



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 46 534 A1** 2005.05.12

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 46 534.0**
(22) Anmeldetag: **07.10.2003**
(43) Offenlegungstag: **12.05.2005**

(51) Int Cl.7: **B25D 9/26**
B25D 11/10, B25D 11/12, B25D 16/00,
B25D 17/00, B23Q 5/00

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

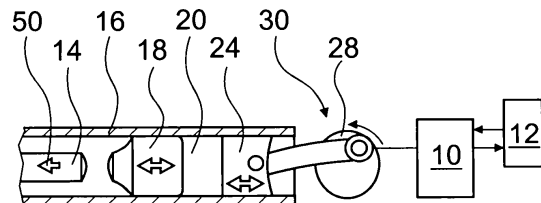
(72) Erfinder:
Dresig, Friedmar, 71696 Möglingen, DE; Hecht,
Joachim, 71106 Magstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Handwerkzeugmaschine mit einem Schlagwerk sowie Verfahren zum Betreiben der Handwerkzeugmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einer Handwerkzeugmaschine mit einem Schlagwerk, welches durch einen Antriebsmotor (10) antreibbar ist und welches ein Umsetzelement (30) zur Umsetzung einer Motorbewegung in eine axiale Bewegung aufweist.

Es wird vorgeschlagen, dass eine Betriebseinheit (12) vorgesehen ist, mit der eine Drehbewegung des Umsetzelements (30) innerhalb einer Schlagperiode abhängig von zumindest einem Optimierungskriterium gezielt einstellbar ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Handwerkzeugmaschine mit einem Schlagwerk sowie einem Verfahren zum Betreiben der Handwerkzeugmaschine nach den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

[0002] Es sind Schlaghämmer mit einem in einem Gehäuse angeordneten Elektromotor bekannt, mit dem über eine Antriebswelle ein Umsetzelement eines pneumatischen Schlagwerks antreibbar ist. Das Umsetzelement setzt eine Motordrehbewegung in eine axiale Bewegung um und besitzt einen Kurbeltrieb, an dem eine Kolbenstange an einem exzentrisch gelagerten Bolzen schwenkbar gelagert ist. Die Kolbenstange ist auf der dem Kurbeltrieb abgewandten Seite schwenkbar mit einem Kolben verbunden. Über die Kolbenstange ist der in einem Schlagwerkrohr verschiebbar gelagerte Kolben mit einem sinusförmigen Weg-Zeit-Verlauf bewegbar, und mit dem Kolben ist über ein Gaspolster ein im Schlagwerkrohr verschiebbar gelagerter Schläger antreibbar.

Stand der Technik

[0003] Aus der Offenlegungsschrift DE 101 42 569 A1 ist ein Umsetzelement bekannt, bei dem ein Bolzen auf einer materiellen Kurvenbahn eines rotierend antreibbaren Kurvenelements mit einer Relativbewegung zum Kurvenelement geführt ist. Ein starrer sinusförmiger Weg-Zeit-Verlauf einer Kolbenbewegung kann vermieden werden, und ein Kurvenverlauf der Kurvenbahn kann gezielt auf das Übertragungsmittel und dessen Eigenschaften abgestimmt werden.

Vorteile der Erfindung

[0004] Die Erfindung geht aus von einer Handwerkzeugmaschine mit einem Schlagwerk, welches durch einen Antriebsmotor antreibbar ist und ein Umsetzelement aufweist, welches eine Motordrehbewegung in eine axiale Bewegung umsetzt.

Aufgabenstellung

[0005] Es wird vorgeschlagen, eine Betriebseinheit vorzusehen, mit der eine Drehbewegung des Umsetzelements innerhalb einer Schlagperiode abhängig von zumindest einem Optimierungskriterium gezielt einstellbar ist. Das Umsetzelement verursacht eine axiale Bewegung eines Körpers, vorzugsweise eines Kolbens oder einer Spindel, welcher mit dem Umsetzelement in direkter Wirkverbindung steht. Damit kann von einem starren sinusförmigen Weg-Zeit-Verlauf, beispielsweise des Kolbens eines als Umsetzelement fungierenden Kurbeltriebs, abgewichen wer-

den, um bedarfsabhängig ein oder mehrere Optimierungsziele innerhalb einer Schlagperiode zu verwirklichen. Die Schlagperiode kann, insbesondere abhängig von einer Getriebeübersetzung, mehrere Drehungen des Antriebsmotors umfassen. Bei einem pneumatischen Schlagwerk entspricht ein Teil dieser Schlagperiode einer Kompressionsphase. Bei einem mechanischen Schlagwerk entspricht die Schlagperiode der Zeit zwischen zwei Schlägen. Es kann ein periodischer Vorgang für den Weg-Zeit-Verlauf des Umsetzelements dargestellt werden, wenn jede Schlagperiode gleich wie die vorhergegangene Schlagperiode abläuft, auch wenn die Drehbewegungen des Antriebsmotors innerhalb einer Schlagperiode variiert werden. Optional können aufeinander folgende Schlagperioden jedoch auch individuell verändert werden. Ein Optimierungskriterium kann beispielsweise ein für den Bohrfortschritt optimaler axialer Bewegungsablauf des Umsetzelements sein, eine optimale Schlägergeschwindigkeit, ein geringes Antriebsmoment und dergleichen. So kann der übliche Druckverlauf mit hohen Druckspitzen in einem Kompressionsraum durch einen für den Bohrfortschritt bzw. Komfort günstigeren Verlauf ersetzt werden. Die mechanische Belastung des Kompressionsraums wird reduziert, und die Antriebsenergie kann effektiver zu einem gleichmäßigen Druckaufbau genutzt werden. Es ist mit einem kleinen Antriebsmoment und einer kleinen Materialbelastung eine besonders vorteilhafte Beschleunigung des Schlägers erreichbar. Bei einem als Gaspolster ausgebildeten Übertragungsmedium zwischen dem Kolben und einem Schläger können unnötig hohe Druckspitzen vermieden werden, und ein Schlagwerkrohr, das einen Kompressionsraum umgibt, kann mit einer dünneren Wandstärke ausgeführt werden. Das Gewicht des Schlagwerks ist reduzierbar, und der Komfort der Handwerkzeugmaschine kann gesteigert werden.

[0006] Vorzugsweise ist eine Motordrehzahl derart variierbar, dass die axiale Bewegung eines mit dem Umsetzelement in direkter Wirkverbindung stehenden Körpers einen von einer Sinusform abweichenden Weg-Zeit-Verlauf aufweist. Dadurch lassen sich unerwünschte Druckspitzen in einem Kompressionsraum eines pneumatischen Schlagwerks vermeiden. Die Handwerkzeugmaschine ist komfortabler bedienbar und effizienter einsetzbar.

[0007] Vorzugsweise ist zumindest ein Teil der Betriebseinheit durch eine Steuereinheit gebildet, durch die der Antriebsmotor ansteuerbar ist. Optional kann auch eine Regelungseinheit zur Regelung des Antriebsmotors vorgesehen sein. Die Drehzahl des Antriebsmotors kann innerhalb einer Schlagperiode umfassenden Schlagperiode von Umdrehungen zu Umdrehung verändert werden. Die Steuereinheit oder Regelungseinheit weist z.B. Speichermittel auf, die vorab berechnete axiale Bewegungsabläufe des Umsetzelements, etwa gewünsch-

te axiale Weg-Zeit-Verläufe eines Kolbens oder einer Rastenscheibe, enthalten, die abhängig von einem oder mehreren Optimierungskriterien und/oder Betriebsbedingungen erstellt worden sind, z.B. abhängig von eingesetzten Werkzeugtypen, Werkzeugdurchmessern, zu bearbeitendem Material und dergleichen. Das Umsetzelement kann innerhalb einer Schlagperiode gezielt entlang eines vorgegebenen Weg-Zeit-Verlaufs geführt werden. Das Umsetzelement wird nicht mehr gleichförmig gedreht, sondern die Drehung erfolgt gezielt ungleichförmig. Dadurch wird ein axialer Bewegungsablauf vorgegeben, dem letztendlich das Werkzeug folgt. Das Werkzeug kann eine schlagende oder eine drehend-schlagende Bewegung ausführen. Vorteilhaft ergibt sich, dass die Leistungsaufnahme der Handwerkzeugmaschine gleichmäßiger erfolgt. Insbesondere eine Vibrationsneigung netzunabhängig betriebener Handwerkzeugmaschinen kann erheblich vermindert werden.

[0008] Umfasst die Betriebseinheit Mittel, eine Geschwindigkeit des Umsetzelements bedarfsabhängig einzustellen, kann durch einen vorgegebenen Geschwindigkeitsverlauf eine Optimierung des Bohrvorgangs innerhalb einer Schlagperiode vorgenommen werden. Es kann z.B. über weite Bereiche der Schlagperiode eine hohe Geschwindigkeit des Schlägers eingestellt werden. Vorteilhaft ist bei einem pneumatischen Schlagwerk eine hohe Geschwindigkeit bei möglichst geringem Druck einstellbar.

[0009] Umfasst die Betriebseinheit Mittel, einen Druck eines Kompressionsraums bedarfsabhängig einzustellen, kann ein im Wesentlichen frei wählbarer Druckverlauf eingestellt werden. Dies kann durch einen gezielt veränderten Weg-Zeit-Verlauf eines Kolbens eines Kurbeltriebs erfolgen. Eine unerwünscht hohe Druckbelastung des Kompressionsraums durch Druckspitzen kann vermieden werden.

[0010] Umfasst die Betriebseinheit Mittel, ein Antriebsmoment bedarfsabhängig einzustellen, kann gezielt ein für den Bohrfortschritt günstiges, insbesondere minimales Antriebsmoment eingestellt werden.

[0011] Umfasst das Umsetzelement einen Kurbeltrieb, kann über die axiale Bewegung eines zugehörigen Kolbens eine Bewegung eines Schlägers gezielt beeinflusst werden.

[0012] Umfasst das Umsetzelement ein Rastenscheibenpaar, kann die relative Bewegung zweier Rastenscheiben gegeneinander gezielt beeinflusst werden.

[0013] Es wird weiterhin vorgeschlagen, eine Drehbewegung eines Umsetzelements zur Umsetzung einer Motorbewegung in eine axiale Bewegung inner-

halb einer Schlagperiode abhängig von zumindest einem Optimierungskriterium einzustellen.

[0014] Wird eine Motordrehzahl innerhalb einer mehrere Motorumdrehungen umfassenden Schlagperiode variiert, kann auf sehr einfache Weise der Weg-Zeit-Verlauf eines Kurbeltriebs oder eines Rastenscheibenpaars abhängig von einem Optimierungskriterium verändert werden. Die Schlagperiode kann dabei mehrere Motorumdrehungen umfassen. Ein Weg-Zeit-Verlauf eines Kolbens kann bedarfsabhängig eingestellt werden. Dadurch können Druckspitzen, z.B. in einem Kompressionsraum eines pneumatischen Schlagwerks, vermieden und jeweils ein Betriebsverhalten für verschiedene Randbedingungen optimal dargestellt werden. Die Effizienz der Handwerkzeugmaschine kann erhöht werden.

[0015] Wird die axiale Bewegung des Umsetzelements abhängig von einem Optimierungskriterium berechnet und die Motorbewegung nach der Berechnung eingestellt, ist eine zuverlässige optimierte Handhabung der Handwerkzeugmaschine möglich. Eine Rückrechnung von z.B. einer Kolbenbewegung eines Kurbeltriebs oder einer mit einem Rastenschlagwerk verbundenen Bohrspindel auf den Antrieb ergibt auf einfache Weise die notwendige, vorzugebende Motorbewegung. Diese kann dann entsprechend elektronisch angesteuert werden, um den errechneten Bewegungsablauf innerhalb einer Schlagperiode auszuführen. Werden mehrere aufeinanderfolgende Schlagperioden hintereinander in dieser Weise ausgeführt, ergibt sich vorteilhaft ein periodischer Vorgang. Bei einem mechanischen Schlagwerk kann das Aufeinandergleiten von Rastenscheiben eines Rastenschlagwerks entsprechend geführt werden.

[0016] Optional kann auch die axiale Bewegung eines Schlägers abhängig von einem Optimierungskriterium berechnet und die Motorbewegung nach der Berechnung eingestellt werden. Der Schläger steht indirekt über ein Übertragungsmedium mit einem Kolben in Wirkverbindung, während dieser direkt von dem Umsetzelement angetrieben wird. Damit kann ein Einfluss eines Übertragungsmediums, welches die axialen Bewegungen des Umsetzelements auf den Schläger oder eines entsprechenden Übertragungsmittels der Schlagenergie auf ein Werkzeug überträgt, berücksichtigt werden.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0017] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der

Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0018] Es zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) einen schematisch dargestellten Schlaghammer,

[0020] [Fig. 2](#) schematisch ein bevorzugtes pneumatisches Schlagwerk mit Flugkolben,

[0021] [Fig. 3](#) schematisch ein bevorzugtes pneumatisches Schlagwerk mit Flugkolben und Kolbenzylinder,

[0022] [Fig. 4](#) schematisch ein bevorzugtes pneumatisches Schlagwerk mit Schlagtopf,

[0023] [Fig. 5](#) schematisch ein bevorzugtes mechanisches Schlagwerk mit Rastenscheiben.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0024] [Fig. 1](#) zeigt schematisch einen Schlaghammer mit einem in einem Gehäuse **22** nicht näher dargestellten elektrischen Antriebsmotor. Entgegen einer Bearbeitungsrichtung **50** nach einem ein Werkzeug **42** haltenden Werkzeughalter **40** ist ein erster, sich senkrecht zur Bearbeitungsrichtung **50** erstreckender Handgriff **46** am Gehäuse **22** befestigt. Auf einer dem Werkzeughalter **40** abgewandten Seite des Gehäuses **22** ist ein zweiter, sich senkrecht zur Bearbeitungsrichtung **50** erstreckender, bügelartiger Handgriff **48** angeordnet.

[0025] Ein Schlagwerk für eine bevorzugte Handwerkzeugmaschine, welches durch einen Antriebsmotor **10** antreibbar ist, ist in den [Fig. 2](#) bis [Fig. 5](#) anhand eines bevorzugten pneumatischen Schlagwerks dargestellt. Die Handwerkzeugmaschine ist vorzugsweise ein Bohrhämmer, ein Schlag- oder Meißelhammer, ein Abbruchhammer oder eine Schlagbohrmaschine.

[0026] In [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) ist ein Flugkolben als Schläger **18** vorgesehen, um einen Stößel **14** zu einem nicht dargestellten Werkzeug zu beschleunigen, während dazu in [Fig. 3](#) ein Schlagtopf als Schläger **18** vorgesehen ist. Der Schläger **18** stellt ein Übertragungsmittel der Schlagenergie eines Umsetzelements **30** auf das Werkzeug **42** dar. Im Wesentlichen gleich bleibende Bauteile sind grundsätzlich mit den gleichen Bezugszeichen beziffert. Der Antriebsmotor **10** ist mit einer Betriebseinheit **12**, vorzugsweise einer Steuereinheit oder einer Regeleinheit, verbunden und ist von dieser ansteuerbar oder regelbar. Der Antriebsmotor **10** treibt das Umsetzelement **30** an, dessen Drehbewegung über eine Stange an einen Kolben **24** in einem Schlagwerkrohr **16** weitergegeben

und in eine axiale Bewegung umgesetzt ist. Das Umsetzelement **30** ist hier durch einen Kurbeltrieb **28** mit einem Exzenter gebildet, grundsätzlich sind jedoch aber auch andere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Mechanismen denkbar. Die axiale Bewegung des Kolbens **24** ist über ein Übertragungsmedium in einem Kompressionsraum **20** auf einen Schläger **18** übertragbar, und der Schläger **18** schlägt auf einen Stößel **14**, der auf ein nicht dargestelltes Werkzeug einwirkt. Das Übertragungsmedium ist üblicherweise ein Gaspolster, z.B. aus Luft. Selbstverständlich können auch andere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Federelemente oder Federsysteme als Übertragungsmedien eingesetzt werden.

[0027] Erfindungsgemäß ist die Drehbewegung des Umsetzelements **30** gezielt veränderbar, womit der axiale Weg-Zeit-Verlauf des Kolbens **24** beeinflussbar ist. Bevorzugt erfolgt dies über eine Änderung der Drehbewegung des Antriebsmotors **10** bzw. einer Antriebswelle des Antriebsmotors **10** durch die Betriebseinheit **12**. Die Bewegung des Umsetzelements **30** ist dabei direkt vom Antriebsmotor **10** und einem diesem üblicherweise nachgeschalteten, nicht dargestellten Getriebe abhängig. Das Getriebe übersetzt die Motordrehzahl in eine üblicherweise niedrigere Drehzahl des Umsetzelements **30**. Bei einem typischen Übersetzungsverhältnis von 7:1 wird eine Motordrehzahl von z.B. 21000 U/min auf 3000 U/min des Umsetzelements **30** übersetzt.

[0028] Der Antriebsmotor **10** dreht sich entsprechend dem Übersetzungsverhältnis demnach siebenmal während einer Kompressionsphase, während der ein einziger Schlag des Schlägers **18** auf den Stößel **14** erfolgt. Während dieser Kompressionsphase, d.h. während einer Schlagperiode, während sich der Antriebsmotor **10** siebenmal dreht, kann die momentane Motordrehzahl erfindungsgemäß abhängig von einem oder mehreren Optimierungskriterien verändert werden, indem die Betriebseinheit **12** auf den Antriebsmotor **10** einwirkt. Bei anderen Übersetzungsverhältnissen dreht der Antriebsmotor **10** in einer Schlagperiode mehr oder weniger als siebenmal. Durch die Variation der Motordrehzahl in der Schlagperiode wird die axiale Geschwindigkeit des Umsetzelements **30**, des Kolbens **24**, und entsprechend die Geschwindigkeit des Schlägers **18** abhängig von dessen Position im Schlagwerkrohr **16** festgelegt.

[0029] [Fig. 5](#) zeigt beispielhaft ein mechanisches Schlagwerk mit einem Rastenscheibenpaar als Umsetzelement **30** mit einer an einer Bohrspindel **44** befestigten drehbaren Rastenscheibe **32** und einer an einem Motorgehäuse **36** befestigten fixierten Rastenscheibe **34**. An der Spitze der Bohrspindel **44** ist ein Werkzeughalter **40** zur Aufnahme eines Werkzeugs **42** vorgesehen. Durch eine Drehung der Bohrspindel **44** gleiten Rasten der Rastenscheiben **32**, **34** überei-

inander und bewegen die Bohrspindel **44** nach vorne. Sobald die Rasten über die Rastenspitze gleiten, fallen die Rasten durch die Andruckfeder **38** und den Andruck eines Bedieners der Handwerkzeugmaschine wegen der senkrechten Flanken der Rasten wieder in ihre Ausgangslage zurück. Ein Getriebe zwischen Antriebsmotor **10** und Bohrspindel **44** kann vorgesehen sein. Auch hier kann gemäß der Erfindung innerhalb einer Schlagperiode die momentane Motordrehzahl abhängig von einem oder mehreren Optimierungskriterien verändert werden. Weisen übliche Rastenscheiben **32, 34** z.B. **16** Rasten auf, werden bei einer Drehung der Rastenscheiben **32, 34** acht Schläge auf eine Bohrfläche erteilt. Für eine bevorzugte Variation der Motordrehzahl, insbesondere durch Vorgaben der Betriebseinheit **12**, kann neben der Getriebeübersetzung, wie oben beschrieben, zweckmäßigerweise auch die Kastenanzahl berücksichtigt werden.

[0030] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine gewünschte axiale Bewegung eines mit dem Umsetzelement **30** in direkter Wirkverbindung stehenden Körpers, insbesondere eines Kolbens **24** oder einer Bohrspindel **44**, abhängig von zumindest einem Optimierungskriterium berechnet und vorzugsweise in einem Speicher der Betriebseinheit **12**, beispielsweise als Kennlinienfeld oder dergleichen, abgelegt. Die Bewegung des Antriebsmotors **10** kann aus der gewünschten Bewegung zurückgerechnet und entsprechend der Berechnung eingestellt werden. Dabei können z.B. Kennlinienscharen vorgegeben werden, die verschiedene Optimierungskriterien als Parameter aufweisen und in die aktuelle Betriebsbedingungen, Werkzeugtypen, Werkzeuggrößen und/oder zu bearbeitende Materialien, z.B. Holz, Ziegel oder Beton, eingehen. Dreht sich der Antriebsmotor **10** während einer Schlagperiode entsprechend einer Übersetzung eines Getriebes mehrmals, wird die momentane Motordrehzahl durch eine Motorsteuerung oder Motorregelung einer Steuereinheit oder Regeleinheit als bevorzugter Betriebseinheit **12** variiert. Vorzugsweise wird der Antriebsmotor **10** innerhalb der entsprechenden Anzahl von Motorumdrehungen während einer Schlagperiode elektronisch so angesteuert, dass er den gewünschten Bewegungsablauf innerhalb der Anzahl von Motorumdrehungen erreicht.

Bezugszeichenliste

10	Antriebsmotor
12	Betriebseinheit
14	Stößel
16	Schlagwerkrohr
18	Schläger
20	Kompressionsraum
22	Gehäuse
24	Kolben
28	Kurbeltrieb

30	Umsetzelement
32	Rastenscheibe
34	Rastenscheibe
36	Motorgehäuse
38	Andruckfeder
40	Werkzeughalter
42	Werkzeug
44	Bohrspindel
46	Handgriff
48	Handgriff
50	Bearbeitungsrichtung

Patentansprüche

1. Handwerkzeugmaschine mit einem Schlagwerk, welches durch einen Antriebsmotor (**10**) antreibbar ist und welches ein Umsetzelement (**30**) zur Umsetzung einer Motorbewegung in eine axiale Bewegung aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Betriebseinheit (**12**) vorgesehen ist, mit der eine Drehbewegung des Umsetzelements (**30**) innerhalb einer Schlagperiode abhängig von zumindest einem Optimierungskriterium gezielt einstellbar ist.

2. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Motordrehzahl derart variierbar ist, dass die axiale Bewegung eines mit dem Umsetzelement (**30**) in direkter Wirkverbindung stehenden Körpers (**24, 44**) einen von einer Sinusform abweichenden Weg-Zeit-Verlauf aufweist.

3. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Betriebseinheit (**12**) von einer Steuereinheit zur Motorsteuerung gebildet ist.

4. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebseinheit (**12**) Mittel umfasst, eine Geschwindigkeit des Umsetzelements (**30**) einzustellen.

5. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebseinheit (**12**) Mittel umfasst, einen Druck in einem Kompressionsraum (**20**) einzustellen.

6. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebseinheit (**12**) Mittel umfasst, ein Antriebsmoment einzustellen.

7. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Umsetzelement (**30**) einen Kurbeltrieb (**28**) umfasst.

8. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Umsetzelement (**30**) Rastenscheiben (**32, 34**) umfasst.

9. Verfahren zum Betreiben einer Handwerkzeugmaschine mit einem Schlagwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Drehbewegung eines Umsetzelements (**30**) zur Umsetzung einer Motorbewegung in eine axiale Bewegung innerhalb einer Schlagperiode abhängig von zumindest einem Optimierungskriterium variiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Motordrehzahl innerhalb einer mehrere Motorumdrehungen umfassenden Schlagperiode variiert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Bewegung eines mit dem Umsetzelement (**30**) in direkter Wirkverbindung stehenden Körpers (**24, 44**) abhängig von zumindest einem Optimierungskriterium berechnet wird und die Motorbewegung nach der Berechnung eingestellt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Bewegung eines Schlägers (**18**) abhängig von zumindest einem Optimierungskriterium berechnet wird und die Motorbewegung nach der Berechnung eingestellt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Kennwert für die axiale Bewegung in einem Speicher gespeichert wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

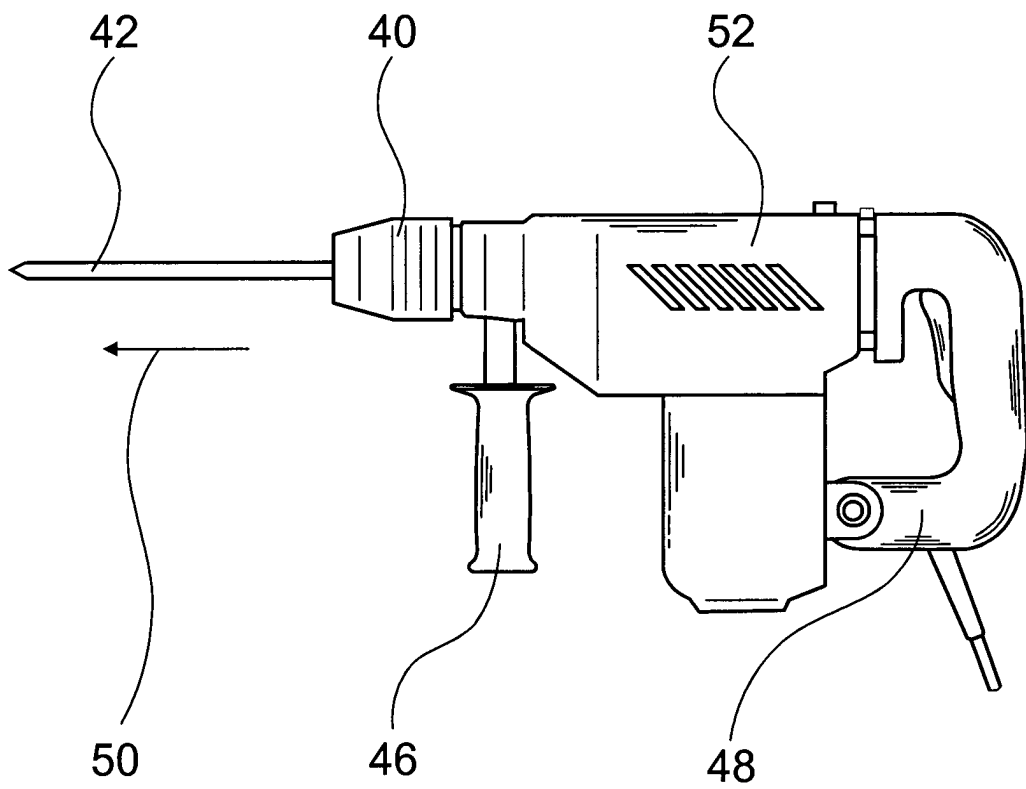


Fig. 1

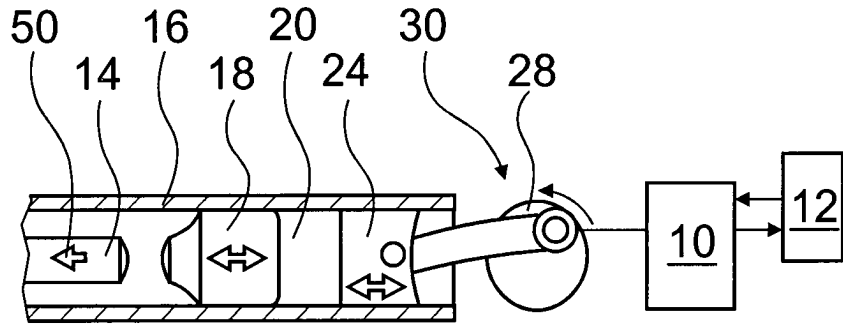


Fig. 2

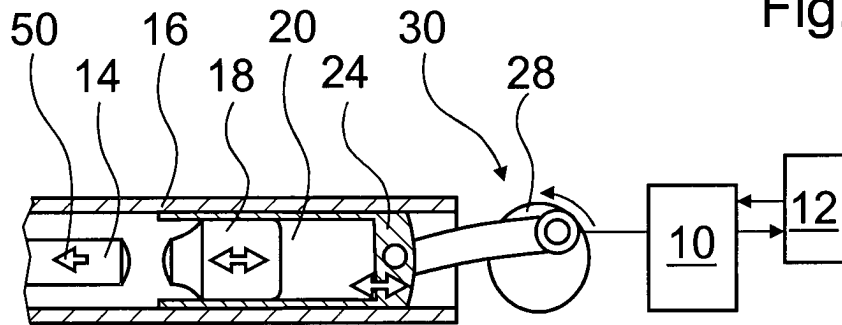


Fig. 3

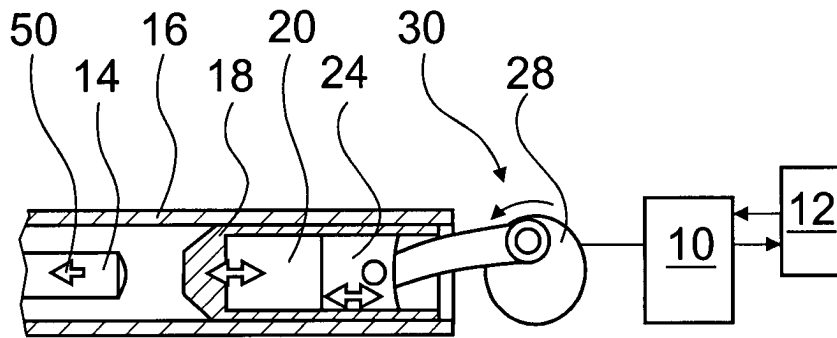


Fig. 4

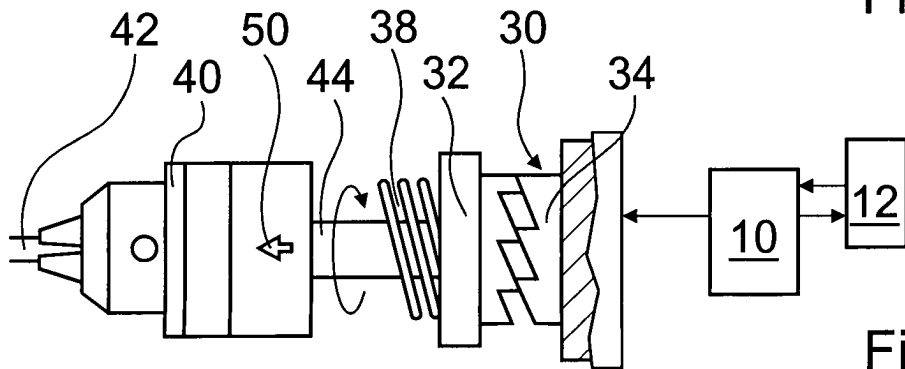


Fig. 5