



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 717 540 B1

(51) Int. Cl.: B23Q 3/12 (2006.01)
B23B 31/40 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteinerischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00277/21

(22) Anmeldedatum: 15.03.2021

(24) Patent erteilt: 30.12.2021

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.12.2021

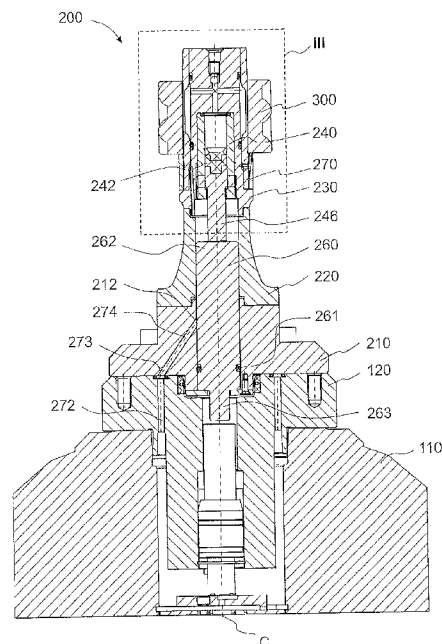
(73) Inhaber:
Reishauer AG, Industriestrasse 36
8304 Wallisellen (CH)

(72) Erfinder:
Benjamin Gehring, 8192 Glattfelden (CH)
Saip Semsedini, 5212 Hausen (CH)
Dominik Michael Stäubli, 8050 Zürich (CH)
Roman Zimmermann, 5312 Döttingen (CH)

(74) Vertreter:
Isler & Pedrazzini AG, Postfach 1772
8027 Zürich (CH)

(54) **Modulare Spannvorrichtung für rotationssymmetrische Körper.**

(57) Eine modulare Spannvorrichtung (200) zum Aufspannen eines rotationssymmetrischen Körpers (300) auf einem Spindelkopf (110) einer Motorspindel weist ein Spannelement (230) auf, um eine Spannverbindung mit dem rotationssymmetrischen Körper (300) herzustellen. Ein Zwischenstück (210) wird in axialer Richtung zwischen dem Spindelkopf (110) und dem Spannelement (230) angeordnet. Durch das Zwischenstück hindurch wird eine Betätigungskraft für das Spannelement und/oder ein Messfluid für eine pneumatische Auflagekontrollvorrichtung übertragen. Dazu umfasst die Spannvorrichtung ein Betätigungselement (260), um einen hydraulischen Spannkolben (242) des Spannelements zu betätigen, wobei das Betätigungselement in einer zentralen Bohrung des Zwischenstücks angeordnet ist. Alternativ weist die Spannvorrichtung eine pneumatische Auflagekontrollvorrichtung auf, die mindestens eine im Auflageelement (270) angeordnete Messdüse umfasst, und das Zwischenstück umfasst eine dezentral verlaufende Durchleitungsbohrung (274) zur Durchleitung eines Messfluids für die Messdüse (271). Zur einfachen und rationellen Herstellung der modularen Spannvorrichtung können Sortimente mit standardisierten Basiseinheiten und Zwischenstücken bereitgestellt werden.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine modulare Spannvorrichtung zum Aufspannen eines rotationssymmetrischen Körpers („Rotationsteils“) auf einem Spindelkopf einer Motorspindel.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bei der spanenden Bearbeitung von rotationssymmetrischen Werkstücken, insbesondere Zahnrädern, wird das zu bearbeitende Werkstück in der Regel drehbar auf einer Motorspindel angeordnet. Zum schnellen und präzisen Aufspannen auf der Motorspindel dient eine Spannvorrichtung (oft auch als „Spannmittel“ bezeichnet), die starr mit dem drehbaren Spindelkopf der Motorspindel verbunden wird.

[0003] Ein Zahnrad weist meist eine zentrale Bohrung entlang seiner Längsachse auf, und die Spannvorrichtung stellt einen Kraftschluss mit der inneren Begrenzungswand der zentralen Bohrung her. Hierfür sind zwei verschiedene Arten von Spannvorrichtungen mit unterschiedlichen Funktionsprinzipien bekannt: zum einen hydraulische Dehnspanndorne, die eine sich unter hydraulischem Druck nach aussen aufweitende Dehnbüchse aufweisen, und zum anderen mechanische Spanndorne, die durch mechanische Kräfte aufgeweitet werden. Auch für Werkstücke ohne zentrale Bohrung sind hydraulische oder mechanische Spannvorrichtungen in verschiedensten Ausführungen bekannt.

[0004] Spannvorrichtungen werden in der Verzahntechnik traditionell werkstückspezifisch ausgelegt. Dabei werden z.B. die Art, Form und Grösse des Werkstücks sowie die Anforderungen des jeweiligen Bearbeitungsverfahrens berücksichtigt. Beispielsweise benötigen Werkstücke mit einem grossen Bohrungsdurchmesser eine andere Spannvorrichtung als Werkstücke mit kleinem Bohrungsdurchmesser, oder Werkstücke mit einer durchgehenden Bohrung konstanten Querschnitts benötigen eine andere Spannvorrichtung als Werkstücke mit einer abgesetzten oder freigedrehten Bohrung, deren Querschnitt sich entlang der Werkstückachse verändert. Die ausgelegte Spannvorrichtung kann daher nur für passende Werkstücke verwendet werden. Eine Mehrfachverwendung für andere Werkstücke ist nicht oder nur in sehr engem Rahmen (z.B. durch die Verwendung von sogenannten Zwischenbüchsen) möglich. Durch die individuellen Spannlösungen sind ein hoher Planungsaufwand und eine hohe Fertigungstiefe erforderlich, was zu einem hohen Fertigungsrisiko, hohen Fertigungskosten und langen Lieferzeiten führt.

[0005] Die Prospekte „REISHAUER Clamping Systems hydraulically expanding“ und „REISHAUER Clamping Systems mechanically expanding“, heruntergeladen von www.reishauer.com am 12.02.2021, offenbaren jeweils eine zweiteilig aufgebaute Spannvorrichtung. Ein Hydro-Dehnspanndorn oder ein mechanisch expandierender Spanndorn ist auf einer Basiseinheit montiert. Die Basiseinheit stellt eine lösbare Verbindung mit dem Spindelkopf her. Die Schnittstelle zwischen der Basiseinheit und dem Spanndorn ist standardisiert. Dadurch kann die Spannvorrichtung flexibel an verschiedene Spindelköpfe angepasst werden. Der eigentliche Spanndorn ist dagegen werkstückspezifisch ausgelegt.

[0006] Der Artikel „Let's get clamping“ in der Broschüre „LIEBHERR Gear Technology and Automation Systems 2020/2021“, Seiten 14-15, heruntergeladen von www.liebherr.com am 12.02.2021, offenbart eine segmentierte Spannvorrichtung mit einem mechanischen Spannelement.

[0007] Spannvorrichtungen können unter Umständen eine erhebliche Länge aufweisen. Bei hydraulischen Spannvorrichtungen bedingt dies häufig sehr lange Hydraulikbohrungen für das Hydraulikfluid.

[0008] Es ist bekannt, an Spannvorrichtungen eine pneumatische Auflagekontrollvorrichtung vorzusehen. Dazu ist in einer Auflagefläche für das Werkstück eine Messdüse angeordnet, die mit Druckluft beaufschlagt wird. Wenn das Werkstück korrekt auf der Auflagefläche aufliegt, überdeckt dieses die Messdüse. Indem der Durchfluss oder Druck der Druckluft überwacht wird, kann die korrekte Auflage des Werkstücks überprüft werden. Auch für die pneumatische Auflagekontrolle werden in der Spannvorrichtung Bohrungen benötigt, die sehr lang werden können. Lange Bohrungen sind aber fertigungstechnisch nachteilig.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0009] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Spannvorrichtung anzugeben, die eine einfache Anpassung an unterschiedliche aufzuspannende Rotationsteile ermöglicht, die eine Standardisierung erleichtert und die es durch ihre Bauart ermöglicht, lange Bohrungen zu vermeiden.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine modulare Spannvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 gelöst. Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0011] Gemäss einem ersten Aspekt der Erfindung wird eine modulare Spannvorrichtung zum Aufspannen eines rotationssymmetrischen Körpers auf einem Spindelkopf einer Motorspindel, um den rotationssymmetrischen Körper zu einer Drehung um eine Längsachse der Spannvorrichtung anzutreiben, angegeben. Die Spannvorrichtung weist auf:

ein hydraulisches Spannelement, das dazu ausgebildet ist, eine Spannverbindung mit dem rotationssymmetrischen Körper unter Einwirkung eines hydraulischen Drucks herzustellen, wobei das hydraulische Spannelement einen

Spannzylinder und einen darin verschiebbar angeordneten Spannkolben zur Veränderung des hydraulischen Drucks aufweist;

ein erstes Zwischenstück, das dazu ausgebildet ist, bezüglich der Längsachse in axialer Richtung starr zwischen dem Spindelkopf und dem Spannelement angeordnet zu werden, wobei das erste Zwischenstück eine durchgehende zentrale Bohrung entlang der Längsachse aufweist; und

ein Betätigungselement für den Spannkolben, das in der zentralen Bohrung des ersten Zwischenstücks angeordnet ist und in dieser Bohrung axial entlang der Längsachse bewegbar ist.

[0012] Gemäss diesem Aspekt der Erfindung ist das Spannelement also ein Hydro-Dehnspannelement mit integriertem Spannzylinder und Spannkolben. Die Betätigung des Spannkolbens erfolgt mit einem Betätigungselement, das auf Druck oder Zug wirken kann. Dieses Betätigungselement, das z.B. stangenförmig sein kann, ist durch ein erstes Zwischenstück geführt, das axial zwischen dem Spindelkopf und dem Spannelement angeordnet ist. Dadurch können die Hydraulikbohrungen sehr kurz gehalten werden.

[0013] Gleichzeitig wird ein modularer Aufbau erreicht, der eine sehr einfache Anpassung an unterschiedliche Rotations- teile ermöglicht. Insbesondere kann das erste Zwischenstück so ausgestaltet werden, dass es eine Anpassung an unterschiedliche Spindelköpfe oder unterschiedliche Basiseinheiten ermöglicht, während es eine standardisierte Schnittstelle zum Spannelement oder einem weiteren Zwischenstück bereitstellt. Insbesondere kann das erste Zwischenstück eine standardisierte Schnittstelle in einer von mehreren vorgegebenen, ebenfalls standardisierten Grössen bereitstellen, um das eigentliche Spannelement direkt oder über weitere Zwischenstücke mit dem ersten Zwischenstück zu verbinden. Somit braucht nur noch das eigentliche Spannelement werkstückspezifisch ausgestaltet zu werden, während für die Zwischenstücke auf Sortimente standardisierter Bauteile zurückgegriffen werden kann.

[0014] Gemäss einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Spannvorrichtung auf:

ein Spannelement, das dazu ausgebildet ist, eine Spannverbindung mit dem rotationssymmetrischen Körper herzustellen;

ein erstes Zwischenstück, das dazu ausgebildet ist, bezüglich der Längsachse in axialer Richtung starr zwischen dem Spindelkopf und dem Spannelement angeordnet zu werden;

ein Auflageelement zur axialen Auflage des rotationssymmetrischen Körpers, wenn der rotationssymmetrische Körper auf der Spannvorrichtung aufgespannt ist; und

eine pneumatische Auflagekontrollvorrichtung, die mindestens eine im Auflageelement angeordnete Messdüse umfasst,

wobei das erste Zwischenstück eine dezentral verlaufende Durchleitungsbohrung zur Durchleitung eines Messfluids, insbesondere von Druckluft, für die Messdüse aufweist.

[0015] Gemäss diesem Aspekt der Erfindung wird wiederum ein erstes Zwischenstück vorgesehen, das sich axial zwischen dem Spindelkopf und dem Spannelement befindet. Durch das Zwischenstück ist eine Durchleitungsbohrung für ein Messfluid, insbesondere Druckluft, geführt. Die Zufuhr des Messfluids zur Messdüse erfolgt also durch mehrere, separat gefertigte und axial hintereinander angeordnete Bauteile hindurch, darunter auch durch das Zwischenstück. In jedem dieser Bauteile können die erforderlichen Bohrungen kürzer gehalten werden, als wenn die Spannvorrichtung einen einzigen, einstückigen Grundkörper aufweisen würde. Wiederum wird zudem ein modularer Aufbau erreicht, der eine sehr einfache Anpassung an unterschiedliche Rotationsteile und eine sehr vorteilhafte Standardisierung ermöglicht.

[0016] In vorteilhaften Ausführungsformen weist das erste Zwischenstück eine durchgehende zentrale Bohrung entlang der Längsachse auf, und die Durchleitungsbohrung mündet in diese zentrale Bohrung hinein, so dass das Messfluid durch die zentrale Bohrung des ersten Zwischenstücks hindurch zur Messdüse geführt werden kann. Eine Verbindungsleitung für das Messfluid, die z.B. aus mehreren Bohrungsabschnitten gebildet sein kann, kann dann dazu dienen, Messfluid, das in die zentrale Bohrung des ersten Zwischenstücks geleitet wurde, von dieser zentralen Bohrung weiter zur Messdüse zu leiten. Auf diese Weise kann die dezentrale Durchführungsbohrung im ersten Zwischenstück besonders kurz gestaltet werden. Eine zentrale Bohrung kann im ersten Zwischenstück zudem oft wesentlich einfacher und sicherer gefertigt werden als eine dezentrale Bohrung.

[0017] Die Spannvorrichtung kann wiederum ein Betätigungselement zum Betätigen des Spannelements aufweisen, wobei das Betätigungselement in der zentralen Bohrung des ersten Zwischenstücks angeordnet ist und in dieser Bohrung axial bewegbar ist. Das Betätigungselement kann dabei in der Bohrung derart mit radialem Spiel angeordnet sein, dass zwischen dem Betätigungselement und einem die Bohrung begrenzenden Wandbereich des ersten Zwischenstücks ein Ringraum zur Durchleitung des Messfluids verbleibt. Um das Totvolumen für das Messfluid zu reduzieren, wird dieser Ringraum möglichst klein gehalten. Bevorzugt weist der Ringraum in radialer Richtung eine Ausdehnung auf, die nirgends grösser als 1 mm ist, besonders bevorzugt nirgends grösser als 0.5 mm. Um ein Entweichen des Messfluids in proximaler

Richtung zu verhindern, kann zwischen dem Betätigungselement und dem ersten Zwischenstück in einem proximal von der Mündungsstelle gelegenen Bereich eine umlaufende Dichtung ausgebildet sein.

[0018] Das Spannelement gemäss dem zweiten Aspekt der Erfindung kann hydraulisch oder mechanisch wirken. Vorzugsweise handelt es sich wiederum um ein hydraulisches Spannelement (Hydro-Dehnspannelement), das dazu ausgebildet ist, die Spannverbindung unter Einwirkung eines hydraulischen Drucks herzustellen. Dazu kann das hydraulische Spannelement wiederum einen Spannzylinder und einen darin verschiebbar angeordneten Spannkolben zur Veränderung des hydraulischen Drucks aufweisen, wobei der Spannkolben durch das Betätigungselement betätigbar ist.

[0019] Sowohl beim ersten als auch beim zweiten Aspekt der Erfindung kann die Spannvorrichtung eine Kolbenstange aufweisen, die mit dem Spannkolben zusammenwirkt, um den Spannkolben entlang der Längsachse zu verschieben, wobei die Kolbenstange in einer proximalen Richtung aus dem Spannelement herausragt. Das Betätigungselement ist dann vorzugsweise separat von der Kolbenstange ausgebildet und weist ein distales Ende auf, das mit der Kolbenstange zusammenwirkt, um die Kolbenstange entlang der Längsachse zu verschieben, sowie ein proximales Ende, das in der proximalen Richtung aus dem ersten Zwischenstück herausragt, um eine Betätigung des Betätigungselements zu ermöglichen. Dadurch kann die Betätigung der erfindungsgemässen Spannvorrichtung letztlich genauso erfolgen, wie wenn es sich um eine Spannvorrichtung aus dem Stand der Technik handeln würde, ohne auf die Vorteile der Erfindung zu verzichten.

[0020] Bei beiden Aspekten der Erfindung kann das Spannelement dazu ausgebildet sein, eine Spannverbindung am Innenumfang einer Bohrung des rotationssymmetrischen Körpers herzustellen. Wenn es sich um ein hydraulisches Spannelement handelt, kann es dazu eine Spannbüchse aufweisen, die dazu ausgebildet ist, sich unter Einwirkung des hydraulischen Drucks radial aufzuweiten. Man spricht dann auch von einem Hydro-Dehnspanndorn. Dabei ermöglicht es die Erfindung, dass die Spannbüchse den Spannzylinder zumindest teilweise radial umgibt. Dies ergibt eine besonders kurze Bauweise des Spannelements, mit entsprechend kurzen Hydraulikbohrungen. Wenn das Spannelement dazu ausgebildet ist, die Spannverbindung am Innenumfang einer Bohrung des rotationssymmetrischen Körpers herzustellen, ist das Auflageelement vorzugsweise ringförmig und weist einen grösseren Durchmesser als die Spannbüchse auf. Das Spannelement kann aber auch dazu ausgebildet sein, die Spannverbindung auf andere Weise als am Innenumfang einer Bohrung herzustellen, insbesondere an einem Aussenumfang des rotationssymmetrischen Körpers. Wenn das Spannelement hydraulisch wirkt, spricht man dann von einem Hydro-Dehnspannfutter. Entsprechend kann das Auflageelement eine andere Form als die eines Rings aufweisen.

[0021] Die Spannvorrichtung kann ausserdem ein zweites Zwischenstück aufweisen, wobei das zweite Zwischenstück in axialer Richtung zwischen dem ersten Zwischenstück und dem Spannelement angeordnet ist. Das erste und das zweite Zwischenstück können dann unterschiedliche Funktionen wahrnehmen. Beispielsweise kann das erste Zwischenstück an seinem proximalen Ende eine standardisierte Schnittstelle zur Basiseinheit bereitstellen, während es an seinem distalen Ende unterschiedliche Durchmesser aufweisen kann. Das zweite Zwischenstück kann wiederum unterschiedliche Längen aufweisen, um eine Anpassung der Länge der Spannvorrichtung an die konkreten Bedürfnisse zu ermöglichen.

[0022] Auch das zweite Zwischenstück weist vorzugsweise eine durchgehende zentrale Bohrung entlang der Längsachse auf, wobei sich diese Bohrung in axialer Richtung an die durchgehende zentrale Bohrung des ersten Zwischenstücks anschliesst. Wenn ein Messfluid durch die zentrale Bohrung des ersten Zwischenstücks geführt wird, so ist es von Vorteil, wenn das Messfluid anschliessend auch weiter durch die zentrale Bohrung des zweiten Zwischenstücks geführt wird. Das Betätigungselement kann sich ebenfalls in die zentrale Bohrung des zweiten Zwischenstücks hinein erstrecken.

[0023] Selbstverständlich ist die Zahl der Zwischenstücke nicht begrenzt, und es ist denkbar, mehr als zwei Zwischenstücke vorzusehen. Für die weiteren Zwischenstücke gelten dann ähnliche Überlegungen wie für das zweite Zwischenstück.

[0024] Die Spannvorrichtung kann ausserdem eine Basiseinheit aufweisen, die in axialer Richtung zwischen dem Spindelkopf und dem ersten Zwischenstück angeordnet ist. Insbesondere kann die Basiseinheit so ausgestaltet werden, dass sie eine Anpassung an unterschiedliche Spindelköpfe ermöglicht, während sie eine standardisierte Schnittstelle zum ersten Zwischenstück bereitstellt.

[0025] In einem dritten Aspekt stellt die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Spannvorrichtung der vorstehend genannten Art zur Verfügung. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

Bereitstellen eines ersten Zwischenstücksortiments mit einer Mehrzahl von vorgefertigten, standardisierten ersten Standard-Zwischenstücken, wobei jedes der ersten Standard-Zwischenstücke ein proximales Ende und ein distales Ende aufweist, wobei jedes der ersten Standard-Zwischenstücke an seinem proximalen Ende eine Schnittstelle zum Spindelkopf oder zu einer Basiseinheit bereitstellt, und wobei jedes der ersten Standard-Zwischenstücke an seinem distalen Ende eine Schnittstelle für ein zweites Zwischenstück oder für ein Spannelement bereitstellt, wobei sich die letztgenannten Schnittstellen innerhalb des ersten Zwischenstücksortiments unterscheiden, insbesondere hinsichtlich ihrer radialen Dimensionen und/oder ihres Lochbildes;

Auswählen eines ersten Zwischenstücks aus dem ersten Zwischenstücksortiment;

Anfertigen eines Spannelements, das dazu ausgebildet ist, eine Spannverbindung mit dem rotationssymmetrischen Körpers herzustellen; und

Anordnen des ausgewählten ersten Zwischenstücks in axialer Richtung zwischen dem Spindelkopf und dem Spannelement.

[0026] Dabei wird insbesondere einerseits eine starre Verbindung zwischen dem Spindelkopf und dem ausgewählten ersten Zwischenstück, ggfs. über eine dazwischen angeordnete Basiseinheit, hergestellt. Andererseits wird eine starre Verbindung zwischen dem ausgewählten ersten Zwischenstück und dem Spannelement, ggfs. über eines oder mehrere weitere Zwischenstücke, hergestellt.

[0027] Das Verfahren kann ausserdem aufweisen:

Bereitstellen eines zweiten Zwischenstücksortiments mit einer Mehrzahl von vorgefertigten, standardisierten zweiten Standard-Zwischenstücken, wobei jedes der zweiten Standard-Zwischenstücke ein proximales Ende und ein distales Ende aufweist, wobei jedes der zweiten Standard-Zwischenstücke an seinem proximalen Ende eine Schnittstelle zu einem ersten Standard-Zwischenstück des ersten Zwischenstücksortiments bereitstellt, und wobei jedes der zweiten Standard-Zwischenstücke eine Schnittstelle für das Spannelement oder ein weiteres Zwischenstück bereitstellt, wobei sich die Standard-Zwischenstücke innerhalb des zweiten Zwischenstücksortiments beispielsweise hinsichtlich ihrer Länge entlang der Längsachse unterscheiden;

Auswählen eines zweiten Zwischenstücks aus dem zweiten Zwischenstücksortiment; und

Anordnen des zweiten Zwischenstücks in axialer Richtung zwischen dem ausgewählten ersten Zwischenstück und dem Spannelement.

[0028] Das Verfahren kann des Weiteren umfassen:

Bereitstellen eines Basiseinheitensortiments mit einer Mehrzahl von vorgefertigten, standardisierten Standard-Basiseinheiten, wobei jede der Standard-Basiseinheiten ein proximales Ende und ein distales Ende aufweist, wobei jede der Standard-Basiseinheiten an ihrem proximalen Ende eine Schnittstelle zu einem Spindelkopf bereitstellt, wobei jede der Standard-Basiseinheiten an ihrem distalen Ende eine Schnittstelle zu einem ersten Standard-Zwischenstück aus dem ersten Zwischenstücksortiment bereitstellt;

Auswählen einer Basiseinheit aus dem Basiseinheitensortiment; und

Anordnen der ausgewählten Basiseinheit in axialer Richtung zwischen dem Spindelkopf und dem ausgewählten ersten Zwischenstück.

[0029] Es wird also nur das Spannelement spezifisch für den aufzuspannenden Körper angefertigt. Die Basiseinheit und die Zwischenstücke werden dagegen gemäss einem Baukastensystem aus spezifisch aufeinander abgestimmten Sortimenten mit standardisierten Bauteilen entnommen. Dadurch wird die Herstellung stark vereinfacht. Gleichzeitig wird die Prozesssicherheit verbessert, und der Zeitbedarf für die Herstellung wird verringert.

[0030] Als starre Verbindung wird in diesem Dokument eine Verbindung bezeichnet, bei welcher eine Relativbewegung der Verbindungspartner in allen Freiheitsgraden gesperrt ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0031] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben, die lediglich zur Erläuterung dienen und nicht einschränkend auszulegen sind. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Spannvorrichtung gemäss einer Ausführungsform der Erfindung, mit einem darauf aufgespannten Werkstück;
- Fig. 2 einen zentralen Längsschnitt durch die Spannvorrichtung der Fig. 2;
- Fig. 3 eine vergrösserte Darstellung des Ausschnitts III der Fig. 3;
- Fig. 4 ein schematisches Flussdiagramm für ein Verfahren zur Herstellung einer Spannvorrichtung gemäss einer Ausführungsform der Erfindung; und
- Fig. 5 einen schematischen zentralen Längsschnitt durch eine Spannvorrichtung des Standes der Technik.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Aufbau einer Spannvorrichtung gemäss einem Ausführungsbeispiel

[0032] In den Figuren 1 bis 3 ist eine Spannvorrichtung 200 gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung illustriert.

[0033] Die Spannvorrichtung 200 ist dazu vorgesehen, auf einer Motorspindel für eine Drehung um eine Längsachse C angetrieben zu werden. Die Motorspindel weist einen Spindelkopf 110 auf, auf dem eine optionale Basiseinheit 120 angebracht ist. Die Basiseinheit 120 ist zerstörungsfrei lösbar starr am Spindelkopf 110 fixiert, z.B. mit einem nicht dargestellten Schnellspannsystem oder mit nicht dargestellten Schrauben. Auf der Basiseinheit 120 ist die eigentliche Spannvorrichtung 200 montiert. Die Spannvorrichtung 200 weist in axialer Richtung zwischen ihrem spindelseitigen proximalen Ende und ihrem werkstückseitigen distalen Ende nacheinander die folgenden Komponenten auf: Ein erstes Zwischenstück 210 ist auf der Basiseinheit 120 montiert. Das erste Zwischenstück 210 ist zerstörungsfrei entfernbar mit Schrauben 211 starr an der Basiseinheit 120 fixiert, kann aber z.B. auch mit einem Schnellspannsystem fixiert sein. Ein zweites Zwischenstück 220 ist starr am ersten Zwischenstück 210 angebracht. Das zweite Zwischenstück 220 ist permanent mit dem ersten Zwischenstück 210 verbunden, z.B. durch eine Schweissverbindung. Auch diese Verbindung kann aber alternativ auch zerstörungsfrei lösbar ausgebildet sein, z.B. als Schraubverbindung. Auf dem zweiten Zwischenstück 220 ist ein Hydro-Dehnspanndorn 230 angebracht. Der Hydro-Dehnspanndorn 230 ist wiederum permanent mit dem zweiten Zwischenstück 220 starr verbunden, z.B. durch eine Schweissverbindung, kann aber auch zerstörungsfrei lösbar mit dem zweiten Zwischenstück verbunden sein. Auf dem Hydro-Dehnspanndorn 230 ist ein Werkstück 300 mit einer zentralen Bohrung aufgespannt. Eine ringförmige Auflagehülse 270 umgibt einen Bereich des Hydro-Dehnspanndorns 230 radial und bildet eine ringförmige, ebene axiale Auflagefläche für das Werkstück 300.

[0034] Die Formgebung und die Dimensionen des proximalen Endes der Basiseinheit 120 sind weitgehend durch die Formgebung und die Dimensionen des Spindelkopfs 110 vorgegeben und sind unabhängig von der Formgebung und den Dimensionen des aufzuspannenden Werkstücks. An ihrem distalen Ende stellt die Basiseinheit 120 eine standardisierte Schnittstelle für das erste Zwischenstück 210 zur Verfügung.

[0035] Das erste Zwischenstück 210 dient in erster Linie dazu, eine Anpassung zwischen den radialen Dimensionen der Basiseinheit 120 und den radialen Dimensionen der nachfolgenden Komponenten 220, 230 herzustellen. Im vorliegenden Beispiel ist der Aussendurchmesser des ersten Zwischenstücks 210 am distalen Ende wesentlich kleiner als am proximalen, spindelseitigen Ende und dadurch auf einen vorgegebenen Grössenbereich von Werkstücken angepasst. Das erste Zwischenstück 210 übernimmt zudem eine wichtige Rolle bei der Druckluftführung für eine pneumatische Auflagekontrollvorrichtung, wie nachfolgend noch näher erläutert wird. Es weist dazu verschiedene Bohrungen auf, die am proximalen Ende ein Lochbild definieren.

[0036] Das zweite Zwischenstück 220 dient in erster Linie dazu, die axiale Länge der Spannvorrichtung 200 an die Vorgaben anzupassen. Beispielsweise ist die Lage der Werkstückmitte relativ zum Ende des Spindelkopfs in der Regel durch die Maschinenkonstruktion vorgegeben. Für ein axial langgestrecktes Werkstück wird das zweite Zwischenstück daher in der Regel kürzer sein als für ein axial sehr kurzes Werkstück.

[0037] Der Hydro-Dehnspanndorn 230 dient dazu, das Werkstück 300 an der Spannvorrichtung zu fixieren. Der Aufbau des Hydro-Dehnspanndorns 230 geht aus der Fig. 3 hervor. Er umfasst einen zapfenförmigen Grundkörper 231, der von einer Dehnbüchse 232 umgeben ist. Die Dehnbüchse 232 weist aussenumfänglich mindestens einen Wandbereich mit reduzierter Wandstärke auf. Zwischen diesem Wandbereich und dem Grundkörper 231 ist eine Dehnkammer 233 ausgebildet, die mit einem Hydraulikmedium beaufschlagt werden kann. Unter dem Druck des Hydraulikmediums weitet sich der Wandbereich elastisch nach aussen auf und erzeugt so eine radial nach aussen gerichtete Spannkraft auf die Innenwand der zentralen Bohrung des Werkstücks 300. Die Dehnbüchse 232 wird also durch Beaufschlagung mit hydraulischem Druck in Radialrichtung verformt. Die Dehnbüchse steht dabei in Wechselwirkung mit einer Spannfläche des Werkstücks 300, in deren Richtung das Spannelement verformbar ist.

Druckerzeugung

[0038] Im Inneren der Spannvorrichtung 200 befinden sich verschiedene Komponenten, um einen hydraulischen Druck in der Dehnkammer 233 zu erzeugen. Insbesondere ist in den Grundkörper 231 des Hydro-Dehnspanndorns 230 zentral ein hohler Spannzylinder 240 eingepasst. Der Spannzylinder 240 ist im vorliegenden Beispiel teilweise radial von der Dehnbüchse 232 umgeben. Der Spannzylinder 240 kann aber auch axial versetzt zur Dehnbüchse angeordnet sein; das ist insbesondere bei kleinen Spanndurchmessern von Vorteil. Dazu kann der Hydro-Dehnspanndorn 230 zweiteilig aufgebaut sein, mit zwei axial hintereinander angeordneten Teilen, wobei der Spannzylinder 240 in einem dieser Teile angeordnet ist und die Dehnbüchse 232 am anderen Teil angeordnet ist. Ein Spannkolben 242 mit Dichtungselement 243 ist axial verschiebbar im Spannzylinder 240 geführt und begrenzt gemeinsam mit dem Spannzylinder 240 ein Hydraulikreservoir 241 für das inkompressible Hydraulikmedium, typischerweise ein Hydrauliköl. Vom Hydraulikreservoir 241 führen Hydraulikbohrungen 244 zur Führung des Hydraulikmediums zu der Dehnkammer 233. Durch ein Befüllventil 245 können das Hydraulikreservoir 241, die Hydraulikbohrungen 244 und die Dehnkammer 233 mit dem Hydraulikmedium befüllt werden.

[0039] Die Basiseinheit 120, das erste Zwischenstück 210 und das zweite Zwischenstück 220 weisen jeweils eine durchgehende zentrale axiale Bohrung auf. Die zentrale Bohrung endet am Hydraulikzylinder 240 im Hydro-Dehnspanndorn 230.

[0040] Der Spannkolben 242 wird durch eine auf Druck wirkende Kolbenstange 246 betätigt. Die Kolbenstange 246 ragt in proximaler Richtung aus dem Spannelement 230 heraus. Ein Betätigungselement in Form einer Betätigungsstange 260 dient dazu, mit seinem distalen Ende 262 einen axialen mechanischen Druck auf die Kolbenstange 246 und somit auf den Spannkolben 242 auszuüben, um den Druck im Spannzylinder 240 zu verändern. Die Betätigungsstange 260 ist durch die zentralen Bohrungen des ersten und zweiten Zwischenstücks 210, 220 hindurchgeführt. Das proximale Ende 263 der Druckstange 260 steht in proximaler Richtung axial aus dem ersten Zwischenstück 210 vor und ragt in die zentrale Bohrung der Basiseinheit 120 hinein. An diesem vorstehenden Ende kann die Betätigungsstange 260 in die distale Richtung gepresst werden, um den Druck im Hydraulikreservoir 251 zu verändern. Dies kann beispielsweise durch einen zeichnerisch nicht dargestellten hydraulischen Aktor erfolgen, der in der Basiseinheit 120 angeordnet ist.

[0041] Zwischen ihrem proximalen Ende 263 und ihrem distalen Ende 262 weist die Betätigungsstange 260 einen aufgeweiteten, zylindrischen Bereich auf. Der Aussendurchmesser des aufgeweiteten Bereichs ist so gewählt, dass die Betätigungsstange 260 mit radialem Spiel in den zentralen Bohrungen des ersten und zweiten Zwischenstücks 210, 220 verschiebbar ist.

Pneumatische Auflagekontrolle

[0042] Eine pneumatische Auflagekontrollvorrichtung dient dazu, zu überprüfen, ob das Werkstück 300 korrekt auf den Hydro-Dehnspanndorn 230 aufgeschoben wurde. Das Werkstück 300 liegt auf einer Werkstück-Auflagefläche der Auflagehülse 270 axial auf. Die Auflagekontrollvorrichtung umfasst eine oder mehrere Messdüsen 271 (siehe Fig. 3), die in der Werkstück-Auflagefläche der Auflagehülse 270 angeordnet sind. Die Messdüsen werden wie folgt mit Druckluft versorgt: Im Inneren der Basiseinheit 120 sind parallel zur Längsachse C verlaufende Versorgungsbohrungen 272 für die Druckluftversorgung vorgesehen, die vom Spindelkopf 110 her mit Druckluft beaufschlagt werden können. Die Versorgungsbohrungen 272 enden in einem Ringraum 273 am distalen Ende der Basiseinheit 120. Der Ringraum 273 ist durch eine dezentral und schräg verlaufende Durchleitungsbohrung 274 mit der zentralen Bohrung des ersten Zwischenstücks 210 verbunden, wobei die Durchleitungsbohrung 274 an einer Mündungsstelle 212 in die zentrale Bohrung mündet. Zwischen dem der Betätigungsstange 260 und der Innenwand der zentralen Bohrungen im ersten und zweiten Zwischenstück 210, 220 besteht genügend radiales Spiel, um die Druckluft ohne übermäßigen Druckverlust weiter durch den entsprechenden Zwischenraum zu leiten. Die Druckluft gelangt so in den Bohrungsbereich unmittelbar proximal vom Spannzylinder 240. Von hier verlaufen schräge Verbindungsbohrungen 275 durch den Grundkörper 231 des Hydro-Dehnspanndorns 230 zu einem Ringraum 276 auf der radialen Aussenseite des Grundkörpers 231 (siehe Fig. 3). Radiale Durchstiche 277 durch die Wand der Dehnbüchse 242 und daran anschliessende, schräg verlaufende Düsenzufuhrbohrungen 278 in der Auflagehülse 270 leiten die Druckluft schliesslich zu den Messdüsen 271.

[0043] Die zentralen Bohrungen des ersten und zweiten Zwischenstücks 210, 220 sind in der proximalen Richtung gegenüber der Betätigungsstange 260 durch einen Dichtring 261 abgedichtet, der sich proximal von der Mündungsstelle 212 befindet. Die beiden Zwischenstücke 210, 220 und der Grundkörper 231 des Hydro-Dehnspanndorns 230 sind ebenfalls gegeneinander abgedichtet. In der distalen Richtung sind die zentralen Bohrungen durch den luftdicht in den Grundkörper 231 des Hydro-Dehnspanndorns 230 eingepassten Spannzylinder 240 abgedichtet. Dadurch kann keine Luft unerwünscht aus den zentralen Bohrungen entweichen.

[0044] Um die korrekte Auflage des Werkstücks 300 auf der Auflagehülse 270 zu prüfen, wird Druckluft in die Versorgungsbohrungen 272 gepresst, und es wird die Durchflussrate oder der Staudruck der Druckluft gemessen. Durchflussrate und Staudruck hängen vom Abstand des Werkstücks 300 von der Werkstück-Auflagefläche ab. Wenn das Werkstück 300 vollständig auf dieser Auflagefläche aufliegt, verschliesst es die Messdüsen 271, wodurch sich Durchflussrate und Staudruck verändern. Auf diese Weise kann in an sich bekannter Weise auf die korrekte Auflage des Werkstücks geschlossen werden.

Herstellung einer Spannvorrichtung gemäss einer Ausführungsform der Erfindung

[0045] Anhand der Fig. 4 wird nun ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung einer Spannvorrichtung gemäss einer Ausführungsform der Erfindung erläutert.

[0046] Der Hersteller stellt verschiedene Sortimente von standardisierten, vorgefertigten Bauteilen bereit. Insbesondere stellt der Hersteller ein Sortiment 21 von Standard-Basiseinheiten, ein Sortiment 22 von ersten Standard-Zwischenstücken und ein Sortiment 23 von zweiten Standard-Zwischenstücken bereit.

[0047] Jede Standard-Basiseinheit im Sortiment 21 weist an ihrem proximalen Ende eine von mehreren unterschiedlichen Schnittstellen zu verschiedenen Spindelköpfen und an ihrem distalen Ende eine von mehreren standardisierten Schnittstellen zum ersten Zwischenstück auf. Entsprechend weisen jedes der ersten Standard-Zwischenstücke im Sortiment 22 an seinem proximalen Ende eine standardisierte Schnittstelle zur Basiseinheit und an ihrem distalen Ende eine standardisierte Schnittstellen zu einem zweiten Zwischenstück oder zu einem Spannelement auf. Jedes der zweiten Standard-Zwischenstücke im Sortiment 23 ist an seinem proximalen Ende an die standardisierten Schnittstellen der ersten

Standard-Zwischenstücke angepasst. An ihrem distalen Ende stellt es eine standardisierte Schnittstelle zu einem Spannelement bereit. Die standardisierten Schnittstellen können sich z.B. hinsichtlich ihrer Dimensionen und ihres Lochbilds unterscheiden.

[0048] Bei der Konstruktion der Spannvorrichtung (Schritt 11) berücksichtigt der Konstrukteur die zur Verfügung stehenden Standard-Basiseinheiten und Standard-Zwischenstücke in den Sortimenten 21, 22 und 23 und konstruiert ein werkstückspezifisches Spannelement. Zur Herstellung werden dann eine passende Basiseinheit aus dem Sortiment 21, ein passendes erstes Zwischenstück aus dem Sortiment 22 und ein passendes zweites Zwischenstück aus dem Sortiment 23 ausgewählt, und es wird das werkstückspezifische Spannelement gefertigt (Schritt 12). Diese Bauteile werden dann montiert (Schritt 13) und hartbearbeitet (Schritt 14).

[0049] Die Basiseinheit kann auch entfallen. In diesem Fall wird das erste Zwischenstück direkt auf den Spindelkopf montiert. Statt zwei Zwischenstücken kann auch nur ein einziges Zwischenstück zum Einsatz kommen, oder es können mehr als zwei Zwischenstücke vorgesehen sein.

Spannvorrichtung nach dem Stand der Technik

[0050] Fig. 5 zeigt beispielhaft eine Spannvorrichtung 200' nach dem Stand der Technik. Diese Spannvorrichtung entspricht in ihrer Funktionsweise weitgehend der Spannvorrichtung 200 des vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiels, unterscheidet sich von dieser aber durch ihren Aufbau. Gleichwirkende Elemente sind mit denselben Bezugszeichen wie in den Figuren 1 bis 3 versehen.

[0051] Anders als im vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiel sind keine Zwischenstücke 210, 220 vorhanden, sondern die Spannvorrichtung 200' bildet direkt einen Hydro-Dehnspanndorn, dessen Grundkörper 231 sich einstückig von der Dehnbüchse 232 bis zum proximalen Ende der Spannvorrichtung 200' erstreckt. Der Spannzylinder 240 mit dem darin verschieblichen Spannkolben 242 befindet sich in diesem Grundkörper 231 nahe zu dessen proximalem Ende, verhältnismässig weit von der Dehnbüchse 232 entfernt. Entsprechend sind die Hydraulikbohrungen 244 sehr viel länger als im vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiel. Die Hydraulikbohrungen 244 sind dadurch schwieriger zu fertigen, benötigen mehr Hydraulikmedium und sind auch schwieriger zu entlüften.

[0052] Anders als im vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiel führen ausserdem die Durchleitungsbohrung 274 und die Verbindungsbohrung 275 der Auflagekontrollvorrichtung nicht zur zentralen Bohrung eines Zwischenstücks, sondern sind direkt dezentral miteinander verbunden. Insbesondere die Durchleitungsbohrung 274 ist dadurch erheblich länger als im vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiel und entsprechend schwieriger zu fertigen, zumal sich die beiden schräg verlaufenden Bohrungen 274, 275 im Inneren des Grundkörpers 241 exakt treffen müssen.

Vorteile der Erfindung

[0053] Aus einem Vergleich des vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiels mit der Spannvorrichtung nach dem Stand der Technik wird Folgendes deutlich:

- a) Durch den modularen Aufbau der Spannvorrichtung mit mehreren axial hintereinander angeordneten, flexibel einsetzbaren, standardisierten Bauteilen wird eine einfache Anpassung an verschiedenartige Werkstücke ermöglicht. Es muss nicht mehr die gesamte Spannvorrichtung werkstückspezifisch gefertigt werden, sondern es genügt, nur den Hydro-Dehnspanndorn 230 werkstückspezifisch auszubilden. Die zwischen dem Spindelkopf 110 und dem Hydro-Dehnspanndorn 230 angeordneten Bauteile, insbesondere die Basiseinheit 120 und die Zwischenstücke 210, 220, können standardisiert gefertigt und bereitgestellt werden. Beispielsweise genügt es, ein kleines Sortiment von Basiseinheiten mit einem einzigen Typ pro Motorspindeltyp bereitzustellen. Auch genügt es, begrenzte Sortimente an ersten und zweiten Zwischenstücken 210, 220 in wenigen standardisierten Grössen bereitzustellen, um die nötigen Anpassungen von Durchmesser und Länge zu erreichen. Das Produktionsrisiko wird dadurch stark gesenkt. Es brauchen nur wenige verschieden dimensionierte Ausführungen der standardisierten Bauelemente vorrätig gehalten zu werden, um eine grosse Bandbreite möglicher Werkstückformen und Werkstückdimensionen abdecken zu können. Die Herstellung von Spannvorrichtungen wird durch dieses modulare System erheblich vereinfacht, und der Zeitbedarf zwischen Bestelleingang und Auslieferung wird massiv verkürzt.
- b) Indem der Spannzylinder 240 gegenüber dem Stand der Technik weit in Richtung des distalen Endes der Spannvorrichtung verschoben wurde, können die Hydraulikbohrungen 244 sehr kurz gehalten werden. Dadurch wird die Fertigung deutlich vereinfacht. Das benötigte Volumen des Hydraulikmediums wird zudem deutlich reduziert, und das Befüllen und Entlüften wird vereinfacht. Durch das verringerte Volumen werden zudem Effekte reduziert, die durch die endliche Kompressibilität des Hydraulikmediums verursacht werden. Ein Hydraulikmedium ist in der Praxis nicht vollständig inkompressibel. Die endliche Kompressibilität des Mediums macht sich insbesondere dadurch bemerkbar, dass ein wesentlich grösserer Hub des Spannkolbens benötigt wird, als dies bei einem inkompressiblen Medium der Fall wäre. Dieser nachteilige Effekt wird durch das verringerte Volumen markant reduziert.

- c) Indem die Druckluft für die pneumatische Auflagekontrolle in mindestens einem Abschnitt durch eine zentrale Bohrung eines oder mehrerer Bauteile der Spannvorrichtung geführt wird, können die benötigten separaten Bohrungen für die Druckluftzufuhr sehr kurz gehalten werden. Dies gilt in besonderem Masse für die fertigungstechnisch heiklen, schräg verlaufenden Bohrungen 274, 275.

Abwandlungen

[0054] Während die Erfindung vorstehend anhand eines Ausführungsbeispiels beispielhaft erläutert wurde, sind viele Abwandlungen möglich, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. So kann statt eines Hydro-Dehnspanndorns auch ein rein mechanisch expandierendes Dehnspannelement zum Einsatz kommen. Insbesondere lässt sich auch mit einem mechanischen Spannelement die vorstehend erläuterte pneumatische Auflagekontrollvorrichtung mit sehr kurzen Bohrungen realisieren. Eine pneumatische Auflagekontrollvorrichtung kann aber auch entfallen.

[0055] Auch andere Spannelemente als radial nach aussen wirkende Spannelemente sind denkbar, beispielsweise radial nach innen als Futter wirkende Spannelemente.

[0056] Die Betätigung des Spannelements braucht nicht notwendig mit einer auf Druck wirkenden Betätigungsstange zu erfolgen. Es ist stattdessen auch denkbar, das Spannelement so auszubilden, dass es auf Zug betätigbar ist. In diesem Fall kann statt einer auf Druck wirkenden Betätigungsstange eine auf Zug wirkende Stange vorgesehen sein, um den Spannkolben zu betätigen.

[0057] Die Spannvorrichtung kann in an sich bekannter Weise als passive Spannvorrichtung ausgebildet sein, so dass sie ihre Spannkraft ohne äussere Kräfteinwirkung erbringt und stattdessen das Entspannen durch eine Kräfteinleitung erfolgt. Im Fall eines hydraulisch wirkenden Spannelements kann dazu der Spannkolben mit einem Federelement vorgespannt sein, um die Spannkraft zu erzeugen, und eine auf Druck oder Zug wirkende Stange dient dazu, der Federvorspannung entgegenzuwirken, um die Spannkraft zu lösen.

[0058] Eine erfindungsgemässe Spannvorrichtung kann nicht nur zum Aufspannen von verzahnten Werkstücken auf einer Werkstückspindel einer Verzahnmaschine eingesetzt werden, sondern z.B. auch zum Aufspannen von beliebigen rotierenden Werkstücken auf einer Werkstückspindel einer andersartigen Werkzeugmaschine oder auf einer Antriebsspindel einer Messmaschine. Auch ist es grundsätzlich denkbar, gemäss dem erfindungsgemässen Konzept ein Werkzeugspannmittel aufzubauen. Insofern ist die Erfindung nicht auf eine bestimmte Art von aufzuspannenden Rotationskörpern beschränkt.

[0059] Eine Vielzahl weiterer Abwandlungen ist möglich, ohne den Bereich der Erfindung, wie sie in den beigefügten Ansprüchen definiert ist, zu verlassen.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0060]

110	Spindelkopf
200, 200'	Spannvorrichtung
120	Basiseinheit
210	erstes Zwischenstück
211	Schraube
212	Mündungsstelle
220	zweites Zwischenstück
230	Hydro-Dehnspanndorn
231	Grundkörper
232	Dehnbüchse
233	Dehnkammer
240	Spannzylinder
241	Hydraulikreservoir
242	Spannkolben
243	Dichtungselement
244	Hydraulikbohrung
245	Befüllventil
246	Kolbenstange
260	Betätigungsstift
261	Dichtring
262	proximales Ende
270	Auflagehülse
271	Messdüse
272	Versorgungsbohrung
273	Ringraum
274	Durchleitungsbohrung
275	Verbindungsbohrung

276	Ringraum
277	Durchstich
278	Düsenzufuhrbohrung
300	Werkstück
11-14	Verfahrensschritte
21-23	Sortimente
C	Längsachse

Patentansprüche

1. Modulare Spannvorrichtung (200) zum Aufspannen eines rotationssymmetrischen Körpers (300) auf einem Spindelkopf (110) einer Motorspindel, um den rotationssymmetrischen Körper (300) zu einer Drehung um eine Längsachse (C) der Spannvorrichtung (200) anzutreiben, aufweisend:
 - ein hydraulisches Spannelement (230), das dazu ausgebildet ist, eine Spannverbindung mit dem rotationssymmetrischen Körper (300) unter Einwirkung eines hydraulischen Drucks herzustellen, wobei das hydraulische Spannelement (230) einen Spannzylinder (240) und einen darin verschiebbar angeordneten Spannkolben (242) zur Veränderung des hydraulischen Drucks aufweist, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Spannvorrichtung (200) zur einfachen Anpassung an den aufzuspannenden rotationssymmetrischen Körper (300) ein erstes Zwischenstück (210) aufweist, das dazu ausgebildet ist, bezüglich der Längsachse (C) in axialer Richtung zwischen dem Spindelkopf (110) und dem Spannelement (230) angeordnet zu werden,
 - dass das erste Zwischenstück (210) eine durchgehende zentrale Bohrung entlang der Längsachse (C) aufweist, und
 - dass die Spannvorrichtung (200) ein Betätigungselement (260) für den Spannkolben (242) aufweist, das in der zentralen Bohrung des ersten Zwischenstücks (210) angeordnet ist und axial entlang der Längsachse (C) in der zentralen Bohrung bewegbar ist.
2. Modulare Spannvorrichtung (200) zum Aufspannen eines rotationssymmetrischen Körpers (300) auf einem Spindelkopf (110) einer Motorspindel, um den rotationssymmetrischen Körper (300) zu einer Drehung um eine Längsachse (C) der Spannvorrichtung (200) anzutreiben, aufweisend:
 - ein Spannelement (230), das dazu ausgebildet ist, eine Spannverbindung mit dem rotationssymmetrischen Körper (300) herzustellen; und
 - ein Auflageelement (270) zur axialen Auflage des rotationssymmetrischen Körpers (300), wenn der rotationssymmetrische Körper (300) auf der Spannvorrichtung (200) aufgespannt ist, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Spannvorrichtung (200) zur einfachen Anpassung an den aufzuspannenden rotationssymmetrischen Körper (300) ein erstes Zwischenstück (210) aufweist, das dazu ausgebildet ist, bezüglich der Längsachse (C) in axialer Richtung zwischen dem Spindelkopf (110) und dem Spannelement (230) angeordnet zu werden,
 - dass die Spannvorrichtung (200) eine pneumatische Auflagekontrollvorrichtung aufweist, die mindestens eine im Auflageelement (270) angeordnete Messdüse (271) umfasst, und
 - dass das erste Zwischenstück (210) eine dezentral verlaufende Durchleitungsbohrung (274) zur Durchleitung eines Messfluids, insbesondere von Druckluft, für die Messdüse (271) aufweist.
3. Modulare Spannvorrichtung (200) nach Anspruch 2,
 - wobei das erste Zwischenstück (210) ausserdem eine durchgehende zentrale Bohrung entlang der Längsachse (C) aufweist, und
 - wobei die Durchleitungsbohrung (274) an einer Mündungsstelle (212) in die zentrale Bohrung des ersten Zwischenstücks (210) hinein mündet, so dass das Messfluid durch die zentrale Bohrung des ersten Zwischenstücks (210) hindurch zur Messdüse (271) führbar ist.
4. Modulare Spannvorrichtung (200) nach Anspruch 3, wobei die Spannvorrichtung (200) mindestens eine Verbindungsleitung (275, 276, 277, 278) für das Messfluid aufweist, die dazu ausgebildet ist, Messfluid, das in die zentrale Bohrung des ersten Zwischenstücks (210) geleitet wurde, zur Messdüse (271) zu leiten.
5. Modulare Spannvorrichtung (200) nach Anspruch 3 oder 4,
 - wobei die Spannvorrichtung (200) ein Betätigungselement (260) zum Betätigen des Spannelements (230) aufweist, wobei sich das Betätigungselement (260) in der zentralen Bohrung des ersten Zwischenstücks (210) angeordnet ist und axial entlang der zentralen Längsachse (C) in der zentralen Bohrung bewegbar ist.
6. Modulare Spannvorrichtung (200) nach Anspruch 5,
 - wobei das Betätigungselement (260) in der Bohrung des ersten Zwischenstücks (210) derart mit radialem Spiel angeordnet ist, dass zwischen dem Betätigungselement (260) und einem die Bohrung begrenzenden Wandbereich des ersten Zwischenstücks (210) ein Ringraum zur Durchleitung des Messfluids verbleibt, wobei der Ringraum in radialer Richtung eine Ausdehnung aufweist, die vorzugsweise nirgends grösser als 1 mm, besonders bevorzugt nirgends grösser als 0.5 mm, ist, um ein Totvolumen für das Messfluid zu reduzieren, und

wobei vorzugsweise zwischen dem Betätigungselement (260) und dem ersten Zwischenstück (210) in einem proximal von der Mündungsstelle (212) gelegenen Bereich eine umlaufende Dichtung (261) ausgebildet ist, um ein Entweichen des Messfluids in proximaler Richtung zu verhindern.

7. Modulare Spannvorrichtung (200) nach Anspruch 5 oder 6, wobei das Spannelement (230) ein hydraulisches Spannelement ist, das dazu ausgebildet ist, die Spannverbindung unter Einwirkung eines hydraulischen Drucks herzustellen, wobei das hydraulische Spannelement einen Spannzylinder (240) und einen darin verschiebbar angeordneten Spannkolben (242) zur Veränderung des hydraulischen Drucks aufweist, und wobei der Spannkolben (242) durch das Betätigungselement (260) betätigbar ist.
8. Modulare Spannvorrichtung (200) nach Anspruch 1 oder 7, aufweisend eine Kolbenstange (246), die mit dem Spannkolben (242) zusammenwirkt, um den Spannkolben (242) entlang der Längsachse (C) zu verschieben, wobei die Kolbenstange (246) in einer proximalen Richtung aus dem Spannelement (230) herausragt, wobei das Betätigungselement (260) ein distales Ende aufweist, das mit der Kolbenstange (246) zusammenwirkt, um die Kolbenstange (246) entlang der Längsachse (C) zu verschieben, und wobei das Betätigungselement (260) ein proximales Ende (263) aufweist, das in der proximalen Richtung aus dem ersten Zwischenstück (220) herausragt, um eine Betätigung des Betätigungselements (260) zu ermöglichen.
9. Modulare Spannvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 1, 7 oder 8, wobei das hydraulische Spannelement (230) eine Spannbüchse (232) aufweist, die dazu ausgebildet ist, sich unter Einwirkung des hydraulischen Drucks radial aufzuweiten, wobei die Spannbüchse (232) den Spannzylinder (240) vorzugsweise zumindest teilweise radial umgibt.
10. Modulare Spannvorrichtung (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spannvorrichtung ausserdem ein zweites Zwischenstück (220) aufweist, wobei das zweite Zwischenstück (220) in axialer Richtung zwischen dem ersten Zwischenstück (210) und dem Spannelement (230) angeordnet ist.
11. Modulare Spannvorrichtung (200) nach Anspruch 10, wobei das zweite Zwischenstück (220) eine durchgehende zentrale Bohrung entlang der Längsachse (C) aufweist, die sich in axialer Richtung an die durchgehende zentrale Bohrung des ersten Zwischenstücks (210) anschliesst.
12. Modulare Spannvorrichtung (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ausserdem aufweisend eine Basiseinheit (120), die dazu ausgebildet ist, in axialer Richtung zwischen dem Spindelkopf (110) und dem ersten Zwischenstück (210) angeordnet zu werden, um die Spannvorrichtung (200) lösbar mit dem Spindelkopf (110) zu verbinden.
13. Verfahren zur Herstellung einer modularen Spannvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, aufweisend die Schritte:
Bereitstellen eines ersten Zwischenstücksortiments (22) mit einer Mehrzahl von vorgefertigten, standardisierten ersten Standard-Zwischenstücken, wobei jedes der ersten Standard-Zwischenstücke ein proximales Ende und ein distales Ende aufweist, wobei jedes der ersten Standard-Zwischenstücke an seinem proximalen Ende eine Schnittstelle zum Spindelkopf (110) oder - im Falle der Spannvorrichtung nach Anspruch 12 - zu der auf dem Spindelkopf (110) angeordneten Basiseinheit (120) bereitstellt, und wobei jedes der ersten Standard-Zwischenstücke an seinem distalen Ende eine Schnittstelle für ein zweites Zwischenstück (220) oder für ein Spannelement (230) bereitstellt, wobei sich die Schnittstellen am proximalen und/oder distalen Ende innerhalb des ersten Zwischenstücksortiments (22) unterscheiden;
Auswählen eines ersten Zwischenstücks (210) aus dem ersten Zwischenstücksortiment (22);
Anfertigen eines Spannelements (230), das dazu ausgebildet ist, eine Spannverbindung mit dem rotationssymmetrischen Körper (300) herzustellen; und
Anordnen des ersten Zwischenstücks (210) bezüglich der Längsachse (C) in axialer Richtung zwischen dem Spindelkopf (110) und dem Spannelement (230).
14. Verfahren nach Anspruch 13, ausserdem aufweisend die Schritte:
Bereitstellen eines zweiten Zwischenstücksortiments (23) mit einer Mehrzahl von vorgefertigten, standardisierten zweiten Standard-Zwischenstücken, wobei jedes der zweiten Standard-Zwischenstücke ein proximales Ende und ein distales Ende aufweist, wobei jedes der zweiten Standard-Zwischenstücke an seinem proximalen Ende eine Schnittstelle zu einem ersten Standard-Zwischenstück des ersten Zwischenstücksortiments (22) bereitstellt, und wobei jedes der zweiten Standard-Zwischenstücke eine Schnittstelle für das Spannelement (230) oder für ein weiteres Zwischenstück bereitstellt;
Auswählen eines zweiten Zwischenstücks (220) aus dem zweiten Zwischenstücksortiment (23); und
Anordnen des ausgewählten zweiten Zwischenstücks (220) in axialer Richtung zwischen dem ausgewählten ersten Zwischenstück (210) und dem Spannelement (230).
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, ausserdem aufweisend die Schritte:
Bereitstellen eines Basiseinheitsortiments (21) mit einer Mehrzahl von vorgefertigten, standardisierten Standard-Basiseinheiten, wobei jede der Standard-Basiseinheiten ein proximales Ende und ein distales Ende aufweist, wobei

CH 717 540 B1

jede der Standard-Basiseinheiten an ihrem proximalen Ende eine Schnittstelle zum Spindelkopf (110) bereitstellt, und wobei jede der Standard-Basiseinheiten an ihrem distalen Ende eine Schnittstelle zu einem ersten Standard-Zwischenstück aus dem ersten Zwischenstücksortiment (22) bereitstellt;
Auswählen einer Basiseinheit (120) aus dem Basiseinheitensortiment (21); und
Anordnen der ausgewählten Basiseinheit (120) in axialer Richtung zwischen dem Spindelkopf (110) und dem ausgewählten ersten Zwischenstück (210).

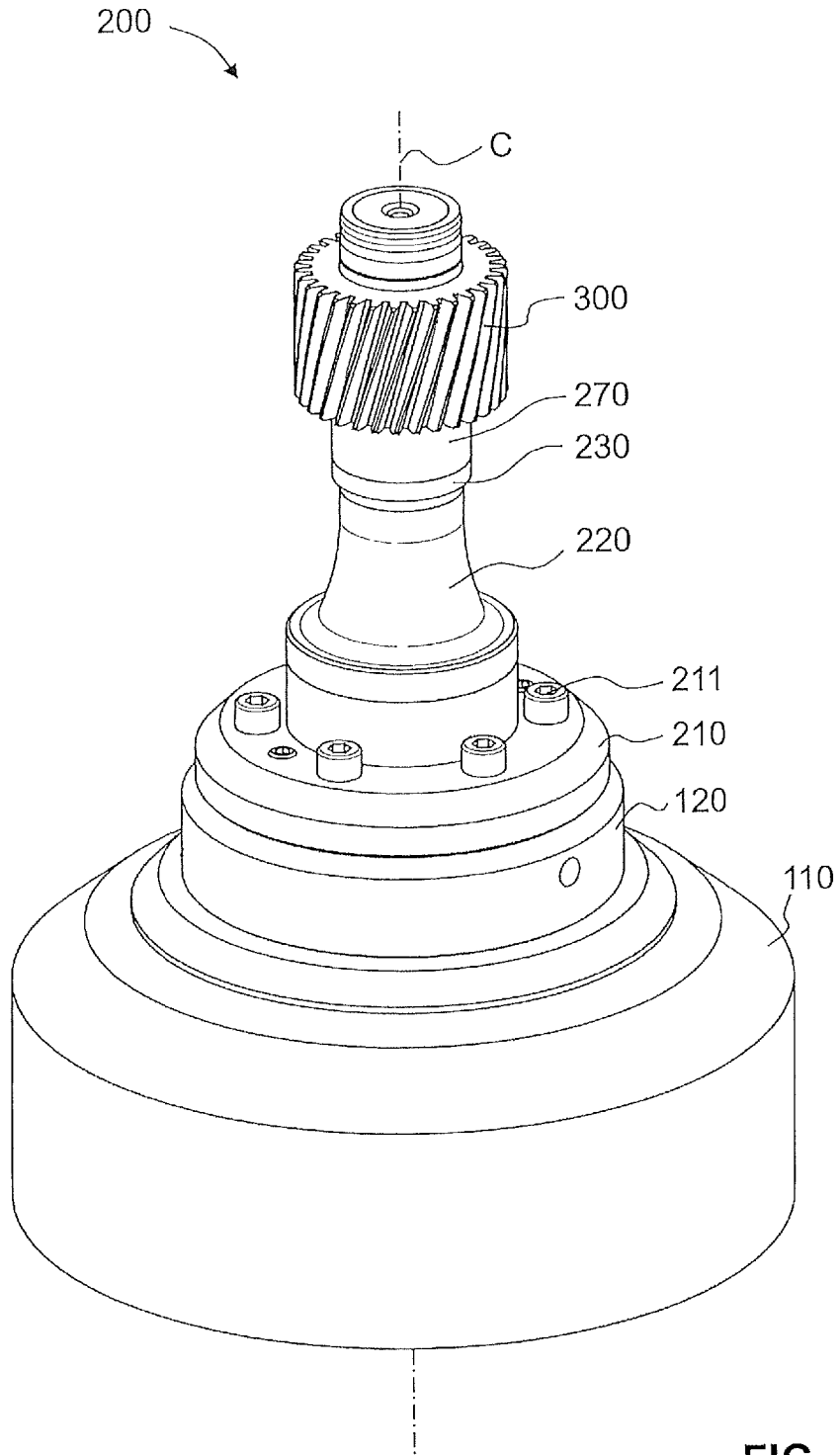


FIG. 1

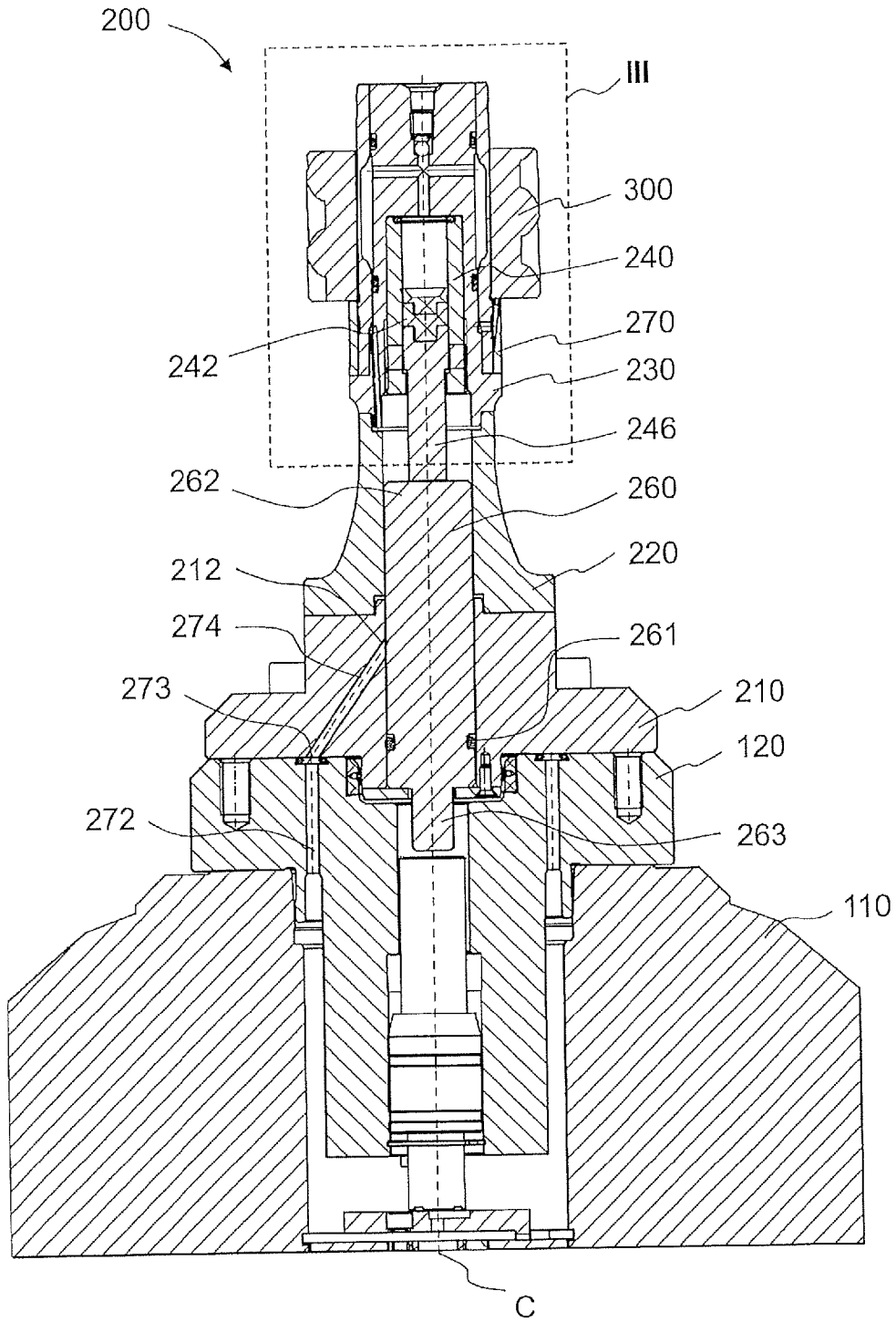


FIG. 2

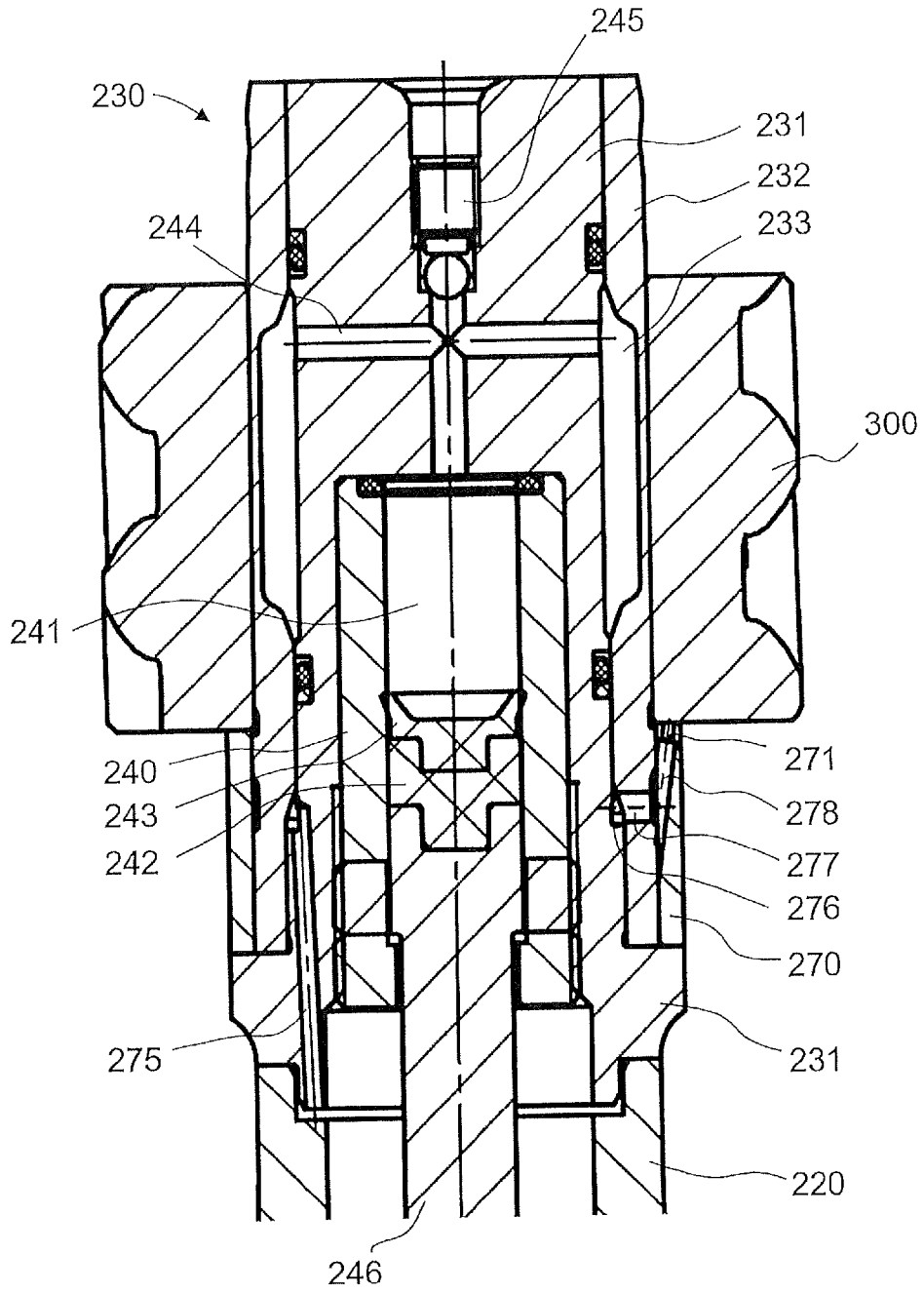


FIG. 3

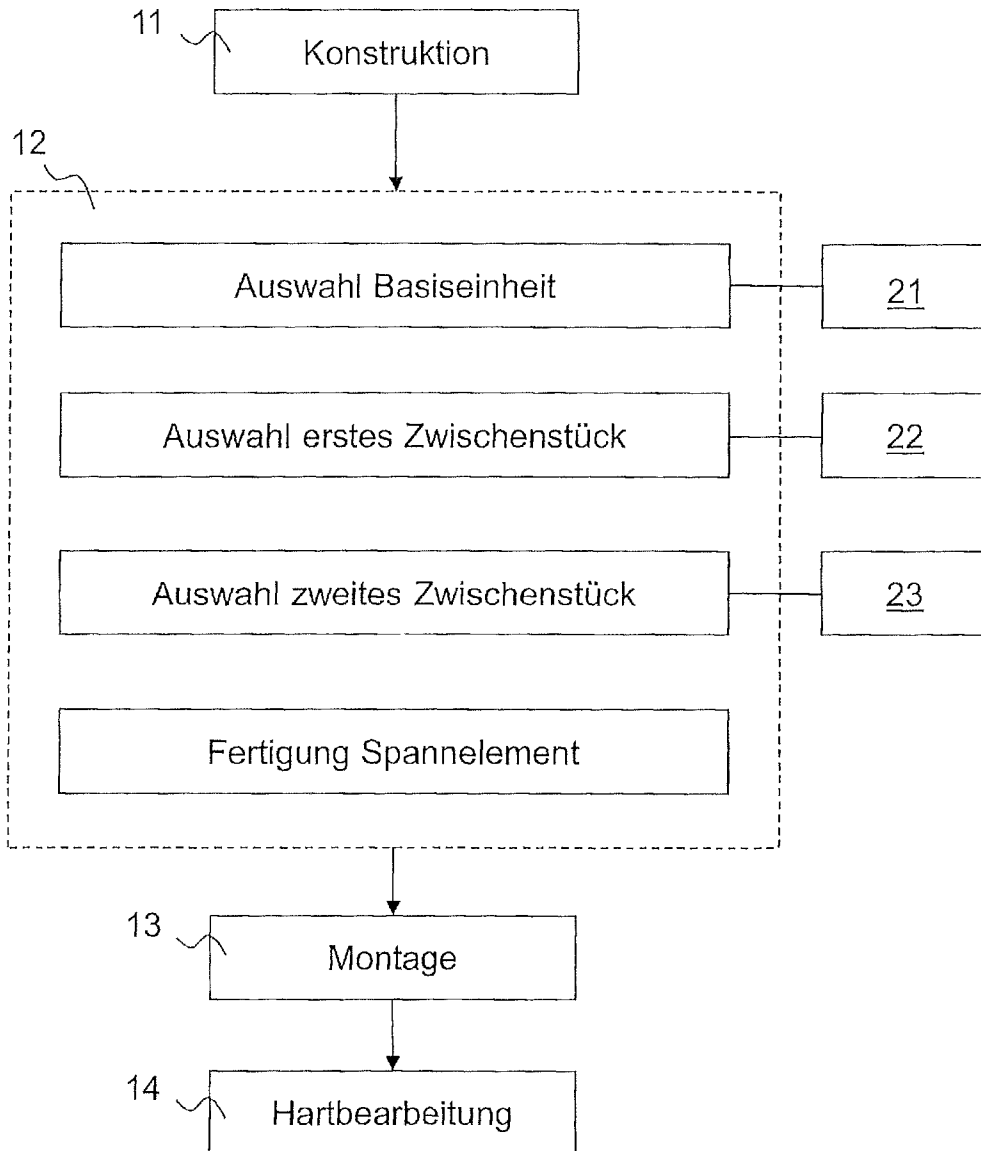


FIG. 4

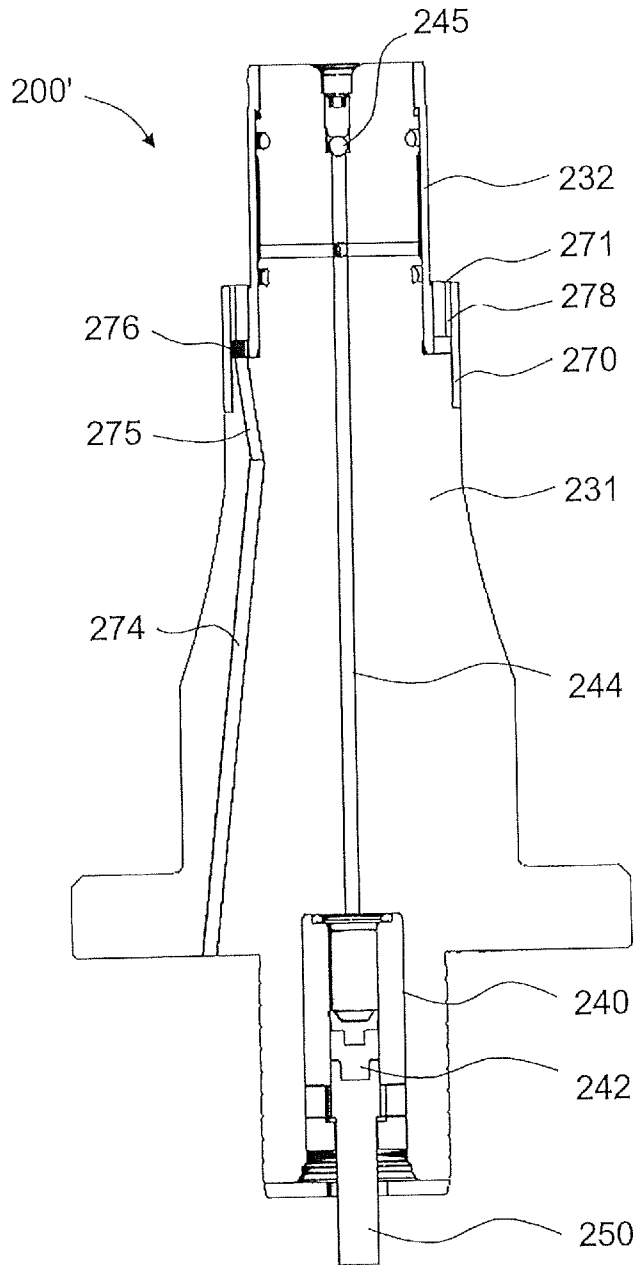


FIG. 5
(Stand der Technik)