

(19)



(11)

EP 4 011 561 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.06.2022 Patentblatt 2022/24

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B25F 5/00 ^(2006.01) **C10M 171/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20213304.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B25F 5/00

(22) Anmeldetag: **11.12.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL 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 RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

Benannte Validierungsstaaten:

KH MA MD TN

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

(72) Erfinder:

- **Kondratiuk, Jens**
9470 Buchs (CH)

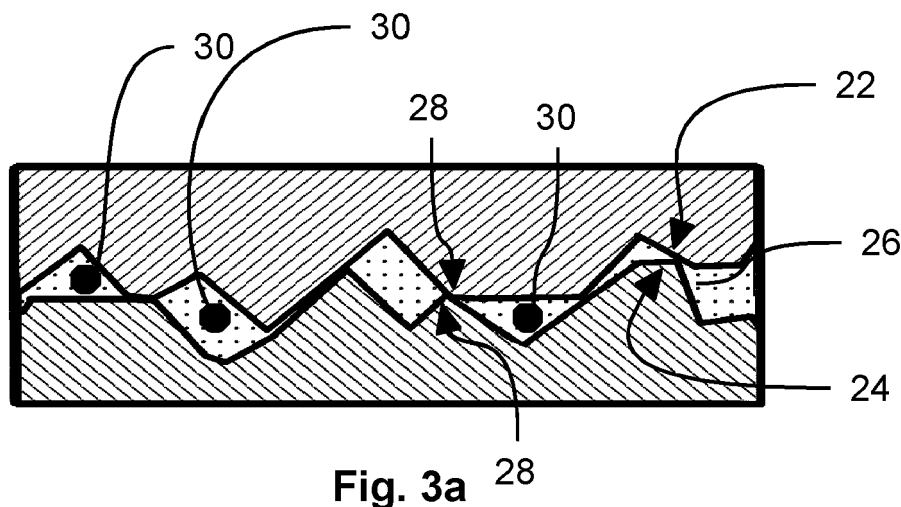
- **Lorenz, Phillip**
81476 München (DE)
- **Vengudusamy, Balasubramaniam**
81249 München (DE)
- **Seemeyer, Stefan**
82515 Wolfratshausen (DE)

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

(54) **MOBILE WERKZEUGMASCHINE UND VERFAHREN**

(57) Die Erfindung betrifft eine mobile Werkzeugmaschine, insbesondere eine Handwerkzeugmaschine (10) oder einen Bauroboter, beispielsweise zur Ausführung von Arbeiten im Hoch- und/oder Tiefbau, mit einer Antriebseinheit (20). Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit (20) ein wasserhaltiges Schmiermittel (26) aufweist und/oder dass die Antriebseinheit (20) zum Betrieb mit dem wasserhaltigen Schmiermittel (26) ein-

gerichtet ist, wobei vor Beginn einer Einlaufphase der Antriebseinheit (20) eine Verbundrauheit sigma zweier zusammenwirkender Kontaktflächen (22, 24) der Antriebseinheit (20) größer als 0,01 μm , vorzugsweise mindestens 0,1 μm , ist. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren. Die Erfindung verbessert die Energieeffizienz.



EP 4 011 561 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine mobile Werkzeugmaschine mit einer Antriebseinheit.

[0002] Aus Gründen des Klimaschutzes besteht ein Bedarf an besonders energieeffizienten, gattungsgemäßen mobilen Werkzeugmaschinen.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine mobile Werkzeugmaschine sowie ein Verfahren anzubieten, die einen besonders energieeffizienten und dennoch kostengünstig Einsatz einer gattungsgemäßen mobilen Werkzeugmaschine erlauben.

[0004] Gelöst wird die Aufgabe durch eine mobile Werkzeugmaschine, insbesondere eine Handwerkzeugmaschine oder ein Bauroboter, beispielsweise zur Ausführung von Arbeiten im Hoch- und / oder Tiefbau, mit einer Antriebseinheit, wobei die Antriebseinheit ein wasserhaltiges Schmiermittel aufweist und / oder wobei die Antriebseinheit zum Betrieb mit dem wasserhaltigen Schmiermittel eingerichtet ist, wobei vor Beginn einer Einlaufphase der Antriebseinheit eine Verbundrauheit sigma zweier zusammenwirkender Kontaktflächen der Antriebseinheit größer als $0,01 \mu\text{m}$ ist.

[0005] Der Erfindung liegt daher die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass Reibung und nachfolgend Ermüdungsschäden gerade dadurch behebbar sind, dass bei einer anfänglich vergleichsweise rauen Oberflächenrauheit durch die Verwendung eines wasserhaltigen Schmiermittels, insbesondere in der Einlaufphase der Antriebseinheit, eine besonders hochwertige Einglättung der Kontaktflächen erzielt werden kann. Dabei wird ausgenutzt, dass der sich durch das wasserhaltige Schmiermittel ergebende Schmierfilm vergleichsweise dünn sein kann. Insbesondere kann die Dicke des sich ergebenden Schmierfilms in der Größenordnung der Verbundrauheit liegen. Während der Einlaufphase können somit in der Antriebseinheit, insbesondere in einem Nennbetrieb der Antriebseinheit, Grenzreibung und / oder Mischreibung als Reibungszustände vorliegen. Der durch den Betrieb der Antriebseinheit erzeugte Verschleiß kann dann zu einer selbsttätigen Glättung der Kontaktflächen führen.

[0006] Unter der Verbundrauheit sigma kann das quadratische Mittel der Oberflächenrauheiten der jeweils zusammenwirkenden Kontaktflächen verstanden werden.

[0007] Unter einer relativen Schmierfilmdicke kann das Verhältnis zwischen einer Schmierfilmdicke und einer Oberflächenrauheit, insbesondere der Verbundrauheit sigma, verstanden werden. Vorzugsweise kann sich die Schmierfilmdicke auf eine zentrale Schmierfilmdicke beziehen.

[0008] Die relative Schmierfilmdicke kann vor Beginn der Einlaufphase kleiner eins betragen. Insbesondere kann die Schmierfilmdicke vor Beginn der Einlaufphase dünner als die Oberflächenrauheit, insbesondere der Verbundrauheit sigma, sein.

[0009] Während der Einlaufphase und / oder nach der Einlaufphase kann die relative Schmierfilmdicke auf Werte größer eins, beispielsweise auf Werte von min-

destens drei, ansteigen. Mit anderen Worten kann der Schmierfilm dicker, insbesondere erheblich dicker, als die Oberflächenrauheit, beispielsweise als die Verbundrauheit sigma, sein.

[0010] Es kann somit ein in-situ Nanopolitur-Effekt erzielt werden. Während oder nach der Einlaufphase kann die Oberflächenrauheit wesentlich gesenkt sein. Beispielsweise kann die Verbundrauheit sigma mindestens halbiert, beispielsweise auf ein Zehntel gesenkt, sein.

[0011] Die Oberflächenrauheit kann mittels Tastschnittverfahren messbar sein. Hierbei kann die Messung nach DIN EN ISO 4288 erfolgen. Die Oberflächenkennwerte können nach DIN EN ISO 4287 berechnet werden. Zur Berechnung der Verbundrauheit sigma können verschiedene Oberflächenkennwerte Verwendung finden, bevorzugt findet zur Ermittlung der Verbundrauheit sigma der quadratische Mittelwert von Profilordinaten R_q Verwendung. Die Verbundrauheit sigma kann insbesondere als Quadratwurzel der Summe der quadrierten quadratischen Mittelwerte der Profilordinaten R_q der zusammenwirkenden Kontaktflächen verstanden werden.

[0012] Durch das wasserhaltige Schmiermittel kann auch eine hinreichende Fresstragfähigkeit, beispielsweise auf einem FZG-Zahnradverspannungsprüfstand gemessen, gegeben sein.

[0013] Die Schmierfilmdicke kann mit einem Elastohydrodynamik (EHD)-Prüfstand, beispielsweise beziehbar von PCS Instruments, Großbritannien, messbar sein. Dazu kann das Schmiermittel durch eine Messung der Schmierfilmdicke in einem Kontaktbereich, insbesondere einem Punktkontakt, geprüft werden. Insbesondere kann eine Stahlkugel gegen eine Glasscheibe, vorzugsweise beschichtet mit einer Chrom- und einer SiO_2 -Schicht, belastet werden. Die Messung kann auf optischer Interferometrie basieren. Insbesondere kann der Kontaktbereich mit Weißlicht beleuchtbar sein, das durch ein Mikroskop und eine Glasscheibe auf den Kontakt gerichtet wird. Ein Teil des Lichts kann von der Chromschicht reflektiert werden. Ein Teil des Lichts kann die SiO_2 -Schicht und den Schmiermittelfilm durchdringen und von der Stahlkugel reflektiert werden. Die Lichtwege der beiden Teile des Lichts können zusammengeführt sein, sodass ein Interferenzbild erzeugbar ist. Das Interferenzbild kann in ein Spektrometer und/oder ein Bildaufnahmegerät, beispielsweise eine hochauflösende Schwarzweiß-CCD-Kamera, zur Aufnahme eines Interferenzbildes, leitbar sein. Das Interferenzbild kann mittels einer Auswertungssoftware analysierbar sein. Insbesondere kann die Schmierfilmdicke durch Bildanalyse des Interferenzbildes bestimmt werden und/oder bestimmbar sein.

[0014] Diese Untersuchungen können beispielsweise unter folgenden Bedingungen durchgeführt werden:

Eine Belastung kann zwischen 30 N und 50 N gewählt sein. Die Temperatur des Schmiermittels und/oder des übrigen Materials kann zwischen 35°C und 45°C , insbesondere 40°C , betragen. Eine Drehzahl der Glas-

scheibe kann derart eingestellt sein, dass sich eine Relativgeschwindigkeit zwischen 0,1 m/s und 3,5 m/s ergibt. Eine Oberflächenrauheit Ra der Stahlkugel kann 10^1 nm, insbesondere 10 nm, betragen.

[0015] Eine Oberflächenrauheit Ra der Glasscheibe kann ebenfalls 10^1 nm, insbesondere 5 nm, betragen. Bei den Oberflächenrauheiten Ra kann es sich vorzugsweise um Mittenrauwerte handeln.

[0016] Vor Beginn der Einlaufphase beträgt die Verbundrauheit sigma mehr als 0,01 μm . Sie kann beispielsweise im Bereich von 0,1 μm bis 1 μm liegen.

[0017] Die Verbundrauheit sigma kann nach der Einlaufphase beispielsweise kleiner oder gleich 0,01 μm betragen.

[0018] Somit ist es bei der erfindungsgemäßen mobilen Werkzeugmaschine nicht notwendig, während der Herstellung der Antriebseinheit die zusammenwirkenden Kontaktflächen besonders hochwertig zu glätten, beispielsweise durch aufwändige und damit kostenträchtige Hartbearbeitungsverfahren, beispielsweise Gleitschleifen, Honen oder Läppen. Somit können Herstellungskosten eingespart werden.

[0019] Im Laufe des Betriebs der mobilen Werkzeugmaschine, insbesondere während der Einlaufphase, können sich aufgrund der sich bildenden, sehr geringen Oberflächenrauheit sehr geringe Reibungsverluste ergeben, sodass die mobile Werkzeugmaschine besonders energieeffizient betreibbar ist.

[0020] Die Antriebseinheit weist das wasserhaltige Schmiermittel auf und / oder ist zum Betrieb mit dem wasserhaltigen Schmiermittel eingerichtet. Bevorzugt können dazu wasser- und / oder wasserdampfbeständige Materialien in der Antriebseinheit verwendet sein. Insbesondere kann wenigstens eine Dichtung der Antriebseinheit aus einem wasser- und / oder wasserdampfbeständigen Material ausgebildet sein. Die Antriebseinheit kann auch wenigstens eine dynamische Dichtung, beispielsweise eine Labyrinthdichtung und / oder eine Fliehkraftdichtung, aufweisen.

[0021] Die mobile Werkzeugmaschine kann eine Handwerkzeugmaschine, beispielsweise eine Bohrmaschine, eine Meißelmaschine, eine Schleifmaschine, eine Sägemaschine oder dergleichen sein. Denkbar ist auch, dass die mobile Werkzeugmaschine ein Bauroboter ist oder einen Bauroboter umfasst. Die mobile Werkzeugmaschine kann einen Manipulator, insbesondere einen mehrachsigen Manipulator, aufweisen. Die mobile Werkzeugmaschine kann eine Antriebsvorrichtung zum Antrieb eines Werkzeugs, beispielsweise eines Bohrers, eines Meißels, eines Saugers oder dergleichen aufweisen.

[0022] Die mobile Werkzeugmaschine kann zur Bearbeitung von Beton und / oder Metall eingerichtet sein. Sie kann zum Bohren, Meißeln, Sägen und / oder Schleifen ausgebildet sein.

[0023] Allgemein kann die mobile Werkzeugmaschine zur Ausführung von Arbeiten im Hoch- und / oder Tiefbau eingerichtet sein. Denkbar ist, dass sie nicht für einen

Einsatz im Bergbau eingerichtet ist.

[0024] Die mobile Werkzeugmaschine kann tragbar sein; sie kann beispielsweise ein Gewicht von weniger als 50 kg, insbesondere von weniger als 25 kg, aufweisen.

[0025] Die mobile Werkzeugmaschine kann, insbesondere, wenn sie als Bauroboter ausgebildet ist oder einen solchen umfasst, auch ein Fahrwerk und / oder ein Flugplattform, aufweisen. Gerade bei flugfähigen mobilen Werkzeugmaschinen, beispielsweise in Form von unbemannten Flugobjekten wie beispielsweise autonom oder teilautonom bewegbaren Drohnen, wirkt sich die erfindungsgemäß erreichbare Steigerung der Energieeffizienz besonders günstig aus.

[0026] Vorzugsweise ist die Verbundrauheit auch vor Beginn der Einlaufphase begrenzt, um einen Betrieb der mobilen Werkzeugmaschine auch zu Beginn und während der Einlaufphase zu erleichtern. Beispielsweise kann die Verbundrauheit sigma vor Beginn der Einlaufphase der Antriebseinheit höchstens 3 μm , vorzugsweise höchstens 1 μm , betragen.

[0027] Das wasserhaltige Schmiermittel kann derart ausgebildet sein, dass die Schmierfilmdicke zwischen 10% und 80%, insbesondere zwischen 30% und 60%, besonders bevorzugt zwischen 50% und 60%, eines wasserfreien oder zumindest im Wesentlichen wasserfreien polyglykolbasierten, vorzugsweise eine kinematische Viskosität von 80 mm^2/s bei 40°C aufweisenden, Schmiermittels (als Referenzschmiermittel) beträgt.

[0028] Dabei kann im Rahmen der Erfindung unter einem "im Wesentlichen wasserfreien Schmiermittel" ein Schmiermittel verstanden werden, das, vorzugsweise zumindest unmittelbar nach Herstellung, höchstens 1%, besonders bevorzugt höchstens 0,2%, Wasser enthält.

[0029] Ein solcher Bereich der Schmierfilmdicke lässt erwarten, dass sich Grenzreibung und / oder Mischreibung, zumindest zeitweise und / oder bereichsweise innerhalb der Antriebseinheit, einstellen. Bevorzugt, insbesondere im Normbetrieb der Antriebseinheit beziehungsweise der mobilen Werkzeugmaschine, ist die Schmierfilmdicke des wasserhaltigen Schmiermittels dicker als eine sich bei Verwendung von reinem Wasser als Schmiermittel ergebende Schmierfilmdicke.

[0030] Das Referenzschmiermittel kann biologisch abbaubar sein, das heißt, es kann ein EAL-Schmiermittel (environmentally acceptable lubricant) sein. Auch das wasserhaltige Schmiermittel kann biologisch abbaubar sein. Denkbar ist alternativ, dass das Referenzschmiermittel nicht biologisch abbaubar ist. Das kann insbesondere dann der Fall sein, wenn das Referenzschmiermittel polyglykolbasiert ist.

[0031] Das wasserhaltige Schmiermittel kann wenigstens 5%, vorzugsweise wenigstens 15%, besonders bevorzugt zwischen 30% und 35%, insbesondere 33%, Wasser aufweisen. Insbesondere kann das wasserhaltige Schmiermittel einen wesentlichen Anteil an Wasser aufweisen. Dies ist besonders bemerkenswert, da sonst bei den bei mobilen Werkzeugmaschinen üblichen ölba-

sierten Schmierstoffen nach Eintritt auch nur geringer Mengen von Wasser üblicherweise ein Austausch empfohlen wird.

[0032] Das wasserhaltige Schmiermittel kann höchstens 90%, vorzugsweise höchstens 70%, Wasser aufweisen.

[0033] Das Schmiermittel kann auch wenigstens ein Glykol, beispielsweise ein Polyglykol, enthalten. Beispielsweise kann das Schmiermittel ein oder mehrere Polyglykole in einem Anteil von mindestens 30%, bevorzugt mindestens 40%, enthalten. Der Mengenanteil kann höchstens 60% betragen. Das Polyglykol kann ein Polyalcylenglykol sein. Das Glykol oder die Glykole können, insbesondere nach Wasser, einen zweitgrößten Anteil am Schmiermittel bilden.

[0034] Das wasserhaltige Schmiermittel kann ferner wenigstens ein Additiv, insbesondere ein Verschleißschutzadditiv, ein Korrosionsschutzadditiv und/oder ein antimikrobielles, insbesondere wachstumshemmendes, Additiv, aufweisen. Insbesondere kann das wasserhaltige Schmiermittel eingerichtet sein, die Bildung von Bakterien, Pilzen und / oder Algen zu unterdrücken. So kann das wasserhaltige Schmiermittel eingerichtet sein, die Entstehung von Biofilmen zu vermeiden. Das Korrosionsschutzadditiv kann insbesondere ein Buntmetall-deaktivierendes Additiv sein und / oder umfassen. Denkbar ist auch, dass das wasserhaltige Schmiermittel wenigstens ein reibwertverminderndes Additiv, einen Festschmierstoff, ein viskositätsindexverbesserndes Additiv und / oder ein Gefrierpunkts-verminderndes Additiv aufweist. Das wasserhaltige Schmiermittel kann auch ein Fresstragfähigkeits-erhöhendes Additiv umfassen.

[0035] Allgemein kann das wasserhaltige Schmiermittel ein voll formuliertes Schmiermittel sein.

[0036] Eine allgemeine Reibungsreduktion lässt sich erreichen, wenn das wasserhaltige Schmiermittel bei 40 °C eine kinematische Viskosität im Bereich von höchstens 320 mm²/s aufweist. Vorzugsweise kann das wasserhaltige Schmiermittel auch eine kinematische Viskosität von mindestens 30 mm²/s aufweisen. Insbesondere kann es eine, vorzugsweise erheblich, höhere kinematische Viskosität als Wasser aufweisen.

[0037] Aufgrund des Wassergehalts des wasserhaltigen Schmiermittels ist es vorteilhaft, wenn die Werkzeugmaschine, insbesondere die Antriebseinheit, eingerichtet ist, dass die Innentemperatur der Antriebseinheit im Betrieb der mobilen Werkzeugmaschine bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C höchstens 80 °C, vorzugsweise höchstens 60 °C, beträgt. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Werkzeugmaschine, insbesondere die Antriebseinheit, bei Erreichen der genannten Höchsttemperaturen in ihrer Eingangsleistung abgeregelt wird. Auch ist denkbar, durch konstruktiv-geometrische Optimierung Geschwindigkeiten relativ zueinander bewegter Teile und damit relativ zueinander bewegter, zusammenwirkender Kontaktflächen, zu reduzieren, um so entstehende Reibungswärme bereits

konstruktiv zu begrenzen.

[0038] Eine weitere Möglichkeit, die genannten Höchsttemperaturen der Innentemperatur einzuhalten, besteht darin, ein Kühlsystem der mobilen Werkzeugmaschine entsprechend leistungsstark zu dimensionieren und / oder zu regeln.

[0039] Vorzugsweise sind die genannten Höchsttemperaturen der Innentemperatur selbst bei Dauerbetrieb und unter Vollast nicht erreichbar.

[0040] Besonders bemerkenswert ist dabei die Möglichkeit, dass die Werkzeugmaschine eingerichtet sein kann, die Eingangsleistung der Antriebseinheit derart zu begrenzen, dass die Innentemperatur der Antriebseinheit im Betrieb der mobilen Werkzeugmaschine bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C höchstens 80 °C, vorzugsweise höchstens 60 °C, beträgt. Durch die Begrenzung der Innentemperatur kann die in der Antriebseinheit entstehende Verlustleistung begrenzt sein. Die Begrenzung kann derart ausfallen, dass die von der Antriebseinheit abgegebene mechanische Leistung trotz der reduzierten Eingangsleistung gleich bleiben kann oder sogar insbesondere aufgrund einer überproportional reduzierten Verlustleistung gegenüber einer nicht begrenzten Eingangsleistung erhöht sein kann.

[0041] Denkbar ist auch, dass die Werkzeugmaschine, insbesondere die Antriebseinheit, einen Feststofffilter, insbesondere einen Filtermagneten, aufweist, der eingerichtet ist, Partikel, insbesondere Abrieb, aus dem wasserhaltigen Schmiermittel zu entfernen, wodurch sich die Standzeit des wasserhaltigen Schmiermittels erheblich verlängern lässt. Allgemein kann die mobile Werkzeugmaschine, insbesondere die Antriebseinheit, einen Schmiermittelfilter aufweisen.

[0042] Vorzugsweise kann dazu das wasserhaltige Schmiermittel, zumindest vor Beginn der Einlaufphase feststofffrei oder zumindest im Wesentlichen feststofffrei und / oder ohne feste Rückstände ausgebildet sein.

[0043] Insbesondere kann das wasserhaltige Schmiermittel vor Beginn der Einlaufphase frei von Nanopartikeln oder sonstigen Reibpartikeln sein. Es kann somit besonders kostengünstig herstellbar sein. Auch kann es biologisch abbaubar sein. Es kann insbesondere biologisch unbedenklich sein. In diesem Fall lässt sich der Schmiermittelfilter auch besonders einfach ausbilden, da in dem ursprünglich feststofffreien, wasserhaltigen Schmiermittel enthaltene Partikel als Störstoffe klassifizierbar sind und dementsprechend durch den Schmiermittelfilter entfernbar sein können. Die Trennung zwischen Störstoffen und Schmiermittel kann somit mittels einer einfachen Trennung von flüssigem versus festem Material erfolgen.

[0044] Denkbar ist auch, dass das wasserhaltige Schmiermittel, insbesondere vor Beginn der Einlaufphase, Nanoreibpartikel enthält. Hierdurch lässt sich der Nanopolitur-Effekt, insbesondere zu Beginn der Einlaufphase, weiter verstärken. Die Nanoreibpartikel können aus wenigstens einem anorganischen und / oder aus wenigstens einem organischen Material gebildet sein. Sie kön-

nen ausgebildet sein, sich im Laufe des Betriebs der mobilen Werkzeugmaschine, beispielsweise während der Einlaufphase, aufzulösen und / oder zu zersetzen, so dass der Umfang des zusätzlichen Politureffekts begrenzt ist.

[0045] Allgemein kann das wasserhaltige Schmiermittel, insbesondere vor Beginn der Einlaufphase, Nanopartikel enthalten. Die Nanopartikel können Nanoreibpartikel sein oder zumindest als Nanoreibpartikel wirken. Allgemein können die Nanopartikel einen tribologischen Effekt in der Antriebseinheit bewirken.

[0046] Besonders bevorzugt ist die mobile Werkzeugmaschine kabellos betreibbar. Dazu kann die mobile Werkzeugmaschine einen, insbesondere wiederaufladbaren, Energiespeicher aufweisen. Der wiederaufladbare Energiespeicher kann ein Akkumulator oder eine Brennstoffzelle sein. Bei derartigen kabellos betreibbaren mobilen Werkzeugmaschinen kann sich die erreichbare Effizienzsteigerung unmittelbar auf den Nutzungskomfort für einen Benutzer der mobilen Werkzeugmaschine, beispielsweise in Form längerer Laufzeiten und / oder höherer Arbeitsleistungen, besonders positiv auswirken.

[0047] Die mobile Werkzeugmaschine kann ferner eingerichtet sein, ein diamanthaltiges Werkzeug anzutreiben. Beispielsweise kann die mobile Werkzeugmaschine eingerichtet sein, mittels des diamanthaltigen Werkzeugs zu sägen, zu bohren und / oder zu schleifen. Gerade bei Einsatzbereichen, bei denen ein derartiges diamanthaltiges Werkzeug üblicherweise zum Einsatz kommt, sind hohe Arbeitsleistungen bei gleichzeitig oftmals langen Einsatzdauern erforderlich. Somit ist der Energiebedarf bei für diamanthaltige Werkzeuge typischen Arbeiten besonders hoch, sodass die Vermeidung von Verlustleistung durch Reibung besonders wünschenswert ist.

[0048] In den Rahmen der Erfindung fällt des Weiteren ein Verfahren zum energieeffizienten Betrieb einer erfindungsgemäßen, mobilen Werkzeugmaschine, wobei eine Antriebseinheit der mobilen Werkzeugmaschine, bei der vor Beginn einer Einlaufphase eine Verbundrauheit σ zweier zusammenwirkender Kontaktflächen der Antriebseinheit größer als $0,01 \mu\text{m}$ ist, mit einem wasserhaltigen Schmiermittel, insbesondere in der Einlaufphase, geschmiert wird.

[0049] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es somit, durch das wasserhaltige Schmiermittel einen derart dünnen Schmiermittelfilm auszubilden, dass die zwei zusammenwirkenden Kontaktflächen im Bereich von Grenzreibung und / oder Mischreibung zueinander bewegt werden. Es können sich Partikel, beispielsweise von den anfangs rauen Kontaktflächen lösen und als Reibpartikel wirken. Die zusammenwirkenden Kontaktflächen können sich somit während der Einlaufphase selbsttätig glätten. Hierdurch lassen sich die Reibung reduzieren und die mobile Werkzeugmaschine besonders energieeffizient betreiben, ohne dass im Vorfeld, insbesondere während der Herstellung der mobilen Werk-

zeugmaschine, die zusammenwirkenden Kontaktflächen einer besonders hochwertigen, in der Regel sehr kostspieligen, Oberflächenbehandlung unterzogen werden müssten.

[0050] Die mobile Werkzeugmaschine, die dem erfindungsgemäßen Verfahren unterzogen wird, insbesondere deren Antriebseinheit sowie das in der Antriebseinheit verwendete Schmiermittel, kann wenigstens eines der vorangehend im Zusammenhang mit der mobilen Werkzeugmaschine und ihrer Komponenten erwähnten Merkmale aufweisen.

[0051] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigt, sowie aus den Ansprüchen. Die dort gezeigten Merkmale sind nicht notwendig maßstäblich zu verstehen und derart dargestellt, dass die erfindungsgemäßen Besonderheiten deutlich sichtbar gemacht werden können. Die verschiedenen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen bei Varianten der Erfindung verwirklicht sein.

[0052] In der schematischen Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0053] Es zeigen:

Fig. 1	eine Handwerkzeugmaschine;
Fig. 2	ein Diagramm zu Schmierfilmdicken unterschiedlicher Schmiermittel und
Fig. 3a bis 3c	schematische Darstellungen verschiedener Reibungszustände;
Fig. 4a bis 4b	mikroskopische Aufnahmen von Getriebeteilen und
Fig. 5a bis 5b	mikroskopische Aufnahmen von Lagerkugeln.

[0054] In der nachfolgenden Beschreibung der Figuren werden zur Erleichterung des Verständnisses der Erfindung für gleiche oder sich funktional entsprechende Elemente jeweils die gleichen Bezugszeichen verwendet.

[0055] Wenngleich die Erfindung allgemein mobile Werkzeugmaschinen und somit beispielsweise Bauroboter oder Handwerkzeugmaschinen umfasst, wird allein zur Erleichterung des Verständnisses die Erfindung am Beispiel einer Handwerkzeugmaschine erläutert.

[0056] **Fig. 1** zeigt eine mobile Werkzeugmaschine in Form einer Handwerkzeugmaschine 10. Die Handwerkzeugmaschine 10 ist als Bohrmaschine, insbesondere als Diamantbohrmaschine, ausgebildet. Sie ist kabellos betreibbar. Dazu weist sie im Bereich eines Gehäuses **12** einen wiederaufladbaren Akkumulator **14** auf. Der Akkumulator 14 weist Lithium auf. Die Handwerkzeugmaschine 10 ist als tragbares Gerät ausgebildet. Sie weist ein Gewicht zwischen 0,5 und 15 kg und allgemein von weniger als 25 kg auf.

[0057] Die Handwerkzeugmaschine 10 weist ferner eine Werkzeugaufnahme 16 auf. In der Werkzeugaufnahme 16 ist ein Werkzeug 18 aufgenommen. Das Werkzeug 18 ist als Diamantbohrwerkzeug ausgebildet. Es ist somit diamanthaltig. Denkbar ist alternativ oder ergänzend, dass die mobile Werkzeugmaschine als Bohrhämmermaschine und / oder als Meißelmaschine ausgebildet und / oder verwendbar ist.

[0058] In schematisierter Darstellung ist ferner eine Antriebseinheit 20 der Handwerkzeugmaschine 10 in Fig. 1 erkennbar. Die Antriebseinheit 20 befindet sich innerhalb des Gehäuses 12 und ist nur aus Darstellungsgründen dem Gehäuse 12 überlagert dargestellt.

[0059] Die Antriebseinheit 20 treibt eine Welle an, an die wiederum die Werkzeugaufnahme 16 gekoppelt ist.

[0060] Die Antriebseinheit 20 weist ein elektropneumatisches Schlagwerk und einen Drehantrieb auf, die die Welle schlagend beziehungsweise drehend antreiben. Das Schlagwerk und der Drehantrieb sind über ein Getriebe der Antriebseinheit 20 mit einem Elektromotor der Antriebseinheit 20 mechanisch verbunden und durch diesen antreibbar.

[0061] Die Antriebseinheit 20 weist ein wasserhaltiges Schmiermittel auf, durch das Getriebeelemente, beispielsweise Zahnräder, der Antriebseinheit 20 geschmiert werden. Die Antriebseinheit 20 ist wasserdampfbeständig ausgebildet. Dazu sind insbesondere alle Dichtungen der Antriebseinheit 20, die in Kontakt mit dem wasserhaltigen Schmiermittel kommen können, aus einem wasserdampfbeständigen Material ausgebildet. Das wasserdampfbeständige Material kann vorzugsweise mindestens bis 120°C temperaturbeständig sein. Zusätzlich weist die Handwerkzeugmaschine 10 ein Kühlsystem auf, das derart ausgelegt ist, dass die Innentemperatur der Antriebseinheit 20 im Betrieb der Handwerkzeugmaschine 10 bei einer Umgebungstemperatur von 20°C höchstens 60°C beträgt.

[0062] Oberflächen im Inneren der Antriebseinheit 20, insbesondere jeweils zusammenwirkende Kontaktflächen miteinander gepaarter Zahnräder, sind mit einer Verbundrauheit sigma von mindestens 0,1 µm hergestellt und weisen somit vor Beginn einer Einlaufphase eine solche Verbundrauheit auf.

[0063] Fig. 2 zeigt ein Diagramm von Schmierfilmdicken unterschiedlicher Schmiermittel, wobei die Schmierfilmdicken auf 100% für ein im Wesentlichen wasserfreies, polyglykolbasiertes Schmiermittel, in Fig. 2 als Schmiermittel S0 gekennzeichnet, normiert dargestellt sind. Das Schmiermittel S0 weist eine kinematische Viskosität von 80 mm²/s bei 40°C auf.

[0064] Zum Vergleich ist zusätzlich noch Wasser W im Diagramm schematisch abgebildet.

[0065] Schmiermittel S1, S2, S3, S4 und S5 sind wasserhaltige Schmiermittel, die erfindungsgemäß in der Handwerkzeugmaschine 10 (Fig. 1) verwendbar sind. Sie weisen Schmierfilmdicken zwischen 30% und ca. 60% der Schmierfilmdicke des als Referenz dienenden im Wesentlichen wasserfreien Schmiermittels S0 auf.

Die Schmiermittel weisen eine kinematische Viskosität von 100 mm²/s bei 40°C auf.

[0066] Die Schmiermittel S1, S2, S3, S4 und S5 weisen jeweils einen Wassergehalt zwischen 30% und 35% auf. Sie enthalten ferner jeweils mindestens zwischen 40% und 60% Polyglykole. Sie sind - ebenso wie das Schmiermittel S0 - voll formuliert.

[0067] Alle der genannten wasserhaltigen Schmierstoffe S1 bis S5 enthalten weitere Additive, insbesondere biozide, korrosionsschützende, verschleißschützende, Hochdruck- und schaumkontrollierende Additive.

[0068] Die wasserhaltigen Schmierstoffe S1 bis S5 sind ohne feste Rückstände ausgebildet.

[0069] Der Gesamtschau der Fig. 2 kann entnommen werden, dass die Schmiermittel S1, S2, S3, S4 und S5 gegenüber dem als Referenz dienenden Schmiermittel S0 reduzierte Schmierfilmdicken aufweisen, die jedoch größer als diejenige des Wassers W bleiben.

[0070] Fig. 3a bis 3c zeigen in schematischen Darstellungen unterschiedliche Reibungszustände der Antriebseinheit 20 (Fig. 1).

[0071] Dargestellt sind in stark vergrößerter Abbildung zwei zusammenwirkende Kontaktflächen 22, 24 als schematische Schnittansichten. Die Kontaktflächen 22, 24 können beispielsweise Bereiche miteinander kämmender Zahnräder der Antriebseinheit 20 sein.

[0072] Die Oberflächenformungen der Kontaktflächen 22, 24 sind aus Darstellungsgründen, insbesondere um die Welligkeit der Oberflächen erkennbar darzustellen, nicht maßstabsgetreu abgebildet.

[0073] Je nach Reibungszustand befindet sich zwischen den Kontaktflächen 22, 24 wasserhaltiges Schmiermittel 26 mit unterschiedlichen Schmierfilmdicken. Das wasserhaltige Schmiermittel 26 kann einem der Schmiermittel S1, S2, S3, S4 oder S5 (alle Fig. 2) entsprechen.

[0074] Im Zustand gemäß Fig. 3a herrscht Grenzreibung. Die Verbundrauheit sigma der Kontaktflächen 22, 24 beträgt 0,1 µm, sodass Spitzen 28, von denen in Fig. 3a bis 3c nur einzelne beispielhaft markiert und mit Bezugszeichen versehen sind, der Kontaktflächen 22, 24 bei einer Relativbewegung der Kontaktflächen 22, 24 zueinander aufeinandertreffen.

[0075] Zu erkennen ist auch, dass die Dicke des ausbildenden Schmierfilms im Schnitt geringer als die Verbundrauheit sigma ist. Die relative Schmierfilmdicke beträgt somit weniger als 1, beispielsweise zwischen 0,1 und 0,4, insbesondere zwischen 0,1 und 0,2 bei einer Testtemperatur von 40°C und einer Flächenpressung von 1 GPa bei 20% Schlupf.

[0076] Der Zustand gemäß Fig. 3a entspricht einem Zustand der Handwerkzeugmaschine 10 (Fig. 1) unmittelbar ihrer Herstellung, d. h. vor Beginn einer Einlaufphase.

[0077] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, die Handwerkzeugmaschine 10 während einer Einlaufphase zu betreiben. Durch das in der Antriebseinheit 20 enthaltene Schmiermittel 26 wird dabei

die Antriebseinheit 20 geschmiert. Dazu kann die Handwerkzeugmaschine beispielsweise über eine Zeitdauer von 1 bis 10 Stunden, beispielsweise 7 h, hinweg betrieben werden.

[0078] Durch die zumindest zu Beginn der Einlaufphase herrschende Grenzreibung kommt es zu einem Abtrag von Partikeln von den Kontaktflächen 22, 24 und damit zu einer selbsttätigen Glättung der Kontaktflächen 22, 24. Dazu sind in Fig. 3a bis 3c einzelne Partikel 30 im wasserhaltigen Schmiermittel 26 beispielhaft dargestellt und mit einem Bezugszeichen versehen.

[0079] Fig. 3b zeigt einen Reibungszustand, bei dem zwischen den Kontaktflächen 22, 24 Mischreibung herrscht.

[0080] Insgesamt hat sich die Verbundrauheit sigma der Kontaktflächen 22, 24 bereits erheblich reduziert, so dass sich nur noch einzelne, wenige Spitzen 28 der Kontaktflächen 22, 24 gegenseitig kontaktieren können. Die relative Schmierfilmdicke liegt im Bereich zwischen 1 und 3.

[0081] Dieser Zustand entspricht einem fortgeschrittenen Stadium der Einlaufphase.

[0082] Fig. 3c zeigt einen Reibungszustand, bei dem zwischen den Kontaktflächen 22, 24 reine Flüssigkeitsreibung herrscht. Dieser Zustand entspricht einem Zustand der Antriebseinheit 20 nach Beendigung der Einlaufphase.

[0083] Die Verbundrauheit sigma der Kontaktflächen 22, 24 hat sich weiter erheblich reduziert. Lediglich aus Darstellungsgründen ist Oberflächenformung der Kontaktflächen 22, 24 stark überzeichnet dargestellt.

[0084] Die relative Schmierfilmdicke hat sich auf größer 3 erhöht.

[0085] Durch die sich selbsttätig geglätteten Kontaktflächen 22, 24 ist somit ein erheblich reibungsreduzierter weiterer Betrieb der Handwerkzeugmaschine 10 und insbesondere der Antriebseinheit 20 möglich.

[0086] Fig. 4a und 4b zeigen mikroskopische Aufnahmen von Bereichen von Getriebeteilen nach Absolvierung eines Dauerbelastungstests.

[0087] Während Fig. 4a das Ergebnis bei einer mobilen Werkzeugmaschine, deren Antriebseinheit mit dem als Referenz dienenden im Wesentlichen wasserfreien Schmiermittel S0 geschmiert ist, zeigt, zeigen die Aufnahmen gemäß Fig. 4b das Ergebnis bei einer mobilen Werkzeugmaschine, deren Antriebseinheit der Erfindung entsprechend mit dem wasserhaltigen Schmiermittel S3 geschmiert ist.

[0088] In Fig. 4a zeigt sich erheblicher Lochfraß, während Fig. 4b nahezu Lochfraß-frei geblieben ist.

[0089] Ferner zeigen Fig. 5a und Fig. 5b mikroskopische Aufnahmen von Lagerkugeln nach Durchführung der Dauerbelastungstests. Analog zu den beiden vorangehenden Darstellungen zeigt die obere Abbildung, Fig. 5a, das Ergebnis bei einer Antriebseinheit, wobei als Schmiermittel das im Wesentlichen wasserfreie Schmiermittel S0 eingesetzt worden ist, und die untere Abbildung, Fig. 5b, zeigt das Ergebnis bei einer Antriebs-

einheit, bei der das wasserhaltige Schmiermittel S3 eingesetzt worden ist..

[0090] Zu erkennen ist, dass die Lagerkugel der Fig. 5b einen deutlich ausgeprägteren metallischen Klarglanz zeigt als die Lagerkugel der Fig. 5a, was auf eine gegenüber der herkömmlich geschmierten Lagerkugel erheblich verringerte Oberflächenrauheit zurückzuführen ist.

[0091] Besonders bemerkenswert dabei ist, dass das wasserhaltige Schmiermittel S3 feststofffrei ausgebildet ist. Es sind bei den zu Fig. 5b gehörigen Versuchen auch keine Nanoreibpartikel dem Schmiermittel S3 beigegeben gewesen.

[0092] Ferner ließen sich mit der vorangehend beschriebenen Erfindung Energieeinsparungen von bis zu 180 W eingesparter Verlustleistung bzw. ca. 8 Prozent des mechanischen Getriebewirkungsgrades bei einer Netzstrom-versorgten mobilen Werkzeugmaschine erzielen.

[0093] Durch die erheblich verbesserte Schmierung konnte zudem festgestellt werden, dass die Sumpftemperatur wasserhaltiger Schmiermittel um bis zu 8°C bzw. um bis zu ca. 13 % bei gleichzeitig um bis zu ca. 9 % gesteigerter mechanischer Getriebeausgangsleistung im Vergleich zum Referenzschmiermittel S0 gesenkt werden konnten.

[0094] Im Gegensatz zu der Sumpftemperatur des Referenzschmiermittels S0 konnten die Sumpftemperaturen der wasserhaltigen Schmiermittel selbst bei einer elektrischen Eingangsleistung der Werkzeugmaschine von 2,8 kW unter 60°C gehalten werden.

[0095] Es hat sich ferner hinsichtlich der Reduktion der Sumpftemperatur als besonders günstig erwiesen, wenn das wasserhaltige Schmiermittel eine Viskosität zwischen 40 und 50 mm²/s, insbesondere von 46 mm²/s, bei 40°C aufweist.

Patentansprüche

1. **Mobile Werkzeugmaschine**, insbesondere Handwerkzeugmaschine (10) oder Bauroboter, beispielsweise zur Ausführung von Arbeiten im Hoch- und/oder Tiefbau, mit einer Antriebseinheit (20), **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Antriebseinheit (20) ein wasserhaltiges Schmiermittel (26) aufweist und/oder dass die Antriebseinheit (20) zum Betrieb mit dem wasserhaltigen Schmiermittel (26) eingerichtet ist, wobei vor Beginn einer Einlaufphase der Antriebseinheit (20) eine Verbundrauheit sigma zweier zusammenwirkender Kontaktflächen (22, 24) der Antriebseinheit (20) größer als 0,01 µm, vorzugsweise mindestens 0,1 µm, ist.
2. Mobile Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbundrauheit sigma vor Beginn der Einlaufphase der Antriebseinheit (20) höchstens 3 µm, vorzugsweise höchstens

1 μm , beträgt.

3. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wasserhaltige Schmiermittel (26) derart ausgebildet ist, dass die Schmierfilmdicke zwischen 10% und 80%, insbesondere zwischen 30% und 60%, besonders bevorzugt zwischen 50% und 60%, eines wasserfreien oder zumindest im Wesentlichen wasserfreien polyglykolbasierten, vorzugsweise eine kinematische Viskosität von 80 mm^2/s bei 40°C aufweisenden, Schmiermittels (S0), beträgt. 5
4. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wasserhaltige Schmiermittel (26) wenigstens 5%, vorzugsweise wenigstens 15%, besonders bevorzugt zwischen 30% und 35%, insbesondere 33%, Wasser (W) aufweist. 10
5. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wasserhaltige Schmiermittel (26) höchstens 90%, vorzugsweise höchstens 70%, Wasser (W) aufweist. 15
6. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wasserhaltige Schmiermittel (26) wenigstens ein Additiv, insbesondere ein Verschleißschutzadditiv, ein Korrosionsschutzadditiv und/oder ein antimikrobielles, insbesondere wachstumshemmendes Additiv, aufweisen. 20
7. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wasserhaltige Schmiermittel (26) bei 40°C eine kinematische Viskosität im Bereich von höchstens 320 mm^2/s und vorzugsweise von mindestens 30 mm^2/s aufweist. 25
8. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mobile Werkzeugmaschine, insbesondere die Antriebseinheit (20), eingerichtet ist, dass die Innentemperatur der Antriebseinheit (20) im Betrieb der mobilen Werkzeugmaschine (10) bei einer Umgebungstemperatur von 20°C höchstens 80°C, vorzugsweise höchstens 60°C, beträgt. 30
9. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mobile Werkzeugmaschine eingerichtet ist, die Eingangsleistung der Antriebseinheit (20) derart zu begrenzen, dass die Innentemperatur der Antriebseinheit (20) im Betrieb der mobilen Werkzeugmaschine bei einer Umgebungstemperatur von 20°C höchstens 80°C, vorzugsweise höchstens 60°C, beträgt. 35

C, beträgt.

10. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mobile Werkzeugmaschine einen Feststofffilter, insbesondere einen Filtermagneten aufweist, der eingerichtet ist, Partikel (30), insbesondere Abrieb, aus dem wasserhaltigen Schmiermittel (26) zu entfernen. 40
11. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wasserhaltige Schmiermittel (26), zumindest vor Beginn der Einlaufphase feststofffrei oder zumindest im Wesentlichen feststofffrei, und / oder ohne feste Rückstände ausgebildet ist. 45
12. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wasserhaltige Schmiermittel (26), insbesondere vor Beginn der Einlaufphase, Nanoreibpartikel enthält. 50
13. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mobile Werkzeugmaschine kabellos betreibbar ist. 55
14. Mobile Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mobile Werkzeugmaschine eingerichtet ist, ein diamanthaltiges Werkzeug (18) anzutreiben.
15. **Verfahren** zum energieeffizienten Betrieb einer mobilen Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Antriebseinheit (20) der mobilen Werkzeugmaschine, bei der vor Beginn einer Einlaufphase eine Verbundrauheit sigma zweier zusammenwirkender Kontaktflächen (22, 24) der Antriebseinheit (20) größer als 0,01 μm , insbesondere größer als 0,1 μm , ist, mit einem wasserhaltigen Schmiermittel (26), insbesondere während der Einlaufphase, geschmiert wird.

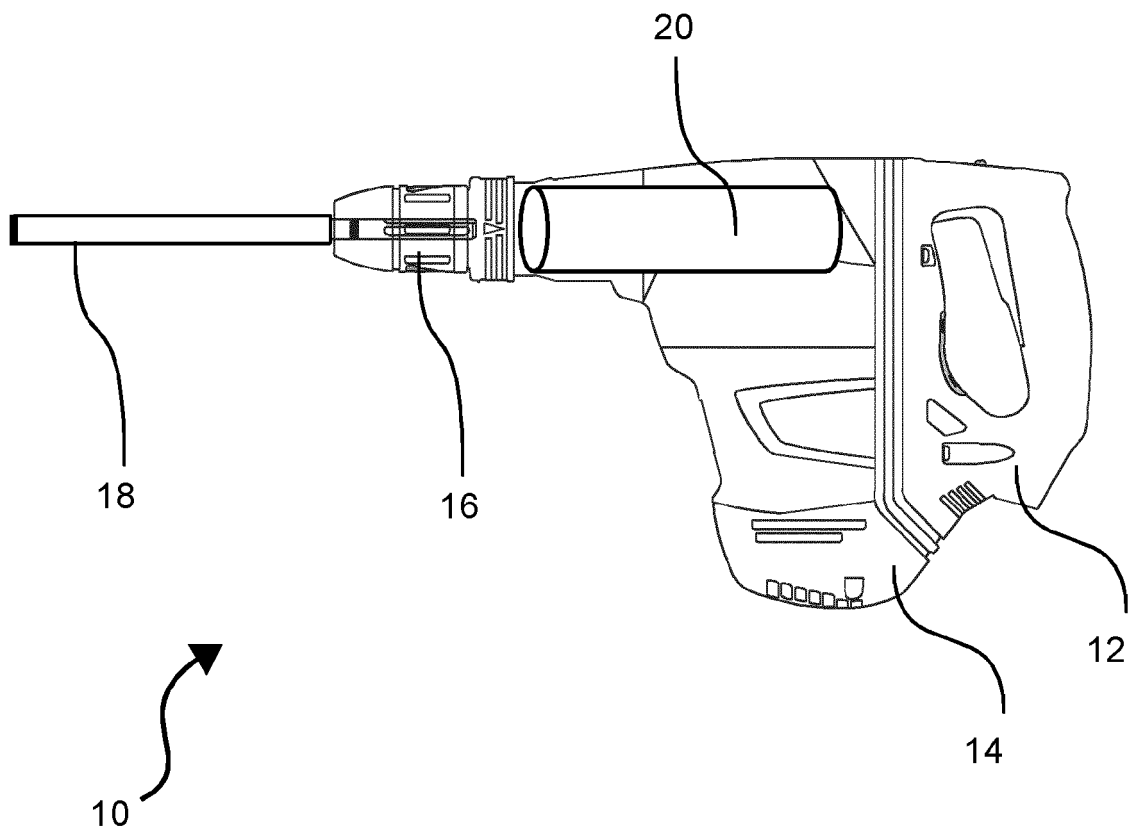


Fig. 1

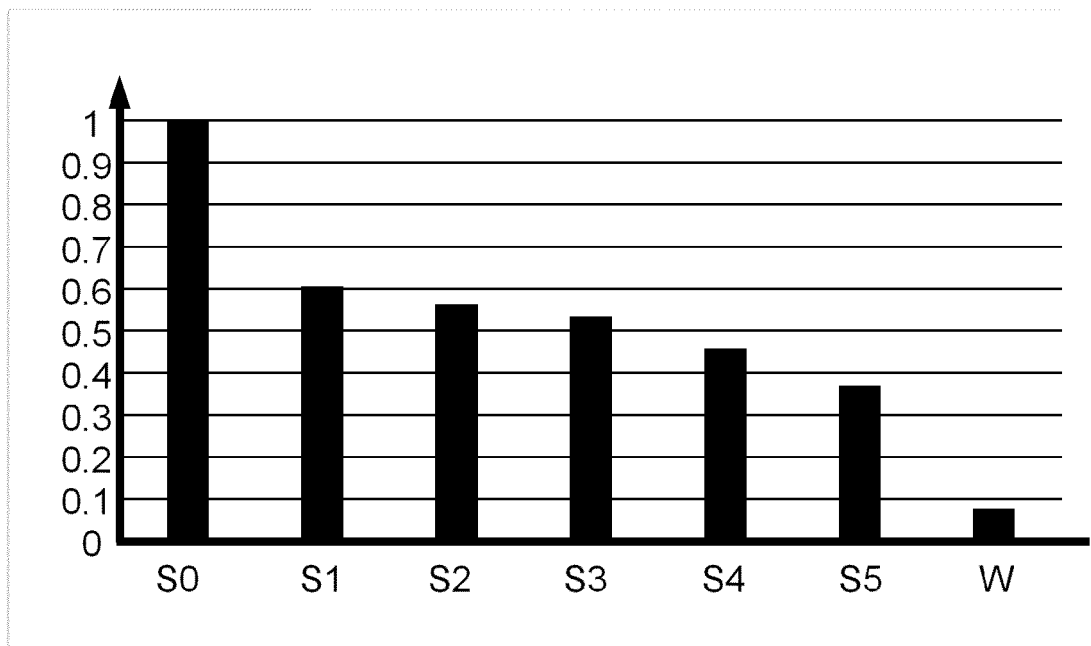


Fig. 2

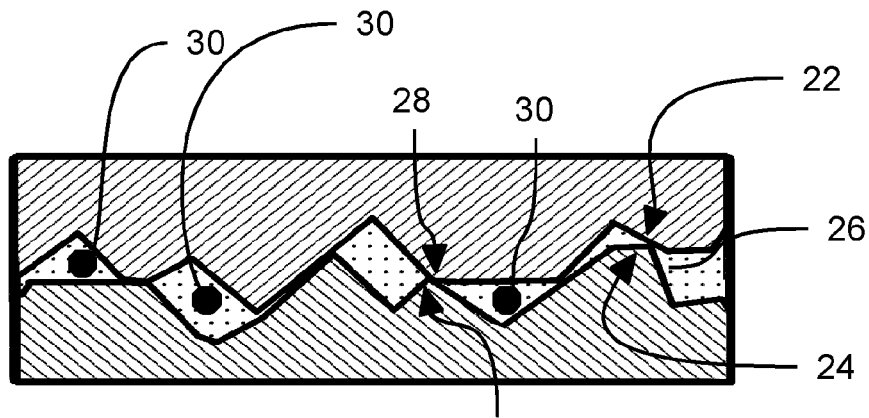


Fig. 3a

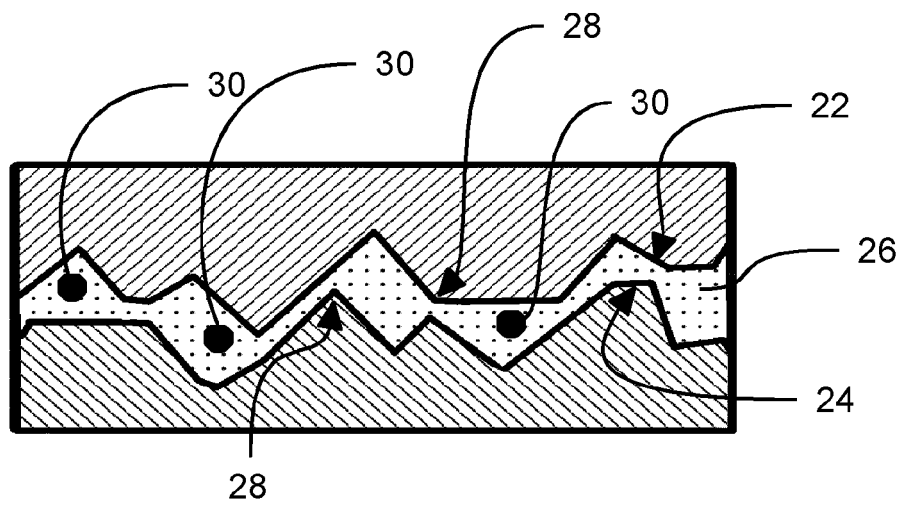


Fig. 3b

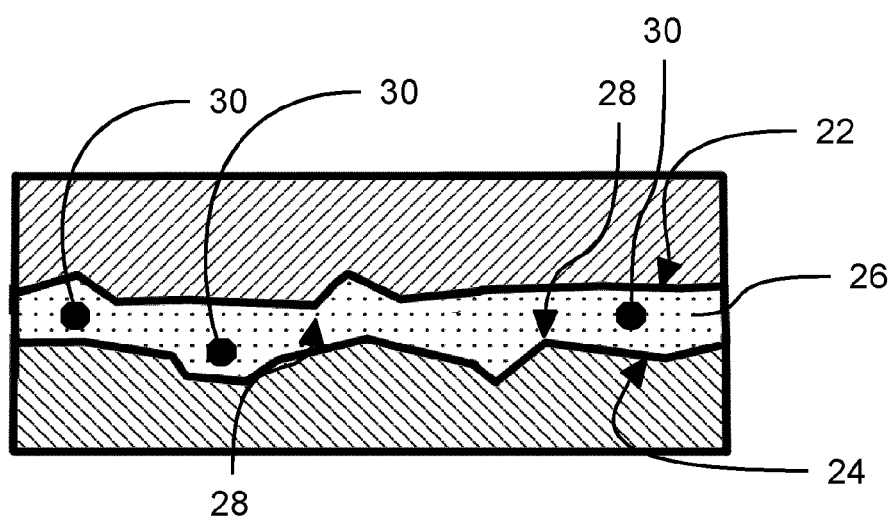


Fig. 3c

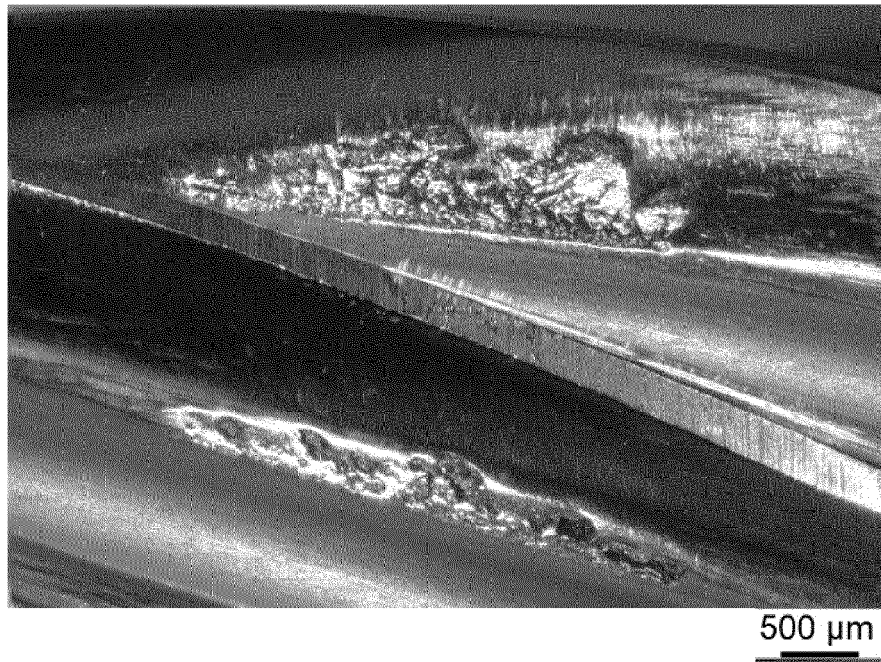


Fig. 4a

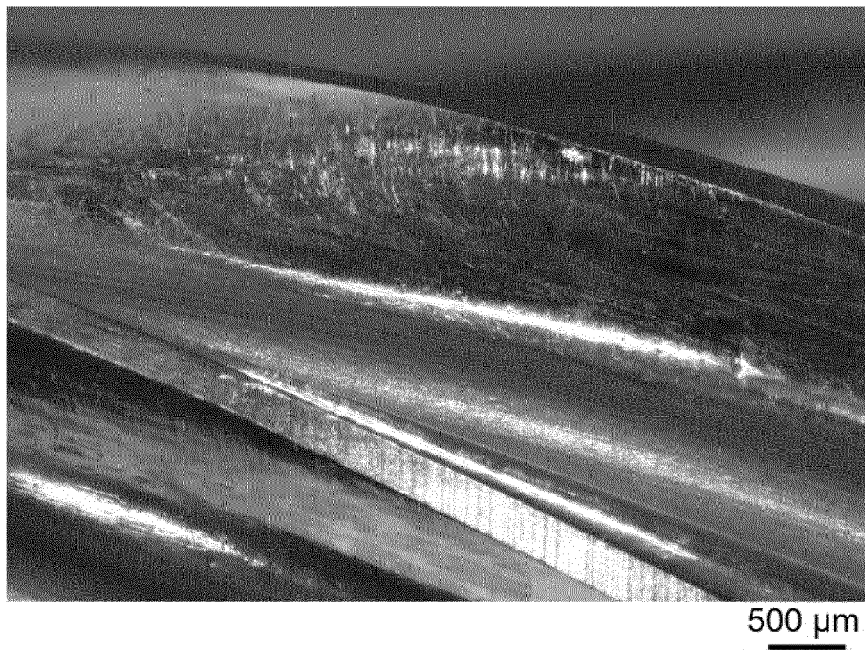


Fig. 4b

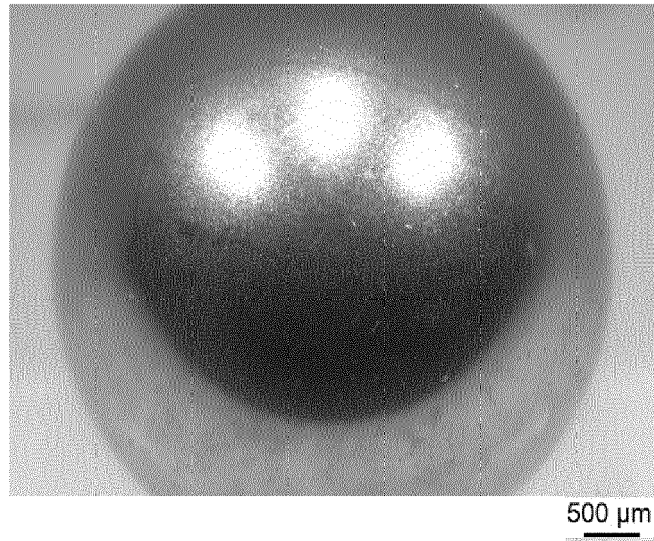


Fig. 5a

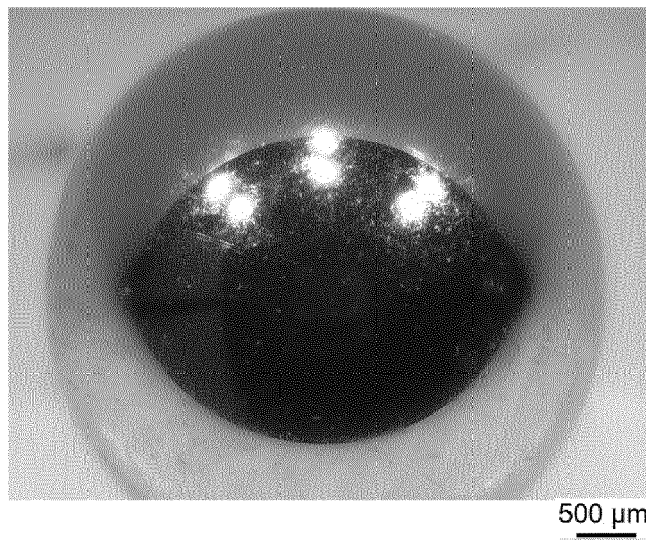


Fig. 5b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 21 3304

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 2 180 214 A1 (MAKITA CORP [JP]) 28. April 2010 (2010-04-28) * Absätze [0002], [0003]; Abbildungen *	1-15	INV. B25F5/00 C10M171/00
Y	DE 20 2012 100435 U1 (CHERVON HK LTD [CN]) 8. Mai 2012 (2012-05-08) * Absätze [0016], [0021] - [0028]; Abbildungen *	1-15	
Y	EP 1 070 756 A1 (COGNIS DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 24. Januar 2001 (2001-01-24) * Absätze [0002] - [0027] *	1-15	
Y	WO 2007/103497 A2 (ASHLAND LICENSING & INTELLECTU [US]; LOCKWOOD FRANCES E [US] ET AL.) 13. September 2007 (2007-09-13) * Seiten 5,22-35; Abbildungen *	1-15	
Y	WO 2012/029191 A1 (NANOCARBON RES INST LTD [JP]; OSAWA EIJI [JP]; MORI SHIGEYUKI [JP]) 8. März 2012 (2012-03-08) * Absätze [0002] - [0017], [0033] - [0040]; Abbildungen *	1-15	
Y	Hasslinger Andreas: "Hydro Lubricants: Ist Wasser im Schmierstoff die Zukunft?", fluid.de, 15. Oktober 2017 (2017-10-15), XP055786772, Gefunden im Internet: URL:https://www.fluid.de/hydraulik/hydro-lubricants-ist-wasser-im-schmierstoff-die-zukunft-208.html [gefunden am 2021-03-17] * das ganze Dokument *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B25F F01M C10M B25D B27B B25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. Juni 2021	Prüfer David, Radu
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 21 3304

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 199 34 170 A1 (HENKEL KGAA [DE]) 25. Januar 2001 (2001-01-25) * Abbildungen *	1-15	
Y	WO 01/42672 A1 (SUNDWIG GMBH [DE]; BERGER BERND [DE] ET AL.) 14. Juni 2001 (2001-06-14) * das ganze Dokument *	10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. Juni 2021	Prüfer David, Radu
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 20 21 3304

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-06-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2180214 A1	28-04-2010	CN 101725702 A	09-06-2010
		EP 2180214 A1	28-04-2010
		JP 5154364 B2	27-02-2013
		JP 2010101444 A	06-05-2010
		RU 2009139263 A	27-04-2011
		US 2010102515 A1	29-04-2010

DE 202012100435 U1	08-05-2012	CN 102632484 A	15-08-2012
		DE 202012100435 U1	08-05-2012
		FR 2971444 A3	17-08-2012

EP 1070756 A1	24-01-2001	DE 19934182 A1	25-01-2001
		EP 1070756 A1	24-01-2001

WO 2007103497 A2	13-09-2007	US 2008242566 A1	02-10-2008
		WO 2007103497 A2	13-09-2007

WO 2012029191 A1	08-03-2012	JP 5959520 B2	02-08-2016
		JP 2013538274 A	10-10-2013
		WO 2012029191 A1	08-03-2012

DE 19934170 A1	25-01-2001	AU 6158800 A	13-02-2001
		DE 19934170 A1	25-01-2001
		WO 0107545 A1	01-02-2001

WO 0142672 A1	14-06-2001	DE 19959472 A1	21-06-2001
		EP 1235991 A1	04-09-2002
		WO 0142672 A1	14-06-2001

EPO FORM P0461

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