



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
31.07.2024 Patentblatt 2024/31

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
B25B 21/02 (2006.01)

(21)

Anmeldenummer: 23220242.4

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B25B 21/02

(22)

Anmeldetag: 27.12.2023

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72)

Erfinder:
• Giessler, Jasmin
77790 Steinach (DE)
• Herberger, Wolfgang
70186 Stuttgart (DE)
• Schuller, Marcus
72135 Dettenhausen (DE)
• Mock, Stefan
73630 Remshalden (DE)
• Steurer, Christoph
73660 Urbach (DE)
• Erbele, Simon
71154 Nufringen (DE)

(30)

Priorität: 24.01.2023 DE 102023200526

(71)

Anmelder: Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)

(54)

VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER HANDWERKZEUGMASCHINE

(57)

Verfahren zum Betrieb einer Handwerkzeugmaschine, vorzugsweise eines Drehschlagschraubers, die Handwerkzeugmaschine umfassend eine Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs wie beispielsweise eines Werkzeugbits oder einer Nuss, wobei das Werkzeug dazu eingerichtet ist, über einen korrespondierenden Antrieb eines Befestigungsmittels das Befestigungsmittel rotatorisch anzutreiben; das Verfahren umfassend die Schritte:

S1

Teilweises Lösen des Befestigungsmittels aus einem verschraubten Zustand, durch Drehen der Werkzeugaufnahme und somit des Befestigungsmittels in einer ersten Drehrichtung;

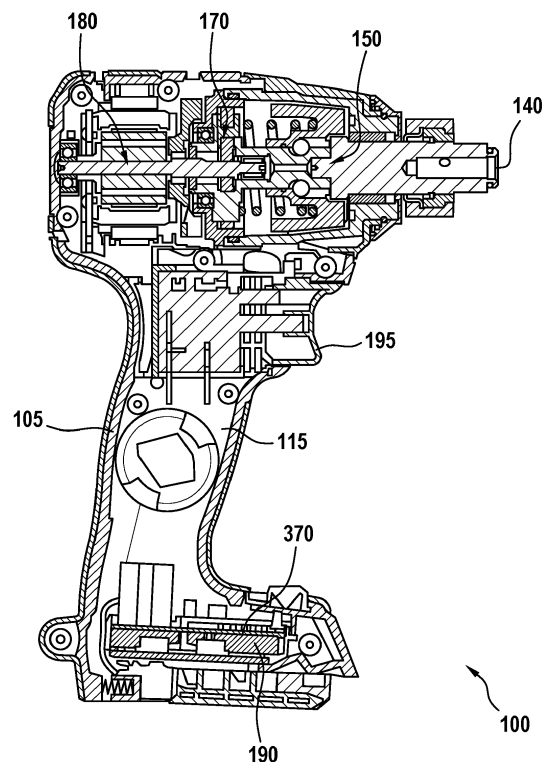
S2

Drehen der Werkzeugaufnahme in einer zweiten, der ersten Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung;

S3

Erneutes Drehen der Werkzeugaufnahme und somit des Befestigungsmittels in der ersten Drehrichtung.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren zum Betrieb einer Handwerkzeugmaschine, vorzugsweise eines Drehschlagschraubers, ein Computerprogramm zu Durchführung des Verfahrens und eine zur Durchführung des Verfahrens eingerichtete Handwerkzeugmaschine.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik, siehe beispielsweise EP 3 381 615 A1, sind Handwerkzeugmaschinen zum Anziehen und Lösen von Schraubenelementen, wie beispielsweise Gewindemuttern und Schrauben, bekannt, die als Drehschlagschrauber ausgeführt sind. Drehschlagschrauber umfassen einen Aufbau, bei welchem eine Schlagkraft in einer Drehrichtung durch eine Drehschlagkraft eines Hammers an ein Schraubenelement übertragen wird. Der Drehschlagschrauber, welcher diesen Aufbau hat, umfasst einen Motor, einen durch den Motor anzutreibenden Hammer, einen Amboss, welcher durch den Hammer geschlagen wird, und ein Werkzeug. Bei dem Drehschlagschrauber wird der in einem Gehäuse eingebaute Motor angetrieben, wobei der Hammer durch den Motor angetrieben, der Amboss wiederum durch den sich drehenden Hammer geschlagen und eine Schlagkraft an das Werkzeug abgegeben wird, wobei zwei unterschiedliche Betriebszustände, nämlich "kein Schlagbetrieb" und "Schlagbetrieb" unterschieden werden können.

[0003] Drehschlagschrauber werden typischerweise mit austauschbaren Nüssen für Sechskantköpfe oder mit Werkzeugbits verwendet. Ein Problem kann hierbei auftreten, wenn beim Lösen eines Befestigungselementes ein Verklemmen der Nuss oder des Bits auf oder im Antrieb des Befestigungselementes beziehungsweise auf der Schnittstelle des Gerätes zur Aufnahme des Zubehörs wie Nüsse oder Bits stattfindet. Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung wird in diesem Zusammenhang der Begriff "Verklemmen" oder auch "Verklemmung" verwendet. Gegebenenfalls ist das verklemmte Bauteil auch unter Aufwand beträchtlicher Kräfte nicht zu lösen. Bedingt durch die hohen Momente, die zum Lösen einer Verschraubung üblicherweise benötigt werden, und die impulsartige Belastung durch den Schlagbetrieb, kommt dieses Problem recht häufig vor.

[0004] Während die Erfindung in der vorliegenden Offenbarung vornehmlich anhand eines Drehschlagschraubers beschrieben wird, ist sie nicht auf diese Anwendung beschränkt, sondern kann auch auf andere Handwerkzeugmaschinen mit rotatorischem Antrieb angewendet werden, beispielsweise Akku-Schrauber.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zum Betrieb einer anzugeben, welches die oben genannten Nachteile zumindest teilweise behebt, oder zumindest darin, eine Alternative zum Stand der Technik anzugeben. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine entsprechende Handwerkzeugmaschine anzugeben.

[0006] Diese Aufgaben werden mittels des jeweiligen Gegenstands der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von jeweils abhängigen Unteransprüchen.

[0007] Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Betrieb einer Handwerkzeugmaschine offenbart, wobei die Handwerkzeugmaschine eine Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs wie beispielsweise eines Werkzeugbits oder einer Nuss aufweist. Das Werkzeug ist dazu eingerichtet, über einen korrespondierenden Antrieb eines Befestigungsmittels das Befestigungsmittel rotatorisch anzutreiben. Dabei umfasst das Verfahren die Schritte:

- S1 Teilweises Lösen des Befestigungsmittels aus einem verschraubten Zustand, durch Drehen der Werkzeugaufnahme und somit des Befestigungsmittels in einer ersten Drehrichtung;
- S2 Drehen der Werkzeugaufnahme in einer zweiten, der ersten Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung;
- S3 Erneutes Drehen der Werkzeugaufnahme und somit des Befestigungsmittels in der ersten Drehrichtung.

[0008] Das Drehen in der ersten Drehrichtung ist im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wie in Schritt S1 definiert als ein Drehen in derjenigen Richtung zu verstehen, die ein Lösen des Befestigungsmittels bewirkt. Bei Befestigungsmitteln mit Rechtsgewinde ist dies also ein Drehen entgegen dem Uhrzeigersinn, bei Befestigungsmitteln mit Linksgewinde ist es ein Drehen im Uhrzeigersinn.

[0009] Das Drehen der Werkzeugaufnahme in der zweiten, der ersten Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung bewirkt ein leichtes Wiedereindrehen des Befestigungsmittels in die Schraubunterlage, was mit einem Reibmoment zwischen dem Befestigungsmittel und dem jeweils vorliegenden Substrat, in dem das Befestigungsmittel verschraubt ist, einhergeht. Dieses Reibmoment ermöglicht das Lösen einer eventuell vorliegenden Verklemmung. Je nach Ausgestaltung dieser Schritte führt das Drehen der Werkzeugaufnahme in der zweiten, der ersten Drehrichtung entgegengesetzte

setzen Drehrichtung auch zu einem teilweisen erneuten Festziehen des Befestigungsmittels. Da beim Lösen der leicht angezogenen Schraube ein geringeres Moment nötig ist als beim anfänglichen Drehen der Werkzeugaufnahme in der ersten Drehrichtung, kommt es hier jedoch normalerweise nicht zu einem erneuten Verklemmen.

[0010] Auf diese Weise kann beim Lösen eines Befestigungselementes mit einem Drehschlagschrauber zuverlässig eine Verklemmung von Antrieb und Befestigungselement bzw. von Antrieb und Schnittstelle des Gerätes gelöst werden.

[0011] Ein Benutzer muss also nicht selbst, mit oder ohne zusätzliches Werkzeug wie beispielsweise einer Zange, die Schraube oder Mutter aus der Nuss oder dem Bit entfernen, beziehungsweise die Nuss oder den Bit vom Gerät lösen. Entsprechend wird die Gefahr einer Verletzung beim manuellen Lösen einer Verklemmung reduziert.

[0012] Ferner wird die Geschwindigkeit beim Lösen von Serienschraubvorgängen erhöht und der Vorgang wird durch das Wegfallen des Erfordernisses eines weiteren Werkzeugs vereinfacht.

[0013] Das teilweise Lösen in Schritt S1 kann zumindest teilweise unter Ausführung eines Drehschlagbetriebs erfolgen.

[0014] In einigen Ausführungsformen wird der Drehschlagbetrieb in Schritt S1 bei Unterschreiten eines vordefinierten Widerstands des Befestigungsmittels gegen weiteres Lösen durch einen Schraubbetrieb ohne Schlagen abgelöst. Dabei wird Schritt S2 ausgeführt, sobald der Schraubbetrieb ohne Schlagen erkannt wird.

[0015] Dies ist insofern vorteilhaft, als während des Drehschlagbetriebs ein anfängliches Verklemmen von Antrieb und Befestigungselement beziehungsweise von Antrieb und Schnittstelle des Gerätes, besonders wahrscheinlich ist, und das Lösen einer eventuell vorliegenden Verklemmung direkt im Anschluss an den Drehschlagbetrieb somit besonders effektiv.

[0016] In einigen Ausführungsformen wird in Schritt S2 bei Überschreiten eines bestimmten Drehmomentes ein Drehschlagbetrieb ausgeführt, und Schritt S3 wird ausgeführt, sobald der Drehschlagbetrieb erkannt wird. Dieser Ausführungsform liegt die Idee zugrunde, dass durch den gerade einsetzenden Drehschlagbetrieb und die damit einhergehenden wenigen impulsartigen Belastungen auf die Schnittstellen zwischen Befestigungselement, Werkzeug, und Werkzeugaufnahme eine eventuell in Schritt S1 entstandene Verklemmung besonders sicher gelöst wird. Das Niveau der Belastung der Werkzeugaufnahme und des Befestigungsmittels ist hierbei deutlich geringer als beim anfänglichen Lösen der Verschraubung, sodass es in Schritt S2 nicht zu einem erneuten Verklemmen kommt.

[0017] In bestimmten Ausführungsformen wird in Schritt S2 bei Überschreiten eines bestimmten Drehmomentes ein Drehschlagbetrieb ausgeführt, wobei Schritt S3 nach einer vordefinierten Zeitdauer nach einem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs, nach einer vordefinierten Anzahl an Schlägen des Drehschlagbetriebs, nach Feststellen einer bestimmten Anzahl an Hal-Übergängen nach einem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs, nach Durchführen einer vordefinierten Anzahl an Umdrehungen der Werkzeugaufnahme nach einem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs, und/oder nach einer vordefinierten Zeitdauer nach einem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs ausgeführt. Somit ist die Höhe der auf die potentiell vorliegende Verklemmung einwirkende impulsartige Belastung einstellbar.

[0018] In einigen Ausführungsformen wird der Schritt S3 beendet, wenn eine vordefinierte Zeitspanne seit Beginn des Schrittes S3 und/oder seit Beginn des Schrittes S1 abgelaufen ist, oder wenn ein Benutzer einen Betätigungsschalter des Drehschlagschraubers loslässt.

[0019] In einigen Ausführungsformen wird das Drehen in der zweiten beziehungsweise in der ersten Drehrichtung in den Schritten S2 und/oder S3 unter Durchfahren einer Hochlauframpe ausgeführt. Dabei wird eine Umdrehungsgeschwindigkeit der Werkzeugaufnahme ausgehend von einem sehr kleinen Wert auf die gewünschte Umdrehungsgeschwindigkeit gesteigert, beispielsweise kontinuierlich über einen vordefinierten Zeitraum oder mit einer vordefinierten Steigung. Dies ist vorteilhaft, da plötzliche Änderungen des Beschleunigungszustandes der Werkzeugaufnahme, die ihrerseits mit Verklemmungen einhergehen können, vermieden werden.

[0020] In einigen Ausführungsformen erkennt eine Steuerung der Handwerkzeugmaschine nach Betätigung eines Betätigungsschalters der Handwerkzeugmaschine durch einen Benutzer automatisch, dass ein Lösen eines Befestigungsmittels ausgeführt wird, und führt das Verfahren gemäß der Schritte S1 bis S3 aus. Die automatische Erkennung basiert dabei beispielsweise auf Beobachtungen, zu welchen Zeitpunkten während des Betriebs der Handwerkzeugmaschine ein Drehschlagbetrieb beziehungsweise ein Schraubbetrieb ohne Schlagen erfolgt, was weiter unten im Detail beschrieben wird.

[0021] In einigen Ausführungsformen erkennt die Steuerung das Lösen des Befestigungsmittels zumindest teilweise anhand eines sofortigen Einsetzens eines Drehschlagbetriebs nach Betätigung des Betätigungsschalters.

[0022] In einigen Ausführungsformen erkennt die Steuerung das Lösen des Befestigungsmittels zumindest teilweise anhand eines sofortigen Einsetzens eines Drehschlagbetriebs nach Betätigung des Betätigungsschalters, sofern diesem Drehschlagbetrieb ein Schraubbetrieb ohne Schlagen folgt.

[0023] Vorteilhafterweise kann das Erkennen des Drehschlagbetriebs und/oder des Schraubbetriebs ohne Schlagen zumindest teilweise anhand einer Signalform einer Betriebsgröße eines Elektromotors der Handwerkzeugmaschine erfolgen.

[0024] Das Ausführen des Verfahrens kann also vollkommen automatisch erfolgen, mit hieraus resultierenden Vorteilen hinsichtlich einer möglichst einfachen Handhabung der Handwerkzeugmaschine durch einen Benutzer.

[0025] In einigen Ausführungsformen wird das Verfahren gemäß der Schritte S1 bis S3 dadurch eingeleitet, dass ein Benutzer der Handwerkzeugmaschine einen von dem Betätigungsschalter der Handwerkzeugmaschine separaten Bedienknopf betätigt, und dass ein Loslassen des Betätigungsschalters das Verfahren abbricht und/oder beendet.

[0026] In diesem Fall steht es dem Benutzer offen, selbständig auf eine eventuell vorliegende, unter Umständen auch vom Benutzer erkannte, Verklemmung zu reagieren.

[0027] In einigen Ausführungsformen wird das Verfahren über eine Softwareapplikation (App) gestartet beziehungsweise initialisiert, wobei die App auf einem von der Handwerkzeugmaschine separaten Endgerät ausgeführt wird.

[0028] Dies hat, neben einer bequemen Bedienbarkeit durch den Benutzer, unter anderem Vorteile in Bezug auf eine effiziente Einstellung von Parametern des Schraubvorgangs, und somit in Bezug auf einen effizienten Betrieb der Handwerkzeugmaschine.

[0029] In einigen Ausführungsformen sind Parameter des Schraubvorgangs über die App einstellbar, wobei die Parameter einen oder mehrere der folgenden Parameter umfassen:

- Durchmesser und/oder Art des Befestigungsmittels;
- Material, Festigkeit, und/oder Härte des Substrats;
- vordefinierte Zeitdauer und/oder Anzahl von Schlägen eines Drehschlagbetriebs in den Schritten S1, S2, und/oder S3.

[0030] In einigen Ausführungsformen erfolgt das Drehen der Werkzeugaufnahme in der zweiten, der ersten Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung in Schritt S2 derart, dass eine Verklemmung des Werkzeugs in der Werkzeugaufnahme und/oder des Antriebs des Befestigungsmittels mit dem Werkzeug gelöst wird, ohne dass jedoch ein Festziehen der Verschraubung derart erfolgen würde, dass ein erneutes Lösen der Verschraubung in Schritt S3 zu einer erneuten Verklemmung führen würde.

[0031] Vorteilhafterweise wird in diesem Fall ein relativ hohes Reibmoment zwischen Befestigungsmittel und Substrat aufgebracht, sodass ein Lösen einer unter Umständen vorliegenden Verklemmung mit hoher Wahrscheinlichkeit erreicht werden kann.

[0032] Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein Computerprogramm zur Durchführung des oben geschilderten Verfahrens, wenn das Computerprogramm von einer Steuerung der Handwerkzeugmaschine ausgeführt wird.

[0033] Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet eine Handwerkzeugmaschine, umfassend einen Elektromotor, eine durch den Elektromotor rotatorisch angetriebene Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs, und eine Steuerung zur Steuerung des Elektromotors. Dabei ist die Steuerung zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens eingerichtet.

[0034] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung soll "ermitteln" insbesondere messen oder aufnehmen einschließen, wobei "aufnehmen" im Sinne von messen und speichern aufgefasst werden soll, zudem soll "ermitteln" auch eine mögliche Signalverarbeitung eines gemessenen Signals einschließen.

[0035] Weiter soll "entscheiden" auch als erkennen oder detektieren verstanden werden, wobei eine eindeutige Zuordnung erreicht werden soll. Als "identifizieren" soll ein Erkennen einer teilweisen Übereinstimmung mit einem Muster verstanden werden, die beispielsweise durch ein Anfitten eines Signals an das Muster, eine Fourier-Analyse oder dergleichen ermöglicht werden kann. Die "teilweise Übereinstimmung" soll derart verstanden werden, dass das Anfitten einen Fehler aufweist, der geringer als eine vorgegebene Schwelle ist, insbesondere geringer als 30%, ganz insbesondere geringer als 20%.

[0036] Das Signal der Betriebsgröße soll hier als eine zeitliche Abfolge von Messwerten aufgefasst werden. Alternativ und/oder zusätzlich kann das Signal der Betriebsgröße auch ein Frequenzspektrum sein. Alternativ und/oder zusätzlich kann das Signal der Betriebsgröße auch nachgearbeitet werden, wie beispielsweise geglättet, gefiltert, gefittet und dergleichen.

[0037] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung des Ausführungsbeispiels der Erfindung, welches in der Zeichnung dargestellt ist. Dabei ist zu beachten, dass die in den Figuren beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung nur einen beschreibenden Charakter hat und nicht dazu gedacht ist, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken.

[0038] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer elektrischen Handwerkzeugmaschine;

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Signals einer Betriebsgröße einer Handwerkzeugmaschine; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung zweier verschiedener Aufzeichnungen des Signals der Betriebsgröße.

[0039] Die Figur 1 zeigt eine Handwerkzeugmaschine 100, der ein Gehäuse 105 mit einem Handgriff 115 aufweist. Gemäß der dargestellten Ausführungsform ist die Handwerkzeugmaschine 100 zur netzunabhängigen Stromversorgung mechanisch und elektrisch mit einem Akkupack 190 verbindbar.

[0040] In dem Gehäuse 105 sind ein von dem Akkupack 190 mit Strom versorgter, elektrischer Elektromotor 180 und ein Getriebe 170 angeordnet. Der Elektromotor 180 ist über das Getriebe 170 mit einer Eingangsspindel verbunden. Ferner ist innerhalb des Gehäuses 105 im Bereich des Akkupacks 190 eine Steuerungseinheit 370 angeordnet, welche zur Steuerung und/oder Regelung des Elektromotors 180 und des Getriebes 170 beispielsweise mittels einer eingestellten Motordrehzahl n , einem angewählten Drehimpuls, einem gewünschten Getriebegang x oder dergleichen auf diese einwirkt.

[0041] Der Elektromotor 180 ist beispielsweise über einen Handschalter oder Betätigungsschalter 195 betätigbar, d. h. ein- und ausschaltbar, und kann ein beliebiger Motortyp, beispielsweise ein elektronisch kommutierter Motor oder ein Gleichstrommotor, sein. Grundsätzlich ist der Elektromotor 180 derart elektronisch steuer- bzw. regelbar, dass sowohl ein Reversierbetrieb, als auch Vorgaben hinsichtlich der gewünschten Motordrehzahl n und des gewünschten Drehimpulses realisierbar sind. Die Funktionsweise und der Aufbau eines geeigneten Elektromotors sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt, sodass hier zwecks Knappheit der Beschreibung auf eine eingehende Beschreibung verzichtet wird.

[0042] Über eine Eingangsspindel und eine Ausgangsspindel ist eine Werkzeugaufnahme 140 drehbar im Gehäuse 105 gelagert. Die Werkzeugaufnahme 140 dient zur Aufnahme eines Werkzeugs und kann unmittelbar an die Ausgangsspindel angeformt sein oder aufsatzförmig mit dieser verbunden sein.

[0043] Die Steuerungseinheit 370 steht mit einer Stromquelle in Verbindung und ist derart ausgebildet, dass sie den Elektromotor 180 mittels verschiedener Stromsignale elektronisch steuer- bzw. regelbar ansteuern kann. Die verschiedenen Stromsignale sorgen für unterschiedliche Drehimpulse des Elektromotors 180, wobei die Stromsignale über eine Steuerleitung an den Elektromotor 180 geleitet werden. Die Stromquelle kann beispielsweise als Batterie oder, wie in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Akkupack 190 oder als Netzanschluss ausgebildet sein.

[0044] Ferner können nicht im Detail dargestellte Bedienelemente vorgesehen sein, um verschiedene Betriebsmodi und/oder die Drehrichtung des Elektromotors 180 einzustellen.

[0045] Es wird im folgenden eine Lösung für das eingangs beschriebene Problem beschrieben, dass beim Lösen von Befestigungselementen mit austauschbaren Nüssen für Sechskantköpfe oder mit Werkzeugbits ein Verklemmen der Nuss oder des Bits auf oder im Antrieb des Befestigungselementes beziehungsweise ein Verklemmen der Nuss oder des Bits auf der Schnittstelle der Handwerkzeugmaschine 100 zur Aufnahme des Zubehörs auftreten kann. Bedingt durch die hohen Momente, die zum Lösen einer Verschraubung benötigt werden, und die impulsartige Belastung durch den Schlagbetrieb in dem Fall, dass die Handwerkzeugmaschine 100 ein Drehschlagschrauber ist, kommt dieses Problem recht häufig vor.

[0046] Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. In Schritt 202 betätigt ein Benutzer der Handwerkzeugmaschine 100 den Betätigungsschalter 195, um ein Befestigungsmittel aus einem verschraubten Zustand zu lösen. Dabei dreht die Werkzeugaufnahme und somit das Befestigungsmittel in einer ersten Drehrichtung. Bei üblichen Befestigungsmitteln mit Rechtsgewinde ist die erste Drehrichtung eine Drehung entgegen dem Uhrzeigersinn, wobei als Bezugspunkt die Perspektive des Benutzers angenommen wird, der auf das lösende Befestigungsmittel blickt. Bei Befestigungsmitteln mit Linksgewinde ist die erste Drehrichtung eine Drehung mit dem Uhrzeigersinn.

[0047] Das teilweise Lösen des Befestigungsmittels durch Drehen der Werkzeugaufnahme und somit des Befestigungsmittels in der ersten Drehrichtung wird im Zusammenhang mit der vorliegenden Offenbarung als Schritt S1 bezeichnet.

[0048] Das teilweise Lösen des Befestigungsmittels in Schritt S1 erfolgt in Ausführungsformen der Erfindung zumindest teilweise unter Ausführung eines Drehschlagbetriebs, der von der Höhe des anliegenden Drehmomentes abhängig ist. In Ausführungsformen der Erfindung impliziert die Steuerung bei 205 automatisch, dass ein Lösen des Befestigungsmittels vorgenommen wird, beispielsweise zumindest teilweise anhand eines Erkennens eines sofortigen Einsetzens eines Drehschlagbetriebs nach Betätigung des Betätigungsschalters 195 bei 204.

[0049] Der technische Hintergrund ist der, dass ein unmittelbares Einsetzen des Drehschlagbetriebs bei einer Verschraubung (also bei einem Festziehen) eines Befestigungsmittels eher unüblich ist, da sich in diesem Fall der Schraubwiderstand erst langsam mit fortschreitendem Festziehen des Befestigungsmittels aufbaut. Wenn hingegen das Befestigungsmittel mit einem bestimmten Drehmoment verschraubt wurde und nun gelöst werden soll, ist das zum Drehen des Befestigungselements erforderliche Drehmoment beim Starten des Schraubvorgangs bereits so groß, dass geräteintern sofort der Drehschlagbetrieb auslöst wird. In diesem Fall impliziert die Steuerung bei 205, dass ein Lösen eines Befestigungsmittels vorgenommen werden soll. Das erfindungsgemäße Verfahren kann daraufhin automatisch gestartet werden.

[0050] Alternativ hierzu kann in Ausführungsformen vorgesehen sein, dass die Steuerung anhand anderer Parameter erkennt, dass ein Lösen eines Befestigungsmittels vorgenommen wird, beispielsweise anhand der Drehrichtung der Werkzeugaufnahme. In diesem Zusammenhang muss allerdings beachtet werden, dass sowohl Befestigungsmittel mit Links- als auch solche mit Rechtsgewinde gebräuchlich sind, und dass zum Feststellen der Drehrichtung der Werkzeugaufnahme gegebenenfalls weitere Sensorik benötigt wird.

[0051] Es ist in Bezug auf die in Figur 2 gezeigte Ausführungsform darauf hinzuweisen, dass die Steuerung bei 205 zunächst lediglich annimmt oder impliziert, dass ein Lösen einer Verschraubung vorgenommen wird, wenn bei 204 ein sofortiges Einsetzen eines Drehschlagbetriebs nach Betätigung des Betätigungsschalters 195 erkannt wird. Es ist nämlich möglich, dass ein Benutzer keinen Lösevorgang vornimmt, sondern ein bereits zu einem gewissen Grad verschraubtes Befestigungsmittel weiter festziehen oder prüfen will. In diesem Fall wäre das anliegende Drehmoment ebenfalls so groß, dass es ein sofortiges Einsetzen des Drehschlagbetriebs auslösen würde.

[0052] Es wird an späterer Stelle noch detaillierter darauf eingegangen, auf welche Weise die Steuerung das Einsetzen des Drehschlagbetriebs erkennt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Erkennen des Drehschlagbetriebs und/oder des Schraubbetriebs ohne Schlagen zumindest teilweise anhand einer Signalf orm einer Betriebsgröße des Elektromotors 180 der Handwerkzeugmaschine 100 erfolgt.

[0053] Hierbei kann ein Vergleich eines Verlaufs der Signalf orm der Betriebsgröße des Elektromotors 180 mit einer Modellsignalf orm vorgenommen werden.

[0054] In einigen Ausführungsformen betätigt ein Benutzer der Handwerkzeugmaschine 100 einen von dem Betätigungsschalter 195 des Drehschlagschraubers 100 separaten Bedienknopf, um das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen, wobei ein Loslassen des Betätigungsschalters 195 das Verfahren abbricht und/oder beendet.

[0055] Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass das Verfahren über eine Softwareapplikation (App) gestartet beziehungsweise initialisiert wird, wobei die App auf einem von dem Drehschlagschrauber 100 separaten Endgerät ausgeführt wird, beispielsweise auf einem Smartphone oder einem Tablet. Dies kann insbesondere in Ausführungsformen vorteilhaft sein, bei denen auch eine Parametrisierung des Schraubvorganges vorgenommen werden kann, beispielsweise hinsichtlich eines oder mehrerer der Parameter Durchmesser und/oder Art des Befestigungsmittels, Material, Festigkeit, und/oder Härte des Substrats; und vordefinierte Zeitdauer und/oder Anzahl von Schlägen eines Drehschlagbetriebs.

[0056] Mit fortlaufendem Lösen der Verschraubung nimmt das zum Drehen des Befestigungsmittels erforderliche Drehmoment ab. Infolgedessen wird der Drehschlagbetrieb in Schritt S1 bei Unterschreiten eines vordefinierten Widerstands des Befestigungsmittels gegen weiteres Lösen durch einen Schraubbetrieb ohne Schlagen abgelöst. Der Schraubbetrieb ohne Schlagen wird durch die Steuerung in dem in Figur 2 als Schritt 206 gekennzeichneten Verfahrensschritt erkannt. Die Aufeinanderfolge des sofortigen Einsetzens des Drehschlagbetriebs bei 204 und des Schraubbetriebs ohne Schlagen bei 206 wird durch die Steuerung bei 207 als Bestätigung für die bei 205 vorgenommene Implikation interpretiert, dass ein Lösen einer Verschraubung vorgenommen wird, da es bei einem Nachziehen eines bereits angezogenen Befestigungsmittels oder bei einem Prüfen eines festgezogenen Befestigungsmittels, bei dem bei 204 gegebenenfalls auch das sofortige Einsetzen des Drehschlagbetriebs erkannt würde, jedenfalls unüblich wäre, wenn das Drehmoment wieder abnehmen und ein Schraubbetrieb ohne Schlagen einsetzen würde. Durch die beschriebene Logik in Zusammenhang mit den Schritten 205 und 207 kann die Steuerung 370 des Drehschlagschraubers 100 also automatisch erkennen, dass ein Lösen eines Befestigungsmittels vorgenommen wird.

[0057] Nach Bestätigen des Arbeitsfalles "Lösen" bei 207 wird bei 208 umgehend der Elektromotor 180 gestoppt. Es könnte an diesem Punkt eine Verklemmung des Werkzeugs in der Werkzeugaufnahme und/oder des Antriebs des Befestigungsmittels mit dem Werkzeug vorliegen, die beispielsweise in Schritt S1 aufgetreten sein könnte. Dies ist insbesondere dann wahrscheinlich, wenn in Schritt S1 wie in der vorliegend beschriebenen Ausführungsform der Figur 2 der Fall ein Drehschlagbetrieb durchgeführt wird, der mit hohen impulsartigen Belastungen der Schnittstellen zwischen Werkzeug, Werkzeugaufnahme, und Antrieb des Befestigungsmittels einhergeht. Die Verklemmung kann in Schritt S1 unter Umständen vom Benutzer völlig unbemerkt erfolgt sein.

[0058] Zum Lösen der potentiell vorliegenden Verklemmung wird nun bei 210 die Werkzeugaufnahme in einer zweiten, der ersten Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung gedreht, was im Zusammenhang mit der vorliegenden Offenbarung als Schritt S2 bezeichnet wird. Durch das Drehen in der der ersten Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung wird das Befestigungselement wieder etwas festgezogen, wodurch ein Reibmoment zwischen Befestigungselement und Schraubunterlage aufgebaut wird. Dieses Reibmoment wird in den Schnittstellen zwischen Antrieb des Befestigungsmittels, Werkzeug, und Werkzeugaufnahme übertragen und wirkt entgegengesetzt zu dem Moment, welches die Verklemmung bewirkt beziehungsweise begünstigt hat. Hierdurch kann die Verklemmung in Schritt S2 gelöst werden.

[0059] Das Drehen in der zweiten Drehrichtung erfolgt unter Verwendung vordefinierter Parameter beispielsweise hinsichtlich Drehgeschwindigkeit oder Drehmoment, die sich in Ausführungsformen der Erfindung von den Parametern unterscheiden können, die der Benutzer zu Beginn des Lösens des Befestigungsmittels in Schritt S1 ausgewählt hat.

[0060] In der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform wird in Schritt S2 bei Überschreiten eines bestimmten Drehmomentes während des Drehens der Werkzeugaufnahme in der zweiten Drehrichtung ein Drehschlagbetrieb ausgeführt,

was bei 212 erkannt wird und bedeutet, dass das Befestigungsmittel nun mit einem relativ hohen Drehmoment wieder angezogen wird.

[0061] Da lediglich ein Lösen der unter Umständen vorliegenden Verklemmung beabsichtigt ist, was mit hoher Wahrscheinlichkeit spätestens mit Einsetzen des Drehschlagbetriebs bei Drehen in der zweiten Drehrichtung erreicht ist, und nicht ein erneutes Festziehen des Verbindungsmittels, stoppt die Steuerung den Elektromotor infolge des Erkennens des Drehschlagbetriebs bei 214 und dreht bei 216 die Werkzeugaufnahme und somit das Befestigungsmittel erneut in der ersten Drehrichtung, was im Zusammenhang mit der vorliegenden Offenbarung als Schritt S3 bezeichnet wird.

[0062] Alternativ dazu kann Schritt S3 nach einer vordefinierten Zeitdauer nach dem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs ausgeführt werden, oder nach einer vordefinierten Anzahl an Schlägen des Drehschlagbetriebs. Hierdurch wird erreicht, dass das der Verklemmung entgegenwirkende Drehmoment an den betroffenen Schnittstellen noch etwas erhöht wird. Weitere alternative Ausführungsformen beinhalten, dass Schritt S3 nach Feststellen einer bestimmten Anzahl an Hal-Übergängen nach dem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs, nach Durchführen einer vordefinierten Anzahl an Umdrehungen der Werkzeugaufnahme nach dem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs, und/oder nach einer vordefinierten Zeitdauer nach dem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs ausgeführt wird.

[0063] Für das erneute Drehen in der ersten Drehrichtung werden bei der Ausführungsform der Figur 2 bei 215 wieder die Schraubparameter initialisiert, die ursprünglich für das Lösen des Befestigungsmittels ausgewählt waren.

[0064] In Ausführungsformen der Erfindung wird beim Übergang von der ersten zur zweiten Drehrichtung beziehungsweise von der zweiten zur ersten Drehrichtung zwischen den Schritten S1 und S2 beziehungsweise S2 und S3 jeweils eine Hochlauftrampe durchfahren, um Belastungen des Befestigungsmittels, des Drehschlagschraubers, und des Benutzers gering zu halten und ein Abrutschen des Werkzeugs vom Befestigungsmittel zu vermeiden. Ebenso kann vorgesehen sein, dass das bei 208 und 214 beschriebene Stoppen des Elektromotors 180 mehr oder weniger ausgeprägt ist bis hin zu dem Fall, dass quasi fließende Übergänge zwischen den Drehrichtungen umgesetzt sind und ein Stoppen somit nicht vorliegt.

[0065] Es ist in Ausführungsformen der Erfindung vorgesehen, dass Schritt S3 beendet wird, wenn eine vordefinierte Zeitspanne seit Beginn des Schrittes S3 und/oder seit Beginn des Schrittes S1 abgelaufen ist, oder wenn ein Benutzer einen Betätigungsschalter des Drehschlagschraubers loslässt.

[0066] In der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform erfolgt das erneute Drehen in der ersten Drehrichtung bei 216 noch kurzzeitig unter Ausführung eines Drehschlagbetriebs als Konsequenz des teilweisen Anziehens des Befestigungsmittels bei 212 in der zweiten Drehrichtung. Der Drehschlagbetrieb in der ersten Drehrichtung wird bei 218 von der Steuerung erkannt, was bei 219 einen für diesen Fall eingestellten Schraubmodus auslöst. Es kann sich bei diesem Schraubmodus beispielsweise um ein Herausdrehen des Befestigungsmittels mit erhöhter Geschwindigkeit handeln, oder aber um ein langsames Absenken der Drehgeschwindigkeit.

[0067] Bei 300 stoppt die Steuerung den Elektromotor 180.

[0068] Alternativ kann das Verfahren dadurch beendet werden, dass der Benutzer bei 220 den Betätigungsschalter 195 loslässt, was wiederum das Stoppen des Elektromotors 180 bei 300 zur Folge hat.

[0069] Wie bereits weiter oben beschrieben, erfolgt das Drehen der Werkzeugaufnahme in der zweiten, der ersten Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung in Schritt S2 derart, dass eine Verklemmung des Werkzeugs in der Werkzeugaufnahme und/oder des Antriebs des Befestigungsmittels mit dem Werkzeug gelöst wird, ohne dass jedoch ein Festziehen der Verschraubung derart erfolgen würde, dass ein erneutes Lösen der Verschraubung in Schritt S3 zu einer erneuten Verklemmung führen würde.

[0070] Es wird nun im folgenden ein Verfahren beschrieben, mittels dessen die Steuerung feststellen kann, ob ein Drehschlagbetrieb oder ein Schraubbetrieb ohne Schlagen vorliegt. Alternative Möglichkeiten einer solchen Erkennung sind ebenfalls in dem erfindungsgemäßen Verfahren anwendbar.

[0071] In Figur 3 ist ein Signal 400 einer Betriebsgröße des Elektromotors 180 der Handwerkzeugmaschine 100, wie es so oder in ähnlicher Form bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der Handwerkzeugmaschine 100 auftritt, dargestellt.

[0072] Auf der Ordinate x ist im vorliegenden Beispiel der Figur 3 die Zeit aufgetragen, in alternativen Ausführungsformen wird jedoch auch eine alternative Größe wie beispielsweise der Motordrehwinkel als Bezugsgröße gewählt. Auf der Abszisse f(x) ist in der Figur die zu jedem Zeitpunkt anliegende Motordrehzahl n aufgetragen. Anstelle der Motordrehzahl kann auch eine andere, mit der Motordrehzahl korrelierende Betriebsgröße gewählt werden. In alternativen Ausführungsformen der Erfindung repräsentiert f(x) beispielsweise ein Signal des Motorstroms.

[0073] Motordrehzahl und Motorstrom sind Betriebsgrößen, die bei Handwerkzeugmaschinen 100 üblicherweise und ohne Zusatzaufwand von der Steuerungseinheit 370 erfasst werden. Das Aufnehmen des Signals einer Betriebsgröße des Elektromotors 180 wird im weiteren als Schritt A2 bezeichnet. In bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung kann ein Benutzer der Handwerkzeugmaschine 100 auswählen, basierend auf welcher Betriebsgröße das erfinderische Verfahren ausgeführt werden soll.

[0074] Man erkennt in Figur 3, dass das Signal einen ersten Bereich 310 umfasst, der durch ein monotonen Anwachsen

der Motordrehzahl gekennzeichnet ist, sowie durch einen Bereich vergleichsweise konstanter Motordrehzahl, den man auch als Plateau bezeichnen kann. Der Schnittpunkt zwischen Ordinate x und Abszisse $f(x)$ in Figur 3 entspricht beim Schraubvorgang dem Start der Handwerkzeugmaschine 100.

[0075] In dem ersten Bereich 310 arbeitet die Handwerkzeugmaschine 100 im Betriebszustand des Schraubens ohne Schlag.

[0076] In einem zweiten Bereich 320 arbeitet die Handwerkzeugmaschine 100 in einem Drehschlagbetrieb. Der Drehschlagbetrieb ist durch einen oszillierenden Verlauf des Betriebssignals gekennzeichnet, wobei die Form der Oszillation beispielsweise trigonometrisch, etwa sinusförmig, oder anderweitig oszillierend sein kann. Im vorliegenden Fall hat die Oszillation einen Verlauf, den man als modifizierte trigonometrische Funktion bezeichnen kann, wobei die obere Halbwelle der Schwingung eine spitzhut- oder zahnartige Form hat. Diese charakteristische Form des Betriebssignals im Drehschlagbetrieb entsteht durch das Aufziehen und Freilaufen des Schlagwerksschlägers und der zwischen Schlagwerk und Elektromotor 180 befindlichen Systemkette u.a. des Getriebes 170.

[0077] Die qualitative Signalform des Schlagbetriebs ist aufgrund der inhärenten Eigenschaften der Handwerkzeugmaschine also prinzipiell bekannt. In Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ausgehend von dieser Erkenntnis in einem Schritt A1 zumindest eine zustandstypische Modellsignalform festgelegt, wobei die zustandstypische Modellsignalform einem ersten Betriebszustand, im Beispiel der Figur 3 also dem Drehschlagbetrieb im zweiten Bereich 320, zugeordnet ist. Mit anderen Worten enthält die zustandstypische Modellsignalform für den ersten Betriebszustand typische Merkmale wie Vorhandensein eines Schwingungsverlaufs, Schwingungsfrequenzen beziehungsweise -amplituden, oder einzelne Signalsequenzen in kontinuierlicher, quasi-kontinuierlicher oder diskreter Form.

[0078] In anderen Anwendungen kann der erste, zu detektierende Betriebszustand durch andere Signalformen als durch Schwingungen gekennzeichnet sein, etwa durch Unstetigkeiten oder Wachstumsraten in der Funktion $f(x)$. In solchen Fällen ist die zustandstypische Modellsignalform durch eben diese Parameter gekennzeichnet anstelle durch Schwingungen.

[0079] In Ausführungsformen der Erfindung ist der zu detektierende Betriebszustand der Drehschlagbetrieb. Es kann verfahrensgemäß vorgesehen sein, dass bei einer ausbleibenden Detektierung des zu detektierenden Betriebszustands darauf geschlossen wird, dass ein spezifischer anderer Betriebszustand vorliegt, beispielsweise das Schrauben ohne Schlag. Ebenso können zwei oder mehrere erste Betriebszustände definiert werden, deren Auftreten überwacht wird, beispielsweise der Drehschlagbetrieb und der Schraubbetrieb ohne Schlag.

[0080] In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfinderischen Verfahrens kann in Schritt A1 die zustandstypische Modellsignalform vom Benutzer festgelegt werden, beispielsweise durch eine Auswahl aus verschiedenen voreingestellten Signalformen oder Signalcharakteristika. In anderen Ausführungsformen ist die zustandstypische Modellsignalform vom Hersteller der Handwerkzeugmaschine 100 vor der Auslieferung derselben fest gespeichert und dadurch festgelegt.

[0081] In einem Schritt A3 des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Signal der Betriebsgröße des Elektromotors 180 mit der zustandstypischen Modellsignalform verglichen. Das Merkmal "vergleichen" soll im Kontext mit der vorliegenden Erfindung breit und im Sinne einer Signalanalyse ausgelegt werden, sodass ein Ergebnis des Vergleichs insbesondere auch eine teilweise oder graduelle Übereinstimmung des Signals der Betriebsgröße 400 des Elektromotors 180 mit der zustandstypischen Modellsignalform sein kann, wobei der Grad der Übereinstimmung der beiden Signale durch verschiedene Verfahren ermittelt werden kann, die an späterer Stelle noch genannt werden.

[0082] In einem Schritt A4 des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Entscheidung, ob der erste Betriebszustand vorliegt, zumindest teilweise anhand des Ergebnisses des Vergleichs getroffen. Hierbei ist der Grad der Übereinstimmung ist ein werks- oder benutzerseitig einstellbarer Parameter zur Einstellung einer Sensitivität der Erkennung des ersten Betriebszustandes.

[0083] In praktischen Anwendungen kann vorgesehen sein, dass die Schritte A2, A3 und A4 sich wiederholend während des Betriebs der Handwerkzeugmaschine 100 ausgeführt werden, um den Betrieb auf das Vorhandensein des ersten Betriebszustands zu überwachen. Zu diesem Zweck kann in Schritt A2 eine Sequenzierung des aufgenommenen Signals der Betriebsgröße 400 erfolgen, sodass die Schritte A3 und A4 an Signalsequenzen, vorzugsweise stets gleicher, festgelegter Länge, durchgeführt werden.

[0084] Zu diesem Zweck kann das Signal der Betriebsgröße als Folge von Messwerten in einem Speicher, vorzugsweise einem Ringspeicher, des Drehschlagschraubers 100 gespeichert werden.

[0085] Wie im Zusammenhang mit Figur 3 bereits erwähnt, wird in bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung in Schritt A2 das Signal der Betriebsgröße als Zeitverlauf von Messwerten der Betriebsgröße aufgenommen, oder als Messwerte der Betriebsgröße über einen Drehwinkel des Elektromotors 180. Dabei können die Messwerte diskret, quasi kontinuierlich oder kontinuierlich sein.

[0086] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform sieht dabei vor, dass das Signal der Betriebsgröße in Schritt A2 als Zeitverlauf von Messwerten der Betriebsgröße aufgenommen wird und in einem Schritt A2a eine Transformation des Zeitverlaufs der Messwerte der Betriebsgröße in einen Verlauf der Messwerte der Betriebsgröße über einen Drehwinkel des Elektromotors erfolgt.

[0087] Die Vorteile dieser Ausführungsform werden im folgenden anhand Figur 4 beschrieben. Ähnlich zu Figur 3

zeigt Figur 4a Signale $f(x)$ einer Betriebsgröße über eine Ordinate x , in diesem Fall über die Zeit t . Wie in Figur 3 kann die Betriebsgröße eine Motordrehzahl oder ein mit der Motordrehzahl korrelierender Parameter sein.

[0088] Die Abbildung enthält zwei Signalverläufe der Betriebsgröße im ersten Betriebsmodus, im Falle eines Drehschlagschraubers also im Drehschlagbetrieb. In beiden Fällen umfasst das Signal eine Wellenlänge eines idealisiert als sinusförmig angenommenen Schwingungsverlaufs, wobei das Signal mit kürzerer Wellenlänge, T1 Verlauf mit höherer Schlagfrequenz, und das Signal mit längerer Wellenlänge T2 einen Verlauf mit niedrigerer Schlagfrequenz aufweist.

[0089] Beide Signale können mit derselben Handwerkzeugmaschine 100 bei verschiedenen Motorgeschwindigkeiten erzeugt werden und sind unter anderem abhängig davon, welche Umdrehungsgeschwindigkeit der Benutzer über den Bedienschalter von der Handwerkzeugmaschine 100 anfordert.

[0090] Soll nun beispielsweise der Parameter "Wellenlänge" zur Definition des zustandstypischen Modellsignals herangezogen werden, müssten also im vorliegenden Fall zumindest zwei verschiedene Wellenlängen T1 und T2 als mögliche Teile des zustandstypischen Modellsignals hinterlegt sein, damit der Vergleich des Signals der Betriebsgröße 400 mit der zustandstypischen Modellsignalf orm in beiden Fällen zum Ergebnis "Übereinstimmung" führt. Da sich die Motordrehzahl über der Zeit allgemein und in großem Umfang ändern kann, führt dies dazu, dass auch die gesuchte Wellenlänge variiert und dadurch die Methoden zur Erkennung dieser Schlagfrequenz dementsprechend adaptiv eingestellt werden müssten.

[0091] Bei einer Vielzahl von möglichen Wellenlängen würde der Aufwand des Verfahrens und der Programmierung entsprechend schnell ansteigen.

[0092] In der bevorzugten Ausführungsform werden daher die Zeitwerte der Ordinate in Drehwinkelwerte des Elektromotors 180 transformiert. Dies ist möglich, weil sich durch das starre Übersetzungsverhältnis von Elektromotor zum Schlagwerk eine direkte, bekannte Abhängigkeit von Motordrehzahl zur Schlagfrequenz ergibt. Durch diese Normierung wird ein von der Motordrehzahl unabhängiges Schwingungssignal gleichbleibender Periodizität erreicht, was in Figur 4b durch die beiden aus der Transformation der zu T1 und T2 gehörigen Signale dargestellt ist, wobei beide Signale nun die gleiche Wellenlänge $P1=P2$ aufweisen.

[0093] Entsprechend kann in dieser Ausführungsform der Erfindung das zustandstypische Modellsignal gültig für alle Drehzahlen durch einen einzigen Parameter der Wellenlänge über den Motordrehwinkel festgelegt werden.

[0094] In einer bevorzugten Ausführungsformen erfolgt der Vergleich des Signals der Betriebsgröße 400 mit dem zustandstypischen Modellsignal 440 mittels eines der Vergleichsverfahren umfassend die Bandpassfilterung, die Frequenzanalyse, die Parameterschätzung, und/oder die Kreuzkorrelation, was im folgenden detaillierter beschrieben wird.

[0095] In Ausführungsformen mit Bandpassfilterung wird das gegebenenfalls wie beschrieben auf Drehwinkelabhängigkeit transformierte Eingangssignal über einen Bandpass gefiltert, dessen Durchlassbereich mit einer im Zusammenhang mit dem zustandstypischen Modellsignal 440 festgelegten Frequenz übereinstimmt. In dem Fall, dass Amplituden dieser Frequenz einen vorher festgelegten Grenzwert überschreiten, wie dies im ersten Betriebszustand der Fall ist, führt der Vergleich in Schritt A3 dann zu dem Ergebnis, dass das Signal der Betriebsgröße der zustandstypischen Modellsignalf orm gleicht, und dass somit der erste Betriebszustand ausgeführt wird. Die Festlegung eines Amplitudengrenzwertes kann in dieser Ausführungsform als Schritt A3a einer Gütebestimmung der Übereinstimmung der zustandstypischen Modellsignalf orm mit dem Signal der Betriebsgröße aufgefasst werden, auf Grundlage derer in Schritt A4 entschieden wird, ob der erste Betriebszustand vorliegt oder nicht.

[0096] In Ausführungsformen, welche als Vergleichsverfahren die Frequenzanalyse verwenden, wird das Signal der Betriebsgröße auf Grundlage der Frequenzanalyse, beispielsweise der schnellen Fouriertransformation (Fast Fourier Transformation, FFT), von einem Zeitbereich in den Frequenzbereich mit entsprechender Wichtung der Frequenzen transformiert, wobei an dieser Stelle der Begriff "Zeitbereich" gemäß der obigen Ausführungen sowohl als "Verlauf der Betriebsgröße über die Zeit" als auch als "Verlauf der Betriebsgröße über den Motordrehwinkel" zu verstehen ist.

[0097] Andere als das vorstehend anhand der Figuren 3 und 4 beschriebene Verfahren zur automatischen Erkennung eines Drehschlagbetriebs können im Rahmen der Erfindung angewandt werden, um in den Schritten S1, S2, und/oder S3 automatisch zu erkennen, ob ein Drehschlagbetrieb oder ein Schraubbetrieb ohne Schlagen vorliegt. Beispielsweise können für diesen Zweck Sensoren, etwa Beschleunigungssensoren, vorgesehen sein.

[0098] Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene und dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Sie umfasst vielmehr auch alle fachmännischen Weiterbildungen im Rahmen der durch die Patentansprüche definierten Erfindung.

[0099] Neben den beschriebenen und abgebildeten Ausführungsformen sind weitere Ausführungsformen vorstellbar, welche weitere Abwandlungen sowie Kombinationen von Merkmalen umfassen können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Handwerkzeugmaschine, vorzugsweise eines Drehschlagschraubers, die Handwerkzeugmaschine umfassend eine Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs wie beispielsweise eines Werkzeugbits oder einer Nuss, wobei das Werkzeug dazu eingerichtet ist, über einen korrespondierenden Antrieb eines

Befestigungsmittels das Befestigungsmittel rotatorisch anzutreiben; das Verfahren umfassend die Schritte:

- 5 S1 Teilweises Lösen des Befestigungsmittels aus einem verschraubten Zustand, durch Drehen der Werkzeugaufnahme und somit des Befestigungsmittels in einer ersten Drehrichtung;
 - S2 Drehen der Werkzeugaufnahme in einer zweiten, der ersten Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung;
 - S3 Erneutes Drehen der Werkzeugaufnahme und somit des Befestigungsmittels in der ersten Drehrichtung.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das teilweise Lösen in Schritt S1 zumindest teilweise unter Ausführung eines Drehschlagbetriebs erfolgt.
 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehschlagbetrieb in Schritt S1 bei Unterschreiten eines vordefinierten Widerstands des Befestigungsmittels gegen weiteres Lösen durch einen Schraubbetrieb ohne Schlagen abgelöst wird, und dass Schritt S2 ausgeführt wird, sobald der Schraubbetrieb ohne Schlagen erkannt wird.
 - 15 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt S2 bei Überschreiten eines bestimmten Drehmomentes ein Drehschlagbetrieb ausgeführt wird, und dass Schritt S3 ausgeführt wird, sobald der Drehschlagbetrieb erkannt wird.
 - 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt S2 bei Überschreiten eines bestimmten Drehmomentes ein Drehschlagbetrieb ausgeführt wird, und dass Schritt S3 nach einer vordefinierten Zeitdauer nach einem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs, nach einer vordefinierten Anzahl an Schlägen des Drehschlagbetriebs, nach Feststellen einer bestimmten Anzahl an Hal-Übergängen nach einem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs, nach Durchführen einer vordefinierten Anzahl an Umdrehungen der Werkzeugaufnahme nach einem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs, und/oder nach einer vordefinierten Zeitdauer nach einem automatischen Erkennen des Drehschlagbetriebs ausgeführt wird.
 - 25 6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt S3 beendet wird, wenn eine vordefinierte Zeitspanne seit Beginn des Schrittes S3 und/oder seit Beginn des Schrittes S1 abgelaufen ist, oder wenn ein Benutzer einen Betätigungsschalter des Drehschlagschraubers loslässt.
 - 30 7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drehen in der zweiten beziehungsweise in der ersten Drehrichtung in den Schritten S2 und/oder S3 unter Durchfahren einer Hochlauframpe ausgeführt wird.
 - 35 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerung der Handwerkzeugmaschine nach Betätigung eines Betätigungsschalters des Drehschlagschraubers durch einen Benutzer automatisch erkennt, dass ein Lösen eines Befestigungsmittels ausgeführt wird, und das Verfahren gemäß der Schritte S1 bis S3 ausführt.
 - 40 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung das Lösen des Befestigungsmittels zumindest teilweise anhand eines sofortigen Einsetzens eines Drehschlagbetriebs nach Betätigung des Betätigungsschalters erkennt.
 - 45 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erkennen des Drehschlagbetriebs und/oder des Schraubbetriebs ohne Schlagen zumindest teilweise anhand einer Signalform einer Betriebsgröße eines Elektromotors der Handwerkzeugmaschine erfolgt.
 - 50 11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren gemäß der Schritte S1 bis S3 dadurch eingeleitet wird, dass ein Benutzer der Handwerkzeugmaschine einen von dem Betätigungsschalter des Drehschlagschraubers separaten Bedienknopf betätigt, und dass ein Loslassen des Betätigungsschalters das Verfahren abbricht und/oder beendet.
 - 55 12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren über eine Softwareapplikation (App) gestartet beziehungsweise initialisiert wird, wobei die App auf einem von der Handwerkzeugmaschine separaten Endgerät ausgeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** Parameter des Schraubvorgangs über die App einstellbar sind, wobei die Parameter einen oder mehrere der folgenden Parameter umfassen:

- Durchmesser und/oder Art des Befestigungsmittels;
- Material, Festigkeit, und/oder Härte des Substrats;
- vordefinierte Zeitdauer und/oder Anzahl von Schlägen eines Drehschlagbetriebs in den Schritten S1, S2, und/oder S3.

14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drehen der Werkzeugaufnahme in der zweiten, der ersten Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung in Schritt S2 derart erfolgt, dass eine Verklemmung des Werkzeugs in der Werkzeugaufnahme und/oder des Antriebs des Befestigungsmittels mit dem Werkzeug gelöst wird, ohne dass jedoch ein Festziehen der Verschraubung derart erfolgen würde, dass ein erneutes Lösen der Verschraubung in Schritt S3 zu einer erneuten Verklemmung führen würde.

15. Computerprogramm zur Durchführung eines Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wenn das Computerprogramm von einer Steuerung einer Handwerkzeugmaschine ausgeführt wird.

16. Handwerkzeugmaschine, insbesondere Drehschlagschrauber, umfassend einen Elektromotor, eine durch den Elektromotor rotatorisch angetriebene Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs, und eine Steuerung zur Steuerung des Elektromotors, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 eingerichtet ist.

Fig. 1

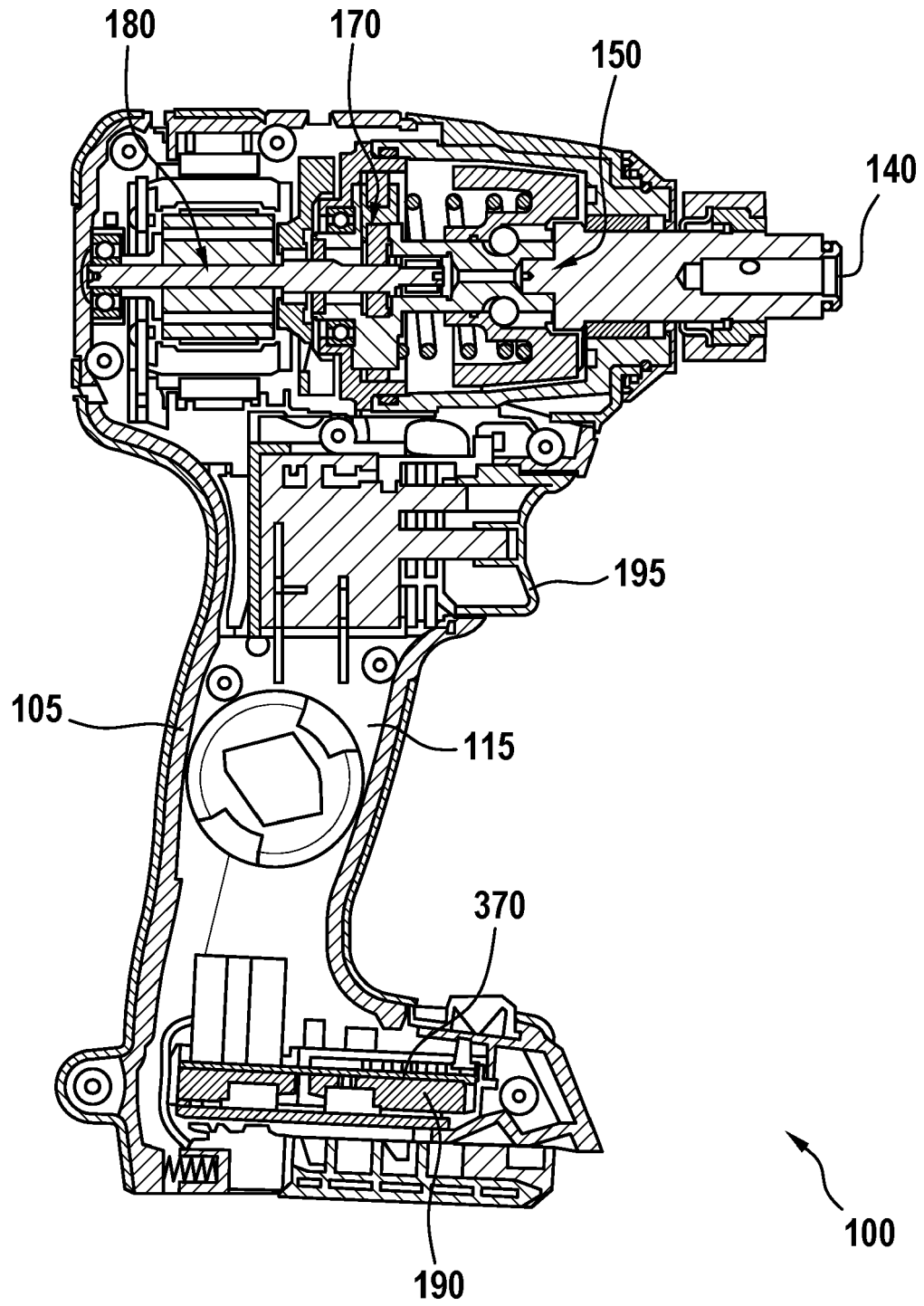


Fig. 2

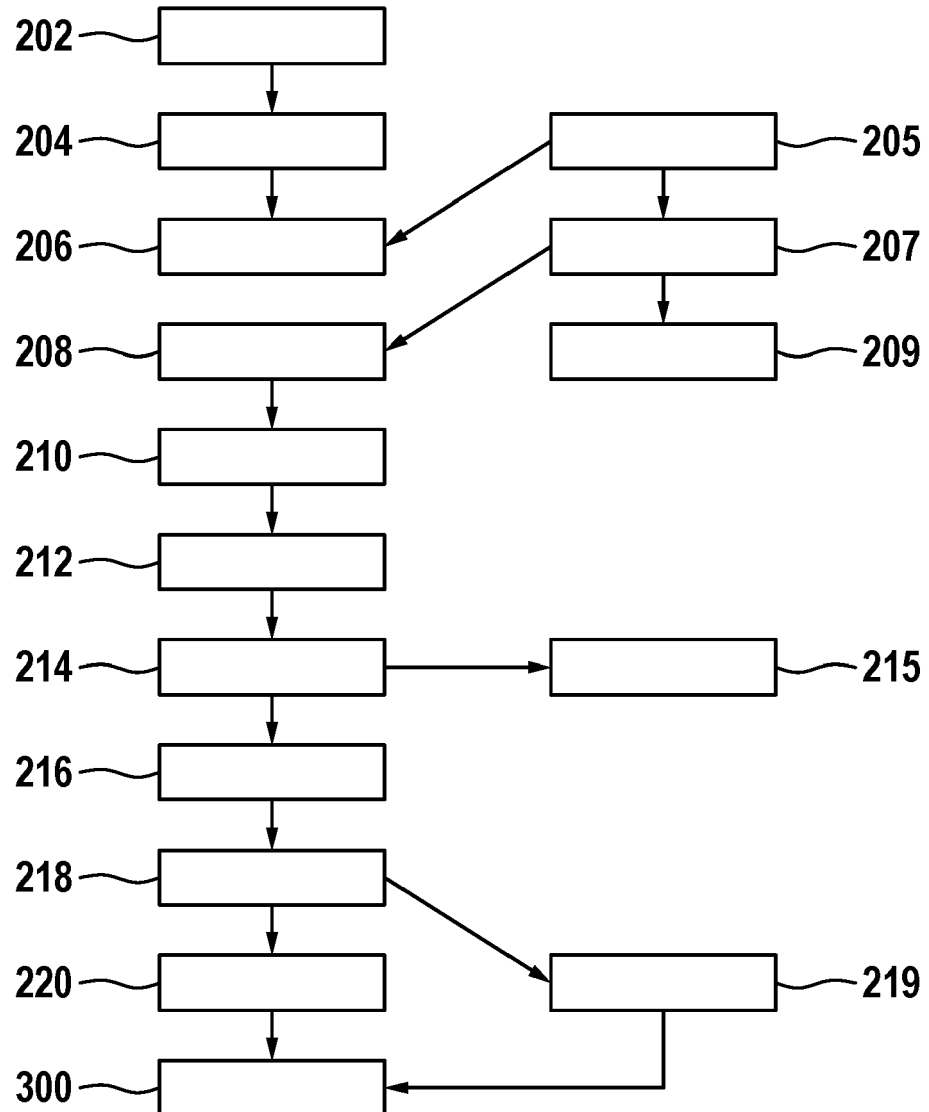


Fig. 3

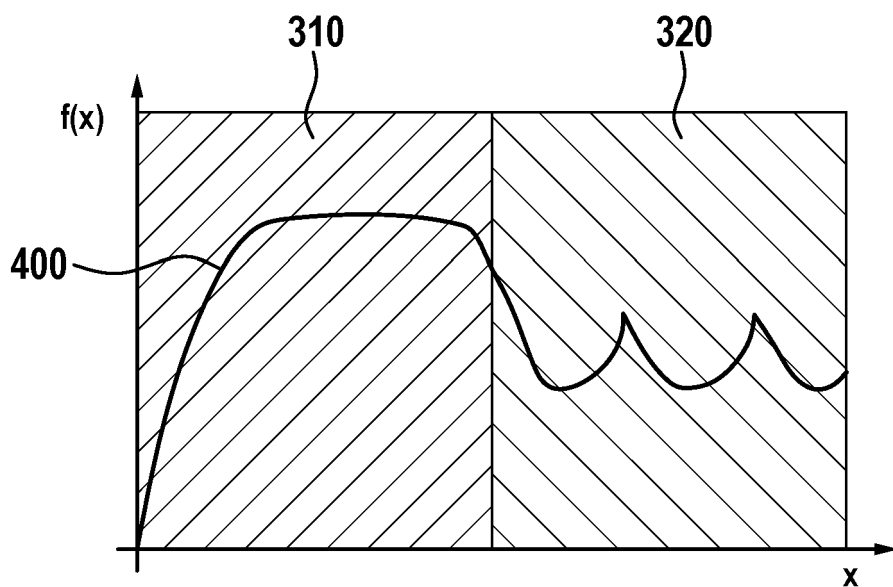
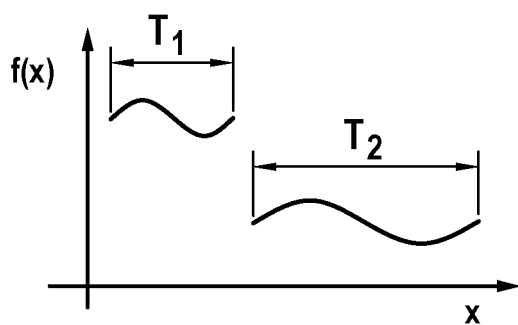
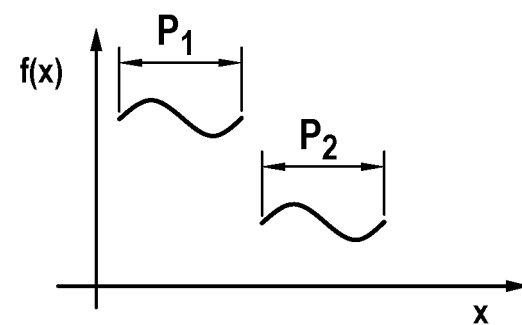


Fig. 4

(a)



(b)





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 22 0242

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 338 646 B1 (HILTI AG [LI]) 17. Dezember 2014 (2014-12-17)	1,6-8, 11,14-16	INV. B25B21/02
Y	* Absatz [0001] *	12,13	
A	* Absatz [0015] *	3-5,9,10	
	* Anspruch 1 *		

X	WO 2009/102082 A2 (HITACHI KOKI KK [JP]; IWATA KAZUTAKA [JP] ET AL.) 20. August 2009 (2009-08-20)	1,2,6-8, 11,14-16	
Y	* Absatz [0018] - Absatz [0019] *	12,13	
	* Absatz [0022] *		

Y	WO 2021/069209 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. April 2021 (2021-04-15)	12,13	
	* Seite 13, Absatz 2 - Absatz 3 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		5. Juni 2024	Hartnack, Kai
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	

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

EP 23 22 0242

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.

05-06-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 2338646	B1	17-12-2014	CN 102101186	A	22-06-2011
				DE 102009054762	A1	22-06-2011
				EP 2338646	A2	29-06-2011
				JP 5711517	B2	30-04-2015
				JP 2011126001	A	30-06-2011
				US 2011162860	A1	07-07-2011
20	WO 2009102082	A2	20-08-2009	JP 5376392	B2	25-12-2013
				JP 2009190118	A	27-08-2009
				US 2010307782	A1	09-12-2010
				WO 2009102082	A2	20-08-2009
25	WO 2021069209	A1	15-04-2021	CN 114786875	A	22-07-2022
				DE 102019215417	A1	15-04-2021
				EP 4041495	A1	17-08-2022
				JP 7457799	B2	28-03-2024
				JP 2022551579	A	12-12-2022
				KR 20220078627	A	10-06-2022
30				US 2022410360	A1	29-12-2022
				WO 2021069209	A1	15-04-2021
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3381615 A1 [0002]