

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 50133/2013
(22) Anmeldetag: 26.09.2013
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.01.2015
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2015

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

(30) Priorität:
27.09.2012 DE (u) 202012009295.2 beansprucht.

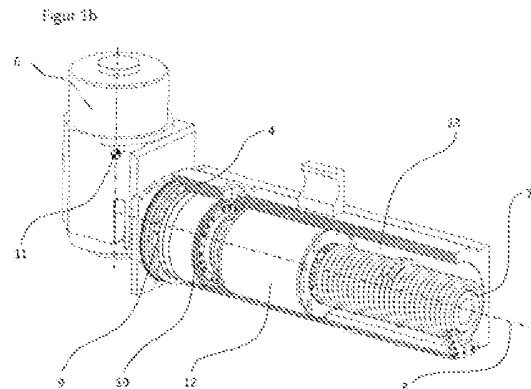
(56) Entgegenhaltungen:
DE 69318235 T2
DE 4231516 A1
DE 102005024038 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
EMCO MAIER GES.M.B.H.
5400 Hallein (AT)

(74) Vertreter:
SONN & PARTNER PATENTANWÄLTE
WIEN

(54) **Vorrichtung zum Ausgleichen eines Drehmoments**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ausgleichen eines Drehmoments, das durch eine Kraft, insbesondere die Gewichtskraft, bedingt ist, die auf einen exzentrisch um eine horizontale Welle (7) ausgelenkten Massepunkt wirkt, wobei der Massepunkt insbesondere der Schwerpunkt eines Werkzeugs einer Werkzeugmaschine (1) ist, und die einen Sockel, gegenüber dem die Welle (7) drehbar ist, und eine Ausgleichsfeder (13), wobei die Ausgleichsfeder (13) derart ausgestaltet und angeordnet ist, dass die Welle (7) mit einem einer Drehung gegenüber dem Sockel entgegenwirkenden Gegendrehmoment beaufschlagbar ist, umfasst.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ausgleichen eines Drehmoments, das durch eine Kraft, insbesondere die Gewichtskraft, bedingt ist, die auf einen exzentrisch um eine horizontale Welle ausgelenkten Massepunkt wirkt, wobei der Massepunkt insbesondere der Schwerpunkt eines Werkzeugs einer Werkzeugmaschine ist.

STAND DER TECHNIK

[0002] Allgemein entsteht aufgrund einer häufig nicht vorhandenen Koaxialität des Schwerpunkts eines um eine Welle zu rotierenden Werkzeugs einer Werkzeugmaschine in Bezug auf die Drehachse der Welle bei einer Bewegung bzw. Positionierung einer vorwiegend horizontal angeordneten Welle der Werkzeugmaschine ein durch die Schwerkraft erzeugtes, winkelabhängiges Drehmoment. Um das in jeder Stellung des Werkzeugs notwendige Drehmomentengleichgewicht aufrecht zu erhalten, muss ein Antrieb für die Rotation um die Welle ein entsprechendes Gegenmoment erzeugen. Dies erfordert erstens Energie und führt zweitens zu einer reduzierten Bearbeitungsgenauigkeit. Die reduzierte Bearbeitungsgenauigkeit ist durch eine verstärkte Erwärmung der Bauteile und in der Folge höhere thermoelastische Verformungen einzelner oder mehrerer Komponenten der Werkzeugmaschinen bedingt. Weiterhin ergibt sich unter Umständen die Notwendigkeit, den Antrieb für die Rotation des Werkzeugs um die Welle größer zu dimensionieren, wodurch zusätzlicher Bauraum benötigt wird.

[0003] Zum Zwecke des Ausgleichs von Massekräften in Werkzeugmaschinen sind bereits eine Reihe unterschiedlicher Konzepte bekannt. Diese basieren im Wesentlichen auf dem Aufbau von Gegenkräften bzw. Gegenmomenten unter dem Einsatz von Fluiden, Gegengewichten oder Federn. Unabhängig vom physikalischen Wirkprinzip wird die potentielle Energie der bewegten Masse bei einer Bewegung in eine erste Richtung durch den Mechanismus zwischengespeichert und bei einer zur ersten Richtung entgegengesetzten (Zurück-)Bewegung wieder zur Verfügung gestellt und der externe Energiebedarf für die Zurückbewegung damit reduziert.

[0004] Aus DE 100 25 355 A1 ist eine Vorrichtung zum Gewichtsausgleich von vertikal oder schräg bewegbaren Bauteilen einer Werkzeugmaschine bekannt, die mehrere parallel nebeneinander angeordnete Spiralfedern enthält, deren innere Enden an einer fixierten Achse und deren äußere Enden an einer zur Achse konzentrischen, drehbar gelagerten Gehäusetrommel befestigt sind. Über einen flexiblen Band- oder Zahnriemen ist die Gehäusetrommel weiterhin mit den zu bewegendenden Bauteilen der Maschine verbunden. Bei einer Verfahrbewegung in Richtung der wirkenden Erdbeschleunigung oder schräg dazu erfolgt eine rotatorische Relativbewegung zwischen der Achse und der Gehäusetrommel und ein Teil der potentiellen Energie der bewegten Bauteile wird in den Spiralfedern gespeichert. Bei einer Bewegungsumkehr wird die Energie aus dem Federspeicher entnommen und unterstützt damit die Verfahrbewegung.

[0005] Das in DE 10 2005 024 038 A1 beschriebene System zur Kompensation einer ungleichmäßigen Massenverteilung an einer Schwinge basiert ebenfalls auf dem Einsatz von Federn als Energiespeicher, wobei der Speicher linear angeordnet ist. Die notwendige Umwandlung der Rotationsbewegung in eine translatorische Bewegung erfolgt beispielsweise mittels eines Exzenters an der rotierenden Achse und einem mit diesem verbundenen Zugpleuel. Besonderes Kennzeichen dieser Konstruktion ist, dass die Energieumwandlung vollständig innerhalb eines Gehäuses stattfindet, wodurch keine Querkräfte auf die Lagerung der Schwinge wirken.

[0006] In DE 37 14 637 A1 wird ein Drehmoment-Ausgleichssystem vorgestellt, das ebenfalls eine Transformation einer Rotationsbewegung in eine translatorische Bewegung bewirkt. Realisiert wird diese Funktion mittels eines Kurbeltriebes und einer Schubstange. Bei einer Drehung der Kurbel wird die Drehbewegung über eine Schubstange in eine translatorische Bewegung umgewandelt. Anhand der Koppelung der geradlinigen Bewegung an eine Feder, die sich in

einem Gehäuse bewegt, kann die Rotationsenergie der Drehachse in Federenergie transformiert und zwischengespeichert werden. Besonderes Kennzeichen des beschriebenen Systems ist eine Vorrichtung, die eine radiale Verschiebung des Anlenkpunktes der Schubstange und somit des wirksamen Kraftangriffspunktes bewirkt. Dadurch kann der Verlauf des zur Verfügung stehenden Drehmomentes in Abhängigkeit von der Winkelstellung der Drehachse eingestellt werden.

[0007] Die in DE 697 22 036 T2 beschriebene Vorrichtung löst die erfindungsgemäße Aufgabe mittels einer Nockenscheibe und einem daran angefederten Stößel. Wird die Drehachse aus einer neutralen Position heraus bewegt, so dreht sich auch eine mit der Drehachse verbundene Nockenscheibe. Entsprechend der Ausformung der Nockenscheibe erzwingt die Rotationsbewegung eine translatorische Bewegung von über Rollen an die Nockenscheibe angefederten Stößeln. Da die in einem Kolben gelagerten Stößel über eine Feder gegen die Nockenscheibe gepresst werden, ergibt sich eine von der Nockenform abhängige Reaktionskraft die wiederum in einem Gegenmoment zum aus der Drehbewegung resultierenden Drehmoment resultiert.

[0008] Fluidtechnische Lösungen zum Ausgleich der Massekräften von translatorisch oder rotatorisch bewegten Maschinenteilen werden beispielsweise in DE 33 12 971 C2, DE 102 20 617 A1, US 4 904 150 A und in EP 1 880 797 B1 beschrieben. Als weitere mechanische Lösung, die über Seilzüge mit Umlenkrollen und mit Gegengewichten für einen Ausgleich der Massekräfte sorgt, sei ergänzend zu den bereits beschriebenen Ansätzen DE 12 37 403 B genannt.

[0009] Die vorbenannten Konzepte weisen eine Reihe von Nachteilen auf.

[0010] Lösungen die Massekräfte mittels Gegengewichten und gegebenenfalls Seilzügen und Umlenkrollen ausgleichen sind bauraumintensiv und beschränken aufgrund der zusätzlichen Massen und der Gefahr des Abhebens die Beschleunigung der jeweiligen Achsen. In der Folge ist eine größere Dimensionierung der Antriebe notwendig oder aber Produktivitätsverluste der Maschinen müssen in Kauf genommen werden, um eine Beschädigung der Vorrichtung zum Masseausgleich und die Funktionssicherheit zu gewährleisten.

[0011] Fluidtechnische Lösungen erfordern einen komplizierten Aufbau und insbesondere eine aufwendige Druckmittelversorgung sowie komplexe Steuerungseinrichtungen. Da bei derartigen Systemen das Fluid - Hydrauliköl, Druckluft oder Gas, wie beispielsweise Stickstoff - typischerweise zwischen einem Ausgleichszylinder und einem Fluidspeicher hin und her pendelt, ergeben sich nicht vernachlässigbare Verlustleistungen, die durch den Antrieb oder die Fluidversorgungseinrichtung kompensiert werden müssen.

[0012] Die bekannten Konzepte, die auf dem Einsatz von Federn als Energiespeicher basieren, benötigen eine Vielzahl von Bauteilen mit entsprechendem Bauraumbedarf. Da sich diese zur Funktionserfüllung teilweise an den Kontaktflächen relativ zueinander bewegen müssen, ergeben sich ein erhöhter Verschleiß sowie Reibungskräfte. Insbesondere bei Werkzeugmaschinen führt die Reibung bei der Bewegungsumkehr zu Hystereseffekten im Bewegungsablauf der Maschine, die zu Bearbeitungsungenauigkeiten am Bauteil führen können.

[0013] Weiterhin haben die bekannten Lösungen zum Ausgleich von durch Massekräfte induzierten Drehmomenten in Wellen als gemeinsames Merkmal den Nachteil, dass die Drehbewegung der Welle zunächst in eine translatorische Bewegung umgewandelt werden muss, bevor die Energie zwischengespeichert wird. Im Falle der Bewegungsumkehr gilt das umgekehrte Prinzip der Transformation einer translatorischen Bewegung in eine Rotationsbewegung. Die beschriebene Eigenschaft führt in der Folge auch dazu, dass der Arbeitsbereich der entsprechenden Lösungen eingeschränkt wird.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0014] Vor dem Hintergrund des oben skizzierten Stands der Technik liegt die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Vorrichtung zum Ausgleichen eines Drehmoments des obigen technischen Gebiets derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders einfacher Aufbau und

eine platzsparende kompakte Bauweise der Vorrichtung möglich ist. Hierfür liegt eine weitere Aufgabe der Erfindung darin, die Transformation einer Rotationsbewegung in eine Translationsbewegung bei der Energiespeicherung zu vermeiden und die im Stand der Technik auftretenden Nachteile aufgrund von Reibung zwischen einzelnen Teilen oder aufgrund großer bewegter Massen, insbesondere Zusatzmassen, zu verhindern.

[0015] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0016] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ausgleichen eines Drehmoments, das durch eine Kraft, insbesondere die Gewichtskraft, bedingt ist, die auf einen exzentrisch um eine horizontale Welle ausgelenkten Massepunkt wirkt, wobei der Massepunkt insbesondere der Schwerpunkt eines Werkzeugs einer Werkzeugmaschine ist, umfasst einen Sockel, gegenüber dem die Welle drehbar ist, und eine Ausgleichsfeder. Dabei ist die Ausgleichsfeder derart ausgestaltet und angeordnet, dass die Welle mit einem einer Drehung gegenüber dem Sockel entgegenwirkenden Drehmoment beaufschlagbar ist.

[0017] Unter einer „horizontalen Welle“ wird in dieser Anmeldung auch eine Welle verstanden, die nicht genau horizontal, sondern schräg und mit einer horizontalen Ausrichtungskomponente ausgerichtet ist. Mit „Welle“ ist jedes Element gemeint, das zur Übertragung von Rotationskräften geeignet ist, insbesondere also auch ein Zapfen und eine Kardanwelle.

[0018] Als Beispiel für ein „Werkzeug“ einer Werkzeugmaschine dient hierin eine Frässpindel. Es sind jedoch auch andere Werkzeuge unter diesem Betreff zu verstehen, nämlich solche, die sich üblicherweise an einer Werkzeugmaschine befinden und um eine horizontale Welle verschwenkt werden können. Die Erfindung lässt sich dabei ebenso auf ein um eine Welle verschwenkbares Werkstück anwenden. Die „Frässpindel“ umfasst bevorzugt alle um die Welle rotierbaren Teile der Werkzeugmaschine.

[0019] Unter dem Ausdruck „Sockel“ wird in dieser Anmeldung beispielsweise ein Gehäuse verstanden, in dem die Welle drehbar gelagert ist. Es kann jedoch auch ein von dem Gehäuse abweichender Gegenstand sein, solange dieser als Bezugspunkt für die Drehung der Welle dienen kann, insbesondere nur durch Translationsbewegungen verschiebbar, jedoch nicht rotierbar ist.

[0020] Unter einer „Ausgleichsfeder“ ist im Sinne der Erfindung eine Einrichtung zu verstehen, welche eine einzige Ausgleichsfeder oder mehrere Teilfedern umfasst, die gegebenenfalls seriell und/oder parallel miteinander gekoppelt sein können. Zudem kann der Ausdruck „Ausgleichsfeder“ weitere Bauteile umfassen, um einzelne Federn an unterschiedlichen Positionen festzuklemmen oder mit anderen Federn oder anderen Bauteilen zu verbinden oder zu verspannen.

[0021] Der Begriff der Ausgleichsfeder meint dabei jede Art Feder, die um ihre Federachse auf Torsion beansprucht wird. Beispiele für eine Ausgleichsfeder sind eine gewundene Biegefeder, bevorzugt eine als Schenkelfeder ausgestaltete schraubenförmige Feder, eine Spiralfeder oder ein Torsionsstab, vorzugsweise eine Schenkel- oder Spiralfeder.

[0022] Unter einem „Gegendrehmoment“ wird in dieser Anmeldung dasjenige Drehmoment verstanden, das dem durch die auf das Werkzeug wirkende Schwerkraft ausgeübten und über den Hebelarm, über den der Schwerpunkt des Werkzeugs mit der Welle verbunden ist, vermittelten Drehmoment entgegengesetzt wird, um das Werkzeug in einer vorgegebenen Auslenkung zu halten. Das Gegendrehmoment muss dabei betragsmäßig nicht gleich dem durch die Schwerkraft bewirkten Drehmoment, diesem jedoch entgegengerichtet sein, das heißt das Drehmoment der Schwerkraft abschwächen.

[0023] Mit Vorteil ist die Ausgleichsfeder zumindest teilweise um die Welle herum angeordnet. Dies bedeutet, dass die Ausgleichsfeder, die beispielsweise als Schenkelfeder und damit als schraubenförmige Feder ausgestaltet sein kann, die Welle umfangseitig umgibt und somit insbesondere dieselbe Längsachse wie die Welle aufweist. Bevorzugt wird die Ausgleichsfeder

sowohl an dem Sockel als auch an der Welle angebracht.

[0024] Die Ausgleichsfeder kann sich zum Aufbau des Gegendrehmoments bei einer Relativbewegung zwischen der Welle und dem Sockel verspannen. Hierzu wird bevorzugt, die Ausgleichsfeder an mindestens einer Stelle mit dem Sockel und an mindestens einer Stelle mit der Welle zu verbinden. Demzufolge umfasst die Ausgleichsfeder bevorzugt auch geeignet ausgeformte Konstruktionselemente, welche die Herstellung einer solchen, lösbaren oder auch nicht lösbaren Verbindung ermöglichen. Beispielsweise kann eine derartige Verbindung mittels eines Spannsatzes erfolgen, der eine reibschlüssige Verbindung der Ausgleichsfeder mit dem Sockel und/oder der Welle herstellt. Alternativ sind aber auch andere Verbindungsarten denkbar, wie beispielsweise eine formschlüssige Verbindung mittels eines Keilwellenprofils oder eine Schraubenverbindung.

[0025] Um die erfindungsgemäße Funktion erfüllen zu können, muss die Ausgleichsfeder mindestens eine Feder enthalten, die geeignet zu dimensionieren ist. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass der Wicklungsdurchmessers und/oder der Drahtdurchmessers einer als Schenkelfeder ausgestalteten Feder an die vorgesehene Werkzeugmaschine, insbesondere die Masse, den Hebelarm und den Auslenkwinkel des Werkzeugs, angepasst werden. Eine weitere Möglichkeit zur Adaption an den zur Verfügung stehenden Bauraum, das auszugleichende Drehmoment und den notwendigen Auslenkbereich der Welle besteht in der Kombination mehrerer Federn, die seriell oder parallel miteinander in Bezug auf den Sockel und die Welle verbunden werden.

[0026] Die Art und Reihenfolge der Anordnung einzelner Federn in Form von elementaren Serien- und/oder Reihenschaltungen in Kombination mit der Lage der Anbindungsstellen am Sockel und an der Welle wird im weiteren Verlauf der Beschreibung als Federanordnung bezeichnet.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Welle aus einer Nulllage in zwei einander entgegengesetzte Drehrichtungen drehbar und das Gegendrehmoment wirkt einer Drehung der Welle in jeder der beiden Drehrichtungen jeweils entgegen.

[0028] Unter der „Nulllage“ ist eine Stellung des Werkzeugs und damit der Welle zu verstehen, in der die Ausgleichsfeder kein Gegendrehmoment auf die Welle gegenüber dem Sockel ausübt. Darunter, dass das Gegendrehmoment einer Drehung der Welle in jeder der beiden Drehrichtungen jeweils entgegenwirkt, ist zu verstehen, dass eine Auslenkung der Welle aus der Nulllage, die beispielsweise durch einen separaten Antrieb initiiert und durch die Schwerkraft verstärkt wird, zu einem Rückstelldrehmoment führt, das durch die bevorzugte Vorrichtung aufgebaut wird.

[0029] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gegendrehmoment proportional zu einem Auslenkwinkel der Welle. Mit dem Auslenkwinkel ist dabei der Winkel gemeint, um den die Welle aus der Nulllage ausgelenkt wird.

[0030] Mit Vorteil ist die Ausgleichsfeder als schraubenförmige Feder, insbesondere als Schenkelfeder, ausgebildet, die sich die Welle umgebend entlang der Welle erstreckt. Eine Erstreckung der schraubenförmigen Feder entlang der Welle bedeutet hierbei, dass die Zylinderachse der schraubenförmigen Feder parallel zu der Mittelachse der Welle verläuft. Weiter bevorzugt weist die Ausgleichsfeder eine oder mehrere Biegefedern auf, die bevorzugt als Schenkelfeder ausgeführt ist, beziehungsweise als Schenkelfedern ausgeführt sind. Weiter bevorzugt kann die Ausgleichsfeder an der Welle und/oder an dem Sockel durch eine Klemmverbindung angebracht werden.

[0031] Prinzipiell sind jedoch auch andere Ausführungsformen der Erfindung möglich, die eine direkte Speicherung der Energie, ohne eine Transformation der Rotationsbewegung in eine translatorische Bewegung erlauben. Der Begriff der Biegefeder bezieht sich hierbei auf die primäre innere Belastungsart der verwendeten Feder.

[0032] Schenkelfedern sind den Biegefedern zugeordnet und entsprechen in ihrer Form im

Wesentlichen schraubenförmigen Federn. Sie bestehen aus einem zylinderförmig aufgewickelten Draht, wobei sich die einzelnen Wicklungen berühren oder aber einen bestimmten Abstand zueinander aufweisen können. Die auf die Ausgleichsfeder wirkende Torsionskraft ist dabei um die Zylinderachse der Schenkelfeder gerichtet.

[0033] Die beschriebene Form ermöglicht es, eine entsprechend aufgebaute Ausgleichsfeder äußerst kompakt aufzubauen und platzsparend zwischen dem Sockel und der Welle zu integrieren. Entsprechender Bauraum ist bei Wellen von Werkzeugmaschinen typischerweise vorhanden, da zum einen für die Lagerung der jeweiligen Baugruppen ausreichend Platz notwendig ist und zum anderen auch eine einfache Montage und Demontage des Systems ermöglicht werden muss. Die bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung nutzt also den bereits vorhandenen Bauraum auf besonders effiziente Weise.

[0034] Mit Vorteil ist die Ausgleichsfeder mehrteilig, insbesondere zweiteilig ausgebildet. Dies bedeutet, dass die Ausgleichsfeder auch aus mehreren Einzelfedern zusammengesetzt sein kann, um eine insgesamt auf die Welle und den Sockel wirkende Ausgleichsfeder zu bilden.

[0035] Mit Vorteil ist die Ausgleichsfeder vorgespannt. Hierzu wird das aus einer Ausgleichsfeder oder mehreren Ausgleichs-(Teil-)federn bestehende System bevorzugt an einem Ende der Federanordnung mittels geeignet ausgeformter Klemmelemente festgehalten und an einem dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Ende um einen definierten Winkel coaxial um die Längsachse der Federanordnung verdreht. Das dem ersten Ende gegenüberliegende zweite Ende wird dann ebenfalls mittels eines Klemmelements geklemmt und die beiden Klemmelemente werden weiterhin mittels eines Jochs miteinander verbunden, sodass die Ausgleichsfeder im unbelasteten Zustand bereits vorgespannt ist.

[0036] Die Verbindung der Feder mit der Welle erfolgt mit Vorteil in einer neutralen Stellung (Nulllage), in der kein oder nur ein minimales Ausgleichsmoment (Gegendrehmoment) erforderlich ist.

[0037] Bevorzugt wird in dieser Position das Joch mit dem Sockel verbunden. Die Anbindung der Ausgleichsfeder an der Welle erfolgt bevorzugt genauso in der neutralen Stellung und mittels eines geeignet ausgeformten Klemmsystems. Dieses wird zwischen den beiden Enden der Ausgleichsfeder mit der Ausgleichsfeder verbunden und an der Welle befestigt.

[0038] Es kann auch eine andersartige Anbindung der Ausgleichsfeder an den Sockel und die Welle realisiert werden, indem beispielsweise das Joch mit der Welle verbunden wird, während das an einer Stelle zwischen den beiden Enden der Ausgleichsfeder positionierte Klemmsystem mit der Ausgleichsfeder und dem Sockel verbunden wird.

[0039] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Welle durch einen Antrieb, insbesondere einen Elektromotor, gegenüber dem Sockel drehbar, um den Massepunkt abzulenken. Dieser wird in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung als Direktantrieb ausgeführt und direkt zwischen den Sockel und die Welle integriert.

[0040] Mit Vorteil ist die Ausgleichsfeder zwischen der Welle und dem Sockel integriert. Dies bedeutet, dass die Ausgleichsfeder in den Bauraum zwischen Welle und Sockel eingebaut ist.

[0041] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Ausgleichsfeder mit einer Profilhülse oder mehreren Profilhülsen versehen. Es ist zusätzlich möglich, die Ausgleichsfeder durch die eine Profilhülse oder die mehreren Profilhülsen an der Welle und/oder dem Sockel anzubringen.

[0042] In dieser vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird durch eine Variation der Steifigkeit der verwendeten Ausgleichs-, insbesondere Schenkelfeder eine nahezu beliebige Anpassung des zur Verfügung stehenden Gegendrehmomentes in Abhängigkeit von der Winkelposition der Welle gegenüber dem Sockel ermöglicht. Hierzu wird die Tatsache genutzt, dass die eingesetzte Feder bei einer definierten Verdrehung um ihre Längsachse ihren Außendurchmesser bzw. Innendurchmesser ebenfalls definiert verändert. Indem geeignet ausgeformte Profilhülsen von außen an die Feder angelegt oder in die Feder eingesetzt werden, kann

gezielt gesteuert werden, welche Abschnitte der Feder effektiv wirksam sind.

[0043] Wird beispielsweise aufgrund der Verdrehung einer Schenkelfeder eine Verkleinerung des Wicklungsdurchmessers erzwungen, so kann eine innenliegende Profilhülse so ausgeformt sein, dass mit zunehmendem Drehwinkel Teile der Feder an der Profilhülse anliegen und damit diese Teile der Feder nicht mehr wirksam sind. In der Folge wird die Steifigkeit des noch wirksamen Teils der Feder erhöht, wodurch mit zunehmendem Drehwinkel eine überproportionale Steigerung des verfügbaren Drehmoments erfolgt. Ein analoger Sachverhalt gilt für eine außen an die Feder anliegende Profilhülse, wenn aufgrund der Verdrehung der Feder eine Vergrößerung des Federdurchmessers erzwungen wird.

[0044] Bei einer bereits vorgespannten Feder kann auch eine Abnahme der wirksamen Federsteifigkeit erzielt werden. Wird beispielsweise aufgrund der Verdrehung einer Feder eine Verkleinerung des Federdurchmessers erzwungen, so kann eine außenliegende Profilhülse so ausgeformt sein, dass mit zunehmendem Drehwinkel Teile der an der Profilhülse anliegenden Feder wieder frei werden und damit diese Teile der Feder wieder wirksam sind. In der Folge wird die Steifigkeit des wirksamen Teils der Feder reduziert, wodurch mit zunehmendem Drehwinkel eine unterproportionale Steigerung des verfügbaren Drehmoments erfolgt. Ein analoger Sachverhalt gilt für eine innen an die Feder anliegende Profilhülse, wenn aufgrund der Verdrehung der Feder eine Vergrößerung des Federdurchmessers erzwungen wird.

[0045] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche.

KURZE FIGURENBESCHREIBUNG

- [0046]** Figur 1a zeigt eine perspektivische Ansicht einer Werkzeugmaschine mit einer horizontal angeordneten Welle und einem um diese Welle drehbaren Werkzeug.
- [0047]** Figur 1b zeigt eine vergrößerte Teilansicht der Welle der Werkzeugmaschine, teilweise in Schnittdarstellung, in einer bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- [0048]** Figur 2a zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausgleichsfeder in einer bevorzugten Ausführungsform.
- [0049]** Figur 2b zeigt eine perspektivische Ansicht eines Spannsatzes zur Verbindung einer Welle mit einer Ausgleichsfeder in einer bevorzugten Ausführungsform.
- [0050]** Figuren 3a-3f zeigen einige beispielhafte Ausführungsformen einer Federanordnung der Ausgleichsfeder gegenüber einer Welle und einem Sockel.
- [0051]** Figur 4a zeigt eine schematische Schnittdarstellung einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit integrierten Profilhülsen zur Anpassung des verfügbaren Gegendrehmomentverlaufs in einer neutralen Stellung.
- [0052]** Figur 4b zeigt eine schematische Schnittdarstellung der bevorzugten Ausführungsform aus Figur 4a in einer von der neutralen Stellung abweichenden Stellung.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0053] Figur 1a zeigt als typisches Anwendungsbeispiel für den Einsatz einer ersten, bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine perspektivische Ansicht einer Werkzeugmaschine 1 mit einer horizontal angeordneten Rotationsachse 8 und einem als Frässpindel 6 ausgestalteten Werkzeug, das gegenüber der Rotationsachse 8 eine exzentrische Last bildet.

[0054] Die Werkzeugmaschine 1 weist einen horizontal verfahrbaren Ständer 2 auf, der wiederum einen vertikal verfahrbaren Schlitten 3 trägt. Der Schlitten 3 hält und führt wiederum ein Gehäuse 4 welches ebenfalls in horizontaler Richtung relativ zum Schlitten 3 entlang einer translatorischen Bewegungsachse verfahrbar ist, wobei diese lotrecht zu den beiden übergeordneten Bewegungsachsen angeordnet ist. An einer Stirnseite 5 des Gehäuses 4 befindet sich die Frässpindel 6, die im Gehäuse 4 über eine Welle 7 drehbar gelagert ist, wobei die Rotationsachse 8 horizontal und somit parallel zur translatorischen Bewegungsachse des Gehäuses 4 liegt. Die Frässpindel 6 ist dabei über die Welle 7 um einen Winkel β drehbar, um ein zu bearbeitendes Werkstück (nicht gezeigt) aus verschiedenen Richtungen bearbeiten zu können.

[0055] Figur 1b zeigt eine vergrößerte Teilansicht des horizontal verfahrbaren Gehäuses 4, die Welle 7, die Frässpindel 6 und weitere Bauteile gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in einer Schnittdarstellung. Die rotatorische Lagerung 9, 10 ermöglicht es, die Frässpindel 6 aus der dargestellten „vertikalen“ Stellung im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn um mehr als neunzig Grad um die Rotationsachse 8 zu schwenken, wodurch die Ausführung komplexer Fräsoptionen ermöglicht wird. Die „vertikale“ Stellung wird deshalb so bezeichnet, weil der Schwerpunkt 11 der Frässpindel 6 in dieser Stellung über der Rotationsachse 8 angeordnet ist und die direkte Verbindung zwischen dem Schwerpunkt 11 und der Rotationsachse 8 somit vertikal verläuft.

[0056] Der Schwerpunkt 11 der Frässpindel 6 sowie ihrer Anbauteile liegt also nicht koaxial auf der Rotationsachse 8, sondern in Bezug auf diese Rotationsachse 8 exzentrisch. Um die Frässpindel 6 aus ihrer vertikalen Stellung um die Rotationsachse 8 zu drehen wird ein in das Gehäuse 4 integrierter Elektromotor 12, der im beschriebenen Anwendungsbeispiel in Form eines Torquemotor ausgeführt ist, eingesetzt, der die Welle 7 um den gewünschten Auslenkwinkel dreht.

[0057] Sobald sich die Frässpindel nicht mehr in ihrer vertikalen Stellung befindet, wirkt ein durch die Gewichtskraft des Schwerpunkts 11 bewirktes Drehmoment auf die Welle 7. Der Betrag dieses Drehmoments ist proportional zur Masse der Frässpindel 6, dem Hebelarm des Schwerpunkts 11 und dem Sinus des Auslenkwinkels. Dieses Drehmoment wird durch den Elektromotor 12 sowie eine Ausgleichsfeder 13 ausgeglichen, um die Frässpindel 6 in einer gewünschten Stellung, d.h. in einem gewünschten Auslenkwinkel in Bezug auf die vertikale Stellung, zu halten.

[0058] In Figur 2a ist eine erste bevorzugte Ausführungsform der Ausgleichsfeder 13 in einer perspektivischen Ansicht dargestellt. Eine als Schenkelfeder 14 ausgebildete Ausgleichsfeder ist an ihren beiden Enden mit Klemmelementen 15, 16 versehen. Die beiden Klemmelemente 15, 16 sind an einem Joch 17 angebracht, das die Klemmelemente 15, 16 und damit die beiden Enden der Schenkelfeder 14 miteinander verbindet. Indem die Schenkelfeder 14 vor dem Verbinden der beiden Klemmelemente 15, 16 mit dem Joch 17 um einen definierten Winkel um ihre Längsachse 18 verdreht wird, kann die Ausgleichsfeder 13 vorgespannt werden. Dies kann insbesondere vor dem Einbau der Ausgleichsfeder 13 in die Werkzeugmaschine 1 erfolgen und diesen Einbau somit vereinfachen.

[0059] Figur 2b zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer Verbindung der Schenkelfeder mit der Welle 7 in Form eines Spannsatzes 19. Dieser besteht aus einem konischen Innenring 20 und einem ebenfalls konischen Außenring 21, die über eine Schraubenverbindung 22 gegeneinander verspannt werden und eine kraftschlüssige Verbindung zur Welle 7 herstellen.

[0060] Der Außenring 21 des Spannsatzes 19 verfügt an der Außenseite über eine schraubenförmig ausgebildete Ausfräsung 23, die auf die Steigung und den Durchmesser der Schenkelfeder 14 abgestimmt ist. Die Verbindung des Spannsatzes 19 mit der Schenkelfeder 14 erfolgt in der Mitte der Federanordnung, durch ein Klemmstück 24 mit einer ebenfalls schraubenförmig ausgeführten Ausfräsung 25 und eine Schraubenverbindung 26.

[0061] Die Verbindung der Ausgleichsfeder 13 mit dem Gehäuse 4 (dem „Sockel“) wird bei der ersten, bevorzugten Ausführungsform bewerkstelligt, indem das Joch 17 mit dem Gehäuse 4

verschraubt wird.

[0062] Figuren 3a bis 3f zeigen exemplarisch einige mögliche Anordnungen der Federn in einer Ausgleichsfeder. Die für die jeweilige Anwendung bevorzugte Anordnung wird unter anderem durch den vorhandenen Bauraum und das zu kompensierende Drehmoment/das aufzubringende Gegendrehmoment sowie den erforderlichen Schwenkbereich der Frässpindel 6 bestimmt.

[0063] Die in Figur 3a gezeigte Anordnung ist eine Federanordnung entsprechend der beschriebenen ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung aus Figur 2. Sie umfasst eine einzige Feder, die an ihren beiden Enden 27, 28 sowie an einer Zwischenposition 29 über eines oder mehrere Hilfselemente mit dem Gehäuse 4 und der Welle 7 verbunden ist.

[0064] Die in Figur 3b dargestellte Anordnung zeigt eine Kombination zweier identischer Federn 30a und 30b, die eine betragsmäßig gleich große Steifigkeit c aufweisen.

[0065] In Figur 3c hingegen umfasst die Federanordnung zwei unterschiedliche Federn 31, 32, die unterschiedliche Abmessungen, jedoch ebenfalls eine betragsmäßig gleich große Steifigkeit c aufweisen.

[0066] Die in Figur 3d gezeigte Federanordnung entspricht im Aufbau der Anordnung aus Figur 3c. Im Unterschied dazu, weisen die einzelnen Federn jedoch eine betragsmäßig unterschiedlich große Steifigkeit c auf.

[0067] Figur 3e zeigt eine Kombination aus einer einzelnen Feder 33 und einer Parallelschaltung zweier Federn 34, 35, wobei der parallel geschaltete Teil der Federanordnung mit den Federn 34 und 35 sowie der zweite Teil der Federanordnung mit der Feder 33 eine betragsmäßig gleich große Steifigkeit c_i aufweisen.

[0068] Die in Figur 3f dargestellte Anordnung umfasst eine einzige Feder 36, die jedoch nicht in einer Zwischenposition mit dem Gehäuse 4 bzw. der Welle 7 verbunden ist, sondern an ihren jeweiligen Enden 37, 38.

[0069] Figur 4a zeigt eine Schnittdarstellung einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer integrierten, innen liegenden Profilhülse 39 und einer zusätzlichen außen liegenden Profilhülse 40 zur Anpassung des verfügbaren Gegendrehmoments.

[0070] Die Federanordnung ist gemäß dem in Figur 3f dargestellten Konzept implementiert und nicht vorgespannt. Sie umfasst dementsprechend bei dieser Ausführungsform der Erfindung eine einzelne Schenkelfeder 14, die an ihren jeweiligen Enden 41, 42 mit dem Gehäuse 4 bzw. der Welle 7 verbunden ist (Verbindung nicht dargestellt). Die innen liegende Profilhülse 39 verfügt über eine außen liegende Profilfläche 43 die derart ausgeformt ist, dass sich die Schenkelfeder 14 in der neutralen Stellung der Rotationsachse 8, d.h. der vertikalen Stellung der Frässpindel 6, auf einer definierten Länge L_1 an die Profilfläche 43 der Profilhülse 39 anlegt und damit auf dieser Länge nicht wirksam ist.

[0071] Die außen liegende Profilhülse 40 hingegen verfügt über eine innen liegende Profilfläche 44, die ebenfalls derart ausgeformt ist, dass sich die Schenkelfeder 14 in der neutralen Stellung der Rotationsachse 8 auf einer definierten Länge L_2 an die Profilfläche 44 der Profilhülse 40 anlegt und damit auf dieser Länge nicht wirksam ist. Die Steifigkeit der Federanordnung wird damit durch die freie wirksame Länge L_{Wirko} der Schenkelfeder 14 bestimmt.

[0072] Figur 4b zeigt eine Schnittdarstellung der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung nach Figur 4a in einer von der neutralen Stellung abweichenden Stellung, bei der die Drehachse um einen definierten Winkel β in Bezug auf die neutrale Stellung der Achse und damit die vertikale Stellung der Frässpindel 6 verdreht ist.

[0073] Bei einer Drehung der Welle 7 in eine erste Richtung vergrößert sich der Durchmesser der Schenkelfeder 14 und somit löst sich diese in Abhängigkeit vom Drehwinkel β auf einer bestimmten Länge $L_1(\beta)$ von der Profilfläche 43 der innen liegenden Profilhülse 39. Gleichzeitig legt sich die Schenkelfeder 14 in Abhängigkeit vom Drehwinkel β auf einer bestimmten Länge

$L_2(\beta)$ an die Profilfläche 44 der außen liegenden Profilhülse 40 an.

[0074] Bei einer Drehung der Welle 7 in eine zur ersten Richtung entgegengesetzte zweite Richtung verkleinert sich der Durchmesser der Schenkelfeder 14 dagegen und somit legt sich diese in Abhängigkeit vom Drehwinkel β auf einer bestimmten Länge $L_1(\beta)$ an die Profilfläche 43 der innen liegenden Profilhülse 39 an. Gleichzeitig löst sich die Schenkelfeder 14 in Abhängigkeit vom Drehwinkel β auf einer bestimmten Länge $L_2(\beta)$ von der Profilfläche 44 der außen liegenden Profilhülse 40.

[0075] Zusammenfassend kann für diese bevorzugte Ausführungsform konstatiert werden, dass die wirksame Länge $L_{\text{Wirk}}(\beta)$ der Schenkelfeder 14 und damit deren Steifigkeit durch die Ausformung der Profilflächen 43, 44 der beiden Profilhülsen 39, 40 bestimmt wird. Durch eine an die jeweilige Anwendung angepasste Auslegung und Gestaltung der Schenkelfeder 14 und der beiden Profilhülsen 39, 40 kann damit der drehwinkelabhängige Verlauf des zur Verfügung stehenden Gegendrehmoments der erfindungsgemäßen Vorrichtung individuell angepasst werden.

Ansprüche

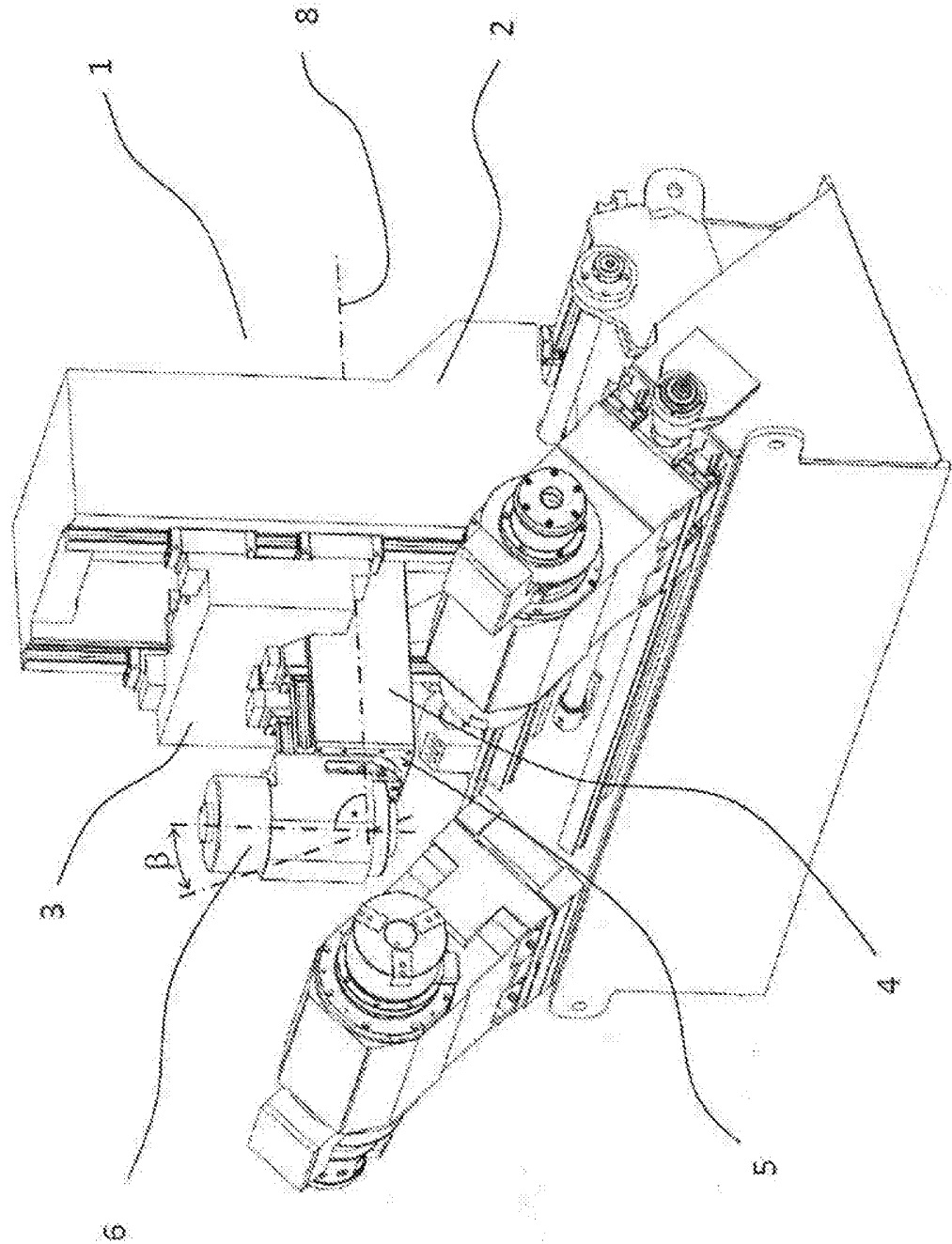
1. Vorrichtung zum Ausgleichen eines Drehmoments, das durch eine Kraft, insbesondere die Gewichtskraft, bedingt ist, die auf einen exzentrisch um eine horizontale Welle (7) ausgelenkten Massepunkt wirkt, wobei der Massepunkt insbesondere der Schwerpunkt eines Werkzeugs einer Werkzeugmaschine (1) ist, umfassend:
einen Sockel, gegenüber dem die Welle (7) drehbar ist, und
eine Ausgleichsfeder (13),
wobei die Ausgleichsfeder (13) derart ausgestaltet und angeordnet ist, dass die Welle (7) mit einem einer Drehung gegenüber dem Sockel entgegenwirkenden Gegendrehmoment beaufschlagbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Massepunkt der Schwerpunkt einer Frässpindel (6) einer Werkzeugmaschine (1) ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Ausgleichsfeder (13) zumindest teilweise um die Welle (7) herum angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ausgleichsfeder (13) sowohl mit dem Sockel als auch mit der Welle (7) verbunden, bevorzugt an diesen angebracht ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (7) aus einer Nulllage in zwei einander entgegengesetzte Drehrichtungen drehbar ist und wobei das Gegendrehmoment einer Drehung der Welle (7) in jeder der beiden Drehrichtungen jeweils entgegenwirkt.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gegendrehmoment proportional zu einem Auslenkwinkel der Welle (7) ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ausgleichsfeder (13) in Form einer schraubenförmigen Feder, insbesondere einer Schenkelfeder (14), ausgebildet ist, die sich die Welle (7) umgebend entlang der Welle (7) erstreckt.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ausgleichsfeder (13) eine Biegefeder oder mehrere Biegefedern aufweist, die bevorzugt als Schenkelfeder (14) ausgeführt ist oder als Schenkelfedern (14) ausgeführt sind.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ausgleichsfeder (13) an der Welle (7) und/oder dem Sockel durch eine Klemmverbindung angebracht ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ausgleichsfeder (13) mehrteilig, insbesondere zweiteilig ausgebildet ist.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ausgleichsfeder (13) vorgespannt ist.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Sockel ein die Welle (7) umgebendes Gehäuse (4) umfasst.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (7) durch einen Antrieb, insbesondere einen Elektromotor (12), gegenüber dem Sockel drehbar ist, um den Massepunkt auszulenken.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ausgleichsfeder (13) zwischen der Welle (7) und dem Sockel integriert ist.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mit zumindest einer Profilhülse (39, 40) eine Steifigkeitsmodulation der Ausgleichsfeder (13), die bevorzugt als Schenkelfeder (14) ausgeführt ist, erzeugt wird.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei die Ausgleichsfeder (13) kraft- und/oder formschlüssig an der zumindest einen Profilhülse (39, 40) angebracht ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, wobei die Ausgleichsfeder (13) kraft- und/oder formschlüssig an der Welle (7) und/oder dem Sockel angebracht ist.

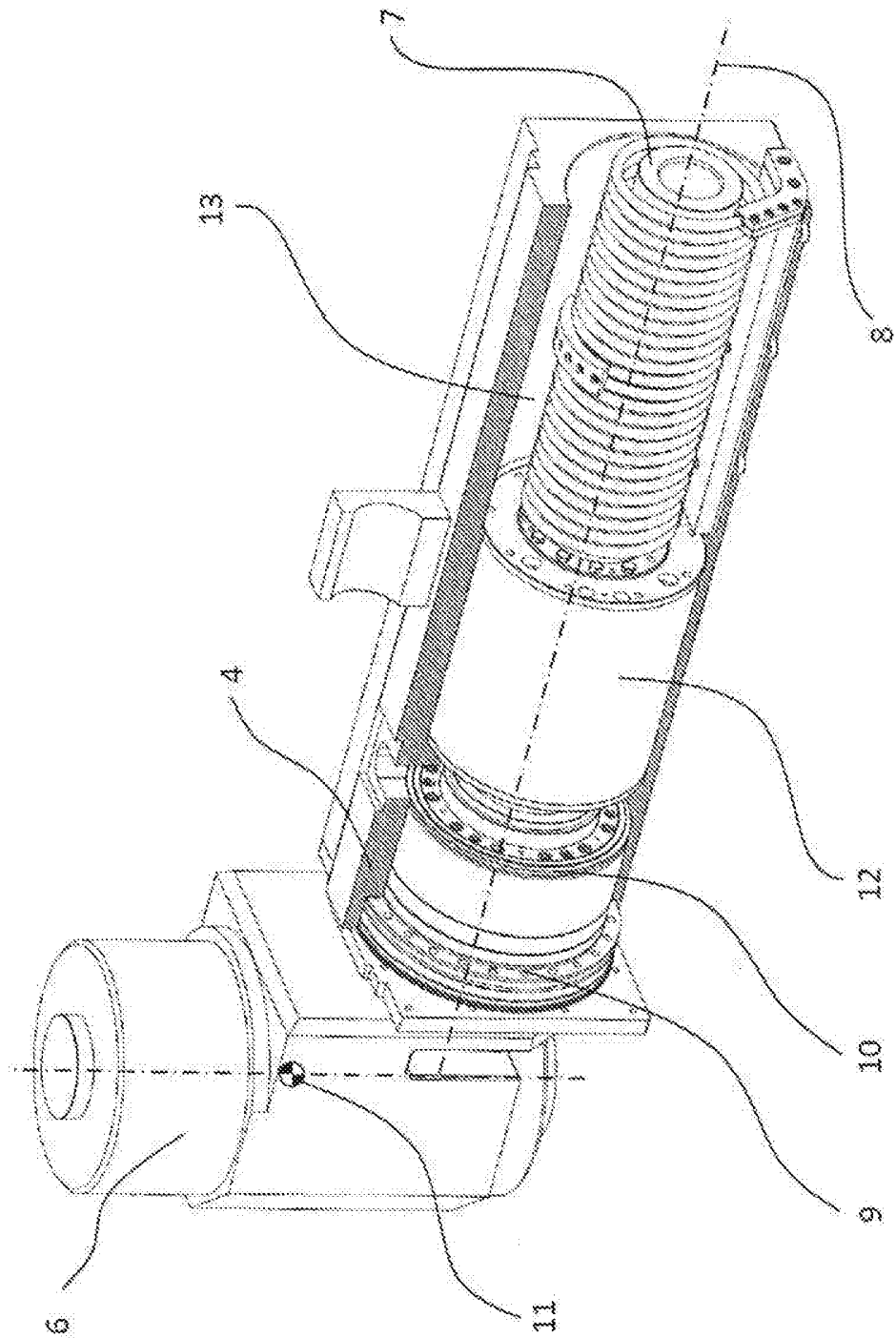
Hierzu 7 Blatt Zeichnungen

1/7

Figur 1a

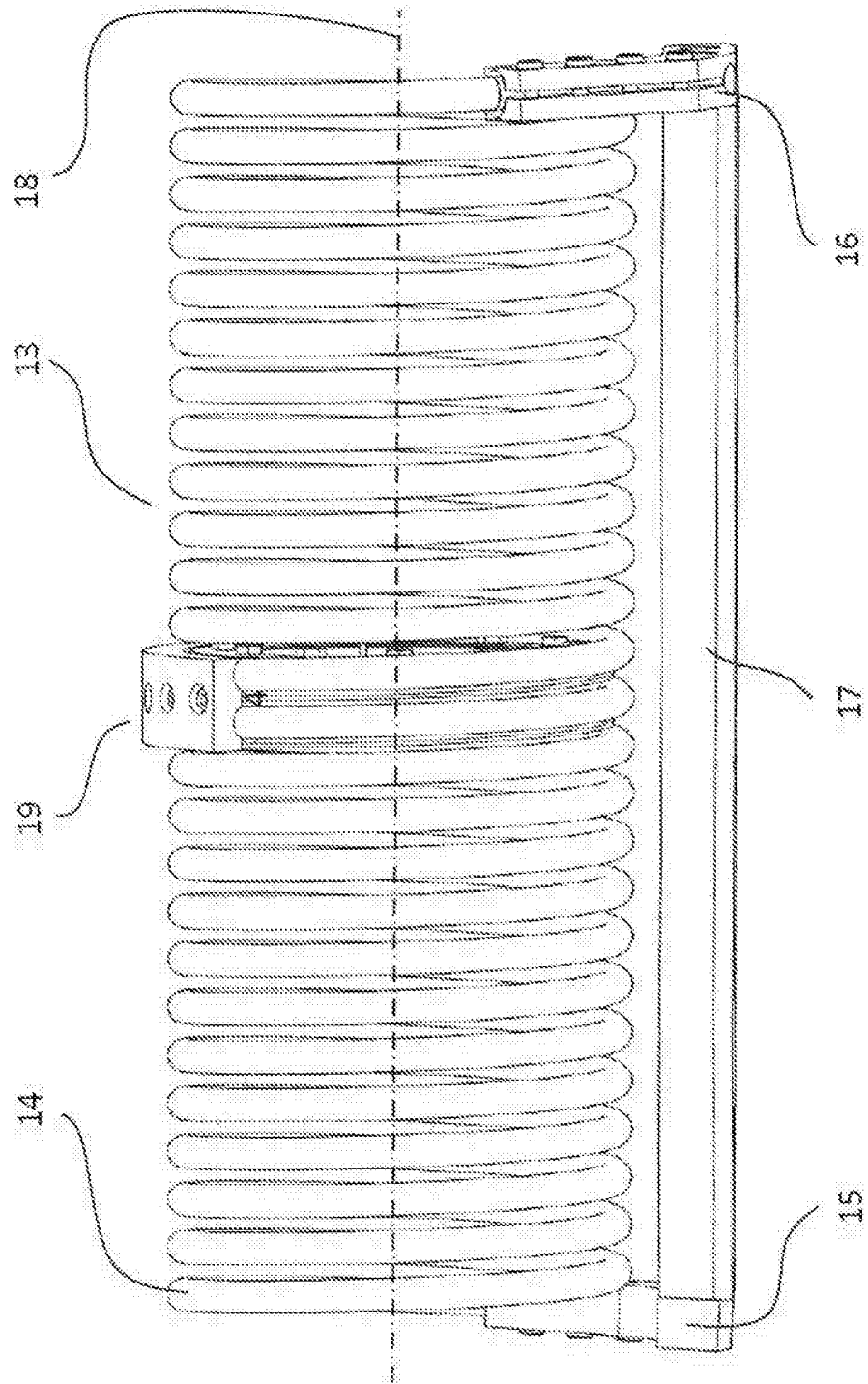


Figur 1b



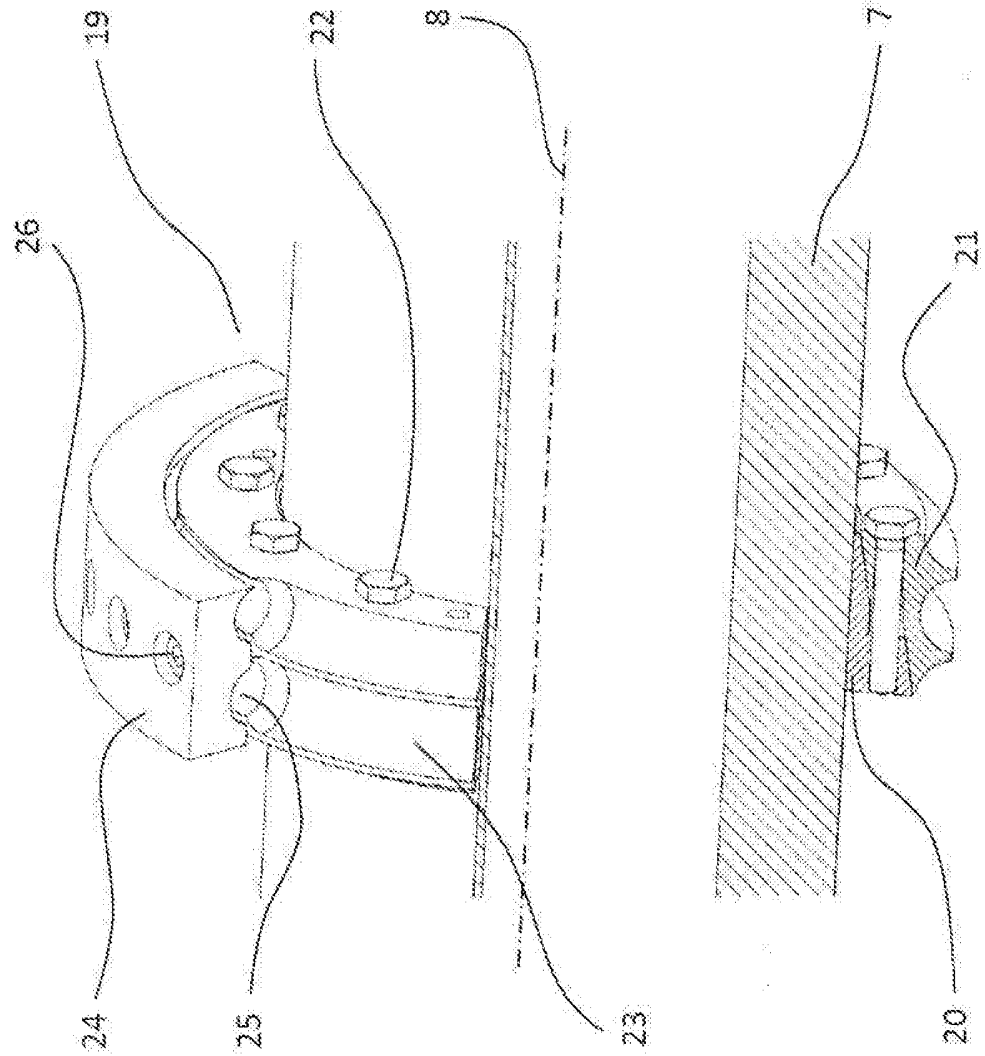
3/7

Figur 2a

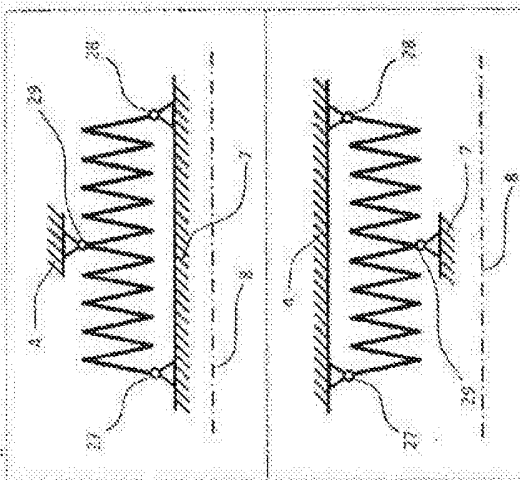


4/7

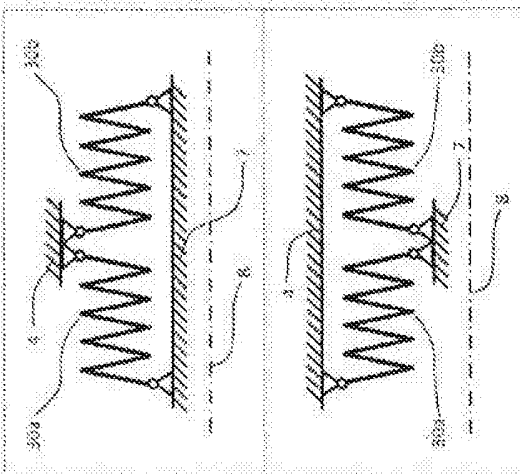
Figur 2b



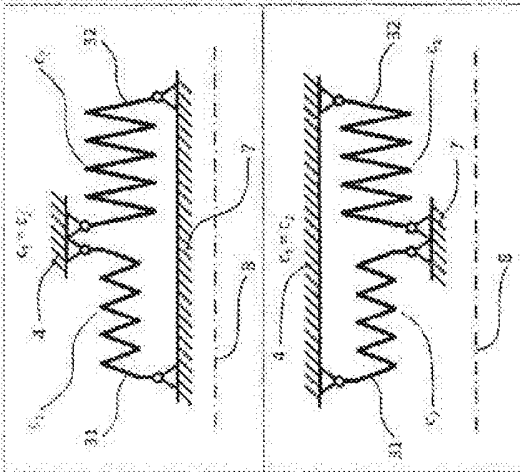
Figur 3a



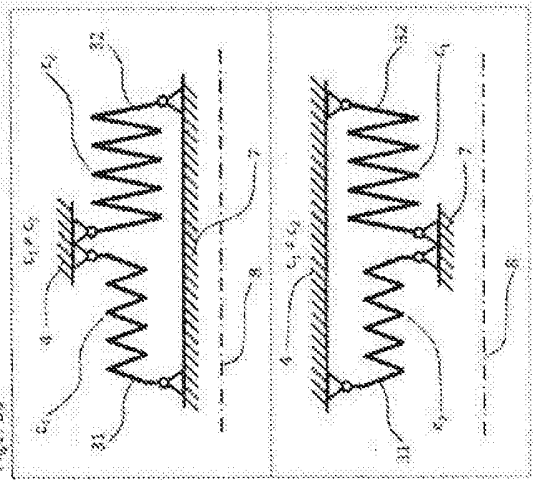
Figur 3b



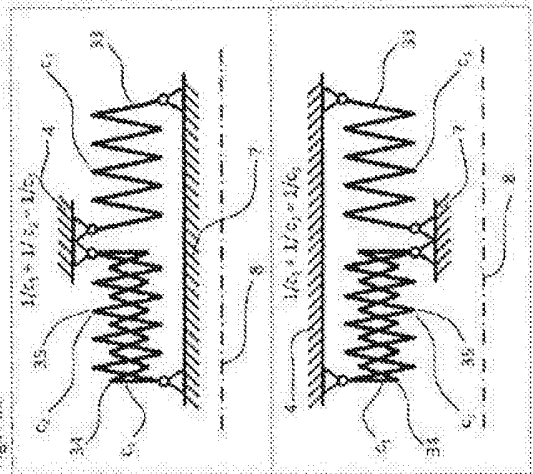
Figur 3c



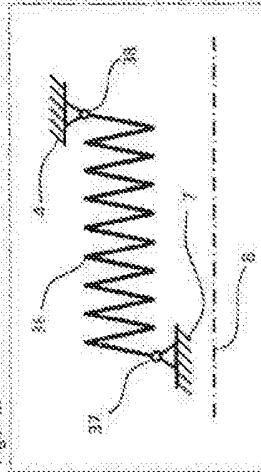
Figur 3d



Figur 3e



Figur 3f



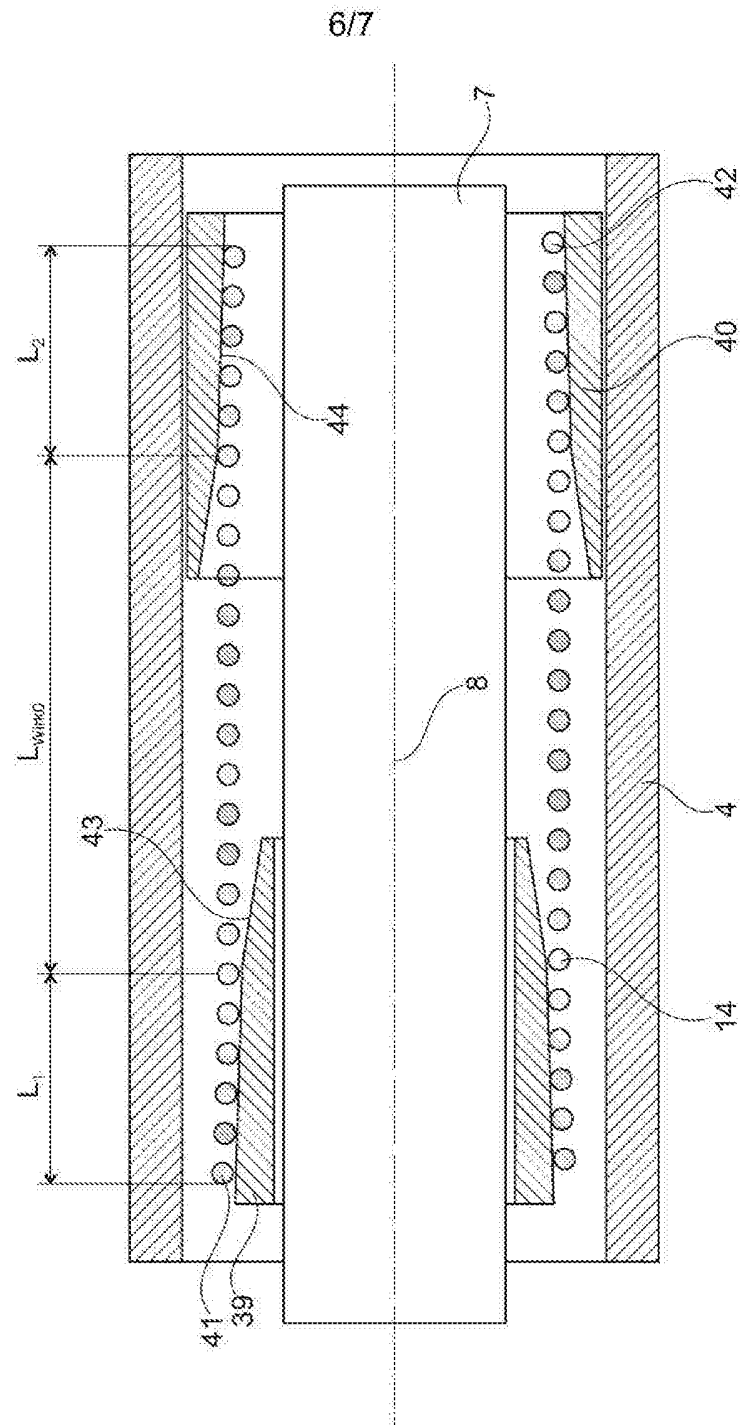


Fig. 4a

7/7

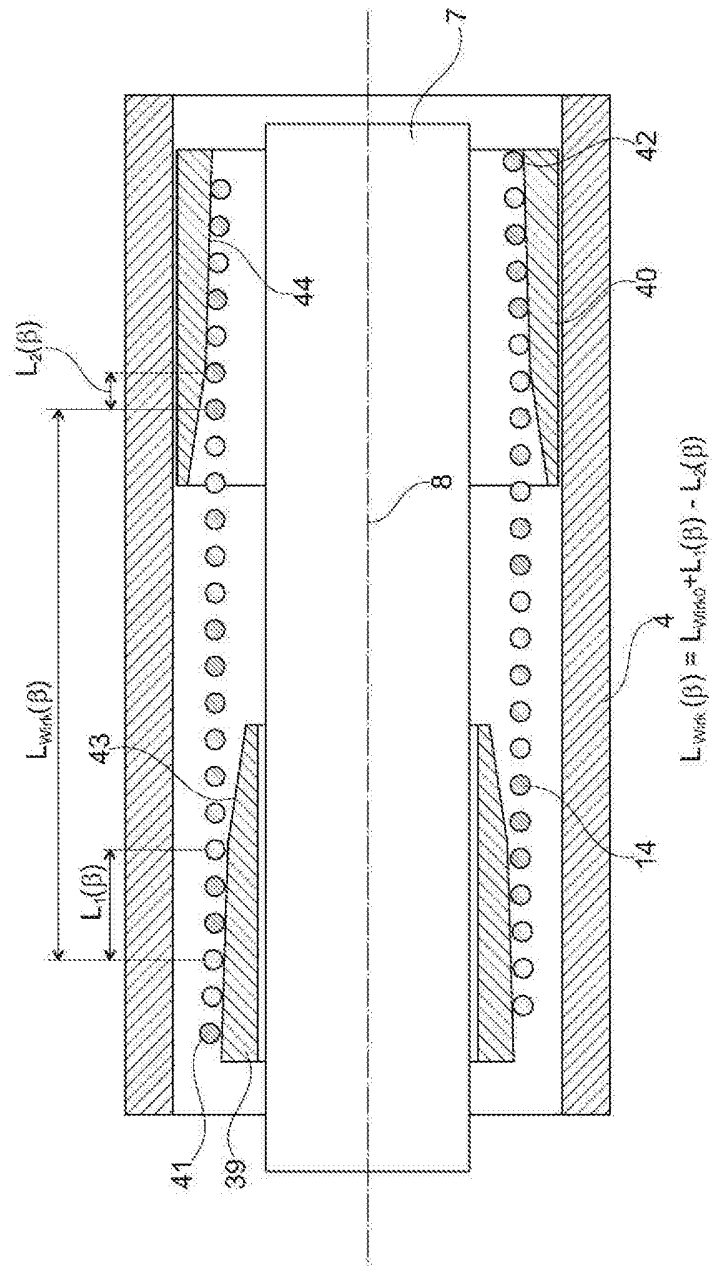


Fig. 4b

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
B23Q 11/00 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
B23Q 11/0014 (2013.01); **B23Q 11/0025** (2013.01); **B23Q 11/0028** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B23Q

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, TXTE, TXTG

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **26.09.2013** eingereichten Ansprüchen **1–17** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 69318235 T2 (MAKITA CORP [JP]) 28. Jänner 1999 (28.01.1999) Fig. 6,7, Seite 11, Zeile 9 – Seite 13, Zeile 22, Anspruch 1	1,3,5– 8,11,12,14
A		2,4,13,17
X	DE 4231516 A1 (ZEISS CARL FA [DE]) 24. März 1994 (24.03.1994) Fig. 1,3,7, Zusammenfassung, Anspruch 1	1,3– 8,11,12
A		9,13,14,17
A	DE 102005024038 A1 (RICHTER WERNER [DE]) 30. November 2006 (30.11.2006) Fig. 6, Zusammenfassung	1

Datum der Beendigung der Recherche:
04.06.2014

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

MEISTERLE Peter

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.