



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.01.2002 Patentblatt 2002/03

(51) Int Cl.7: **B25D 11/12**

(21) Anmeldenummer: **01810652.6**

(22) Anmeldetag: **04.07.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
 • **Bongers-Ambrosius, Hans-Werner**
81477 München (DE)
 • **Richter, Martin**
85354 Freising (DE)
 • **Artmann, Konrad**
82237 Würthersee (DE)

(30) Priorität: **14.07.2000 DE 10034359**

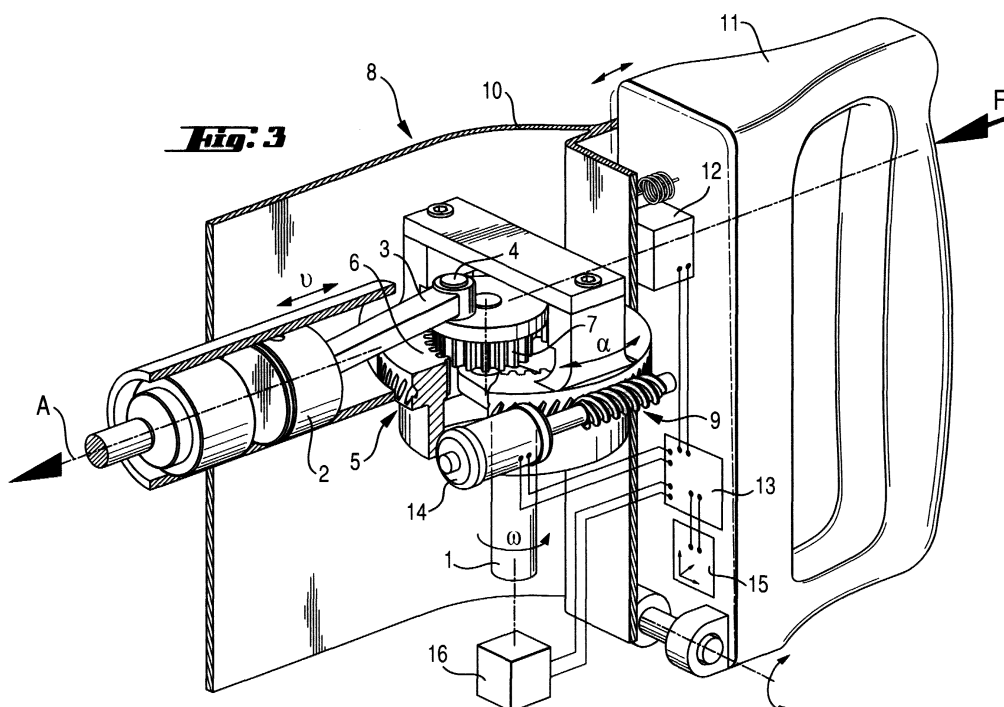
(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(74) Vertreter: **Wildi, Roland et al**
Hilti Aktiengesellschaft, Feldkircherstrasse 100,
Postfach 333
9494 Schaan (LI)

(54) **Schlagendes Elektrowerkzeuggerät**

(57) Ein schlagendes Elektrowerkzeuggerät (8) mit einem Handgriff (11) und einem, in einem Gehäuse (10) angeordneten, Planetengetriebe (5) zur Transformation einer Drehbewegung (ω) einer Antriebswelle (1) in eine Schwingbewegung (v), wobei über eine Einstellung (α) eines Sonnenrades (6) des Planetengetrie-

triebes (5) die Schlagamplitude der Hin- und Herbewegung eines schlagerzeugenden Mittels (2) einstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerung der Schlagamplitude über eine auf einen Handgriff (11) des Handwerkzeuggerätes (8) manuell aufgebrachte Axialkraft (F) erfolgt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezeichnet ein zumindest teilweise schlagendes Elektrohandwerkzeuggerät, wie einen Bohrhämmer oder einen Meisselhammer, mit einem pneumatischen Schlagwerk.

[0002] Bei schlagenden Elektrohandwerkzeuggeräten wird die vom Elektromotor des Elektrohandwerkzeuggerätes erzeugte Drehbewegung zumindest teilweise über geeignete Transformationsmittel in eine schwingende bzw. schlagschwingende translatorische Bewegung überführt. Üblich ist die Verwendung von Taumelschwingern zu einer zur Antriebswelle parallelen Schwingachse sowie von Exzenter-schwingern mit einer senkrechten Schwingachse. Zumeist wird die Schwingbewegung in einem pneumatischen Schlagwerk über einen Erregerkolben auf eine Gasfeder auf einen Flugkolben und schliesslich axial auf das Werkzeug übertragen. Bei Bohrhämmern wird zusätzlich von der Antriebswelle über geeignete Getriebe die Drehbewegung der Werkzeugspindel abgeleitet, wodurch die Schwingfrequenz bzw. die Schlagzahl des Werkzeuges stets in einem festen, optional gestuft schaltbaren, Verhältnis zur Drehzahl der Werkzeugspindel steht.

[0003] Bei schlagenden Handwerkzeuggeräten ist bspw. aus der EP759341 eine Freischlagautomatik vorbekannt, welche bei fehlendem axialen Arbeitsdruck auf das Werkzeug über geeignete Mittel, bspw. eine über eine axial verschiebbare Schalthülse vermittelte Öffnung von Ventilen des pneumatischen Schlagwerks, im wesentlichen eine diskrete, optional gestufte, Unterbrechung des Schlages bewirkt. Eine stetige Regelung der Schlagenergie durch den Nutzer ist damit nicht möglich.

[0004] Nach der JP414653/90 wird zur gestuften Umschaltung der Drehzahl der Werkzeugspindel ein Planetengetriebe verwendet. Eine stetige Verstellung der Schlagzahl gegenüber Drehzahl der Werkzeugspindel ist nicht möglich.

[0005] Nach der DE3505544 ist die Schwingamplitude durch die Verstellung der axialen Position des Exzenterstetig einstellbar, indem über einen schrägen Exzenterzapfen die Exzentrizität stetig veränderbar ist.

[0006] Nach der EP063725 wird zum Antrieb des Exzenterzapfens ein Planetengetriebe verwendet, bei welchem die Abmessungen des einzigen Planetenrades und des innenverzahnten Sonnenrades, in welchem es abläuft, derart festgelegt sind, dass jeder Punkt auf dem Wälzkreis des Planetenrades einer geradlinigen Bahnkurve folgt. Durch Verdrehung des Sonnenrades um 90° ist der Kolbenhub von einem vollen Hub, welcher dem Wälzkreisdurchmesser des Sonnenrades entspricht, bis auf fast Null veränderbar. Das Sonnenrad wird zur stetigen Einstellung der Schwingamplitude durch ein selbsthemmendes Schneckengetriebe oder einen feststellbaren, sich radial erstreckenden Verstellgriff in der jeweiligen Winkellage fixiert.

[0007] Bei Elektrohandwerkzeuggeräten ist es üblich, die Drehzahl über die Antriebsleistung mittels einer in

der Stromversorgung angeordneten elektronischen Phasenanschnittsteuerung durch den im Inneren des Handgriffs liegenden, fingerbetätigten Druckschaltknopf eindrücktiefenabhängig stetig zu steuern, bspw. um ein sanftes Anlaufen des Handwerkzeuggerätes zu ermöglichen bzw. um unter Zwischenschaltung des Nutzers die Drehzahl zu regeln.

[0008] Aus der DE19503526 ist vorbekannt, den Handgriff des Handwerkzeuggerätes senkrecht zur Werkzeugachse und versetzt zu dieser drehbar zu lagern und den dadurch entstehenden begrenzten Bewegungsfreiheitsgrad längs der Werkzeugachse zur Vibrationsdämpfung des Handgriffs zu nutzen.

[0009] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine von der Drehzahl des Antriebs unabhängige stetige Steuerung bzw. unter Zwischenschaltung des Nutzers eine Regelung der Schlagleistung von schlagenden Handwerkzeuggeräten zu ermöglichen.

[0010] Die Aufgabe wird im wesentlichen durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhaft Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] Im wesentlichen wird als Kurbelgetriebe ein Planetengetriebe verwendet, bei welchem die Abmessungen des einzigen Planetenrades und des innenverzahnten Sonnenrades, in welchem es abläuft, derart festgelegt sind, dass jeder Punkt auf dem Wälzkreis des Planetenrades einer geradlinigen Bahnkurve folgt und der Exzenterzapfen des Planetenrades über eine Pleuelstange mit einem parallel zur Werkzeugachse eine Hin- und Herbewegung ausführenden, schlagerzeugenden Mittel, bspw. einem Erregerkolben, verbunden ist sowie der Winkel des drehfest einstellbaren Sonnenrades abhängig von der längs der Werkzeugachse auf den Handgriff aufgebrachten Kraft einstellbar ist.

[0012] Über das drehfest einstellbare Sonnenrad ist der Winkel der geradlinigen Hin- und Herbewegung des Exzenterzapfens stetig veränderbar. Bezüglich einer bestimmten Drehzahl ist somit über die Amplitude der Schwingung die Schlagenergie stetig einstellbar. Eine Leerschlagabschaltung ist von dieser Lösung bei einer Einstellung α des Sonnenrades von nahezu 0 mitumfasst.

[0013] Die Einstellung α des Sonnenrades erfolgt über einen mit dem Handgriff mechanisch, pneumatisch oder elektronisch gekoppelten Einstellmechanismus, welcher notwendig selbsthemmend ausgeführt ist, damit die Gegenkräfte der Schwingungserzeugung auf das gesamte Gehäuse und nicht überwiegend auf den Handgriff zurückwirken. Dabei wird ein, die Schlagleistung steuernder, Verschiebungsbereich des Handgriffs im Bereich bis zu 3 cm über Stellmittel auf eine Winkeländerung $\Delta\alpha$ des Sonnenrades bis $\pi/2$ abgebildet.

[0014] Vorteilhaft steht ein Schneckentrieb im selbsthemmenden, schneckenförmigen Eingriff in eine zugeordnete Aussenverzahnung des Sonnenrades. Ein den Schneckentrieb antreibendes Zahnradgetriebe wird vorteilhaft selbst über Servosteuerungsmittel durch die

im Elektrohandwerkzeuggerät verfügbare Energie angetrieben. Als Energie für die Einstellung α des Sonnenrades stehen die über steuerbare Stellkupplungen verfügbare kinetische Antriebsenergie, die über steuerbare Ventile verfügbare pneumatische Kompressionsenergie sowie die über steuerbare Stellmotoren verfügbare elektrische Energie zur Verfügung

[0015] Bei der Verwendung von steuerbaren Stellmotoren kann vorteilhaft vom Nutzer oder von einem Mikrocontroller die Schlagleistung entsprechend der gewünschten Betriebsbedingungen eingestellt oder geregelt werden. Eine Messung der tatsächlich in das Werkzeug eingebrachten Ist-Schlagleistung kann mittelbar über Weg-, Druck- oder Beschleunigungssensoren und entsprechender Messelektronik erfolgen.

[0016] Die Steuerung der Soll-Schlagleistung über die Schlagamplitude erfolgt, vorteilhaft unabhängig von einer über den Druckschaltknopf vorgenommenen Steuerung der Antriebsleistung, über die auf den Handgriff der Handwerkzeuggerätes aufgebrachte Axialkraft, weil diese dem intuitiven Willen des Nutzers unmittelbar entspricht. Dazu wird der vorteilhaft gegen eine Axialgegenkraft begrenzt axial beweglich ausgeführte Handgriff in Richtung Werkzeug bzw. Werkstück gedrückt und damit die Einstellung α des Sonnenrades bewirkt, wodurch die Schlagenergie zunimmt.

[0017] Vorteilhaft ist der Handgriff über ein radial versetzt zur Werkzeugachse und senkrecht zu dieser liegendes Drehgelenk mit dem restlichen Handwerkzeuggerät verbunden. Diese Axialkraft wird mittelbar über eine Verschiebung oder unmittelbar über einen Piezokraftsensor gemessen und über die Messelektronik dem Mikrocontroller als Sollwert zugeführt. Der Mikrocontroller berechnet die Einstellung α des Sonnenrades über ein vom Mikrocontroller lesbares Betriebsdatenkennfeld in Form einer geeigneten nichtlinearen Abbildung der Axialkraft oder der Verschiebung in die zur Realisierung der notwendigen Schlagleistung erforderliche Einstellung α des Sonnenrades und nimmt diese Einstellung α über den Stellmotor vor.

[0018] Vorteilhaft werden zur Berechnung vom Mikrocontroller zusätzlich weite geeignete Kennwerte wie Drehzahl, Drehmoment, Stromaufnahme und Gerätebeschleunigung sowie optional Werkzeugart- und -größe bestimmt und für einen optimalen und sicheren Betrieb entsprechend des vom Mikrocontroller lesbaren Betriebsdatenkennfeldes berücksichtigt.

[0019] Bei der Bestimmung des Sollwertes der Schlagleistung über die Axialkraft am Handgriff des Handwerkzeuggerätes wirkt sich, vermittelt über dessen Arbeitsrichtung und Masse sowie die Erdbeschleunigung, dessen Eigengewicht verfälschend aus. Um diesen störenden Einfluss zu vermindern, ist durch Neigungssensoren die Arbeitsrichtung bestimmbar und bei bekanntem Eigengewicht über den Mikrocontroller der wahre, vom Nutzer gewünschte, Sollwert der Schlagleistung berechenbar. Dazu ist der Neigungssensor mit dem Mikrocontroller verbunden, welcher die real ge-

messene Axialkraft am Handgriff um die Haltekraft korrigiert, welche dem Eigengewicht des Handwerkzeuggerätes multipliziert mit dem Richtungskosinus der Arbeitsrichtung des Elektrohandwerkzeuggerätes zur Erdbeschleunigung entspricht.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend näher erläutert anhand von:

Fig. 1 als Prinzip der Schwingungserzeugung

Fig. 2 als dem speziellen Planetengetriebe

Fig. 3 als eine Mikroprozessorsteuerung

[0021] Nach Fig. 1 ist zur Transformation einer Drehbewegung ω einer Antriebswelle 1 in eine dazu senkrechte Schwingbewegung v parallel zu einer in einer Ebene der Antriebswelle 1 liegenden Werkzeugachse A ein schlagerzeugendes Mittel 2, bspw. ein Erregerkolben in einem pneumatischen Schlagwerk, über einen Pleuel 3 mit einem auf der durch eine Einstellung α als Sonderfall einer allgemeinen Zykloidenbahn bestimmten Geraden angeordneten Zapfen 4 eines zykloiden Planetengetriebes 5 verbunden. Somit wird, ausgehend von einer senkrecht zur Ebene verlaufenden Hin- und Herbewegung des Zapfens 4 über eine Einstellung α des Planetengetriebes 5 von $\alpha=[0, \pi/2]$, die monotone stetige Änderung der Amplitude der Hin- und Herbewegung des schlagerzeugenden Mittels 2 im Bereich von fast Null (bis auf eine durch die Trigonometrie bei endlicher Pleuellänge bestimmte Restbewegung) bis zum maximalen Betrag des Bahndurchmessers des Planetengetriebes 5 ermöglicht, wobei die Amplitude genähert proportional dem Sinus der Einstellung α ist. Bezüglich einer bestimmten Drehzahl ist somit über die Einstellung α die Amplitude der Schwingung v und somit die Schlagenergie stetig einstellbar. Eine Leerschlagabschaltung mit einer Amplitude von nahe Null ist von dieser Lösung mitumfasst.

[0022] Nach Fig. 2 ist das Planetengetriebe 5 derart ausgeführt, dass das stetig drehfest einstellbare Sonnenrad 6 als ein innenverzahntes Hohlrad mit dem Durchmesser $2r$ ausgeführt ist, in welchem ein aussenverzahntes Planetenrad 7 mit dem Durchmesser r abläuft. Wird über die Antriebswelle 1 die Drehachse des Planetenrades 7 angetrieben, beschreibt der am radial äusseren Rand des Planetenrades 7 angebrachte Zapfen 4 eine geradlinige Hin- und Herbewegung als Sonderfall einer allgemeinen Zykloidenbahn. Über die Einstellung α des drehfest einstellbaren Sonnenrades 6 kann die Richtung dieser geradlinigen Hin- und Herbewegung stetig verändert werden.

[0023] Nach Fig. 3 ist am Umfang des Sonnenrades 6 des Planetengetriebes 5 ein selbsthemmender Schneckenrieb 9 angeordnet. Zur Einstellung α des drehfest einstellbaren Sonnenrades 6 wird die Axialkraft F über einen am Gehäuse 10 des Elektrohandwerkzeuggerätes 8 befestigten Piezokraftsensor 12 gemessen und über die Messelektronik einem Mikrocontroller 13 als Sollwert zugeführt, welcher über eine geeignete

nichtlineare Abbildung der Axialkraft F in die zur Realisierung der notwendigen Schlagleistung erforderliche Einstellung α des Planetengetriebes 5 diese berechnet und die Einstellung α des Planetengetriebes 5 gegen das Gehäuse 10 über ein mit dem selbsthemmenden Schneckentrieb 9 verbundenen Stellmotor 14 vornimmt. Ein dem Mikrocontroller 13 zugeordneter Neigungssensor 15 bestimmt zur Korrektur des Sollwertes zu F bei bekanntem Eigengewicht die Arbeitsrichtung A des Elektrohandwerkzeuggerätes 8. Ein Betriebsdatensensor 16 bestimmt die Drehzahl und das Drehmoment der Antriebswelle 1, um über ein für den Mikrocontroller 13 lesbares Betriebsdatenkennfeld die jeweils optimale bzw. eine der Axialkraft F zugeordnete Schlagamplitude bestimmen zu können. Dabei können vorteilhaft noch weitere Betriebsparameter bestimmt und bei der Berechnung berücksichtigt werden.

[0024] Somit werden in einem ersten Schritt über Betriebsdatensensoren 16 die aktuellen Betriebsdaten des Elektrohandwerkzeuggerätes 8 erfasst und dem Mikrocontroller 13 lesbar zur Verfügung gestellt. In einem zweiten Schritt werden vom Mikroprozessor 13 unter Berücksichtigung der Betriebsdaten aus dem manuell vorgegebenen, vorteilhaft über Neigungssensoren 15 und vom Mikroprozessor 13 korrigierten, Sollwert für die Schlagleistung diese Schlagleistung oder alternativ die optimale Schlagleistung über eine in dem Betriebsdatenkennfeld, zumindest an Stützstellen lesbar, hinterlegte Abbildung in eine zur Erzielung dieser Schlagleistung über die Schlagamplitude erforderlichen Einstellung α umgerechnet. In einem dritten Schritt werden vom Mikroprozessor 13 die Änderungen dieser Einstellung α am Planetengetriebe 5 über einen Stellmotor 14 vorgenommen. In einem vorteilhaften letzten Schritt wird vom Mikrocontroller 13 aus den von Sensoren erfassten weiteren Kennwerten eine tatsächliche Schlagleistung berechnet, diese mit dem Sollwert verglichen und die Einstellung α am Planetengetriebe 5 entsprechend dem Vergleichswert gegengeregelt.

Patentansprüche

1. Schlagendes Elektrohandwerkzeuggerät (8) mit einem Handgriff (11) und einem, in einem Gehäuse (10) angeordneten, Planetengetriebe (5) zur Transformation einer Drehbewegung (ω) einer Antriebswelle (1) in eine Schwingbewegung (v), wobei über eine Einstellung (α) eines Sonnenrades (6) des Planetengetriebes (5) die Schlagamplitude der Hin- und Herbewegung eines schlagerzeugenden Mittels (2) einstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerung der Schlagamplitude über eine auf einen Handgriff (11) des Handwerkzeuggerätes (8) manuell aufgebrachte Axialkraft (F) erfolgt.
2. Elektrohandwerkzeuggerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich von (α)=

$[0, \pi/2]$ der Einstellung (α) des Sonnenrades (6) die Schlagamplitude der Hin- und Herbewegung des schlagerzeugenden Mittels (2) stetig monoton einstellbar ist.

3. Elektrohandwerkzeuggerät nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Einstellung (α)=0 eine Leerschlagabschaltung mit einer Schlagamplitude von nahe Null realisiert ist.
4. Elektrohandwerkzeuggerät nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das schlagerzeugende Mittel (2) als Erregerkolben eines pneumatischen Schlagwerks ausgeführt ist.
5. Elektrohandwerkzeuggerät nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Änderung der Schlagamplitude die drehfeste Lagerung des Sonnenrades (6) bezüglich des Gehäuses (10) über einen selbsthemmenden Schneckentrieb (9) einstellbar ist.
6. Elektrohandwerkzeuggerät nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Änderung der Schlagamplitude die drehfeste Lagerung des Sonnenrades (6) bezüglich des Gehäuses (10) über einen Stellmotor (14) oder andere Servosteuerungsmittel steuerbar ist.
7. Elektrohandwerkzeuggerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellmotor (14) oder die Servosteuerungsmittel von einem Mikrocontroller (13) angesteuert werden, welcher optional unter Verwendung eines Betriebsdatensensors (16) und eines lesbaren Betriebsdatenkennfeldes die Schlagleistung optimal einstellt oder regelt.
8. Elektrohandwerkzeuggerät nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Mikrocontroller (13) ein Neigungssensor (15) zugeordnet ist, welcher die Arbeitsrichtung des Elektrohandwerkzeuggerätes (8) bestimmt, wodurch über den Mikrocontroller (13) aus der Axialkraft (F) am Handgriff (11) der wahre, nicht von der Erdbeschleunigung verfälschte, Sollwert für die Schlagleistung berechenbar ist.
9. Elektrohandwerkzeuggerät nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Handgriff (11) ausserhalb und quer zur Werkzeugachse A begrenzt drehbar gelagert und mit einem Axialdruck vorgespannt ist, wodurch dieser durch die Axialkraft (F) begrenzt axial beweglich ist.

Fig. 1

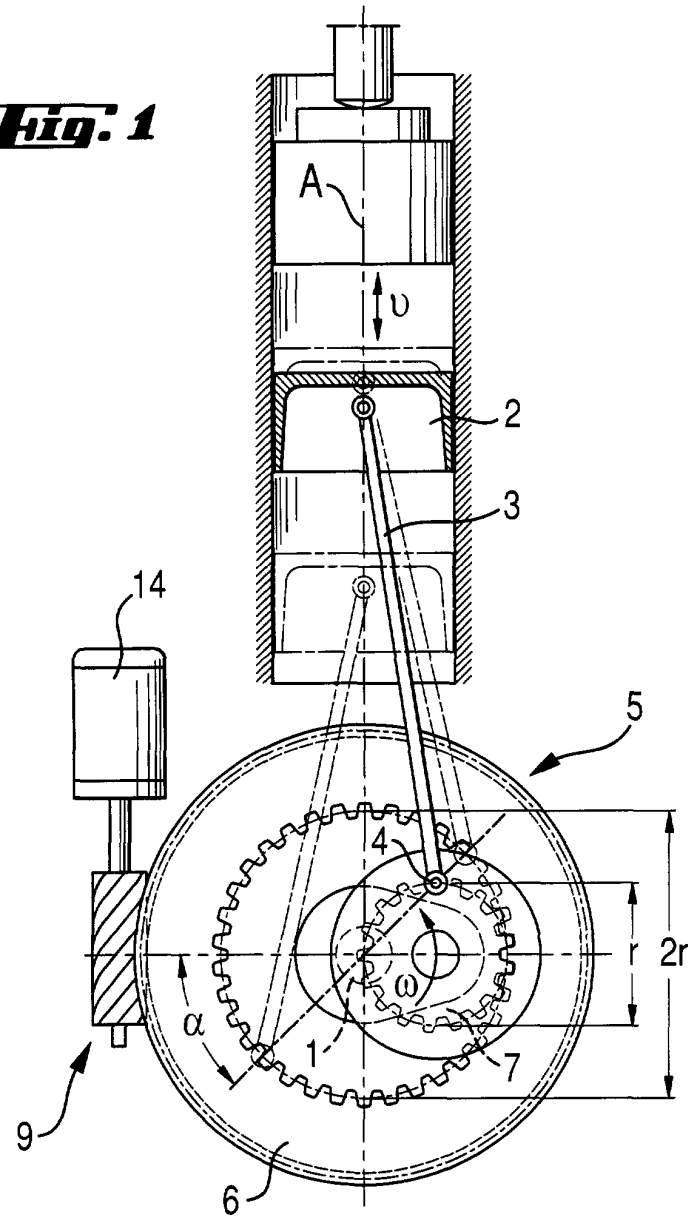


Fig. 2

