

(19)



(11)

**EP 2 476 916 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.07.2012 Patentblatt 2012/29**

(51) Int Cl.:  
**F15B 15/28<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **11010014.6**

(22) Anmeldetag: **20.12.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

- Engler, Alfred, Dr.-Ing.  
88138 Sigmarszell (DE)
- Cremer, Ralf, Dr.-Ing.  
88131 Lindau (DE)
- Lavergne, Hans-Peter  
87779 Trunkelsberg (DE)

(30) Priorität: **12.01.2011 DE 102011008381**

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter et al  
 Lorenz-Seidler-Gossel  
 Widenmayerstrasse 23  
 80538 München (DE)**

(71) Anmelder: **Liebherr-Elektronik GmbH  
 88131 Lindau (Bodensee) (DE)**

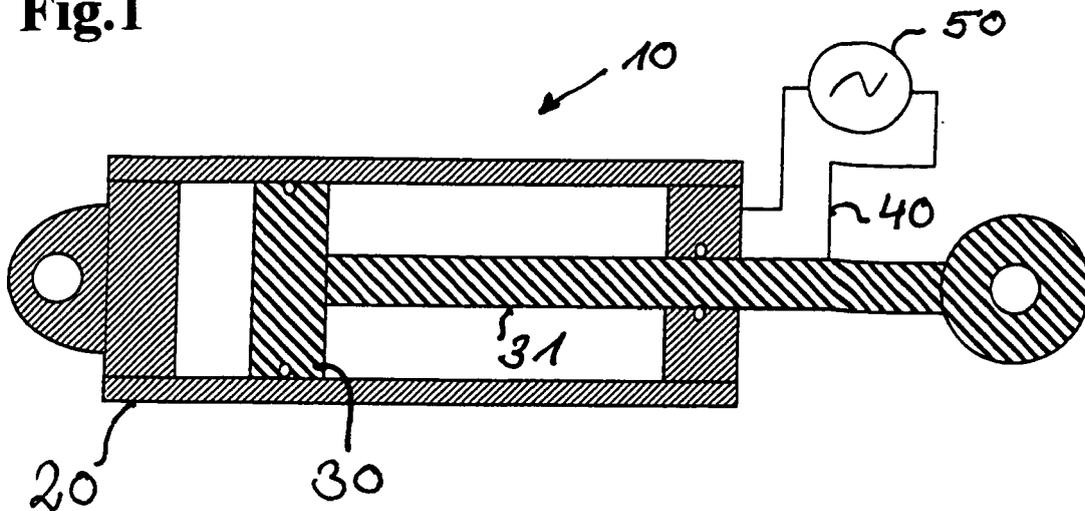
(72) Erfinder:  
 • **De Maglie, Rodolphe, Dr.-Ing.  
 88131 Lindau (DE)**

**(54) Kolben-Zylinder-Einheit mit Vorrichtung zur Positionsbestimmung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kolben-Zylinder-Einheit (10) mit einer Vorrichtung zur Positionsbestimmung, wobei die Vorrichtung wenigstens ein Anregungsmittel (50) umfasst, das mittelbar bzw. unmittelbar mit dem Zylindermantel (20) und dem Zylinderkolben (30) der Kolben-Zylinder-Einheit leitend in Verbindung steht und den aus der Kolben-Zylinder-Einheit (10) und den Kontakt-

leitungen (40) gebildeten elektrischen Schwingkreis zur Schwingung in seiner Resonanzfrequenz anregt, wobei an der Kolben-Zylinder-Einheit (10) ein die Resonanzfrequenz charakterisierendes elektrisches Signal abgreifbar ist. Die Erfindung betrifft des weiteren eine Baumaschine bzw. ein Hubgerät mit einer derartigen Kolben-Zylinder-Einheit.

**Fig.1**



**EP 2 476 916 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kolben-Zylinder-Einheit mit einer Vorrichtung zur Positionsbestimmung.

**[0002]** Die Positionsbestimmung eines Zylinderkolbens stellt eine notwendige und wichtige Aufgabe bei einer Reihe von technischen Anwendungen dar. Insbesondere spielt die exakte Position des Zylinderkolbens oftmals eine tragende Rolle bei der zielgerichteten Ansteuerung der Kolben-Zylinder-Einheit. Darüber hinaus lässt sich durch die Positionsbestimmung die Betriebssicherheit einer Kolben-Zylinder-Einheit maßgeblich erhöhen, da der Einlaß des Hydraulikmediums, insbesondere der Hydraulikflüssigkeit, in den Extrempositionen des Zylinderkolbens exakt gesteuert und folglich rechtzeitig gestoppt werden kann.

**[0003]** Auch ist eine präzise Positionsbestimmung bei der automatischen Ansteuerung der Kolben-Zylinder-Einheiten bei Baumaschinen bzw. Hubgeräten von Bedeutung. Die Kolben-Zylinder-Einheit betätigt in üblicher Weise das Arbeitsgerät der Baumaschine bzw. des Hubgerätes. Eine hinreichend genaue Positionsbestimmung der Kolben-Zylinder-Einheit erhöht die Qualität der Ansteuerung und ist daher dringend erforderlich.

**[0004]** Die vorherrschenden hohen Steuerungsdrücke innerhalb der Kolben-Zylinder-Einheit, die insbesondere bei hydraulischen Zylindereinheiten auftreten, lassen oftmals nur eine geringfügige Modifikation des Kolbens bzw. des Zylindermantels zu, ohne eine sicherheitsrelevante Beeinträchtigung des Gesamtsystems zu bewirken. Aus diesem Grund gestaltet sich die Anordnung einer geeigneten Positionsmeßvorrichtung oftmals als besonders schwierig und kostenintensiv.

**[0005]** Bei zahlreichen Kolben-Zylinder-Einheiten wird die aktuelle Position des Zylinderkolbens durch angeordnete Seilzug-Potentiometer erfaßt.

**[0006]** Ferner sind Verfahren bekannt, die nach einem magnetorestrektiven Prinzip arbeiten. Hier wird durch Anbringen eines Ringmagneten an einer bestimmten Kolbenposition in Kombination mit einem in der Kolbenstange eingebauten Sensor die Position des Kolbens erfaßt.

**[0007]** Allen bereits bekannten Verfahren ist es jedoch gemein, dass aufwändige und kostenintensive Modifikationen der Kolben-Zylinder-Einheit zwingend sind. Zusätzliche Meßwertgeber bzw. Meßsensoren müssen vorerst in die Kolben-Zylinder-Einheit integriert werden.

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kolben-Zylinder-Einheit mit einer Vorrichtung zur Positionsbestimmung aufzuzeigen, die eine zufriedenstellende Stabilität und Robustheit aufweist und dennoch einfach und kostengünstig zu produzieren und anzubringen ist.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch eine Kolben-Zylinder-Einheit mit einer Vorrichtung zur Positionsbestimmung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Kolben-Zylinder-Einheit ist vorzugsweise als Hy-

draulikzylinder ausgeführt und verwendet als Hydraulikmedium besonders bevorzugt ein Hydrauliköl.

**[0010]** Die Vorrichtung zur Positionsbestimmung umfasst wenigstens ein Anregungsmittel, das mittelbar oder unmittelbar mit dem Zylindermantel und mittelbar oder unmittelbar mit dem Zylinderkolben der Kolben-Zylinder-Einheit elektrisch leitend in Verbindung steht. Zylindermantel und Zylinderkolben fungieren dabei jeweils als Elektrode eines Serienschwingkreises. Die Kolbenstange und der Zylindermantel bilden eine Serieninduktivität. Gegenüberliegende Kolben- und Zylindermantelflächen mit Hydraulikmedien bilden eine Kapazität. Demnach kann die vollständige Kolben-Zylinder-Einheit als ein Schwingkreis aufgefaßt werden.

**[0011]** Das erfindungsgemäße Anregungsmittel dient zur Anregung des elektrischen Serienschwingkreises zur Schwingung in seiner Resonanzfrequenz. Die sich einstellende Resonanzfrequenz eines Schwingkreises ist grundsätzlich durch die Kapazität bzw. Induktivität bedingt. Folglich kann anhand der Resonanzfrequenz auf die variable Kapazität der Kolben-Zylinder-Einheit geschlossen werden, wobei die Kapazität und Induktivität von der aktuellen Kolbenstellung abhängt. So ist aus der Resonanzfrequenz die aktuelle und exakte Kolbenposition bestimmbar. Zu diesem Zweck ist weiter erfindungsgemäß ein die Resonanzfrequenz charakterisierendes elektrisches Signal an der Vorrichtung abgreifbar.

**[0012]** Die Erfindung macht sich den Vorteil zu nutze, dass die Kolben-Zylinder-Einheit ohne Modifikation zur Ausbildung eines elektrischen Schwingkreises geeignet ist. Im Gegensatz zum Stand der Technik müssen keine externen Sensoren bzw. Meßgeber oder zusätzliche Elektroden am oder innerhalb der Kolben-Zylinder-Einheit angeordnet werden. Die bekannten Komponenten einer Kolben-Zylinder-Einheit, wie der Zylindermantel und der Zylinderkolben werden zur Ausbildung eines Serienschwingkreises herangezogen.

**[0013]** Vorteilhafterweise umfasst das Anregungsmittel eine Oszillatorschaltung, die elektrisch mit der Kolben-Zylinder-Einheit in Verbindung steht. Als besonders vorteilhaft erweist sich eine Hartley-Oszillator-Schaltung.

**[0014]** Die Resonanzfrequenz des Schwingkreises ist als hochfrequentes Signal einzuordnen und liegt erfahrungsgemäß im Megahertzbereich. Die Kolben-Zylinder-Einheit kann als Antenne wirken, die elektromagnetische Wellen abstrahlt. In diesem Zusammenhang kann es zweckmäßig sein, dass vorteilhafterweise zumindest ein Teil der Vorrichtung zur Positionsbestimmung innerhalb des Zylindergehäuses bzw. des Zylindermantels angeordnet ist. Insbesondere ist das Anregungsmittel im Innenraum der Kolben-Zylinder-Einheit bzw. einem dafür vorgesehenen Hohlraum der Kolben-Zylinder-Einheit angeordnet. Die abschirmende Wirkung des Zylindermantels wirkt sich vorteilhaft auf die EMV-Charakteristik der Vorrichtung bzw. der Kolben-Zylinder-Einheit aus.

**[0015]** Alternativ kann bevorzugt wenigstens ein zusätzliches Abschirmungsmittel vorgesehen sein, dass die extern angeordnete Vorrichtung zur Positionsbestim-

mung, insbesondere das Anregungsmittel abdeckt und die Ausstrahlung der elektromagnetischen Wellen unterbindet. Als vorteilhaft erweist sich eine magnetische Abschirmung, die insbesondere aus einem ferromagnetischen Material angefertigt ist. Gleichfalls sind selbstverständlich auch andere Abschirmungsmaterialien denkbar, die die Vorrichtung zur Positionsbestimmung geeignet abdecken und abschirmen. Weiterhin erweist sich der Einsatz wenigstens eines EMI-Filters als vorteilhaft.

**[0016]** Bevorzugt ist das abzugreifende Signal, das die Resonanzfrequenz charakterisiert, eine elektrische Spannung. Diese Spannung besitzt während des Schwingungsvorgangs der Kolben-Zylinder-Einheit einen oszillierenden Signalverlauf, vorteilhafterweise wird galvanisch getrennt, und als Rechtecksignal für digitale Auswertung verwendet.

**[0017]** Das Schwingungsverhalten wird unter Umständen durch die Schwingkreiskomponenten bzw. äußere Einflüsse gedämpft und beeinflusst. Um die Amplitude der Schwingung konstant zu halten, kann eine Schaltungsvorrichtung zur Stabilisierung der abgreifbaren Spannung vorteilhaft sein. Zu den äußeren Einflüssen zählen beispielsweise Feuchtigkeit, Staubablagerungen, etc. Durch diese Maßnahme lässt sich die Resonanzfrequenz stabilisieren und ermöglicht eine hinreichend genaue Positionsbestimmung.

**[0018]** Vorzugsweise ist ein Auswertemittel vorgesehen, das zur Auswertung des Signals und zur Ausgabe der vorliegenden Kolbenposition geeignet ist. Das Auswertemittel kann ein entsprechend konfigurierter Mikrocontroller bzw. eine geeignete analoge Schaltungsvorrichtung sein. Das Auswertemittel ist entweder fest mit der Kolben-Zylinder-Einheit verbunden oder lösbar mit dieser verbindbar.

**[0019]** Zur Reduzierung der Resonanzfrequenz kann vorteilhafterweise eine zusätzliche Induktivität zwischen Anregungsmittel und Kolben oder zwischen Anregungsmittel und Zylindermantel angeordnet sein. Dies kann aus EMV-technischen Gründen vorteilhaft sein.

**[0020]** Die Kontaktierung zwischen Anregungsmittel und Kolben-Zylinder-Einheit ist vorteilhafterweise durch einen Schleifkontakt hergestellt. Insbesondere der Kontakt zwischen dem bewegbaren Teil der Kolben-Zylinder-Einheit, insbesondere der Kolbenstange, ist bevorzugt mittels Schleifkontakt realisiert. Als zweckmäßig erweist sich ein Bürstenkontakt zwischen Kolbenstange und Anregungsmittel, wobei die Bürste während der Kolbenbewegung entlang der Kolbenstangenoberfläche gleitet. Die Bürste besteht vorzugsweise aus Karbon, Bronze oder einem anderen geeigneten Material.

**[0021]** Alternativ kann die Kontaktierung zwischen der Kolbenstange und dem Anregungsmittel mittels eines kapazitiven bzw. leitenden Rings erfolgen. Der Ring ist koaxial zur Kolbenstange gleitbar auf deren Oberfläche angeordnet. Durch die Verwendung eines kapazitiven Rings wird eine zusätzliche konstante Kapazität geschaffen, die in Serie zu der Schwingkreisschaltung geschaltet ist.

**[0022]** Vorzugsweise besteht der Ring aus einem leitenden Material, das mittelbar bzw. unmittelbar mit dem Anregungsmittel in Verbindung steht, wobei zwischen Ring und Kolbenstange ein Dielektrikum angeordnet ist bzw. der leitende Ring direkt mit der Kolbenstange galvanisch verbunden ist. Ferner kann eine Isolierung zwischen der Kolben-Zylinder-Einheit und dem Oszillator bzw. dem Anregungsmittel durch Einfügen eines Transformators erreicht werden. Die Streuinduktivität des Transformators kann ebenfalls zur Reduzierung der Resonanzfrequenz genutzt werden.

**[0023]** Die vorliegende Erfindung betrifft des weiteren eine Baumaschine bzw. ein Hubgerät mit einer Kolben-Zylinder-Einheit nach einer der voranstehenden vorteilhaften Ausführungen. Die erfindungsgemäße Baumaschine bzw. das Hubgerät weist offensichtlich dieselben Vorteile und Eigenschaften wie die voranstehend beschriebene Kolben-Zylinder-Einheit auf, weshalb an dieser Stelle auf eine erneute Erläuterung verzichtet wird.

**[0024]** Die Verwendung der Kolben-Zylinder-Einheit ist keinesfalls auf Baumaschinen bzw. Hubgeräte begrenzt. Mögliche Einsatzbereiche ergeben sich bei Luftfahrzeugen bzw. allgemein bei allen Maschinen/Geräten mit Hydraulik/Pneumatik-Technik.

**[0025]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

30 Figur 1: die erfindungsgemäße Kolben-Zylinder-Einheit mit einer Vorrichtung zur Positionsbestimmung,

35 Figur 2: ein Schaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Positionsbestimmung,

Figur 3: eine vorteilhafte Erweiterung der erfindungsgemäßen Kolben-Zylinder-Einheit,

40 Figur 4: die erfindungsgemäße Kolben-Zylinder-Einheit mit einem zusätzlichen Abschirmungsmittel,

45 Figur 5: eine alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kolben-Zylinder-Einheit,

Figur 6: die erfindungsgemäße Kolben-Zylinder-Einheit mit einem angeordneten kapazitiven Ring,

50 Figur 7: eine Schnittdarstellung des kapazitiven Rings bzw. der Kolbenstange entlang der Schnittlinie A-A und

55 Figur 8: eine weitere vorteilhafte Ausführung der erfindungsgemäßen Kolben-Zylinder-Einheit.

**[0026]** Figur 1 zeigt die erfindungsgemäße Kolben-Zy-

linder-Einheit 10 mit einer Vorrichtung zur Positionsbestimmung. Der Aufbau der Kolben-Zylinder-Einheit 10 ähnelt einer bekannten Kolben-Zylinder-Einheit. Im einzelnen umfasst die Einheit 10 einen rohrförmigen Zylinder-Mantel 20, in dessen Hohlraum ein Kolben 30 mit angeordneter Kolbenstange 31 linear verschiebbar gelagert ist.

**[0027]** Die Kolben-Zylinder-Einheit 10 wird bevorzugt bei Baumaschinen bzw. Hubgeräten eingesetzt, wobei ein befestigtes Arbeitsgerät durch die Kolben-Zylinder-Einheit 10 angetrieben wird. Der Automatikbetrieb des Arbeitsgerätes erfordert die präzise Positionsbestimmung des Kolbens 30.

**[0028]** Um eine exakte Positionsbestimmung zu ermöglichen müssen weder zusätzliche Sensoren, Elektroden oder Meßwertgeber an oder in der Kolben-Zylinder-Einheit 10 installiert werden. Statt dessen wird der Vorteil ausgenützt, dass die gesamte Kolben-Zylinder-Einheit 10 durch entsprechende Anregung als elektrischer Schwingkreis wirkt. Im einzelnen bildet der Kolben 30 eine erste Elektrode eines Serienschwingkreises und der Zylindermantel 20 die zweite Elektrode des Serienschwingkreises. Weder der Kolben 30, noch die Kolbenstange 31 sind leitend mit dem Zylindermantel 20 verbunden, sondern statt dessen über Dichtungen zwischen Kolben 30 und Zylindermantel 20 sowie im Öffnungsbereich des Zylindermantels 20 und der austretenden Kolbenstange 31 gleitend gelagert. Zwischen dem Kolben 30 und dem Zylindermantel 20 befindet sich bei einem Hydraulikzylinder ein Hydraulikmedium, insbesondere Hydrauliköl, das als Dielektrikum zwischen den beiden Elektroden agiert.

**[0029]** Zur Anregung des Schwingkreises dient ein Oszillator 50, der über die elektrischen Leitungen 40 einmal mit dem Zylindermantel 20 sowie mit der Kolbenstange 31 in Verbindung steht.

**[0030]** Nach Anregung des Schwingkreises über den Oszillator 50 schwingt dieser mit seiner Resonanzfrequenz. Die gebildete Impedanz aus Kolben 30 und Zylindermantel 20 hängt von der jeweiligen Stellung des Kolbens 30 im Hohlraum des Zylinders ab. Da die Kapazität bzw. Induktivität des Schwingkreises die einstellende Resonanzfrequenz beeinflussen, lässt sich anhand der erfaßten Resonanzfrequenz ein Rückschluß auf die vorliegende Impedanz der Kolben-Zylinder-Einheit 10 treffen.

**[0031]** Zu diesem Zweck wird im Bereich des Oszillators 50 eine entsprechende Ausgangsspannung  $V_{out}$  abgegriffen und durch ein entsprechendes nicht dargestelltes Auswertemittel analysiert bzw. interpretiert und gegebenenfalls optisch oder akustisch angezeigt.

**[0032]** Die elektrische Kontaktierung zwischen dem Oszillator 50 und der bewegbaren Kolbenstange 31 wird mit Hilfe eines Schleifkontaktes realisiert. Das der Kolbenstange 31 zugewandte Ende der Anschlußleitung 40 des Oszillators 50 weist hierzu einen Bürstenkontakt auf, der gleitend auf der Oberfläche der Kolbenstange 31 verläuft. Die Bürsten dieser Kontaktstelle sind bevorzugt aus

Karbon, Bronze oder einem sonstigen geeigneten Material gefertigt.

**[0033]** Figur 2 zeigt eine Schaltbilddarstellung der erfindungsgemäßen Kolben-Zylinder-Einheit 10 mit der entsprechenden verschalteten Vorrichtung zur Positionsbestimmung. Die gekennzeichnete Ausgangsspannung  $V_{out}$  weist einen oszillierenden Signalverlauf auf und beschreibt entsprechend die vorliegende Resonanzfrequenz des gesamten Schwingkreises. Diese Spannung bzw. der Spannungsverlauf verändert sich in Abhängigkeit der entsprechenden Kolbenstellung der Kolben-Zylinder-Einheit 10.

**[0034]** In Figur 3 ist die aus Figur 1 bekannte erfindungsgemäße Kolben-Zylinder-Einheit 10 dargestellt, wobei diese um eine zusätzliche Induktivität zwischen dem Oszillator 50 und dem Zylindermantel 20 ergänzt ist. Da der gebildete Schwingkreis in einem hochfrequenten Resonanzfrequenzbereich schwingt, kann durch die zusätzlich in Serie geschaltete Induktivität 60 die Resonanzfrequenz maßgeblich reduziert werden.

**[0035]** Unter Umständen muß die Anwendung der Kolben-Zylinder-Einheit 10 bei Baumaschinen bzw. Hubgeräten hohen EMV-Anforderungen genügen. Wie bereits voranstehend erwähnt wurde, treten bei der erfindungsgemäßen Anordnung besonders hochfrequente Schwingungen auf, die sich unter Umständen in den Megahertzbereich erstrecken können. Um den erforderlichen EMV-Anforderungen gerecht zu werden, wird, wie in Figur 4 dargestellt, eine zusätzliche Abschirmung 70 installiert, die den Bereich um den Oszillator 50 abdeckt, und die freiwerdenden elektromagnetischen Wellen aufgrund der Antennencharakteristik der Kolben-Zylinder-Einheit 10 gegenüber der Umwelt abschirmt. Eine solche Abschirmung 70 ist beispielsweise aus einem ferromagnetischen Material angefertigt. Selbstverständlich sind sämtliche Materialien vorstellbar, die eine ausreichende Abschirmung der elektromagnetischen Wellen gewährleisten.

**[0036]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung lässt sich der Zylindermantel 20 als Abschirmmittel zweckentfremden. Wie dies Figur 5 zeigt, ist der Oszillator 50 im Hohlraum des Zylindermantels 20 montiert. Weiterhin können Funkenentstörfilter an den Ausgängen des Oszillators 50 geschaltet sein.

**[0037]** Als Alternative zu der Ausführung der Kolben-Zylinder-Einheit mit Schleifkontakten kann die Verbindung zwischen Oszillator 50 und Kolbenstange 31 mit Hilfe eines kapazitiven bzw. leitenden Rings 80 umgesetzt sein. Wie in Figur 6 dargestellt, verläuft ein derartiger Ring 80 coaxial zur Kolbenstange 31 und liegt gleitend auf der Oberfläche der Kolbenstange 31 auf.

**[0038]** Eine Schnittdarstellung entlang der Schnittachse A-A ist der Figur 7 zu entnehmen. Diese zeigt den kapazitiven Ring 80, der aus einem leitenden Material hergestellt ist. Zwischen der Kolbenstange 31 und dem kapazitiven Ring 80 befindet sich ein Dielektrikum 90. Ring 80 und Kolbenstange 31 bilden eine konstante Kapazität, die in Serie zu der Schwingkreisschaltung ge-

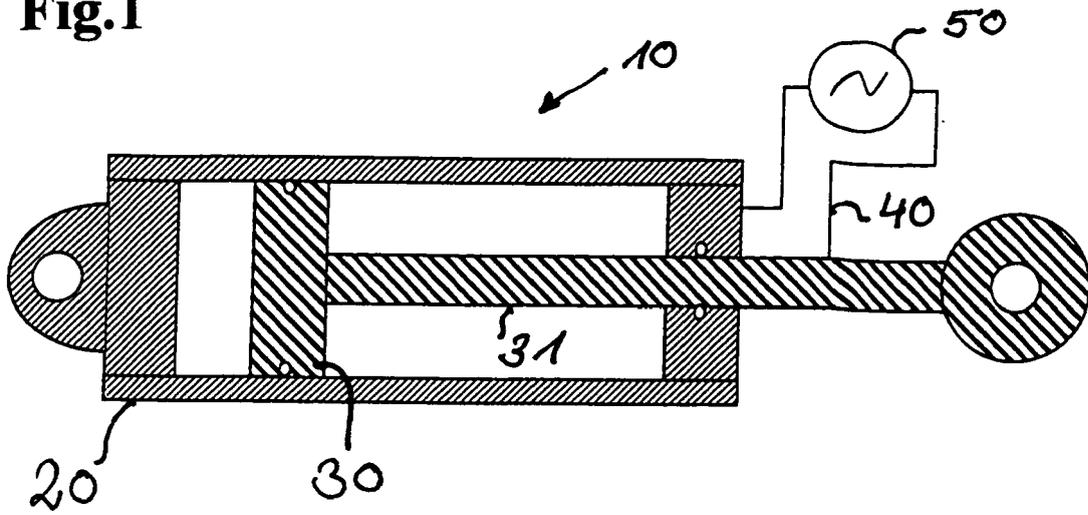
schaltet ist.

**[0039]** Die letzte Figur (Figur 8) zeigt eine mögliche Entkopplung des Oszillators 50 von der Kolben-Zylinder-Einheit 10. Die elektrische Verbindung ist über einen Transformator 100 hergestellt. Die interne Induktivität des Transformators 100 wirkt als zusätzlich in Serie geschaltete Induktivität des Schwingkreises, wodurch die sich einstellende Resonanzfrequenz weiter reduziert wird. Durch den Transformator 100 ist ferner eine elektrische Isolation zwischen dem Zylinder und dem Oszillator 50 realisiert.

#### Patentansprüche

1. Kolben-Zylinder-Einheit mit einer Vorrichtung zur Positionsbestimmung, wobei die Vorrichtung wenigstens ein Anregungsmittel umfasst, das mittelbar/unmittelbar mit dem Zylindermantel und dem Zylinderkolben der Kolben-Zylinder-Einheit elektrisch leitend in Verbindung steht und den aus der Kolben-Zylinder-Einheit und den Kontaktleitungen gebildeten elektrischen Schwingkreis zur Schwingung in seiner Resonanzfrequenz anregt, wobei an der Kolben-Zylinder-Einheit ein die Resonanzfrequenz charakterisierendes elektrisches Signal abgreifbar ist. 5
2. Kolben-Zylinder-Einheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anregungsmittel ein Oszillator, insbesondere ein Hartley-Oszillator ist. 10
3. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung zur Positionsbestimmung zumindest teilweise innerhalb des Zylindergehäuses bzw. des Zylindermantels angeordnet ist. 15
4. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das abgreifbare elektrische Signal eine meßbare Spannung ist. 20
5. Kolben-Zylinder-Einheit nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schaltungsvorrichtung zur Stabilisation der abgreifbaren Spannung bzw. zur Aufrechterhaltung der Resonanzschwingung vorgesehen ist. 25
6. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Auswertemittel zur Auswertung des abgegriffenen Signals und gegebenenfalls zur Ausgabe bzw. Darstellung der Kolbenposition. 30
7. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine zusätzliche Induktivität zwischen Anregungsmittel und Kolben oder zwischen 35
- Anregungsmittel und Zylindermantel angeordnet ist.
8. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein zusätzliches Abschirmmittel, insbesondere aus ferrormagnetischem Material, zur Abschirmung der Vorrichtung vorgesehen ist. 40
9. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Kontakt zwischen Anregungsmittel und Kolben-Zylinder-Einheit, insbesondere der Kolbenstange, mittels eines Schleifkontaktes erfolgt. 45
10. Kolben-Zylinder-Einheit nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Schleifkontakt ein kapazitiver Ring um die Kolbenstange angeordnet ist, der eine zusätzlich in Serie geschaltete Kapazität innerhalb des Schwingkreises darstellt. 50
11. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anregungsmittel über einen Transformator mit der Kolben-Zylinder-Einheit in Verbindung steht. 55
12. Baumaschine oder Hubgerät mit einer Kolben-Zylinder-Einheit gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11.

**Fig.1**



**Fig.2**

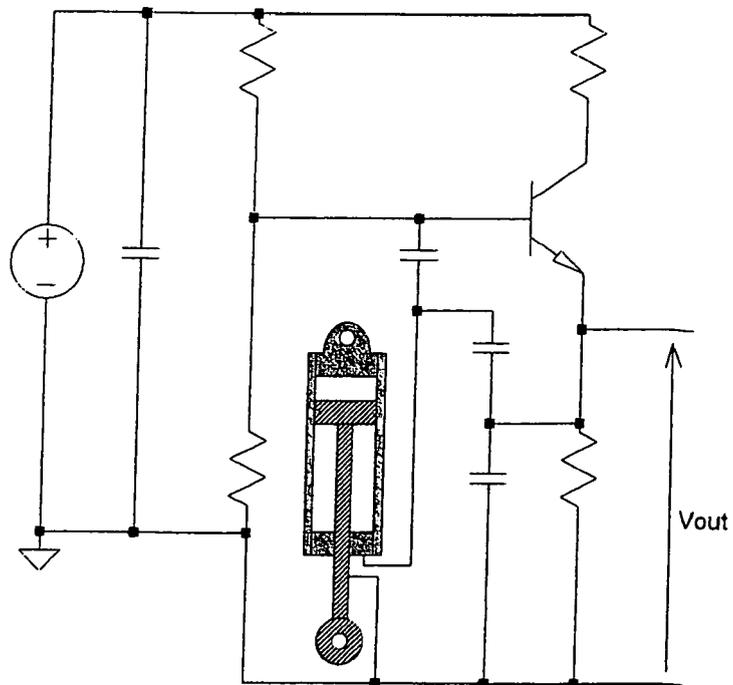


Fig.3

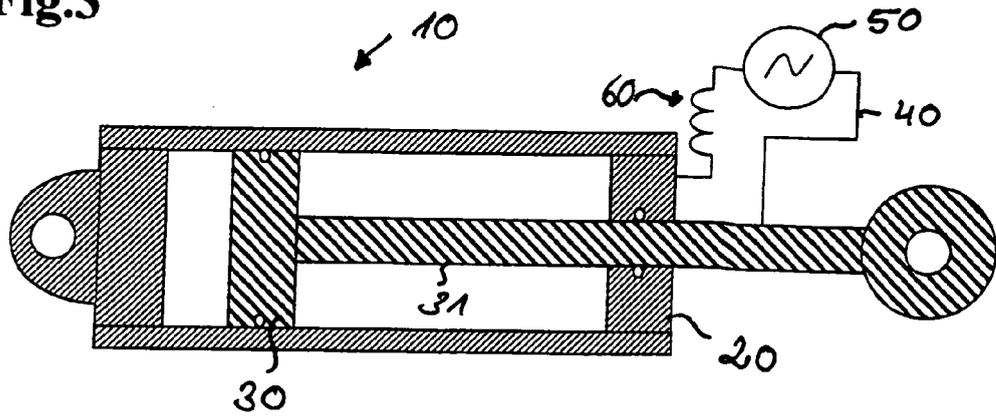


Fig.4

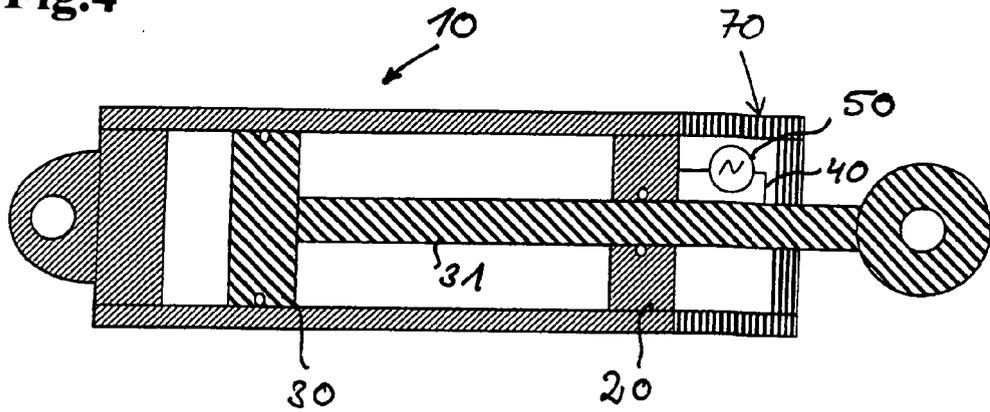
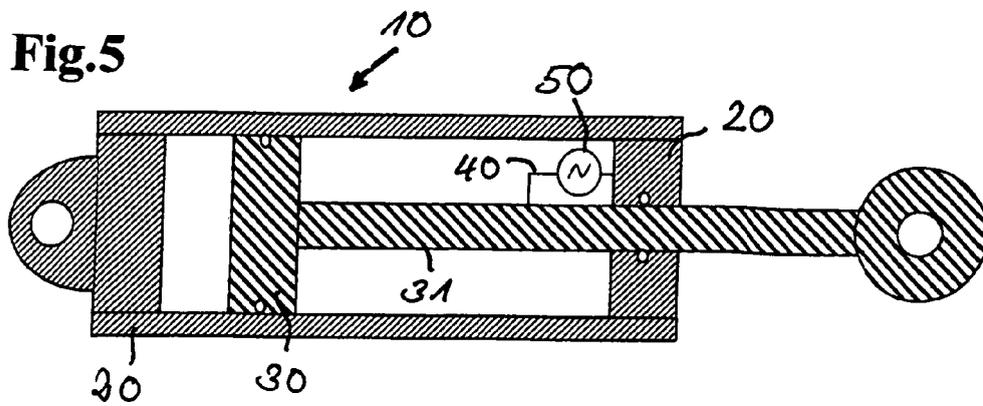
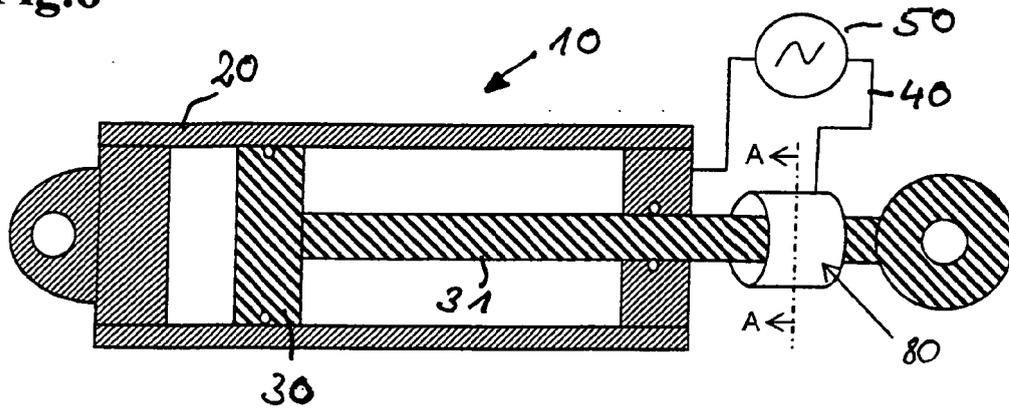


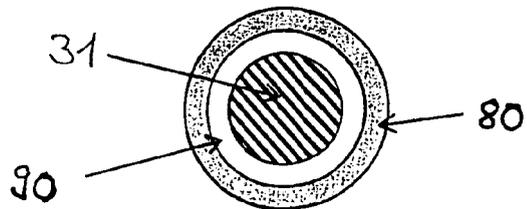
Fig.5



**Fig.6**



**Fig.7**



**Fig.8**

