden von einem Palettenwechsler an einen drehangetriebenen Rundtisch mit vertikaler Drehachse übergeben, welcher auf einem Tischschlitten längs linearer Führungen zu einem um eine horizontale Werkzeugachse rotierenden Werkzeug hin vorgeschoben wird. Auch hier sind keine Vorkehrungen getroffen, mit denen die Drehpositionen des Werkzeugs und des Werkstücks zueinander in Beziehung gebracht werden können.

**[0004]** Bei einer weiteren bekannten Werkzeugmaschine (EP 1 591 194 A2) laufen auf einer sich in einer horizontalen Ebene erstreckenden endlosen Umlaufbahn Paletten um, deren jede an ihrer Oberseite eine abziehbare Plattform trägt. Auf diese Plattform werden längs eines Abschnittes der endlosen Umlaufbahn mit den Werkstücken versehene Aufspannvorrichtungen aufgesetzt. Am Ende dieses Abschnittes wird jeweils eine Plattform von der Umlaufbahn abgezweigt und einem rotierenden Werkzeug zugeführt. Nach der Bearbeitung wird die entleerte Plattform an der Abzweigung in die Umlaufbahn zurückgespeist, indem sie wieder auf ihre dort wartende Palette aufgeschoben wird. Auch bei diesen Vorgängen spielt die relative Drehposition zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug keine Rolle.

**[0005]** In einem anderen bekannten Verfahren, bei dem die Werkstücke Zahnräder und das Werkzeug eine zum Schleifen ihrer Verzahnung dienende Schleifschnecke ist (DE 198 57 592 A1), ist die Aufspannvorrichtung ein untrennbarer Bestandteil der Werkstückspindel. Dies hat zur Folge, daß die Werkstückspindel zusammen mit ihrem Servoantrieb und einem ihrer Führung längs einer Bearbeitungsachse dienenden Schlitten zwischen der ersten und der zweiten Position hin- und herbewegt werden muß. Dies erfordert bei der zur Durchführung des Verfahrens dienenden Vorrichtung einen hohen baulichen Aufwand. Da in letzterer zur Verkürzung der Bearbeitungszeiten die Bestückung mit Werkstücken in der ersten Position und die Bearbeitung von Werkstücken ausgehend von der zweiten Position in zeitlicher Überlappung ausgeführt wird, ist der bauliche Aufwand weiterhin dadurch erhöht, daß eine zweite Werkstückspindel mit Servoantrieb und Führungsschlitten erforderlich ist.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die bei einem geringen baulichen Aufwand auch eine Einstellung der relativen Drehposition zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug ermöglichen.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe hin-

sichtlich des Verfahrens dadurch gelöst, daß die Aufspannvorrichtung in der ersten Position mit einer eine der Verbindung zwischen der Aufspannvorrichtung und der Werkstückspindel entsprechende Verbindung aufweisenden, drehend antreibbaren Indexierspindel verbunden wird, mit der ein eine Winkelposition des auf dieser Aufspannvorrichtung aufgespannten Werkstücks darstellendes Signal erzeugbar ist.

**[0008]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Verbindung zwischen der Werkstückspindel und der mit dem zu bearbeitenden Werkstück bestückten Aufspannvorrichtung erst durch deren Übergang in ihre zweite Position hergestellt. In diesem verbundenen Zustand kann das aufgespannte Werkstück von der Werkstückspindel um die Werkstückachse rotierend angetrieben werden. Falls für den Bearbeitungseingriff zwischen dem aufgespannten Werkstück und dem Werkzeug eine Bewegung längs einer Bearbeitungsachse erforderlich ist, kann die Werkstückspindel auf einem längs dieser Bearbeitungsachse bewegbaren Schlitten angeordnet sein, wobei die Bearbeitungsachse beispielsweise parallel zur Werkstückachse ausgerichtet sein kann. Die Bewegung der Werkstückspindel längs dieser Bearbeitungsachse kann insbesondere beim Honen, Schleifen, Schaben oder Wälzfräsen von Zahnrädern relativ zu dem um die Werkzeugachse rotierenden Werkzeug erforderlich sein, bei dem es sich in den genannten Fällen um ein Honrad, eine Schleifschnecke, eine Schleifscheibe, ein Schabrad oder einen Wälzfräsen handeln kann. Nach der Bearbeitung wird die Aufspannvorrichtung in ihrer zweiten Position von der Werkstückspindel getrennt und für einen Austausch des bearbeiteten Werkstücks gegen ein zu bearbeitendes Werkstück in die erste Position überführt, wobei die Werkstückspindel zurückbleibt und nicht mitgeführt werden muß.

**[0009]** Dabei ist im Rahmen der Erfindung vorgesehen, daß die Aufspannvorrichtung in der ersten Position mit einer eine der Verbindung zwischen der Aufspannvorrichtung und der Werkstückspindel entsprechende Verbindung aufweisenden, drehend antreibbaren Indexierspindel verbunden wird, mit der ein eine Winkelposition des auf dieser Aufspannvorrichtung aufgespannten Werkstücks darstellendes Signal erzeugbar ist. Mit Hilfe dieses Signals kann die relative Drehposition zwischen dem auf dieser Aufspannvorrichtung aufgespannten Werkstück und dem Werkzeug so eingestellt werden, wie es nach der Überführung der Aufspannvorrichtung in die zweite Position für den Bearbeitungseingriff mit dem Werkzeug erforderlich ist. Diese Einstellung der relativen Drehposition ist insbesondere erforderlich, wenn es sich bei dem Werkstück um ein Zahnrad und bei dem Werkzeug um ein Fertigbearbeitungswerkzeug, wie ein innenverzahntes Honrad oder Schabrad oder eine Schleifschnecke oder eine Schleifscheibe, handelt. Durch die Einstellung der richtigen

relativen Drehposition muß sichergestellt werden, daß das Werkzeug kollisionsfrei in eine zu bearbeitende Zahnücke eintauchen kann. Für diesen Indexierungsvorgang wird bekanntlich die Verzahnung des zu bearbeitenden Zahnrades mit einem insbesondere berührungslos arbeitenden Sensor abgetastet und ansprechend auf das Abtastsignal in einer dafür programmierten Steuereinrichtung das die Winkelposition darstellende Signal erzeugt. Beispielsweise könnte hierdurch die mit der Aufspannvorrichtung verbundene Indexierspindel in die richtige relative Drehposition gedreht werden, oder alternativ die Werkstückspindel. Bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform entsteht der für diesen Indexierungsvorgang erforderliche Zeitbedarf insbesondere in der ersten Position, so daß der Bearbeitungsvorgang durch das Werkzeug ausgehend von der zweiten Position ohne den für die Indexierung erforderlichen Zeitbedarf unmittelbar beginnen kann.

**[0010]** Zweckmäßigerweise ist vorgesehen, daß mindestens zwei Aufspannvorrichtungen vorgesehen sind, von denen die eine von der ersten Position in die zweite Position überführt wird, während die andere von der zweiten Position in die erste Position überführt wird. Insbesondere kann dadurch das Verfahren derart ausgeführt werden, daß das Aufspannen eines unbearbeiteten Werkstücks auf der in der ersten Position befindlichen Aufspannvorrichtung in zeitlicher Überlappung mit der Bearbeitung eines auf der in der zweiten Position befindlichen Aufspannvorrichtung aufgespannten Werkstücks erfolgt. Durch diese Maßnahmen wird die Bearbeitungsgeschwindigkeit bei Serienfertigung erheblich erhöht, weil in zeitlicher Überlappung mit der Bearbeitung des auf der mit der Werkstückspindel verbundenen Aufspannvorrichtung aufgespannten Werkstücks die Bestückung der in der ersten Position befindlichen Aufspannvorrichtung mit dem in der Bearbeitungsreihenfolge nächstfolgenden Werkstück ausgeführt wird.

**[0011]** In einer zweckmäßigen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß das Trennen oder Verbinden durch eine Relativbewegung zwischen der Aufspannvorrichtung und der Werkstückspindel oder der Indexspindel längs der betreffenden Spindelachse erfolgt. In diesem Fall erfolgt also das Trennen oder Verbinden durch eine zur Spindelachse parallele Hubbewegung, durch die die Aufspannvorrichtung von der betreffenden Spindel abgezogen bzw. auf diese aufgeschoben wird.

**[0012]** Weiterhin erweist es sich als zweckmäßig, daß das Überführen der Aufspannvorrichtung zwischen der ersten und der zweiten Position längs einer Schwenkbewegung um eine zur Werkstückachse parallele Drehachse erfolgt. Durch diese Schwenkbewegung wird die von der betreffenden Spindel getrennte Aufspannvorrichtung zwischen der ersten und zweiten Position längs eines Kreisbogens be-

wegt.

**[0013]** In vorrichtungsmäßiger Hinsicht ist die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zum Bearbeiten von um eine Werkstückachse rotierenden Werkstücken mit einem um eine Werkzeugachse rotierend antreibbaren Werkzeug, einer Aufspannvorrichtung, auf die ein Werkstück in einer ersten Position der Aufspannvorrichtung aufspannbar ist, und einer Überführungsvorrichtung, durch die die Aufspannvorrichtung von der ersten Position in eine davon räumlich getrennte zweite Position überführbar ist, in der sie von einer mit der Aufspannvorrichtung in Verbindung stehenden Werkstückspindel um die Werkstückachse rotierend antreibbar ist, wobei die Verbindung zwischen der Aufspannvorrichtung und der Werkstückspindel einen an der Werkstückspindel permanent festgelegten ersten Verbindungsabschnitt und einen dazu komplementären, an der Aufspannvorrichtung permanent festgelegten zweiten Verbindungsabschnitt aufweist, die durch eine Relativbewegung zwischen dem ersten Verbindungsabschnitt und dem zweiten Verbindungsabschnitt voneinander trennbar und wieder verbindbar sind, und wobei erfindungsgemäß vorgesehen ist, daß an der ersten Position ein dem Verbindungsabschnitt der Werkstückspindel entsprechender Verbindungsabschnitt einer Indexierspindel angeordnet ist.

**[0014]** Zweckmäßige Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen 9 bis 18 angegeben.

**[0015]** In der folgenden Beschreibung wird die Erfindung anhand einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen:

**[0016]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Zahnradhonmaschine in perspektivischer Ansicht,

**[0017]** [Fig. 2](#) einen Axialschnitt der Verbindung zwischen einer Aufspannvorrichtung und einer Arbeitsspindel in der in [Fig. 1](#) dargestellten Zahnradhonmaschine,

**[0018]** [Fig. 3](#) eine vergrößerte Ansicht eines Greifers der in [Fig. 1](#) dargestellten Zahnradhonmaschine in seiner Schließstellung, und

**[0019]** [Fig. 4](#) eine [Fig. 3](#) entsprechende Ansicht des Greifers in seiner Öffnungsstellung.

**[0020]** Gemäß [Fig. 1](#) weist die Zahnradhonmaschine eine von einem Servoantrieb rotierend antreibbare Werkstückspindel **1** auf, deren Rotationsachse Z horizontal verläuft. Die Werkstückspindel **1** ist auf einem Schlitten **2** angeordnet, der auf einem Maschinengestell **3** der Zahnradhonmaschine von einem

Servoantrieb längs einer zur Rotationsachse Z parallelen Bearbeitungsachse verschiebbar ist. Ferner ist auf dem Maschinengestell **3** mit der Rotationsachse Z fluchtend und parallel zu deren Richtung verstellbar ein Reitstock **4** angeordnet.

**[0021]** Zwischen der Werkstückspindel **1** und dem Reitstock **4** ist auf einer Schlittenanordnung **5** ein Werkzeugkopf **6** angeordnet, der durch die Schlittenanordnung **5** in einer zur Rotationsachse Z orthogonalen Ebene längs beliebiger Bewegungsbahnen bewegbar ist. Der Werkzeugkopf **6** ist ferner auf der Schlittenanordnung um eine orthogonale Achse winkelinstellbar gelagert und kann mit einem der Winkelinstellung dienenden Servoantrieb versehen sein. In dem Werkzeugkopf **6** ist das Honrad der Zahnradhonmaschine rotierend antreibbar gelagert, wobei ein hierfür vorgesehener Rotationsantrieb in [Fig. 1](#) nicht sichtbar ist.

**[0022]** Gemäß [Fig. 2](#) weist die Werkstückspindel **1** an ihrem zu dem Werkzeugkopf **6** gerichteten axialen Ende einen ersten Verbindungsabschnitt **7** auf, mit dem ein dazu komplementärer zweiter Verbindungsabschnitt **8** einer Aufspannvorrichtung **9** in trennbarer Weise verbindbar ist. Im einzelnen weist der erste Verbindungsabschnitt **7** eine zur Rotationsachse Z koaxiale, kegelstumpfmantelförmige Innenfläche **10** auf, die sich in Richtung auf die Aufspannvorrichtung **9** konisch erweitert. Der zweite Verbindungsabschnitt **8** weist eine zu der Innenfläche **10** komplementäre kegelstumpfmantelförmige Außenfläche **11** auf, die mit der Innenfläche **10** in dem in [Fig. 2](#) dargestellten Verbindungszustand einen Paßsitz bildet.

**[0023]** An einer radial einwärts der Außenfläche **11** liegenden Innenseite **12** des zweiten Verbindungsabschnitts **8** sind radial einwärts gerichtete, axiale Vorsprünge **13** ausgebildet, die in Umfangsrichtung gesehen von der Rotationssymmetrie abweichende Bereiche bilden. Diese axialen Vorsprünge **13** stützen sich in dem in [Fig. 2](#) dargestellten verbundenen Zustand in der Umfangsrichtung an dazu komplementären Nutensteinen ab, die an dem Verbindungsabschnitt **7** der Werkstückspindel **1** drehfest festgelegt, aber in [Fig. 2](#) nicht sichtbar sind. Hierdurch ist die Winkelstellung der Aufspannvorrichtung **9** relativ zu der Werkstückspindel **1** festgelegt.

**[0024]** Das dem zweiten Verbindungsabschnitt **8** entgegengesetzte axiale Ende der Aufspannvorrichtung **9** ist mit einem zur Rotationsachse Z koaxialen Spannkonus **15** versehen, auf dessen kegelstumpfmantelförmiger Außenfläche **16** eine Expandierhülse **17** mit einer zu der Außenfläche **16** komplementären kegelstumpfmantelförmigen Innenfläche **18** angeordnet ist. Durch diese Anordnung ist die Expandierhülse **17** durch eine radiale Relativverschiebung zwischen letzterer und dem Spannkonus **15** zwischen einem radial kontrahierten Zustand und einem radial

expandierten Zustand verstellbar. Anstelle des Spannkonus **15** könnten andere, dem Fachmann bekannte Mittel vorgesehen sein, durch die der Radius der Expandierhülse vergrößert oder verkleinert werden kann.

**[0025]** Die Expandierhülse **17** weist eine zur Rotationsachse **Z** koaxiale, zylindermantelförmige Außenfläche **19** auf, die beim Aufspannen eines Werkstücks in eine zu dessen Werkstückachse koaxiale Bohrung eingesetzt wird und im axial kontrahierten Zustand an deren zylindermantelförmigen Innenfläche kraftschlüssig anliegt. Somit stimmen die Rotationsachse **Z** und die Werkstückachse überein.

**[0026]** In einem zwischen der Expandierhülse **17** und dem zweiten Verbindungsabschnitt **8** gelegenen zylindrischen Bereich **20** des Außenumfangs der Aufspannvorrichtung **9** ist eine zur Rotationsachse **Z** koaxiale Ringnut **21** mit sich nach außen hin V-förmig öffnendem Querschnitt ausgebildet. Diese dient zum Angriff dazu komplementärer Greiffinger **22**, **23** eines in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellten Greifers **24**. Wie insbesondere aus [Fig. 4](#) ersichtlich ist, ist der eine Greiffinger **22** an einem freien Ende eines Trägers **25** feststehend angeordnet, wogegen der andere Greiffinger **23** gesteuert zwischen einer in [Fig. 4](#) dargestellten Öffnungsstellung und einer in [Fig. 3](#) dargestellten Schließstellung bewegbar ist. Aus den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) ist weiter erkennbar, daß der Greiffinger **22** in der Ringnut **21** der Aufspannvorrichtung **9** etwa längs ihrer halben Umfangslänge in Angriff bringbar ist, wogegen der bewegbare Greiffinger **23** in der Schließstellung, in der er in Richtung auf die in dem Greiffinger **22** liegende Aufspannvorrichtung **9** vorgeschoben ist, in die verbleibende Umfangshälfte der Ringnut **21** eingreift und dadurch einen festen Sitz der Aufspannvorrichtung **9** in dem Greifer **24** bewirkt.

**[0027]** Die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) zeigen lediglich ein mit dem Greifer **24** versehenes Ende des Trägers **25** sowie einen sich von diesem Ende aus zu einer Achsbohrung **26** erstreckenden Abschnitt dieses Trägers. Aus [Fig. 1](#) ist ersichtlich, daß der Träger **25** zur Achsbohrung **26** symmetrisch ist und an seinem anderen Ende mit einem dem Greifer **24** entsprechenden Greifer **24'** versehen ist. Weiter ist aus [Fig. 1](#) ersichtlich, daß der Träger **25** mit seiner Achsbohrung **26** auf einer zur Werkstückachse achsparallelen Betätigungswelle **27** festgelegt ist, wobei der Achsabstand zwischen der Betätigungswelle **27** und der Werkstückachse **Z** dem Abstand zwischen dem in [Fig. 3](#) ersichtlichen Zentrum **28** der Achsbohrung **26** und dem Zentrum **29** der von dem Greifer **24** ergriffenen Aufspannvorrichtung **9** entspricht.

**[0028]** In diesem Achsabstand ist diametral zu der mit der Werkstückspindel **1** verbundenen Aufspannvorrichtung **9** auf einer maschinengestellfesten Kon-

sole **31** eine zur Werkstückachse **Z** achsparallele Indexierspindel **30** angeordnet, die einen zu dem ersten Verbindungsabschnitt **7** der Werkstückspindel **1** identischen Verbindungsabschnitt für eine trennbare Verbindung mit dem zweiten Verbindungsabschnitt **8** der Aufspannvorrichtung **9** aufweist.

**[0029]** Diese Zahnradhonmaschine wird folgendermaßen betrieben: Bei der Bearbeitung eines auf die mit der Werkstückspindel **1** verbundene Aufspannvorrichtung **9** aufgespannten Zahnrads ist der die Greifer **24**, **24'** aufweisende Träger **25** gegenüber seiner in [Fig. 1](#) dargestellten Stellung durch eine entsprechende Drehung der Betätigungswelle **27** um 90° im Uhrzeigersinn in eine Ruhestellung verschwenkt. Ferner ist der Schlitten **2** so weit in Richtung des Werkzeugkopfs **6** verschoben, daß das auf der Aufspannvorrichtung **9** aufgespannte Zahnrad innerhalb des Werkzeugkopfes **6** mit dem Honring in Bearbeitungseingriff steht. Gleichzeitig ist eine zu der Aufspannvorrichtung **9** identische weitere Aufspannvorrichtung **9'** mit der Indexierspindel **30** verbunden und wird von einer nicht dargestellten Werkstückwechselvorrichtung, die ein zu bearbeitendes Zahnrad auf die Außenfläche **19'** der Expandierhülse dieser Aufspannvorrichtung **9'** aufschiebt, bestückt. Nachdem das zu bearbeitende Zahnrad auf der Aufspannvorrichtung **9'** aufgespannt ist, wird letztere von der Indexierspindel **30** unter der Steuerung durch eine geeignete Steuervorrichtung in eine für den Bearbeitungseingriff mit dem Honrad geeignete Winkelposition gedreht.

**[0030]** Wenn die Bearbeitung des auf der mit der Werkstückspindel **1** verbundenen Aufspannvorrichtung **9** aufgespannten Zahnrads in dem Bearbeitungskopf **6** beendet ist, fährt der die Werkstückspindel **1** tragende Schlitten **2** in seine in [Fig. 1](#) dargestellte Werkstückwechselstellung zurück. In dieser befindet sich die mit der Werkstückspindel **1** verbundene Aufspannvorrichtung **9** in einer gegenüber der von der mit der Indexierspindel **30** verbundenen Aufspannvorrichtung **9'** eingenommenen ersten Position räumlich verschiedenen zweiten Position, in der die Ringnut **21** der Aufspannvorrichtung **9** und die Ringnut **21** der Aufspannvorrichtung **9'** in einer zur Werkstückachse **Z** orthogonalen Ebene übereinanderliegen.

**[0031]** In diesem Zustand wird der Träger **25** durch eine Drehung um die Betätigungswelle **27** entgegen dem Uhrzeigersinn um 90° verschwenkt, wobei seine beiden Greifer **24**, **24'** in die in [Fig. 4](#) dargestellte Öffnungsstellung gesteuert sind. Dadurch gelangen die Greifer **24**, **24'** an den Ringnuten **21** der Aufspannvorrichtungen **9** bzw. **9'** in Angriff und werden in die in [Fig. 3](#) dargestellte Schließstellung gesteuert.

**[0032]** In diesem Zustand wird der Träger **25** mit den an den Aufspannvorrichtungen **9**, **9'** angreifenden

Greifern **24**, **24'** parallel zur Rotationsachse Z so weit verschoben, daß die in [Fig. 2](#) dargestellte Verbindung zwischen der Werkzeugspindel **1** und ihrer Aufspannvorrichtung **9** sowie zwischen der Indexierspindel **30** und ihrer Aufspannvorrichtung **9'** getrennt wird. Anschließend wird durch eine entsprechende Drehung der Betätigungswelle **27** der Träger **25** um 180° verschwenkt, so daß die Aufspannvorrichtung **9** mit der Indexierspindel **30** und die Aufspannvorrichtung **9'** mit der Werkstückspindel **1** axial fluchtet. Durch eine anschließende axiale Verschiebung des Trägers **25** wird sodann die Verbindung zwischen der Werkstückspindel **1** und der Aufspannvorrichtung **9'** sowie die Verbindung zwischen der Aufspannvorrichtung **9** und der Indexierspindel **30** in der anhand von [Fig. 2](#) erläuterten Weise hergestellt. Dadurch ist die Aufspannvorrichtung **9'** von der ersten Position in die zweite Position und die Aufspannvorrichtung **9** von der zweiten Position in die erste Position überführt worden.

**[0033]** In diesem Zustand befindet sich auf der mit der Werkstückspindel **1** verbundenen Aufspannvorrichtung **9'** das vorher von der Werkstückwechsellvorrichtung zugeführte, zu bearbeitende Zahnrad, während sich auf der mit der Indexierspindel **31** verbundenen Aufspannvorrichtung **9** das in dem Werkzeugkopf **6** bearbeitete Zahnrad befindet.

**[0034]** In diesem Zustand werden die Greifer **24**, **24'** in ihre Öffnungsstellung gesteuert und anschließend der Träger **25** um 90° in seine vorstehend erörterte Ruhstellung verschwenkt. Sodann tauscht die Werkstückwechsellvorrichtung das bearbeitete Zahnrad auf der mit der Indexierspindel **30** verbundenen Aufspannvorrichtung **9** gegen ein neues, zu bearbeitendes Zahnrad aus, und der vorstehend beschriebene Zyklus läuft in ständiger Wiederholung erneut ab, bis alle Werkstücke einer Serie bearbeitet sind.

**[0035]** Der Antrieb für die vorstehend erörterte Schwenk- und Axialbewegung des die Greifer **24**, **24'** aufweisenden Trägers **25** ist in der Zeichnung nicht dargestellt und kann durch dem Fachmann geläufige Mittel verwirklicht werden. Dieser Antrieb ist ebenso wie die Antriebe für sämtliche Bewegungsachsen, insbesondere die Rotationsachsen der Spindeln **1**, **30** und die Linearbewegungsachse des Schlittens **2**, von einer elektronischen Steuereinrichtung gesteuert, so daß der gesamte Betrieb automatisch abläuft.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Werkstückspindel
<b>Z</b>	Rotationsachse/Werkstückachse
<b>2</b>	Schlitten
<b>3</b>	Maschinengestell
<b>4</b>	Reitstock
<b>5</b>	Schlittenanordnung
<b>6</b>	Werkzeugkopf

<b>7</b>	erster Verbindungsabschnitt
<b>8</b>	zweiter Verbindungsabschnitt
<b>9, 9'</b>	Aufspannvorrichtung
<b>10</b>	Innenfläche
<b>11</b>	Außenfläche
<b>12</b>	Innenseite
<b>13</b>	axialer Vorsprung
<b>14</b>	axiale Nut
<b>15</b>	Spannkonus
<b>16</b>	Außenfläche
<b>17</b>	Expandierhülse
<b>18</b>	Innenfläche
<b>19, 19'</b>	Außenfläche
<b>20</b>	Außenumfangsbereich
<b>21</b>	Ringnut
<b>22, 23</b>	Greiffinger
<b>24, 24'</b>	Greifer
<b>25</b>	Träger
<b>26</b>	Achsbohrung
<b>27</b>	Betätigungswelle
<b>28</b>	Zentrum
<b>29</b>	Zentrum
<b>30</b>	Indexierspindel
<b>31</b>	Konsole

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten von um eine Werkstückachse (Z) rotierenden Werkstücken mit einem um eine Werkzeugachse rotierenden Werkzeug, bei dem eine Aufspannvorrichtung (**9**) in eine erste Position überführt wird, darauf ein zu bearbeitendes Werkstück aufgespannt wird, die Aufspannvorrichtung (**9**) mit dem darauf aufgespannten Werkstück von der ersten Position in eine davon räumlich getrennte zweite Position überführt wird, in der sie von einer mit der Aufspannvorrichtung (**9**) verbundenen Werkstückspindel (**1**) um die Werkstückachse (Z) rotierend antreibbar ist, und die Aufspannvorrichtung (**9**) nach der Bearbeitung des Werkstücks von der zweiten in die erste Position überführt wird, wobei die Aufspannvorrichtung (**9**) bei ihrer Überführung von der zweiten in die erste Position von der Werkstückspindel (**1**) getrennt und bei ihrer Überführung von der ersten in die zweite Position mit der Werkstückspindel (**1**) verbunden wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aufspannvorrichtung (**9, 9'**) in der ersten Position mit einer einer der Verbindung zwischen der Aufspannvorrichtung (**9, 9'**) und der Werkstückspindel (**1**) entsprechende Verbindung aufweisenden, drehend antreibbaren Indexierspindel (**30**) verbunden wird, mit der ein eine Winkelposition des auf dieser Aufspannvorrichtung (**9, 9'**) aufgespannten Werkstücks darstellendes Signal erzeugbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Aufspannvorrichtungen (**9, 9'**) vorgesehen sind, von denen die eine (**9**) von der ersten Position in die zweite Position überführt wird, während die andere (**9'**) von der zweiten

Position in die erste Position überführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufspannen eines unbearbeiteten Werkstücks auf der in der ersten Position befindlichen Aufspannvorrichtung (9') in zeitlicher Überlapung mit der Bearbeitung eines auf der in der ersten Position befindlichen Aufspannvorrichtung (9) aufgespannten Werkstücks erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennen oder Verbinden durch eine Relativbewegung zwischen der Aufspannvorrichtung (9, 9') und der Werkstückspindel (1) oder der Indexspindel (30) längs der betreffenden Spindelachse erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Überführen der Aufspannvorrichtung (9, 9') zwischen der ersten und der zweiten Position längs einer Schwenkbewegung um eine zur Werkstückachse (Z) parallele Drehachse erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das zu bearbeitende Werkstück ein Rohling eines Zahnradherstellungsprozesses ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug ein Bearbeitungswerkzeug eines Zahnradherstellungsprozesses ist.

8. Vorrichtung zum Bearbeiten von um eine Werkstückachse (Z) rotierenden Werkstücken mit einem um eine Werkzeugachse rotierend antreibbaren Werkzeug, einer Aufspannvorrichtung (9, 9'), auf die ein Werkstück in einer ersten Position der Aufspannvorrichtung (9, 9') aufspannbar ist, und einer Überführungsvorrichtung (25), durch die die Aufspannvorrichtung (9, 9') von der ersten Position in eine davon räumlich getrennte zweite Position überführbar ist, in der sie von einer mit der Aufspannvorrichtung (9) in Verbindung stehenden Werkstückspindel (1) um die Werkstückachse (Z) rotierend antreibbar ist, wobei die Verbindung zwischen der Aufspannvorrichtung (9, 9') und der Werkstückspindel (1) einen an der Werkstückspindel (1) permanent festgelegten ersten Verbindungsabschnitt (7) und einen dazu komplementären, an der Aufspannvorrichtung (9, 9') permanent festgelegten zweiten Verbindungsabschnitt (8) aufweist, die durch eine Relativbewegung zwischen dem ersten Verbindungsabschnitt (7) und dem zweiten Verbindungsabschnitt (8) voneinander trennbar und wieder verbindbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß an der ersten Position ein dem Verbindungsabschnitt (7) der Werkstückspindel (1) entsprechender Verbindungsabschnitt einer Indexspindel (30) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die der Trennung und Verbindung dienende Relativbewegung zwischen dem ersten Verbindungsabschnitt (7) und dem zweiten Verbindungsabschnitt (8) eine zur Werkstückachse (Z) parallele Linearbewegung ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Überführungsvorrichtung (25) einen an der Aufspaneinrichtung (9, 9') in und außer Angriff bringbaren Greifer (24, 24') aufweist, durch den die Aufspannvorrichtung (9, 9') zwischen ihrer ersten und ihrer zweiten Position überführbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Greifer (24, 24') zwei zu je einem Umfangsabschnitt der Aufspannvorrichtung (9, 9') komplementäre, zwischen einer Öffnungsstellung und einer Schließstellung relativ zueinander bewegbare Greiffinger (22, 23) aufweist, in deren Schließstellung der Greifer (24, 24') an der Aufspannvorrichtung (9, 9') in Angriff und in deren Öffnungsstellung der Greifer (24, 24') außer Angriff gebracht ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Aufspannvorrichtungen (9, 9') und mindestens zwei Greifer (24, 24') vorgesehen sind, deren einer an der in ihrer ersten Position befindlichen einen Aufspannvorrichtung und deren anderer an der in ihrer zweiten Position befindlichen anderen Aufspannvorrichtung in Angriff bringbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Greifer (24, 24') an einem um eine zur Werkstückachse (Z) parallele Achse (27) drehbaren Teil (25) angeordnet sind, durch dessen Drehung die an ihrer ersten Position ergriffene eine Aufspannvorrichtung (9) in ihre zweite Position und die an ihrer zweiten Position ergriffene andere Aufspannvorrichtung (9') in ihre erste Position überführbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, gekennzeichnet durch eine Werkstückwechselvorrichtung, durch die die Werkstücke auf die Aufspannvorrichtung (9, 9') aufbringbar und von der Aufspannvorrichtung (9, 9') abnehmbar sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufspannvorrichtung (9, 9') eine Expandierhülse (17) aufweist, die zwischen einem radial kontrahierten Zustand, in dem die Expandierhülse (17) in eine zu der Werkstückachse (Z) koaxiale Bohrung des Werkstücks einführbar ist, und einem radial expandierten Zustand, in dem das Werkstück auf der Expandierhülse (17) festgespannt ist, verstellbar ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugspindel (1) sowie die Indexerspindel (30) jeweils einen von der Rotationssymmetrie abweichenden Bereich (14) und jede Aufspannvorrichtung (9, 9') einen dazu komplementären Bereich (13) aufweist, durch deren gegenseitigen Eingriff die Winkelstellung der Aufspannvorrichtung (9, 9') relativ zu der mit ihr verbundenen Spindel (1, 30) festgelegt ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstückspindel (1) auf einem längs einer Bearbeitungsachse bewegbaren Schlitten (2) angeordnet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitungsachse parallel zur Werkstückachse (Z) ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



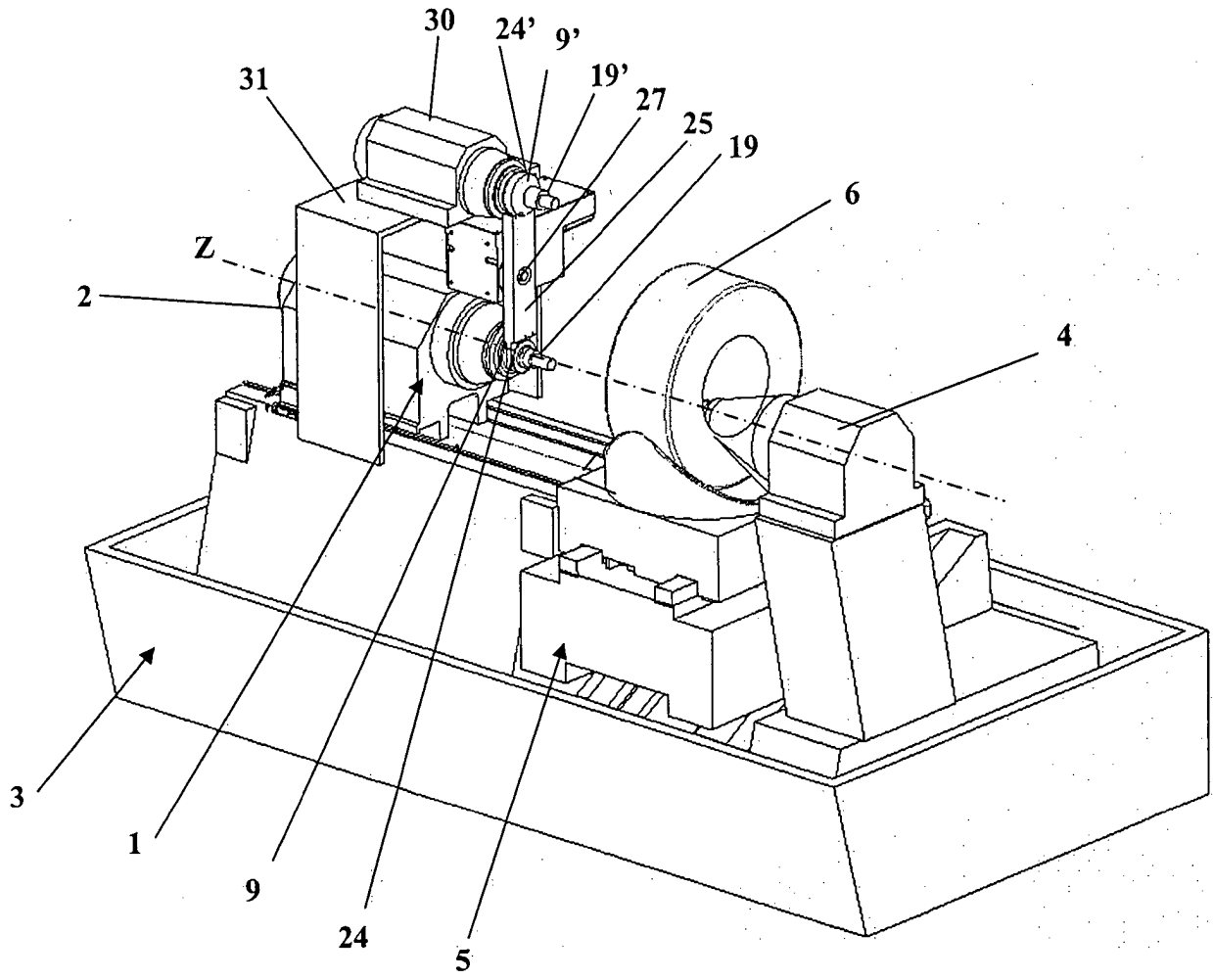
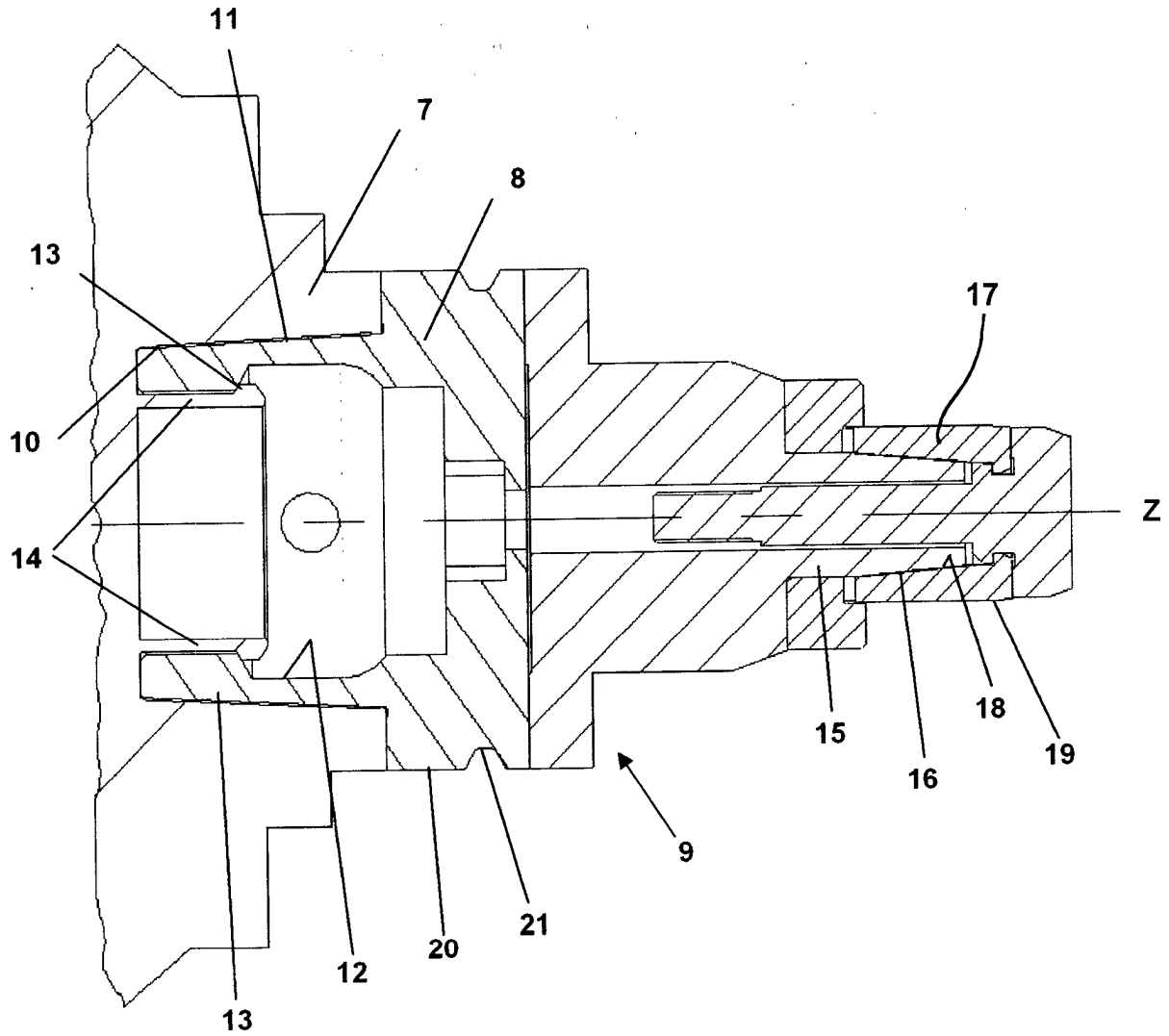
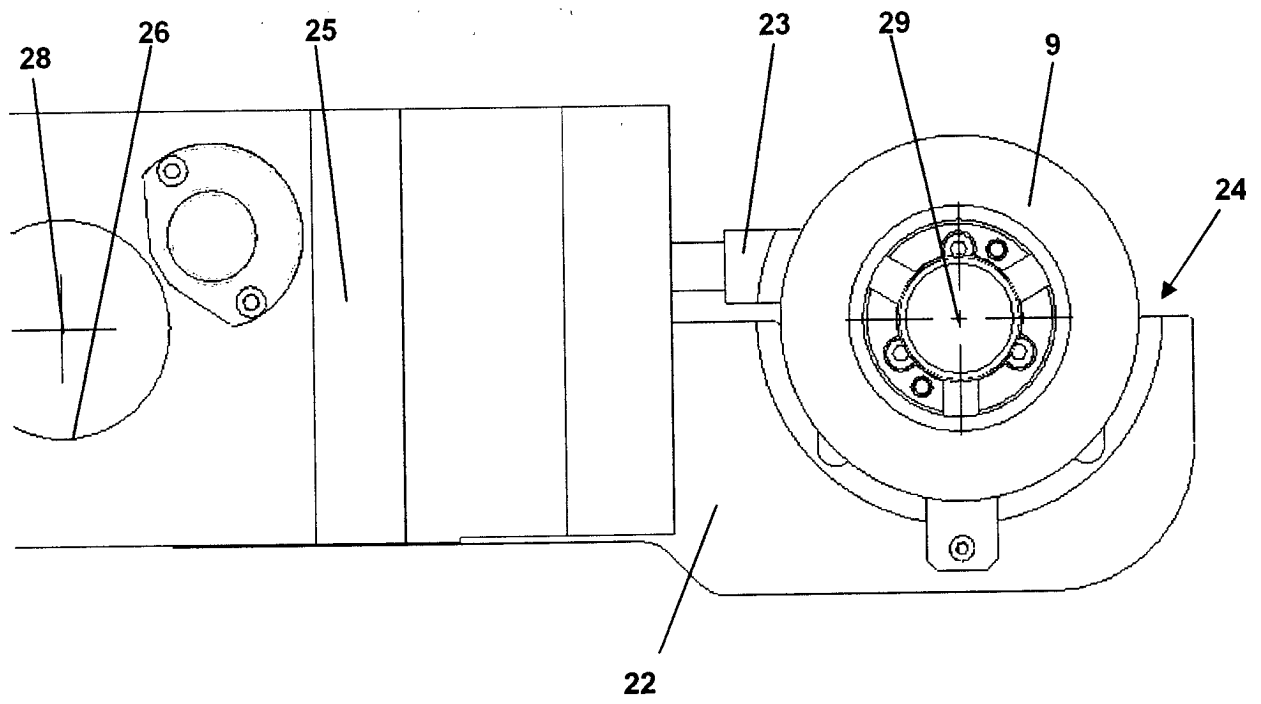


Fig. 1



**Fig. 2**

**Fig. 3**



**Fig. 4**

