



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.09.2024 Patentblatt 2024/37

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04B 5/02 (2006.01) **F04B 9/113** (2006.01)
F04B 27/00 (2006.01) **F04B 39/12** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23160714.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04B 5/02; F04B 9/113; F04B 27/005;
F04B 39/121

(22) Anmeldetag: **08.03.2023**

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

(71) Anmelder: **Landschädl, Ewald**
89346 Bibertal (DE)

(72) Erfinder: **Landschädl, Ewald**
89346 Bibertal (DE)

(74) Vertreter: **Gleim Petri Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB**
Neugasse 13
07743 Jena (DE)

(54) **EINSTUFIGER KOLBENKOMPRESSOR**

(57) Die Erfindung betrifft einen einstufigen Kolbenkompressor zur Erzeugung von Druckluft mit einem doppeltwirkenden Hydraulikzylinder (1) mit einem Hydraulikkolben (1.1), einem ersten Pneumatikzylinder (2) mit einem ersten Pneumatikkolben (2.1), einem zweiten Pneumatikzylinder (5) mit einem zweiten Pneumatikkolben (5.1), einer gemeinsamen Kolbenstange (3), auf der der Hydraulikkolben (1.1), der erste Pneumatikkolben (2.1) und der zweite Pneumatikkolben (5.1) angeordnet sind und einem Hydraulikaggregat (4) mit einer Hydraulikquelle (4.1), einem Steuerblock (4.2) und einem Oszillierventil (4.3). Das Hydraulikaggregat (4) ist zur periodischen

Druckbeaufschlagung des Hydraulikkolbens (1.1) mit Hydraulikfluid ausgelegt. Der Hydraulikzylinder (4) ist zwischen dem ersten Pneumatikzylinder (2) und dem zweiten Pneumatikzylinder (5) angeordnet. Der erste Pneumatikzylinder (2) und der zweite Pneumatikzylinder (5) sind jeweils fluchtend auf einer Zylinderachse (Z) der Hydraulikzylinder (1) am Hydraulikzylinder (1) befestigt. Der erste Pneumatikzylinder (2) und der zweite Pneumatikzylinder (5) weisen jeweils zwei Druckkammern (6) mit je mindestens einem Gaseinlass (7) und je mindestens einem Gasauslass (8) auf.

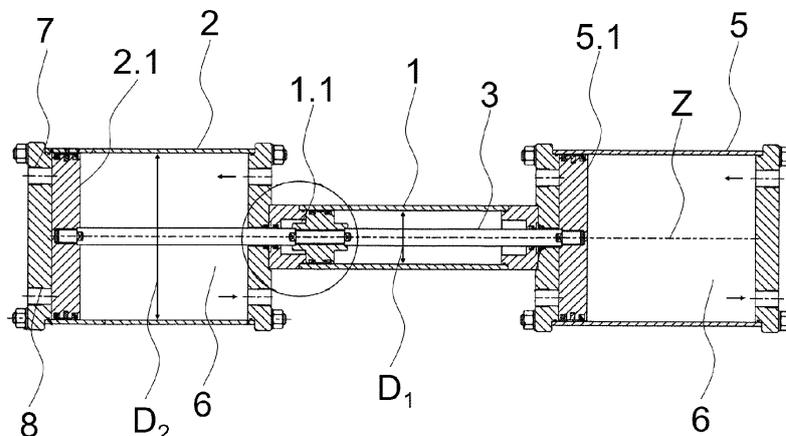


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen einstufigen Kolbenkompressor zur Erzeugung von Druckluft.

[0002] Die Erzeugung von Druckluft stellt in vielen Bereichen der Industrie und Forschung eine wichtige Voraussetzung für unterschiedliche Prozesse und Verfahren dar. Die meisten Verdichter bzw. Kompressoren, wie beispielsweise Drehkolbenkompressoren, Schraubenkompressoren oder Turbokompressoren, weisen aufgrund ihrer komplexen Bauweise und hohen Drehzahl einen niedrigen Wirkungsgrad auf. Für niedrige Druckbereiche bis 15 bar ist der Einsatz solcher Kompressoren in der Regel ineffizient. Hubkolbenkompressoren bzw. Kolbenkompressoren weisen hingegen einen vergleichsweise einfachen Aufbau und eine hohe Effizienz auf. Durch die verhältnismäßig lange Lebenszeit von Kolbenkompressoren hat schon eine geringe Steigerung der Effizienz einen positiven Einfluss auf deren Life-Cycle-Kosten.

[0003] Beim Betrieb von Kolbenkompressoren mit hohen Arbeitsfrequenzen entsteht viel Wärme. Dadurch ist der Einsatz von Wärmetauschern oder Kühlmitteln notwendig, um ein Überhitzen zu vermeiden und es sind aufgrund eines hohen Geräuschpegels oft zusätzliche Schallschutzmaßnahmen notwendig. Kolbenkompressoren mit niedrigen Arbeitsfrequenzen weisen diese Nachteile nicht auf, verfügen aber in der Regel über eine geringere Leistung.

[0004] Kolbenkompressoren sind aus dem Stand der Technik in unterschiedlichen Ausführungen bekannt. Hierzu sei auf die CN 86206322 U, die CN 103470467 A, die CN 110345042 A und die US 2010 0172771 A1 hingewiesen.

[0005] Ein herkömmlicher, einstufiger Kolbenkompressor mit einem Hydraulikzylinder und einem Pneumatikzylinder ist aus der DE 198 40 354 C1 bekannt. Ein im Pneumatikzylinder angeordneter Pneumatikkolben ist durch eine gemeinsame Kolbenstange mit einem im Hydraulikzylinder angeordneten Hydraulikkolben verbunden. Der Hydraulikzylinder ist mit einer Umsteuereinrichtung verbunden, die zur Steuerung des Hydraulikzylinders dient. Der Hydraulikkolben wird periodisch einseitig mit Druck beaufschlagt, wodurch der Hydraulikkolben, und über die gemeinsame Kolbenstange auch der Pneumatikkolben, angetrieben wird. Im Hydraulikzylinder ist eine Rückstellfeder vorhanden, die den Hydraulikkolben nach Erreichen eines oberen Totpunkts wieder in einen unteren Totpunkt drückt. Der Kompressor verfügt über einen einfachen Aufbau sowie einen hohen Wirkungsgrad und ist zudem kostengünstig herstellbar. Durch ein entsprechendes Verhältnis von Bauvolumen zu Hubvolumen kann der Kompressor bei vergleichbarer Leistung mit niedrigen Frequenzen im Bereich von wenigen Hz arbeiten, wodurch er einen niedrigen Geräuschpegel aufweist. Der Kompressor verfügt über eine Rückstellfeder zur Kolbenrückholung, wodurch er entsprechend (um)gesteuert werden muss, wozu eine separate Umsteuereinrichtung mit Endschaltern und Ventilen notwen-

dig ist, und wodurch ein erhöhter Wartungsaufwand entsteht. Zudem sind Effizienz und Leistung des Kompressors aufgrund der Kolbenrückholung über die Rückstellfeder beschränkt, da nur ein Hubvolumen des Pneumatikzylinders pro Arbeitstakt komprimiert wird.

[0006] Ein aus der DE 10 2018 109 443 A1 bekannter, einstufiger Kompressor weist zwei Kompressions-Aggregate mit je einem Hydraulikzylinder mit einem Hydraulikkolben und je einen Pneumatikzylinder mit einem Pneumatikkolben auf. Die Kompressionsaggregate sind identisch aufgebaut. Bei jedem Kompressionsaggregat ist der Hydraulikkolben mit dem Pneumatikkolben über eine gemeinsame Kolbenstange verbunden. Der Hydraulikzylinder arbeitet doppelwirkend. Dazu wird der Hydraulikkolben über ein Hydraulikaggregat periodisch wechselseitig mit einem Hydraulikfluid beaufschlagt, wodurch der Hydraulikkolben, und über die gemeinsame Kolbenstange auch der Pneumatikkolben, angetrieben wird. Um zwei Pneumatikzylinder anzutreiben werden jedoch zwei Hydraulikkolben benötigt. Dadurch weist der offenbarte Kompressor aufgrund der notwendigen Kopplung der beiden Hydraulikzylinder miteinander einen komplizierten Aufbau auf und benötigt eine aufwändige Steuerung, um betrieben zu werden. Auch Effizienz und Leistung des Kompressors leiden durch den komplexen Aufbau.

[0007] Es ist die Aufgabe der Erfindung einen verbesserten Kolbenkompressor zu schaffen, der einen möglichst einfachen Aufbau, einen sehr hohen Wirkungsgrad und im Betrieb einen sehr niedrigen Geräuschpegel aufweist.

[0008] Die Aufgabe wird für einen einstufigen Kolbenkompressor, umfassend einen doppelwirkenden Hydraulikzylinder mit einer Zylinderachse sowie einem Hydraulikkolben mit einem ersten Durchmesser, einen ersten Pneumatikzylinder mit einem ersten Pneumatikkolben mit einem zweiten Durchmesser, der fluchtend auf der Zylinderachse am Hydraulikzylinder befestigt ist, eine entlang der Zylinderachse geführte Kolbenstange, auf der der Hydraulikkolben und der Pneumatikkolben angeordnet sind und ein Hydraulikaggregat zur periodischen Druckbeaufschlagung des Hydraulikkolbens mit Hydraulikfluid, gelöst, wobei ein zweiter Pneumatikzylinder mit einem zweiten Pneumatikkolben mit dem zweiten Durchmesser, der fluchtend auf der Zylinderachse am Hydraulikzylinder befestigt ist, der erste Pneumatikzylinder und der zweite Pneumatikzylinder jeweils zwei Druckkammern mit je mindestens einem Gaseinlass und je mindestens einem Gasauslass aufweisen, der Hydraulikzylinder zwischen dem ersten Pneumatikzylinder und dem zweiten Pneumatikzylinder angeordnet ist und das Hydraulikaggregat über eine Hydraulikquelle, einen Steuerblock und ein Oszillierventil verfügt.

[0009] Das Hydraulikaggregat wandelt eine elektrische Energie in eine hydraulische Druckenergie um, die angesteuert durch ein Oszillierventil des Hydraulikaggregates durch den Hydraulikkolben und die Kolbenstange in eine kinetische Energie des ersten Pneumatikkolben

und des zweiten Pneumatikkolben umgewandelt wird die wiederum durch den ersten Pneumatikkolben und den zweiten Pneumatikkolben in eine pneumatische Druckenergie umgewandelt wird.

[0010] Durch diese Art der Energieumwandlung wird eine sehr hohe Effizienz bei der Umwandlung von elektrischer Energie in pneumatische Druckenergie erzielt.

[0011] Um auch bei niedrigen Arbeitsfrequenzen eine hohe Leistung erzielen zu können, kann der zweite Durchmesser vorteilhaft größer als der erste Durchmesser sein. Besonders vorteilhaft ist der zweite Durchmesser mindestens dreimal größer als der erste Durchmesser.

[0012] Vorteilhaft sind der mindestens eine Gaseinlass und der mindestens eine Gasauslass jeweils als Bohrung in den Grundflächen der Pneumatikzylinder ausgebildet, um den Aufbau des Kolbenkompressors einfach zu halten.

[0013] Um einen möglichst einfachen Aufbau des Kolbenkompressors zu erreichen, können vorteilhaft der erste Pneumatikzylinder und der zweite Pneumatikzylinder und der Hydraulikzylinder über je eine gemeinsame Endplatte miteinander verbunden sein.

[0014] Der erste Pneumatikzylinder, der zweite Pneumatikzylinder und der Hydraulikzylinder können jeweils formschlüssig mit den Endplatten verbunden sein.

[0015] Der erste Pneumatikzylinder, der zweite Pneumatikzylinder und der Hydraulikzylinder können jeweils kraftschlüssig mit den Endplatten verbunden sein. Die kraftschlüssigen Verbindungen des ersten Pneumatikzylinders, des zweiten Pneumatikzylinders und des Hydraulikzylinders mit den Endplatten können vorteilhaft jeweils in Form von parallel zur Zylinderachse ausgerichteten Schraub- oder Steckverbindungen ausgeführt sein.

[0016] Um die Robustheit des Kolbenkompressors zu erhöhen und um Vibrationen im Betrieb zu vermeiden können die beiden Endplatten über mindestens drei Gewindebolzen miteinander verbunden sein.

[0017] Um die Lebensdauer des Kolbenkompressors zu erhöhen, können im Hydraulikzylinder Anschläge für den Hydraulikkolben und in dem ersten Pneumatikzylinder und dem zweiten Pneumatikzylinder Anschläge für die Pneumatikkolben vorhanden sein.

[0018] Vorteilhaft enthält der Steuerblock mindestens ein Rückschlagventil und mindestens ein Druckbegrenzungsventil. Durch Druckbegrenzungsventile kann ein maximal zulässiger Druck eingestellt und Beschädigungen von Drucksystem, Hydraulikquelle, Steuerblock und Oszillierventil durch zu hohen Druck vorgebeugt werden. Durch Rückschlagventile kann Beschädigungen von Drucksystem, Hydraulikquelle, Steuerblock und Oszillierventil durch zu hohen Druck vorgebeugt werden.

[0019] Das Oszillierventil kann vorteilhaft als fünfzwei-Wege-Ventil ausgeführt sein. Alternativ kann das Oszillierventil als vier-zwei-Wege-Ventil ausgeführt sein.

[0020] Ein erfindungsgemäßer Kolbenkompressor ist insbesondere für ein Verdichten von Gasen mit einer niedrigen Arbeitsfrequenz und hohen Hubvolumen der

Pneumatikzylinder geeignet.

[0021] Die Erfindung soll im Folgenden an Ausführungsbeispielen anhand von Zeichnungen näher beschrieben werden. Dabei zeigen:

5

Fig. 1 Eine Seitenansicht einer ersten Ausführung der Anordnung von einem Hydraulikzylinder, einem ersten Pneumatikzylinder und einem zweiten Pneumatikzylinder,

10

Fig. 2 eine vergrößerte Seitenansicht eines Hydraulikkolbens und einer Führung der Kolbenstange,

15

Fig. 3 eine Seitenansicht einer zweiten Ausführung der Anordnung von Hydraulikzylinder, erstem Pneumatikzylinder und zweitem Pneumatikzylinder und

20

Fig. 4 einen Schaltplan für ein Hydraulikaggregat.

[0022] Eine erste Ausführung der Anordnung von einem doppelwirkenden Hydraulikzylinder 1, einem ersten Pneumatikzylinder 2 und einem zweiten Pneumatikzylinder 5 ist in Fig. 1 dargestellt. Der erste Pneumatikzylinder 2 und der zweite Pneumatikzylinder 5 sind fluchtend beidseitig am Hydraulikzylinder 1 auf einer Zylinderachse Z des Hydraulikzylinders 1 angeordnet und mit dem Hydraulikzylinder 1 verbunden. Der Hydraulikzylinder 1 ist zwischen dem ersten Pneumatikzylinder 2 und dem zweiten Pneumatikzylinder 5 angeordnet. Die Pneumatikzylinderachsen des ersten Pneumatikzylinders 2 und des zweiten Pneumatikzylinders 5 fallen mit der Zylinderachse Z des Hydraulikzylinders 1 zusammen, womit die Zylinderachse Z als eine gemeinsame Achse des Hydraulikzylinders 1, des ersten Pneumatikzylinders 2 und des zweiten Pneumatikzylinders 5 betrachtet werden kann. Auf der Zylinderachse Z ist eine gemeinsame Kolbenstange 3 angeordnet, die auf der Zylinderachse Z geführt ist. Der erste Pneumatikzylinder 2 und der zweite Pneumatikzylinder 5 weisen, wie in Fig. 1 dargestellt, eine gleiche Länge auf. Der Hydraulikzylinder 1 weist im Wesentlichen die gleiche Länge wie der erste Pneumatikzylinder 2 und der zweite Pneumatikzylinder 5 auf.

45

[0023] Im Hydraulikzylinder 1 ist auf der Kolbenstange 3 ein Hydraulikkolben 1.1 angeordnet, der fest mit der Kolbenstange 3 verbunden und rund ist. Der Hydraulikzylinder 1 ist doppelwirkend ausgeführt und weist einen ersten Durchmesser D_1 auf. Der Hydraulikkolben 1.1 wird im Betrieb periodisch wechselnd einseitig mit einem Druck beaufschlagt, der durch ein Hydraulikfluid übertragen wird. Dadurch wird er innerhalb des Hydraulikzylinders 1 zwischen zwei Hydrauliktotpunkten hin- und her bewegt. Zwischen Hydraulikzylinder 1 und Hydraulikkolben 1.1 ist vorteilhaft eine Kolbendichtung angeordnet, damit eine Druckbeaufschlagung des Hydraulikkolbens 1.1 möglichst verlustfrei erfolgen kann.

55

[0024] Im ersten Pneumatikzylinder 2 ist auf der Kol-

benstange 3 ein erster Pneumatikkolben 2.1 angeordnet, der fest mit der Kolbenstange 3 verbunden und rund ist. Der erste Pneumatikzylinder 2 weist einen zweiten Durchmesser D_2 auf. Der erste Pneumatikzylinder 2 verfügt über zwei Druckkammern 6, die durch den ersten Pneumatikkolben 2 voneinander getrennt werden. Jede der Druckkammern 6 verfügt über mindestens einen Gaseinlass 7, durch den zu komprimierendes Gas in die Druckkammer 6 einströmt, und mindestens einen Gasauslass 8, durch den komprimiertes Gas aus der Druckkammer 6 ausströmt. Ein solcher Gasstrom ist in Fig. 1 mit Pfeilen angedeutet. Zwischen den Pneumatikzylindern 2, 5 und Pneumatikkolben 2.1, 5.1 ist vorteilhaft eine Kolbendichtung angeordnet, damit ein Komprimieren des Gases möglichst verlustfrei erfolgen kann. Im zweiten Pneumatikzylinder 5 ist auf der Kolbenstange 3 ein zweiter Pneumatikkolben 5.1 angeordnet, der fest mit der Kolbenstange 3 verbunden und rund ist. Der zweite Pneumatikzylinder 5 ist baugleich mit dem ersten Pneumatikzylinder 2. Vorteilhaft können Führungsbänder für die Pneumatikkolben 2.1, 5.1 in den Pneumatikzylindern 2, 5 vorhanden sein.

[0025] Der mindestens eine Gaseinlass 7 und der mindestens eine Gasauslass 8 können, wie in Fig. 1 dargestellt, als Bohrungen in den Grundflächen der Pneumatikzylinder ausgebildet sein.

[0026] Die Bewegung des Hydraulikkolbens 1.1 wird über die gemeinsame Kolbenstange 3 auf den ersten Pneumatikkolben 2.1 und den zweiten Pneumatikkolben 5.1 übertragen. Der erste Pneumatikzylinder 2 und der zweite Pneumatikzylinder 5 werden durch die Übertragung der Bewegung in zwei Arbeitstakten zwischen zwei Pneumatiktotpunkten hin- und her bewegt. In eine Druckkammer 6 durch den mindestens einen Gaseinlass 7 eingeströmtes Gas, wird durch den ersten Pneumatikkolben 2.1 oder den zweiten Pneumatikkolben 5.1 komprimiert und über den mindestens einen Gasauslass 8 aus der Druckkammer 6 zu einem mit dem Kolbenkompressor verbundenen Verbraucher oder Speicher befördert. Auf diese Weise wird hydraulischer Druck in pneumatischen Druck umgewandelt und mit jedem Hub Gas komprimiert. Dabei gilt es zu beachten, dass die Hubvolumen der Pneumatikzylinder 2, 5 sich je nach Arbeitstakt unterscheiden. In einem der beiden Arbeitstakte wird das gesamte Pneumatikzylindervolumen abzüglich des Volumens des ersten Pneumatikkolbens 2.1 oder des zweiten Pneumatikkolbens 5.1 als Hubvolumen verdichtet, während in dem anderen Arbeitstakt das gesamte Pneumatikzylindervolumen abzüglich des Volumens des ersten Pneumatikkolbens 2.1 oder des zweiten Pneumatikkolbens 5.1 und der Kolbenstange 3 im ersten Pneumatikzylinder 2 oder im zweiten Pneumatikzylinder 5 als Hubvolumen verdichtet wird.

[0027] Es sind weder im Hydraulikzylinder 1 noch im ersten Pneumatikzylinder 2 oder im zweiten Pneumatikzylinder 5 Rückholvorrichtungen für eine Kolbenrückholung vorhanden. Aufgrund der Anordnung der Zylinder 1, 2, 5 und Kolben 1.1, 2.1, 5.1 ist eine Kolbenrückholung

nicht notwendig.

[0028] Der zweite Durchmesser D_2 des ersten Pneumatikzylinders 2 und des zweiten Pneumatikzylinders 5 ist vorteilhaft größer als der erste Durchmesser D_1 des Hydraulikzylinders 1. Besonders vorteilhaft ist der zweite Durchmesser D_2 des ersten Pneumatikzylinders 2 und des zweiten Pneumatikzylinders 5 mindestens dreimal größer als ein erster Durchmesser D_1 des Hydraulikzylinders 1. Der erste Pneumatikkolben 2.1 und der zweite Pneumatikkolben 5.1 verfügen über denselben Durchmesser D_2 wie der erste Pneumatikzylinder 2 und der zweite Pneumatikzylinder 5 oder über einen nur geringfügig kleineren Durchmesser. Der Hydraulikkolben 1.1 verfügt über denselben Durchmesser D_1 wie der Hydraulikzylinder 1 oder über einen nur geringfügig kleineren Durchmesser.

[0029] Ein Verhältnis D_1/D_2 , bzw. ein entsprechendes Verhältnis der von den Durchmessern D_1 , D_2 abhängigen Kolbenflächen, gibt eine Übersetzung von hydraulischem Druck in pneumatischen Druck vor. Umso größer der zweite Durchmesser D_2 ist, umso größer muss bei gleichbleibendem ersten Durchmesser D_1 der Druck sein, mit dem der Hydraulikkolben 1.1 beaufschlagt wird.

[0030] Eine Vergrößerung der Anordnung des Hydraulikkolbens 1.1 im Hydraulikzylinder 1 ist in Fig. 2 dargestellt. Der dargestellte Ausschnitt entspricht einem in Fig. 1 eingekreisten Bereich. Der Hydraulikzylinder 1 ist mit dem ersten Pneumatikzylinder 2 formschlüssig verbunden. Auf der Zylinderachse Z befindet sich die Kolbenstange 3, mit der der Hydraulikkolben 1.1 fest verbunden ist. Die Kolbenstange 3 wird vorteilhaft am Übergang vom Hydraulikzylinder 1 zum ersten Pneumatikzylinder 2 geführt. Dafür kann an dem Übergang eine Führung vorhanden sein. Vorteilhaft sind an dem Übergang eine oder mehrere Stangendichtungen vorhanden, damit sichergestellt ist, dass kein Hydraulikfluid in den ersten Pneumatikzylinder 2 und den zweiten Pneumatikzylinder 5 gelangt und kein Gas in den Hydraulikzylinder 1 gelangt. Für den Hydraulikkolben 1.1 sind vorteilhaft Anschläge 11 im Hydraulikzylinder 1 angeordnet. Für den Hydraulikkolben 1.1 sind vorteilhaft Führungsbänder im Hydraulikzylinder 1 vorhanden.

[0031] Vorteilhaft können für die Pneumatikkolben in den Pneumatikzylindern Anschläge 11 angeordnet sein.

[0032] Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführung der Anordnung von Hydraulikzylinder 1, erstem Pneumatikzylinder 2 und zweitem Pneumatikzylinder 5. Die Darstellung der Anordnung ist stark vereinfacht. Der Hydraulikzylinder 1 ist mit dem ersten Pneumatikzylinder 2 und dem zweiten Pneumatikzylinder 5 jeweils über eine gemeinsame Endplatte 9 verbunden. Die beiden Endplatten 9 sind über mindestens drei Gewindebolzen 10 miteinander verbunden. Die sich so ergebende Anordnung ist durch die Verbindung an je drei Punkten der Endplatten 9 besonders robust. In Fig. 3 sind nur zwei der Gewindebolzen 10 dargestellt, da sich die anderen Gewindebolzen 10 in der Zeichenebene hinter den dargestellten Gewindebolzen 10 befinden. Die Gewindebolzen 10 verlaufen außerhalb

des Hydraulikzylinders 1. Vorteilhaft sind die Endplatten 9 auch mit den vom Hydraulikzylinder 1 abgewandten Grundflächen von erstem Pneumatikzylinder 2 und zweitem Pneumatikzylinder 5 über zusätzliche Gewindebolzen verbunden, wie ebenfalls in **Fig. 3** dargestellt. Die zusätzlichen Gewindebolzen verlaufen außerhalb des ersten Pneumatikzylinders 2 und des zweiten Pneumatikzylinders 5.

[0033] Der erste Pneumatikzylinder 2, der zweite Pneumatikzylinder 5 und der Hydraulikzylinder 1 können jeweils kraftschlüssig mit der Endplatte 9 verbunden sein. Die kraftschlüssigen Verbindungen können vorteilhaft in Form von parallel zur Zylinderachse Z ausgerichteten Schraub- oder Steckverbindungen ausgeführt sein, wie in **Fig. 3** dargestellt.

[0034] Der erste Pneumatikzylinder 2, der zweite Pneumatikzylinder 5 und der Hydraulikzylinder 1 können alternativ jeweils formschlüssig mit der Endplatte 9 verbunden sein.

[0035] Ein Hydraulikaggregat 4 ist mit dem doppelwirkenden Hydraulikzylinder 1 verbunden und beaufschlagt den Hydraulikkolben 1.1 periodisch wechselseitig mit einem Hydraulikfluid. Das Hydraulikaggregat 4 weist, wie in **Fig. 4** dargestellt, eine Hydraulikquelle 4.1, einen Steuerblock 4.2 und ein Oszillierventil 4.3 auf. Die Hydraulikquelle 4.1 verfügt über einen Motor, ein Reservoir für das Hydraulikfluid, einen Schlauch und vorteilhaft über ein Saugsieb. Die Hydraulikquelle 1.1 dient als Hydraulikpumpe und erzeugt hydraulischen Druck, der durch ein Hydraulikfluid übertragen wird. In Folge der wechselseitigen Beaufschlagung mit dem Hydraulikfluid bewegt sich der Hydraulikkolben 1.1, der über einen zweiseitigen Kolbenstrang verfügt, im Hydraulikzylinder 1 zwischen zwei Hydrauliktotpunkten hin- und her.

[0036] Im und/oder am Hydraulikaggregat 4 kann eine Reihe von Ventilen und/oder Messgeräten vorgesehen sein. Der Steuerblock 4.2 kann beispielsweise Druckbegrenzungsventile aufweisen, durch die ein maximal zulässiger Druck eingestellt und Beschädigungen von Drucksystem, Hydraulikquelle 4.1, Steuerblock 4.2 und Oszillierventil 4.3 durch zu hohen Druck vorgebeugt werden kann. Durch Rückschlagventile kann ein ungewolltes Zurückströmen des Hydraulikfluids verhindert werden.

[0037] Im und/oder am Hydraulikaggregat 4 können außerdem Messgeräte zum Messen von Druck, Temperatur, Durchfluss und/oder anderen physikalischen Größen vorhanden sein. Vorteilhaft umfassen diese Messgeräte mindestens ein Manometer.

[0038] Ein Kolbenkompressor mit der beschriebenen Anordnung von Hydraulikzylinder 1, erstem Pneumatikzylinder 2 sowie zweitem Pneumatikzylinder 5 und mit dem beschriebenen Hydraulikaggregat 4 ist insbesondere für einen Betrieb mit einer niedrigen Arbeitsfrequenz, beispielsweise im Bereich von 1-10 Hz, ausgelegt. Die Arbeitsfrequenz gibt an, wie viele Arbeitstakte in einem Zeitintervall im Betrieb durchgeführt werden. Anstatt kleine Hubvolumen von Gas mit einer hohen Fre-

quenz zu verdichten, sollen große Hubvolumen mit einer niedrigen Arbeitsfrequenz verdichtet werden. Durch die niedrige Arbeitsfrequenz entsteht im Betrieb nur wenig Wärme, wodurch auf zusätzliche Kühlelemente, Elemente zur Wärmerückgewinnung oder Regelvorrichtungen zum Verhindern eines Überhitzens verzichtet werden kann. Auch Lärmschutzmaßnahmen oder aufwändige Steueranlagen werden zum Betrieb des Kolbenkompressors nicht benötigt.

Bezugszeichenliste

[0039]

15	1	Hydraulikzylinder
	1.1	Hydraulikkolben
	2	erster Pneumatikzylinder
	2.1	erster Pneumatikkolben
	3	Kolbenstange
20	4	Hydraulikaggregat
	4.1	Hydraulikquelle
	4.2	Steuerblock
	4.3	Oszillierventil
	5	zweiter Pneumatikzylinder
25	5.1	zweiter Pneumatikkolben
	6	Druckkammer
	7	Gaseinlass
	8	Gasauslass
	9	Endplatte
30	10	Gewindebolzen
	11	Anschlag
	Z	Zylinderachse
	D ₁	erster Durchmesser
35	D ₂	zweiter Durchmesser

Patentansprüche

- 40 1. Einstufiger Kolbenkompressor zur Erzeugung von Druckluft, umfassend
- einen doppelwirkenden Hydraulikzylinder (1) mit einer Zylinderachse (Z) sowie einem Hydraulikkolben (1.1) mit einem ersten Durchmesser (D₁),
 - einen ersten Pneumatikzylinder (2) mit einem ersten Pneumatikkolben (2.1) mit einem zweiten Durchmesser (D₂), der fluchtend auf der Zylinderachse (Z) am Hydraulikzylinder (1) befestigt ist,
 - eine entlang der Zylinderachse (Z) geführte Kolbenstange (3), auf der der Hydraulikkolben (1.1) und der erste Pneumatikkolben (2.1) angeordnet sind und
 - ein Hydraulikaggregat (4) zur Umwandlung einer elektrischen Energie in eine hydraulische Druckenergie durch eine periodische Druckbe-

- aufschlagung des Hydraulikkolbens (1.1) mit Hydraulikfluid, wobei
- ein zweiter Pneumatikzylinder (5) mit einem zweiten Pneumatikkolben (5.1) mit dem zweiten Durchmesser (D_2) vorhanden ist, der fluchtend auf der Zylinderachse (Z) am Hydraulikzylinder (1) befestigt ist,
 - der erste Pneumatikzylinder (2) und der zweite Pneumatikzylinder (5) jeweils zwei Druckkammern (6) mit je mindestens einem Gaseinlass (7) und je mindestens einem Gasauslass (8) aufweisen,
 - der Hydraulikzylinder (1) zwischen dem ersten Pneumatikzylinder (2) und dem zweiten Pneumatikzylinder (5) angeordnet ist und
 - das Hydraulikaggregat (4) über eine Hydraulikquelle (4.1), einen Steuerblock (4.2) und ein Oszillierventil (4.3) verfügt,
 - sodass die hydraulische Druckenergie durch den Hydraulikkolben (1.1) und die Kolbenstange (3) angesteuert durch das Oszillierventil (4.3) des Hydraulikaggregates in eine kinetische Energie des ersten Pneumatikkolben (2.1) und des zweiten Pneumatikkolben (5.1) umgewandelt wird, die wiederum durch den ersten Pneumatikkolben (2.1) und den zweiten Pneumatikkolben (5.2) in eine pneumatische Druckenergie umgewandelt wird,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- der erste Pneumatikzylinder (2), der zweite Pneumatikzylinder (5) und der Hydraulikzylinder (1) über je eine gemeinsame Endplatte (9) miteinander verbunden sind, und
 - der erste Pneumatikzylinder (2), der zweite Pneumatikzylinder (5) und der Hydraulikzylinder (1) jeweils kraftschlüssig mit den Endplatten (9) verbunden sind.
2. Kolbenkompressor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der zweite Durchmesser (D_2) größer als der erste Durchmesser (D_1) ist.
 3. Kolbenkompressor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der zweite Durchmesser (D_2) mindestens dreimal größer als der erste Durchmesser (D_1) ist.
 4. Kolbenkompressor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der erste Pneumatikzylinder (2), der zweite Pneumatikzylinder (5) und der Hydraulikzylinder (1) zudem jeweils formschlüssig mit den Endplatten (9) verbunden sind.
 5. Kolbenkompressor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die kraftschlüssigen Verbindungen des ersten Pneumatikzylinders (2), des zweiten Pneumatikzylinders (5) und des Hydraulikzylinders (1) mit den Endplatten (9) jeweils in Form von parallel zur Zylinderachse (Z) ausgerichteten Schraub- oder Steckverbindungen ausgeführt sind.
 6. Kolbenkompressor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Endplatten (9) über mindestens drei Gewindebolzen (10) miteinander verbunden sind, um eine Robustheit des Kolbenkompressors zu erhöhen und um Vibrationen im Betrieb zu vermeiden.
 7. Kolbenkompressor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Hydraulikzylinder (1) Anschläge (11) für den Hydraulikkolben (1.1) vorhanden sind und in dem ersten Pneumatikzylinder (2) und dem zweiten Pneumatikzylinder (5) Anschläge (11) für den ersten Pneumatikkolben (2.1) und den zweiten Pneumatikkolben (5.1) vorhanden sind.
 8. Kolbenkompressor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerblock (4.2) mindestens ein Rückschlagventil und mindestens ein Druckbegrenzungsventil enthält.
 9. Kolbenkompressor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oszillierventil (4.3) als fünf-zwei-Wege-Ventil ausgeführt ist.

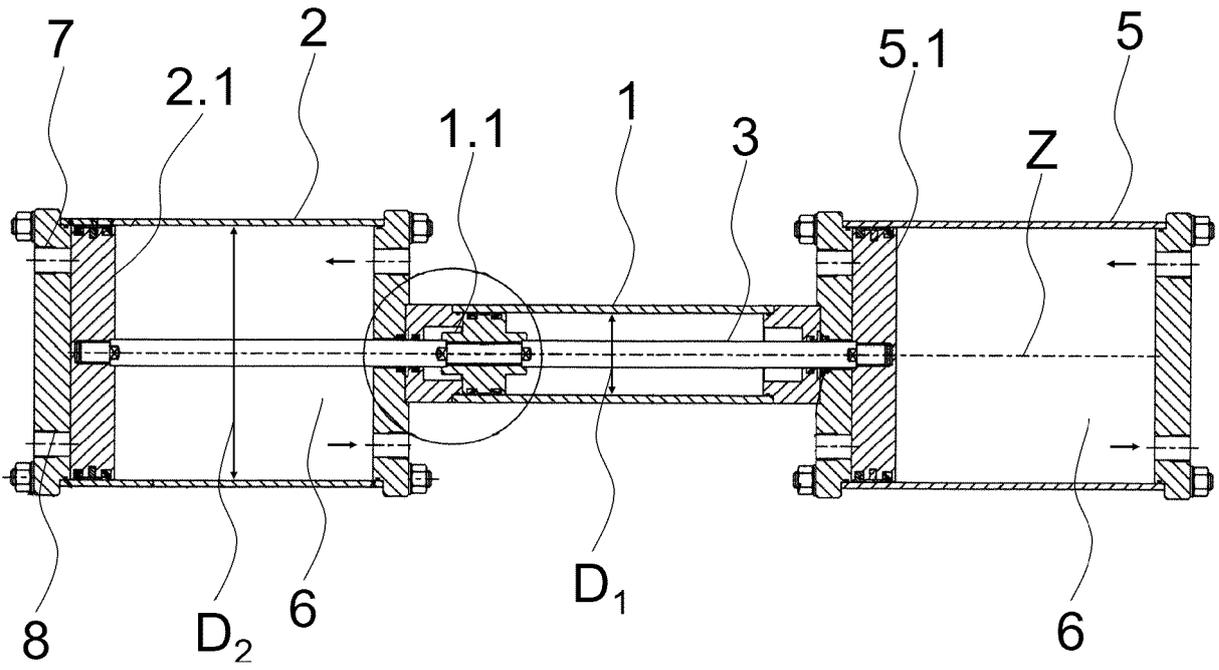


Fig. 1

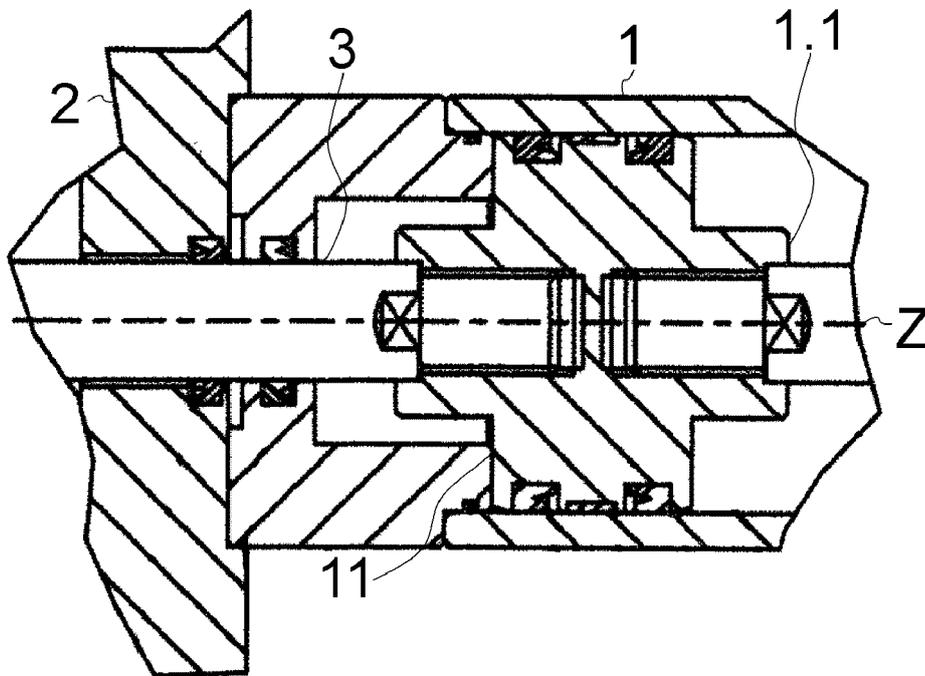


Fig. 2

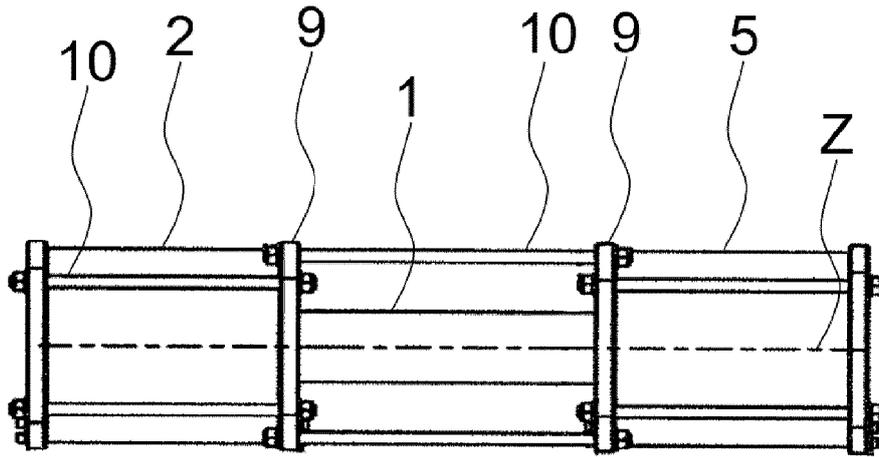


Fig. 3

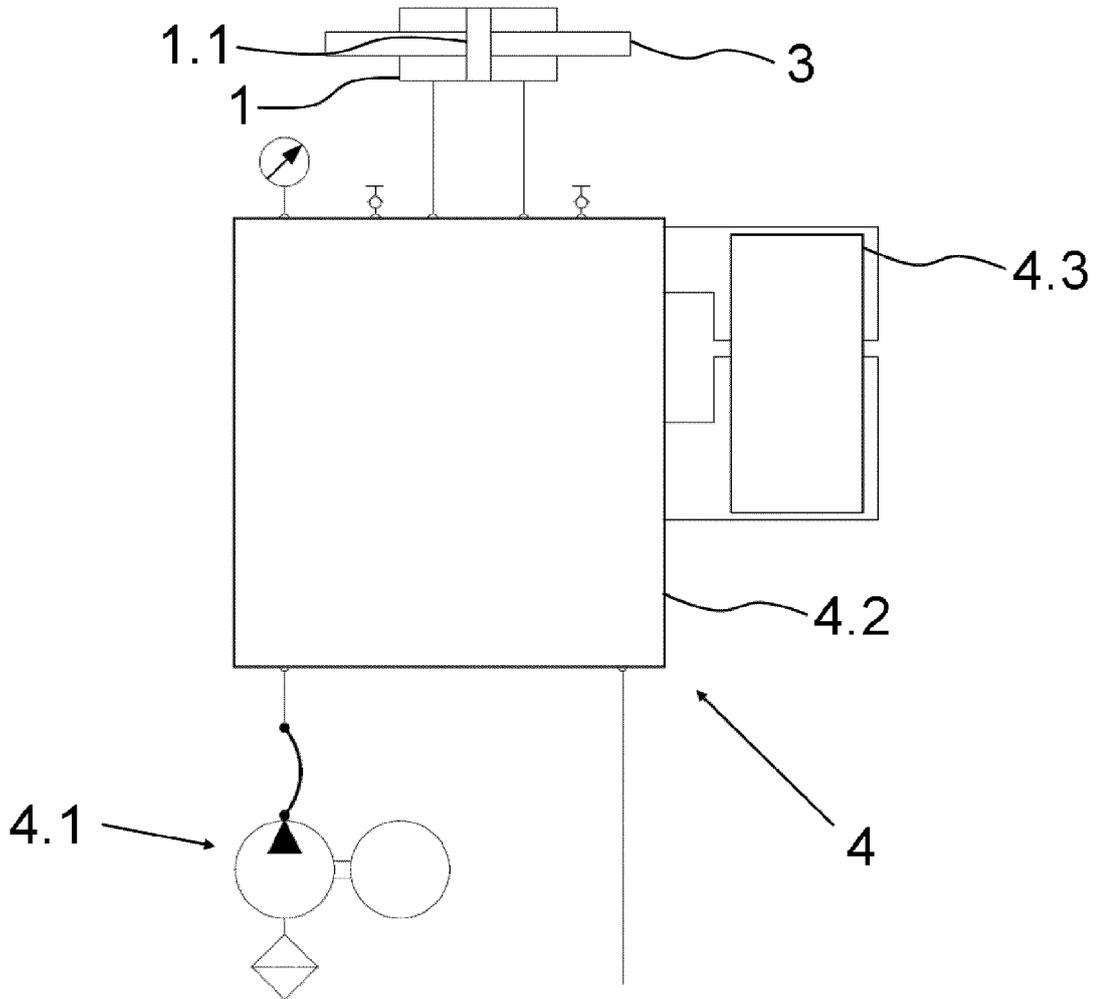


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 0714

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 213 064 139 U (WUHAN QIDAKANG ENVIRONMENTAL PROTECTION TECH STOCK CO LTD) 27. April 2021 (2021-04-27) * Abbildung 1 * * Absatz [0019] - Absatz [0020] * -----	1-9	INV. F04B5/02 F04B9/113 F04B27/00 F04B39/12
A	EP 0 140 479 A1 (TIDEWATER COMPRESSION SERVICE [US]) 8. Mai 1985 (1985-05-08) * Abbildungen 1-5 * * Seite 8, Zeile 14 - Seite 25, Zeile 21 * -----	1-9	
A	US 2021/270257 A1 (MCCARTHY DAN [CA]) 2. September 2021 (2021-09-02) * Absatz [0074] - Absatz [0129]; Abbildungen 2-9 * -----	1-9	
A	US 2018/135606 A1 (OKLEJAS JR ELI [US]) 17. Mai 2018 (2018-05-17) * Abbildungen 2-3 * * Absatz [0042] - Absatz [0049] * -----	1-9	
A	EP 3 483 437 A1 (HASKEL INT LLC [US]) 15. Mai 2019 (2019-05-15) * Abbildungen 1-3 * * Absatz [0013] - Absatz [0015] * -----	1-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04B
A	WO 2016/037500 A1 (WUHAN QIDAKANG ENVIRONMENTAL PROT TECHNOLOGY CO LTD [CN]) 17. März 2016 (2016-03-17) * Abbildungen 1-3 * * Seite 5 - Seite 6 * -----	1-9	
A	CN 86 100 929 A (ZANARINI FRANCO) 3. September 1986 (1986-09-03) * Abbildungen 1-3 * * Seite 7 - Seite 10 * -----	1-9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Juli 2023	Prüfer Ricci, Saverio
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorie 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 23 16 0714

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.

13-07-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 213064139 U	27-04-2021	KEINE	
EP 0140479 A1	08-05-1985	CA 1234557 A EP 0140479 A1	29-03-1988 08-05-1985
US 2021270257 A1	02-09-2021	CA 3074365 A1 US 2021270257 A1	28-08-2021 02-09-2021
US 2018135606 A1	17-05-2018	CA 3042551 A1 CN 110226037 A US 2018135606 A1 WO 2018089439 A1	17-05-2018 10-09-2019 17-05-2018 17-05-2018
EP 3483437 A1	15-05-2019	CN 109763963 A EP 3483437 A1 JP 2019090410 A KR 20190053788 A US 2019145395 A1	17-05-2019 15-05-2019 13-06-2019 20-05-2019 16-05-2019
WO 2016037500 A1	17-03-2016	CN 104214071 A WO 2016037500 A1	17-12-2014 17-03-2016
CN 86100929 A	03-09-1986	AU 5349186 A BR 8600718 A CN 86100929 A EP 0193498 A2 ES 8701916 A1 IT 1187318 B JP S61200387 A NZ 215137 A US 4761118 A	28-08-1986 04-11-1986 03-09-1986 03-09-1986 01-12-1986 23-12-1987 04-09-1986 05-12-1986 02-08-1988

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

- CN 86206322 U **[0004]**
- CN 103470467 A **[0004]**
- CN 110345042 A **[0004]**
- US 20100172771 A1 **[0004]**
- DE 19840354 C1 **[0005]**
- DE 102018109443 A1 **[0006]**