

(19)



(11)

**EP 2 313 218 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**19.10.2011 Patentblatt 2011/42**

(51) Int Cl.:  
**B21K 5/04** <sup>(2006.01)</sup> **B21H 1/18** <sup>(2006.01)</sup>  
**B21H 3/10** <sup>(2006.01)</sup> **B22F 5/10** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **09779827.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2009/057583**

(22) Anmeldetag: **18.06.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2010/006873 (21.01.2010 Gazette 2010/03)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES AUS PLASTISCHER MASSE  
BESTEHENDEN KREISZYLINDRISCHEN KÖRPERS MIT INNENLIEGENDEN  
WENDELFÖRMIGEN AUSNEHMUNGEN**

METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING A CIRCULAR CYLINDRICAL BODY COMPRISING  
A WORKABLE MASS AND HAVING INTERNAL HELICAL RECESSES

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE FABRICATION D'UN CORPS EN CYLINDRE CIRCULAIRE  
CONSTITUÉ D'UNE PÂTE PLASTIQUE ET DOTÉ DE DÉCOUPES HÉLICOÏDALES INTÉRIEURES

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **16.07.2008 DE 102008033413**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.04.2011 Patentblatt 2011/17**

(73) Patentinhaber: **Friedrichs, Arno  
95326 Kulmbach (DE)**

(72) Erfinder: **Friedrichs, Arno  
95326 Kulmbach (DE)**

(74) Vertreter: **Eichstädt, Alfred  
Maryniok & Eichstädt,  
Kuhbergstrasse 23  
96317 Kronach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 173 675 WO-A2-01/17705**

**EP 2 313 218 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines aus plastischer Masse bestehenden kreiszylindrischen Körpers, insbesondere eines Sintermetall-Rohlings, der mindestens eine im Inneren des Körpers verlaufende wendelförmige Innenausnehmung hat, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 7.

**[0002]** Solche Körper werden insbesondere bei der Herstellung von Bohrwerkzeugen bzw. Bohrwerkzeug-Einsätzen aus Hartmetall oder keramischen Werkstoffen benötigt. Durch den wendelförmigen Verlauf der zumindest einen Innenausnehmung, die beim fertigen Bohrwerkzeug zur Zufuhr von Kühl- oder Schmiermittel in den Schneidenbereich dient, kann das Bohrwerkzeug mit wendelförmigen Spannuten ausgestattet werden, was oftmals zur Bereitstellung günstiger Schnitt- und Zerspansungsseigenschaften von Vorteil und deshalb angestrebt ist.

**[0003]** Man hat bereits frühzeitig versucht, solche Sintermetall- oder Keramikrohlinge im Extrusionsverfahren herzustellen, indem die aus Sintermetallpulver bzw. Keramikpulver und Bindemittel bestehende Masse durch eine Pressdüse gedrückt wird, die einen dem anzustrebenden Rohlingsquerschnitt entsprechenden Querschnitt und zumindest einen innenliegenden Kern in Form eines Stifts hat, der beim Extrudieren der plastifizierten Masse für die Bildung der sich durch den gesamten Rohling erstreckenden Innenausnehmung dient.

**[0004]** Die aus der Pressdüse austretende Masse ist in der Regel sehr druckempfindlich, d. h. der austretende Rohling verformt sich bei äußerer Krafteinwirkung äußerst leicht. Da solche Verformungen nicht mehr reversibel sind und damit zu zumindest abschnittsweise unbrauchbaren Rohlingen führen, hat man versucht, das Extrusionsverfahren so weiter zu entwickeln, dass der Rohling bereits beim Austreten aus der Strangpressdüse wendelförmig verlaufende Kühlkanäle aufweist. Gemäß einem Vorschlag (siehe z. B. EP-A-0 465 946) wird dies dadurch erzielt, dass am Innenumfang der Strangpressdüse wendelförmig verlaufende Führungsleisten angebracht werden, die der austretenden plastischen Masse eine Drallbewegung aufzwingen. Im Querschnitt der Pressdüse sind flexible Fäden mit einem dem Querschnitt der herzustellenden Innenausnehmung entsprechenden Querschnitt befestigt, wobei die Fäden sich bis zum Austritt des Düsenmundstückes erstrecken. Durch die Flexibilität der Fäden können diese der Drallbewegung bzw. der Drallströmung der plastischen Masse folgen und somit den zumindest einen innenliegenden Kühlkanal im Rohling erzeugen.

**[0005]** Gemäß einem weiteren Vorschlag wird das Düsenmundstück und/oder eine propellerartig gestaltete Nabe, an der die vorstehend genannten flexiblen bzw. biegeschlaffen Fäden befestigt sind, während des Extrusionsvorgangs in Drehbewegung versetzt, wodurch wiederum ein außenseitig glatter Rohling mit innenlie-

genden wendelförmigen Kanälen bzw. Ausnehmungen hergestellt werden kann.

**[0006]** Bei der Herstellung solcher Werkzeug-Rohlinge kommt es darauf an, dass der Steigungswinkel der zumindest einen wendelförmigen Innenausnehmung über die gesamte Länge des Rohlings konstant und innerhalb eng tolerierter Grenzen gehalten wird. Dies ist deshalb erforderlich, weil in den Werkzeugrohling nach dem Sinterprozess regelmäßig Spannuten eingeschliffen werden. Dieses Einschleifen erfolgt mit weitgehend automatisierten Maschinen, so dass sich bei ungenauer Herstellung der wendelförmigen Innenausnehmungen eine unkontrolliert hohe Ausschussrate ergeben kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Werkzeuge mit Vollhartmetall-Schneidteilen unter anderem deshalb eingesetzt werden, weil die hohe Beanspruchbarkeit des Werkstoffs, insbesondere die Torsionssteifigkeit, ausgenutzt werden soll. Um dies sicherzustellen, darf die Innenausnehmung nicht zu nahe an die Spannuten heran reichen, was bei ungenauer Herstellung der wendelförmigen Innenausnehmung jedoch nicht wirksam ausgeschlossen werden kann.

**[0007]** Bei den vorstehend beschriebenen Ansätzen zur Herstellung des Rohlings mit inneliegenden wendelförmigen Ausnehmungen ist es deshalb erforderlich, das Extrusionswerkzeug und/oder die Sintereinrichtungen für die Extrusionsschnecke bzw. - falls vorhanden - für die drallerzeugenden Körper beim Extrusionsvorgang genauestens zu überwachen und auf den Massendurchsatz abzustimmen. Dies hat zur Folge, dass verhältnismäßig lange Umrüst- und Einstellzeiten am Strangpresswerkzeug erforderlich sind, mit der Folge, dass herkömmliche Verfahren wirtschaftlich in erster Linie für große Serien Anwendung finden. Für kleine Serien bzw. für die Herstellung von Bohrwerkzeugen mit größeren Nenndurchmessern ergeben sich unverhältnismäßig hohe Maschinen-Einstellkosten, wodurch die Wirtschaftlichkeit des Herstellungsverfahrens in Frage gestellt wird.

**[0008]** Aus der EP-B1-1 230 046 sind bereits ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Sintermetall-Rohlings mit innenliegenden wendelförmigen Ausnehmungen bekannt. Gemäß diesem bekannten Verfahren wird zunächst ein im Wesentlichen kreiszylindrischer Körper mit mindestens einer in seinem Inneren geradlinig verlaufenden Innenausnehmung hergestellt, beispielsweise extrudiert. Dieser Körper wird auf eine gewünschte Länge abgelängt und anschließend unter Abstützung über seine ganze Länge auf einer Auflage mittels einer Reibflächenanordnung einer Wälzbewegung unterworfen, deren Geschwindigkeit sich über die Länge des Körpers linear und stetig ändert, wodurch der Körper gleichmäßig verdreht wird. Dieses Verdrehen erfolgt unter Verwendung einer Drehachse, die die Längsachse des Körpers schneidet.

**[0009]** Mittels des aus der EP-B1-1 230 046 bekannten Verfahrens können Sintermetall-Rohlinge hergestellt werden, bei denen der Steigungswinkel der zumindest

einen wendelförmigen Innenausnehmung über die gesamte Länge des Rohlings konstant und innerhalb eng tolerierter Grenzen gehalten wird. Dadurch kann in der Regel sichergestellt werden, dass die mindestens eine Innenausnehmung nicht zu nahe an die Spannut heranreicht, die noch eingebracht werden muss.

**[0010]** In der Praxis bestehen zunehmend höhere Anforderungen an die Konstanthaltung des Steigungswinkels der zumindest einen wendelförmigen Innenausnehmung über die gesamte Länge des Rohlings innerhalb eng tolerierter Grenzen.

**[0011]** Die Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines aus plastischer Masse bestehenden kreiszylindrischen Körpers anzugeben, das bzw. die diesen höheren Anforderungen gerecht wird.

**[0012]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhaftige Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 6 angegeben. Der Anspruch 7 hat eine Vorrichtung zur Herstellung eines aus plastischer Masse bestehenden kreiszylindrischen Körpers zum Gegenstand. Die abhängigen Ansprüche 8 bis 12 betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der im Anspruch 7 angegebenen Vorrichtung.

**[0013]** Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, dass mittels des beanspruchten Verfahrens aus plastischer Masse bestehende kreiszylindrische Körper hergestellt werden können, deren zumindest eine wendelförmige Innenausnehmung über die gesamte Länge des Körpers einen äußerst konstanten, innerhalb sehr eng tolerierter Grenzen gehaltenen Steigungswinkel aufweist. Dieser Vorteil beruht darauf, dass die einzelnen Längsabschnitte des kreiszylindrischen Körpers während des Wälzvorgangs jeweils denselben Weg zurücklegen. Im Unterschied dazu legen bei dem aus der EP-B1-1 230 046 bekannten Verfahren die einzelnen Längsabschnitte des kreiszylindrischen Körpers unterschiedlich lange Wege zurück. Insbesondere sind die Wege, die nahe an der Drehachse gelegene Längsabschnitte beim Wälzvorgang zurücklegen, vergleichsweise klein, während diejenigen Längsabschnitte, die von der Drehachse entfernt angeordnet sind, beim Wälzvorgang vergleichsweise große Wege zurücklegen. Dies hat zur Folge, dass die Steigungsgenauigkeit der wendelförmigen Ausnehmungen in den nahe der Drehachse gelegenen Längsabschnitten niedriger ist als in den von der Drehachse entfernt gelegenen Längsabschnitten des kreiszylindrischen Körpers. Diese unterschiedliche Steigungsgenauigkeiten beim bekannten Verfahren treten bei einer Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht auf.

**[0014]** Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus deren beispielhafter Erläuterung anhand der Figuren. Es zeigt

Figur 1 eine Draufsicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur Herstellung eines aus einer

plastischen Masse bestehenden Sintermetall-Rohlings mit einer innenliegenden Ausnehmung nach dem Stand der Technik,

5 Figur 2 die Ansicht entsprechend II in FIG 1,

Figur 3 in einer der FIG 1 entsprechenden Ansicht die Vorrichtung nach der Verdrillung des extrudierten Rohlings,

10 Figur 4 eine Skizze zur Veranschaulichung der Änderung der Drehachse während der Wälzbewegung beim erfindungsgemäßen Verfahren und

15 Figur 5 eine Skizze zur Veranschaulichung einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

20 **[0015]** In den Figuren 1 bis 3 ist mit dem Bezugszeichen 10 ein auf eine vorbestimmte Länge  $L^*$  zugeschnittener, d. h. abgelängter Sintermetall-Rohling bezeichnet, der beispielsweise aus einem Hartmetallpulver mit eingeknetetem Binde- bzw. Klebmittel besteht. Dieser Sintermetall-Rohling ist beispielsweise im Strangpressverfahren hergestellt, und zwar derart, dass er eine geradlinige und durchgehende, in den Figuren mit strichpunktierter Linie dargestellte Innenausnehmung 12 hat, die sich parallel zur Mittenachse 14 des kreiszylinderförmigen Rohlings 10 erstreckt.

25 **[0016]** Die Herstellung des Sintermetall-Rohlings erfolgt vorzugsweise im Extrusionsverfahren unter Zuhilfenahme einer Strangpressdüse mit geeignetem Kern. Der Rohling 10 hat eine verhältnismäßig weiche Konsistenz, so dass die Handhabung, wie z. B. der Transport, sehr vorsichtig erfolgen muss, um irreversible Verformungen zu verhindern. Deshalb wird der Rohling vorzugsweise unmittelbar nach dem Austritt aus der Strangpressdüse auf einem Luftkissen geführt und auf die in den Figuren gezeigte Unterlage 16 geleitet, die in den Figuren 1 und 3 mit der Darstellungsebene zusammenfällt. Der Rohling ist bedingt durch die Konsistenz der Strangpressmasse auf seiner Außenseite klebrig, so dass sich eine gute Haftung mit der Auflagefläche 16 ergibt.

30 **[0017]** Um den Rohling 10 derart umzuformen, dass die geradlinige Innenausnehmung gemäß Figur 1 bzw. 2 in eine wendelförmige Ausnehmung umgeformt wird, ist folgende Anordnung getroffen:

35 **[0018]** Parallel zur ebenen Auflagefläche 16 im Vertikalabstand AV ist eine Kreissegmentscheibe 18 mit einer bodenseitigen Reibungsfläche 20 angeordnet. Die Kreissegmentscheibe 18 ist um eine Drehachse 22 drehbar, die auf der Oberfläche der Auflage 16 bzw. auf der Reibungsfläche senkrecht steht. Der Vertikalabstand AV zwischen den Flächen 16 und 20 ist vorzugsweise einstellbar, was durch den Doppelpfeil V in Figur 2 angedeutet ist. Dieser Vertikalabstand AV entspricht dem

Durchmesser D des Rohlings 10.

**[0019]** Wie in Figur 1 gezeigt, wird der Rohling 10 so auf die Auflage 16 gelegt, dass seine Längsachse 14 die Drehachse 22 der Kreissegmentscheibe 18 schneidet. Anschließend wird die Kreissegmentscheibe kontrolliert abgesenkt, so dass sie den Rohling 10 entlang einer Linie tangiert, die diametral zur bodenseitigen Kontaktlinie des Rohlings 10 mit der Auflage 16 versetzt ist. Diese Ausrichtung ist in den Figuren 1 und 2 gezeigt.

**[0020]** Nun wird die Kreissegmentscheibe 18 mit einer Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  verschwenkt. Durch den Reibkontakt zwischen der Oberfläche 20 der Kreissegmentscheibe 18 und dem Rohling 10 wird der Rohling mitgenommen, indem er auf der Fläche der Auflage 16 mit einer Geschwindigkeit abwälzt, die sich entlang der Achse des Rohlings 10 linear und stetig ändert. Die Wälzgeschwindigkeit am inneren Ende des Rohlings 10 ist mit VWI und die Wälzgeschwindigkeit am äußeren Ende des Rohlings 10 ist mit VWA bezeichnet. Wenn somit die Segmentscheibe 18 einen bestimmten Verschwenkwinkel  $\varphi$  durchläuft, ergibt sich entlang des stabförmigen Rohlings 10 eine lineare Verteilung der Wälzstrecke, mit der Folge, dass der kreiszylindrische Rohling 10 während der Wälzbewegung verdreht wird, und zwar derart, dass sich ein Steigungswinkel der Verdrehung und damit ein Steigungswinkel der wendelförmigen Innenausnehmung 12 ergibt, der direkt proportional zum Verschwenkwinkel  $\varphi$  ist.

**[0021]** Vorzugsweise wird die Kreissegmentsscheibe 18 mit möglichst geringer Auflagekraft in Kontakt mit dem stabförmigen Rohling 10 gehalten, und zwar während des gesamten Verdrehvorgangs, d. h. während der gesamten Verschwenkung um den Verschwenkwinkel  $\varphi$  (s. Fig. 3). Hier kann es von Vorteil sein, mit Drucksensoren zu arbeiten, die auf die nicht näher dargestellte Hub- und Senkeinrichtung für die Kreissegmentscheibe 18 einwirken.

**[0022]** Aus der vorstehenden Beschreibung und den Figuren 1 bis 3 ist ersichtlich, dass die einzelnen Längsabschnitte des Rohlings 10 während des Wälzvorgangs verschieden große Wälzstrecken bzw. Wegstrecken zurücklegen. So legen Längsabschnitte des Rohlings 10, die in der Nähe der Drehachse 22 angeordnet sind, beim Wälzvorgang kleinere Wälzstrecken zurück als Längsabschnitte des Rohlings 10, die von der Drehachse 22 einen größeren Abstand aufweisen. Dies hat zur Folge, dass der Steigungswinkel der wendelförmigen Ausnehmung 12 (siehe Figur 3) in Längsabschnitten des Rohlings 10, die nahe der Drehachse 22 angeordnet sind, den jeweils gewünschten Wert weniger genau einhalten als der Steigungswinkel der wendelförmigen Ausnehmung in Längsabschnitten des Rohlings, die von der Drehachse weiter entfernt angeordnet sind.

**[0023]** Dieser Nachteil wird durch eine Verwendung eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung vermieden. Bei der vorliegenden Erfindung erfolgt im Unterschied zu dem anhand der Figuren 1 bis 3 beschriebenen Stand der Technik während des Wälzvorgangs eine Ver-

änderung der Drehachse. Diese Veränderung der Drehachse erfolgt insbesondere derart, dass alle Längsabschnitte des Rohlings während des Wälzvorgangs jeweils dieselbe Wälzstrecke zurücklegen. Vorzugsweise erfolgt der Wälzvorgang in zwei aufeinanderfolgenden Schritten, wobei im ersten Schritt eine Wälzbewegung um eine erste Drehachse und im zweiten Schritt eine Wälzbewegung um eine zweite Drehachse erfolgt.

**[0024]** Ein Verfahren gemäß der Erfindung dient ebenso wie das aus der EP-B1-1 230 046 bekannte Verfahren zur Herstellung eines aus plastischer Masse bestehenden kreiszylindrischen Körpers, insbesondere eines Sintermetall-Rohlings, der mindestens eine im Inneren des Körpers verlaufende wendelförmige Innenausnehmung hat.

**[0025]** Bei einem Verfahren gemäß der Erfindung wird der Körper ebenso wie bei dem aus der EP-B1-1 230 046 bekannten Verfahren zunächst mit einem geradlinigen Verlauf der Innenausnehmung hergestellt, beispielsweise extrudiert. Der extrudierte Körper wird auf eine gewünschte Länge abgelängt. Anschließend wird er unter Abstützung über seine gesamte Länge auf einer Auflage mit einer Reibflächenanordnung einem Wälzvorgang unterworfen, so dass ein Verdrehen des Körpers erfolgt.

**[0026]** Im Unterschied zu dem aus der EP-B1-1 230 046 bekannten Verfahren wird die Drehachse, unter deren Verwendung die Wälzbewegung erfolgt, während des Wälzvorgangs geändert.

**[0027]** Vorzugsweise erfolgt der Wälzvorgang in zwei aufeinanderfolgenden Schritten, wobei im ersten Schritt eine Wälzbewegung um eine erste Drehachse und im zweiten Schritt eine Wälzbewegung um eine zweite Drehachse erfolgt, wobei die zweite Drehachse von der ersten Drehachse verschieden ist. In ihrer Gesamtheit erfolgt der Wälzvorgang derart, dass jeder Längsabschnitt des kreiszylindrischen Körpers während des Wälzvorgangs denselben Weg zurücklegt. Die Wälzrichtung wird in den aufeinanderfolgenden Schritten beibehalten.

**[0028]** Gemäß einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Positionierung der Drehachsen derart, dass während des ersten Schrittes die Drehachse die Mittellinie des kreiszylindrischen Körpers im Bereich einer axialen Endfläche des kreiszylindrischen Körpers schneidet und dass während des zweiten Schrittes die Drehachse die Mittellinie des kreiszylindrischen Körpers im Bereich der anderen axialen Endfläche des kreiszylindrischen Körpers schneidet.

**[0029]** Gemäß einer zweiten, bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Positionierung der Drehachsen derart, dass während des ersten Schrittes die Drehachse die verlängerte Mittellinie des kreiszylindrischen Körpers in einer vorgegebenen Entfernung von einer axialen Endfläche des kreiszylindrischen Körpers schneidet und während des zweiten Schrittes die Drehachse die verlängerte Mittellinie des kreiszylindrischen Körpers in derselben vorgegebenen Entfernung von der anderen axialen Endfläche des

kreiszyllindrischen Körpers schneidet.

**[0030]** Eine weitere Ausführungsform der Erfindung besteht darin, die Drehachse, um welche die Walzbewegung erfolgt, während der Walzbewegung mehrmals oder auch kontinuierlich zu verändern.

**[0031]** Die Figur 4 zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung der Änderung der Drehachse während des Wälzvorgangs.

**[0032]** Zu Beginn des Wälzvorgangs befindet sich der kreiszyllindrische Körper 10 in der Position, in der er mit der Bezugszahl 10 dargestellt ist.

**[0033]** Ausgehend von dieser Position erfolgt in einem ersten Schritt ein Verdrillen des Körpers unter Verwendung der Drehachse D1, die senkrecht zur Zeichenebene verläuft. Während dieses ersten Schrittes wird der Körper um einen Winkel bewegt, der in der Figur 4 in der Nähe der Drehachse D1 mit "a" bezeichnet ist. Die Drehachse D1 schneidet die Mittellinie M des kreiszyllindrischen Körpers in einem vorgegebenen Abstand von einem axialen Endbereich des kreiszyllindrischen Körpers. Bei diesem Verdrillen ändert sich die Geschwindigkeit über die Länge des Körpers linear und stetig. Am Ende des ersten Schrittes befindet sich der Körper in einer um den Winkel  $\alpha$  versetzten Position. Er ist dort mit dem Bezugszeichen 10' versehen.

**[0034]** Anschließend erfolgt in einem zweiten Schritt ein Verdrillen des Körpers unter Verwendung einer Drehachse D2. Diese verläuft ebenfalls senkrecht zur Zeichenebene. Die Drehachse D2 schneidet die Mittellinie M' des kreiszyllindrischen Körpers 10' in einem vorgegebenen Abstand von der anderen axialen Endfläche des kreiszyllindrischen Körpers. In diesem zweiten Schritt wird der Körper um einen Winkel bewegt, der in der Figur 4 in der Nähe der Drehachse D2 ebenfalls mit "a" bezeichnet ist. Auch bei diesem Verdrillen ändert sich die Geschwindigkeit über die Länge des Körpers linear und stetig. Am Ende des zweiten Schrittes befindet sich der Körper in einer um den Winkel  $\alpha$  versetzten Position. Er ist dort mit dem Bezugszeichen 10'' versehen.

**[0035]** Der gesamte Verdrillvorgang ist dahingehend abgestimmt, dass die verschiedenen Längsabschnitte des kreiszyllindrischen Körpers während des gesamten Verdrillvorgangs jeweils dieselbe Wegstrecke bzw. Verdrillstrecke zurücklegen. Dies ist in der Figur 4 anhand der Längsabschnitte A1 und A2 des kreiszyllindrischen Körpers veranschaulicht.

**[0036]** Der Längsabschnitt A1 des kreiszyllindrischen Körpers wird im ersten Schritt um die in der Figur 4 mit s1 bezeichnete Wegstrecke bewegt. Nach Beendigung des ersten Schrittes befindet sich dieser Längsabschnitt im Körper 10' und ist dort mit A1' bezeichnet.

**[0037]** Im zweiten Schritt wird der Längsabschnitt A1' um die in der Figur 4 mit s1' bezeichnete Wegstrecke bewegt. Nach Beendigung des zweiten Schrittes befindet sich dieser Längsabschnitt im Körper 10'' und ist dort mit A1'' bezeichnet. Die gesamte Wegstrecke beträgt folglich:

$$W1 = s1 + s1'.$$

5

**[0038]** Der Längsabschnitt A2 des kreiszyllindrischen Körpers wird im ersten Schritt um die in der Figur 4 mit s2 bezeichnete Wegstrecke bewegt. Nach Beendigung des ersten Schrittes befindet sich dieser Längsabschnitt im Körper 10' und ist dort mit A2' bezeichnet. Im zweiten Schritt wird der Längsabschnitt A2' um die in der Figur 4 mit s2' bezeichnete Wegstrecke bewegt. Nach Beendigung des zweiten Schrittes befindet sich dieser Längsabschnitt im Körper 10'' und ist dort mit A2'' bezeichnet. Die gesamte Wegstrecke beträgt folglich:

10

15

$$W2 = s2 + s2'.$$

20

**[0039]** Es gilt:

25

$$W1 = W2.$$

30

**[0040]** Folglich durchlaufen während eines kompletten Verdrillvorgangs alle Längsabschnitte des kreiszyllindrischen Körpers dieselbe gesamte Wegstrecke. Dies hat in vorteilhafter Weise zur Folge, dass der Anstiegswinkel der mindestens einen im Inneren des Körpers verlaufenden wendelförmigen Innenausnehmung über die gesamte Länge des kreiszyllindrischen Körpers eine im Vergleich zum bekannten Verfahren erhöhte Steigungsgenauigkeit aufweist. Dies reduziert den beim späteren Einschleifen von Spannuten entstehenden Ausschuss bzw. reduziert die Anforderung an die Arbeitsgenauigkeit beim Verdrillen.

35

40

**[0041]** Die Figur 5 zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Diese Vorrichtung weist eine ebene Auflagefläche 16 auf. Im Vertikalabstand AV zu dieser ist eine Wälzscheibe 23 angeordnet. Diese weist eine auflageflächenseitige Reibungsfläche 24 auf. Die Wälzscheibe 23 ist um eine Drehachse 25 drehbar, die auf der Oberfläche der Auflagefläche 16 senkrecht steht. Diese Drehung erfolgt mit einer Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ . Der Vertikalabstand AV zwischen der Auflagefläche 16 und der Wälzscheibe 23 ist einstellbar, wie es durch den Doppelpfeil V angedeutet ist. Im ersten Schritt erfolgt die Wälzbewegung unter Verwendung der Drehachse 25. Im nachfolgenden zweiten Schritt erfolgt die Wälzbewegung unter Verwendung einer zweiten Drehachse 26, die ebenfalls auf der Oberfläche der Auflagefläche 16 senkrecht steht. Auch diese Drehung erfolgt mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ . Die Wälzrichtung im zweiten Schritt stimmt mit der Wälzrichtung im ersten

45

50

55

Schritt überein.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines aus plastischer Masse bestehenden kreiszylindrischen Körpers (10), der mindestens eine im Inneren des Körpers verlaufende wendelförmige Innenausnehmung (12) hat, wobei der Körper zunächst mit einem geradlinigen Verlauf der Innenausnehmung hergestellt wird und der auf eine bestimmte Länge abgelängte Körper anschließend unter Abstützung über seine ganze Länge auf einer Auflage (16) mittels einer ebenfalls über dessen ganze Länge angreifenden Reibflächenanordnung (23) mit einer parallel zur Auflage angeordneten Reibungsfläche (24) einem Wälzvorgang unterworfen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wälzvorgang in mehreren Schritten erfolgt, wobei in einem ersten Schritt eine Wälzbewegung unter Verwendung einer ersten Drehachse (25) der Reibflächenanordnung und in einem zweiten Schritt eine Wälzbewegung unter Verwendung einer zweiten, von der ersten Drehachse verschiedenen Drehachse (26) der Reibflächenanordnung erfolgt, wobei die Drehachsen senkrecht zur Auflage bzw. zur Reibungsfläche verlaufen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehachse der Reibflächenanordnung, um welche die Wälzbewegung erfolgt, während der Wälzbewegung mehrmals oder kontinuierlich verändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Längsabschnitt des kreiszylindrischen Körpers während des Wälzvorgangs denselben Weg zurücklegt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den mehreren Schritten die Wälzrichtung beibehalten wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des ersten Schrittes die erste Drehachse der Reibflächenanordnung die Mittellinie des kreiszylindrischen Körpers im Bereich einer axialen Endfläche des kreiszylindrischen Körpers schneidet und während des zweiten Schrittes die zweite Drehachse der Reibflächenanordnung die Mittellinie des kreiszylindrischen Körpers im Bereich der anderen axialen Endfläche des kreiszylindrischen Körpers schneidet.
6. Verfahren nach einem Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des ersten Schrittes die erste Drehachse der Reibflächenanordnung

die verlängerte Mittellinie des kreiszylindrischen Körpers in einer vorgegebenen Entfernung von einer axialen Endfläche des kreiszylindrischen Körpers schneidet und während des zweiten Schrittes die zweite Drehachse der Reibflächenanordnung die verlängerte Mittellinie des kreiszylindrischen Körpers in der vorgegebenen Entfernung von der anderen axialen Endfläche des kreiszylindrischen Körpers schneidet.

7. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche, mit einer Auflagefläche (16) zur Unterstützung des Körpers (10) über dessen gesamte Länge, einer am Körper ebenfalls über dessen gesamte Länge angreifenden Reibflächenanordnung (23) mit einer parallel zur Auflage angeordneten Reibungsfläche (24) und einer Antriebseinheit (27), mit welcher die Reibflächenanordnung einer Bewegung unterworfen wird, welche am Körper einen Wälzvorgang herbeiführt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reibflächenanordnung (23) um eine erste Drehachse (25) und um eine zweite Drehachse (26) drehbar ist, wobei die Drehachsen senkrecht zur Auflage bzw. zur Reibungsfläche verlaufen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Steuereinheit (28) aufweist, die der Antriebseinheit (27) Steuersignale zuführt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (28) die Steuersignale für die Antriebseinheit (27) derart erzeugt, dass in einem ersten Schritt des Wälzvorgangs die Reibflächenanordnung um die erste Drehachse (25) und in einem zweiten Schritt des Wälzvorgangs die Reibflächenanordnung um die zweite Drehachse (26) gedreht wird.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (28) die Steuersignale für die Antriebseinheit (27) derart erzeugt, dass die Drehung der Reibflächenanordnung im ersten Schritt und die Drehung der Reibflächenanordnung im zweiten Schritt mit derselben Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) erfolgt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (28) die Steuersignale für die Antriebseinheit (27) derart erzeugt, dass die Drehung der Reibflächenanordnung im ersten Schritt und die Drehung der Reibflächenanordnung im zweiten Schritt um betragsmäßig denselben Winkel erfolgt.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 - 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (28) die Steuersignale für die Antriebseinheit (27)

derart erzeugt, dass im ersten und im zweiten Schritt die Wälzrichtung beibehalten wird.

## Claims

1. Method of producing a circularly cylindrical body (10), which consists of plastics material and which has at least one helical internal recess (12) extending in the interior of the body, wherein the body is initially produced with a rectilinear course of the internal recess and the body, which is cut to a specific length, is subsequently subjected to a rolling process, while being supported over its entire length on a support (16), by means of a friction surface arrangement (23), which similarly engages over the entire length of the body, with a friction surface (24) arranged parallel to the support, **characterised in that** the rolling process is carried out in several steps, wherein in a first step a rolling movement is carried out with use of a first axis (25) of rotation of the friction surface arrangement and in a second step a rolling movement is carried out with use of a second axis (26) of rotation, which is different from the first axis of rotation, of the friction surface arrangement, wherein the axes of rotation extend perpendicularly to the support or to the friction surface.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the axis of rotation of the friction surface arrangement about which the rolling movement is carried out is changed a number of times or continuously during the rolling movement.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** each length section of the circularly cylindrical body covers the same path during the rolling process.
4. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the rolling direction is maintained in the several steps.
5. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** during the first step the first axis of rotation of the friction surface arrangement intersects the centre line of the circularly cylindrical body in the region of one axial end surface of the circularly cylindrical body and during the second step the second axis of rotation of the friction surface arrangement intersects the centre line of the circularly cylindrical body in the region of the other axial end surface of the circularly cylindrical body.
6. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** during the first step the first axis of rotation of the friction surface arrangement intersects the prolonged centre line of the circularly cylindrical body at a predetermined distance from one axial end surface of the circularly cylindrical body and during the second step the second axis of rotation of the friction surface arrangement intersects the prolonged centre line of the circularly cylindrical body at the predetermined distance from the other axial end surface of the circularly cylindrical body.
7. Device for performing a method according to any one of the preceding claims, with a support surface (16) for supporting the body (10) over the entire length thereof, a friction surface arrangement (23), which engages the body similarly over the entire length thereof, with a friction surface (24) arranged parallel to the support and a drive unit (27) by which the friction surface arrangement is subjected to a movement producing a rolling process at the body, **characterised in that** the friction surface arrangement (23) is rotatable about a first axis (25) of rotation and about a second axis (26) of rotation, wherein the axes of rotation extend perpendicularly to the support or to the friction surface arrangement.
8. Device according to claim 7, **characterised in that** it comprises a control unit (28) which supplies control signals to the drive unit (27).
9. Device according to claim 8, **characterised in that** the control unit (28) generates the control signals for the drive unit (27) in such a way that in a first step of the rolling process the friction surface arrangement is rotated about the first axis (25) of rotation and in a second step of the rolling process the friction surface arrangement is rotated about the second axis (26) of rotation.
10. Device according to claim 9, **characterised in that** the control unit (28) generates the control signals for the drive unit (27) in such a way that the rotation of the friction surface arrangement in the first step and the rotation of the friction surface arrangement in the second step take place at the same angular speed ( $\omega$ ).
11. Device according to claim 9 or 10, **characterised in that** the control unit (28) generates the control signals for the drive unit (27) in such a way that the rotation of the friction surface arrangement in the first step and the rotation of the friction surface arrangement in the second step take place through the same size angle.
12. Device according to any one of claims 9 to 11, **characterised in that** the control unit (28) generates the control signals for the drive unit (27) in such a way that the rolling direction is maintained in the first step and in the second step.

## Revendications

1. Procédé destiné à la réalisation d'un corps (10) cylindrique circulaire, constitué d'une matière plastique et comportant au moins un évidement intérieur (12) hélicoïdal s'étendant à l'intérieur du corps, ledit corps étant réalisé tout d'abord avec un évidement intérieur au tracé droit, et ensuite ledit corps, coupé à une longueur déterminée, mis en appui sur toute sa longueur sur un support (16), est soumis à un processus de roulage au moyen d'un système de surfaces de frottement (23), agissant également sur toute la longueur dudit corps avec une surface de frottement (24) disposée parallèlement au support, **caractérisé en ce que** le processus de roulage est effectué en plusieurs étapes, sachant que dans une première étape est effectué un mouvement de roulage moyennant l'utilisation d'un premier axe de rotation (25) du système de surfaces de frottement et dans une deuxième étape est effectué un mouvement de roulage moyennant l'utilisation d'un deuxième axe de rotation (26), différent du premier axe de rotation, du système de surfaces de frottement, les axes de rotation étant orientés perpendiculairement au support ou à la surface de frottement.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'axe de rotation du système de surfaces de frottement, autour duquel s'effectue le mouvement de roulage, est changé à plusieurs reprises ou en continu pendant le mouvement de roulage.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** chaque tronçon longitudinal du corps cylindrique circulaire parcourt le même trajet pendant le processus de roulage.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la direction de roulage est conservée dans les différentes étapes.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pendant la première étape, le premier axe de rotation du système de surfaces de frottement coupe la ligne médiane du corps cylindrique circulaire dans la zone d'une surface d'extrémité axiale du corps cylindrique circulaire, et pendant la deuxième étape, le deuxième axe de rotation du système de surfaces de frottement coupe la ligne médiane du corps cylindrique circulaire dans la zone de l'autre surface d'extrémité axiale du corps cylindrique circulaire.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** pendant la première étape, le premier axe de rotation du système de surfaces de frottement coupe la ligne médiane prolongée du corps cylindrique circulaire à une distance prédéfinie d'une surface d'extrémité axiale du corps cylindrique circulaire, et pendant la deuxième étape, le deuxième axe de rotation du système de surfaces de frottement coupe la ligne médiane prolongée du corps cylindrique circulaire à une distance prédéfinie de l'autre surface d'extrémité axiale du corps cylindrique circulaire.
7. Dispositif destiné à la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant une surface de support (16) destinée à supporter le corps (10) sur toute sa longueur, un système de surfaces de frottement (23) agissant sur le corps également sur toute sa longueur avec une surface de frottement (24) disposée parallèlement au support, et une unité d'entraînement (27), par laquelle le système de surfaces de frottement est soumis à un mouvement qui génère un processus de roulage sur le corps, **caractérisé en ce que** le système de surfaces de frottement (23) est apte à tourner autour d'un premier axe de rotation (25) et autour d'un deuxième axe de rotation (26), lesdits axes de rotation étant orientés perpendiculairement au support ou à la surface de frottement.
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** comporte une unité de commande (28) qui transmet des signaux de commande à l'unité d'entraînement (27).
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (28) génère des signaux de commande pour l'unité d'entraînement (27) de telle sorte que, dans une première étape du processus de roulage, le système de surfaces de frottement est entraîné en rotation autour du premier axe de rotation (25), et dans une deuxième étape du processus de roulage, le système de surfaces de frottement est entraîné en rotation autour du deuxième axe de rotation (26).
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (28) génère des signaux de commande pour l'unité d'entraînement (27) de telle sorte que la rotation du système de surfaces de frottement dans la première étape et la rotation du système de surfaces de frottement dans la deuxième étape sont effectuées avec la même vitesse angulaire ( $\omega$ ).
11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (28) génère des signaux de commande pour l'unité d'entraînement (27) de telle sorte que la rotation du système de surfaces de frottement dans la première étape et la rotation du système de surfaces de frottement dans la deuxième étape sont effectuées avec la même valeur angulaire.



12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (28) génère des signaux de commande pour l'unité d'entraînement (27) de telle sorte que la direction de roulage est conservée dans la première et dans la deuxième étape. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

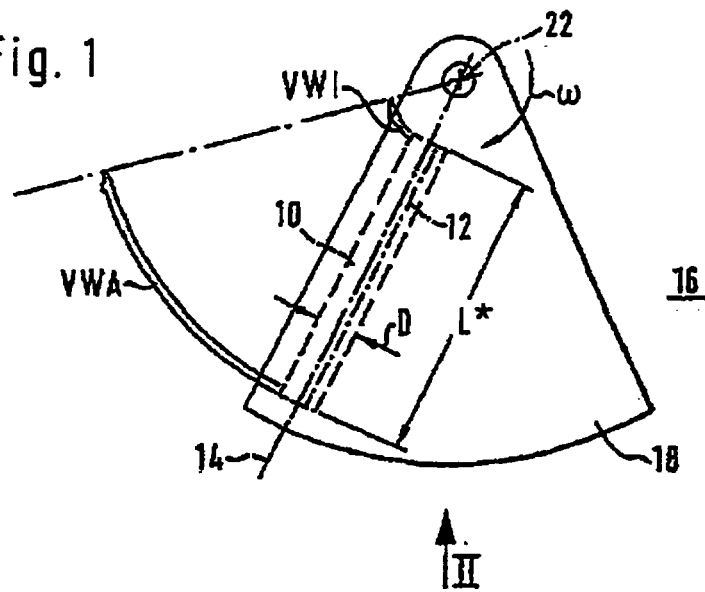
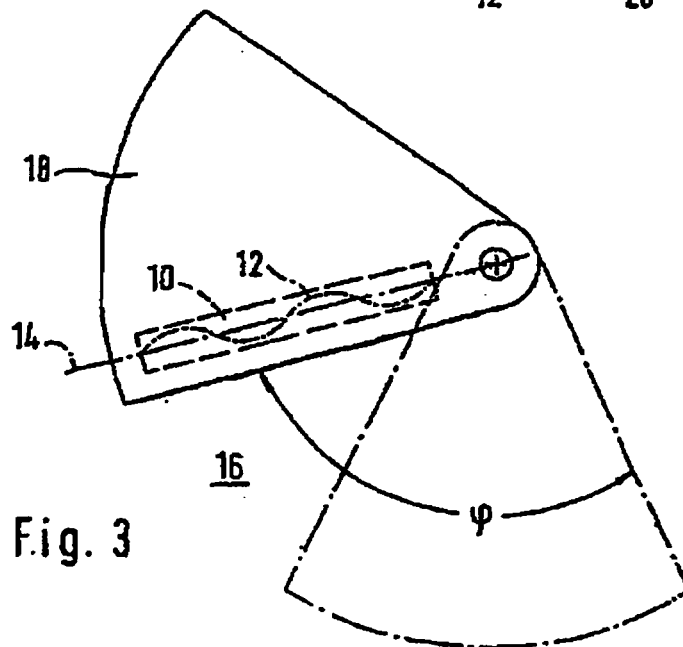
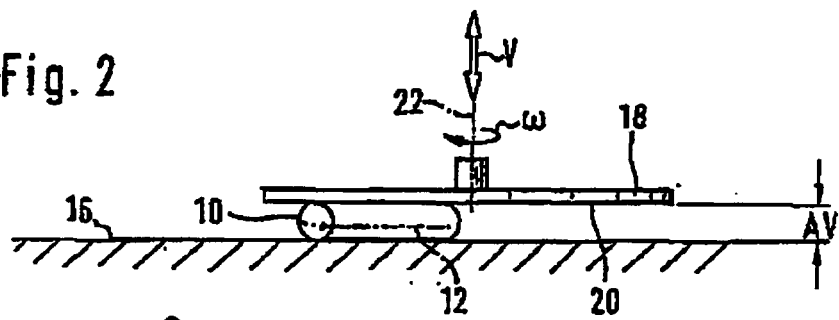


Fig. 2



**Fig. 3**

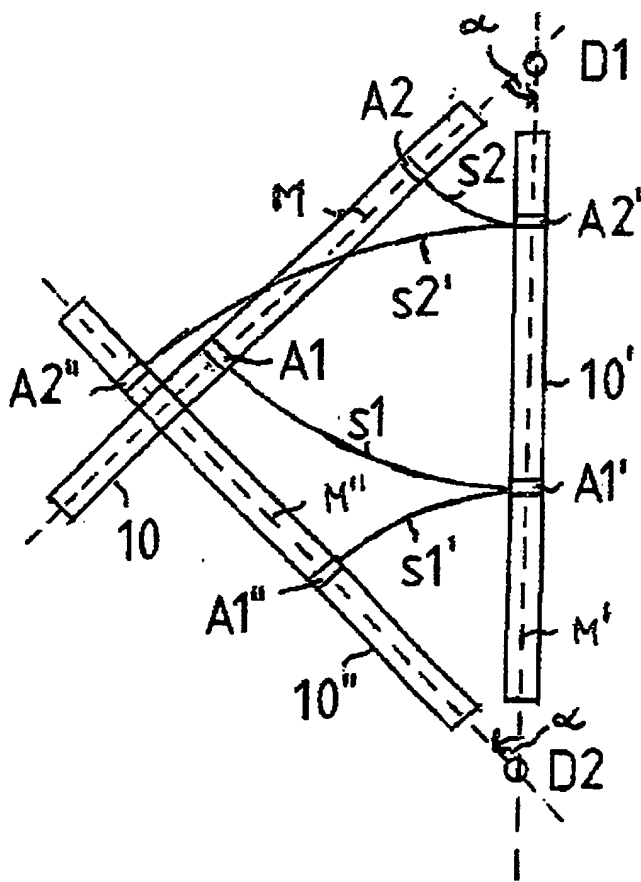


Fig. 4

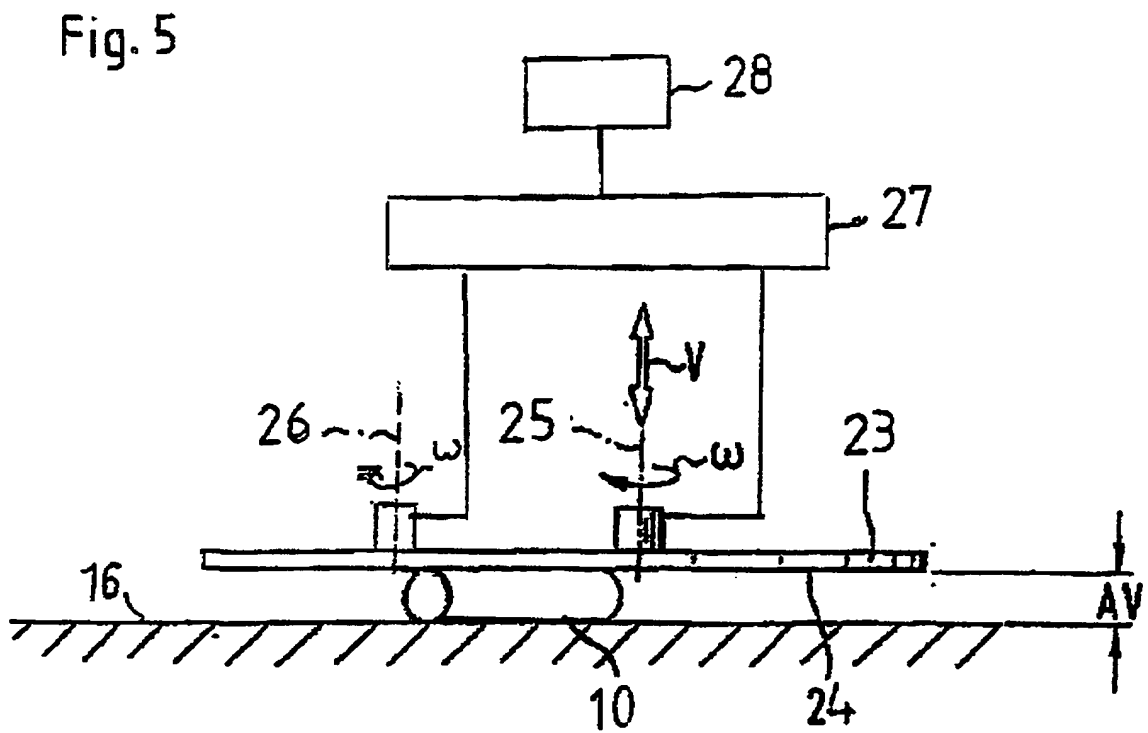


Fig. 5

**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**

- EP 0465946 A [0004]
- EP 1230046 B1 [0008] [0009] [0013] [0024] [0025] [0026]