

(19)



(11)

EP 1 864 760 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.12.2007 Patentblatt 2007/50

(51) Int Cl.:
B25D 11/12 (2006.01) **B25D 17/24** (2006.01)
B23Q 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07109179.7**

(22) Anmeldetag: **30.05.2007**

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

- **Hammerstingl, Stefan**
81375, München (DE)
- **Cehajic, Damir**
87439, Kempten (DE)

(30) Priorität: **08.06.2006 DE 102006000279**

(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(74) Vertreter: **Wildi, Roland**
Hilti Aktiengesellschaft,
Corporate Intellectual Property,
Feldkircherstrasse 100,
Postfach 333
9494 Schaan (LI)

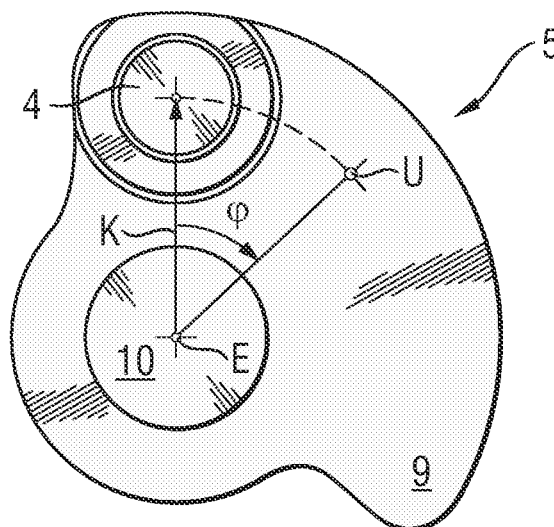
(72) Erfinder:
• **Schulz, Reinhard**
81375, München (DE)

(54) Handwerkzeugmaschine mit kurbelgetriebenem Luftfederschlagwerk

(57) Eine Handwerkzeugmaschine mit einem zur Erzeugung von axialen Schlägen eines längs einer Schlagachse hin- und herbewegten Schlagkolbens geeigneten Luftfederschlagwerk, welches über einen Kurbelzapfen (4) eines drehend gelagerten Exzenters (5) angetrieben

ist, dessen Masseverteilung bezüglich einer Exzenterachse (E) eine Unwucht (U) aufweist, die in der zur Exzenterachse (E) senkrechten Exzenterebene um einen Unwuchtwinkel (ϕ) zum im Kurbelradius (K) beabstandeten Kurbelzapfen (4) versetzt ist, der im Bereich von 70° bis 90° liegt.

Fig. 2



EP 1 864 760 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezeichnet eine Handwerkzeugmaschine mit einem kurbelgetriebenem Luftfederschlagwerk, insbesondere einen Kombihammer oder Meisselhammer.

[0002] Eine übliche derartige Handwerkzeugmaschine weist nach der DE2511083 ein von einem Elektromotor angetriebenes Kurbelgetriebe mit einem zum Kurbelradius spiegelsymmetrisch unwuchtkompensierten Exzenter auf, welches über eine Luftfeder einen Schlagkolben schwingend hin- und herbewegt, der direkt auf ein Schlagwerkzeug schlägt.

[0003] Ein derartiges Luftfederschlagwerk erregt hohe Schlagenergien nahezu rückwirkungsfrei. Dennoch werden die dabei erregten Schwingungen zu einem geringen Teil auch auf das Aussengehäuse der Handwerkzeugmaschine übertragen, wo sie schliesslich über den Handgriff vom Hand-Arm-System des Nutzers aufgenommen werden.

[0004] Zur Verminderung derartiger Vibrationen am Handgriff werden bei derartigen Handwerkzeugmaschinen oft passive, bspw. nach der DE19503526, oder bei leistungsfähigen Handwerkzeugmaschinen auch aktive, bspw. nach der EP1221359, Vibrationsdämpfungen eingesetzt.

[0005] Nach dem Superpositionsprinzip von Kräften kann mit entsprechend gegenphasigen Gegenkräften die Vibration theoretisch bis auf Null, praktisch nur zu einem Teil aktiv kompensiert werden. Bei üblichen nicht-harmonischen, d.h. insbesondere zeitlich nicht sinusförmigen, Vibrationen kann dies durch eine hinreichend grosse Anzahl von harmonischen Gegenschwingungen unterschiedlicher Frequenz, Amplitude und Phase erzielt werden, wenn diese entsprechend gegenphasig zur Fourierzerlegung der Vibration gewählt werden.

[0006] Dazu geeignete Gegenkräfte entstehen bspw. bei beschleunigten Gegenschwingmassen. So wird nach der GB969215 bei einer Handwerkzeugmaschine die Vibration des Schlagwerks über Gegenschwingungen von mehreren gegenphasigen, jeweils harmonisch schwingenden Massen von rotierenden Exzentern kompensiert.

[0007] Da bei Luftfederschlagwerken die Hauptquelle der Vibrationen die rein axial orientierte, nichtharmonische Luftfederkraft ist, eignen sich zur Kompensation ebenfalls rein axial schwingende Massen. Die harmonische Grundschiwingung der Luftfederkraft ist phasenversetzt zur Kurbelbewegung. So wird nach der EP1475190 bei einer Handwerkzeugmaschine mit einem kurbelgetriebenem Luftfederschlagwerk das den Schlagkolben führende Führungsrohr über einen weiteren Exzenter um 270° phasenversetzt zum Erregerkolben angetrieben und dadurch die axial orientierte harmonische Grundschiwingung der Vibration teilweise kompensiert.

[0008] Zudem wird nach der GB474902 bei einer Handwerkzeugmaschine mit einem kurbelgetriebenen Federschlagwerk das den Schlagkolben führende Führungsrohr über eine unrunde Kurvenscheibe, welche an

dem den Erregerkolben antreibenden Exzenter des Kurbelgetriebes ausgebildet ist, gegenphasig zum Erregerkolben bewegt.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung besteht in der konstruktiv einfachen Realisierung einer aktiven Vibrationsminderung für eine Handwerkzeugmaschine mit einem kurbelgetriebenem Luftfederschlagwerk.

[0010] Die Aufgabe wird im Wesentlichen durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] So weist eine Handwerkzeugmaschine ein zur Erzeugung von axialen Schlägen eines längs einer Schlagachse hin- und herbewegten Schlagkolbens geeignetes Luftfederschlagwerk auf, welches über einen Kurbelzapfen eines drehend gelagerten Exzenters angetrieben ist, dessen Masseverteilung bezüglich einer Exzenterachse eine Unwucht aufweist, die in der zur Exzenterachse senkrechten Exzenterenebene um einen Unwuchtwinkel zum im Kurbelradius beabstandeten Kurbelzapfen versetzt ist, der in Drehrichtung im Bereich von 70° bis 90° liegt.

[0012] Durch die zum Kurbelzapfen geeignet unsymmetrisch angeordnete Unwucht wird ein Teil der harmonischen Grundschiwingung der vom Luftfederschlagwerk erzeugten Vibration kompensiert. Da der Exzenter notwendiger Teil des Kurbelgetriebes ist, werden im Prinzip keine weiteren Bauteile benötigt, wodurch diese aktive Vibrationsminderung konstruktiv einfach und ökonomisch ist.

[0013] Vorteilhaft liegt die auf den Kurbelradius und die Flugkolbenmasse bezogene Unwucht im Bereich von 0.3 bis 1.0, wodurch die Unwucht geeignet dimensioniert ist

[0014] Vorteilhaft liegt bei einer Schlagfrequenz im Bereich von 5 Hz bis 25 Hz die auf den Kurbelradius und die Flugkolbenmasse bezogene Unwucht im Bereich von 0.4 bis 1.0.

[0015] Alternativ vorteilhaft liegt bei einer Schlagfrequenz im Bereich von 25 Hz bis 60 Hz die auf den Kurbelradius und die Flugkolbenmasse bezogene Unwucht im Bereich von 0.35 bis 0.9.

[0016] Alternativ vorteilhaft liegt bei einer Schlagfrequenz im Bereich von 60 Hz bis 100 Hz die auf den Kurbelradius und die Flugkolbenmasse bezogene Unwucht im Bereich von 0.3 bis 0.8.

[0017] Vorteilhaft weist (in Zylinderkoordinaten betrachtet) der Exzenter eine dem Kurbelzapfen längs der Exzenterachse direkt benachbarte Kurbelscheibe mit einer in der Exzenterenebene nicht rotationssymmetrischen Massenverteilung auf, die bezüglich des (vektoriellen) Kurbelradius nicht spiegelsymmetrisch ist, wodurch ein nahe an der Schlagachse angeordneter Exzenter mit dieser Unwucht nur geringe Kippmomente erzeugt. Zudem ist ein derartig geformter Exzenter einfach über ein Giessereiverfahren oder Schmiedeverfahren herstellbar.

[0018] Alternativ vorteilhaft weist (in Zylinderkoordinaten betrachtet) der Exzenter längs der Exzenterachse zusätzlich zu einer dem Kurbelzapfen direkt benachbarten

Kurbelscheibe eine beabstandete Zusatzmasse mit einer in der Exzenterebene nicht rotationssymmetrischen Massenverteilung auf, die bezüglich des (vektoriellen) Kurbelradius nicht spiegelsymmetrisch ist, wodurch ein nahe an der Schlagachse angeordneter Exzenter mit dieser Unwucht zusätzliche Kippmomente erzeugt, was insbesondere für Handwerkzeugmaschinen mit einem Schwerpunkt ausserhalb der Schlagachse geeignet ist.

[0019] Vorteilhaft ist der Exzenter mehrteilig ausgebildet und eine Exzenterwelle mit der Kurbelscheibe (9, 9') oder der, weiter vorteilhaft als ein exzentrischer Ring ausgeführten, Zusatzmasse (11) fest verbundenen ist, wodurch der Exzenter aus geometrisch einfachen Komponenten zusammensetzbar ist.

[0020] Die Erfindung wird bezüglich eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels näher erläutert mit:

Fig. 1 als Handwerkzeugmaschine

Fig. 2 als Einzelheit des Exzenters in Aufsicht

Fig. 3 als Variante des Exzenters im Längsschnitt

Fig. 4 als Variante des Exzenters im Querschnitt

[0021] Nach Fig. 1 weist eine drehschlagbohende Handwerkzeugmaschine 1 ein axiale Schläge eines längs einer Schlagachse A hin- und herbewegten Schlagkolbens 2 auf ein Schlagwerkzeug 12 ausführendes Luftfederschlagwerk 3 auf, wobei an einem vom Ausseengehäuse 7 ausgeformten Handgriff 8 eine geringe Vibration V auftritt, die (im allgemeinen zeitlich periodisch) schräg zur Schlagachse A orientiert ist. Der das Luftfederschlagwerk 3 erregende, längs der Schlagachse A hin- und herbewegte Erregerkolben 13 ist über ein Pleuel 14 mit einem im Kurbelradius K beabstandeten Kurbelzapfen 4 eines um eine Exzenterachse E drehend in einem Lager 15 gelagerten Exzenters 5 verbunden, der über ein Zahnritzel 16 von einem Elektromotor 6 angetrieben ist. Der Exzenter 5 weist längs der Exzenterachse E eine dem Kurbelzapfen 4 direkt benachbarte Kurbelscheibe 9 auf, die mit einer Exzenterwelle 10 fest verbunden ist.

[0022] Nach Fig. 2 weist die in der senkrecht zur Exzenterachse E orientierten Exzenterebene dargestellte, mit der Exzenterwelle 10 fest verbundene Kurbelscheibe 9 eine nicht rotationssymmetrische Kontur und entsprechende Massenverteilung auf, die bezüglich des zum Kurbelzapfen 4 (vektoriell) gerichteten Kurbelradius K nicht spiegelsymmetrisch ist, wodurch der Exzenter 5 eine resultierende Unwucht U ausbildet (welche physikalisch äquivalent als eine im Betrag des Kurbelradius K beabstandeter Massenpunkt des ansonsten als masselos betrachteten Exzenters 5 dargestellt ist), die um einen Unwuchtwinkel $[\phi]$ von 80° zum (vektoriell) gerichteten Kurbelradius K zum Kurbelzapfen 4 versetzt ist.

[0023] Nach Fig. 3 weist ein alternativer Exzenter 5' zusätzlich zu einem Zahnrad 16' und einer im Lager 15

drehbar gelagerten Exzenterwelle 10' mit einer einstückig angeformten Kurbelscheibe 9', die direkt benachbart den im Kurbelradius K beabstandeten Kurbelzapfen 4' trägt, eine Zusatzmasse 11 auf, die längs der Exzenterachse E von der Kurbelscheibe 9' beabstandet ist.

[0024] Nach Fig. 4 weist die als ein exzentrischer Ring ausgeführte Zusatzmasse 11 eine in der Exzenterebene zur Exzenterwelle 10' nicht rotationssymmetrischen Kontur und entsprechende Massenverteilung auf, die bezüglich zum Kurbelzapfen 4' gerichteten (vektoriellen) Kurbelradius K nicht spiegelsymmetrisch ist, wodurch der Exzenter 5' eine resultierende Unwucht U ausbildet (welche physikalisch äquivalent als eine im Betrag des Kurbelradius K beabstandeter Massenpunkt des ansonsten als masselos betrachteten Exzenters 5' dargestellt ist) die um einen Unwuchtwinkel $[\phi]$ von 80° zum (vektoriell) gerichteten Kurbelradius K zum Kurbelzapfen 4' versetzt ist. Der Exzenter 5' ist mit der Kurbelscheibe 5' und der Zusatzmasse 11 mehrteilig ausgebildet und über einen Presssitz mit Nut-Federpassung fest mit der Exzenterwelle 10 verbundenen.

[0025] Die nachfolgenden Dimensionierungen sind besonders geeignet:

1) Schlagfrequenz: 14 Hz; Flugkolbenmasse: 1400 g;

Kurbelradius: 4.7 cm; Unwucht: 4000 g cm

2) Schlagfrequenz: 50 Hz; Flugkolbenmasse: 170 g;

Kurbelradius: 1,7 cm; Unwucht: 150 g cm

3) Schlagfrequenz: 70 Hz; Flugkolbenmasse: 70 g;

Kurbelradius: 1,1 cm; Unwucht: 40 g cm

Patentansprüche

1. Handwerkzeugmaschine mit einem zur Erzeugung von axialen Schlägen eines längs einer Schlagachse (A) hin- und herbewegten Schlagkolbens (2) geeigneten Luftfederschlagwerks (3), welches über einen Kurbelzapfen (4, 4') eines drehend gelagerten Exzenters (5, 5') angetrieben ist, dessen Masseverteilung bezüglich einer Exzenterachse (E) eine Unwucht (U) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unwucht (U) in der zur Exzenterachse (E) senkrechten Exzenterebene um einen Unwuchtwinkel $[\phi]$ zum im Kurbelradius (K) beabstandeten Kurbelzapfen (4, 4') versetzt ist, der in Drehrichtung im Bereich von 70° bis 90° liegt.
2. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Schlagfrequenz im Bereich von 5 Hz bis 25 Hz die auf den Kurbelradius (K) und die Flugkolbenmasse bezogene Unwucht (U) im Bereich von 0.4 bis 1.0 liegt.
3. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Schlagfrequenz im Bereich von 25 Hz bis 60 Hz die auf den Kurbelradius und die Flugkolbenmasse bezogene Unwucht (U) im Bereich von 0.35 bis 0.9 liegt.

5

4. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Schlagfrequenz im Bereich von 60 Hz bis 100 Hz die auf den Kurbelradius und die Flugkolbenmasse bezogene Unwucht (U) im Bereich von 0.3 bis 0.8 liegt. 10
5. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzenter (5) eine dem Kurbelzapfen (4) längs der Exzenterachse (E) direkt benachbarte Kurbelscheibe (9) mit einer in der Exzenterebene nicht rotations-symmetrischen Massenverteilung aufweist, die bezüglich des Kurbelradius (K) nicht spiegelsymmetrisch ist. 15
6. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzenter (5') längs der Exzenterachse (E) zusätzlich zu einer dem Kurbelzapfen (4') direkt benachbarten Kurbelscheibe (9') eine beabstandete Zusatzmasse (11) mit einem in der Exzenterebene nicht rotations-symmetrischen Massenverteilung aufweist, die bezüglich des Kurbelradius (K) nicht spiegelsymmetrisch ist. 20
7. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzenter (5, 5') mehrteilig ausgebildet und eine Exzenterwelle (10, 10') mit der Kurbelscheibe (9, 9') oder der Zusatzmasse (11) fest verbundenen ist. 25

30

35

40

45

50

55

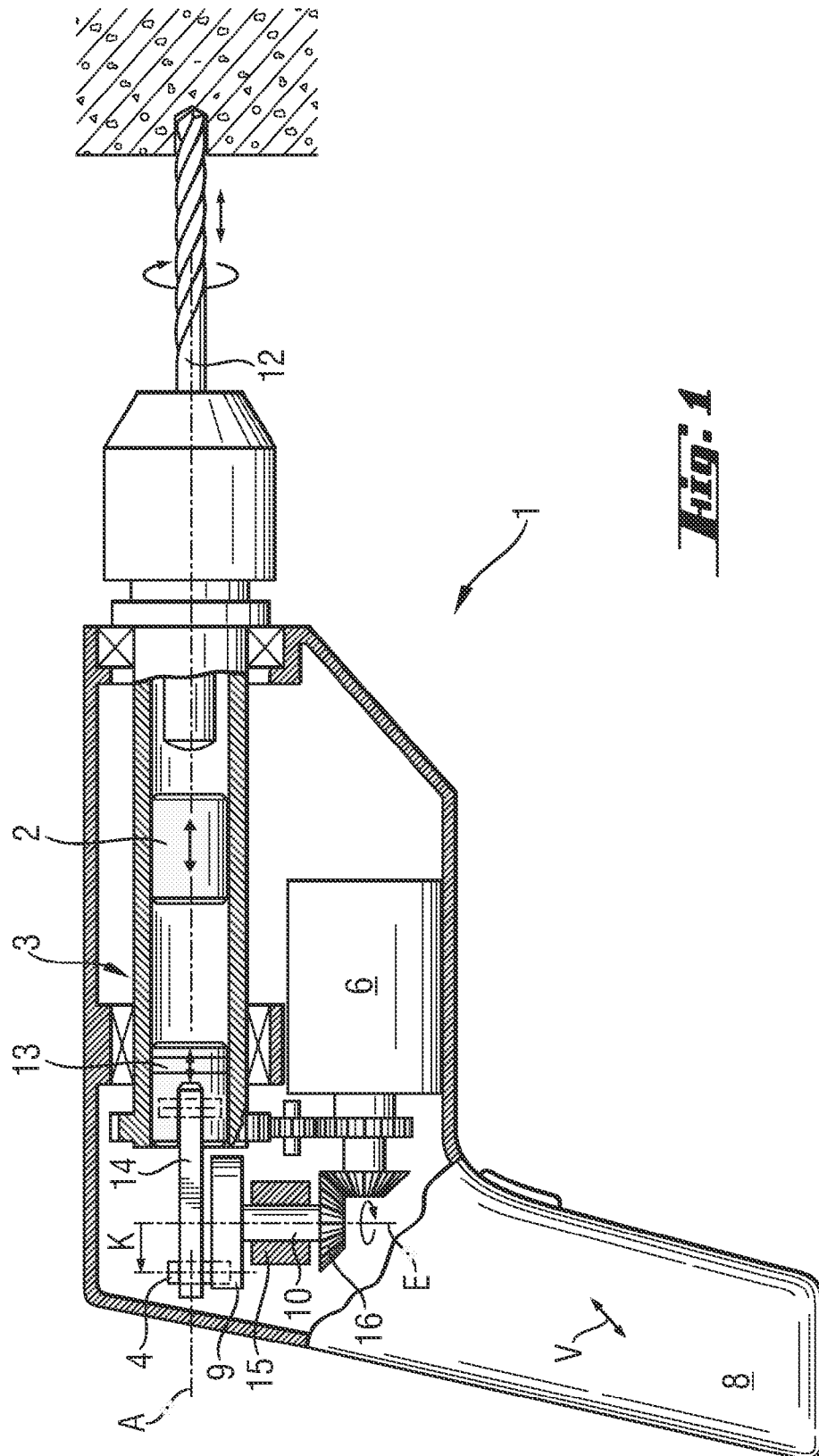


Fig. 2

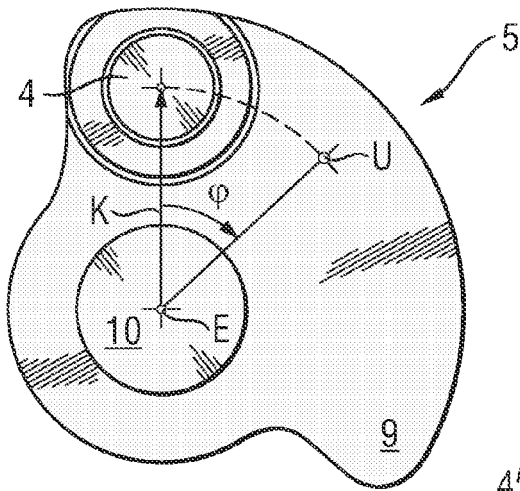


Fig. 3

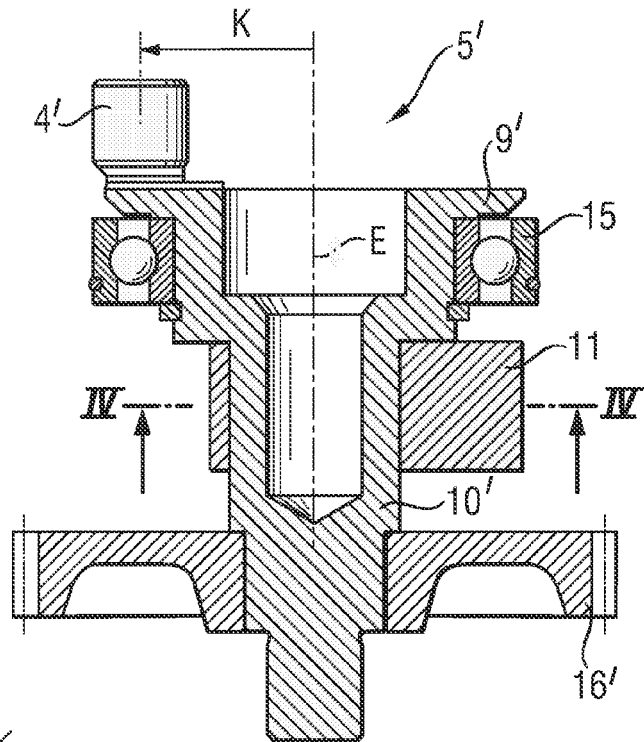
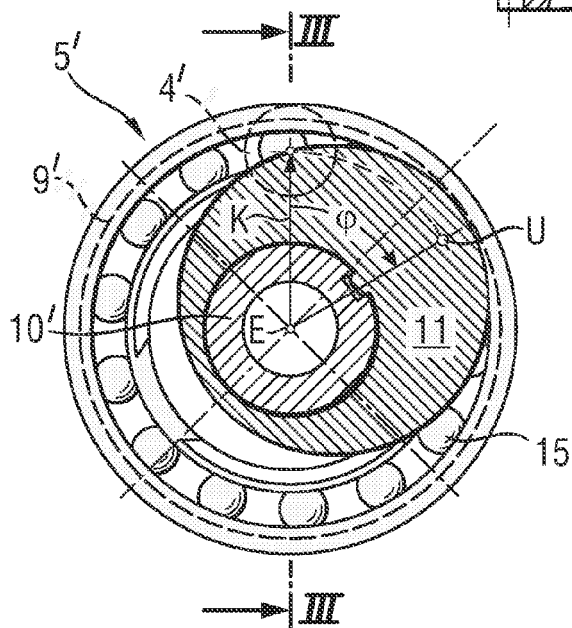


Fig. 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2511083 [0002]
- DE 19503526 [0004]
- EP 1221359 A [0004]
- GB 969215 A [0006]
- EP 1475190 A [0007]
- GB 474902 A [0008]