



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.05.2022 Patentblatt 2022/21

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E02D 7/06 (2006.01) B06B 1/18 (2006.01)
E02D 7/18 (2006.01) E21B 1/26 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20207463.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E02D 7/18; B06B 1/18; E02D 7/06; E21B 1/26

(22) Anmeldetag: **13.11.2020**

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

(71) Anmelder: **Eurodrill GmbH**
57489 Drolshagen (DE)

(72) Erfinder: **MERZHÄUSER, Markus**
57489 Drolshagen - Bleche (DE)

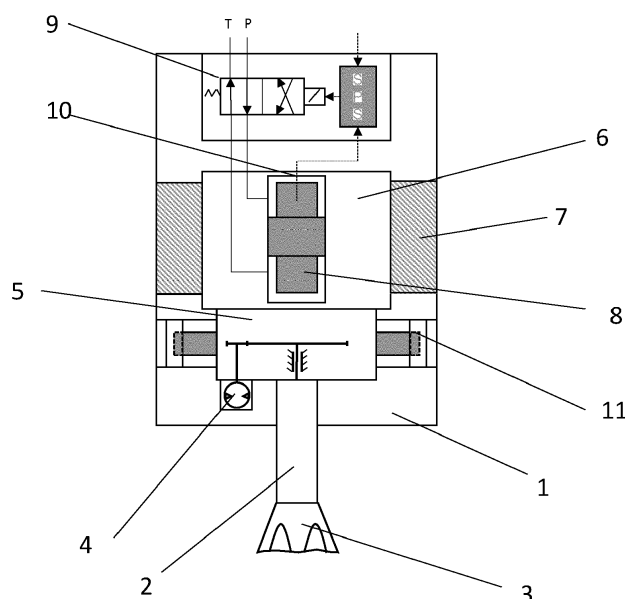
(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB**
Irmgardstraße 3
81479 München (DE)

(54) **VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG VON SCHLAGIMPULSEN ODER SCHWINGUNGEN FÜR EINE BAUMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erzeugen von Schlagimpulsen oder Schwingungen für eine Baumaschine, mit einem Gehäuse, einem Kolben, welcher in einem Arbeitsraum in dem Gehäuse reversierend zwischen einem ersten Umkehrpunkt und einem zweiten Umkehrpunkt hin und her bewegbar ist, einer Druckfluidversorgung durch welche im Bereich des ersten Umkehrpunktes und des zweiten Umkehrpunktes jeweils Druckfluid in den Arbeitsraum ein- und ausleitbar ist, wobei der Kolben zum Erzeugen der Schlagimpulse beziehungsweise der Schwingungen in

die reversierende Bewegung versetzbar ist, mindestens einem steuerbaren Ventil, durch welches das Druckfluid in den Arbeitsraum ein- und/oder ausleitbar ist, und einer Steuereinheit, welche mit dem mindestens einen steuerbaren Ventil in Verbindung steht, wobei durch die Steuereinheit die Bewegung des Kolbens in dem Arbeitsraum steuerbar und veränderbar ist. Nach der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuereinheit ausgebildet ist, den Kolben mit einer Frequenz zu bewegen, welche einer Resonanzfrequenz einer Gesamtanordnung entspricht, welche den Kolben und das Druckfluid umfasst.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen von Schlagimpulsen oder Schwingungen für eine Baumaschine, mit einem Gehäuse, einem Kolben, welcher in einem Arbeitsraum in dem Gehäuse reversierend zwischen einem ersten Umkehrpunkt und einem zweiten Umkehrpunkt hin und her bewegbar ist, einer Druckfluidversorgung, durch welche im Bereich des ersten Umkehrpunktes und des zweiten Umkehrpunktes jeweils Druckfluid in den Arbeitsraum ein- und ausleitbar ist, wobei der Kolben zum Erzeugen der Schlagimpulse beziehungsweise der Schwingungen in die reversierende Bewegung versetzbar ist, mit mindestens einem steuerbaren Ventil, durch welches das Druckfluid in den Arbeitsraum ein- und/oder ausleitbar ist, und einer Steuereinheit, welche mit dem mindestens einen steuerbaren Ventil in Verbindung steht, wobei durch die Steuereinheit die Bewegung des Kolbens in dem Arbeitsraum steuerbar und veränderbar ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Erzeugen von Schlagimpulsen oder Schwingungen für eine Baumaschine, bei dem ein Kolben in einem Arbeitsraum in einem Gehäuse reversierend zwischen einem ersten Umkehrpunkt und einem zweiten Umkehrpunkt hin und her bewegt wird, wobei zum Erzeugen der Schlagimpulse beziehungsweise der Schwingungen der Kolben mittels eines Druckfluids in eine reversierende Bewegung versetzt wird und das Druckfluid im Bereich des ersten Umkehrpunktes und des zweiten Umkehrpunktes in den Arbeitsraum ein- und ausgeleitet wird, wobei eine Steuereinheit mindestens ein steuerbares Ventil steuert, durch welches Druckfluid in den Arbeitsraum ein- und/oder ausgeleitet wird, und durch die Steuereinheit die Bewegung des Kolbens gesteuert wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0003] Ein gattungsgemäßer Schwingungserzeuger ist aus der EP 3 417 951 A1 bekannt. Bei diesem bekannten Schwingungserzeuger wird der Arbeitsraum in einem Gehäuse durch einen Arbeitskolben in zwei Druckkammern unterteilt. Die beiden Druckkammern werden gezielt über einen Einlass und einen Auslass mit einem Druckfluid wechselweise versorgt oder entsorgt, so dass sich der Arbeitskolben reversierend bewegt und eine Schwingung erzeugt. Die zeitlich abgestimmte Versorgung und Entsorgung von Druckfluid in die einzelnen Druckkammern erfolgt über ein steuerbares Ventil und eine komplexe Kanalanordnung in dem Gehäuse. Zudem ist innerhalb des Arbeitskolbens noch eine Messeinrichtung angeordnet, mittels der eine exakte Positionsbestimmung des Arbeitskolbens im Arbeitsraum und somit gegenüber dem Gehäuse erfolgt. Mittels einer Steuereinrichtung können sowohl die Öffnungs- und/oder Schließzeitpunkte des steuerbaren Ventils als auch weitere Parameter zur Druckfluidversorgung eingestellt werden. Durch Veränderung der Parameter über diese Steuereinrichtung können insbesondere sowohl

die Frequenz als auch der Hub des Arbeitskolbens im Gehäuse variiert werden. In einem Programmspeicher können verschiedene Parameter hinterlegt werden, die eine selektive Ansteuerung des Schwingungserzeugers erzeugen, so dass für den Arbeitseinsatz optimal angepasste Frequenz und Hublänge für den Schwingungserzeuger gewählt werden können.

[0004] Zwar ist es mit bekannten Schwingungserzeugern möglich, in Grenzen die Frequenz und den Hub zu verändern, um die für den Einsatzfall geeigneten Schwingungsparameter einzustellen. Allerdings wurde zur prinzipiellen Ermittlung der Schwingungsparameter und zur Einstellung des schwingenden Systems in erster Linie die Masse des schwingenden Kolbens herangezogen. Aufgrund insbesondere der Kolbenmasse wurde eine geeignete Frequenz abgeschätzt.

[0005] Weitere mechanische Steuereinrichtungen bei Schwingungserzeugern gehen beispielsweise auch aus der GB-A-920,158, der US-A-4,026,193 oder der US-A-4,031,812 hervor. All diese bekannten Vorrichtungen weisen einen Arbeitskolben und einen Steuerkolben auf, welche abhängig von der jeweiligen Position im Gehäuse bestimmte Kanäle öffnen oder schließen, wodurch eine gezielte wechselweise Versorgung der beiden gegenüberliegenden Druckkammern zum Bewegen des Arbeitskolbens bewirkt wird.

[0006] Derartige Vorrichtungen sind in der Herstellung zeit- und kostenaufwändig. Zudem wird durch das Kanalbild bei einem vorgegebenen Druckniveau ein bestimmtes Schwingungs- oder Schlagverhalten des Kolbens fest vorgegeben. Eine Veränderung der Schwingungsfrequenz und der Schlagenergie sind nur in eng begrenztem Umfang möglich und bedürfen teilweise aufwändiger mechanischer Überarbeitungen.

[0007] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erzeugen von Schlagimpulsen oder Schwingungen anzugeben, mit welchen ein besonders effizientes Schlag- oder Schwingungsverhalten erreicht werden kann.

[0008] Die Aufgabe wird zum einen durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgebildet ist, den Kolben mit einer Frequenz zu bewegen, welche einer Resonanzfrequenz einer Gesamtanordnung entspricht, welche den Kolben und das Druckfluid umfasst. Es ist eine Erkenntnis der Erfindung, dass die Gesamtanordnung der Vorrichtung zur Erzeugung von Schlagimpulsen und/oder Schwingungen nicht nur von den Eigenschaften des Kolbens, wie dessen Durchmesser und dessen Masse abhängt, sondern in entscheidendem Maße auch von weiteren das Druckfluid beeinflussenden Parametern, vorzugsweise den auftretenden Drücken, den Leitungsquerschnitten, Leitungslängen, Leitungs-

formen und -oberflächen, als auch den Schaltzeiten und der Ventilschieberform mit seinen Steuerkanten und der Ventilschieberanordnung im Gehäuse des Steuerventils abhängen. Diese weiteren Parameter können einen entscheidenden Einfluss auf die Resonanzfrequenz und den zugeordneten Kolbenhub haben und damit auf die durch die erfindungsgemäße Vorrichtung übertragene Kraft oder den übertragenen Schlagimpuls.

[0010] Eine Grundidee der Erfindung besteht darin, die nunmehr mögliche variable Ansteuerung des Kolbens, d.h. des Schwingungs- und/oder Schlagimpulserzeugers derart zu verbessern, dass dessen Beaufschlagung mit Druckfluid mit an das System und den gewünschten Einsatz angepassten Parametern erfolgt und z.B. ein besseres Eindringen des an dem Schwingungs- und Schlagimpulserzeuger angeschlossenen Werkzeugs, z.B. in unterschiedliche Untergründe zu ermöglichen. Durch die Ermittlung der Resonanzparameter für die Gesamtanordnung, die den Kolben und das Druckfluid umfasst, kann einerseits die geeignete Resonanzfrequenz und der Resonanzhub ermittelt werden und andererseits durch die mögliche variable Ansteuerung des Schwingungserzeugers eine dynamische Anpassung der Parameter auch im Betrieb erfolgen, um sich auf Änderungen im Ablauf einzustellen. Diese Änderungen können beispielsweise bei Erdbohrverfahren durch Veränderungen in den zu durchdringenden Erd- oder Gesteinsschichten verursacht werden. Auch können verschiedene Randbedingungen die Resonanzfrequenz beeinflussen, wie Verschleiß, Alterung, Temperatur- und Viskositätsänderung des Druckfluids etc..

[0011] Somit kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung die nunmehr mögliche dynamische Anpassung der Parameter in Echtzeit im Betrieb erfolgen und durch die permanente Erfassung der tatsächlichen Schwingung die Resonanzfrequenz in einem Regelkreis nahezu optimiert werden, um eine verbesserte Schwingung des Kolbens und somit eine erhöhte Kraft- und/oder Impulserzeugung zu erreichen. Somit ist es möglich, einen vielseitig einsetzbaren Schwingkreis zu gestalten, der ein sehr breites Einsatzspektrum der Vorrichtung in einer Baumaschine ermöglicht.

[0012] Für die erfindungsgemäße Vorrichtung können grundsätzlich alle geeigneten steuerbaren Ventile eingesetzt werden. Besonders zweckmäßig ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass das Ventil ein Elektromagnetventil ist. Der Ventilkörper kann dabei durch eine elektromagnetische Anordnung zwischen einer Öffnungs- und einer Schließposition verstellt werden. Dabei können auch Zwischenstellungen eingestellt werden, so dass sich die Zufuhrmenge an Druckfluid in den Arbeitsraum einstellen lässt. Grundsätzlich kann jedes Druckfluid vorgesehen sein, wobei vorzugsweise Hydrauliköl eingesetzt wird.

[0013] Eine bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung besteht darin, dass eine Messeinrichtung zum Bestimmen einer Position des Kolbens in dem Arbeitsraum vorgesehen ist. Hinsichtlich der Messeinrichtung

können alle nutzbaren Sensoren zur Längen- oder Positionsmessung eingesetzt werden, welche insbesondere optisch, kapazitiv, induktiv, magnetisch oder in sonstiger Weise arbeiten.

[0014] Besonders vorteilhaft ist es nach einer Ausführungsform der Erfindung, dass die Messeinrichtung einen Linearsensor aufweist. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn der Kolben im Gehäuse linear zwischen den beiden Umkehrpunkten bewegt wird.

[0015] Grundsätzlich kann der Kolben in dem Gehäuse reversierend derart bewegt werden, dass der Kolben mit seinen beiden Stirnseiten die Gehäusewand nicht berührt. Auf diese Weise kann die Vorrichtung als ein sogenannter Schwingungserzeuger eingesetzt werden. Eine vorteilhafte Ausbildung der Erfindung besteht darin, dass an zumindest einem Umkehrpunkt eine Schlagfläche angeordnet ist, auf welche der Kolben zum Erzeugen eines Schlagimpulses gezielt aufschlägt. Grundsätzlich kann eine Schlagfläche zu beiden gegenüberliegenden Stirnseiten des Kolbens am Gehäuse angeordnet sein. Bevorzugt ist jedoch lediglich eine einzige Schlagfläche, so dass gezielte Schlagimpulse erzeugbar sind, wie sie etwa für ein Schlagbohren gewünscht sind.

[0016] Nach einer weiteren bevorzugten Variante umfasst die Gesamtanordnung das Gehäuse. Hierdurch können weitere den Schwingkreis beeinflussende Faktoren und Parameter abgebildet werden, wie zum Beispiel die Querschnitte und Rauigkeiten der Kanäle für die Zu- und Ableitung des Druckfluids zu dem Arbeitsraum, als auch eventuelle Krümmerverluste dieser Kanäle im Gehäuse.

[0017] Nach einer weiteren Variante der Erfindung ist es bevorzugt, dass durch die Steuereinheit eine Frequenz und/oder ein Hub des Kolbens einstellbar und verstellbar sind. Zur Veränderung der Frequenz sind insbesondere die Öffnungs- und Schließzeitpunkte und gegebenenfalls die Zuführung von Hydraulikenergie durch die Steuereinheit einstellbar. Auch kann der Hub des Kolbens durch eine Lageveränderung der beiden Umkehrpunkte durch eine entsprechende Öffnung und Schließung der steuerbaren Ventile erzielt werden. Hierfür weist die Steuereinheit vorzugsweise eine Eingabeschnittstelle, beispielsweise ein Eingabefeld, auf. Auch kann die Steuereinheit unmittelbar durch eine übliche Maschinensteuerung von einer Bedieneinheit durch einen Bediener entsprechend betätigt werden.

[0018] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung ist die Masse des Kolbens und/oder des Gehäuses durch Anbringen oder Entfernen von Justiergewichten veränderbar. Gerade die Veränderung der Kolben und/oder Zylindermasse bewirkt eine substantielle Veränderung der Resonanzfrequenzen bei der Erzeugung der Schwingungen bzw. der Schlagimpulse in der Vorrichtung. Gerade die Kombination einer variablen Ansteuerung des Druckfluids durch Setzen der Kolben Umkehrpunkte und der darauf abgestimmten Kolben bzw. Gehäusemasse ermöglicht es breite Einsatzbereiche mit diesem System abzudecken.

[0019] Eine weitere bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung kann darin gesehen werden, dass die Steuereinheit einen Programmspeicher aufweist, in welchem verschiedene Steuerprogramme zum Steuern des Kolbens abspeicherbar sind. So können für bestimmte Einsatzzwecke spezielle Steuerprogramme hinterlegt werden. So kann beispielsweise zu Beginn eines Programms eine hohe Frequenz mit einem kleinen Kolbenhub vorgesehen sein, während sich im Programmablauf über die Zeit dann der Kolbenhub vergrößert und eine Frequenz verkleinert. Es können nahezu beliebig viele unterschiedliche Programmabläufe zur Steuerung des Kolbens hinsichtlich von Frequenz und Hub vorgesehen werden. So kann ein Programm für einen schnellen Vortrieb oder ein besonders schonendes Eintreiben vorgesehen sein. Auch können Programme für spezielle Bodenarten hinterlegt sein. Die Steuereinheit kann vorzugsweise ein Automatikprogramm zur Bestimmung der Resonanzfrequenz umfassen. Dabei wird ein Frequenzband beginnend von einer Startfrequenz bis zu einer Ziel-

frequenz bei der Ansteuerung des Kolbens durchlaufen, wobei über einen Schwingungssensor jeweilige Antwortfrequenzen der Vorrichtung erfasst werden. Ein Maximum der Antwortfrequenz stellt die Resonanzfrequenz dar.

[0020] Die Erfindung umfasst auch eine Baumaschine, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass die vorbeschriebene Vorrichtung zum Erzeugen von Schlagimpulsen oder Schwingungen auf der Baumaschine angeordnet ist. Insbesondere kann die Baumaschine für den Tiefbau vorgesehen sein. Allerdings kann die Vorrichtung auch bei anderen Baumaschinen mit anderen Werkzeugen eingesetzt werden, die eine Penetration einer Arbeitsschneide oder eines Einbringgutes in den Untergrund durch Aufbringen einer Schwingung mittels einer oszillierenden Masse erleichtert. Hierbei könnte es sich beispielsweise um den Grablöffel eines Baggers, als auch um einen Anbau-Meißel für Bagger handeln.

[0021] Besonders vorteilhaft ist es nach einer Ausführungsform der Erfindung, dass die Baumaschine ein Erdbohrgerät ist. Ist dabei die Vorrichtung zum Erzeugen von Schlagimpulsen vorgesehen, kann ein Schlagbohren durchgeführt werden. Dies ist insbesondere beim Durchdringen von härteren Gesteinsschichten vorteilhaft. Alternativ oder ergänzend kann die Vorrichtung auch frei von Schlagkontakten zum Erzeugen von Schwingungen ausgebildet sein. Bei einem Erdbohrgerät mit einem drehend angetriebenen Bohrwerkzeug kann so insbesondere ein sogenanntes Überlagerungsbohren durchgeführt werden. Dabei wird die Drehbewegung des Bohrwerkzeuges durch eine Vibrations- oder Schwingungsbewegung überlagert. Durch überlagerte Schwingungen kann eine quasi Verflüssigung des Bodens, zumindest im Kontaktbereich mit dem Bohrwerkzeug erzielt werden, was zu einem verbesserten Bohrfortschritt führt.

[0022] Eine andere Ausführungsform der Erfindung kann darin gesehen werden, dass die Baumaschine eine

Ramme oder ein Rüttler ist. Derartige Rammen oder Rüttler können etwa zum Einbringen von Stahlträgern, Pfählen oder Spundwandbohlen eingesetzt werden, welche in den Boden durch Schlagimpulse oder durch Vibrationen eingetrieben werden.

[0023] Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Ventil durch die Steuereinheit gesteuert wird, so dass der Kolben mit einer Frequenz bewegt wird, welche einer Resonanzfrequenz einer Gesamtanordnung entspricht, welche den Kolben und das Druckfluid umfasst.

[0024] Diese Gesamtanordnung der Vorrichtung zur Erzeugung von Schlagimpulsen und/oder Schwingungen bildet nicht nur die Eigenschaften des Kolbens, wie dessen Durchmesser und dessen Masse ab, sondern umfasst darüber hinaus den Schwingkreis beeinflussende Parameter, wie die aufgebrachten Drücke, die vorliegenden Leitungsquerschnitte, Leitungslängen, Leitungsformen und -oberflächen, als auch die Schaltzeiten und die Ventilschieberform mit ihren Steuerkanten und der Ventilschieberanordnung im Gehäuse des Steuerventils. Diese weiteren Parameter können einen entscheidenden Einfluss auf die Resonanzfrequenz und den damit auftretenden Kolbenhub und damit auf die durch das erfindungsgemäße Verfahren übertragene Kraft oder den damit übertragenen Schlagimpuls haben.

[0025] Nach einer Weiterbildung ist es vorteilhaft, dass die Position des Kolbens mit einer Messeinrichtung erfasst wird und dass eine Steuereinheit abhängig von der erfassten Position des Kolbens mindestens ein steuerbares Ventil steuert, durch welches Druckfluid in den Arbeitsraum ein- und/oder ausgeleitet wird, wobei durch die Steuereinheit die Bewegung des Kolbens gesteuert wird.

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere mit der zuvor beschriebenen Vorrichtung durchgeführt werden. Es ergeben sich dabei die zuvor beschriebenen Vorteile.

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter beschrieben, welche schematisch in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigen:

Fig.1: eine schematische Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig.2: ein Schaltbild zu einer erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

Fig.3: ein Frequenzdiagramm zu einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0028] Die Figur 1 zeigt das Prinzipbild eines Bohrantriebs, der mit einem erfindungsgemäßen Schwingungs- bzw. Schlagimpulserzeuger ausgestattet ist. Gezeigt ist hier ein Gehäuse 1, das alle Funktionskomponenten umfasst. Aus diesem Gehäuse ragt das Bohrgestänge 2, das an seinem distalen Ende den Bohrkopf 3 trägt, her-

aus. Das Bohrgestänge 2 wird mittels eines Hydraulikmotors 4 über ein Planetengetriebe 5 in Drehbewegung um die Achse des Bohrgestänges 2 versetzt. Ein Bohrwerkzeug ist am Bohrkopf 3 angeordnet. Die Schneide des Bohrwerkzeugs kann durch die Drehbewegung des Bohrkopfs 3 einen Span in der Bohrung abtragen. Die Spandicke hängt dabei von der aufgebrachten Kraft in axialer Richtung ab. Zur Erzeugung einer wechselnden axialen Vibrations-Kraft ist auf dem Planetengetriebe 5 ein Vibrationserzeuger 6 angebracht, der im Wesentlichen dem erfindungsgemäßen Schwingungs- bzw. Schlagimpulserzeuger entspricht. Der Vibrationserzeuger 6 ist in einer Gummifeder 7 gelagert, die die erzeugte Vibration vom Gehäuse entkoppelt. Die schwingenden und damit bewegten Massen des Bohrantriebs umfassen neben dem Schwingungs-/Vibrationserzeuger 6, den Bohrkopf 3, das Bohrgestänge 2, das Planetengetriebe 5 und den Hydraulikmotor 4, die dazu in einer axialen Führung 11 gelagert sind. Alternativ kann das Getriebe 5 auch entkoppelt von der Rüttelzelle bzw. vom Vibrationserzeuger 6 betrieben werden. Hierbei kann beispielhaft über eine Welle, welche durch eine als Hohlwelle ausgeführte Abtriebswelle hindurchgeführt wird, die erzeugte Vibration direkt auf das Bohrgestänge und damit den Bohrkopf übertragen werden. Die vom Getriebe erzeugte Drehbewegung kann hierbei über eine Verzahnung oder irgendein Zahnprofil, welches die erzeugte axiale Vibration vom Getriebe entkoppelt, von der Hohlwelle ins Bohrgestänge und damit zum Bohrkopf übertragen werden. Alternativ kann auch die Welle die Drehbewegung übertragen und eine Hohlwelle die erzeugte Vibration.

[0029] Zur Erzeugung der Vibration im Vibrationserzeuger 6 umfasst dieser einen Vibrationszylinder bzw. Vibrationskolben 8, der wechselweise mit einem Druckfluid in beidseits des Vibrationskolbens 8 befindlichen Druckkammern beaufschlagt wird. Das Druckfluid wird in einer Druckfluidleitung P bereitgestellt und mittels eines Wechselventils 9 auf die Arbeitskammern zu beiden Seiten des Vibrationskolbens 8 abwechselnd aufgebracht. Bei dem Wechselventil kann es sich z.B. um ein elektromagnetisch betätigtes 2/4 Wegeventil handeln. Es können aber auch alle anderen geeigneten Ventile verwendet werden, wie z.B. mit rotierenden Ventilschiebern, Proportional- und/oder Servoventile. Über das Wechselventil 9 wird die jeweils nicht unter Druck stehende Kammer am Vibrationskolben 8 alternierend mit einer drucklosen Tankleitung T verbunden. Durch diese wechselweise Beaufschlagung des Vibrationskolbens 8 wird dieser in Schwingungen versetzt und erzeugt die zum Vortrieb des Bohrkopfs 3 nötige axiale Kraft. Die Frequenz, mit der das Wechselventil 9 durch eine SPS (=Speicher-Programmierbare-Steuerung) angesteuert wird, überträgt sich auf den Vibrationskolben 8 des Vibrationserzeugers 6. Über einen symbolhaft angedeuteten Messumformer 10 kann die aktuelle Position des Vibrationskolbens 8 erfasst und der SPS übermittelt werden. Als hiervon abgeleitete Größen können auch der

tatsächliche Hub und die Frequenz des Vibrationskolbens 8 bestimmt werden. Durch diese Messwerterfassung können die aktuellen Antworten der Gesamtanordnung, umfassend sowohl den schwingenden Vibrationskolben 8, als auch das beaufschlagende Druckfluid, erfasst werden, wenn z.B. die Frequenz des Wechselventils 9 verändert wird. Damit erhält man einen Regelkreis, durch den der Vibrationserzeuger 6 in dynamischer Weise betrieben werden kann. Die Erfassung der Vibrationskolbenposition und der davon abgeleiteten Größen wie Kolbenhub und Frequenz, erfolgt in Echtzeit, um einen Regelkreis realisieren zu können. Die gewünschten Umkehrpunkte des Vibrationskolbens 8 können in nahezu beliebiger Weise angepasst werden, um beim gezeigten Bohrantrieb einen verbesserten Vortrieb zu erzielen.

[0030] In Figur 2 wird ein vereinfachter Schaltplan des hydraulischen Vibrationsantriebs dargestellt. Auch hier kann ein Kolben mit der Masse m in einem Gehäuse durch Aufbringung eines Arbeitsdruckes $p_{\max}$ in Schwingungen versetzt werden. Gezeigt ist hier symbolhaft ein elektromagnetisch gesteuertes 3/4 - Wegeventil zur alternierenden Druckbeaufschlagung. Die Druckfluidversorgung erfolgt über eine Konstantpumpe mit Grenzdruckventil. Die Parameter der erfindungsgemäßen Gesamtanordnung sind hier durch die Masse m und den Durchmesser D des Kolbens, sowie durch die Länge l und Durchmesser d_N der Zuleitungen des Druckfluids schematisch dargestellt.

[0031] In Figur 3 wird schließlich der Frequenzgang einer Gesamtanordnung bei Anregung eines erfindungsgemäßen Vibrationsantriebs gezeigt. Die beispielhafte Kolbenmasse mit 20kg bei einem Kolbendurchmesser D von 95mm wird durch einen Fluiddruck $p_{\max}$ angeregt. Die Anregung des Vibrationsantriebs erfolgte hier beispielhaft in einem Frequenzbereich von 0 bis 1000 Hz. Klar ersichtlich ist ein Kraftmaximum ΔF (in Höhe von ca. 95kN) bei einer Resonanzfrequenz von ca. 180Hz, die einer Eigenfrequenz der Gesamtanordnung umfassend Schwingkolben und Druckfluid entspricht. Durch die dynamische und variable wechselnde Druckbeaufschlagung in einem Regelkreis, können die bevorzugten Parameter für den erfindungsgemäßen Schwingungs- und Impulserzeuger in einfacher Weise ermittelt und diese bei sich verändernden Randbedingungen zeitnah angepasst werden. Somit ermöglicht der erfindungsgemäße Schwingungs- bzw. Impulserzeuger z.B. eine verbesserte Penetration ins Erdreich von mit diesem gekoppelten Baumaschinenwerkzeugen, wie Bohrern, Meißeln, Reißzähnen etc.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen von Schlagimpulsen oder Schwingungen für eine Baumaschine, mit
 - einem Gehäuse (6),
 - einem Kolben (8), welcher in einem Arbeits-

- raum in dem Gehäuse (6) reversierend zwischen einem ersten Umkehrpunkt und einem zweiten Umkehrpunkt hin und her bewegbar ist, - einer Druckfluidversorgung (P), durch welche im Bereich des ersten Umkehrpunktes und des zweiten Umkehrpunktes jeweils Druckfluid in den Arbeitsraum ein- und ausleitbar ist, wobei der Kolben (8) zum Erzeugen der Schlagimpulse beziehungsweise der Schwingungen in die reversierende Bewegung versetzbar ist, - mindestens einem steuerbaren Ventil (9), durch welches das Druckfluid in den Arbeitsraum ein- und/oder ausleitbar ist, und - einer Steuereinheit (SPS), welche mit dem mindestens einen steuerbaren Ventil (9) in Verbindung steht, wobei durch die Steuereinheit (SPS) die Bewegung des Kolbens (8) in dem Arbeitsraum steuerbar und veränderbar ist, **dadurch gekennzeichnet,** - **dass** die Steuereinheit (SPS) ausgebildet ist, den Kolben (8) mit einer Frequenz zu bewegen, welche einer Resonanzfrequenz einer Gesamtanordnung entspricht, welche den Kolben und das Druckfluid umfasst.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das Ventil (9) ein Elektromagnetventil ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** eine Messeinrichtung (10) zum Bestimmen einer Position des Kolbens (8) in dem Arbeitsraum vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Messeinrichtung (10) einen Linearsensor aufweist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** an zumindest einem Umkehrpunkt eine Schlagfläche angeordnet ist, auf welche der Kolben (8) zum Erzeugen eines Schlagimpulses gezielt aufschlägt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Gesamtanordnung das Gehäuse mitumfasst.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Masse des Kolbens (8) und/oder des Gehäuses durch Anbringen oder Entfernen von Justiergewichten veränderbar ist.
8. Baumaschine **dadurch gekennzeichnet,** **dass** eine Vorrichtung zum Erzeugen von Schlagimpulsen oder Schwingungen nach einem der Ansprüche 1 bis 6 angeordnet ist.
9. Baumaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** diese ein Erdbohrgerät ist.
10. Baumaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** diese eine Ramme oder ein Rüttler ist.
11. Verfahren zum Erzeugen von Schlagimpulsen oder Schwingungen für eine Baumaschine insbesondere mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem
- ein Kolben (8) in einem Arbeitsraum in einem Gehäuse reversierend zwischen einem ersten Umkehrpunkt und einem zweiten Umkehrpunkt hin und her bewegt wird,
 - wobei zum Erzeugen der Schlagimpulse beziehungsweise der Schwingungen der Kolben (8) mittels eines Druckfluids in eine reversierende Bewegung versetzt wird und das Druckfluid im Bereich des ersten Umkehrpunktes und des zweiten Umkehrpunktes in den Arbeitsraum ein- und ausgeleitet wird,
 - wobei eine Steuereinheit (SPS) mindestens ein steuerbares Ventil (9) steuert, durch welches Druckfluid in den Arbeitsraum ein- und/oder ausgeleitet wird, und
 - durch die Steuereinheit (SPS) die Bewegung des Kolbens (8) gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet,** - **dass** das mindestens eine Ventil (9) durch die Steuereinheit (SPS) gesteuert wird, so dass der Kolben (8) mit einer Frequenz bewegt wird, welche einer Resonanzfrequenz einer Gesamtanordnung entspricht, welche den Kolben (8) und das Druckfluid umfasst.

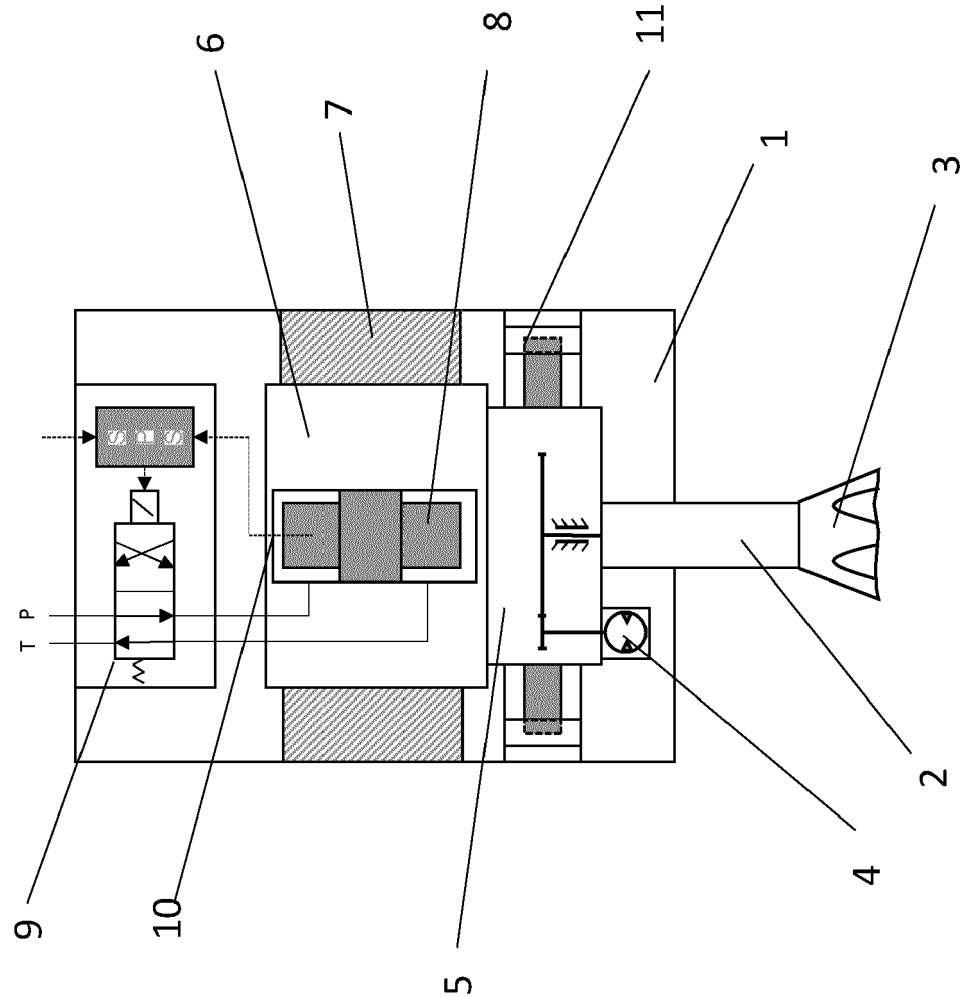


Fig. 1

Fig. 2

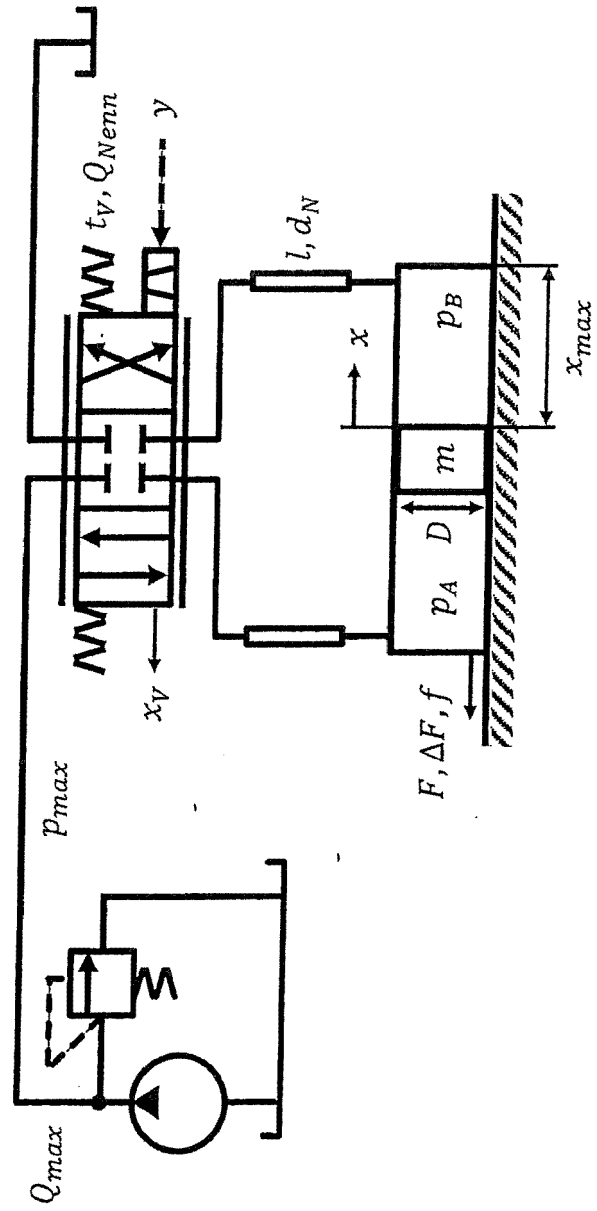
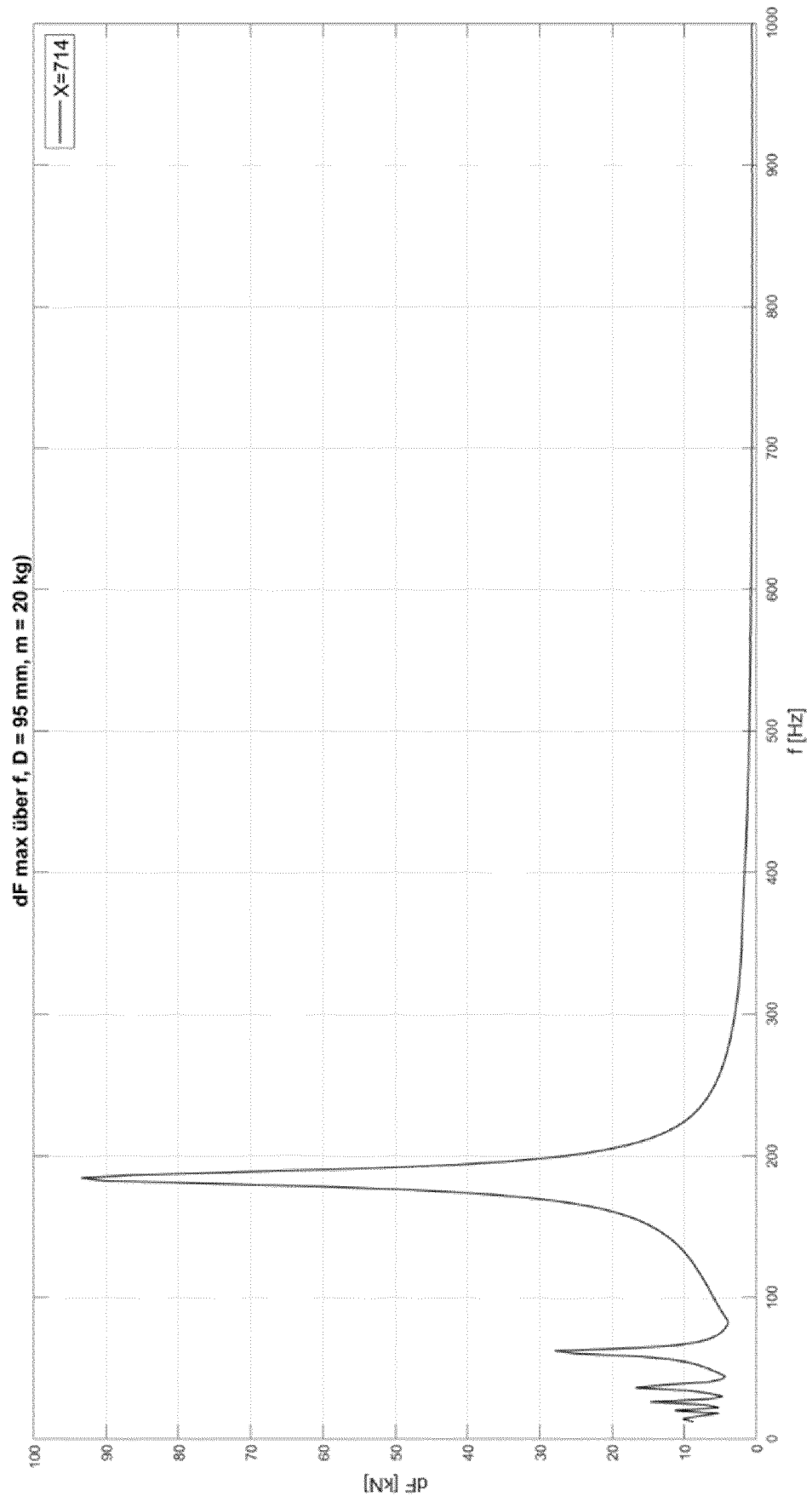


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 20 7463

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,D	EP 3 417 951 A1 (EURODRILL GMBH [DE]) 26. Dezember 2018 (2018-12-26)	1-6,8-11	INV. E02D7/06
A	* Absatz [0007] - Absatz [0029] * -----	7	B06B1/18 E02D7/18
A	CN 104 265 715 B (JIANGSU HENGLI HYDRAULIC CO LTD) 15. Februar 2017 (2017-02-15) * Absatz [0003] - Absatz [0005]; Abbildung 1 *	1-11	E21B1/26
A	NL 7 807 775 A (KOEHRING GMBH BOMAG DIVISION) 23. Januar 1979 (1979-01-23) * Seite 8, Zeile 17 - Seite 20, Zeile 15; Abbildung 2 *	1-11	
A	DE 199 62 887 A1 (GEDIB INGBUERO INNOVATION [DE]) 28. Juni 2001 (2001-06-28) * Absatz [0014] - Absatz [0019]; Abbildungen 1,3 *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D B06B E21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. April 2021	Prüfer Geiger, Harald
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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 20 20 7463

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.

16-04-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3417951 A1	26-12-2018	CA 3005244 A1	19-12-2018
		CN 109127346 A	04-01-2019
		EP 3417951 A1	26-12-2018
		JP 6676104 B2	08-04-2020
		JP 2019000846 A	10-01-2019
		KR 20180138170 A	28-12-2018
		US 2018361432 A1	20-12-2018

CN 104265715 B	15-02-2017	KEINE	

NL 7807775 A	23-01-1979	DE 2732934 A1	25-01-1979
		FR 2398145 A1	16-02-1979
		GB 2001885 A	14-02-1979
		JP S5434504 A	14-03-1979
		JP S6315407 B2	05-04-1988
		NL 7807775 A	23-01-1979
		US 4534419 A	13-08-1985

DE 19962887 A1	28-06-2001	KEINE	

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 3417951 A1 [0003]
- GB 920158 A [0005]
- US 4026193 A [0005]
- US 4031812 A [0005]