

(19)



(11)

EP 3 530 445 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.2019 Patentblatt 2019/35

(51) Int Cl.:
B30B 1/10 (2006.01) **B30B 15/00 (2006.01)**
B30B 11/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18158663.7**

(22) Anmeldetag: **26.02.2018**

(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:
MA MD TN

- **Sollberger, Michael**
3250 Lyss (CH)
- **Maissen, Curdin**
8620 Wetzikon (CH)
- **Hänni, Roland**
8049 Zürich (CH)

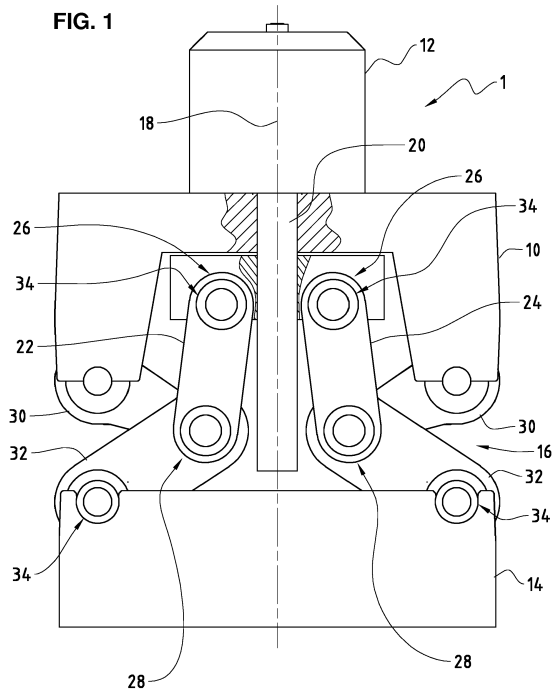
(71) Anmelder: **Osterwalder AG**
3250 Lyss (CH)

(74) Vertreter: **BOVARD AG**
Patent- und Markenanwälte
Optingenstrasse 16
3013 Bern (CH)

(72) Erfinder:
• **Wehrli, Alex**
3122 Kehrsatz (CH)

(54) **PULVERPRESSE MIT KNIEHEBELANTRIEB**

(57) Pulverpresse (1) zur Herstellung eines Presslings aus einem verpressbaren Material, mit einem Pressenrahmen (10), einer oberen und/oder unteren Stempelanordnung (14), einer Matrizenanordnung, welche einen Formhohlraum definieren, in den das verpressbare Material einfüllbar ist, und einer Antriebseinheit (12), welche in Wirkverbindung mit den Stempelanordnungen (14) und/oder der Matrizenanordnung steht, wobei zur Formung des Presslings die Stempelanordnungen (14) und die Matrizenanordnung mittels der Antriebseinheit (12) entlang einer Pressachse (18) relativ zueinander bewegbar und gegeneinander pressbar sind. Ferner umfasst die Wirkverbindung zwischen Antriebseinheit (12) und einer der Stempelanordnungen (14) einen Kniehebelantrieb (16), welcher die Stempelanordnung (14) entlang der Pressachse (18) in eine Pressendstellung bewegt, welche mittels mechanischer Festanschläge (50) einstellbar ist.



EP 3 530 445 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Pulverpresse mit Kniehebelantrieb zur Herstellung von masshaltigen Presskörpern aus einem verpressbaren Material, insbesondere einem pulverförmigen oder granulatförmigen Metall- oder Keramikmaterial.

Stand der Technik

[0002] Im Allgemeinen weisen Pressen, insbesondere Pulverpressen einen Pressenrahmen, eine obere und untere Stempelanordnung und zwischen den beiden Stempelanordnungen eine Matrizenanordnung auf. Die Matrizenanordnung legt einen Formhohlraum fest, in welchen das zu verpressende pulverförmige Material eingefüllt wird. Zur Formung eines Presslings werden obere und untere Stempelanordnungen, bzw. auch als Werkzeug bezeichnet, umfassend unter anderem Stempelträger und Stempel, gegeneinander gepresst, wobei die Bewegung der Stempelanordnungen abhängig von einstellbaren Pressparametern erfolgt. Eine Stempelanordnung umfasst im einfachsten Fall einen Stempel, weist aber im Allgemeinen eine Vielzahl von Stempeln auf. Demnach sind auch Anordnungen mit mehreren Stempeln bekannt, um in Pressrichtung mehrere Höhenstufen zu pressen, wobei die einzelnen Stempel relativ zueinander mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und/oder Hubstrecken bewegt werden. In einer Pressendstellung, in welcher über einen Pressantrieb eine volle Presskraft wirkt, können die Stempelanordnungen über Festanschläge abgestützt sein, so dass eine definierte Pressposition eingenommen wird. Die sehr hohen erforderlichen Presskräfte und Energiemenge werden bei derartigen Pulverpressen durch hydraulische oder mechanische Antriebssysteme erzeugt.

[0003] Bei Pulverpressen zur Herstellung masshaltiger Pressling sind neben Antriebssystemen zum Bewegen der umfassten Stempelanordnungen durch eine Hauptpresskraft an sich bekannte hydraulische, elektrische oder sonstige angetriebene Stellantriebe zum Verstellen einzelner oberer bzw. unterer Stempelträger bzw. Stempel relativ zueinander vorgesehen.

[0004] In bekannten hydraulischen Pressen sind zur Bewegung der Stempelanordnungen geregelte hydraulische Antriebssysteme eingesetzt, welche allerdings um hohe Präzision und Dynamik bei grossen bewegten Massen zu erreichen, einen hohen Energiebedarf und lange Zykluszeiten haben. Hierbei werden Stempelträger mit den daran angeordneten Stempeln direkt über Kolben/Zylinderanordnungen bewegt und in Pressstellung von Festanschlägen abgestützt. Demnach umfassen Hydraulikpressen eine Vielzahl von Hydraulikzylindern, welche ein komplexes System bedingen.

[0005] Ferner sind Pulverpressen mit elektromechanischem Antriebssystem bekannt, wobei zur Übertragung

einer beispielsweise durch einen elektrischen Antrieb erzeugten Presskraft als Hauptpresskraft ein passives Antriebselement wie Spindeln, Riemen, Getriebe, Exzenter und/oder Kniehebel zwischen einem Elektromotor und einer Stempelanordnung, insbesondere der oberen Stempelanordnung geschaltet ist. Pressen mit einem elektromechanischen Antriebssystem haben zwar einen geringeren Energiebedarf als Hydraulikpressen, allerdings ist durch die passiven Antriebselemente nur eine geringere Dynamik erreichbar. Insbesondere bei servomotorischen Pulverpressen besteht die Problematik, dass eine Übertragung einer rotatorischen Bewegung in eine translatorische Bewegung von diversen physikalischen Grössen abhängig ist, so dass ein zuverlässiger und definierter Pressvorgang nur mit hohem Regelaufwand möglich ist. Ferner ist eine teure und aufwendige Elektronik erforderlich, wobei hohe Spitzenströme durch ein Stromnetz zur Verfügung stehen müssen und auch der notwendige Bauraum ist im Vergleich zu einer hydraulischen Pulverpresse gross. Demnach gelten diese Pulverpressen als stör- und verschleissanfällig, insbesondere durch eine Schlagempfindlichkeit einer umfassten Spindel, schwer regelbar und somit als kostenintensiv.

[0006] Nichtlineare Antriebssysteme, insbesondere ein Kniehebelantrieb, werden im Allgemeinen als ungeeignet für einen Einsatz in Pulverpressen angesehen, unter anderem da sie eine maximale Presskraft nur in einem sehr begrenzten Bereich erzeugen.

[0007] Aus JP 2001-259896 ist eine Pulverpresse bekannt, wobei eine obere und eine untere Stempelanordnung über separate oder auch kombinierte hydraulische Antriebssysteme bewegt werden. Hierbei ist die vertikale Bewegung der oberen und der unteren Stempelanordnung über Kopplungsglieder miteinander gekoppelt. Ein Kniehebelsystem ist zwischen Hydraulikantrieb und zumindest oberer Stempelanordnung angeordnet und derart verbunden, dass die Bewegung des Hydraulikzylinders auf die Stempelanordnung von dem Kniehebelsystem übertragen wird, wobei die auf die Stempelanordnung übertragene Druckkraft ist um ein Vielfaches grösser als diejenige des eingesetzten Hydraulikzylinders. Als Nachteil erweist sich der umfasste Hydraulikantrieb, welcher einen hohen Energiebedarf und Lärm bedingt und durch die hohen Strömungsgeschwindigkeiten von Hydrauliköl in den Zylindern in Zusammenhang mit dem Kniehebelsystem wartungsintensiv ist. Ferner kann mit dem beschriebenen Kniehebelsystem nicht den Verlauf der Pulververdichtung in geeigneter Weise nachempfunden werden.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Pulverpresse zur Herstellung eines Presslings aus einem verpressbaren Material vorzusehen, welche einen idealen Pressverlauf gemäss einem optimalen Verdichtungsverlauf des verpressbaren Materials ermöglicht und bei dem hohe Druckkräfte übertragen werden können.

[0009] Ausgehend von dem Stand der Technik, wird

eine Pulverpresse zur Herstellung eines Presslings aus einem verpressbaren Material mit einem Pressenrahmen, einer oberen und/oder unteren Stempelanordnung und einer zwischen oberer und/oder unterer Stempelanordnung angeordneten Matrizenanordnung vorge-schlagen, welche einen Formhohlraum definieren, in den das pulverförmige Material einfüllbar ist. Zum Pressen komplex strukturierter Teile werden von oben und/oder unten mehrere Stempel in eine Matrizenöffnung der Matrizenanordnung eingeführt, wobei jeder Stempel auf einem Stempelträger angeordnet ist, der jeweils relativ zu einem Basisträger bzw. Grundplatte bewegbar ist. Insbesondere handelt es sich um eine Mehrplattenpresse, bei der während eines Pressverfahrens einzelne Zusatzachsen in eine individuelle Pressposition bewegt werden. Als Achse bzw. Zusatzachse wird eine Anordnung verstanden, umfassend einen Pressstempel und diesen tragende, bewegende und verstellende Werkzeugkomponenten, d.h. diejenigen Elemente, welche zwischen Pressantrieb und Stempel auf Kraftflusslinien liegen und insbesondere Platte, Zylinder, Abstützeinrichtung und Führungen umfassen.

[0010] Die Pulverpresse zur Herstellung eines Presslings aus einem verpressbaren Material umfasst mindestens eine Antriebseinheit zur Erzeugung einer Hauptpresskraft, wobei die Antriebseinheit in Wirkverbindung mit den Stempelanordnungen und/oder der Matrizenanordnung steht, wobei zur Formung des Presslings die Stempelanordnungen und die Matrizenanordnung entlang einer Pressachse relativ zueinander bewegbar und gegeneinander pressbar sind.

[0011] Erfindungsgemäss umfasst die Wirkverbindung zwischen Antriebseinheit und einer der Stempelanordnungen, insbesondere der oberen Stempelanordnung, einen Kniehebelantrieb, welcher die Stempelanordnung entlang der Pressachse in eine Pressendstellung bewegt, welche mittels mechanischer Festanschläge einstellbar ist.

[0012] Basierend auf Kenntnis eines optimalen kinematischen Pressverlaufs zur Herstellung masshaltiger Presskörper, ist eine darauf abgestimmte geometrische Auslegung von Kopplungsgliedern des erfindungsgemässen Kniehebelantriebs vorgesehen. Demnach können einzelne Phasen eines erzeugnis-spezifischen Presszykluses, welcher z.B. Verdichten, Druckhalten und Druckentlastung aufeinander abstimmt, durch eine gezielte Dimensionierung geometrischer Parameter erreicht werden. Kinematik und Übersetzungsverhältnis können dem idealen Verlauf eines Pressvorgangs bei hoher Reproduzierbarkeit und hohen Geschwindigkeiten angenähert werden.

[0013] Der in der Pulverpresse integrierte Kniehebelantrieb, welcher vorzugsweise die Antriebseinheit zur Erzeugung einer Hauptpresskraft mit einem Oberkolben bzw. oberen Stempelanordnung verbindet, ist symmetrisch aufgebaut. Ausgehend von einem Antriebsstrang der Antriebseinheit, sind ein erster und ein zweiter Hebel an jeweils einem ersten Ende der Hebel schwenkbar an-

gelenkt. An einem zweiten Ende der jeweiligen Hebel sind jeweils schwenkbar ein erster Arm zur Verbindung mit dem Rahmen der Pulverpresse und ein zweiter Arm zur Verbindung mit der oberen Stempelanordnung angelenkt.

[0014] Ein Kniehebelantrieb umfasst einen Kniehebelmechanismus, welcher sich durch ein sich veränderndes Übersetzungsverhältnis zwischen aufgewendeter Kraft zu resultierender Kraft auszeichnet. Für einen Pressvorgang ist ein schnelles Anfahren in eine Pressstellung bzw. auch ein schnelles Ausfahren aus der Pressendstellung gewünscht, wobei letzteres für eine Freilegung des gepressten Formlings bzw. Presslings von Vorteil ist. Ein erster Abschnitt eines Presszykluses kann bei mittlerer Geschwindigkeit erfolgen, wobei mittlere Druckkräfte wirken. In der Nähe des durchgestreckten Bereichs des Kniehebelmechanismus erfolgt dann die letzte Presszyklusphase vor der Pressendstellung mit geringer Geschwindigkeit und hohen Druckkräften, welche auch mit kleinen Antriebssystemen realisierbar ist. Ein hohes Übersetzungsverhältnis in der Nähe des durchgestreckten Bereichs des Kniehebelmechanismus erlaubt eine präzise Regelung der Pressstellung.

[0015] Eine Kinematik des Kniehebelantriebs kann derart bestimmt werden, dass der Verlauf des Übersetzungsverhältnisses dem Verlauf der Pulververdichtung entspricht, wobei die Presskraft als Funktion einer Pressbewegung ausgedrückt ist, und insbesondere mit dieser zum Ende der Pulververdichtung ansteigt.

[0016] Kniehebelantriebe in Verbindung mit Pulverpressen müssen darüber hinaus derart gestaltet und ausgelegt werden, dass bei einem Pressverfahren eine Verstellung der Stempel entlang der Pressrichtung in eine definierte Endposition, d.h. in die Pressendstellung, reproduzierbar ist. Insbesondere sollte ein wartungsarmer und langlebiger Kniehebelmechanismus vorgesehen sein, welcher bevorzugt nur rotative Lagerungen und keine Linearführungen oder kombinierte Bewegungsabläufe umfasst.

[0017] Für einen erfolgreichen Pressvorgang zur Herstellung masshaltiger Presslinge aus einem im Wesentlichen pulverförmigen oder granulatförmigen Material ist die Einstellung der Pressendstellung von zentraler Bedeutung. Erfindungsgemäss sind mechanische Festanschläge zur Festlegung von Presspunkten von Zusatzachsen vorgesehen, welche die Stufenhöhe des Presslings bzw. Grünlings definieren. In der Pressendstellung liegen somit Stempelträger, an welchen jeweils ein Stempel angesetzt ist, fest bzw. kraftübertragend auf mechanischen Festanschlägen auf, welche in einer Ausführungsform als höhenverstellbare Festanschlageinrichtungen ausgebildet sind.

[0018] Darüber hinaus sind in Pulverpressen Stempel bzw. Werkzeuge unterschiedlich lang ausgebildet und unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt, so dass Werkzeuge über ihre Lebensdauer nachgeschliffen werden müssen. Dies bedingt, dass eine Pressteilhöhenverstellung vorzusehen ist, welche beispielsweise als zu-

sätzlicher Antrieb üblicherweise am Pressenoberteil angeordnet ist und demnach die gesamte Basis des Oberkolbens in vertikaler Richtung verschiebt. Diese Höhenverstellung ist allerdings kostenintensiv und fügt der Maschinengeometrie weitere Fehlerquellen zu.

[0019] Wie bereits vorhergehend dargelegt, besteht bei Pulverpressen mit nichtlinearen Antriebskinematiken, insbesondere solche mit einem Kniehebelsystem, der Nachteil, dass eine maximale Presskraft nur in einem engen Bereich, zugespitzt formuliert, an genau einem Punkt erreicht wird. Ausserhalb des Bereichs bzw. des Punktes ist entweder die erzeugte Druckkraft nicht ausreichend, bzw. stark reduziert oder das System nicht regelbar. Erfindungsgemäss sind in Kombination mit einem Kniehebelantrieb in einer Pulverpresse Festanschlageinrichtungen vorgesehen, welche sowohl eine Höhenverstellung der jeweiligen Pressendstellung der umfassten Stempelinrichtungen und damit die Presslinghöhe ermöglichen, als auch eine Höhenverstellung zum Ausgleich von Verschleiss oder Stauchung der eingesetzten Stempel. Die erfindungsgemäss vorgesehenen verstellbaren Festanschlageinrichtungen reduzieren die Komplexität derartiger Pulverpressen und erweitern den Einsatzbereich von Kniehebelantrieben in Bezug auf Pulverpressen.

[0020] Die verstellbaren Festanschlageinrichtungen sind als Töpfe ausgebildet, wobei mehrere konzentrische Töpfe umfasst sein können, welche relativ zueinander bewegbar sind. Mit dieser Konstruktion kann bei einem begrenzten Bauraum ein grösserer Hub realisiert werden als dies bei länglichen Elementen möglich wäre. Mittels einer individuellen Bewegung einzelner Töpfe relativ zueinander können die Höhenstufen des zu erzeugenden Presslings eingestellt und definiert werden. Mittels einer synchronisierten Bewegung aller Töpfe wird der Pressraum verändert, so dass eine Pressteilhöhenverstellung erfolgt. Dies dient zur Kompensation von kürzeren oder längeren Stempeln, beispielsweise verursacht durch Verschleiss oder Stauchung.

[0021] In einer Ausführungsform ist als ein Verstellantrieb ein Elektromotor vorgesehen, so dass individuell und/oder synchronisiert die einzelnen Festanschlageinrichtungen bewegt werden können. Dabei können die im Allgemeinen schwer zugänglichen Verstellantriebe bedienfreundlich mittels einer Steuereinheit eingesetzt werden. Dies ist insbesondere von Vorteil für eine Verstellung während eines Automatikbetriebs der Pulverpresse, in welchem eine Schutztür geschlossen ist, da ein Bedienerpersonal die Verstellantriebe aktivieren kann, beispielsweise durch eine Steuereinheit.

[0022] Es kann vorgesehen sein, dass eine Höhenverstellung einer Festanschlageinrichtung mittels eines umfassten Einstellrings erfolgt, welcher in Wirkverbindung mit dem Verstellantrieb direkt oder indirekt steht. Beispielsweise kann der Einstellring mit einer Aussenzahnung versehen sein, welche in Eingriff mit entsprechenden Antriebsrädern des Verstellantriebs steht. Zur Aktivierung der Drehbewegung des Einstellrings sind

auch Riemenantriebe, Rotor/Stator-Antriebe, Spindeltriebe oder Kolben-Zylinder-Einheiten denkbar.

[0023] Ferner kann die Masshaltigkeit bei der Herstellung von Presslingen in einer Pulverpresse mit einem Kniehebelantrieb dadurch verbessert werden, dass die Lagerung der Kopplungsglieder des Kniehebelsmechanismus möglichst ein minimales oder eliminiertes Lagerspiel aufweist. Das Lagerspiel, welches in den umfassten Lagern des Kniehebelsmechanismus, vorzugsweise Wälzlagern, in unterschiedlichem Masse auftreten kann, begünstigt einen ungleichen Betrieb und bedingt somit eine Fehlstellung und eine Fehlfunktion der Presse.

[0024] In einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Pulverpresse ist vorgesehen, dass die Kopplungsglieder, bzw. die umfassten Hebel und Arme, des umfassten Kniehebelsmechanismus mittels Festkörpergelenken miteinander gelenkig verbunden sind. Ein Festkörpergelenk ist ein stoffschlüssiges Gelenk, mit welchem eine bestimmte Bewegung der Kopplungsglieder während der Aufnahme und Übertragung von Kräften und Momenten durch eine definierte Verformung eines entsprechend gestalteten Festkörpers möglich ist. Hierbei ist zwischen den Lageraufnahmen der Festkörpergelenke ein elastischer Bereich vorgesehen, welcher bei Kraftbeaufschlagung senkrecht zur Längsachse des Festkörpergelenks den Abstand zwischen den Lageraufnahmen vergrössert. In einem eingebauten Zustand, d. h. ohne eine wirkende Kraft, ist dagegen der Abstand der Lageraufnahmen etwas geringer als der vorgegebene Lagerachsabstand. Demnach sind die in den Lageraufnahmen aufgenommenen Achsen in geringem Masse gegeneinander vorgespannt und das Lagerspiel ist kompensiert. Erfindungsgemäss kann der elastische Bereich durch eine Mehrzahl von Streben gebildet werden, welche in Form einer Raute die Lageraufnahmen verbinden.

[0025] In einer Ausführungsform kann in einem zentralen Bereich zwischen den Lageraufnahmen ein Mittelsteg vorgesehen sein, welcher bevorzugt geschlitzt ausgeführt ist.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0026] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kniehebelantriebs, welches in einer Pulverpresse zum Bewegen einer oberen Stempelanordnung angeordnet ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Kniehebelantriebs gemäss Fig. 1 mit Festkörpergelenken;

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Festkörpergelenks des Kniehebelantriebs gemäss Fig. 1;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer verstell-

baren Festanschlageinrichtung;

Fig. 5 eine graphische Darstellung einer Verdichtungskurve eines verpressbaren Materials beim Pressvorgang und eine Kinematik des Kniehebelantriebs.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsformen der Erfindung

[0027] Figur 1 zeigt eine Aufsicht eines oberen Teils einer Pulverpresse 1. In Figur 1 ist lediglich ein oberer Bereich einer Pulverpresse 1 dargestellt, wobei ein Presserahmen mit 10 bezeichnet ist und dabei auch einen oberen Presserahmen 10 umfasst. An dem oberen Presserahmen 10 ist eine Antriebseinheit 12 angeordnet. Die Pulverpresse 1 umfasst zwischen dem oberen Presserahmen 10 und einer oberen Stempelanordnung 14 einen Kniehebelantrieb 16, welcher derart angeordnet ist, dass er in Wirkverbindung einerseits mit der Antriebseinheit 12 und andererseits mit der oberen Stempelanordnung 14 steht, um diese in Richtung einer Pressachse 18 zu bewegen. Ein von der Antriebseinheit 12 sich in Richtung oberer Stempelanordnung 14 erstreckender Antriebsstrang 20 ist an einen Kniehebelantrieb 16 gekoppelt.

[0028] Der umfasste Kniehebelantrieb 16 realisiert über eine geeignete geometrische Anordnung und Ausformung gemäss dem Hebelgesetz und den Übersetzungsverhältnissen, dass die durch die eigentliche Antriebseinheit 12 realisierten Auslenkungen vervielfacht werden. Unter einem Kniehebel wird im Rahmen der Erfindung eine Einrichtung bzw. ein Element zur Kraftübertragung und/oder Kraftübersetzung verstanden, die/das zumindest zwei einarmige Hebel mit einem gemeinsamen Endpunkt (in der Regel als beweglicher Drehpunkt ausgebildet) umfasst, wobei die freien Enden der einarmigen Hebel, die gegen einen oder mehrere Körper gestützt sind, unter dem Einfluss einer an dem gemeinsamen Ende angreifenden Kraft bewegt werden können.

[0029] Der Kniehebelantrieb 16 umfasst symmetrisch zur Pressachse 18 mindestens jeweils einen ersten Hebel 22 und einen zweiten Hebel 24, welche jeweils an einem ersten Ende der Hebel 26 schwenkbar an dem Antriebsstrang 20 angelenkt sind. An einem zweiten Ende 28 jedes Hebels sind jeweils schwenkbar ein erster Arm 30 zur Verbindung mit dem oberen Presserahmen 10 der Pulverpresse 1 und ein zweiter Arm 32 zur Verbindung mit der oberen Stempelanordnung 14 angelenkt. Demnach wird ein Vier-Gelenksystem gebildet, welches die von der Antriebseinheit 12 ausgehende Bewegung auf die obere Stempelanordnung 14 überträgt, so dass diese entlang der Pressachse 18 verfahren wird. Die umfassten Gelenke werden dabei allgemein mit 34 bezeichnet und sind zwischen den Armen 30, 32 und Hebeln 22, 24 und zum Antriebsstrang 20, sowie den Anlenkpunkten zum oberen Presserahmen 10 und der oberen Stempelanordnung 14 angeordnet. Die Gelenke 34 sind bevorzugt Wälzlager.

[0030] Damit eine direkte und spielfreie Übertragung der Bewegung und der erzeugten Presskraft auf die obere Stempelanordnung 14 erfolgt, ist vorgesehen, dass die Lager mittels Festkörpergelenken 36 vorgespannt werden. Festkörpergelenke 36 stellen eine biegeeweiche Verbindung zwischen ersten und zweiten Bauteilen bereit. In Figur 2 ist der obere Teil einer Pulverpresse 1 dargestellt, woraus die Anordnung von Festkörpergelenken 36 im Kniehebelantrieb 16 sichtbar ist.

[0031] In Figur 3 sind die in der Pulverpresse 1 vorgesehenen Festkörpergelenke 36 im Einzelnen schematisch dargestellt. Um eine hochgenaue Positionierung eines Objekts relativ zu einem anderen Objekt und/oder einem ortsfesten Koordinatensystem zu realisieren sind Festkörpergelenke 36 im Rahmen von Festkörpergelenkbaugruppen bekannt. Unter einem Festkörpergelenk 36 wird dabei im Allgemeinen ein Körper verstanden, der einen Bereich mit verminderter Steifigkeit umfasst. Die verminderte Steifigkeit wird in der Regel durch eine lokale Querschnittsverringerung oder durch eine geeignete Formgebung realisiert.

[0032] Gemäss einer Ausführungsform, dargestellt in Figur 3, ist ein Festkörpergelenk 36 ein längliches Element, welches zu einer Längsachse 38 spiegelsymmetrisch ausgebildet ist. An einem ersten Ende und einem zweiten Ende sind Lageraufnahmen 40 ausgebildet, in welche in Lagern Wellen bzw. Achsen aufnehmbar sind. Zur Erzeugung der erforderlichen verminderten Steifigkeit sind zwischen den Lageraufnahmen 40 Streben 42 vorgesehen, welche zwischen sich beispielsweise eine elliptische Form oder eine Rautenform aufspannen. Andere Formen sind denkbar, wobei einerseits eine gewisse Flexibilität in einem Bereich und andererseits eine Steifigkeit insgesamt zu beachten sind, so dass auch eine Vielzahl von Streben mit einem eventuell verstärkten zentralen Bereich vorgesehen sein kann. Durch die Formgebung des Festkörpergelenks 36 kann bei Zusammendrücken der Streben 42, d.h. bei Druckbeaufschlagung senkrecht zur Längsachse 38, ein Abstand zwischen den Lageraufnahmen 40 verändert werden, insbesondere vergrössert werden.

[0033] In Figur 4 ist eine Festanschlageinrichtung 50 dargestellt, um eine Pressendstellung festzulegen. Eine Pressstellung umschreibt eine Stellung der in einer Presse eingesetzten Komponenten des Werkzeugs, wobei Stempel bevorzugt von beiden Seiten in eine Matrizenöffnung eintauchen und ein darin eingefülltes verpressbares Material komprimieren. Eine Pressendstellung ist eine Stellung, in welcher vorzugsweise die maximale Presskraft über die Stempel auf das in der Matrizenöffnung befindliche Material einwirkt. In der Pressendstellung liegen Stempelträger 52 insbesondere fest und kraftübertragend auf Festanschlägen 50 auf, welche auch als Festanschlageinrichtungen 50 bezeichnet sind und vorteilhaft höhenverstellbar sind.

[0034] Eine Stempelanordnung, beispielsweise die obere Stempelanordnung 14 umfasst im Allgemeinen Stempelträger 52 und auf die jeweils ein Stempel (nicht

dargestellt) aufgesetzt ist. Dabei weist der Stempelträger 52 eine Aufsatzfläche auf, die bevorzugt ringförmig ist, so dass durch eine zentrale Durchgangsöffnung 56 weiter innen liegende Stempel bzw. diesen Stempeln zugeordnete Elemente hindurchführbar sind. Die Anordnung ist dabei bevorzugt rotationssymmetrisch um die Pressachse 18 angeordnet, längs der die Stempel bewegbar sind. In Figur 4 ist ein Einstellring 58 dargestellt, welcher ausgebildet ist, um die Pressendstellung einzustellen. Dadurch kann insbesondere ein Werkzeugverschleiss ausgeglichen werden, welcher ansonsten zu Fehlpressungen führt. Der Stempelträger 52 liegt mit einer unteren axialen Stirnfläche 60 auf einer oberen Stirnfläche 62, d.h. einer Auflagefläche, des Einstellrings 58 auf. Dabei ist die obere Stirnfläche 62 für den zugeordneten Stempelträger 52 als schraubflächenartige Rampe in Form einer eingängigen Schraubfläche ausgebildet, und die Gangenden 64 und 66 der Schraubfläche, umfassend einen Gang, sind durch eine vertikale Verbindungsfläche 68 verbunden. Die entsprechende axiale untere Stirnfläche 60 des Stempelträgers 52 ist komplementär ausgebildet. Bei Drehen des Einstellrings 58 ergibt sich, dass je nach Drehrichtung der zugeordnete Stempelträger 52 angehoben oder abgesenkt wird. Dadurch ist die Pressendstellung über den Hub des Stempelträgers 52 in der Höhe veränderbar bzw. einstellbar. In einer Ausführungsform des Einstellrings 58 kann dieser in Wirkverbindung mit einem aussen liegenden Verstellantrieb 70 stehen und mittels diesem in Drehung versetzt werden. Beispielsweise kann die Wirkverbindung mittels entsprechender Verzahnungen von Einstellring 58 und Antriebsrad des Verstellantriebs 70 bereitgestellt werden. Denkbar sind auch Riemenantrieb, Spindelantrieb, Direktantrieb des Einstellrings 58. Der Verstellantrieb 70 kann ein elektrischer Stellantrieb sein, welcher eine individuelle Festlegung der Pressendstellung ermöglicht. Durch eine vorgesehene Steuereinheit können aber auch mehrere Verstellantriebe 70 miteinander koordiniert werden, so dass eine synchrone Höhenverstellung mehrerer Stempelträger 52 erreicht wird.

[0035] Figur 5 zeigt ein Kraft-Weg-Diagramm 80 zur Veranschaulichung eines Pressvorgangs in der Pulverpresse 1. In dem Kraft-Weg-Diagramm ist mit 82 die y-Achse bezeichnet, welche der aufzubringenden Kraft zugeordnet ist. Auf der x-Achse mit 84 bezeichnet, wird ein Presshubweg dargestellt. Weitgehend keine Presskraft ist in der Anfangsphase eines Presszyklus erforderlich bis die obere Stempelanordnung bzw. das Werkzeug auf das in der Matrizenanordnung gefüllte verpressbare Material trifft. Diese Anfangsphase sollte dabei so schnell wie möglich erfolgen, da damit die Zykluszeit verkürzt werden kann. Für den Pressvorgang steigt dann die Presskraft an und zeigt einen progressiven Presskraftverlauf, wobei in einer Pressendstellung die maximale Presskraft erreicht wird. Demnach soll eine grosse Kraft bei einem minimalen Presshubweg im Bereich der Pressendstellung erreicht werden. Dieser Verlauf ist in der Darstellung mit 88 bezeichnet, wobei sich unterschiedli-

che Verläufe in Abhängigkeit von dem pressbaren Pulvermaterial und der Füllhöhe ergeben.

[0036] Gerade dieser Verlauf eines Kraft-Weg-Verhältnisses wird in nahezu optimaler Weise von einem Kniehebelantrieb 16 erfüllt, wie dies mit der Kurve 90 dargestellt ist. So kann dieser in einer Anfangsphase mit hoher Geschwindigkeit und grosser Wegstrecke bei geringer Kraft bis nahe an den Totpunkt des Kniehebelmechanismus verfahren werden. Im Bereich des Totpunkts, d.h. bei nahezu gestreckter Stellung der umfassten Hebel bzw. Arme kann eine grosse Presskraft übertragen werden. Hier werden zwar nur kleinste Wegstrecken zurückgelegt aber die übertragbare Presskraft ist nahezu maximal. Darüber hinaus erlaubt die Anordnung des Kniehebelmechanismus 16, dass ein Einfahren und ein Ausfahren in bzw. aus der Pressendstellung mit hoher Geschwindigkeit erfolgen können, so dass sich insgesamt die Zykluszeit verkürzt.

[0037] Aus Fig. 5 zeigt die Kraft-Weg-Kurve 90 einen entsprechenden Verlauf eines Kniehebelantriebs mit einem Übersetzungsverhältnis. Durch Anpassung der Übersetzung und der Hebelverhältnisse des Kniehebelantriebs kann eine Annäherung an den idealen Verlauf eines Pressvorgangs erreicht werden, wobei allerdings stets die Kraft-Weg-Kurve 90 oberhalb des Verlaufs 88 der Verdichtungskurve idealerweise verlaufen sollte.

Patentansprüche

1. Pulverpresse (1) zur Herstellung eines Presslings aus einem verpressbaren Material, mit

- einem Presserahmen (10),
- einer oberen und/oder unteren Stempelanordnung (14) und einer Matrizenanordnung, welche einen Formhohlraum definieren, in den das verpressbare Material einfüllbar ist, und
- einer Antriebseinheit (12), welche in Wirkverbindung mit den Stempelanordnungen (14) und/oder der Matrizenanordnung steht, wobei zur Formung des Presslings die Stempelanordnungen (14) und die Matrizenanordnung mittels der Antriebseinheit (12) entlang einer Pressachse (18) relativ zueinander bewegbar und gegeneinander pressbar sind,

dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkverbindung zwischen Antriebseinheit (12) und einer der Stempelanordnungen (14) einen Kniehebelantrieb (16) umfasst, welcher die Stempelanordnung (14) entlang der Pressachse (18) in eine Pressendstellung bewegt, welche mittels mechanischer Festanschläge (50) einstellbar ist.

2. Pulverpresse (1) gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kniehebelantrieb (16) zwischen Antriebseinheit (12) und der Stempelanord-

- nung (14) angeordnet ist, wobei an einem Antriebsstrang (20) der Antriebseinheit (12) symmetrisch zur Pressachse (18) jeweils ein erster und ein zweiter Hebel (22, 24) an jeweils einem ersten Ende (26) der Hebel (22, 24) schwenkbar angelenkt ist, und an einem zweiten Ende (28) jedes Hebels (22, 24) jeweils schwenkbar ein erster Arm (30) zur Verbindung mit dem Presserahmen (10) der Pulverpresse (1) und ein zweiter Arm (32) zur Verbindung mit der Stempelanordnung (14) angelenkt sind. 5 10
3. Pulverpresse (1) gemäss Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** kinematische Abmessungen des Kniehebelantriebs (16) so bestimmt werden, dass eine Presskraft als Funktion einer Pressbewegung entsprechend einer vorgegebenen Verdichtungskurve (88) zur Herstellung des Presslings erzeugt wird. 15
4. Pulverpresse (1) gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mechanischen Festanschläge (50) höhenverstellbar sind und als konzentrisch zueinander angeordnete Zylinder (52) ausgebildete Stempelträger umfassen. 20 25
5. Pulverpresse (1) gemäss Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Pressendstellung der Zylinder (52) des mechanischen höhenverstellbaren Festanschlags (50) mit einer unteren axialen Stirnfläche (60) auf jeweils einer oberen Stirnfläche (62) eines Einstellrings (58) aufliegt, die in Form einer eingängigen Schraubenfläche zur Höhenverstellung des mechanischen Festanschlags (50) ausgebildet ist. 30 35
6. Pulverpresse (1) gemäss Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die untere axiale Stirnfläche (60) des mechanischen höhenverstellbaren Festanschlags (50) komplementär zur oberen Stirnfläche (62) des Einstellrings (58) ausgebildet ist, so dass durch Drehen des Einstellrings (58) mittels eines Stellantriebs (70) eine Höhenverstellung des mechanischen Festanschlags (50) erfolgt. 40
7. Pulverpresse (1) gemäss einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch ein synchronisiertes Drehen der Einstellringe (58) eine Pressteilhöhenverstellung erfolgt. 45
8. Pulverpresse (1) gemäss Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellantrieb (70) ausgebildet ist als ein Elektromotor zum individuellen und synchronen Antreiben der Einstellringe (58). 50
9. Pulverpresse (1) gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kniehebelantrieb (16) Lager umfasst, welche mittels Festkörpergelenken (36) vorgespannt sind. 55
10. Pulverpresse (1) gemäss Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Festkörpergelenke (36) Lageraufnahmen (40) aufweisen, welche mittels Streben (42) miteinander verbunden sind, die in einer Rautenform angeordnet sind.

FIG. 1

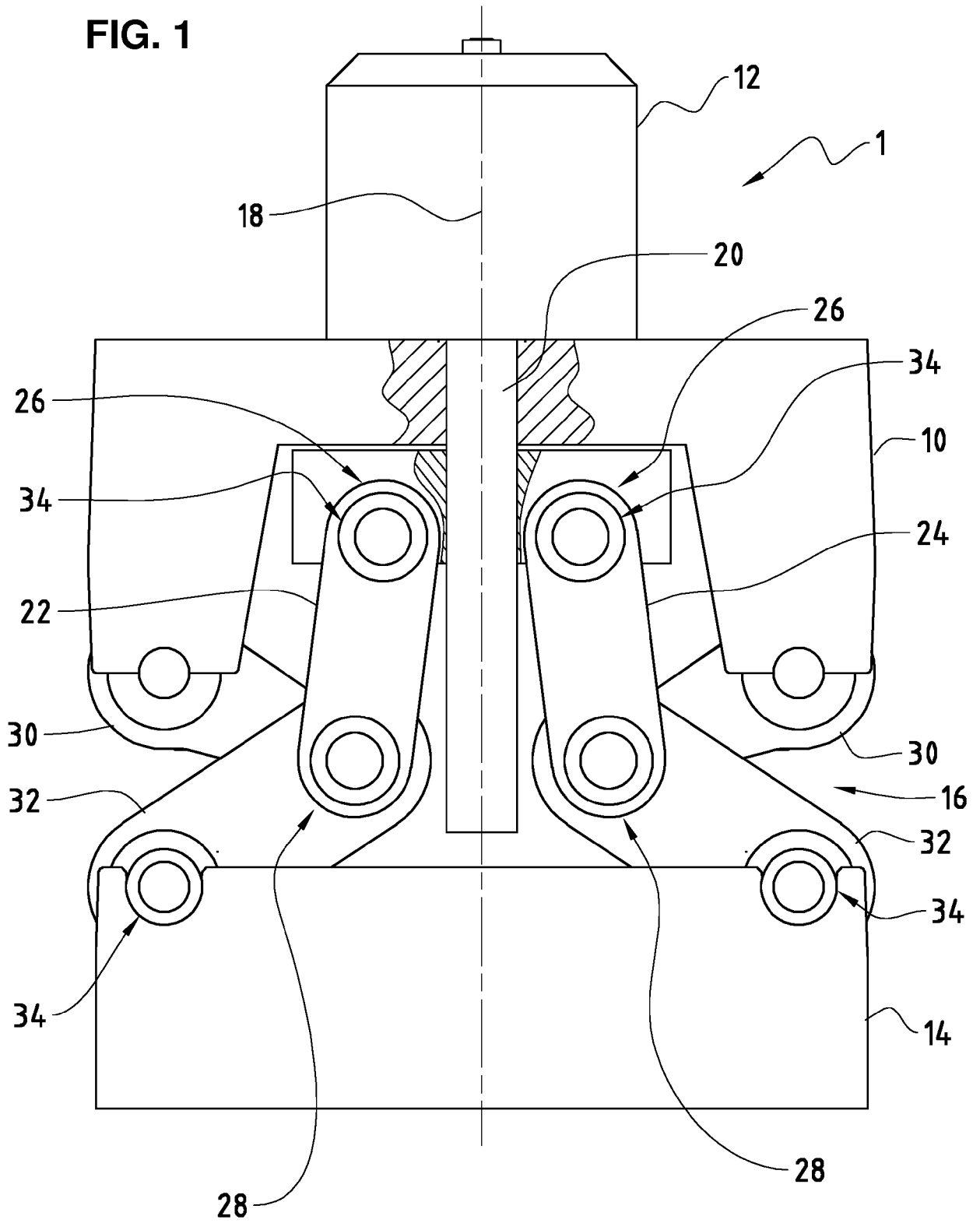


FIG. 2

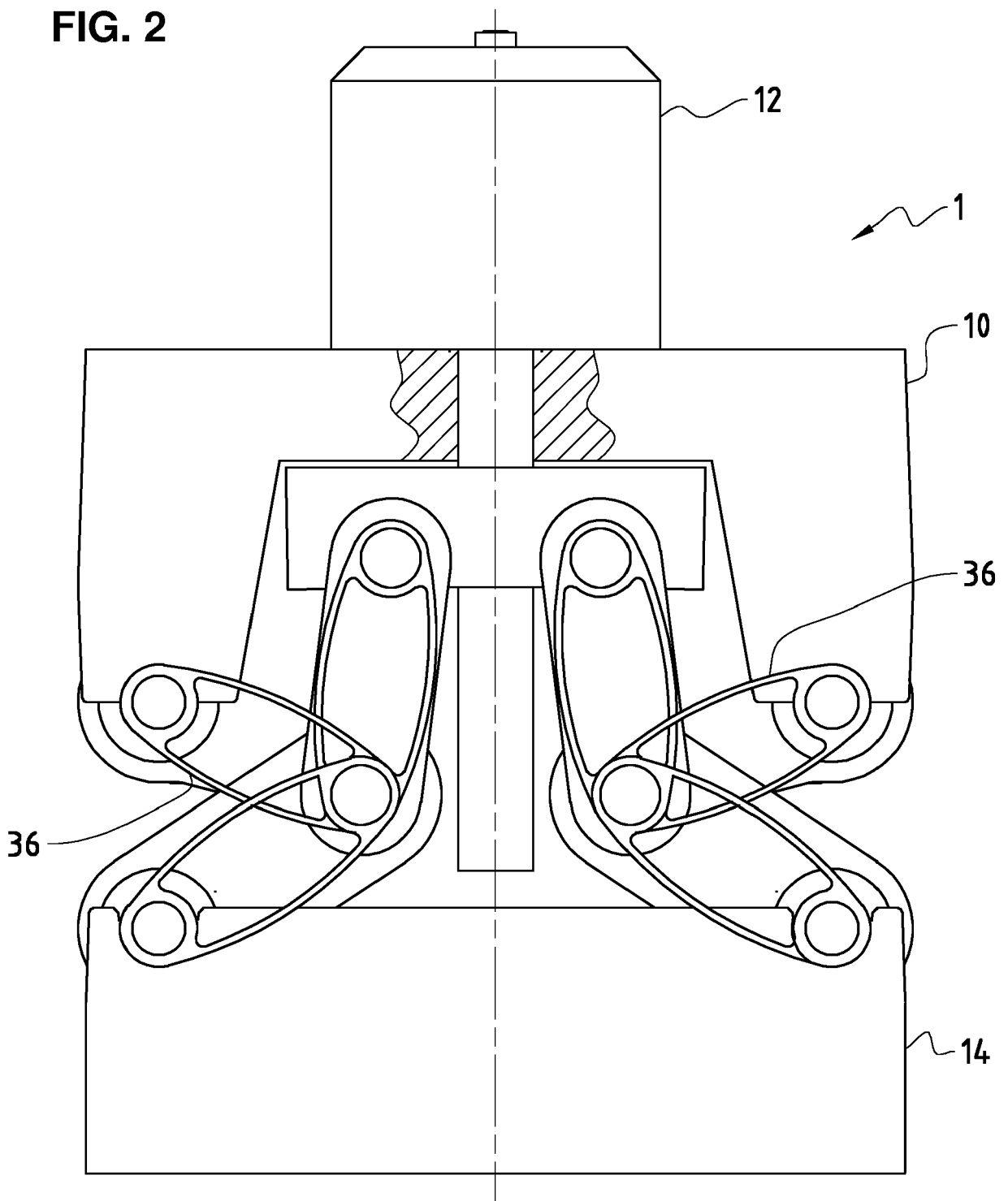


FIG. 3

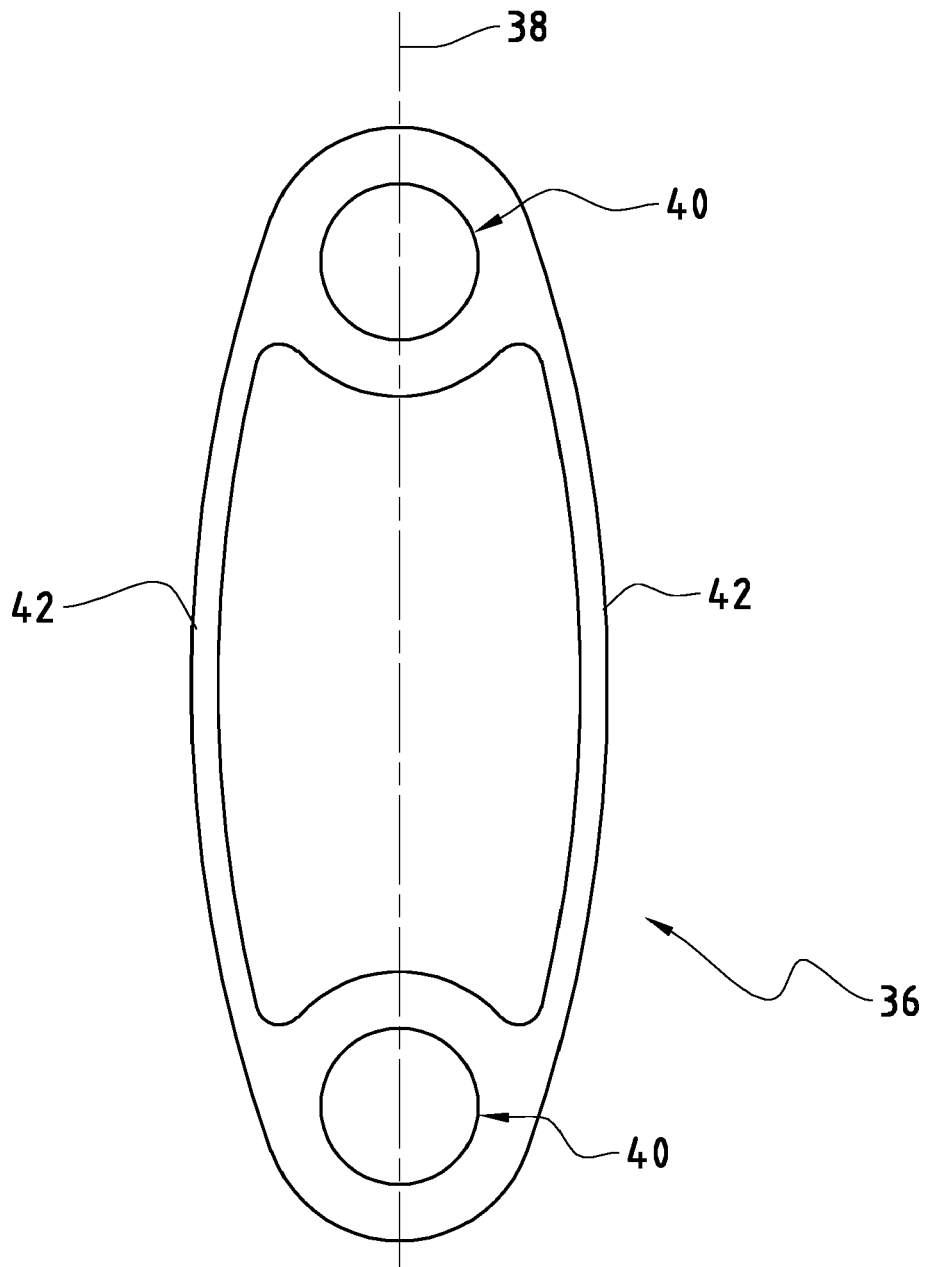
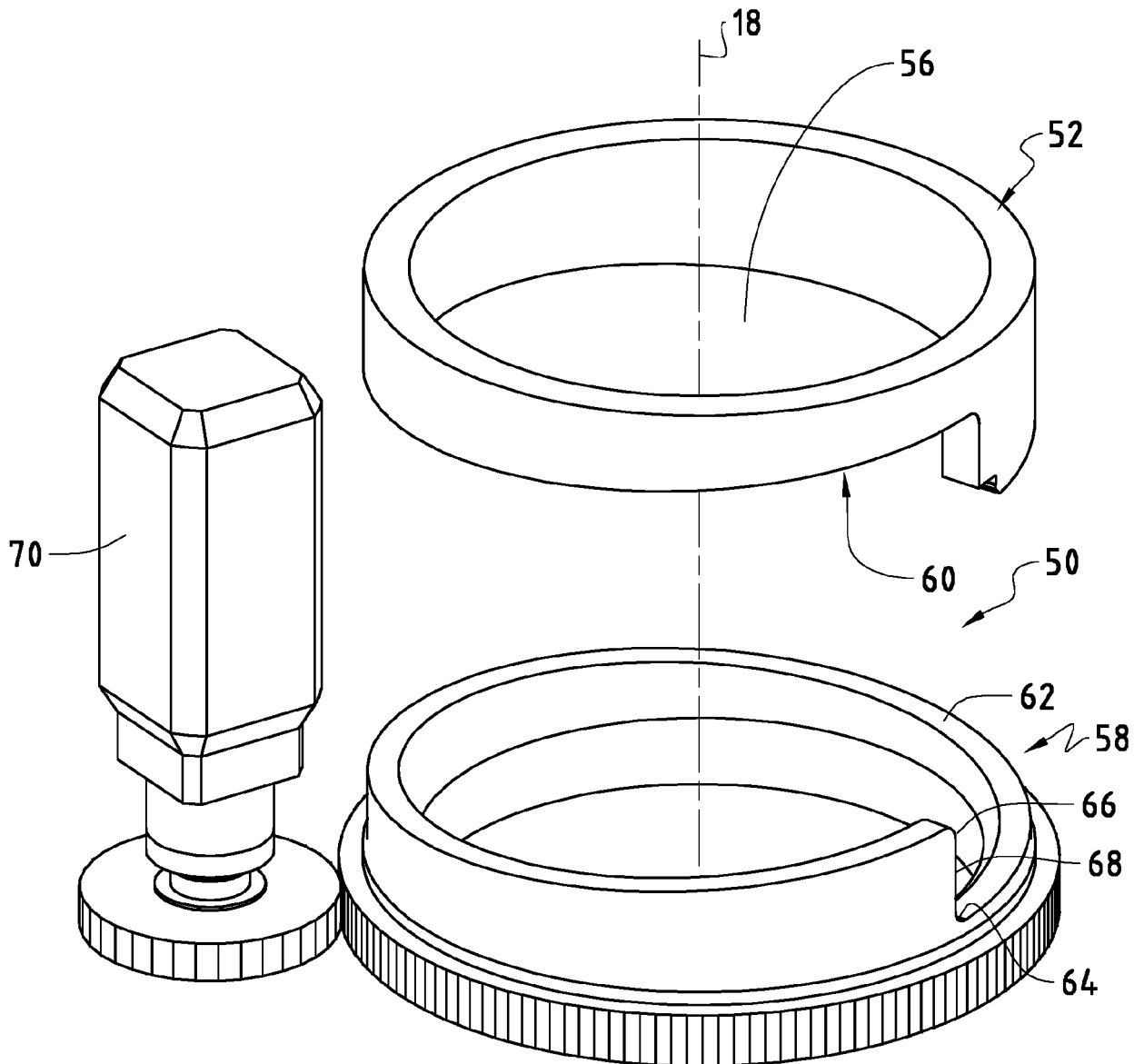


FIG. 4



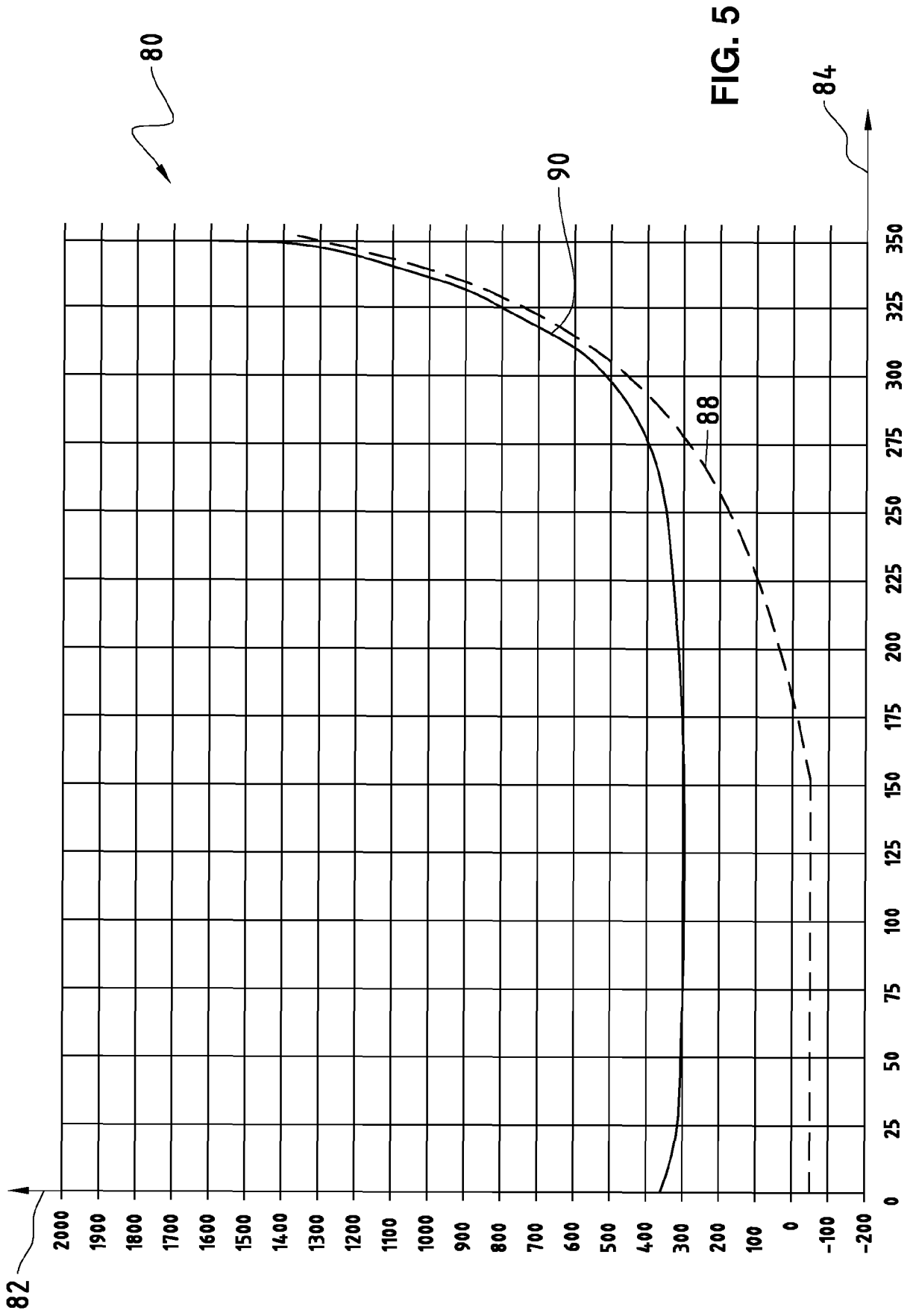


FIG. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 15 8663

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	FR 1 353 317 A (RHEINMETALL GMBH) 21. Februar 1964 (1964-02-21) * das ganze Dokument *	1-3,9,10	INV. B30B1/10 B30B15/00 B30B11/02
Y	DE 198 46 210 A1 (DORST MASCH & ANLAGEN [DE]) 13. April 2000 (2000-04-13) * das ganze Dokument *	1,4-8	
Y	EP 0 436 792 A2 (DORST MASCH & ANLAGEN [DE]) 17. Juli 1991 (1991-07-17) * das ganze Dokument *	1,4-8	
A	DE 14 59 343 A1 (RHEINMETALL GMBH) 28. November 1968 (1968-11-28) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	
A	DE 14 59 240 A1 (DORST KERAMIKMASCHB INH OTTO D) 29. Mai 1969 (1969-05-29) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B30B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. September 2018	Prüfer Labre, Arnaud
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 Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 15 8663

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.

18-09-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 1353317 A	21-02-1964	KEINE	
DE 19846210 A1	13-04-2000	DE 19846210 A1 WO 0020192 A1	13-04-2000 13-04-2000
EP 0436792 A2	17-07-1991	AT 106040 T DE 4000423 A1 EP 0436792 A2 JP 2941070 B2 JP H04162995 A	15-06-1994 11-07-1991 17-07-1991 25-08-1999 08-06-1992
DE 1459343 A1	28-11-1968	BE 630781 A BE 642573 A DE 1459339 A1 DE 1459343 A1 GB 1039606 A GB 1061884 A NL 290611 A NL 302752 A US 3205551 A US 3278989 A	31-07-1963 15-05-1964 28-11-1968 28-11-1968 17-08-1966 15-03-1967 10-06-1965 25-10-1965 14-09-1965 18-10-1966
DE 1459240 A1	29-05-1969	DE 1459240 A1 US 3172182 A	29-05-1969 09-03-1965

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

- JP 2001259896 A [0007]