

(19)



(11)

**EP 2 321 058 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.04.2016 Patentblatt 2016/17**

(51) Int Cl.:  
**B04B 9/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09778316.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2009/006398**

(22) Anmeldetag: **03.09.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2010/025922 (11.03.2010 Gazette 2010/10)**

(54) **ZENTRIFUGE MIT EINEM KUPPLUNGSELEMENT ZUR AXIALEN VERRIEGELUNG EINES ROTORS**

CENTRIFUGE HAVING A COUPLING ELEMENT FOR THE AXIAL LOCKING OF A ROTOR

CENTRIFUGEUR POURVU D'UN ÉLÉMENT D'ACCOUPLLEMENT POUR LE VERROUILLAGE AXIAL D'UN ROTOR

(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 SM TR**

(30) Priorität: **03.09.2008 DE 102008045556**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**18.05.2011 Patentblatt 2011/20**

(73) Patentinhaber: **Thermo Electron LED GmbH  
63505 Langenselbold (DE)**

(72) Erfinder: **HENNE, Sebastian  
37077 Göttingen (DE)**

(74) Vertreter: **Tomerius, Isabel et al  
Lang & Tomerius  
Patentanwälte  
Rosa-Bavarese-Strasse 5  
80639 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 2 251 614 DE-A1- 19 902 645  
DE-A1- 19 930 593 US-A- 6 063 018**

**EP 2 321 058 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 betrifft eine Zentrifuge mit einem Antriebskopf, der mit einem Antrieb verbindbar ist, einem Rotor, der sich am Antriebskopf lösbar montieren lässt, mindestens einem Verbindungselement, mit dem der Antriebskopf mit dem Rotor drehfest verbindbar ist, und mindestens einem Kupplungselement, welches am Antriebskopf angebracht ist und eine axiale Kraft auf den Rotor so ausüben kann, dass sich der Rotor axial fixieren lässt, wobei die axiale Kraft bei ansteigender Drehgeschwindigkeit des Antriebskopfes zunimmt.

**[0002]** Eine Zentrifuge kann Probenbehältnisse aufnehmen und dazu verwendet werden, Bestandteile der darin enthaltenen Proben bei hoher Drehgeschwindigkeit eines Zentrifugenrotors voneinander zu trennen. Bei einer Standzentrifuge, die auf einem Fußboden angeordnet ist und eine Höhe besitzt, die bis zu einem Arbeitstisch reicht, besteht für die Gerätekomponenten relativ viel Platz. Bei einer Tischzentrifuge hingegen, die auf einem Arbeitstisch angeordnet ist, ist eine geringe Bauhöhe erwünscht, so dass der verfügbare Raum innerhalb der Zentrifuge gut genutzt werden muss. Dies bewirkt, dass sich zum Beispiel die Oberseite eines Zentrifugenrotors relativ nahe an dem Deckel der Zentrifuge befindet. Ist dieser Abstand kleiner als der Abstand der Rotorunterseite zum Kesselboden der Zentrifuge, wird die Rotoroberseite stärker zum Deckel hingezogen, als die Rotorunterseite zum Kesselboden hingezogen wird. Dies lässt sich mit dem Gesetz von Bernoulli erklären. Allgemein hat dieser Umstand zur Folge, dass auf den Zentrifugenrotor in der Summe eine nach oben gerichtete Kraft wirkt. Bei einer Drehzahl von etwa 6000 Umdrehungen pro Minute kann bei einer üblichen Zentrifuge eine Auftriebskraft in Höhe von 100 N erzeugt werden. Dies wird noch dadurch begünstigt, dass die Rotoroberseite meist eine große plane Oberfläche aufweist, die nur wenige Millimeter unterhalb des Zentrifugendeckels rotiert, wohingegen die Rotorunterseite eine zerklüftete Geometrie besitzt, bei der eine Anziehungskraft gemäß Bernoulli nur in geringerem Maße erzeugt wird.

**[0003]** Der aerodynamische Einfluss kann noch durch einen dynamischen Einfluss zum Beispiel aufgrund eines äußeren Anstoßes der Zentrifuge ergänzt werden. Bei einem derartigen Anstoß kann es vorkommen, dass der elastisch gelagerte Motor sich zur Seite neigt und axiale Kräfte erzeugt werden, welche sich mit der Auftriebskraft des Rotors überlagern.

**[0004]** Um die aerodynamischen und dynamischen Einflüsse beherrschen zu können, werden bei Zentrifugen im Stand der Technik starre Verriegelungen eingesetzt. Diese verhindern zuverlässig eine axiale Verlagerung des Rotors bei hohen Drehzahlen. Die Verriegelungen benötigen jedoch spezielles Werkzeug, um sie sicher anbringen und wieder lösen zu können, so dass die Montagearbeiten vor und nach einem Zentrifugierlauf relativ viel Zeit in Anspruch nehmen. Zudem gibt es Verriegelungen, die drehzahlabhängig wirken, so dass im

Stillstand oder bei niedriger Drehzahl der Rotor vom Antriebskopf gegen eine geringe Kraft abgezogen werden kann. Eine solche Verriegelung funktioniert nur dann zuverlässig, wenn die Auftriebskräfte gerade immer kleiner sind als die Verriegelungskräfte. Eine derartige Konstruktion ist nicht für alle Rotor/Zentrifugenkombinationen geeignet und durch die schwierige Bestimmbarkeit der Auftriebskräfte durch dynamische Einflüsse auch schwer berechenbar. Eine weitere Zentrifuge zum Stand der Technik beschreibt die US 6 063 018 A, welche den Oberbegriff des Anspruchs 1 offenbart.

**[0005]** Es besteht somit eine Aufgabe darin, eine Zentrifuge zu schaffen, welche bei Stillstand, bei niedrigen und bei hohen Drehzahlen eine zuverlässige Verriegelung gegen axiale Auftriebskräfte, die gegen den Zentrifugenrotor wirken, sicherstellt, wobei bei ansteigender Drehgeschwindigkeit des Zentrifugenrotors die Verriegelungskraft in axialer Richtung noch zunimmt. Ferner soll mit wenig Zeitaufwand und ohne spezielles Werkzeug der Rotor mit dem Antriebskopf montiert oder demontiert werden können.

**[0006]** Die Aufgabe wird durch eine Zentrifuge gemäß dem Gegenstand des unabhängigen Patentanspruches gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0007]** Die erfindungsgemäße Zentrifuge weist einen Antriebskopf, der mit einem Antrieb verbindbar ist, einen Rotor, der sich am Antriebskopf lösbar montieren lässt, mindestens ein Verbindungselement, mit dem der Antriebskopf mit dem Rotor drehfest verbindbar ist, und mindestens ein Kupplungselement auf, welches am Antriebskopf angebracht ist und eine axiale Kraft auf den Rotor so ausüben kann, dass sich der Rotor axial fixieren lässt, wobei bei ansteigender Drehgeschwindigkeit des Antriebskopfes aufgrund der Zentrifugalkraft auch die axial gerichtete Kraft zunimmt, wobei das Kupplungselement auf den Rotor die axiale Kraft mittels einer Rampefläche überträgt, welche in einem Winkel zur Horizontalen in einem Bereich von größer 0° bis 15° geneigt ist.

**[0008]** Das Kupplungselement kann mittels einer derart geneigten Rampefläche eine Selbsthemmung bewirken, so dass der Rotor bei Stillstand, niedriger oder hoher Drehzahl das Kupplungselement nicht entriegeln kann. Im Stillstand ist eine solche Wirkung besonders vorteilhaft, da sich der Anwender durch ein versuchtes Abziehen des Rotors vom Antriebskopf davon überzeugen kann, ob der Rotor auch sicher verriegelt ist. Bei hoher Drehzahl erhöht sich die Verriegelungskraft aufgrund der Rampefläche, da bei zunehmender Zentrifugalkraft auch die axiale Kraftkomponente zunimmt.

**[0009]** Es ist vorteilhaft, wenn das Kupplungselement um eine Schwenkachse schwenkbar ist zwischen einer Entriegelungsposition, in der es in den Antriebskopf eingeschwenkt ist, wodurch der Rotor bezüglich des Antriebskopfes entriegelt ist, und zwischen einer Verriegelungsposition, in der das Kupplungselement mit der Rampefläche von einer Mantelfläche des Antriebskopfes

vorsteht und auf den Rotor eine axiale Kraft überträgt, wodurch der Rotor bezüglich des Antriebskopfes verriegelt ist. Indem das Kupplungselement vollständig in den Antriebskopf einschwenken kann, kann die Rampenfläche auf keine Fläche des Rotors einwirken, wodurch sich der Rotor in axiale Richtung bewegen lässt. Damit kann er von der Antriebsachse entfernt werden. Das Schwenken des Kupplungselementes kann einfach und ohne spezielles Werkzeug induziert werden. Für das Kupplungselement gibt es somit nur zwei Positionen, wobei die eine Position eine Entriegelungsposition für das Entfernen oder Einsetzen des Rotors ist, und die andere Position eine Verriegelungsposition für das sichere Halten des Rotors auch bei entstehenden Auftriebskräften ist. Wenn das Kupplungselement federnd so vorgespannt ist, dass es bei Stillstand des Rotors die Verriegelungsposition einnimmt, besteht eine hohe Sicherheit, dass der Rotor immer verriegelt ist, falls nicht die Kupplungselemente gegen die Federkraft in die Entriegelungsposition verlagert werden.

**[0010]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist in der Schwenkachse des Kupplungselementes das Verbindungselement angeordnet, mit dem der Antriebskopf mit dem Rotor drehfest verbindbar ist. Eine solche Konstruktion ist vorteilhaft, da das Verbindungselement die Funktion der Schwenkachse einnehmen kann, so dass nur ein Bauteil benötigt wird. Damit ist eine platzsparende und leichte Konstruktion realisierbar.

**[0011]** Das Kupplungselement kann einen Kupplungszahn aufweisen, welcher mit einem Betätigungselement derart zusammenwirken kann, dass sich auf das Kupplungselement eine Schwenkbewegung ausüben lässt, so dass eine Verlagerung des Kupplungselementes von der Verriegelungsposition in die Entriegelungsposition oder umgekehrt durchführbar ist. Der Kupplungszahn kann eine Nocke oder ein Vorsprung sein und ist vorzugsweise mit dem Kupplungselement einstückig ausgebildet. Die Kontaktfläche des Kupplungszahns mit dem Betätigungselement kann eine gehärtete Oberfläche aufweisen, so dass der Verschleiß des Kupplungszahnes bei häufigem Verlagern in die Entriegelungsposition gering ist. Bei einem federnd vorgespannten Kupplungselement muss das Betätigungselement nur die Federkraft und eventuell eine Haftkraft des Kupplungselementes mit dem Rotor überwinden.

**[0012]** Die Zentrifuge kann so ausgebildet sein, dass sich das Betätigungselement in der Drehachse der Zentrifuge anordnen lässt und an einem Ende kegelförmig ausgebildet ist, so dass bei axialer Verlagerung des Betätigungselementes das kegelförmige Ende mit dem Überstand des Kupplungselementes wechselwirken kann. Das Betätigungselement muss damit nur vertikal bewegt werden, so dass das keilförmige Ende in Kontakt mit dem Kupplungszahn kommt und dieses zur Seite schwenken kann. Das Verlagern der Kupplungselemente von der Verriegelungsposition in die Entriegelungsposition lässt sich somit sehr einfach und ohne Werkzeug durchführen.

**[0013]** Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wirkt die vom Kupplungselement ausgeübte axiale Kraft auf eine Hülse, welche am Rotor fest montiert ist. Bei häufigem Aufsetzen des Rotors auf den Antriebskopf kann an den Berührflächen des Rotors ein Verschleiß auftreten, so dass der gesamte Rotor ausgewechselt werden müsste. Indem zwischen Rotor und Antriebskopf eine Hülse eingesetzt wird, kann bei einem Verschleiß der Hülse diese einfach ausgetauscht werden, wobei der Rotor unverändert verwendbar ist. Die Hülse lässt sich zudem einfach am Rotor mittels eines Schraubverbindungs- oder ähnlichem montieren. Der Verschleiß kann durch eine Teflonbeschichtung der Hülse vermindert werden.

**[0014]** Gemäß der Erfindung besitzt der Antriebskopf eine Mantelfläche, welche eine Zylinderfläche und eine Kegelstumpffläche aufweist, wobei die Mantelfläche an einer korrespondierenden Haltefläche des Rotors oder der Hülse formschlüssig anliegt, wenn der Rotor oder die Hülse mit dem Antriebskopf montiert ist, wobei die Zylinderfläche eine Länge aufweist, welche mindestens ein Viertel der Länge der Haltefläche ist. Bei dieser Ausführungsform dient die Zylinderfläche zur Führung des Rotors oder der Hülse, wobei die Kegelstumpffläche als Anschlagfläche in axialer Richtung beim Aufsetzen des Rotors auf den Antriebskopf dient. Die Zylinderfläche kann mit wenig Fertigungsaufwand sehr genau gefertigt werden, so dass eine genaue Führung erzielbar ist. Bei einer Führung durch den Kegelstumpf ist hingegen ein hoher Aufwand bei der Fertigung erforderlich, wobei eine genaue Führung nur schwer erreicht werden kann. Form-, Lage- und Maßtoleranzen wirken sich bei einer Kegelstumpfführung ganz unterschiedlich auf die Zentrität des Rotors aus und sind auch schwierig messbar. Ein gleichmäßiges Tragbild eines Kegelstumpfes kann meistens nur durch Schleifen erreicht werden. Durch den Verzicht auf eine Führung durch den Kegelstumpf und ausschließliche Nutzung der Zylinderfläche als Führungsfläche lässt sich der Fertigungs- und Kontrollaufwand verringern. Die Führungsgenauigkeit erhöht sich mit zunehmender Länge der Zylinderfläche.

**[0015]** Weist die Kegelstumpffläche einen Kegelwinkel von 15° bis 40° zur Drehachse auf, wirken sich Verschmutzungen auf der Kegelstumpffläche nur geringfügig aus. Eine Verschmutzung oder ein Belag auf der Kegelstumpffläche führt dazu, dass der Rotor oder die Hülse früher aufsitzt als bei einer sauberen Kegelstumpffläche. Je größer der Kegelstumpfwinkel ist, umso geringer ist der Höhenversatz, so dass sich die Kupplungselemente noch zuverlässig in die Verriegelungsposition schwenken lassen.

**[0016]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Zylinderfläche oder Kegelstumpffläche des Antriebskopfes mindestens eine Ausnehmung, insbesondere einen Quereinstich, aufweist. Damit kann beim vertikalen Absenken des Rotors oder der Hülse ein eventuell vorhandener Schmutzauftrag auf der Zylinderfläche des Antriebskopfes nach unten abgestrichen werden und sich in dieser

Ausnehmung im Bereich der Zylinderfläche oder Kegelstumpffläche sammeln. Somit lässt sich trotz Verschmutzung eine genaue Position des Rotors erreichen.

**[0017]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Zylinderfläche des Antriebskopfes zur Haltefläche des Rotors oder der Hülse als Spielpassung ausgebildet, die eine sichere Führung des Rotors bei Stillstand und bei hoher Drehgeschwindigkeit sicherstellt. Eine Spielpassung kann relativ einfach und kostengünstig gefertigt werden.

**[0018]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels weiter beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Zentrifuge;
- Fig. 2 eine Schnittansicht entlang der Markierung A-A in Fig. 1,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung der an einem Kupplungselement und einer Hülse wirkenden Kräfte;
- Fig. 4 ein Diagramm, welches Kräfteverhältnisse in Abhängigkeit von der Drehzahl der Zentrifuge darstellt, und
- Fig. 5 ein Detail einer Querschnittsansicht eines verschmutzten Antriebskopfes und der Hülse der Zentrifuge.

**[0019]** In Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Zentrifuge 100 ohne Unterkonstruktion dargestellt. Die Zentrifuge 100 weist einen Rotor 1 auf, welcher eine Vielzahl von Ausnehmungen 2 zur Aufnahme von Probenbehältnissen mit zu zentrifugierendem Gut besitzt. An dem Rotor 1 ist eine Hülse 3 montiert, welche an einem Antriebskopf 4 formschlüssig anliegt. Am Antriebskopf 4 sind zwei vertikal verlaufende Verbindungselemente 5 in Form von Stiften angebracht, welche jeweils in eine Ausnehmung 6 im Rotor 1 formschlüssig eingreifen. Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform sind zwei Verbindungselemente 5 dargestellt, welche symmetrisch zur Drehachse 7 angeordnet sind, wobei auch mehr als zwei Verbindungselemente 5 vorgesehen sein können. Bei einer Drehbewegung des Antriebskopfes 4 um die Drehachse 7 übertragen diese Verbindungselemente 5 ein Drehmoment auf den Rotor 1, so dass dieser in Rotation versetzt werden kann. Durch die symmetrische Anordnung der Verbindungselemente 5 wird erreicht, dass das Drehmoment gleichmäßig auf den Rotor 1 übertragen wird.

**[0020]** Zusätzlich weist die Zentrifuge 100 bei dieser Ausführungsform zwei jeweils symmetrisch zur Drehachse 7 angeordnete Kupplungselemente 8 auf, siehe auch Fig. 2, welche eine Ansicht entlang der Schnittlinie A-A in Fig. 1 zeigt. Die Kupplungselemente 8 sind auf dem Antriebskopf 4 angeordnet und können zur Seite schwenken. Die Schwenkachse 9 ist jeweils durch das Verbindungselement 5 gebildet.

**[0021]** Soll der Rotor 1 mit dem Antriebskopf 4 verbun-

den werden, wird der Rotor 1 von oben nach unten in Richtung zum Antriebskopf 4 hin bewegt. Dabei trifft die am Rotor 1 montierte Hülse 3 mit ihrer Kegelstumpffläche 32 auf einen jeweiligen äußeren Rand 81 der Kupplungselemente 8, welche jeweils durch eine Druckfeder 45 von einem Anschlag 46 fortgedrückt werden. Durch das Absenken der Hülse 3 mit ihrer Kegelstumpffläche 32 auf die jeweiligen Ränder 81 werden die Kupplungselemente 8 so geschwenkt, dass der jeweilige äußere Rand 81 mit der Mantellinie 44 des Antriebskopfes 4 in Überdeckung kommt. Der langgestreckte Teil 82 jedes Kupplungselementes 8 wird dabei in Richtung zur Drehachse 7 entgegen der Federkraft der Druckfeder 45 geschwenkt.

**[0022]** Die Hülse 3 bzw. der Rotor 1 kann bei weiterem Absenken in vertikaler Richtung an den Kupplungselementen 8 vorbei gleiten, bis die Kegelstumpffläche 32 auf einer korrespondierenden Kegelstumpffläche 42 des Antriebskopfes 4 aufliegt. Die Kegelstumpffläche 42 dient als Anschlag und begrenzt die Abwärtsbewegung des Rotors 1. In dieser Position können die Kupplungselemente 8, bedingt durch die Federkraft der Druckfeder 45, selbsttätig wieder in ihre vorherige Position zurückschwenken, siehe Fig. 1 und 2. Der langgestreckte Teil 82 jedes Kupplungselementes 8 steht dabei über der Mantellinie 44 des Antriebskopfes 4 hervor, wobei jedes Kupplungselement 8 die Hülse 3 berührt. Die Kupplungselemente bilden eine Schnellkupplung, wodurch der Rotor rasch und ohne Werkzeug mit dem Antriebskopf verbunden werden kann. Wenn ein Bediener überprüfen möchte, ob der Rotor 1 auf dem Antriebskopf 4 aufsitzt, kann er versuchen, den Rotor 1 nach oben zu ziehen. Da der Rotor 1 bzw. die Hülse 3 an Kupplungselementen 8 anliegt, ist eine vertikale Verlagerung nach oben nicht möglich. Der Bediener erkennt daran, dass der Rotor fest mit dem Antriebskopf 4 verbunden ist.

**[0023]** Die Kupplungselemente 8 können von der Hülse 3 gelöst werden, wenn ein Betätigungselement 10 entlang der Drehachse 7 vertikal nach unten bewegt wird, siehe Fig. 1. Das Betätigungselement 10, welches bei dieser Ausführungsform mit einer federnd vorgespannten Drucktaste 11 verbunden ist, besitzt ein konusförmiges Ende, welches an einem Kupplungszahn 84 des Kupplungselementes 8, siehe Fig. 2, angreifen kann. Das konusförmige Ende übt eine Kraft senkrecht zur Drehachse 7 aus, so dass das Kupplungselement 8 derart geschwenkt werden kann, bis der äußere Rand 81 wieder in Überdeckung mit der Mantellinie 44 kommt oder sogar noch weiter in den Antriebskopf hinein verlagert wird. Dann kann der Rotor 1 wieder nach oben gezogen und vom Antriebskopf 4 gelöst werden.

**[0024]** In Fig. 3 ist in einer Detailansicht der Kontakt des Kupplungselementes 8 mit der Hülse 3 dargestellt. Das Kupplungselement 8 besitzt eine Rampenfläche 83, welche in einem Winkel  $\alpha$  zur Horizontalen geneigt ist. Die Rampenfläche 83 berührt formschlüssig die korrespondierende Rampenfläche 33 der Hülse 3, welche ebenfalls in einem Winkel  $\alpha$  zur Horizontalen geneigt ist. Das Kupplungselement 8 und die Hülse 3 bilden auf-

grund der Rampenflächen 33, 83 jeweils einen Keilkörper. Wirkt auf den Rotor 1 bzw. die Hülse 3 aufgrund einer hohen Umdrehungszahl eine Auftriebskraft  $F_A$ , stellen sich beim Zusammenwirken mit einem Kupplungselement 8 an dem Flächenpaar 33, 83 die in Fig. 3 dargestellten Reaktionskräfte ein. Eine Normalkraft  $F_N$  wirkt senkrecht zur Rampenfläche 33 auf das Kupplungselement 8, wobei entlang der Rampenfläche eine Haltekraft  $F_H = F_N \cdot \mu_0$  wirkt, wobei  $\mu_0$  der Haftreibungskoeffizient ist. Der Haltekraft  $F_H$  steht eine Rückstellkraft  $F_R$  des Kupplungselementes 8 entgegen. Durch die Auftriebskraft  $F_A$  kann das Kupplungselement 8 nicht zur

**[0025]** Seite geschwenkt werden, wenn zwischen dem Winkel  $\alpha$  und einem Reibwert  $\mu_0$  folgende Beziehung eingehalten wird:

$$\alpha < \arctan \mu_0$$

**[0026]** Bei einem Haftreibungskoeffizienten von 0,3, wie er bei einer Stahl/Stahl-Paarung bei trockener Oberfläche (Festkörperreibung) vorliegt, muss somit der Winkel  $\alpha$  kleiner als  $16,7^\circ$  sein. Eine Selbsthemmung tritt dann auch beim Stillstand des Rotors auf. Wenn das Kupplungselement 8 mit einer Druckfeder 45 zur Seite gedrückt wird, wirkt auf das Kupplungselement 8 zusätzlich zur Haltekraft  $F_H$  noch eine Federkraft  $F_F$ . Bei einer Rotation des Rotors 1 kommt noch eine drehzahlabhängige Zentrifugalkraft  $F_Z$  hinzu, so dass sich die gesamte Haltekraft  $F_{H \text{ ges}}$  bei einem rotierenden Rotor berechnet zu:

$$F_{H \text{ ges}} = \mu_0 \cdot F_A \cos \alpha + F_F \cos \alpha + F_Z \cos \alpha$$

**[0027]** In Fig. 4 ist dargestellt, wie sich das Verhältnis aus  $F_R$  zu  $F_H$  in Abhängigkeit von der Drehzahl  $n$  verändert. Bei einem Verhältnis von  $F_R : F_H = 1$  liegt der Grenzfall vor, bei dem gerade noch eine Selbsthemmung erreicht wird. Bei einem Winkel  $\alpha = 15^\circ$  ist bei der hier gewählten Werkstoffpaarung mit einem Haftreibungskoeffizienten von jeweils 0,3 das Verhältnis aus  $F_R : F_H$  kleiner als 1, siehe Fig. 4. Mit zunehmender Drehzahl erhöht sich der Betrag, der von der Zentrifugalkraft beigesteuert wird, so dass das Verhältnis aus  $F_R : F_H$  bei zunehmender Drehzahl  $n$  abnimmt. Die Verriegelung des Rotors wird mit zunehmender Drehzahl somit immer sicherer.

**[0028]** In Fig. 5 ist ein Detail im Bereich des Kontaktes zwischen Antriebskopf 4 und Hülse 3 dargestellt. Der Antriebskopf 4 besitzt im Bereich des Kegelstumpfes einen Schmutzauftrag 48 der Dicke  $t$ . Wird die Hülse 3 bzw. der Rotor 1 abgesenkt, erreicht die Kegelstumpffläche 32 der Hülse nicht mehr die Kegelstumpffläche 42 des Antriebskopfes 4, sondern verbleibt in einer Höhe, die um den Betrag  $h$  höher ist, als wenn keine Verschmutzung vorliegen würde. Die Empfindlichkeit gegenüber einem solchen Schmutzauftrag ist umso geringer, je größer der Kegelstumpfwinkel  $\beta$  ist, da somit der durch die

Kupplungselemente zu überbrückende Höhenunterschied zwischen einem sauberen und einem verschmutzten Konus geringer wird. Da der verfügbare Platz für die Bewegung der Kupplungselemente 8 begrenzt ist und man von einer Verschmutzung von maximal 0,5 mm ausgehen kann, beträgt bei dieser Ausführungsform der Kegelstumpfwinkel etwa  $35^\circ$ .

**[0029]** Der Einfluss einer Verschmutzung an der Zylinderfläche 41 kann gering gehalten werden, wenn im Bereich der Kegelstumpffläche 42 des Antriebskopfes Ausnehmungen 47 vorgesehen sind. Sie nehmen einen im Bereich der Zylinderfläche 41 vorhandenen Schmutzbelag beim Absenken der Hülse 3 auf und verhindern, dass er sich zusätzlich auf der Kegelstumpffläche 42 ansammelt.

## Patentansprüche

1. Zentrifuge (100) mit einem Antriebskopf (4), der mit einem Antrieb verbindbar ist, einem Rotor (1), der sich am Antriebskopf (4) lösbar montieren lässt, mindestens einem Verbindungselement (5), mit dem der Antriebskopf (4) mit dem Rotor (1) drehfest verbindbar ist, und mindestens einem Kupplungselement (8), welches am Antriebskopf (4) angebracht ist und eine axiale Kraft auf den Rotor (1) so ausüben kann, dass sich der Rotor (1) axial fixieren lässt, wobei die axiale Kraft bei ansteigender Drehgeschwindigkeit des Antriebskopfes (4) zunimmt, wobei das Kupplungselement (8) auf den Rotor (1) die axiale Kraft mittels einer Rampenfläche (83) überträgt, wobei die Rampenfläche in einem Winkel ( $\alpha$ ) zur Horizontalen in einem Bereich von größer  $0^\circ$  bis  $15^\circ$  geneigt ist, wobei der Antriebskopf (4) eine Mantelfläche besitzt, welche eine Zylinderfläche (41) und eine Kegelstumpffläche (42) aufweist, wobei die Mantelfläche an einer korrespondierenden Haltefläche mit einer Zylinderfläche (31) und einer Kegelstumpffläche (32) des Rotors (1) formschlüssig anliegt, wenn der Rotor (1) mit dem Antriebskopf (4) montiert ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Zylinderfläche (41) des Antriebskopfes (4) eine Länge aufweist, welche mindestens ein Viertel der Länge der Haltefläche ist, wobei ausschließlich die Zylinderfläche (41) als Führung des Rotors (1) in axialer Richtung und die Kegelstumpffläche (42) ausschließlich als Anschlag in axialer Richtung ausgebildet sind.

2. Zentrifuge (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kupplungselement (8) um eine Schwenkachse (9) schwenkbar ist zwischen einer Entriegelungsposition, in der es in den Antriebskopf (4) eingeschwenkt ist, wodurch der Rotor (1) bezüglich des Antriebskopfes (4) entriegelt ist, und zwischen einer

Verriegelungsposition, in der das Kupplungselement (8) mit der Rampenfläche (83) von einer Mantelfläche (44) des Antriebskopfes (4) vorsteht und auf den Rotor (1) eine axiale Kraft überträgt, wodurch der Rotor (1) bezüglich des Antriebskopfes (4) verriegelt ist.

3. Zentrifuge (100) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kupplungselement (8) federnd so vorgespannt ist, dass es bei Stillstand des Rotors (1) die Verriegelungsposition einnimmt.
4. Zentrifuge (100) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Schwenkachse (9) des Kupplungselementes (8) das Verbindungselement (5) angeordnet ist, mit dem der Antriebskopf (4) mit dem Rotor (1) drehfest verbindbar ist.
5. Zentrifuge (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kupplungselement (8) einen Kupplungszahn (84) aufweist, welcher mit einem Betätigungselement (10) derart zusammenwirken kann, dass sich auf das Kupplungselement (8) eine Schwenkbewegung ausüben lässt, so dass eine Verlagerung des Kupplungselementes (8) von der Verriegelungsposition in die Entriegelungsposition oder umgekehrt durchführbar ist.
6. Zentrifuge (100) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Betätigungselement (10) in der Drehachse (7) der Zentrifuge (100) anordnen lässt und an einem Ende kegelförmig ausgebildet ist, so dass bei axialer Verlagerung des Betätigungselementes (10) das kegelförmige Ende mit dem Kupplungszahn (84) des Kupplungselementes (8) wechselwirken kann.
7. Zentrifuge (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axiale Kraft auf eine Hülse (3) wirkt, welche am Rotor (1) fest montiert ist.
8. Zentrifuge (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kegelstumpffläche (42) des Antriebskopfes (4) einen Kegelwinkel ( $\beta$ ) von  $15^\circ$  bis  $40^\circ$  zur Drehachse (7) aufweist.
9. Zentrifuge (100) nach Anspruch 1 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zylinderfläche (41) oder Kegelstumpffläche (42) des Antriebskopfes (4) mindestens eine Ausnehmung (4), insbesondere einen Quer-Einstich, auf-

weist.

10. Zentrifuge (100) nach einem der Ansprüche 1, 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zylinderfläche (41) des Antriebskopfes (4) zur Haltefläche des Rotors (1) oder der Hülse (3) als Spielpassung ausgebildet ist, die eine sichere Führung des Rotors bei Stillstand und bei hoher Drehgeschwindigkeit sicherstellt.

#### Claims

1. A centrifuge (100), comprising a drive head (4) which can be connected with a drive, a rotor (1) which can be detachably mounted on the drive head (4), at least one connection element (5) with which the drive head (4) can be connected in a torsion-proof manner with the rotor (1), and at least one coupling element (8) which is attached to the drive head (4) and is able to exert an axial force onto the rotor (1) in such a way that the rotor (1) can be fixed axially, with the axial force increasing with an increasing rotational speed of the drive head (4), the coupling element (8) transmitting the axial force onto the rotor (1) by means of a ramp surface (83), the ramp surface being inclined at an angle ( $\alpha$ ) relative to the horizontal in a range of from more than  $0^\circ$  to  $15^\circ$ , the drive head (4) having a jacket surface which comprises a cylinder surface (41) and a truncated cone surface (42), the jacket surface resting in a form-locking manner on a corresponding holding surface with a cylinder surface (31) and a truncated cone surface (32) when the rotor (1) is mounted on the drive head (4), **characterized in that** the cylinder surface (41) of the drive head (4) has a length which is at least one quarter of the length of the holding surface, with exclusively the cylinder surface (41) being arranged as the guide of the rotor (1) in the axial direction and exclusively the truncated cone surface (42) being arranged as a limit stop in the axial direction.
2. The centrifuge (100) according to claim 1, **characterized in that** the coupling element (8) can be swiveled about a swivel axis (9) between a release position in which it is swiveled inwardly into the drive head (4), whereby the rotor (1) is released with respect to the drive head (4), and a locking position in which the coupling element (8) protrudes with the ramp surface (83) from a jacket surface (44) of the drive head (4) and transmits an axial force onto the rotor (1), whereby the rotor (1) is locked with respect to the drive head (4).
3. The centrifuge (100) according to claim 2,

**characterized in that**

the coupling element (8) is spring-preloaded in such a way that it assumes the locking position during standstill of the rotor (1).

4. The centrifuge (100) according to claim 2 or 3, **characterized in that** the connection element (5) with which the drive head (4) can be connected with the rotor (1) in a torsion-proof manner is arranged in the swivel axis (9) of the coupling element (8).
5. The centrifuge (100) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the coupling element (8) comprises a coupling tooth (84) which can cooperate with an actuating element (10) in such a way that a swivel movement can be exerted onto the coupling element (8), so that a displacement of the coupling element (8) from the locking position to the release position or vice versa can be performed.
6. The centrifuge (100) according to claim 5, **characterized in that** the actuating element (10) can be arranged in the rotary axis (7) of the centrifuge (100) and is of conical design at one end, so that during axial displacement of the actuating element (10) the conical end can interact with the coupling tooth (84) of the coupling element (8).
7. The centrifuge (100) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the axial force acts upon a sleeve (3) which is fixedly mounted on the rotor (1).
8. The centrifuge (100) according to claim 1, **characterized in that** the truncated cone surface (42) of the drive head (4) has a cone angle ( $\alpha$ ) of from 15° to 40° relative to the rotary axis (7).
9. The centrifuge (100) according to claim 1 or 8, **characterized in that** the cylinder surface (41) or truncated cone surface (42) of the drive head (4) comprises at least one recess (47), especially a transversal groove.
10. The centrifuge (100) according to any one of claims 1, 8 or 9, **characterized in that** the cylinder surface (41) of the drive head (4) is arranged as a clearance fit in relation to the holding surface of the rotor (1) or the sleeve (3), which clearance fit ensures a secure guidance of the rotor during standstill and at high rotational speed.

**Revendications**

1. Centrifugeuse (100) comprenant une tête d'entraînement (4) qui peut être raccordée à un entraînement, un rotor (1) qui peut être monté de manière détachable sur la tête d'entraînement (4), au moins un élément de raccordement (5) avec lequel la tête d'entraînement (4) peut être raccordée d'une manière exempte de rotation avec le rotor (1), et au moins un élément d'accouplement (8) qui est fixé à la tête d'entraînement (4) et est apte à exercer une force axiale sur le rotor (1) d'une manière telle que le rotor (1) puisse être fixe axialement, la force axiale augmentant avec une vitesse de rotation croissante de la tête d'entraînement (4), l'élément d'accouplement (8) transmettant la force axiale sur le rotor (1) au moyen d'une surface inclinée (83), la surface inclinée étant inclinée, par rapport à l'horizontale, selon un angle ( $\alpha$ ) compris dans une plage allant de plus de 0° jusqu'à 15°, la tête d'entraînement (4) ayant une surface d'enveloppe qui comprend une surface cylindrique (41) et une surface tronconique (42), la surface d'enveloppe s'appuyant de manière solidaire sur une surface de maintien correspondante avec une surface cylindrique (31) et une surface tronquée (32) lorsque le rotor (1) est monté sur la tête d'entraînement (4), **caractérisée en ce que** la surface cylindrique (41) de la tête d'entraînement (4) possède une longueur qui représente au moins un quart de la longueur de la surface de maintien, avec exclusivement la surface cylindrique (41) disposée en tant que guide du rotor (1) dans la direction axiale et exclusivement la surface tronconique (42) disposée en tant que butée dans la direction axiale.
2. Centrifugeuse (100) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'élément d'accouplement (8) peut pivoter autour d'un axe de pivotement (9) entre une position de déverrouillage dans laquelle il est pivoté intérieurement dans la tête d'entraînement (4), ce qui fait que le rotor (1) est déverrouillé par rapport à la tête d'entraînement (4), et une position de verrouillage dans laquelle l'élément de couplage (8) fait saillie avec la surface inclinée (83) d'une surface d'enveloppe (44) de la tête d'entraînement (4) et transmet une force axiale sur le rotor (1), ce qui fait que le rotor (1) est verrouillé par rapport à la tête d'entraînement (4).
3. Centrifugeuse (100) selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'élément d'accouplement (8) est pré-chargé par ressort d'une manière telle qu'il prenne la position de verrouillage pendant l'arrêt du rotor (1).
4. Centrifugeuse (100) selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce que**

- l'élément de raccordement (5) avec lequel la tête d'entraînement (4) peut être raccordée au rotor (1) d'une manière exempte de torsion est disposée dans l'axe de pivotement (9) de l'élément d'accouplement (8). 5
5. Centrifugeuse (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisée en ce que** 10  
 l'élément d'accouplement (8) comprend une dent d'accouplement (84) qui peut coopérer avec un élément d'actionnement (10) d'une manière telle qu'un mouvement de pivotement puisse être exercé sur l'élément d'accouplement (8), afin qu'un déplacement de l'élément d'accouplement (8) de la position de verrouillage à la position de déverrouillage, ou vice versa, puisse être réalisé. 15
6. Centrifugeuse (100) selon la revendication 5,  
**caractérisée en ce que** 20  
 l'élément d'actionnement (10) peut être agencé dans l'axe de rotation (7) de la centrifugeuse (100) et est conformé conique à une extrémité, afin que, pendant le déplacement axial de l'élément d'actionnement (10), l'extrémité conique puisse interagir avec la dent d'accouplement (84) de l'élément d'accouplement (8). 25
7. Centrifugeuse (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, 30  
**caractérisée en ce que**  
 la force axiale agit sur un manchon (3) qui est monté de manière fixe sur le rotor (1).
8. Centrifugeuse (100) selon la revendication 1, 35  
**caractérisée en ce que**  
 la surface tronconique (42) de la tête d'entraînement (4) présente un angle de cône ( $\beta$ ) allant de 15° à 40° par rapport à l'axe de rotation (7). 40
9. Centrifugeuse (100) selon la revendication 1 ou 8,  
**caractérisée en ce que**  
 la surface cylindrique (41) ou la surface tronconique (42) de la tête d'entraînement (4) comprend au moins un évidement (47), en particulier une rainure transversale. 45
10. Centrifugeuse (100) selon la revendication 1, 8 ou 9,  
**caractérisée en ce que** 50  
 la surface cylindrique (41) de la tête d'entraînement (4) est formée comme un ajustement avec jeu par rapport à la surface de maintien du rotor (1) ou du manchon (3), ledit ajustement avec jeu assurant un guidage sûr du rotor pendant un arrêt et à vitesse de rotation élevée. 55

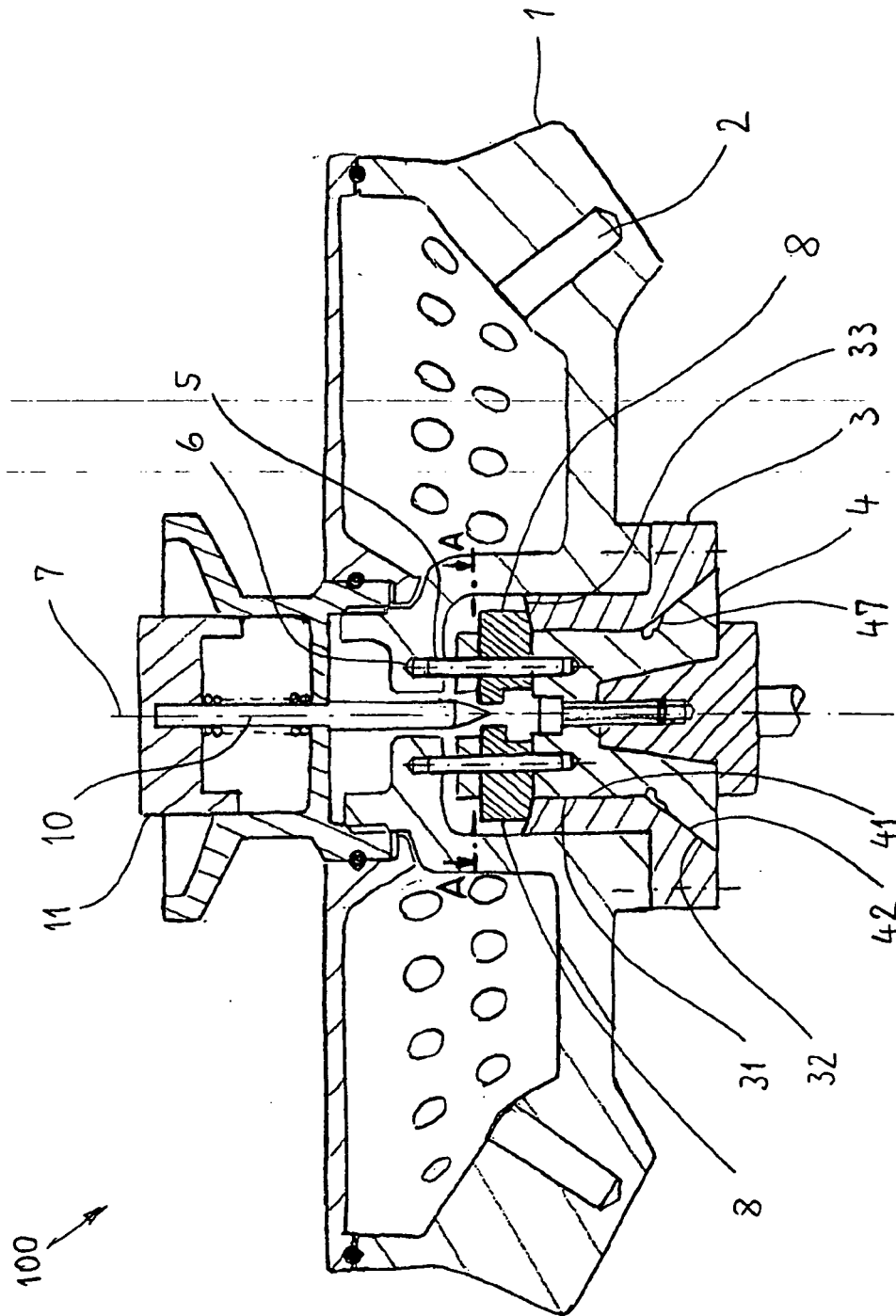


Fig. 1

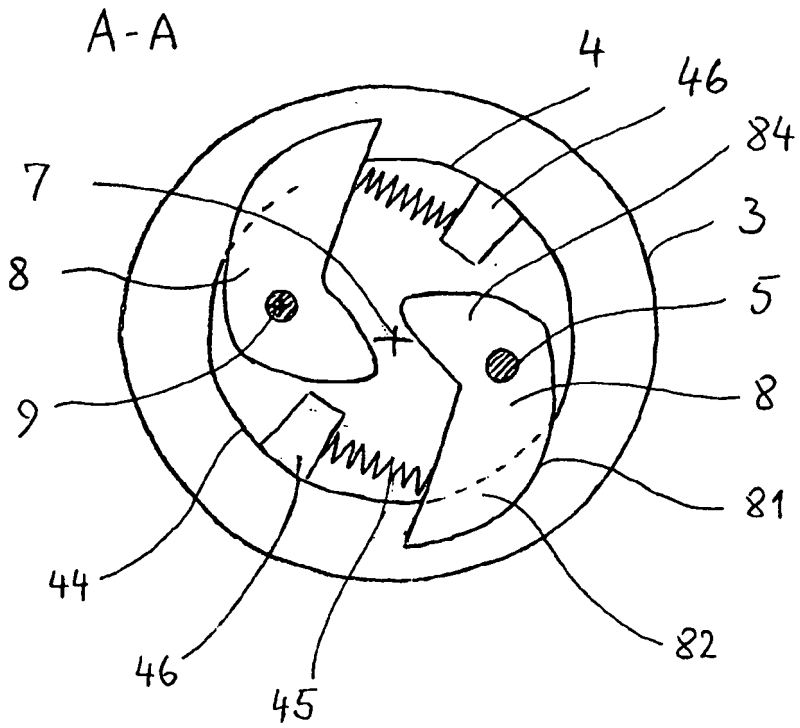


Fig. 2

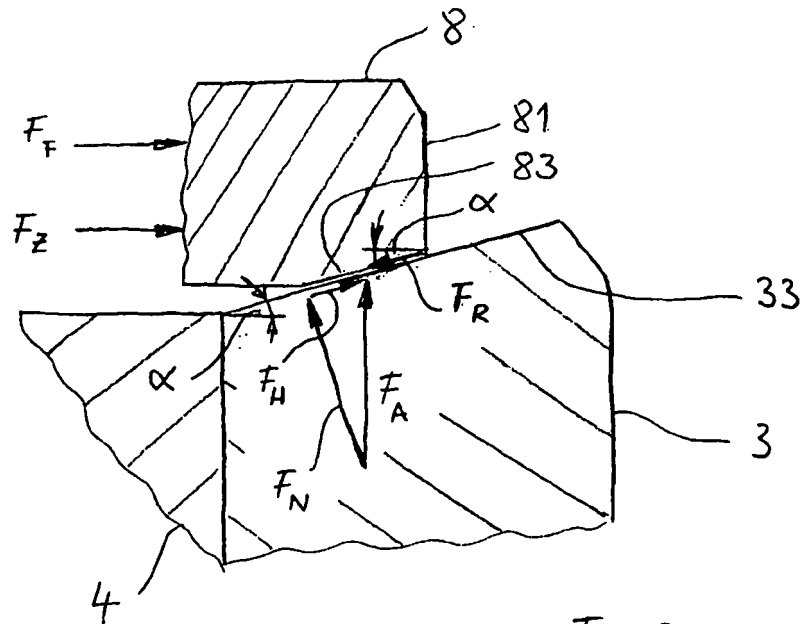


Fig. 3

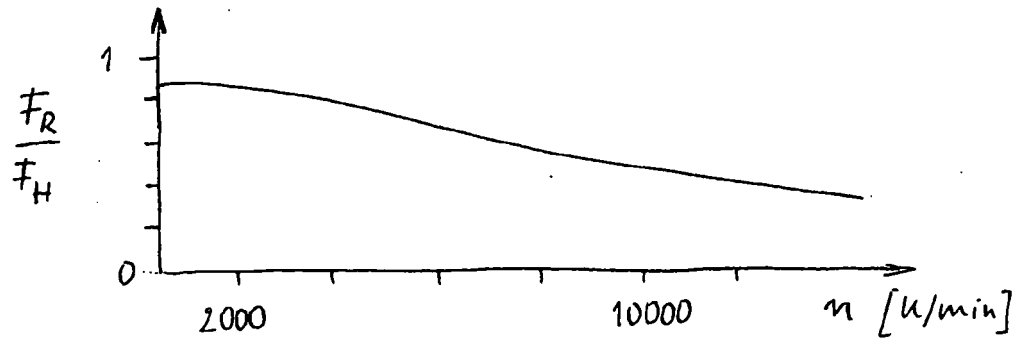
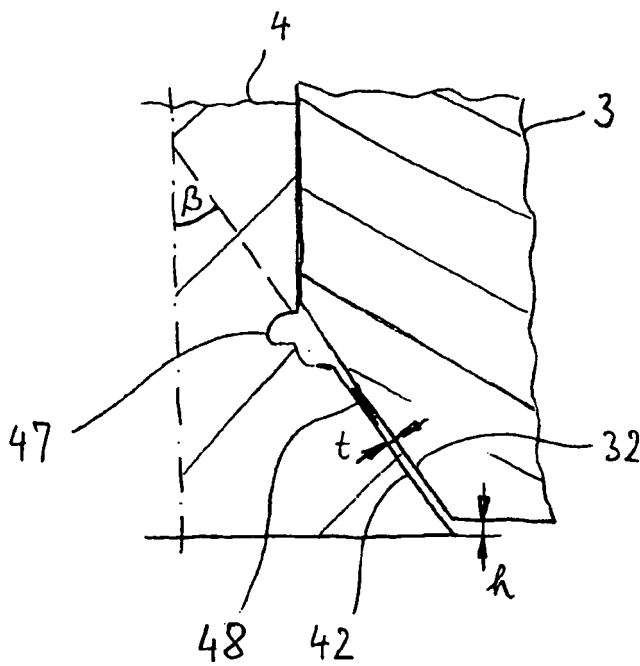


Fig. 4



$$h = \frac{t}{\sin \beta}$$

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**

- US 6063018 A [0004]