

(19)



(11)

**EP 1 790 446 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**30.05.2007 Patentblatt 2007/22**

(51) Int Cl.:  
**B27C 7/00 (2006.01) B27C 7/06 (2006.01)**  
**B23Q 11/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06024089.2**

(22) Anmeldetag: **21.11.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(30) Priorität: **25.11.2005 DE 102005056216**

(71) Anmelder: **Unsleber, Elmar**  
**97490 Poppenhausen-Pfersdorf (DE)**

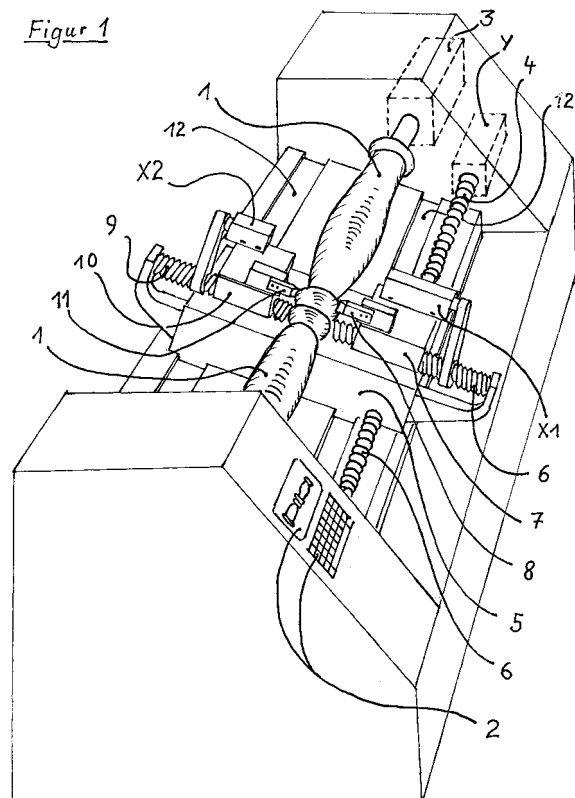
(72) Erfinder: **Unsleber, Elmar**  
**97490 Poppenhausen-Pfersdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Pöhner, Wilfried Anton, Dr.**  
**Postfach 63 23**  
**97013 Würzburg (DE)**

### (54) Drechselmaschine mit Grob- und Feinwerkzeugen

(57) Drechselmaschine, ausgerüstet mit einer CNC-Steuerung, einem Hauptantrieb (3), der mit einem drehbar eingespannten Werkstück (1) verkuppelt ist, einem Längsvorschubantrieb (Y), der an eine Längsspindel eines axial zum Werkstück ausgerichteten Bettschlittens (5) gekuppelt ist, einem Quervorschubantrieb (X1), der an eine Querspindel (6) eines radial zum Werkstück ausgerichteten Querschlittens (7) gekuppelt ist, auf welchem ein Grobwerkzeug (8) angeordnet ist und welcher auf dem Bettschlitten (5) verfahrbar ist dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Feinwerkzeug (11) vorhanden ist, wobei das Grobwerkzeug (8) und alle Feinwerkzeuge (11) in einer radial zum Werkstück ausgerichteten Ebene winkelläquidistant angeordnet sind, und jedes Feinwerkzeug (11) auf je einem Komplementärschlitten (10) befestigt ist, welcher über je eine Komplementärspindel (9) an Komplementärvorschubantriebe X 2 bis X n gekuppelt ist und auf dem Bettschlitten (5) radial zum Werkstück verfahrbar ist.

*Figur 1*



**EP 1 790 446 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Drechselmaschine, ausgerüstet mit einer CNC-Steuerung, einem Hauptantrieb, der mit dem drehbar eingespannten Werkstück verkuppelt ist, einem Längsvorschubantrieb, der an eine Längsspindel eines axial zum Werkstück ausgerichteten Bettschlittens gekuppelt ist, einem Quervorschubantrieb, der an eine Querspindel eines radial zum Werkstück ausgerichteten Querschlittens gekuppelt ist, auf welchem ein Grobwerkzeug angeordnet ist und welcher auf dem Bettschlitten verfahrbar ist.

**[0002]** Die Herstellung von rotationssymmetrischen Gegenständen ist mit der Einführung der Töpferscheibe zu einem der ältesten, bekannten Verfahren zur Formung geworden. Parallel zur Einführung von Metall und dessen immer weiter fortschreitender Härtung wurde auch die spanabhebende Bearbeitung von rotationssymmetrischen Holzteilen, das Drechseln möglich.

**[0003]** Eine weitere, prinzipiell sehr ähnliche Bearbeitung ist die Herstellung von rotationssymmetrischen Gegenständen durch Schleifen. Die dafür benötigten Maschinen haben prinzipiell gleichen Aufbau, werden jedoch mit anderen Drehzahlen und Vorschubgeschwindigkeiten betrieben.

**[0004]** Die Kontur des Gegenstandes wurde in den Anfängen durch die manuelle Führung des Werkzeuges erzeugt. Im Interesse einer erhöhten Oberflächengenauigkeit und einer Steigerung der Schnittgeschwindigkeit wurde es immer mehr üblich, das Werkzeug fest einzuspannen und in seiner Position relativ zum Werkstück durch einen Kreuzschlitten mit kreuzweise angeordneten Spindeln zu verstellen, wobei die Spindel durch Handräder manuell verdreht wurden.

**[0005]** Mit der Einführung von drehzahlregelbaren, elektrischen Antrieben wurde die Automatisierung von Drechselmaschinen möglich. Die ersten Varianten verkoppelten Hauptantrieb für das Werkstück und die Vorschübe über mehrstufige Verstellgetriebe mit einem Zentralmotor, später wurden jedoch parallel zu den Fortschritten in der Leistungs- und Regelelektronik anstelle von Drehstromantrieben Gleichstromantriebe eingesetzt. Durch immer weitere Kostenreduzierung bei der Regelelektronik wurde es üblich, für den Hauptantrieb und jede einzelne Achse getrennte Antriebe vorzusehen. Aktueller Stand der Technik ist, dass die bürstenbehafteten Gleichstromantriebe für die Vorschubantriebe durch bürstenfreie Drehstromantriebe mit Permanenterregung durch Selten-Erde-Magnete ersetzt wurden.

**[0006]** Parallel zur Entwicklung der Antriebstechnik und der Steuerung, insbesondere zur Reduzierung der Investitionskosten, wurde auch die Konfiguration der Drechselmaschinen erweitert. Mit der Erhöhung von Genauigkeit und Dynamik bei der Antriebstechnik wird es zunehmend interessanter, die Anzahl der Vorschubantriebe weiter zu erhöhen, wenn dadurch Bearbeitungszeiten reduziert und Bearbeitungsgenauigkeiten angehoben werden können.

**[0007]** Durch diesen technologischen Fortschritt rückt der aktuelle Stand der Technik Patentschriften ins Blickfeld, die zur Zeit ihrer Offenlegung entweder mit komplizierten, mechanischen Umschaltgetrieben, aufwendigen Umschaltungen der Regelelektronik oder für die damalige Zeit allzu teuren Mehrfachantrieben realisiert werden mussten und deshalb nur höchst selten verwirklicht worden sind.

**[0008]** Die DE 1477307 beschreibt parallele Längsspindeln mit getrennten Antrieben, jedoch noch mit einer Umschaltung der Regelkreise, sodass ausschließlich sequentieller Betrieb möglich war. Mit den heute vergleichsweise sehr viel preiswerteren Regelantrieben kann nach aktuellem Stand der Technik jede Längsspindel in wirtschaftlich sinnvoller Weise mit Einzelreglern gleichzeitig betrieben werden.

**[0009]** Die DE 27 31 860 offenbart mehrere Schlitten, die in einer gemeinsamen Führung laufen und über jeweils eine eigene Klemmvorrichtung an den Vorschubantrieb gekuppelt werden. Nachteil dieser Anordnung ist, dass die beiden Achsen während der Bewegung stets zwangsweise den gleichen Abstand zueinander einnehmen. Wenn der Abstand verstellt werden soll, muss die Vorschubbewegung gestoppt werden, die Kupplung betätigt werden, der neue Abstand eingestellt werden, die Kupplung wieder eingerastet werden und dann mit dem entsprechend justierten Abstand weiter gefahren werden. Diese Konfiguration ist bei aktuellem Stand der Technik für Industrieländer nicht interessant; könnte jedoch in Niedrigstlohnländern, wo das Verhältnis zwischen Investment und Arbeitskosten ein anderes ist, evtl. von Interesse sein.

**[0010]** Aktueller Stand der Technik für Drechselmaschinen ist also die Ausrüstung mit einer CNC-Steuerung, einem Hauptantrieb, einem axial zum Werkstück verfahrbaren Bettschlitten und einem radial zum Werkstück verfahrbaren Querschlitten.

**[0011]** Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, dass zeitgleich zur Grobbearbeitung auch die Feinbearbeitung des Drehteiles erfolgen kann, die Schwingungsneigung des Werkstückes gedämpft wird, die Bearbeitungszeit reduziert und die Genauigkeit erhöht wird.

**[0012]** Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass wenigstens ein Feinwerkzeug vorhanden ist, wobei das Grobwerkzeug und alle Feinwerkzeuge in einer radial zum Werkstück ausgerichteten Ebene winkeläquidistant angeordnet sind, und jedes Feinwerkzeug auf je einem Komplementärschlitten befestigt ist, welcher über je eine Komplementärspindel an die Komplementärvorschubantriebe X 2 bis X n gekuppelt ist und auf dem Bettschlitten radial zum Werkstück verfahrbar ist.

**[0013]** Solche zusätzlichen Werkzeuge zur Feinbearbeitung sind ein entscheidender Fortschritt in der Bearbeitung, da im gleichen Arbeitsgang und mit der gleichen Einspannung des Werkstückes sowohl die Grobbearbeitung als auch die Feinbearbeitung erfolgen kann. Dadurch wird nicht nur an der Bearbeitungszeit gespart, sondern es entfällt zusätzlich auch noch die Zeit zur Um-

rüstung auf ein neues Werkzeug für die Feinbearbeitung.

**[0014]** Ein weiterer Vorteil ist, dass durch die Bearbeitung des Werkstückes an wenigstens zwei sich gegenüber liegenden Punkten die Neigung zu Schwingungen schon im Keim erstickt wird. Zugleich wird der Abtransport der Späne erleichtert, weil durch das Feinwerkzeug ein Teil der Späne auf der anderen Seite des Werkstückes anfällt und dort abtransportiert werden kann. Der Verzicht auf eine zweite Einspannung reduziert Fehlermöglichkeiten durch Ungenauigkeiten beim nochmaligen Einspannen und verbessert damit die Konstanz der bei der Feinbearbeitung abgetragenen Materialstärke. Dadurch kann auf Sicherheitsreserven in der Auslegung von Werkzeug und Vorschubantrieb verzichtet werden, wodurch sich die Bearbeitungszeit und/oder die erzielbare Genauigkeit weiter erhöht.

**[0015]** Eine weitere Maßnahme zur Dämpfung der Schwingungsneigung ist es, dass in der Nähe der Werkzeuge eine Lunette angeordnet wird, welche das Werkstück gegen Ausweichen in radiale Richtung abstützt.

**[0016]** Für die Ausführung einer erfindungsgemäßen Drechselmaschine sind zahlreiche, vorteilhafte Varianten möglich.

Falls nur ein einziges Feinwerkzeug vorhanden ist, ist es eine interessante Ersparnis bei Produktion und Wartung, wenn Querschlitten und Komplementärschlitten in einer gemeinsamen Führung verfahrbar sind. Ein weiterer Vorteil einer solchen Drechselmaschine ist es, dass Querschlitten und Komplementärschlitten jeweils nur eine Hälfte des gesamten Verfahrbereiches benötigen. Dabei reicht ein einfacher, mechanischer Endschalter als simpler Kollisionsschutz der beiden Schlitten, da jeder Schlitten vom Prinzip her nur auf einer Seite des Werkstückes arbeiten muss.

**[0017]** in der Konfiguration mit einem einzigen Feinwerkzeug ist es eine weitere, bei der antriebstechnischen Ausrüstung sparende Variante, wenn Querspindel und Komplementärspindel zu einer mechanischen Einheit verkuppelt sind, wobei im einfachsten Fall die Steigungen beider Spindel den gleichen Betrag, jedoch die entgegengesetzte Richtung aufweisen. Eine solche Spindel kann beide Schlitten genau synchron zueinander, jedoch mit unterschiedlichem Vorzeichen der Bewegungsrichtung betreiben. In dieser Konfiguration ist nur ein einziger Vorschubantrieb für Quer- und Komplementärschlitten erforderlich, womit sich auch die elektronische Steuerung vereinfacht.

**[0018]** Nachteil dieser Anordnung ist jedoch, dass das Verhältnis zwischen Grobabtrag und Feinabtrag stets gleich ist, da beide Werkzeuge immer den gleichen Abstand von der Mittelachse des Drehteiles haben.

**[0019]** Dieser Nachteil wird dann vermieden, wenn Querschlitten und Komplementärschlitten je einen eigenen Servoantrieb aufweisen. Eine solche Ausführungsvariante ist bezogen auf die Flexibilität bei der Bearbeitung zweifellos die vorteilhafteste, jedoch auch vergleichsweise aufwendig bei der Anschaffung.

**[0020]** Um die Investitionskosten zu begrenzen,

schlägt die Erfindung vor, dass bei einem gemeinsamen Servoantrieb für Querschlitten und Komplementärschlitten zwischen die Mutter der Komplementärspindel und den Komplementärschlitten ein kleiner Feintrieb eingefügt wird. Dieser Antrieb bleibt bei der Bearbeitung von zylindrischen Teilen der Kontur funktionslos. Bei stark gekrümmten Teilen der Kontur oder gar bei Knicken in der Kontur sorgt er jedoch dafür, dass der Komplementärvorschubantrieb das Feinwerkzeug tiefer in das Werkstück hinein fährt.

**[0021]** Da dieser Verfahrensweg um Größenordnungen kleiner als der des Quervorschubes für das Grobwerkzeug ist, kann neben den üblichen elektrischen Antrieben mit polumschaltbarem Asynchronmotor, Schrittmotor oder Servomotor mit Spindel, Zahnriemen oder Zahnstange auch über andere, nicht so weit verbreitete Varianten nachgedacht werden. Dazu zählt insbesondere ein Piezokristall, der durch Anlegen einer elektrischen Spannung seine Abmessungen verändert und auf diese Weise den Komplementärschlitten um eine geringe Wegstrecke verschieben kann.

**[0022]** Eine andere, kostengünstige Variante ist es, dass ein Pneumatik- oder Hydraulikzylinder auf das lange Ende eines Hebels einwirkt, der an seinem kurzen Ende den Komplementärschlitten bewegt. Dadurch wird die im Vergleich zu elektrischen Servoantrieben schlechtere Positioniergenauigkeit durch die Wirkung des Hebels zu einem Teil kompensiert.

**[0023]** Falls die Querspindel und alle Komplementärspindeln mechanisch miteinander verkuppelt sind, reicht ein einziger, gemeinsamer Antrieb, sofern er ausreichend dimensioniert ist. Auch in diesem Fall müssen die Feinwerkzeuge an den stark gekrümmten oder eingekerbten Abschnitten der Kontur dadurch verstärkt aktiviert werden. Anstelle eines eigenen Antriebes für jede einzelne Komplementärspindel können Differentialgetriebe, in Stufen schaltbare Getriebe oder stufenlos verstellbare Getriebe eingesetzt werden.

**[0024]** Eine weitere, prinzipiell mögliche Variante ist es, anstelle der aufwendigen, aber genauen Kugelrollspindel oder der kostengünstigeren Trapezgewindespindeln eine Kombination aus Ritzel und Zahnstange einzusetzen, was vergleichsweise niedrige Drehzahlen der Vorschubantriebe erfordert bzw. sehr hohe Vorschubgeschwindigkeiten ermöglicht, die für die Feinbearbeitung von sehr harten Werkstücken sinnvoll sein können.

**[0025]** In einer vorteilhaften Ausführungsform wird als Grobwerkzeug ein Rundstahl eingesetzt, der im Vergleich zum Feinwerkzeug einen sehr großen Krümmungsradius aufweist und dadurch einen sehr hohen Materialabtrag ermöglicht. Im gleichen Sinne sollte bei gegebenem Werkzeug für den Grobabtrag der Drechselmaschine das Feinwerkzeug einen sehr kleinen Krümmungsradius aufweisen.

**[0026]** Für Bearbeitungsvorgänge, bei denen zur Grobbearbeitung eine deutlich andere Werkzeuggeschwindigkeit als zur Feinbearbeitung erforderlich ist, kann anstelle des Feinwerkzeuges und/oder des Grob-

werkzeuges mit einem einzigen fest stehenden Werkzeug ein rotierendes Fräswerkzeug oder eine rotierende Schleifscheibe mit jeweils eigenem Antrieb eingesetzt werden. Dessen Drehzahl kann so eingestellt werden, dass sowohl die Schnittgeschwindigkeit beim Grobabbtrag als auch beim Feinabbtrag optimal ist.

**[0027]** Als weitere Variante des Fein- oder Grobwerkzeugs schlägt die Erfindung ein Schleifband vor, das über zwei Umlenkrollen geführt wird, und mit dem Bereich zwischen den Umlenkrollen auf das Werkstück gedrückt wird.

Als zusätzliche Untervariante können zwischen den Umlenkrollen zwei Profilscheiben angeordnet werden, die auf Befehl der CNC in den Fahrweg eines sehr elastischen Schleifbandes hinein gedrückt werden können. Dabei ist der Begriff "Profilscheibe" im Sinne der Erfindung weit auszulegen und umfasst im Allgemeinen jede beliebige und damit auch von der Rotationssymmetrie abweichende Form. Sie sind starr oder rotierend befestigt und bilden ein Führungsprofil für das vorbeibewegte Schleifband. Wenn die Profilscheibe eine V-förmige Kante aufweist, wird dadurch auch das elastische Schleifband V-förmig geformt. In dieser Konfiguration wird das Nachschleifen von V-förmigen oder "geknickten" Abschnitten der Kontur möglich.

**[0028]** Eine Erweiterung der von einer Drechselmaschine bearbeitbaren Konturen ermöglicht die folgende, erfindungsgemäße Sonderausstattung:

Eine Schwenkhalterung für das Feinwerkzeug und/oder für das Grobwerkzeug wird in einer zylindersegmentförmigen Kulisso so verschwenkt, dass der Mittelpunkt des Schwenkkreises mit der Spitze des Werkzeuges identisch ist. Dadurch ist die Bearbeitung von Konturen, die senkrecht zur Drehachse des Drehteiles verlaufen, möglich.

Falls das Programm der CNC-Steuerung Raumkurven überwachen kann, sind sogar Hinterschneidungen möglich. Dazu muss das Werkzeug zuerst eine Nute ausarbeiten, welche wenigstens so breit wie das Werkzeug ist und im nächsten Schritt am Grund der Nute verschwenkt werden. Durch Verschwenkungen zu beiden Seiten der Wandung der Nute ist die Ausarbeitung einer schwalbenschwanzförmigen Einkerbung möglich.

**[0029]** Für eine Optimierung der Schnittwinkel und des Abtragsverhaltens kann es sinnvoll sein, das Werkstück auch in einer zweiten Achse zu verschwenken. Dafür ist die Erweiterung der zylindersegmentförmigen Kulisso zu einer Kugelsegmentform erforderlich, sowie die Hinzufügung einer zweiten Bewegungsachse, die etwa rechtwinklig zur ersten Bewegungsachse orientiert ist.

**[0030]** Sofern die effektive Schnittkante des Werkzeuges und der Kreismittelpunkt der Kugel identisch sind, ist die Genauigkeitsanforderung an die Verstellantriebe deutlich niedriger als an die der anderen Servoachsen. In diesem Fall ist es denkbar, kostengünstige Pneuma-

tikzylinder für die Verschwenkung einzusetzen, obwohl deren Positioniergenauigkeit und Steifigkeit deutlich geringer sind als die von permanenten Servoantrieben.

**[0031]** Erfindungsgemäß wird eine weitere Steigerung der Flexibilität einer Drechselmaschine dadurch erreicht, dass wenigstens eine Werkzeughalterung zu einer drehbaren Mehrfachwerkzeughalterung erweitert wird. Im Unterschied zu bekannten Werkzeugwechslern am Maschinengehäuse ist es in dieser Konfiguration nicht erforderlich, dass beide Schlitten wieder zurück in ihren Nullpunkt zur zentralen Werkzeugwechselstation gefahren werden. Vielmehr kann der Werkzeugwechsel an jedem Punkt der Kontur des Drehteiles erfolgen. Auch diese Einrichtung kann mit kostengünstigen, pneumatischen Antrieben versehen werden. Sie sollten durch eine Ausbildung von Zentrierkegeln in ihrer Positioniergenauigkeit unterstützt werden.

**[0032]** Mit einer erfindungsgemäß mit mehreren Vorstößen in X-Richtung ausgestatteten Drechselmaschine ist es ein sinnvolles Verfahren, dass vorwiegend der Quervorschub und das Grobwerkzeug für das Abtragen von sehr großen Spänen des Werkstoffes eingesetzt wird und der Feintrieb sehr stark gekrümmte oder winklige Abschnitte der Kontur formt. Vorteilhaft ist es, dass mehrere Komplementärachsen mit unterschiedlichen Feinwerkzeugen für die Ausformung von Ecken und sehr komplizierten Teilen der Kontur eingesetzt werden.

**[0033]** Im Folgenden sollen weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert werden. Die abgebildeten Beispiele sollen die Erfindung jedoch nicht einschränken, sondern nur erläutern. Es zeigen in schematischer Darstellung:

- Figur 1 dreidimensionale Darstellung einer Drechselmaschine mit Quer- und Komplementärachse
- Figur 2 Aufsicht auf das Bett mit einer Längsspindel, und drei Stück quer dazu verfahrenen Antrieben
- Figur 3 Schnitt durch eine Maschine
- Figur 4 Schwenkhalterung für Grob- oder Feinwerkzeug

**[0034]** Die Figuren zeigen im Einzelnen:

**[0035]** In Figur 1 ist in dreidimensionaler Darstellung eine erfindungsgemäße Drechselmaschine ohne Abdeckung gezeichnet. Im Vordergrund ist die CNC-Steuerung 2 zu erkennen. In der Mitte ist das Werkstück 1, eine gedrechselte Säule mit je einem Wulst am Anfang und am Ende sowie einem Doppelwulst in der Mitte zu erkennen. In der gezeichneten Stellung des Bettschlittens 5 wird einer der beiden mittleren Wulste bearbeitet und zwar von dem Grobwerkzeug 8 auf dem Querschlitten 7 und dem Feinwerkzeug 11 auf dem Komplementärschlitten 10. Zu erkennen ist, dass die Querspindel 6 vom Quervorschubantrieb X 1 über einen Riemen gedreht wird. Die Querspindel 6 ist direkt mit der Komplementärspindel 9 verbunden welche die gleiche Steigung, jedoch

in der entgegengesetzten Richtung aufweist. In der dargestellten Konfiguration sind die Komplementärspindel und die Querspindel 6 feststehend und die beiden Vorschubantriebe X 1 und X 2 sind auf ihrer jeweiligen Schlitten mitfahrend. Parallel zum Längsspindeltrieb sind zwei Stück Bettführungen 12 zu erkennen, in denen der Bettschlitten 5 verfährt. Am hinteren Bildende ist der Längsvorschubantrieb Y zu erkennen. Er ist parallel zum Hauptantrieb 3 ausgerichtet.

**[0036]** In Figur 1 wird nachvollziehbar, dass das Grobwerkzeug 8 komplementär zum Feinwerkzeug 11 ausgerichtet ist; beide Werkzeuge greifen von entgegengesetzter Seite auf das Werkstück 1 ein und helfen dadurch, eventuelle Schwingungsneigungen des Werkstückes 1 im Keim zu unterdrücken.

**[0037]** In Figur 2 ist eine lotrechte Aufsicht auf das (schrägstehende) Maschinenbett wiedergegeben. Die Darstellung wird dominiert vom Werkstück 1, das an den Hauptantrieb 3 drehbar angekuppelt ist. Parallel dazu ist der Längsvorschubantrieb Y zu erkennen. Er ist direkt auf die Längsspindel 4 gekoppelt, welche den Bettschlitten 5 in zwei Schlittenführungen 12 bewegt. Auf dem Bettschlitten 5 sind (ebenso wie in Figur 1) rechts der Quervorschubantrieb X 1 zu erkennen. Im Unterschied zu Figur 1 ist er jedoch fest auf dem Bettschlitten 5 montiert und dreht die aneinander geflanschten Quer- und Komplementärspindel. Weil diese beiden Spindeln zueinander gegenläufig ausgerichtet sind, bewegt sich auch der davon angetriebene Querschlitten 7 stets gegenläufig zum Komplementärschlitten 10. Dadurch ist sicher gestellt, dass sich Querschlitten 7 und Komplementärschlitten 10 stets synchron zueinander bewegen.

**[0038]** In Figur 2 ist jedoch nicht sichtbar, dass zwischen dem Komplementärschlitten 10 und der Querspindel 6 noch ein Feintrieb zwischengeschaltet werden kann, um die Last der Bearbeitung zwischen dem Grobwerkzeug 8 und dem Feinwerkzeug 11 variieren zu können.

**[0039]** In der Figur 2 sind als in Richtung der X-Achse drei kaskadisch miteinander verknüpfte Antriebe zu sehen. Der große Vorteil dieser Anordnung ist, dass die gleichzeitige Bearbeitung in den Stufen "grob", "fein" und "feinst" möglich ist. In Figur 2 wird plausibel, dass jede der drei gezeichneten Werkzeugschneiden mit etwa gleicher Oberflächengeschwindigkeit verfährt. Falls für eines oder mehrere dieser Werkzeuge eine andere Bearbeitungsgeschwindigkeit erforderlich sein sollte, muss das Werkzeug durch einen Hilfsantrieb mit zusätzlichem, rotierendem Werkzeug ersetzt werden, was in Figur 2 jedoch nicht gezeichnet ist.

**[0040]** In Figur 3 ist der Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Drechselmaschine wiedergegeben. Auf dem (quergeschnittenen) Maschinenbett fährt in zwei Führungen 12 der Schlitten 5 auf den Betrachter zu oder vom Betrachter weg. Dabei wird er von der (in Figur 3 geschnittenen) Längsspindel 4 bewegt. Quer zur Längsspindel 4 sind die Querspindel 6 und die (hier fest daran gekuppelte) Komplementärspindel 9 ausgerichtet und

vom in dieser Konfiguration feststehenden Quervorschubantrieb X 1 bewegt. X 1 ist also auf dem Bettschlitten 5 montiert. In dem Bettschlitten 5 verläuft eine Nut 12, (in Figur 3 von links oben nach rechts unten) welche der Querschlitten 7 und der Komplementärschlitten 10 gemeinsam benutzen. Die Besonderheit der gezeichneten Konfiguration ist, dass ein Feintrieb 13 den Schlitten 10 um kleine Wege verschieben kann. In Figur 3 nachvollziehbar ist, dass die Grob-Bewegung des Komplementärschlittens 10 spiegelsymmetrisch zum Querschlitten 7 verläuft, jedoch durch den Feintrieb 13 mit einem geringen Hub korrigiert werden kann. Dadurch kann das Feinwerkzeug 11 zum Beispiel in feine Vertiefungen tiefer eingreifen wie das Grobwerkzeug 8. Bei sehr glatten und vorrangig parallel zur Längsachse verlaufenden Flächen wird der größte Teil der Zerspanungsarbeit vom Grobwerkzeug 8 übernommen; das Feinwerkzeug 11 zieht sich bei diesen Flächen mittels Feintrieb um eine kleine Strecke vom Werkstück zurück.

**[0041]** In Figur 3 ist als Alternative zum Feintrieb 13 schematisch eine Kupplung 16 eingezeichnet. Falls bei einer Drechselmaschine der Feintrieb 13 oder der Komplementärvorschub X 2 eingespart werden soll, ermöglicht die Kupplung 16 die (vorübergehende) Abkoppelung des Komplementärschlittens 10.

In Figur 3 wird deutliche, dass bei geöffneter Kupplung 16 der Quervorschubantrieb X 1 die Mutter auf der Komplementärspindel 9 vollständig mitdreht und dadurch gegenüber dem Komplementärschlitten 10 in eine andere Position verfährt.

Sobald die Kupplung 16 wieder geschlossen wird, bewegen sich der Komplementärschlitten 10 und der Querschlitten 7 wieder synchron zueinander, jedoch mit einem anderem Abstand zwischen den Werkzeugen.

In Figur 4 ist der vertikale Schnitt durch eine Drechselmaschine dargestellt, bei der n=3 Werkzeuge winkelläufig das Werkstück 1 bearbeiten. Ganz unten ist das Maschinenbett geschnitten. In den Führungen 12 gleitet der Querschlitten 5 und wird von der (geschnitten dargestellten) Längsspindel 4 auf den Betrachter zu bewegt. Am Bettschlitten 5 ist die Querspindel 6 befestigt. Darauf bewegt sich eine Mutter, welche über Zahnriemen und den Quervorschubantrieb X 1 gedreht wird, und dadurch den Querschlitten 7 in der Führung 12 verfährt.

**[0042]** In Figur 4 ist nachvollziehbar, dass die winkelläufige Anordnung der Werkzeuge 8 und 11 eine pyramidenförmige Anordnung der Führungen 12 für den Querschlitten 7 und den ersten Komplementärschlitten 10 erfordert. Dieser wird von dem Komplementärvorschubantrieb X2 bewegt und sorgt so dafür, dass das erste Feinwerkzeug 11 synchron zum Grobwerkzeug 8 in das Material hinein- oder heraus gefahren wird.

**[0043]** Im Unterschied zu Figur 2 und Figur 3 sind im Beispiel der Figur 4 sämtliche Spindeln feststehend. Die mitfahrenden Antriebe X1, X2 und X3 drehen über Zahnriemen je eine (in der Zeichnung verdeckte) Mutter. Ebenfalls nicht dargestellt ist, dass die Mutter über ein Lager mit dem jeweiligen Schlitten verbunden ist.

**[0044]** In Figur 4 wird deutlich, dass die winkeläquidistante Anordnung der Werkzeuge 8 und 11 einen dritten Komplementärschlitten 10 im oberen Bereich der Drechselmaschine erfordert, dessen (ebenfalls feststehende) Komplementärspindel über Mutter und Zahnriemen mit dem Komplementärvorschubantrieb  $X_n = X_3$  verkuppelt ist.

**[0045]** In Figur 5 ist ein (in den anderen Figuren nicht gezeigtes, anderes) Werkstück 1 im Schnitt gezeigt. Eine Schwenkhalterung 14 ist mit dem Beispiel eines Feinwerkzeuges 11 in drei verschiedenen Bearbeitungspositionen dargestellt. Die Schwenkhalterung 14 bewegt das Werkzeug in einer zylindersegmentförmigen Kulisse 15. Als Antrieb wird hier ein Zylinder 18 gezeigt, wobei es für das Prinzip nicht erheblich ist, ob es ein Hydraulik- oder ein Pneumatikzylinder ist.

**[0046]** In der in Figur 5 oben gezeigten Stellung der Schwenkhalterung 14 befindet sich das Werkzeug am oberen Anschlag der Kulisse 15. In dieser Position ist es in der Lage, senkrecht zur Längsachse des Werkstückes 1 verlaufende Flächen zu bearbeiten.

**[0047]** In der mittleren Position befindet sich das Werkzeug in der Mitte des Verschwenkbereiches. In dieser Position ist es optimiert für das Bearbeiten von glatten Flächen, die etwa parallel zur Längsachse des Werkstückes 1 verlaufen. In der unteren Position ist der andere Anschlag des Zylindersegmentes erreicht, sodass zur anderen Seite hin orientierte, senkrecht zur Längsachse ausgerichtete Flächen des Werkstückes 1 bearbeitbar sind.

#### Bezugszeichenliste:

#### [0048]

X 1 = Quervorschubantrieb  
 X 2 = Erster Komplementärvorschubantrieb  
 X 3 = Zweiter Komplementärvorschubantrieb  
 X n = (n-1)ter Komplementärvorschubantrieb  
 Y = Längsvorschubantrieb  
 1 = Werkstück  
 2 = CNC-Steuerung  
 3 = Hauptantrieb, mit Werkstück 1 verkuppelt  
 4 = Längsspindel, mit Längsvorschubantrieb Y verkuppelt  
 5 = Bettschlitten, durch Längsspindel 4 und Längsvorschubantrieb Y verfahrbar  
 6 = Querspindel, an Quervorschubantrieb X 1 gekuppelt  
 7 = Querschleiten, durch Querspindel 6 und Quervorschubantrieb X 1 auf Bettschlitten 5 verfahrbar  
 8 = Grobwerkzeug, auf Querschleiten 7 montiert  
 9 = Komplementärspindel, an Komplementärvorschubantrieb X 2 gekuppelt  
 10 = Komplementärschlitten, durch Komplementärspindel 9 und Komplementärvorschubantrieb X 2 bis X n auf Bettschlitten 5 verfahrbar

11 = Feinwerkzeug, auf Komplementärschlitten 11 oder Mehrfachwerkzeughalterung 17 montiert  
 12 = Führung der Schlitten  
 13 = Feinantrieb  
 14 = Schwenkhalterung für Grob- oder Feinwerkzeug  
 15 = Kulisse, zylindersegmentförmig oder kugelsegmentförmig, für Schwenkhalterung 14  
 16 = Kupplung fernschaltbar, verbindet die Mutter auf der Komplementärspindel 9 mit dem Komplementärschlitten 10  
 17 = Mehrfachwerkzeughalterung, auf Komplementärschlitten 10  
 18 = Zylinder

#### Patentansprüche

##### 1. Drechselmaschine, ausgerüstet mit

- einer CNC-Steuerung 2,
- einem Hauptantrieb 3, der mit einem drehbar eingespannten Werkstück 1 verkuppelt ist,
- einem Längsvorschubantrieb Y, der an eine Längsspindel 4 eines axial zum Werkstück 1 ausgerichteten Bettschlittens 5 gekuppelt ist,
- einem Quervorschubantrieb X 1, der an eine Querspindel 6 eines radial zum Werkstück 1 ausgerichteten Querschleittens 7 gekuppelt ist,
- auf welchem ein Grobwerkzeug 8 angeordnet ist und
- welcher auf dem Bettschlitten 5 verfahrbar ist

##### dadurch gekennzeichnet, dass

- wenigstens ein Feinwerkzeug 11 vorhanden ist,
- wobei das Grobwerkzeug 8 und alle Feinwerkzeuge 11 in einer radial zum Werkstück 1 ausgerichteten Ebene
- winkeläquidistant angeordnet sind,
- und jedes Feinwerkzeug 11 auf je einem Komplementärschlitten 10 befestigt ist,
- welcher über je eine Komplementärspindel 9 an die Komplementärvorschubantriebe X 2 bis X n gekuppelt ist
- und auf dem Bettschlitten 5 radial zum Werkstück 1 verfahrbar ist.

##### 2. Drechselmaschine, nach Anspruch 1

##### dadurch gekennzeichnet, dass

ein einziges Feinwerkzeug 11 vorhanden ist, dessen Komplementärschlitten 10 in derselben Führung 12 wie der Querschleiten 7 verfahrbar sind.

##### 3. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche

##### dadurch gekennzeichnet, dass

in der Nähe von Grobwerkzeug 8 und den Feinwerkzeugen 11 eine Lunette 18 angeordnet wird.

4. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Querspindel 6 und alle Komplementärspindeln 9 mechanisch miteinander verkuppelt sind.
5. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Querspindel 6 und alle Komplementärspindeln 9 mechanisch miteinander verkuppelt sind, wobei vor jede Komplementärspindel ein Differentialgetriebe, 15  
 ein in Stufen schaltbares Getriebe oder ein stufenlos verstellbares Getriebe angeordnet ist.
6. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 20  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 Querspindel 6 und Komplementärspindel 9 miteinander verkuppelt sind  
 und zwischen der Mutter der Komplementärspindel 9 und dem Komplementärschlitten 10 ein Feinantrieb 13 angeordnet ist. 25
7. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 30  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 zwischen Komplementärschlitten 10 und die Mutter der Komplementärspindel 9 eine fernschaltbare Kupplung 16 angeordnet ist.
8. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 35  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 der Feinantrieb 13 ein Piezokristall, ein elektrischer Linearantrieb, ein elektrischer Antrieb mit Spindel, ein elektrischer Antrieb mit Zahnriemen oder Zahnstange, ein Pneumatik- oder ein Hydraulikzylinder 40  
 ist oder ein über einen Hebel wirkender Zylinder ist.
9. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 45  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 der Bettschlitten 5 und/oder der Querschlitten 7 und/oder der Komplementärschlitten 10 über je eine Zahnstange mit Antriebsritzel verfahrbar ist. 50
10. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 55  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 das Grobwerkzeug 8 ein Rundstahl ist, welcher im Vergleich zum Feinwerkzeug 11 einen großen Krümmungsradius aufweist
11. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden

den Ansprüche

- dadurch gekennzeichnet, dass**  
 als Feinwerkzeug 11 und/oder als Grobwerkzeug 8 ein Fräswerkzeug oder eine Schleifscheibe mit eigenem, rotierendem Antrieb auf dem Querschlitten 7 bzw. dem Komplementärschlitten 10 angeordnet ist.
12. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 das Feinwerkzeug 11 und/oder das Grobwerkzeug 8 als Schleifband ausgebildet ist, welches über zwei Umlenkrollen geführt ist und mit dem Bereich zwischen den Umlenkrollen auf das Werkstück 1 drückbar ist. 15
13. Drechselmaschine, nach Anspruch 12  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 zwischen den Umlenkrollen zwei Profilscheiben angeordnet sind, die in den Verfahrensweg des Schleifbandes hineindrückbar sind. 20
14. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 25  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 eine Schwenkhalterung 14 für das Feinwerkzeug 11 und/oder für das Grobwerkzeug 8 in einer zylindersegmentförmigen oder kugelsegmentförmigen Kullisse 15 bewegbar ist, wobei der Mittelpunkt des Schwenkkreises mit der Spitze des Werkzeuges identisch ist. 30
15. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 35  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 auf dem Komplementärschlitten 10 eine Mehrfachwerkzeughalterung 17 mit wenigstens 2 verschiedenen Werkzeugen verschwenkbar angeordnet ist. 40
16. Drechselmaschine, nach einem der vorhergehenden Ansprüche 45  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Schwenkhalterung 14 und/oder die Mehrfachwerkzeughalterung 17 über einen Pneumatikzylinder der 21 verschwenkbar sind. 50
17. Drechselmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 55  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Ansteuerung der Feinwerkzeuge 11 und des Grobwerkzeuges 8 von der CNC-Steuerung 2 so ausgebildet ist, dass  
 - bei gradlinigen oder fast gradlinigen Teilen der Kontur der größte Teil des Materials vom Werkstück 1 durch das Grobwerkzeug 8 abtragbar ist  
 - und in den stark gekrümmten oder winkligen

Teilen des Konturverlaufes das Material vom Werkstück 1 durch die Feinwerkzeuge 11 abtragbar ist,

- wobei das Grobwerkzeug 8 und die Feinwerkzeuge 11 gleichzeitig im Eingriff auf das Werkstück 1 befindlich sein können.

10

15

20

25

30

35

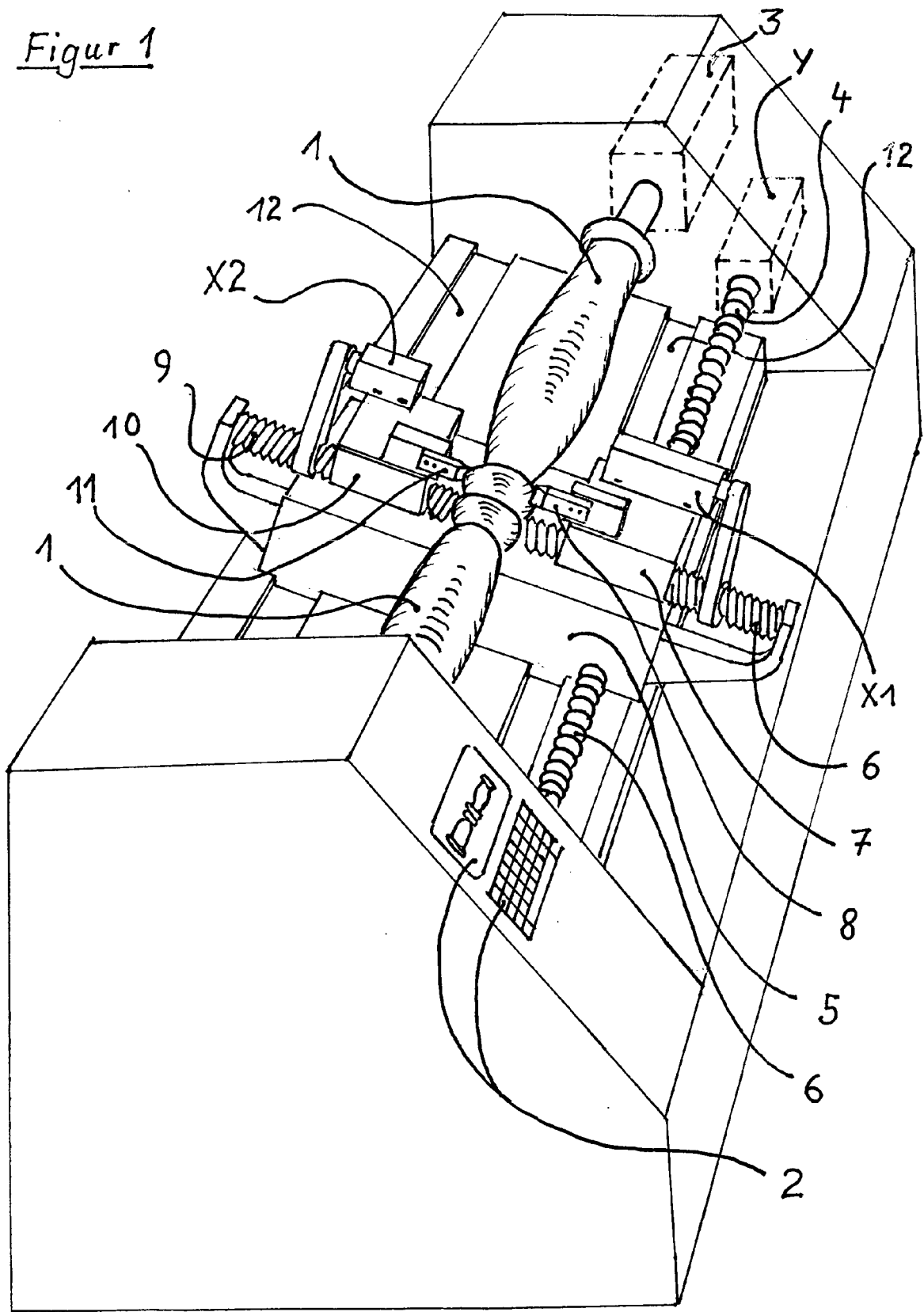
40

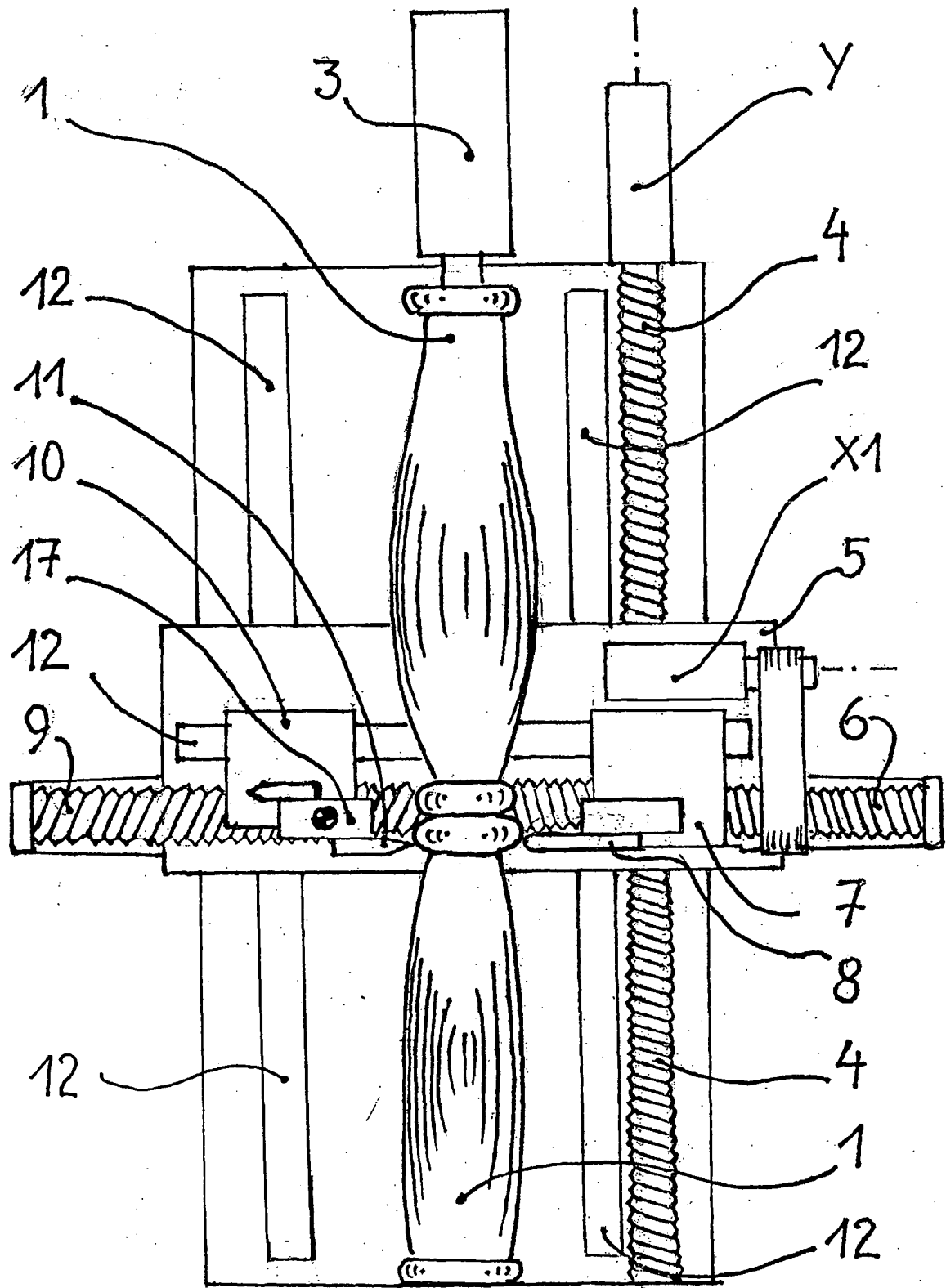
45

50

55

Figur 1





Figur 2

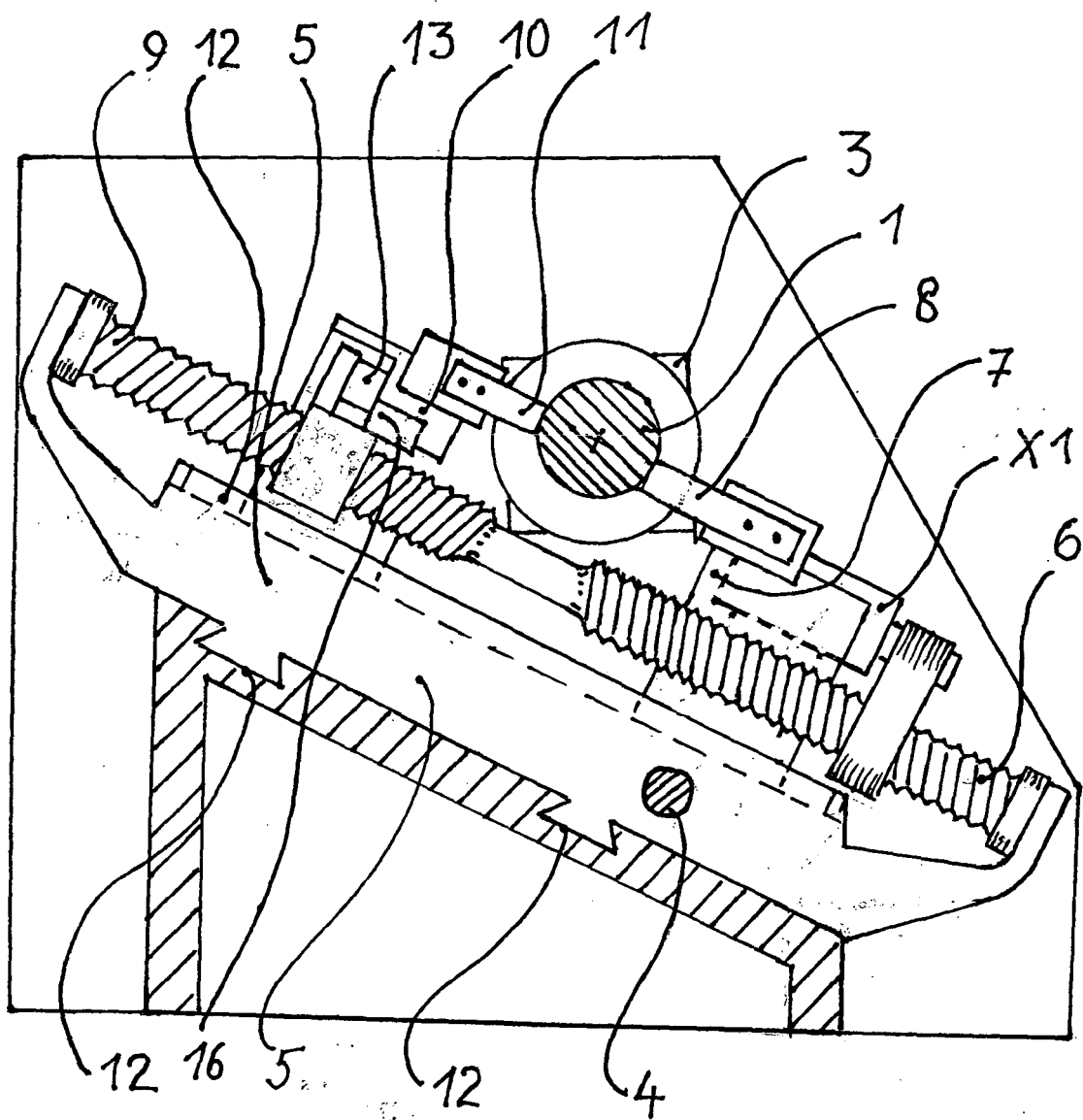
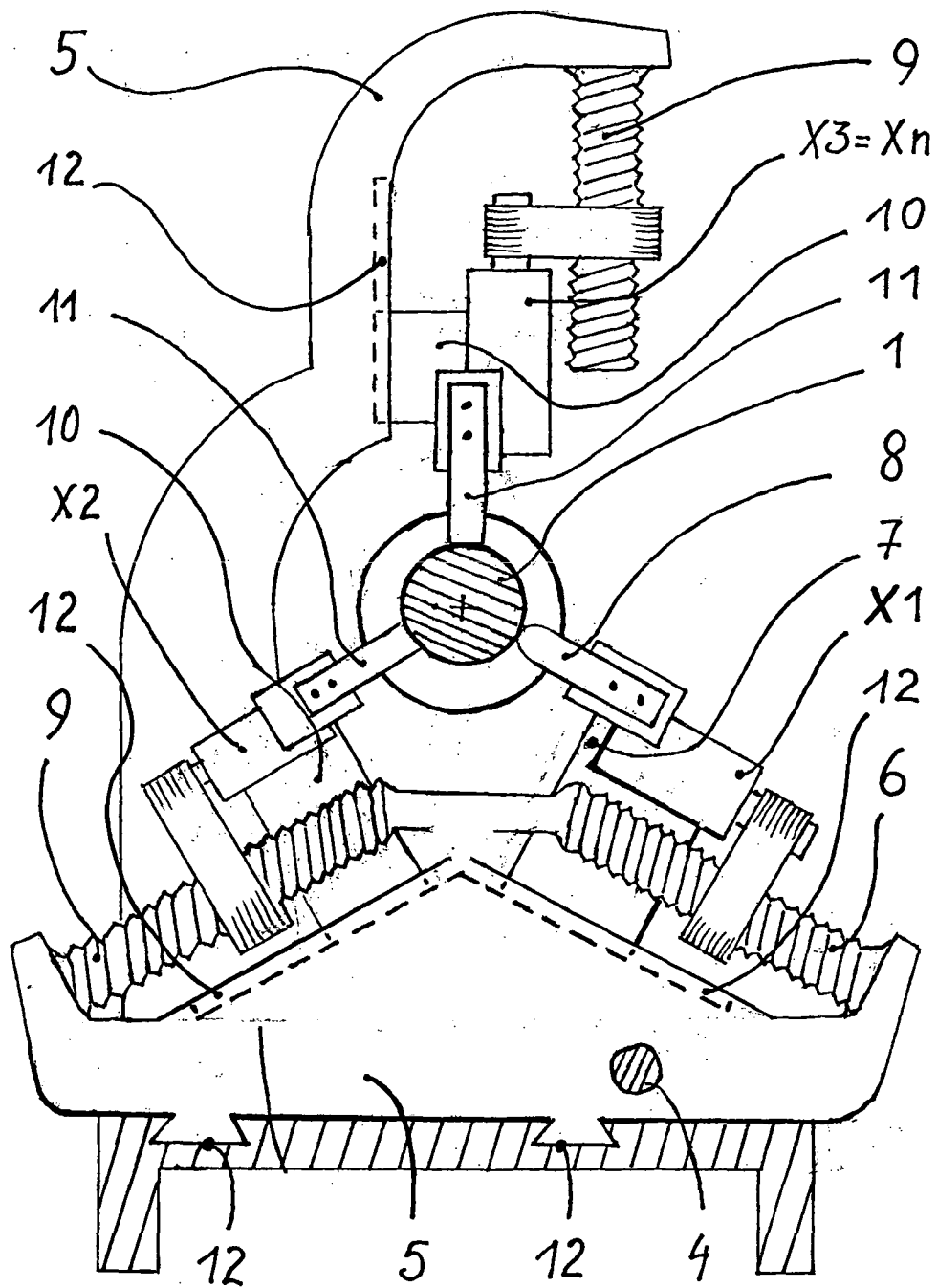
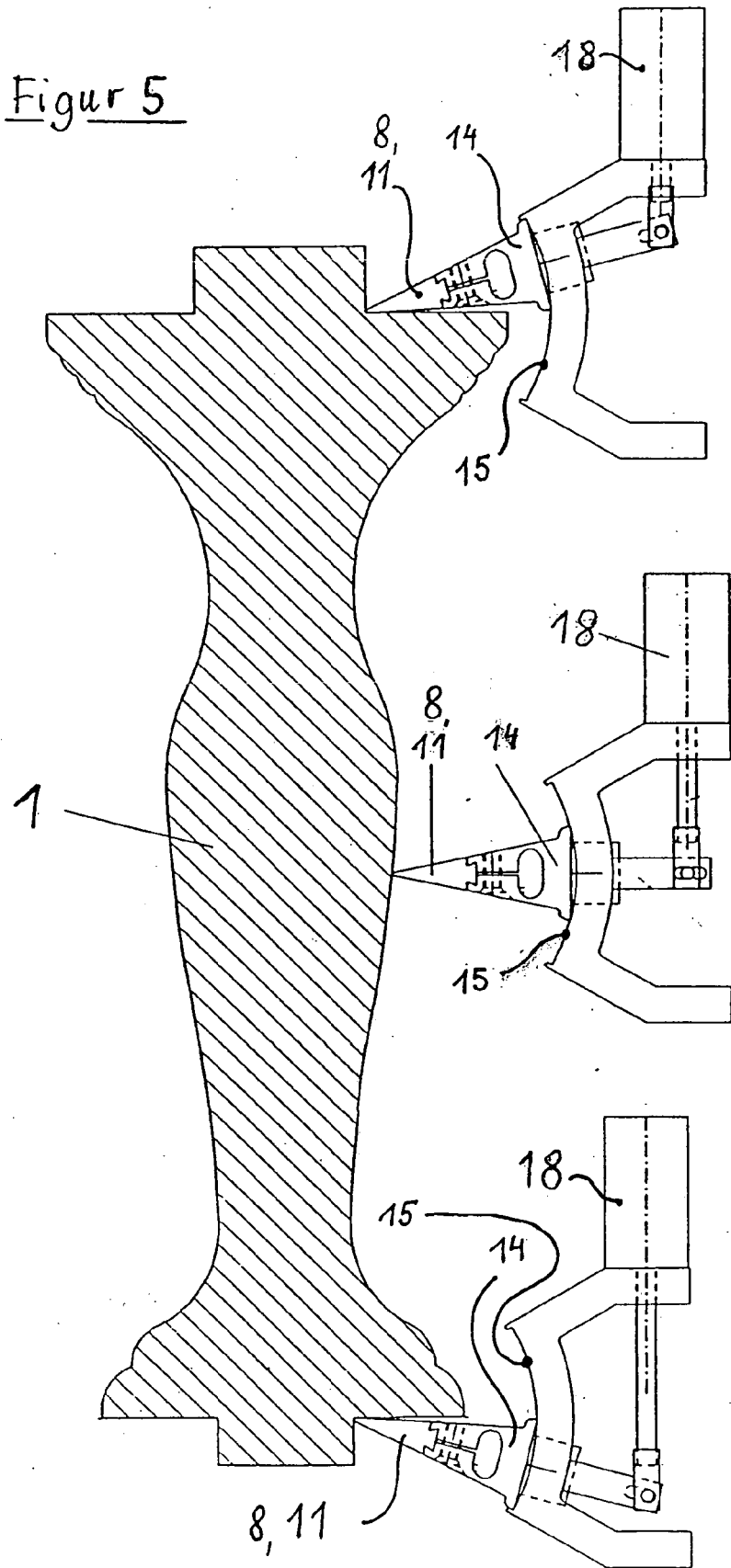


Figure 3



Figur 4

Figur 5





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 06 02 4089

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                     | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)        |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 195 29 525 A1 (UNSLEBER ELMAR [DE])<br>29. Februar 1996 (1996-02-29)<br>* das ganze Dokument *                                                                                                                       | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | INV.<br>B27C7/00<br>B27C7/06<br>B23Q11/00 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ES 2 190 302 A1 (SANCHEZ APARICIO VICENTE [ES]) 16. Juli 2003 (2003-07-16)<br>* Ansprüche 1,2; Abbildungen 1,2 *                                                                                                        | 1,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 40 24 043 A1 (HAGER JOSEF [DE])<br>30. Januar 1992 (1992-01-30)<br>* das ganze Dokument *                                                                                                                            | 1,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 5 898 984 A1 (CHIBA HIROSHI [JP] ET AL)<br>4. Mai 1999 (1999-05-04)<br>* Spalte 8, Zeile 65 - Spalte 9, Zeile 7; Abbildungen 1,7 *                                                                                   | 1,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DATABASE WPI<br>Section PQ,<br>Derwent Publications Ltd., London, GB;<br>Class P54, AN 1984-126097<br>XP002422836<br>-& SU 1 036 459 A (KVASHA V I)<br>23. August 1983 (1983-08-23)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen * | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                       | DE 14 77 307 A1 (FISCHER AG GEORG)<br>3. April 1969 (1969-04-03)<br>* Abbildungen *                                                                                                                                     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                       | DE 27 31 860 B1 (GILDEMEISTER AG)<br>23. November 1978 (1978-11-23)<br>* Anspruch 1; Abbildungen *                                                                                                                      | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                           |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                         | Abschlußdatum der Recherche<br><b>2. März 2007</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Prüfer<br><b>Meritano, Luciano</b>        |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                         | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                           |

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 02 4089

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-03-2007

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |            | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| DE 19529525                                         | A1 | 29-02-1996                    | KEINE                             |            |                               |
| ES 2190302                                          | A1 | 16-07-2003                    | ES                                | 2253051 A1 | 16-05-2006                    |
| DE 4024043                                          | A1 | 30-01-1992                    | KEINE                             |            |                               |
| US 5898984                                          | A1 |                               | KEINE                             |            |                               |
| SU 1036459                                          | A  | 23-08-1983                    | KEINE                             |            |                               |
| DE 1477307                                          | A1 | 03-04-1969                    | CH                                | 418094 A   | 31-07-1966                    |
|                                                     |    |                               | GB                                | 1083920 A  | 20-09-1967                    |
|                                                     |    |                               | US                                | 3343243 A  | 26-09-1967                    |
| DE 2731860                                          | B1 | 23-11-1978                    | FR                                | 2397267 A1 | 09-02-1979                    |
|                                                     |    |                               | GB                                | 2000995 A  | 24-01-1979                    |
|                                                     |    |                               | IT                                | 1103776 B  | 14-10-1985                    |
|                                                     |    |                               | JP                                | 54020474 A | 15-02-1979                    |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 1477307 [0008]
- DE 2731860 [0009]