

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. September 2018 (27.09.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/172160 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23B 29/034 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/056428

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. März 2018 (14.03.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 105 934.2
20. März 2017 (20.03.2017) DE

(71) Anmelder: **GEBR. HELLER MASCHINENFABRIK
GMBH** [DE/DE]; Gebrüder-Heller-Straße 15, 72622 Nür-
tingen (DE).

(72) Erfinder: **DORN, Thomas**; Grafenberger Straße 5, 72766
Reutlingen (DE).

(74) Anwalt: **RÜGER, BARTHELT & ABEL**; Webergasse 3,
73728 Esslingen (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: MACHINE SPINDLE ASSEMBLY FOR A MACHINE TOOL

(54) Bezeichnung: MASCHINENSPINDELANORDNUNG FÜR EINE WERKZEUGMASCHINE

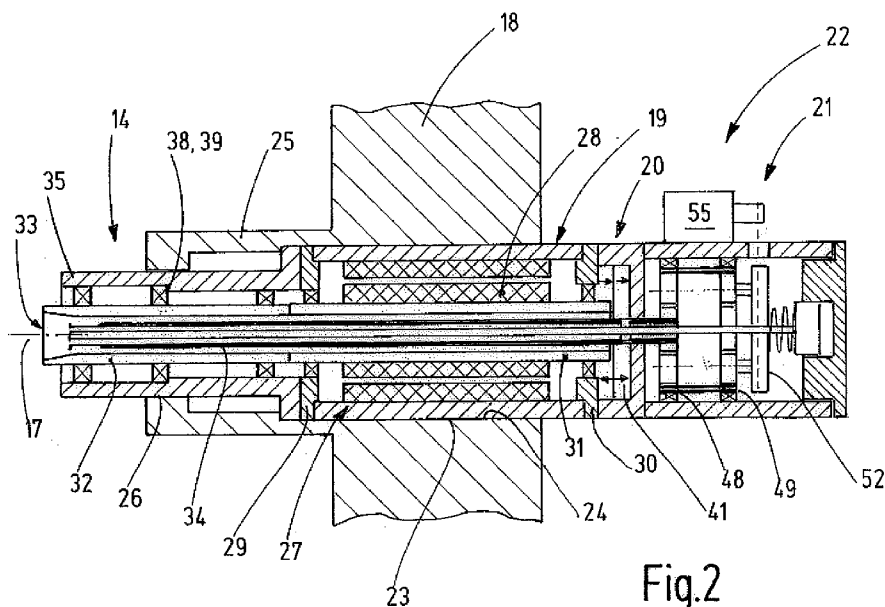


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a machine spindle assembly (22), which forms a construction unit with a motor (19) as a central element. On one side of the motor (19), a spindle neck (35) is flange-mounted to a spindle (32), which is directly driven by the rotor (28) of the motor (19). The spindle (32) is a so-called Nullspindel, which can be replaced with all bearings and other wear parts without readjustment because of the accurately adjusted positioning surface (39) that is present, which lies against an axially well-defined bearing contact surface (38). On the back side of the motor (19) lying at a distance from the spindle (32), the tool release device (20) and an angular adjustment transmission (21) are arranged, which angular adjustment transmission serves to rotate a cross-feed shaft (42) present in the spindle (32) relative to the spindle (32). The cross-feed shaft (42) is used to actuate an adjustment apparatus



WO 2018/172160 A1

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

on the tool (15).

(57) Zusammenfassung: Eine erfindungsgemäße Maschinenspindelordnung (22) bildet eine Baueinheit mit einem Motor (19) als zentrales Element. An einer Seite des Motors (19) ist ein Spindelhalbs (35) mit einer Spindel (32) angeflanscht, die von dem Rotor (28) des Motors (19) direkt angetrieben wird. Die Spindel (32) ist eine sogenannte Nullspindel, die mit allen Lagern und sonstigen Verschleißteilen wegen der vorhandenen genau justierten Positionierfläche (39), die ihre Anlage an eine axial gut definierten Lageranlagefläche (38) findet, ohne Nachjustierung ausgewechselt werden kann. Auf der von der Spindel (32) abliegenden Rückseite des Motors (19) sind die Werkzeuglösevorrichtung (20) und ein Winkelstellgetriebe (21) angeordnet, das dazu dient, eine in der Spindel (32) vorhandene Planzugwelle (42) relativ zu der Spindel (32) zu verdrehen. Die Planzugwelle (42) dient zur Betätigung einer Versteileinrichtung an dem Werkzeug (15).

Maschinenspindelanordnung für eine Werkzeugmaschine

[0001] Die Erfindung betrifft eine Maschinenspindelanordnung für eine Werkzeugmaschine, wobei diese Maschinenspindelanordnung eine Spindel mit austauschbarem Spindeleinsatz, einen Motor und eine Planzugesanordnung sowie gegebenenfalls weitere Funktions- und Baugruppen umfasst.

[0002] Werkzeugmaschinen, insbesondere zur spanenden Werkstückbearbeitung, weisen typischerweise wenigstens eine Spindel auf, die zur Aufnahme eines Werkzeugs eingerichtet ist. Dazu dienen normalerweise Kegelschaft-Werkzeugaufnahmen, in die ein Werkzeug oder ein Werkzeughalter einsetzbar ist, um das Werkzeug relativ zu einem Werkstück im Raum zu führen und dabei definierte Bewegungen ausführen zu lassen, wie beispielsweise Drehbewegungen. Zum Antrieb dient ein Motor, dessen Rotor mit der Spindel treibend verbunden ist. Typischerweise sind diese Komponenten an einem Schlitten angebaut, der in mindestens einer Richtung vorzugsweise linear beweglich geführt ist, um das drehend angetriebene Werkzeug entlang einer vorgegebenen Bahn zu führen.

[0003] Eine solche Maschinenspindelanordnung ist baulich mit der Werkzeugmaschine vereint und Teil derselben. Typischerweise ist die Spindellagerung an dem Schlitten angeordnet, der auch den Motor trägt. Typischerweise ist der Aufbau einigermaßen raumgreifend. Dies gilt insbesondere, wenn die Arbeitsspindel mit einer Planzugeinrichtung versehen ist. Solche Planzugeinrichtungen sind zum Betrieb von Werkzeugen bekannt, wie sie beispielsweise der DE 44 21 583

A1 zu entnehmen sind. Der dort veranschaulichte Plandrehkopf ist im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet und weist an der Stirnfläche vorstehende, radial bewegliche Werkzeuge auf. Zur Bewegung derselben dient eine axial bewegliche, in der Spindel geführte Stellstange.

[0004] Auch die DE 10 2014 019 175 A1 offenbart ein Werkzeug mit axial verschiebbarer Stellstange zur Radialbewegung von Schneiden.

[0005] Es sind aber auch Werkzeuge bekannt, bei denen die Radialverstellung der Schneiden durch eine Relativverdrehung eines Verstellmechanismus in Bezug auf den Werkzeughalter erfolgt. Solche Werkzeuge erfordern eine Arbeitsspindel mit einer drehend angetriebenen Werkzeugaufnahme und einer konzentrischen inneren Spindel, die synchron mit der Arbeitsspindel dreht und zur Betätigung des Verstellapparates winkelmäßig gezielt gegen die Arbeitsspindel verdreht werden kann. Diese innere Spindel wird als Planzugwelle bezeichnet. Zur Erzeugung der Winkelstellbewegung zwischen Arbeitsspindel und der Planzugwelle ist ein sogenanntes Winkelstellgetriebe vorgesehen. Typischerweise wird dies zwischen der Arbeitsspindel und dem Motor angeordnet. Es bildet zusammen mit der Planzugwelle eine Planzugstell-einrichtung.

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Maschinenspindel-anordnung für Werkzeuge mit Schneidenverstellung anzugeben, die verbesserte Eigenschaften hat.

[0007] Diese Aufgabe wird mit einer Maschinenspindel-anordnung nach Anspruch 1 gelöst:

[0008] Die erfindungsgemäße Maschinenspindel-anordnung weist einen Motor mit einem drehbar gelagerten Rotor und einem Stator auf, wobei der Rotor drehfest mit der Spindel verbunden ist und somit als Direktantrieb für die Spindel

dient. Die Spindel ist in einem Spindelhals drehbar gelagert, der an den Stator des Motors angeflanscht ist. Insbesondere ist zwischen dem Spindelhals und dem Motor keine andere Funktionsbaugruppe vorgesehen, so dass eine besonders starre schwingungsfeste Ausbildung des Spindelhalsses und somit eine steife, schwingungsarme Lagerung der Spindel gegeben ist.

[0009] Die Spindel und der drehfest mit dieser gekuppelte Rotor weisen einen axialen Durchgang auf, durch den sich eine Planzugwelle erstreckt, die konzentrisch zu der Spindel und dem Rotor angeordnet ist. Außerdem kann sich durch den Durchgang eine axial verschiebbar gehaltene Lösehülse erstrecken, die die Planzugwelle umgibt und zum Halten und Lösen eines Werkzeugs in der Werkzeugaufnahme der Spindel dient. Diese Lösehülse kann drehfest mit dem Rotor verbunden sein, um keine Relativdrehung in Bezug auf diesen auszuführen.

[0010] Zur Relativverdrehung der Planzugwelle gegen die Spindel ist ein Winkelstellgetriebe vorgesehen, das an der von dem Spindelhals abgewandten Seite des Motors gehalten ist. Mit dem Planzugantrieb kann, während die Spindel dreht, eine drehzahlunabhängige Winkelverdrehung zwischen der Spindel und der Planzugwelle bewirkt werden. Insbesondere ist die Spindel, die das Werkzeugantriebsmoment übertragen muss, auf kurzem Weg direkt an den Rotor angeschlossen während die Planzugwelle, die im Bedarfsfalle lediglich geringe Stellmomente zu übertragen hat, auf dem längeren Wege mit dem Winkelstellgetriebe oder der Spindel verbunden ist. Damit wird ein sehr kompakter, steifer und zugleich schlanker Aufbau erreicht.

[0011] Die Maschinenspindelanordnung weist in dem Spindelhals eine axiale Lageranlagefläche auf, der eine axiale Positionierfläche des Spindeleinsatzes zugeordnet ist. Die

axiale Positionierfläche und die Spindelanlagefläche sind so aufeinander abgestimmt, dass die Axialpositionierung des Spindeleinsatzes exemplarunabhängig mit hoher Genauigkeit bewirkbar ist. Damit sind alle Verschleißteile, einschließlich Lager, Werkzeugaufnahme, in der Werkzeugaufnahme vorhandener Elemente, wie Spannelemente, Federn und dergleichen, auf einfache Weise austauschbar.

[0012] Die Spindellagereinrichtung weist vorzugsweise wenigstens eine Axiallagerkomponente und wenigstens eine Radiallagerkomponente auf. Zu der Axiallagerkomponente gehört die axiale Positionierfläche, die ihre Anlage und Position in montiertem Zustand an der Lageranlagefläche des Spindelhalbes findet.

[0013] Der Rotor weist eine Rotorlagereinrichtung auf, die insbesondere als Radiallagereinrichtung ausgebildet ist. Axiale von dem Werkzeug und dem Werkzeugwerkstückeingriff herrührende Kräfte werden von der Lagerung des Spindeleinsatzes aufgenommen und von der Spindel vorzugsweise nicht auf den Rotor übertragen. Dazu ist zwischen dem Spindeleinsatz und dem Rotor eine formschlüssige Kupplung, beispielsweise eine drehspielarme Zahnkupplung, vorgesehen, die eine axiale Relativbewegung zwischen Rotor und Spindeleinsatz gestattet.

[0014] Zwischen dem Rotor und der Planzugwelle kann eine formschlüssige schaltbare Kupplungseinrichtung vorgesehen sein, die dazu eingerichtet ist, wahlweise die Planzugwelle und den Rotor formschlüssig drehfest zu kuppeln oder eine Relativdrehung freizugeben. Die Kupplungseinrichtung kann beispielsweise über eine axiale Bewegung der Planzugwelle ein- und ausgekuppelt werden. In gekuppeltem Zustand ist eine vollständig synchrone Drehung des Spindeleinsatzes und der Planzugwelle sichergestellt. Auch unerwartete Drehzahländerungen, wie beispielsweise durch Stromausfall, Notab-

schaltung oder dergleichen, führen nicht zu einer unkontrollierten Relativbewegung und somit unkontrollierten Radialverstellung von Komponenten am Werkzeug.

[0015] Der Kompaktheit, Schwingungsarmut und Zentrierung der an der Maschinenspindelanordnung vorhandenen Massen kommt es zugute, wenn der Spindelhals direkt an eine erste Stirnseite des Stators angeflanscht und von diesem getragen ist. Weiter ist es von Vorteil, wenn das Winkelstellgetriebe und gegebenenfalls eine Löseeinheit für die Werkzeugaufnahme an der von dem Spindelhals weg weisenden anderen Stirnseite des Stators angeordnet sind. Der Schwerpunkt dieser Maschinenspindelanordnung liegt dann im Wesentlichen im Inneren des Motors, wodurch auch schnelle Stellbewegungen der Maschinenspindelanordnung mit hoher Präzision und ohne Anregung unzuträglicher Schwingungen ausgeführt werden können.

[0016] Vorzugsweise bildet die Maschinenspindelanordnung insoweit eine vorgefertigte Baueinheit, die im Ganzen mit einem Maschinenschlitten verbunden oder von diesem gelöst werden kann. Zum Anschluss weist der Motor eine Anschlussfläche zur radialen und axialen Befestigung der Maschinenspindelanordnung an dem Maschinenschlitten auf. Zusätzlich kann der Spindelhals eine Abstützfläche zur radialen Abstützung an dem Maschinenschlitten aufweisen, beispielsweise um Bearbeitungskräfte direkt in den Maschinenschlitten einzuleiten. Die Abstützfläche kann eine Umfangsfläche des Spindelhalses sein.

[0017] Weitere Einzelheiten vorteilhafter Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Zeichnung, der Beschreibung oder von Ansprüchen. Es zeigen:

[0018] Figur 1 eine Werkzeugmaschine, in schematisierter vereinfachter Darstellung,

[0019] Figur 2 die Maschinespindel der Werkzeugmaschine nach Figur 1, in schematisierter teilweise geschnittener Darstellung,

[0020] Figur 3 eine Prinzipdarstellung von Komponenten der Maschinespindel nach Figur 2.

[0021] In Figur 1 ist eine Werkzeugmaschine 10 veranschaulicht, die zur spanenden Bearbeitung von Werkstücken 11 dient. Dazu ist das in Figur 1 symbolisch durch ein Rechteck veranschaulichte Werkstück 11 auf einem Werkstücktisch 12 gespannt, der fest oder beweglich von einem Maschinengestell 13 getragen ist. Der Werkstücktisch 12 kann dabei linear und/oder rotatorisch jeweils um eine oder mehrere horizontale und/oder vertikale Achsen beweglich angeordnet sein.

[0022] Zur Bearbeitung des Werkstücks 11 dienen Werkzeuge, die typischerweise in einem Werkzeugmagazin bereitgehalten und durch geeignete Mittel in eine Maschinenspindel 14 eingesetzt und ausgewechselt werden können. Solche Werkzeuge sind Bohrer, Fräser und dergleichen. In Figur 1 ist als Werkzeug 15 ein Spindelkopf dargestellt, der wenigstens eine radial verstellbare Schneide 16 aufweist. Die Radialverstellbarkeit ist in Figur 1 durch einen radial zu der Drehachse 17 orientierten Pfeil veranschaulicht.

[0023] Die Maschinenspindel 14 ist dazu eingerichtet, das Werkzeug 15 zu drehen und die Schneide 16 bedarfsweise gezielt radial zu verstellen. Auch andere Werkzeuge mit Radialverstellung von Schleif- oder Schneidelementen können von der Maschinenspindel 14 aufgenommen werden.

[0024] Die Maschinenspindel 14 ist von einem Schlitten 18 getragen, der mit der Maschinenspindel 14 zusammen weitere Elemente, wie zum Beispiel einen Motor 19, eine Werkzeugglösevorrichtung 20 und/oder ein Winkelstellgetriebe 21 gehören, wie es in Figur 2 veranschaulicht ist. Die Spindel 14, der Motor 19, die Werkzeugglösevorrichtung 20 und das Winkelstellgetriebe 21 bilden eine Maschinenspindelordnung, die eine selbständige Baueinheit 22 bildet.

[0025] Die Baueinheit 22 weist eine Anschlussfläche 23 auf, die vorzugsweise am Außenumfang des Motors 20 angeordnet ist. Die Fläche erstreckt sich vorzugsweise um den Motor 19 herum, wobei sie zusammenhängend oder unterbrochen ausgebildet sein kann. Die Anschlussfläche 23 kann eine Zylinderfläche oder auch eine Fläche sein, die einem anderen Querschnitt beispielsweise einem Polygonalquerschnitt, folgt. Sie dient zur radialen und axialen Fixierung der Baueinheit 22, wobei der Schlitten 18 zu der Anschlussfläche 23 passend eine entsprechende Sitzfläche 24 aufweist. Durch die feste Lagerung und Halterung des Motors 19 an seiner Anschlussfläche 23 ist die gesamte von der Maschinenspindelanordnung 22 gebildete Baueinheit fest gehalten. Zusätzlich kann der Schlitten 18 einen rohrförmigen Fortsatz 25 oder einen sonstigen Halter aufweisen, der einen Teil der Maschinenspindel 14 aufnimmt und diese in Radialrichtung abstützt. Dazu kann die Maschinenspindel 14 eine Abstützfläche 26 aufweisen, die von einem Abschnitt der Umfangsfläche der Maschinenspindel 14 gebildet wird.

[0026] Die Maschinenspindelanordnung 22 weist als zentrales und tragendes Element den Motor 19 auf, der einen Stator 27 und einen Rotor 28 umfasst. Der Motor 19 kann als Synchronmotor, Asynchronmotor, Gleichstrommotor oder sonstiger Elektromotor ausgebildet sein, wobei er hinsichtlich Leistung, Drehzahl und Drehmoment auf den Antrieb des Werkzeugs 15 ohne Zwischengetriebe eingerichtet ist (getriebeloser Direktantrieb). Der Rotor 28 weist eine vorzugsweise durch Wälzlager an stirnseitigen Lagerschilden 29, 30 gelagerte Hohlwelle 31 auf, die an ihrer im Arbeitsraum und somit dem Werkzeug 15 zugewandten Seite mit einer Spindel 32 gekoppelt ist. Die Spindel 32 und die Hohlwelle 31 sind beide konzentrisch zu der gleichen Drehachse 17 angeordnet. Zur drehfesten Kupplung der Hohlwelle 31 und der Spindel 32

kann jedes geeignete Kupplungsmittel Anwendung finden, das eine drehfeste Kupplung bewirkt und zugleich wenigstens geringe, radiale und/oder axiale Ausgleichsbewegungen gestattet, wie beispielsweise Stirnverzahnungen, Profilverzahnungen oder dergleichen.

[0027] Die Spindel 32 ist hohl ausgeführt und weist an ihren von dem Motor 19 weg weisenden Ende eine Werkzeugaufnahme 33 auf, die beispielsweise zur Aufnahme von Hohlenschaftkegeln oder anderweitigen genormten Werkzeuganschlüssen oder Anschlüssen von Werkzeughaltern geeignet ist. Zur Arretierung solcher Werkzeuge in der Werkzeugaufnahme 33 dient eine Lösestange 34, die rohrartig ausgebildet ist und sich sowohl durch die Hohlwelle 31 des Rotors 28 wie auch durch die Spindel 32 erstreckt. Die insbesondere auch aus Figur 3 ersichtliche Lösestange 34 trägt im Bereich der Werkzeugaufnahme 33 Verbindungsmittel zum Ankuppeln an eine entsprechende Kupplungsstruktur des Werkzeugs oder des Werkzeughalters. Durch nicht veranschaulichte Federmittel ist die Lösestange 34 in Richtung von der Werkzeugaufnahme 33 weg federnd vorgespannt. Zum Lösen des Werkzeugs wird die Lösestange 34 durch die Werkzeuglösevorrichtung 20 in Richtung auf das Werkzeug hin (Figur 2 nach links) bewegt.

[0028] Die Spindel 32 ist durch mehrere Lager, insbesondere Wälzlager, in einem Spindelhals 35 drehbar gelagert. Dieser ist fest mit dem Stator 27 des Motors verschraubt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform schließt der Spindelhals 35 mit einem Scheibenflansch unmittelbar an die werkzeugseitige Stirnseite des Motors 19 an, die im Ausführungsbeispiel durch das Lagerschild 29 oder eine andere den Stator 27 abschließende Struktur gebildet ist. Durch diese Bauweise wird eine optimale Fluchtung der Spindel 32 und der Hohlwelle 31 zu der Drehachse 17 und eine sehr kompakte Bauweise erreicht.

[0029] Die Spindel 32 bildet zusammen mit wenigstens zwei Lagern 36, 37 sowie gegebenenfalls weiteren mit der Spindel 32 verbundenen Teilen einen Spindeleinsatz, der als Verschleißteil zum Beispiel bei Lagerverschleiß oder Verschleiß der Werkzeugaufnahme 33 im Ganzen ausgewechselt werden kann. Nachdem die Axialposition der Spindel 32 die Position der Werkzeugschneiden aufgenommener Werkzeuge bestimmt, kommt es dabei darauf an, dass die neue Spindel 32 ungeachtet etwaiger Produktionstoleranzen die gleiche Axialposition aufweist, wie die zuvor von dem Spindelhals 35 aufgenommene Spindel. Deswegen weist der Spindelhals 35 eine axiale Lageranlagefläche 38 auf, die zum Beispiel durch eine ringförmige, ebene, an einer Stufe des inneren Durchgangs des Spindelhalses 35 ausgebildete Fläche gebildet sein kann. Die Lageranlagefläche 38 dient der axialen Anlage des Lagers 37, das die Axiallagerkomponente der gesamten von den Lagern 36, 37 gebildeten Lagereinrichtung sein kann. Der axialen Lageranlagefläche 38 ist eine axiale Positionierfläche 39 zugeordnet, die direkt an dem Lager 37 oder an Beilag- oder Justierringen ausgebildet ist, die zwischen dem Lager 37 und der Lageranlagefläche 38 angeordnet sein können. Durch entsprechend positionierte axiale Anordnung der Positionierfläche 39 wird sichergestellt, dass ein Spindeleinsatz ausgewechselt werden kann, ohne danach die Werkzeugmaschine neu einmessen zu müssen.

[0030] Zwischen der Spindel 32 und dem Rotor 28 bzw. seiner Hohlwelle 31 ist eine drehfeste Kupplungseinrichtung 40 angeordnet, die zum Beispiel durch ineinander greifende Stirnverzahnungen der Spindel 32 und der Hohlwelle 31 gebildet sein kann. Diese Kupplungseinrichtung 40 lässt geringfügige axiale und/oder radiale Relativbewegungen zu, so dass die Axialposition der Spindel 32 allein von der Positionierfläche 39 und der Axialanlagefläche 38 bestimmt ist.

[0031] Durch die Spindel 32 und die Hohlwelle 31 erstreckt sich die rohrartig ausgebildete Lösestange 34, die axial beweglich ist, wobei sie jedoch vorzugsweise drehfest mit der Hohlwelle 31 und/oder der Spindel 32 verbunden ist. Der Lösestange 34 ist ein in Figur 2 symbolisch angedeuteter Aktor 41 zugeordnet, der zum Beispiel durch einen Druckluftzylinder gebildet ist und Teil der Werkzeuglösevorrichtung 20 ist. Die Hohlwelle 31 und die Spindel 32 begrenzen einen axialen Durchgang, durch den sich eine Planzugwelle 42 erstreckt, die konzentrisch zu der Drehachse 17 angeordnet ist. Die Planzugwelle 42 erstreckt sich dabei zugleich durch die Lösestange 34, d.h. in den Axialdurchgang der Hohlwelle 31 und der Spindel 32. Die Planzugwelle 42 und die Lösestange 34 sind coaxial zueinander angeordnet.

[0032] Die Planzugwelle 42 kann über eine schaltbare Kupplungseinrichtung 43 drehfest mit der Hohlwelle 31 des Rotors 28 gekuppelt werden. Die Drehmomentübertragung kann dabei über die Lösestange 34 erfolgen, d.h. die Kupplungseinrichtung 43 kann zwischen der Lösestange 34 und der Planzugwelle 42 wirkend angeordnet sein, wenn die Lösestange 34 drehfest mit der Hohlwelle 31 verbunden ist. Dazu kann die Lösestange 34 an einem Ende eine innere Profilverzahnung aufweisen, mit der Profilzähne der Planzugwelle 42 in und außer Eingriff gebracht werden, indem die Planzugwelle 42 axial entsprechend hin und her verschoben wird.

[0033] Ist die Kupplungseinrichtung 43 eingekuppelt, rotiert die Planzugwelle 42 synchron zu der Spindel 32. Wenn die Kupplungseinrichtung 43 hingegen ausgekuppelt ist, bestimmt das Winkelstellgetriebe 21 die Drehung der Planzugwelle 42. Das Winkelstellgetriebe 21 ist ein Planetengetriebe mit zwei Planetensätzen. Zu einem ersten Planetensatz gehören ein drehfest mit dem Rotor 28 verbundenes Sonnenrad 44, sowie wenigstens ein, vorzugsweise mehrere Pla-

netenräder 45, 46, die an einem unverdrehbar gehaltenen Planetenträger 47 drehbar gelagert sind. Der Planetenträger 47 ist aus Sicht der Spindel 32 hinter dem Motor 19 angeordnet. Die Planetenräder 45, 46 kämmen mit einem Hohlrad 48, das drehfest mit einem vorzugsweise gleich großen zweiten Hohlrad 49 verbunden ist. Dieses gehört zu einem zweiten Planetensatz, dessen Planetenräder 50, 51 an einen um die Drehachse 17 konzentrisch drehbar gelagerten Planetenträger 52 selbst drehbar gelagert sind. Die Planetenräder 50, 51 sind vorzugsweise so groß wie die Planetenräder 45, 46. Sie kämmen mit einem Sonnenrad 53, das vorzugsweise so groß ist wie das erste Sonnenrad 44. Der Planetenträger 52 ist über eine Getriebeverbindung, beispielsweise über einen Ketten- oder Riementrieb 54, mit einem Stellmotor 55 verbunden.

[0034] Das Funktionsprinzip der in Figur 3 ausschnittsweise angedeuteten Spindeleinheit ist wie folgt:

[0035] Ist die Kupplung 43 eingerückt, rotieren Spindel 32 und Planzugwelle 42 mit gleicher Drehzahl synchron in feststehender Winkelbeziehung zueinander. Damit werden an dem Werkzeug 15 vorhandene Schneiden 16 in Radialrichtung nicht verstellt.

[0036] Soll nun während des Betriebs eine Radialverstellung der Schneide 16 vorgenommen werden, wird zunächst die Kupplungseinrichtung 43 entkuppelt. Eine Winkelverstellung der drehenden Spindel 32 und der drehenden Planzugwelle 42 gegeneinander findet jedoch nicht statt, solange der Planetenträger 52 nicht dreht. Das Sonnenrad 44 treibt über die Planetenräder 45, 46 das Hohlrad 48, das in Gegenrichtung umläuft. Das in gleiche Richtung mitgenommene Hohlrad 49 treibt nun über die Planetenräder 50, 51 das Sonnenrad 53 an, das somit synchron zu dem Sonnenrad 44 dreht.

[0037] Sobald jedoch der Stellmotor 55 den Planetenträger 52 in Drehrichtung verstellt, wird diese Winkelstellbewegung der Drehbewegung der Planzugwelle 42 überlagert, so dass diese mit gegenüber der Spindel 32 etwas veränderter Drehzahl weiterdrehend eine Winkelverstellung gegen die Spindel 32 erfährt. Die Winkelverstellung kommt zum Stillstand sobald der Stellmotor 55 stillgesetzt wird, die Drehzahlen von Spindel 32 und Planzugwelle 42 sind dann wieder gleich. Durch die von dem Stellmotor 55 über das Winkelstellgetriebe 21 auf die Planzugwelle 42 zusätzlich zur vorhandenen Drehung ausgeübte Verdrehung, d.h. Winkelverstellung, wird die Schneide 16 in Radialrichtung verstellt.

[0038] Eine erfindungsgemäße Maschinenspindelanordnung 22 bildet eine Baueinheit mit einem Motor 19 als zentrales Element. An einer Seite des Motors 19 ist ein Spindelhals 35 mit einer Spindel 32 angeflanscht, die von dem Rotor 28 des Motors 19 direkt angetrieben wird. Die Spindel 32 ist eine sogenannte Nullspindel, die mit allen Lagern und sonstigen Verschleißteilen wegen der vorhandenen genau justierten Positionierfläche 39, die ihre Anlage an eine axial gut definierten Lageranlagefläche 38 findet ohne Nachjustierung ausgewechselt werden kann. Auf der von der Spindel 32 abliegenden Rückseite des Motors 19 sind die Werkzeuglösevorrichtung 20 und ein Winkelstellgetriebe 21 angeordnet, das dazu dient, eine in der Spindel 32 vorhandene Planzugwelle 42 relativ zu der Spindel 32 zu verdrehen. Die Planzugwelle 42 dient zur Betätigung einer Verstelleinrichtung an dem Werkzeug 15.

Bezugszeichen:

10	Werkzeugmaschine
11	Werkstück
12	Werkstücktisch
13	Maschinengestell
14	Maschinenspindel
15	Werkzeug
16	Schneide
17	Drehachse
18	Schlitten
19	Motor
20	Werkzeuglösevorrichtung
21	Winkelstellgetriebe
22	Maschinenspindelanordnung
23	Anschlussfläche
24	Sitzfläche
25	Fortsatz
26	Abstützfläche
27	Stator
28	Rotor
29, 30	Lagerschilde
31	Hohlwelle des Rotors 28
32	Spindel
33	Werkzeugaufnahme
34	Lösestange
35	Spindelhals
36, 37	Lager
38	Lageranlagefläche
39	Positionierfläche
40	Kupplungseinrichtung
41	Aktor

42	Planzugwelle
43	Kupplungseinrichtung
44	erstes Sonnenrad
45, 46	erste Planetenräder
47	erster Planetenträger
48, 49	erstes und zweites Hohlrad
50, 51	zweite Planetenräder
52	zweiter Planetenträger
53	zweites Sonnenrad
54	Getriebemittel
55	Stellmotor

Patentansprüche:

1. Maschinenspindelanordnung (22) für eine Werkzeugmaschine (10),

mit einem Motor (19), der einen um eine Drehachse (17) drehbar gelagerten Rotor (28) mit einer konzentrischen Rotordurchgangsöffnung und einen Stator (27) aufweist, mit einem Spindelhals (35), der an den Stator (27) des Motors (28) angeflanscht ist und der eine axiale Lageranlagefläche (23) aufweist,

mit einem austauschbaren Spindeleinsatz (32, 36, 37), der eine Spindel (32) mit einer Werkzeugaufnahme (33) und eine Spindellagereinrichtung (36, 37) mit einer axialen Positionierfläche (39) aufweist, die der axialen Lageranlagefläche (38) zugeordnet ist, um die Axialpositionierung des Spindeleinsatzes exemplarunabhängig zu bewirken,

wobei die Spindel (32) eine zentrische Spindeldurchgangsöffnung aufweist,

mit einer Planzugwelle (42), die sich durch die Spindeldurchgangsöffnung und die Rotordurchgangsöffnung erstreckt,

mit einem Winkelstellgetriebe (21), das an die von dem Spindelhals (35) abliegende Seite des Stators (27) angeschlossen ist und sowohl mit dem Rotor (28) als auch mit der Planzugwelle (42) in Verbindung bringbar ist, mit einem Planzugantrieb (21), der dazu eingerichtet ist, eine drehzahlunabhängige Winkelverdrehung zwi-

schen der Spindel (32) und der Planzugwelle (42) zu bewirken.

2. Maschinenspindelanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spindelhals (35) einen Durchgangskanal aufweist, der konzentrisch zu der Drehachse (17) angeordnet ist.
3. Maschinenspindelanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spindellagerereinrichtung (36, 37) wenigstens eine Axiallagerkomponente (37) und wenigstens eine Radiallagerkomponente (36) aufweist.
4. Maschinenspindelanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (28) eine Rotorlagereinrichtung aufweist, die wenigstens eine Radiallagerkomponente aufweist.
5. Maschinenspindelanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Spindel (32) und dem Rotor (28) eine formschlüssige Kupplungseinrichtung (40) vorgesehen ist.
6. Maschinenspindelanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zwischen dem Rotor (28) des Motors (19) und der Planzugwelle (42) eine formschlüssige schaltbare Kupplungseinrichtung (43) wirksam ist, die dazu eingerichtet ist, eine Relativdrehung zwischen der Planzugwelle (42) und dem Rotor (28) wahlweise freizugeben oder zu sperren.
7. Maschinenspindelanordnung nach Anspruch 6, dadurch ge-

- kennzeichnet, dass die Planzugwelle (42) axial verstellbar gelagert ist, um die Kupplungseinrichtung (43) ein- und auszukuppeln.
8. Maschinenspindelanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spindel-
hals (35) an eine erste Stirnseite des Stators (27)
direkt angeflanscht und von diesem getragen ist.
 9. Maschinenspindelanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem
Stator (27) und dem Winkelstellgetriebe (21) eine Lö-
seeinheit (20) für die Werkzeugaufnahme (33) vorgese-
hen ist.
 10. Maschinenspindelanordnung nach Anspruch 9, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Löseeinheit (20) direkt an eine
zweite Stirnseite des Stators (27) angeflanscht ist
und dass die Löseeinheit das Winkelstellgetriebe (21)
trägt.
 11. Maschinenspindelanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Maschinenspindelanordnung (22) eine vorgefertigte Baueinheit bildet, die zur Aufnahme in einem Maschinenschlitten (18) eingerichtet ist.
 12. Maschinenspindelanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (27) des Motors (19) eine Anschlussfläche (23) zur radialen und axialen Befestigung der Maschinenspindelanordnung (22) an einem Maschinenschlitten (18) aufweist.

13. Maschinenspindelanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussfläche eine Umfangsfläche des Stators (27) ist.
14. Maschinenspindelanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spindelhals (35) eine Abstützfläche (26) zur radialen Abstützung des Spindelhalses (35) an einem Maschinenschlitten (18) aufweist.
15. Maschinenspindelanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützfläche (26) eine Umfangsfläche des Spindelhalses (35) ist.

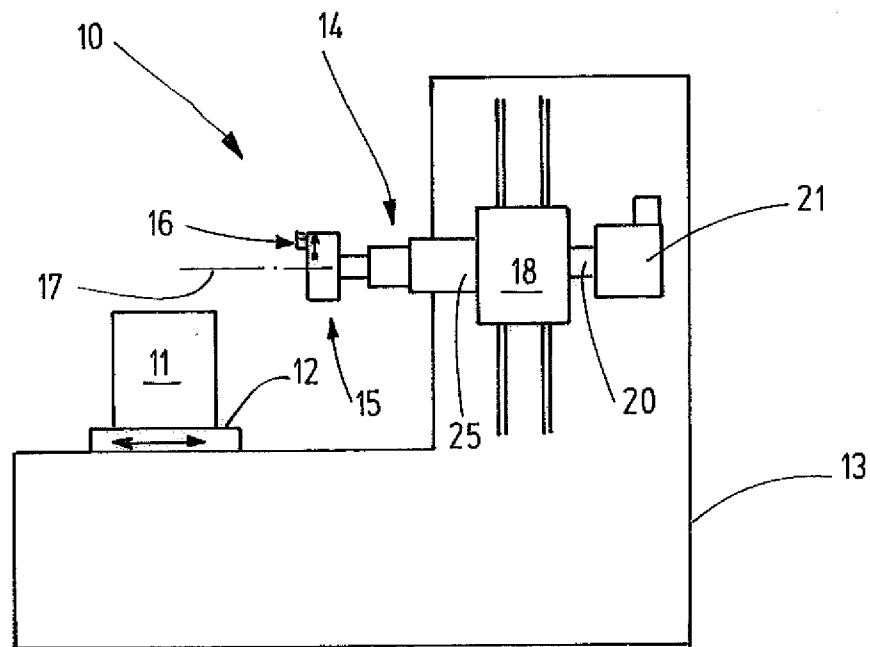


Fig.1

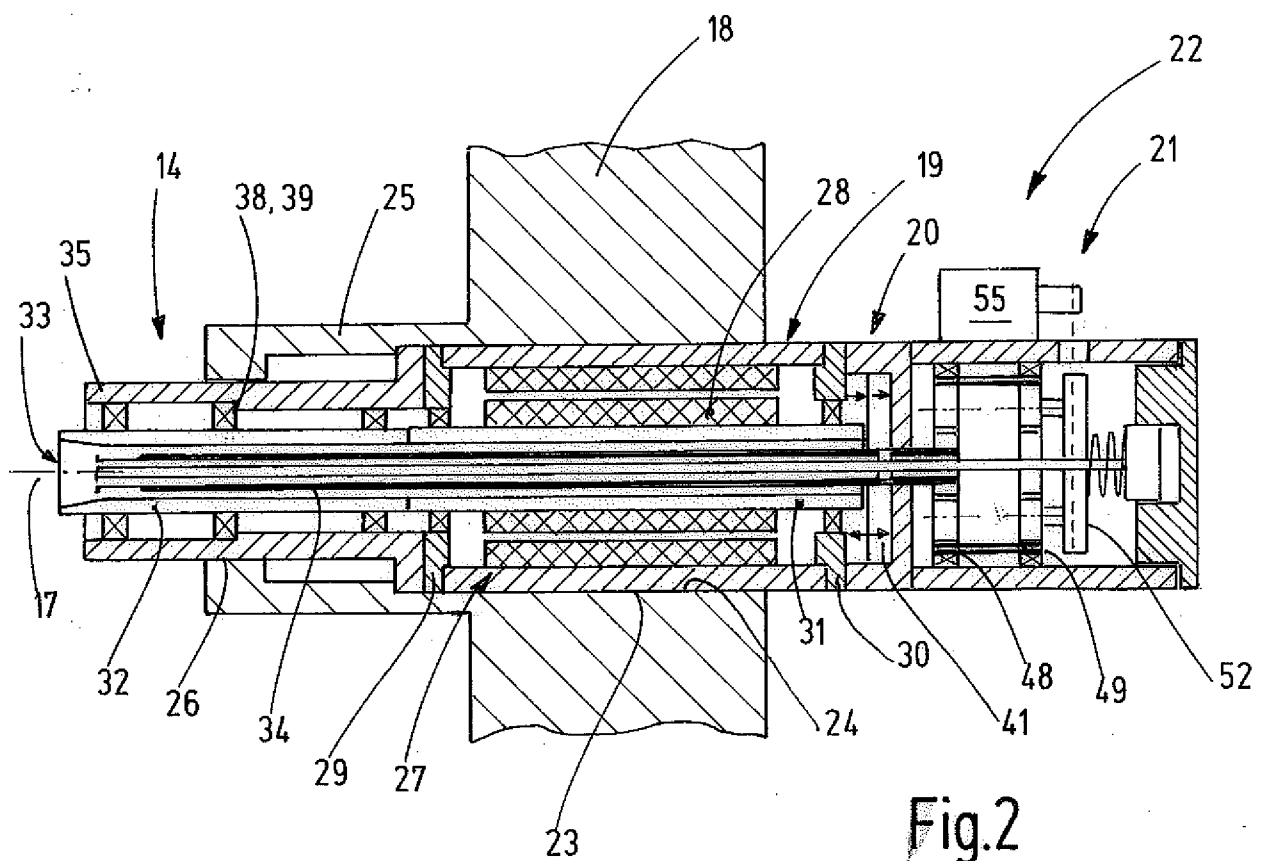


Fig.2

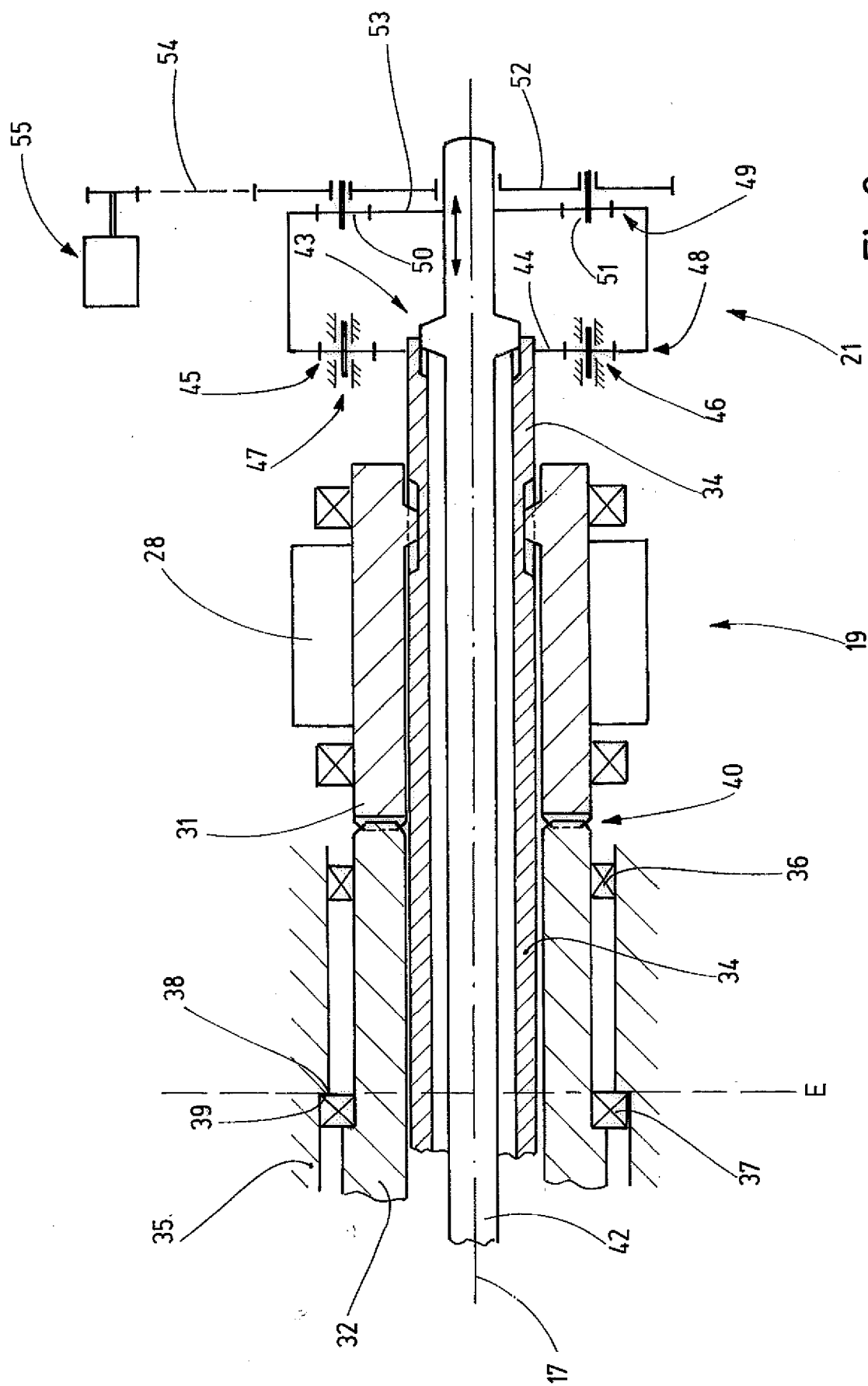


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/056428

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B23B29/034
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 B23B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 315 033 A (T & N TECHNOLOGY LTD [GB]) 21 January 1998 (1998-01-21) pages 5-7; figures 1-3 -----	1-15
A	DE 21 43 924 A1 (REINHARD BOHLE KG WERKZEUGMASC) 15 March 1973 (1973-03-15) pages 6-9; claims 1-2; figures 1-2 -----	1-15
A	DE 10 2008 060997 A1 (WIELAND ANLAGENTECHNIK GMBH [DE]) 17 June 2010 (2010-06-17) paragraphs [0017] - [0024]; claim 1; figure 1 -----	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 June 2018

Date of mailing of the international search report

28/06/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lasa Goñi, Andoni

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/056428

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2315033	A	21-01-1998	DE 69708110 D1 13-12-2001
			DE 69708110 T2 06-06-2002
			EP 0918587 A1 02-06-1999
			GB 2315033 A 21-01-1998
			JP 2000514369 A 31-10-2000
			US 6158311 A 12-12-2000
			WO 9802267 A1 22-01-1998

DE 2143924	A1	15-03-1973	NONE

DE 102008060997	A1	17-06-2010	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23B29/034
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B23B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 2 315 033 A (T & N TECHNOLOGY LTD [GB]) 21. Januar 1998 (1998-01-21) Seiten 5-7; Abbildungen 1-3 -----	1-15
A	DE 21 43 924 A1 (REINHARD BOHLE KG WERKZEUGMASC) 15. März 1973 (1973-03-15) Seiten 6-9; Ansprüche 1-2; Abbildungen 1-2 -----	1-15
A	DE 10 2008 060997 A1 (WIELAND ANLAGENTECHNIK GMBH [DE]) 17. Juni 2010 (2010-06-17) Absätze [0017] - [0024]; Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juni 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/06/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lasa Goñi, Andoni

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/056428

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2315033	A	21-01-1998	DE 69708110 D1 13-12-2001
			DE 69708110 T2 06-06-2002
			EP 0918587 A1 02-06-1999
			GB 2315033 A 21-01-1998
			JP 2000514369 A 31-10-2000
			US 6158311 A 12-12-2000
			WO 9802267 A1 22-01-1998

DE 2143924	A1	15-03-1973	KEINE

DE 102008060997	A1	17-06-2010	KEINE
