

(19)



(11)

EP 2 364 792 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.09.2011 Patentblatt 2011/37

(51) Int Cl.:
B21D 51/26 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10002466.0**

(22) Anmeldetag: **10.03.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA ME RS

- **Schulz, Josef**
73342 Bad Ditzgenbach (DE)
- **Traxler, Alexander**
73072 Winzingen (DE)

(71) Anmelder: **HINTERKOPF GmbH**
73054 Eislingen (DE)

(74) Vertreter: **Kocher, Mark Werner**
Magenbauer & Kollegen
Patentanwälte
Plochinger Strasse 109
73730 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Aichele, Helmut**
73033 Göppingen (DE)

(54) Umformeinrichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine Umformeinrichtung für becherförmige Hohlkörper (7) mit einem Maschinengestell (2), einer Antriebseinrichtung (15), einem Werkstückrundtisch (3) und mit einem Werkzeugträger (4) zur Aufnahme von Bearbeitungswerkzeugen (10), wobei sich Werkstückrundtisch (3) und Werkzeugträger (4) gegenüberliegen und um eine Drehachse (5) zueinander verdrehbar sowie längs der Drehachse (5) zueinander linearverstellbar sind, wobei die Antriebseinrichtung (15) zur Bereitstellung einer Drehschrittbewegung und einer zyklischen Linearbewegung zwischen Werkstückrundtisch (3) und Werkzeugträger (4) ausgebildet ist, um eine Umformung der Hohlkörper (7) mittels der Bearbeitungswerkzeuge (10) in mehreren aufeinanderfolgenden Bearbeitungsschritten zu ermöglichen und wobei der Werkstückhalter (6) eine Ausnehmung (16) zur Aufnahme eines Hohlkörpers (7) aufweist und ein die Ausnehmung (16) bereichsweise begrenzender Wandabschnitt (42) eine zur Verengung des Querschnitts der Ausnehmung (16) ausgebildete, einstellbare Geometrie aufweist, um eine Festlegung des Hohlkörpers (7) am Werkstückhalter (6) zu ermöglichen. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Wandabschnitt (42) mit der einstellbaren Geometrie von einer flexiblen Membran gebildet wird, die einen im Werkstückhalter (6) ausgebildeten Fluidkanal (40) bereichsweise begrenzt.

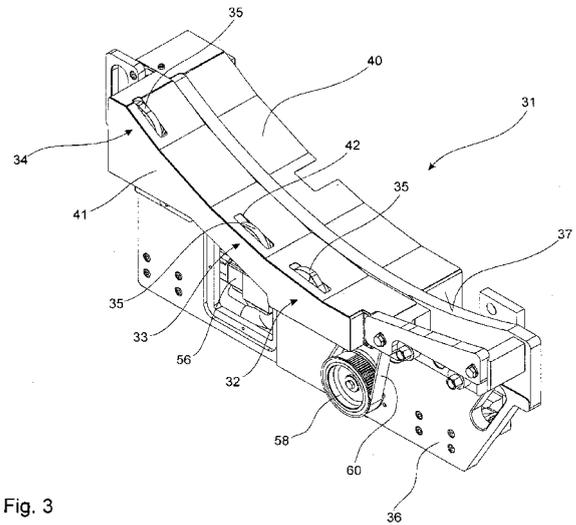


Fig. 3

EP 2 364 792 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Umformeinrichtung für becherförmige Hohlkörper mit einem Maschinengestell, einer Antriebseinrichtung, einem Werkstückrundtisch zur Aufnahme von Werkstückhaltern, die zur Festlegung von Hohlkörpern ausgebildet sind, und mit einem Werkzeugträger zur Aufnahme von Bearbeitungswerkzeugen, wobei sich Werkstückrundtisch und Werkzeugträger gegenüberliegen und um eine Drehachse zueinander verdrehbar sowie längs der Drehachse zueinander linearverstellbar sind, wobei die Antriebseinrichtung zur Bereitstellung einer Drehschrittbewegung und einer zyklischen Linearbewegung zwischen Werkstückrundtisch und Werkzeugträger ausgebildet ist, um eine Umformung der Hohlkörper mittels der Bearbeitungswerkzeuge in mehreren aufeinanderfolgenden Bearbeitungsschritten zu ermöglichen und wobei der Werkstückhalter eine Ausnehmung zur Aufnahme eines Hohlkörpers aufweist und ein die Ausnehmung bereichsweise begrenzender Wandabschnitt eine zur Verengung des Querschnitts der Ausnehmung ausgebildete, einstellbare Geometrie aufweist, um eine Festlegung des Hohlkörpers am Werkstückhalter zu ermöglichen.

[0002] Aus der EP 0 275 369 A2 ist eine Umformmaschine bekannt, mit der becherförmige Hohlkörper aus Metall, insbesondere Aluminium, aus einem im Wesentlichen zylinderhülsenförmigen Ausgangszustand bereichsweise umgeformt, insbesondere lokal eingezogen, werden können, um beispielsweise im Bereich der Öffnung eine Verschlusskappe oder ein Sprühventil abdichtend aufzusetzen zu können. Die bekannte Umformmaschine weist ein Maschinengestell auf, an dem ein Tragrohr ausgebildet ist. An einer Außenoberfläche des Tragrohrs ist ein Werkstückrundtisch drehbar gelagert. In einer vom Tragrohr begrenzten Ausnehmung ist ein linearverschiebliches Führungsrohr aufgenommen, an dessen Endbereich der Werkzeugrundtisch angebracht ist. In dem Maschinengestell ist eine Antriebseinrichtung aufgenommen, die zur Erzeugung einer intermittierenden Drehbewegung des Werkstückrundtischs und zur Erzeugung einer oszillierenden Linearbewegung des Führungsrohrs und des damit verbundenen Werkzeugrundtischs ausgebildet ist. Durch die Linearbewegung können die am Werkzeugrundtisch vorgesehenen Werkzeuge, insbesondere Umformwerkzeuge, in Eingriff mit den am Werkstückrundtisch gehaltenen Hohlkörpern gebracht werden, um diese lokal zu bearbeiten, insbesondere plastisch zu deformieren. Durch die intermittierende Drehbewegung des Werkstückrundtischs können die Hohlkörper in serieller Reihenfolge in Kontakt mit den am Werkzeugträgertisch angebrachten Werkzeugen gebracht werden, um eine schrittweise Umformung der Hohlkörper von einer Ausgangsgeometrie hin zu einer Zielgeometrie zu erreichen. Vor Durchführung der Bearbeitung werden die Hohlkörper mit Hilfe von am Werkstückrundtisch angebrachten Werkstückhaltern festgelegt und nach Durchführung der Bearbeitung wieder frei-

gegeben. Hierzu weist der Werkstückhalter einen pneumatisch betätigbaren Kolben auf, der in axialer Richtung auf einen umlaufenden, flexiblen Ring wirkt und diesen zumindest teilweise in radialer Richtung nach innen verdrängen kann, um damit den Hohlkörper an einer Außenoberfläche zu spannen und damit am Werkstückhalter festzulegen.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Umformeinrichtung bereitzustellen, die eine zuverlässige und gegebenenfalls während des Umformprozesses für den Hohlkörper zumindest zeitweilig wieder lösbare Festlegung des Hohlkörpers am Werkstückhalter ermöglicht.

[0004] Diese Aufgabe wird für eine Umformeinrichtung der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dabei ist vorgesehen, dass der Wandabschnitt mit der einstellbaren Geometrie von einer flexiblen Membran gebildet wird, die einen im Werkstückhalter ausgebildeten Fluidkanal bereichsweise begrenzt. Die flexible Membran wird durch den im Fluidkanal herrschenden Fluiddruck unmittelbar beaufschlagt, so dass eine Umsetzung der zum Spannen des Hohlkörpers bereitgestellten Energiemenge, beispielsweise in Form von Bewegungsenergie im Rahmen einer Stellbewegung, mit einem günstigen Wirkungsgrad in eine zum Spannen des Hohlkörpers dienende Energiemenge umgesetzt wird. Hierdurch kann die Energiemenge, die zum Festlegen des Hohlkörpers erforderlich ist, gering gehalten werden. Daraus resultiert, dass Stellmittel zur Bereitstellung des Fluiddrucks im Fluidkanal klein und kostengünstig dimensioniert werden können. Zudem können durch die flexible Membran, die vorzugsweise eine deutlich höhere Elastizität als der üblicherweise dünnwandig ausgebildete Hohlkörper aufweist, geometrische Abweichungen in der Außenkontur des Hohlkörpers vorteilhaft ausgeglichen werden. Lokale Spannungsspitzen, wie sie durch die Kompression des flexiblen Rings, wie er aus dem Stand der Technik bekannt ist, auftreten können, entfallen zumindest nahezu vollständig, da im Fluidkanal überall die gleichen Druckverhältnisse herrschen. Somit wird eine lokale Überbelastung des Hohlkörpers während des Spannvorgangs vermieden. Außerdem kann bei entsprechender Auslegung der flexiblen Membran, des zum Spannen vorgesehenen Fluiddrucks und des Werkstückhalters eine geringfügige Restbeweglichkeit des Hohlkörpers gegenüber dem Werkstückhalter zugelassen werden. Diese Restbeweglichkeit gewährleistet, dass die beispielsweise bei Umformprozessen am Hohlkörper auftretenden und in den Werkstückhalter abzuleitenden Reaktionskräfte nicht zu lokalen Spannungsspitzen führen. Vielmehr kann der Hohlkörper bei Auftreten von hohen Reaktionskräften zumindest geringfügig ausweichen, um Spannungsspitzen im Hohlkörper zu vermeiden.

[0005] Zweckmäßig ist es, wenn in dem Fluidkanal eine, vorzugsweise linearbeweglich gelagerte, Fluidverdrängungseinrichtung angeordnet ist, die zur Beeinflussung eines Fluiddrucks im Fluidkanal ausgebildet ist, um

eine Gestaltänderung der flexiblen Membran bewirken zu können. Die Fluidverdrängungseinrichtung dient dazu, insbesondere von außen auf den Werkstückhalter eingeleitete Stellenergie, vorzugsweise in Form einer linearen und/oder rotatorischen Stellbewegung, in eine Druckerhöhung des im Fluidkanal aufgenommenen Fluids, insbesondere eines Hydraulikfluids, zu bewirken. Die Stellenergie kann auch in Form eines Magnetfelds und/oder elektrischer Energie von außen bereitgestellt oder in einer Speichereinrichtung, beispielsweise einem elektrischen Akkumulator, im Werkstückhalter vorgehalten werden, um eine entsprechende Fluidverdrängungseinrichtung, beispielsweise einen magnetisch oder elektromagnetisch angesteuerten Kolben, eine magnetisch und/oder elektrisch betreibbare Fluidpumpe oder eine piezoelektrische Pumpe, betrieben zu können.

[0006] Vorzugsweise weist die Fluidverdrängungseinrichtung einen linearverschieblich gelagerten, starren Arbeitskolben oder eine randseitig abdichtend eingespannte, insbesondere als Rollmembran ausgebildete, flexible Arbeitsmembran auf. Ein linearverschieblich gelagerter Arbeitskolben wird vorzugsweise dann eingesetzt, wenn hohe Spannkraft zur Festlegung des Hohlkörpers und somit ein hoher Druck im Fluidkanal erforderlich sind. Eine flexible Arbeitsmembran ermöglicht eine besonders kostengünstige Bereitstellung einer Fluidverdrängungseinrichtung. Bevorzugt ist der flexiblen Arbeitsmembran ein linearbeweglich geführter, außerhalb des fluidgefüllten Fluidkanals angeordneter Verdrängungskörper, beispielsweise aus Kunststoff, zugeordnet. Der Verdrängungskörper gewährleistet, dass die Arbeitsmembran bei Druckbeaufschlagung des Fluids im Fluidkanal nicht in unerwünschter Weise ausweichen kann, wodurch der Druckaufbau auf das Fluid in Frage gestellt wäre. Ergänzend kann der Verdrängungskörper derart geformt sein, dass die Arbeitsmembran beim Aufbau des Drucks im Fluidkanal stets ohne Knicke und/oder lokale Spannungsspitzen geführt wird, um einen vorzeitigen Verschleiß der Arbeitsmembran zu vermeiden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Arbeitsmembran als Rollmembran ausgebildet ist, die eine besonders kompakte Gestaltung der Arbeitsmembran ermöglicht und bei der ringförmig ausgebildete und miteinander verbundene Membranbereiche beim Druckaufbau oder Druckabbau aneinander vorbeigleiten.

[0007] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Fluidverdrängungseinrichtung ein, vorzugsweise ein Federmittel umfassendes, Vorspannmittel zugeordnet ist, das zur Einstellung der Fluidverdrängungseinrichtung in eine Vorzugsstellung, vorzugsweise in eine Druckstellung, ausgebildet ist. Das Vorspannmittel gewährleistet, dass der Werkstückhalter ohne eine äußere Stellbewegung oder ein äußeres Steuersignal sich im Hinblick auf die Einspannung des aufzunehmenden Hohlkörpers in einer definierten Vorzugsstellung befindet. Bei der definierten Vorzugsstellung kann es sich beispielsweise um eine Stellung handeln, in der das im Fluidkanal aufgenommene Fluid drucklos

ist, insbesondere keine Druckdifferenz gegenüber einer umgebenden Atmosphäre aufweist, und somit die flexible Membran nicht oder nur geringfügig deformiert ist und damit einen maximalen freien Querschnitt in der Ausnehmung des Werkstückhalters freigibt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Vorzugsstellung einer Einspannung entspricht, in der ein Hohlkörper in dem Werkstückhalter festgelegt ist. Da ein erheblicher Teil der Bearbeitungsschritte in der Umformeinrichtung eine Festlegung des Hohlkörpers am Werkstückhalter erfordert, ist es vorteilhaft, wenn während dieser Bearbeitungsschritte keine Bereitstellung von Energie notwendig ist, um die Festlegung des Hohlkörpers sicherzustellen. Eine Bereitstellung von Energie, insbesondere in Form einer von außen auf den Werkstückhalter eingeleiteten Stellbewegung, ist dann für den Fall erforderlich, dass der Hohlkörper vom Werkstückhalter teilweise oder vollständig freigegeben werden soll. Dies wird dadurch erreicht, dass die Vorspannmittel, bei denen es sich beispielsweise um ein Federmittel, insbesondere eine Druckfeder oder eine Tellerfederanordnung, handeln kann, derart am Werkstückhalter angeordnet sind, dass sie die Fluidverdrängungseinrichtung in eine Position drängen, in der ein zur Festlegung des Hohlkörpers notwendiger Druck im Fluidkanal herrscht und die flexible Membran derart ausgelenkt wird, dass sie eine ausreichende, vorzugsweise radial nach innen gerichtete Spannkraft auf den Hohlkörper ausüben kann. Zur Freigabe des Hohlkörpers ist es dementsprechend erforderlich, dass eine Energiemenge auf die Vorspannmittel eingeleitet ist, die ausreichend ist, um die Vorspannmittel aus einer im Wesentlichen entspannten Vorzugsstellung in eine gespannte Funktionsstellung zu bringen. Dabei wird dann die Druckbeaufschlagung im Fluidkanal zumindest teilweise, insbesondere vollständig, aufgehoben und der Hohlkörper wird freigegeben.

[0008] Bevorzugt umfasst die Fluidverdrängungseinrichtung einen schwenkbeweglich gelagerten Betätigungshebel, der zur Kopplung eines mit dem Arbeitskolben oder der Arbeitsmembran wirkverbundenen Arbeitsstößels mit den Vorspannmitteln und/oder zur Einleitung einer äußeren Stellbewegung auf den Arbeitsstößel ausgebildet ist. Der Betätigungshebel ermöglicht eine kompakte Anordnung der Vorspannmittel am Werkstückhalter, da es nicht erforderlich ist, die Vorspannmittel in der unmittelbaren Umgebung der Fluidverdrängungseinrichtung anzuordnen. Ergänzend oder alternativ kann der Betätigungshebel dazu vorgesehen sein, eine von außen auf den Werkstückhalter eingeleitete, insbesondere zur Freigabe des Hohlkörpers dienende Stellbewegung, auf die Fluidverdrängungseinrichtung und vorzugsweise zeitgleich auf die Vorspannmittel einzuleiten. Die Fluidverdrängungseinrichtung umfasst einen vorzugsweise über eine Außenkontur des Werkstückhalters hinausragenden, linearbeweglich gelagerten Arbeitsstößel, der zur Kraftübertragung zwischen Betätigungshebel und Arbeitskolben oder der Arbeitsmembran ausgebildet ist. Dem Arbeitsstößel kommt unter anderem die Aufgabe

zu, die Schwenkbewegung des schwenkbeweglich gelagerten Betätigungshebels in eine Linearbewegung für den Arbeitskolben oder die Arbeitsmembran umzusetzen.

[0009] Bei einer Ausgestaltung der Umformeinrichtung ist vorgesehen, dass die flexible Membran ringförmig ausgebildet ist. Dadurch kann der Hohlkörper über einen ringförmigen, zu seiner Längsachse rotationssymmetrischen, Bereich seiner Außenoberfläche gespannt werden, so dass unabhängig von möglicherweise asymmetrisch auf den Hohlkörper einwirkenden Bearbeitungskräften stets eine zuverlässige Kraftübertragung zwischen Hohlkörper, Membran und Werkstückhalter gewährleistet ist. Vorzugsweise ist die Membran kreisringförmig ausgebildet, da die zu bearbeitenden Hohlkörper zumindest im Einspannbereich, in dem die Membran in Anlage zur Außenoberfläche des Hohlkörpers kommt, rotationssymmetrisch ausgebildet sind. Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist die Membran torusförmig ausgebildet und weist wenigstens einen, vorzugsweise in radialer Richtung nach außen abragenden Anschlussstutzen für eine kommunizierende fluidische Verbindung mit dem im Werkstückhalter ausgebildeten Fluidkanal auf.

[0010] Zweckmäßig ist es, wenn die flexible Membran in einer Querschnittsebene, die eine Längsachse der Ausnehmung umfasst, einen in radialer Richtung nach außen offenen, U-förmigen Querschnitt aufweist. Hierdurch kann eine kostengünstige Herstellung der Membran erreicht werden. Beispielsweise kann die Membran als Kunststoffspritzgussteil ausgebildet werden.

[0011] Vorzugsweise ist die flexible Membran derart ausgebildet, dass ein die Ausnehmung bereichsweise begrenzender Innenoberflächenbereich der flexiblen Membran bei einer Druckbeaufschlagung des Fluidkanals eine Bewegung ausführt, die eine radial nach innen gerichtete und eine in parallel zur Längsachse der Ausnehmung gerichtete, insbesondere in eine der Mündungsöffnung entgegengesetzte, Bewegungskomponente aufweist. Dadurch wird neben der Festlegung des Hohlkörpers, die durch die in radialer Richtung nach innen gerichtete Bewegung der Membran bewirkt wird, auch eine axiale Verschiebung des Hohlkörpers während des Spannvorgangs ermöglicht, ohne dass hierzu zusätzliche Vorrichtungen erforderlich wären. Durch die axiale Verschiebung des Hohlkörpers, durch die dieser vorzugsweise in Richtung des Bodens der Ausnehmung des Werkstückhalters gedrängt wird, kann erreicht werden, dass der Hohlkörper in Anlage mit einer im Bodenbereich der Ausnehmung vorgesehenen Anlagefläche kommt. Hierdurch wird eine korrekte Anlage und Ausrichtung des Hohlkörpers an dem Werkstückhalter bzw. gegenüber dem Werkstückhalter begünstigt, was sich vorteilhaft auf die Bearbeitungsqualität für die am Hohlkörper durchzuführenden Umformvorgänge auswirkt.

[0012] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die flexible Membran derart ausgebildet ist, dass die beiden senkrecht zueinander ausgerichteten

Bewegungskomponenten zumindest nahezu gleich groß sind.

[0013] Bevorzugt schließt wenigstens ein Schenkel des U-förmigen Querschnitts der flexiblen Membran einen spitzen Winkel, vorzugsweise einen Winkel kleiner 80 Grad, besonders bevorzugt einen Winkel kleiner 70 Grad, insbesondere einen Winkel kleiner 60 Grad, mit der Längsachse der Ausnehmung ein. Durch die Wahl des Winkels kann die Bewegungskomponente für die flexible Membran bei der Durchführung des Spannvorgangs festgelegt werden. Je kleiner der eingeschlossene Winkel gewählt wird, desto größer ist die Bewegungskomponente längs der Längsachse der Ausnehmung.

[0014] Vorteilhaft ist es, wenn beide Schenkel des U-förmigen Querschnitts der flexiblen Membran zumindest nahezu parallel zueinander ausgerichtet sind. Hierdurch wird erreicht, dass die flexible Membran möglichst gleichförmig und flächig an der Außenoberfläche des Hohlkörpers anliegt.

[0015] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass wenigstens ein Schenkel des U-förmigen Querschnitts der flexiblen Membran in einem radial außenliegenden Umfangsbereich eine umlaufende Wulst aufweist, die für eine abdichtende Festlegung im Werkstückhalter ausgebildet ist. Durch die wenigstens eine umlaufende Wulst kann der radial außenliegende Umfangsbereich der Membran formschlüssig und gegebenenfalls zusätzlich auch kraftschlüssig am Werkstückhalter aufgenommen werden. Durch die formschlüssige Aufnahme wird in einfacher Weise eine vorteilhafte Kraftübertragung zwischen Membran und Werkstückhalter gewährleistet. Die kraftschlüssige Festlegung der Membran bringt eine Kompression des elastischen, vorzugsweise gummielastischen, Membranmaterials mit sich, wodurch die Abdichtung zwischen Membran und dem im Werkstückhalter ausgebildeten Fluidkanal begünstigt wird.

[0016] Bevorzugt ist zwischen der flexiblen Membran und einer Mündungsöffnung der Ausnehmung ein Konusring angeordnet, dessen konische Innenoberfläche die Ausnehmung bereichsweise begrenzt und sich mit zunehmendem Abstand von der Mündungsöffnung verjüngt. Der Konusring hat die Aufgabe, beim Einschieben des Hohlkörpers in die Ausnehmung des Werkstückhalters eine Zentrierung des Hohlkörpers zu erreichen. Ergänzend dient der Konusring dem Schutz der flexiblen Membran, die zwar während des Einschiebens des Hohlkörpers zumindest nahezu vollständig entspannt ist und damit einen maximalen Querschnitt der Ausnehmung freigibt, jedoch durch fehlerhafte Hohlkörper und/oder durch ein schräges Einschieben der Hohlkörper beschädigt werden könnte. Vorzugsweise ist ein minimaler Innendurchmesser des Konusrings geringfügig größer als ein maximaler Durchmesser der Membran im entspannten Zustand gewählt, so dass beim Einschieben des Hohlkörpers stets ein Kontakt mit der Membran vermieden wird.

[0017] Zweckmäßig ist es, wenn die flexible Membran

für einen Berührkontakt mit dem Hohlkörper in einem ringförmigen Bereich ausgebildet ist, der eine Breite von weniger als 20mm, vorzugsweise weniger als 15mm, besonders bevorzugt weniger als 10mm, insbesondere weniger als 5mm aufweist und der von einer Bodenebene des Hohlkörpers, die durch die Ausnehmung bestimmt ist, einen Abstand von weniger als 20mm, vorzugsweise weniger als 15mm, besonders bevorzugt weniger als 10mm, insbesondere weniger als 5mm, einnimmt. Bei einer geringen Breite des ringförmigen Berührbereichs und einem geringen Abstand des Berührbereichs von der Bodenebene des im Werkstückhalter aufgenommenen Hohlkörpers ist gewährleistet, dass der Hohlkörper nahezu über seine gesamte Länge und nahe bis zur Bodenebene bearbeitet, insbesondere umgeformt werden kann. Bevorzugt ist ein Berührkontakt in einem Bereich des Hohlkörpers vorgesehen, der weniger als 10mm vom Bodenbereich beabstandet ist und bei dem der ringförmige Berührbereich eine Breite von weniger als 10mm aufweist. Besonders bevorzugt ist eine untere Bereichsgrenze des Berührbereichs weniger als 5mm von der Bodenebene beabstandet und eine obere Bereichsgrenze des Berührbereichs ist weniger als 9mm, vorzugsweise weniger als 8mm, von der Bodenebene beabstandet. Eine vorteilhafte Breite des ringförmigen Berührbereichs beträgt somit insbesondere 5mm oder weniger.

[0018] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass dem Werkstückrundtisch an einer Verriegelungsposition ein erstes Stellmittel zur Einleitung einer Verriegelungsbewegung auf den jeweiligen Werkstückhalter und/oder an einer Entriegelungsposition ein zweites Stellmittel zur Einleitung einer Entriegelungsbewegung sowie an einer Bearbeitungsposition ein drittes Stellmittel zur Einleitung einer Stellbewegung zur zumindest teilweisen Entriegelung und nachfolgenden Verriegelung des Hohlkörpers während eines Zyklus der zyklischen Linearbewegung auf den jeweiligen Werkstückhalter zugeordnet sind. Das erste Stellmittel ermöglicht eine Verriegelung des Hohlkörpers am Werkstückhalter und ist insbesondere an einer Ladeposition für den Werkstückrundtisch angeordnet. An der Ladeposition werden die Hohlkörper von einer vorausgehenden Fördereinrichtung, beispielsweise einem Förderband, mittels eines zwischengeschalteten Förderers, beispielsweise einem unterdruckbeaufschlagten Ladestern, dem Werkstückhalter zugeführt. Das zweite Stellmittel ist an einer Entriegelungsposition angeordnet, an der der Werkstückhalter den bearbeiteten Hohlkörper für einen Weitertransport durch eine nachfolgende Fördereinrichtung, beispielsweise ein Förderband freigibt. Das dritte Stellmittel dient dazu, den Hohlkörper während eines Zyklus der zyklischen Linearbewegung, insbesondere während eines zeitlichen Bruchteils der zyklischen Linearbewegung zunächst zumindest teilweise freizugeben und nachfolgend wieder zu verriegeln. In dem Zeitfenster zwischen zumindest teilweiser Entriegelung und erneuter Verriegelung kann der Hohlkörper beispielsweise be-

wegt, insbesondere gegenüber dem Werkstückhalter ausgerichtet, werden.

[0019] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Dabei zeigt:

- 5 Figur 1 eine schematische Seitenansicht einer Umformeinrichtung,
- 10 Figur 2 eine teilweise geschnittene Vorderansicht der Umformeinrichtung gemäß der Figur 1,
- 15 Figur 3 eine perspektivische Darstellung eines Werkstückhalters,
- 20 Figur 4 eine teilweise geschnittene Vorderansicht des Werkstückhalters,
- 25 Figur 5 eine Schnittdarstellung des Werkstückhalters und
- 30 Figur 6 ein zeitliches Ablaufschema für die Durchführung eines Bearbeitungsverfahrens unter Einsatz der Umformeinrichtung.

[0020] Eine in der Figur 1 dargestellte Umformeinrichtung 1 ist für eine Bearbeitung von Hohlkörpern, insbesondere Aluminiumdosen, in einem schrittweisen Umformverfahren ausgebildet. Die Umformeinrichtung 1 umfasst ein Maschinengestell 2, an dem exemplarisch ein Werkstückrundtisch 3 drehbeweglich und ein Werkzeugträger 4 linearbeweglich gelagert sind, wie dies durch die entsprechenden Pfeile in der Figur 1 angedeutet ist.

[0021] Der Werkstückrundtisch 3 ist mittels einer in der Figur 1 nicht näher dargestellten Antriebseinrichtung in einer schrittweisen Drehbewegung, die auch als Drehschrittbewegung bezeichnet wird, um eine Drehachse 5 bewegbar. Vorzugsweise sind die Antriebseinrichtung und der Werkstückrundtisch 3 derart aufeinander abgestimmt, dass die Drehschrittbewegung stets mit der gleichen Schrittweite, insbesondere mit dem gleichen Winkel um die Drehachse 5 erfolgt. An dem Werkstückrundtisch 3 sind, vorzugsweise in gleicher Winkelteilung um die Drehachse 5, mehrere Werkstückhalter 6 angeordnet, die zur Aufnahme von Hohlkörpern 7 eingerichtet sind.

[0022] Die in der Figur 1 nicht dargestellte, im Maschinengestell 2 aufgenommene Antriebseinrichtung ist zudem zur Bereitstellung einer zyklischen Linearbewegung an den Werkzeugträger 4 ausgebildet. Der Werkzeugträger 4 ist linearbeweglich an einem Tragrohr 8 gelagert und kann eine oszillierende Hubbewegung gegenüber dem Werkstückrundtisch 3 ausführen. An dem Werkzeugträger 4 sind mehrere Werkzeughalter 9 angeordnet, die in gleicher Winkelteilung um die Drehachse 5 wie die Werkstückhalter 6 am Werkstückrundtisch 3 angeordnet sind und die zur Aufnahme von Bearbeitungswerkzeugen 10, insbesondere Umformwerkzeugen oder

spannabhebenden Werkzeugen wie Fräsern, vorgesehen sind. Mit Hilfe der Bearbeitungswerkzeuge 10 können im Rahmen der zyklischen Linearbewegung des Werkzeugträgers Umformoperationen oder andere Bearbeitungsoperationen an den in den Werkstückhaltern 6 aufgenommenen Hohlkörpern vorgenommen werden.

[0023] In jeder sich nach Durchführung einer Drehschrittbewegung ergebenden Arbeitsposition des Werkstückrundtischs 3 sind die Werkstückhalter 6 gegenüberliegend zu den Werkzeughaltern 9 angeordnet und können im Rahmen der zyklischen Linearbewegung die gewünschte Bearbeitung der Hohlkörper vornehmen.

[0024] Aus der schematischen Darstellung der Figur 2 ist die Anordnung der Werkstückhalter 6 in konstanter Winkelteilung um die senkrecht zur Darstellungsebene verlaufende Drehachse 5 erkennbar. Die Richtung der Drehschrittbewegung für den Werkstückrundtisch ist exemplarisch gegen den Uhrzeigersinn angegeben. Jeder der Werkstückhalter 6 nimmt in einem Zeitintervall zwischen zwei Drehschrittbewegungen eine feste Arbeitsposition ein, in der eine Wechselwirkung mit den am nicht sichtbaren Werkzeugträger 4 aufgenommenen und ebenfalls nicht dargestellten Bearbeitungswerkzeugen 10 vorgesehen ist.

[0025] In der Figur 2 ist das Tragrohr 8, auf dem der Werkzeugträger linearbeweglich geführt ist, in geschnittener Darstellung sichtbar. In dem Tragrohr 8 ist ein nicht näher dargestellter Koppelschlitten geführt, der längs einer senkrecht zur Darstellungsebene der Figur 2 ausgerichteten Bewegungsachse linear verschoben werden kann. Der Koppelschlitten ist mit einer Pleuelstange 11 gekoppelt. Die Pleuelstange 11 ist mit einer Doppelsexteranordnung 12 gekoppelt, die von einer Antriebsvorrichtung 15 um eine Drehachse 13 rotiert werden kann, um aus einer reinen Rotationsbewegung eine kombinierte Rotations- und Translationsbewegung zu erzeugen, die auf die Pleuelstange 11 übertragen wird. Die Pleuelstange 11 bewegt den Koppelschlitten in einer zyklischen Linearbewegung, die auf den Werkzeugträger 4 übertragen wird.

[0026] Jeder der Werkstückhalter 6 umfasst eine integrierte Spanneinrichtung 17, die dazu eingerichtet ist, eine beispielsweise zylindrisch ausgeführte Ausnehmung 16 im Werkstückhalter 6 zumindest bereichsweise in radialer Richtung einzuengen und damit die zum Spannen des Hohlkörpers 7 erforderliche Spannkraft aufzubringen.

[0027] Zur Ansteuerung der Spanneinrichtung 17 ist jedem der Werkstückhalter 6 exemplarisch ein Betätigungshebel 18 zugeordnet, der mittels eines Schwenklagers 26 schwenkbeweglich am Werkstückhalter 6 gelagert ist und der für eine Ansteuerung eines exemplarisch vorgesehenen Steuerstifts 19 vorgesehen ist. Der Steuerstift 19 ist der Spanneinrichtung 17 zugehörig und kann beispielsweise auf einen nicht dargestellten Fluidkolben der Spanneinrichtung 17 wirken, der beispielsweise für eine Druckbeaufschlagung eines in der Spanneinrichtung 17 enthaltenen Fluids, insbesondere einer

Hydraulikflüssigkeit, vorgesehen ist. Exemplarisch kann vorgesehen sein, dass die Spanneinrichtung 17 eine umlaufend in der Ausnehmung 16 angeordnete, ringförmige elastische Membran umfasst, die nachstehend näher beschrieben wird. Diese Membran kann derart eingerichtet sein, dass sie sich bei Druckbeaufschlagung des Fluids in der Spanneinrichtung 17 in radialer Richtung nach innen auswölbt und dadurch die gewünschte Einengung des Querschnitts der Ausnehmung 16 bewirkt, um den Hohlkörper 7 zu spannen.

[0028] Der Betätigungshebel 18 weist exemplarisch an einer vom Werkstückhalter 6 wegweisenden Fläche einen Nockenfortsatz 20 auf, der zur Anlage an nachstehend näher beschriebenen Steuerelementen vorgesehen ist. Zwischen einem dem Steuerstift abgewandten Endbereich des Betätigungshebels 18 und dem Werkstückhalter 6 ist eine Federeinrichtung 21 angeordnet, die beispielsweise als Druckfeder, insbesondere als Wendelfeder oder Tellerfederstapel, ausgebildet sein kann. Die Federeinrichtung 21 übt beispielsweise eine Druckkraft auf den zugeordneten Endbereich des Betätigungshebels 18 aus. Exemplarisch ist die Druckkraft derart bemessen, dass die Spanneinrichtung 17 ohne äußere Einflüsse in eine gespannte Vorzugsstellung gebracht wird. Dadurch ist gewährleistet, dass ohne einen äußeren Einfluss auf den Werkstückhalter 6, insbesondere auf den Betätigungshebel 18, die Spanneinrichtung 17 den Hohlkörper 7 zuverlässig im Werkstückhalter 6 festlegt.

[0029] Um den Hohlkörper 7 aus dem Werkstückhalter 6 zu entriegeln wird exemplarisch eine zumindest nahezu in radialer Richtung nach innen gerichtete Stellbewegung auf den Betätigungshebel 18 eingeleitet. Diese Stellbewegung kann bei einer ersten Ausführungsform eines Stellmittels als reine Linearbewegung auf den Betätigungshebel 18 eingeleitet werden. Hierzu kann beispielsweise ein fluidisch oder elektrisch betriebener Linearsteller, insbesondere ein Fluidzylinder oder ein elektrischer Lineardirektantrieb, eingesetzt werden. Exemplarisch sind bei der Ausführungsform der Fig. 2 die ersten Stellmittel 22 sowie die zweiten Stellmittel 23 jeweils als Linearsteller ausgebildet. Zwischen den zweiten Stellmitteln 23, die einer Entladeposition 24 des Werkstückrundtischs 3 zugeordnet sind und den ersten Stellmitteln 22, die einer Beladeposition 25 des Werkstückrundtischs 3 zugeordnet sind, ist eine Steuerschiene 28 angeordnet. Die Steuerschiene 28 ist derart ausgebildet, dass sie auf den Nockenfortsatz 20 des Betätigungshebels 18 einwirkt und den Betätigungshebel 18 längs eines kreisförmigen Bewegungswegs der Werkstückhalter 6 zwischen dem zweiten Stellmittel 23 und dem ersten Stellmittel 22 in eine Betätigungsstellung zwingt, in der die Spanneinrichtungen 17 zumindest nahezu vollständig entspannt sind. Vorliegend wird die Spanneinrichtung 17 an der Entladeposition 24 mittels der zweiten Stellmittel 23 durch Ansteuerung des Betätigungshebels 18 entspannt, wodurch ein Entnehmen oder Ausschleppen des Hohlkörpers 7 aus dem Werkstückhalter 6 ermöglicht

wird. Der im Zuge der Drehschrittbewegungen mit entspannter Spanneinrichtung 17 an der Beladeposition 25 eintreffende Werkstückhalter 6 wird zunächst von den ersten Stellmitteln 22 noch in der dargestellten Entspannungsstellung gehalten. Noch vor der Einleitung einer weiteren Drehschrittbewegung auf den Werkstückrundtisch 3 wird zunächst ein Hohlkörper 7 in den Werkstückhalter 6 eingeschoben. Anschließend gibt das erste Stellmittel 22 den Betätigungshebel 18 frei, so dass dieser entsprechend der Vorspannung der Federeinrichtung 21 in seine Vorzugsstellung zurückkehren kann, in der die Spanneinrichtung 17 gespannt ist und der Hohlkörper 7 im Werkstückhalter 6 festgelegt ist.

[0030] An der ersten Bearbeitungsposition 29, die im einen Winkelschritt der Drehschrittbewegung versetzt gegenüber der Beladeposition 25 angeordnet ist, erfolgt exemplarisch eine zumindest teilweise Entriegelung und nachfolgend eine erneute Verriegelung des Hohlkörpers 7 im Werkstückhalter 6. Hierzu ist ein Stellmodul 31 benachbart zum Werkstückrundtisch 3 angeordnet, das ortsfest mit dem Maschinengestell 2 verbunden ist. Das Stellmodul 31, das in den Figuren 3 bis 5 näher dargestellt ist, umfasst exemplarisch drei weitere Stellmittel 32, 33, 34, die jeweils für eine Einleitung von zumindest anteilig linearen Stellbewegungen auf die Betätigungshebel 18 der jeweils zeitweilig gegenüberliegenden Werkstückhalter 6 ausgebildet sind. Jedes der Stellmittel 32, 33, 34 weist eine drehbar gelagerte Kurvenscheibe 35 auf, die drehbar an dem Stellmodul 31 gelagert ist und die von nicht näher dargestellten Antriebsmitteln in eine Rotationsbewegung versetzt werden kann.

[0031] Der in den Figuren 3 bis 5 dargestellte Werkstückhalter 6 bildet eine eigenständige Baugruppe, die an dem Werkstückrundtisch 3 mittels nicht näher dargestellter Montagemittel, insbesondere Verschraubungen, und Positioniermittel, insbesondere Passstiften, örtlich exakt festgelegt werden kann.

[0032] Der Werkstückhalter 6 umfasst einen vorzugsweise aus Metall hergestellten Grundkörper 36, an dem der Betätigungshebel 18, die Federeinrichtung 21 und eine nachstehend näher beschriebene Fluidverdrängungseinrichtung 38 angeordnet sind. Der Betätigungshebel 18 ist mittels des Schwenklagers 26, das einen im Grundkörper 36 drehfest gelagerten Gelenkbolzen 44 umfasst, schwenkbeweglich am Werkstückhalter 6 gelagert. Der Betätigungshebel 18 umfasst einen ersten Hebelabschnitt 45 und einen zweiten Hebelabschnitt 46, die sich jeweils ausgehend vom Schwenklager 26 in einander entgegengesetzte Richtungen erstrecken. Der erste Hebelabschnitt 45 liegt endseitig auf dem Steuerstift 19 auf, der der Fluidverdrängungseinrichtung 38 zugeordnet ist. Der zweite Hebelabschnitt 46 ist endseitig gabelartig ausgebildet und trägt zwischen den Gabelschenkeln eine drehbar gelagerte Schlepprolle 43.

[0033] Mit einer dem Grundkörper 36 gegenüberliegend angeordneten Unterseite liegt der zweite Hebelabschnitt auf einem Führungsbolzen 48 der Federeinrichtung 21 auf. Der Führungsbolzen 48 ist in einer Wendel-

feder 47 aufgenommen und dient zur Übertragung der Federkraft der exemplarisch als Druckfeder ausgebildeten Wendelfeder 47 auf den Betätigungshebel 18.

[0034] In der Ausnehmung 16 des Werkstückhalters 6 ist ein Konusring 37 angeordnet, der die Ausnehmung 16 bereichsweise begrenzt und der sich bereichsweise konisch verjüngt. Unterhalb eines Endbereichs des Konusrings ist eine ringförmig umlaufende, flexible Membran 42 angeordnet, die einen nachstehend näher beschriebenen, im Grundkörper 36 ausgebildeten Fluidkanal 40 bereichsweise gestaltveränderlich begrenzt und für eine zeitweilige und reversible Einengung des freien Querschnitts der Ausnehmung 16 vorgesehen ist, um einen Hohlkörper 7 einzuspannen.

[0035] Wie aus der Figur 4 hervorgeht, umfasst die Fluidverdrängungseinrichtung 38 eine am Grundkörper 36 angebrachte, exemplarisch verschraubte Abdeckkappe 49. Die Abdeckkappe 49 dient als Linearführung für den Steuerstift 19, der mit einem unterhalb der Abdeckkappe 49 angeordneten Führungskörper 53 gekoppelt ist. Für die Linearführung des Steuerstifts 19, der die Abdeckkappe 49 durchsetzt, ist eine in der Abdeckkappe 49 festgelegte Gleitbuchse 56 vorgesehen.

[0036] Die Abdeckkappe 49 dient auch zur Festlegung der rotationssymmetrisch ausgebildeten Rollmembran 50, die an einem radial außenliegenden Randbereich zwischen Abdeckkappe 49 und Grundkörper 36 abdichtend gehalten ist. Der Führungskörper 53 ist mittels eines Haltebolzens 57, der exemplarisch in den Steuerstift 19 eingeschraubt ist, derart mit dem Steuerstift 19 verbunden, dass die Rollmembran 50 auch in einem radial innenliegenden Bereich den Fluidkanal 40 und das darin aufgenommene Fluid gegenüber der umgebenden Atomsphäre abdichtet.

[0037] Der Führungskörper 53 dient dazu, bei einer linearen Bewegung des Steuerstifts 19 in Richtung des im Grundkörper 36 ausgebildeten Arbeitsraums 59 die Rollmembran 50 abzustützen und somit dafür zu sorgen, dass die Rollmembran 50 das im Fluidkanal 40, insbesondere im Arbeitsraum 59, befindliche, nicht näher dargestellte Fluid unter Druck setzt.

[0038] An einem dem Steuerstift 19 entgegengesetzten Endbereich weist der Haltebolzen 56 einen ringförmigen Führungsbund 58 auf, in dem ein erster Endbereich einer Rückstellfeder 54 aufgenommen ist. Der zweite Endbereich der Rückstellfeder 54 umgreift einen Führungszapfen 55, der exemplarisch in den Grundkörper 36 eingeschraubt ist. Die Aufgabe der Rückstellfeder 54 besteht darin, ohne ein Vorliegen von äußeren Einflüssen auf die Fluidverdrängungseinrichtung 38 den Führungsstift 19, die Rollmembran 50, den Haltebolzen 57 und den Führungskörper 53 in die in Figur 4 dargestellte Position zu bringen, in der zumindest nahezu keine Druckbeaufschlagung des Fluid vorliegt und in der keine Spannkraft auf einen Hohlkörper 7 ausgeübt werden.

[0039] Bei der vorliegenden Ausführungsform des Werkstückhalters 6 ist die Federeinrichtung 21 derart ausgebildet, dass stets eine Federkraft auf den zweiten

Hebelabschnitt 46 ausgeübt wird, wodurch eine Druckkraft auf den Steuerstift 19 der Fluidverdrängungseinrichtung 38 ausgeübt wird. Durch diese Druckkraft wird die am Steuerstift 19 angebrachte Rollmembran 50 mittels des Führungskörpers 53 aus der in Figur 4 dargestellten Position in Richtung des Arbeitsraums 59 bewegt, wodurch eine Druckbeaufschlagung des Fluids eintritt. Aufgrund dieser Druckbeaufschlagung wird die in Figur 5 näher dargestellte Membran 42 an einer Außenoberfläche mit dem Fluiddruck beaufschlagt und dadurch gedehnt. Die Membran 42 vollzieht bei ihrer Ausdehnung eine kombinierte Radial- und Axialbewegung. Dabei ist die Radialkomponente der Bewegung in radialer Richtung nach innen gerichtet und kann die Anlage der Membran 42 an einer Außenoberfläche 60 des Hohlkörpers 7 bewirken. Die Axialkomponente der Bewegung ist parallel zu einer Längsachse 39 des Hohlkörpers 7 und der Ausnehmung 16 ausgerichtet und wirkt von der Mündung 41 der Ausnehmung 16 in Richtung eines in der Ausnehmung 16 aufgenommenen Bodenformstößels 61. Die Richtung der Ausdehnungsbewegung der Membran 42 ist durch die Richtungspfeile 51 angegeben. Dadurch wird der Hohlkörper 7 nicht nur in radialer Richtung mit einer Spannkraft beaufschlagt, sondern wird auch in axialer Richtung in den Werkstückhalter 6 zumindest um einen gewissen Betrag hineingezogen.

[0040] Der Bodenformstößel 61 ist dazu vorgesehen, bei Aufbringung einer von der Öffnung des Hohlkörpers 7 in Richtung des Bodenformstößels 61 ausgerichteten Druckkraft die konkave Einprägung im Boden des Hohlkörpers 7 zu bewirken. Zu diesem Zweck ist der Bodenformstößel 61 an einer dem Hohlkörper 7 zugewandten Oberfläche mit einer konvexen Geometrie versehen, die während des Umformvorgangs in den Hohlkörper 7 eingepreßt wird. Zudem kann der Bodenformstößel 61 dazu eingesetzt werden, den Hohlkörper 7 aus dem Werkstückhalter 6 auszuwerfen. Hierzu wird der Bodenformstößel 61 relativ zum Grundkörper 36 in Richtung der Mündung 41 der Ausnehmung 16 bewegt. Der Bodenformstößel 61 bestimmt zusammen mit einem nachstehend näher beschriebenen Stützring 63 die Bodenebene 79 des Hohlkörpers 7, die auch als Aufstandsfläche des Hohlkörpers 7 bezeichnet werden kann.

[0041] Um eine zuverlässige Anlage des Hohlkörpers 7 in dem Werkstückhalter 6 zu gewährleisten, ist zirkular um den Bodenformstößel 61 ein Stützring 63 angeordnet, der seinerseits eine zirkular umlaufende, konkave Ausnehmung aufweist, in der der Randbereich des Hohlkörpers 7 aufgenommen und abgestützt werden kann. Auf dem Stützring 63 liegt ein Druckring 62 auf, der an einer dem Stützring 63 abgewandten Oberfläche 64 konisch ausgebildet ist. Zwischen einer konischen Außenfläche 65 des Konusrings 37 und einem umlaufenden Haltering 66, der sich schräg nach innen in Richtung des Bodenformstößels 61 erstreckt und exemplarisch schneidenartig zuläuft, ist die mit U-förmigem Querschnitt ausgebildete flexible Membran 42 aufgenommen. Die Membran 42 begrenzt in radialer Richtung nach in-

nen eine dem Fluidkanal 40 zugehörige Kammer, die nach außen von dem Haltering 66 begrenzt wird und die in der Figur 5 aufgrund der nicht vorhandenen Druckbeaufschlagung des Fluid nicht sichtbar ist. Bei einer Druckbeaufschlagung der Kammer hebt sich die Membran 42 zumindest bereichsweise von der Oberfläche des Halterings 66 ab und dehnt sich in radialer Richtung nach innen sowie in axialer Richtung, gemäß der Darstellung der Figur 5 nach unten, aus. Dabei entspricht das Volumen der Kammer dem Fluidvolumen, das von der Fluidverdrängungseinrichtung 38 bei Einleitung einer linearen Stellbewegung auf den Steuerstift 19 im Arbeitsraum 59 verdrängt wird.

[0042] Der Haltering 66 ist an einem im Wesentlichen zylindrisch ausgebildeten Kanalring 67 angeformt, der in einem zylindrischen Abschnitt der Ausnehmung 16 aufgenommen ist. Der Kanalring 67 weist an seinem Außenumfang mehrere umlaufende Nuten 68, 69, 70 auf. In den Nuten 68 und 70 sind jeweils Dichttringe 71 aufgenommen, die eine Abdichtung der als Teil des Fluidkanals 40 dienenden dritten Nut 69 gegenüber der Atmosphäre dienen. Durch die umlaufende Nut 69 stehen im Kanalring 66 eingebrachte und an der Außenoberfläche der Membran 42 ausmündende Schrägbohrungen in kommunizierender Verbindung mit dem Arbeitsraum 59.

[0043] Die mit U-förmigem Querschnitt ausgebildete Membran 42 weist einen ersten U-Schenkel 73, einen zweiten U-Schenkel 74 sowie einen die beiden Schenkel 73 und 74 verbindenden Membranring 75 auf. Jeder der beiden Schenkel 73, 74 ist jeweils endseitig, radial außenliegend mit einer umlaufenden Wulst versehen, die jeweils für eine formschlüssige Aufnahme zwischen der Außenfläche 65 des Konusrings 37 und dem Haltering 66 bzw. zwischen dem Haltering 66 und der konischen Oberfläche 64 des Druckrings 62 vorgesehen ist. Die beiden Schenkel 73, 74 sind nahezu parallel zueinander ausgerichtet, der Membranring 75 ist in der entspannten Stellung der Membran 42 nahezu zylindrisch geformt, wobei seine Rotationssymmetrieachse mit der Längsachse 39 übereinstimmt.

[0044] Bevorzugt weist der Haltering 66 in Bereichen nahe dem Kanalring 67 jeweils umlaufende, nutartige Vertiefungen 77, 78 auf, die für eine formschlüssige Aufnahme der umlaufenden Wulste 76 dienen. Der Haltering 66, der Konusring 37 und der Druckring 62 sowie die Wulste 76 der Membran 42 sind derart aufeinander abgestimmt, dass die Membran 42 randseitig sowohl formschlüssig als auch kraftschlüssig geklemmt wird, wodurch eine sichere und dichte Festlegung der Membran 42 gewährleistet ist. Die Membran 42 dichtet somit zumindest bereichsweise den Fluidkanal 40 gegenüber der Atmosphäre ab und bildet dabei den in seiner Geometrie einstellbaren Wandabschnitt der Ausnehmung 16.

[0045] Bei der dargestellten Ausführungsform des Werkstückhalters 6 ist ein mit 11 bezeichneter Abstand zwischen der Bodenebene 79 und einer unteren Bereichsgrenze eines Berührungsbereichs zwischen Membran

42 und Hohlkörper 7 weniger als 5mm von der Bodenebene beabstandet. Ein mit 12 bezeichneter Abstand zwischen der unteren Bereichsgrenze des Berührbereichs und dessen oberer Bereichsgrenze beträgt ebenfalls weniger als 5mm. Somit wird der Hohlkörper 7 gemessen von der Bodenebene 79 in einem ringförmigen Bereich gespannt, ca. 4mm breit ist und der ca. 4 mm von der Bodenebene 79 beabstandet ist.

[0046] Vorzugsweise bilden der Haltering 66, der Konusring 37 und der Druckring 62 zusammen mit der daran aufgenommenen Membran 42 eine separate Baugruppe, die unabhängig vom Grundkörper 36 montiert und auf Dichtigkeit geprüft werden kann. In einem späteren Montageschritt ist diese Baugruppe lediglich noch mit den Dichtringen 71 zu versehen und in die Ausnehmung 16 des Werkstückhalters 6 einzusetzen. Aufgrund der umlaufenden Nut 69 muss keine rotatorische Ausrichtung der Baugruppe gegenüber dem Grundkörper 36 vorgenommen werden. Vielmehr ergibt sich die kommunizierende Verbindung zwischen dem Fluidkanal 40 und den Schrägbohrungen 72 allein durch das Einsetzen der Baugruppe in die Ausnehmung 16.

[0047] Das in der Figur 6 dargestellte Ablaufschema ist exemplarisch für die während der Bearbeitung der Hohlkörper 7 stattfindenden Abläufe. Auf der Abszisse des Ablaufschemas ist die Zeit t [s] angetragen, auf der Ordinate ist der Weg s [m] angetragen. Die zyklische Linearbewegung kann beispielsweise als sinusförmige lineare Oszillation des Werkzeugträgers 4 dargestellt werden und ist mit dem Buchstaben L bezeichnet. Die zyklische Linearbewegung wiederholt sich innerhalb eines mit t_0 bezeichneten Zeitintervalls.

[0048] Die Drehschrittbewegung, die mit dem Buchstaben D bezeichnet ist, kann exemplarisch als Abfolge von Sinuskurvenhälften dargestellt werden, die zeitlich voneinander beabstandet sind. Die Drehschrittbewegung findet jeweils innerhalb eines mit t_1 bezeichneten Zeitintervalls statt. Vorzugsweise sind die zyklische Linearbewegung und die Drehschrittbewegung derart aufeinander abgestimmt, dass der Werkstückrundtisch 3 ruht, während die Bearbeitungswerkzeuge 10 im Eingriff mit den Hohlkörpern 7 sind. Der Eingriffszeitraum ist mit t_2 bezeichnet.

[0049] Die linearen Stellbewegungen S3, S4 und S5 der dritten, vierten und fünften Stellmittel 32, 33 und 34 sind zwar im Hinblick auf die vom Zugmittel bedingte Zwangskopplung bezüglich der jeweiligen Winkelgeschwindigkeit zueinander synchronisiert, weisen jedoch aufgrund der unterschiedlichen geometrischen Gestaltung der Kurvenscheiben 35 unterschiedliche Phasenverläufe auf. Die Stellbewegungen S3 und S4 finden innerhalb des mit t_2 bezeichneten Eingriffszeitraums statt, die Stellbewegung S5 startet bereits vor dem Eingriffszeitraum t_2 und endet erst nach Ablauf des Eingriffszeitraums t_2 , wobei vorliegend keine Überschneidung der Stellbewegungen S3, S4 und S5 mit der Drehschrittbewegung vorgesehen sind. Dadurch ist gewährleistet, dass die Hohlkörper 7 während der Drehschrittbewe-

gung zuverlässig in den Werkstückhaltern 6 festgelegt sind.

[0050] Der Phasenverlauf S3 für die lineare Stellbewegung des dritten Stellmittels 32 ist derart gewählt, dass die Spanneinrichtung 17 des gegenüberliegend angeordneten Werkstückhalters 6 aus der vollständig verriegelten Vorzugsstellung in eine vollständig entriegelte Entriegelungsstellung und anschließend wieder in die vollständig verriegelte Vorzugsstellung gebracht wird. Beispielsweise kann der Hohlkörper 7 hierdurch nach einem Bodenformungsprozess, bei dem der Kontakt des Hohlkörperbodens mit einer Anlagefläche im Werkstückhalter 6 verlorengeht, in den Werkstückhalter 6 eingeschoben und somit wieder in flächige Anlage mit dem Werkstückhalter 6 gebracht werden.

[0051] Der Phasenverlauf S4 für die lineare Stellbewegung des vierten Stellmittels 33 ist derart gewählt, dass die Spanneinrichtung 17 des gegenüberliegend angeordneten Werkstückhalters 6 aus der vollständig verriegelten Vorzugsstellung über einen kurzen Zeitraum, der vorzugsweise weniger als 15 Prozent der Zyklusdauer der zyklischen Linearbewegung entspricht, in eine teilweise entriegelte Entriegelungsstellung und anschließend wieder in die vollständig verriegelte Vorzugsstellung gebracht wird. Beispielsweise kann der Hohlkörper 7 hierdurch nach einem Bearbeitungsvorgang mit asymmetrisch auf den Hohlkörper 7 einwirkenden Bearbeitungskräften wieder korrekt gegenüber dem Werkstückhalter 6 ausgerichtet werden.

[0052] Der Phasenverlauf S5 für die lineare Stellbewegung des fünften Stellmittels 34 ist derart gewählt, dass die Spanneinrichtung 17 des gegenüberliegend angeordneten Werkstückhalters 6 aus der vollständig verriegelten Vorzugsstellung über einen längeren Zeitraum, der nahezu 25 Prozent der Zyklusdauer der zyklischen Linearbewegung entspricht, in eine teilweise entriegelte Entriegelungsstellung und anschließend wieder in die vollständig verriegelte Vorzugsstellung gebracht wird. Beispielsweise kann der Hohlkörper 7 hierdurch nach einem Detektionsvorgang, in dem die rotatorische Lage des Hohlkörpers 7 um seine Längsachse ermittelt wurde, mittels eines am Werkzeugträger 4 angebrachten Drehwerkzeugs in eine korrekte rotatorische Lage gedreht werden.

Patentansprüche

1. Umformeinrichtung für becherförmige Hohlkörper (7) mit einem Maschinengestell (2), einer Antriebseinrichtung (15), einem Werkstückrundtisch (3) zur Aufnahme von Werkstückhaltern (6), die zur Festlegung von Hohlkörpern (7) ausgebildet sind, und mit einem Werkzeugträger (4) zur Aufnahme von Bearbeitungswerkzeugen (10), wobei sich Werkstückrundtisch (3) und Werkzeugträger (4) gegenüberliegen und um eine Drehachse (5) zueinander verdrehbar sowie längs der Drehachse (5) zueinander line-

- arverstellbar sind, wobei die Antriebseinrichtung (15) zur Bereitstellung einer Drehschrittbewegung und einer zyklischen Linearbewegung zwischen Werkstückrundtisch (3) und Werkzeugträger (4) ausgebildet ist, um eine Umformung der Hohlkörper (7) mittels der Bearbeitungswerkzeuge (10) in mehreren aufeinanderfolgenden Bearbeitungsschritten zu ermöglichen und wobei der Werkstückhalter (6) eine Ausnehmung (16) zur Aufnahme eines Hohlkörpers (7) aufweist und ein die Ausnehmung (16) bereichsweise begrenzender Wandabschnitt (42) eine zur Verengung des Querschnitts der Ausnehmung (16) ausgebildete, einstellbare Geometrie aufweist, um eine Festlegung des Hohlkörpers (7) am Werkstückhalter (6) zu ermöglichen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wandabschnitt (42) mit der einstellbaren Geometrie von einer flexiblen Membran gebildet wird, die einen im Werkstückhalter (6) ausgebildeten Fluidkanal (40) bereichsweise begrenzt.
2. Umformeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Fluidkanal (40) eine, vorzugsweise linearbeweglich gelagerte, Fluidverdrängungseinrichtung (38) angeordnet ist, die zur Beeinflussung eines Fluiddrucks im Fluidkanal (40) ausgebildet ist, um eine Gestaltänderung der flexiblen Membran (42) bewirken zu können.
 3. Umformeinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidverdrängungseinrichtung (38) einen linearverschieblich gelagerten, starren Arbeitskolben oder eine randseitig abdichtend eingespannte, insbesondere als Rollmembran ausgebildete, flexible Arbeitsmembran (50) aufweist.
 4. Umformeinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fluidverdrängungseinrichtung (38) ein, vorzugsweise ein Federmittel umfassendes, Vorspannmittel (21) zugeordnet ist, das zur Einstellung der Fluidverdrängungseinrichtung (38) in eine Vorzugsstellung, vorzugsweise in eine Druckstellung, ausgebildet ist.
 5. Umformeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidverdrängungseinrichtung (38) einen schwenkbeweglich gelagerten Betätigungshebel (18) umfasst, der zur Kopplung eines mit dem Arbeitskolben oder der Arbeitsmembran (50) wirkverbundenen Arbeitsstößels (19) mit den Vorspannmitteln (21) und/oder zur Einleitung einer äußeren Stellbewegung auf den Arbeitsstößel (19) ausgebildet ist.
 6. Umformeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible Membran (42) ringförmig ausgebildet ist.
 7. Umformeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible Membran (42) in einer Querschnittsebene, die eine Längsachse (39) der Ausnehmung (16) umfasst, einen in radialer Richtung nach außen offenen, U-förmigen Querschnitt aufweist.
 8. Umformeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible Membran (42) derart ausgebildet ist, dass ein die Ausnehmung bereichsweise begrenzender Innenoberflächenbereich der flexiblen Membran (42) bei einer Druckbeaufschlagung des Fluidkanals (40) eine Bewegung ausführt, die eine radial nach innen gerichtete und eine in parallel zur Längsachse (39) der Ausnehmung (16) gerichtete, insbesondere in eine der Mündungsöffnung (41) entgegengesetzte, Bewegungskomponente aufweist.
 9. Umformeinrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible Membran (42) derart ausgebildet ist, dass die beiden senkrecht zueinander ausgerichteten Bewegungskomponenten zumindest nahezu gleich groß sind.
 10. Umformeinrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Schenkel (73, 74) des U-förmigen Querschnitts der flexiblen Membran (42) einen spitzen Winkel, vorzugsweise einen Winkel kleiner 80 Grad, besonders bevorzugt einen Winkel kleiner 70 Grad, insbesondere einen Winkel kleiner 60 Grad, mit der Längsachse (39) der Ausnehmung (16) einschließt.
 11. Umformeinrichtung nach Anspruch 8, 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Schenkel (73, 74) des U-förmigen Querschnitts der flexiblen Membran (42) zumindest nahezu parallel zueinander ausgerichtet sind.
 12. Umformeinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Schenkel (73, 74) des U-förmigen Querschnitts der flexiblen Membran (42) in einem radial außenliegenden Umfangsbereich eine umlaufende Wulst (76) aufweist, die für eine abdichtende Festlegung im Werkstückhalter (6) ausgebildet ist.
 13. Umformeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der flexiblen Membran (42) und einer Mündungsöffnung (41) der Ausnehmung (16) ein Konusring (37) angeordnet ist, dessen konische Innenoberfläche (52) die Ausnehmung (16) bereichsweise begrenzt und sich mit zunehmendem Abstand von der Mündungsöffnung (41) verjüngt.
 14. Umformeinrichtung nach einem der vorhergehenden

den Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible Membran (42) für einen Berührungskontakt mit dem Hohlkörper (7) in einem ringförmigen Bereich ausgebildet ist, der eine Breite von weniger als 20mm, vorzugsweise weniger als 15mm, besonders bevorzugt weniger als 10mm, insbesondere weniger als 5mm aufweist und der von einer Bodenebene (79) des Hohlkörpers (7), die durch die Ausnehmung (16) bestimmt ist, einen Abstand von weniger als weniger als 20mm, vorzugsweise weniger als 15mm, besonders bevorzugt weniger als 10mm, insbesondere weniger als 5mm, einnimmt.

5

10

15. Umformeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Werkstückrundtisch (3) an einer Verriegelungsposition (25) ein erstes Stellmittel (22) zur Einleitung einer verriegelungsbewegung auf den jeweiligen Werkstückhalter (6) und/oder an einer Entriegelungsposition ein zweites Stellmittel (23) zur Einleitung einer Entriegelungsbewegung sowie an einer Bearbeitungsposition ein drittes Stellmittel (32) zur Einleitung einer Stellbewegung zur zumindest teilweisen Entriegelung und nachfolgenden Verriegelung des Hohlkörpers (7) während eines Zyklus der zyklischen Linearbewegung auf den jeweiligen Werkstückhalter (6) zugeordnet sind.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

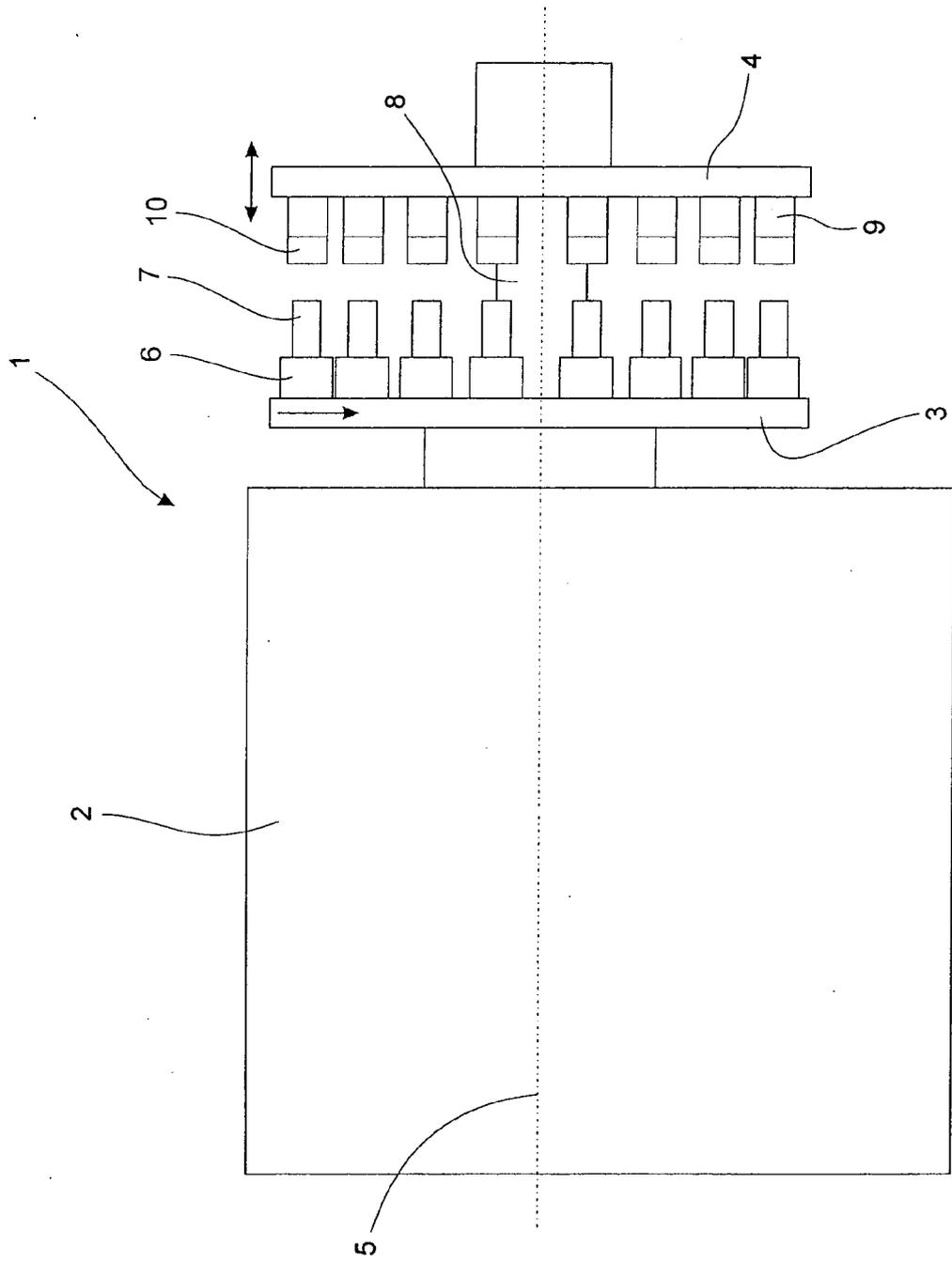


Fig.1

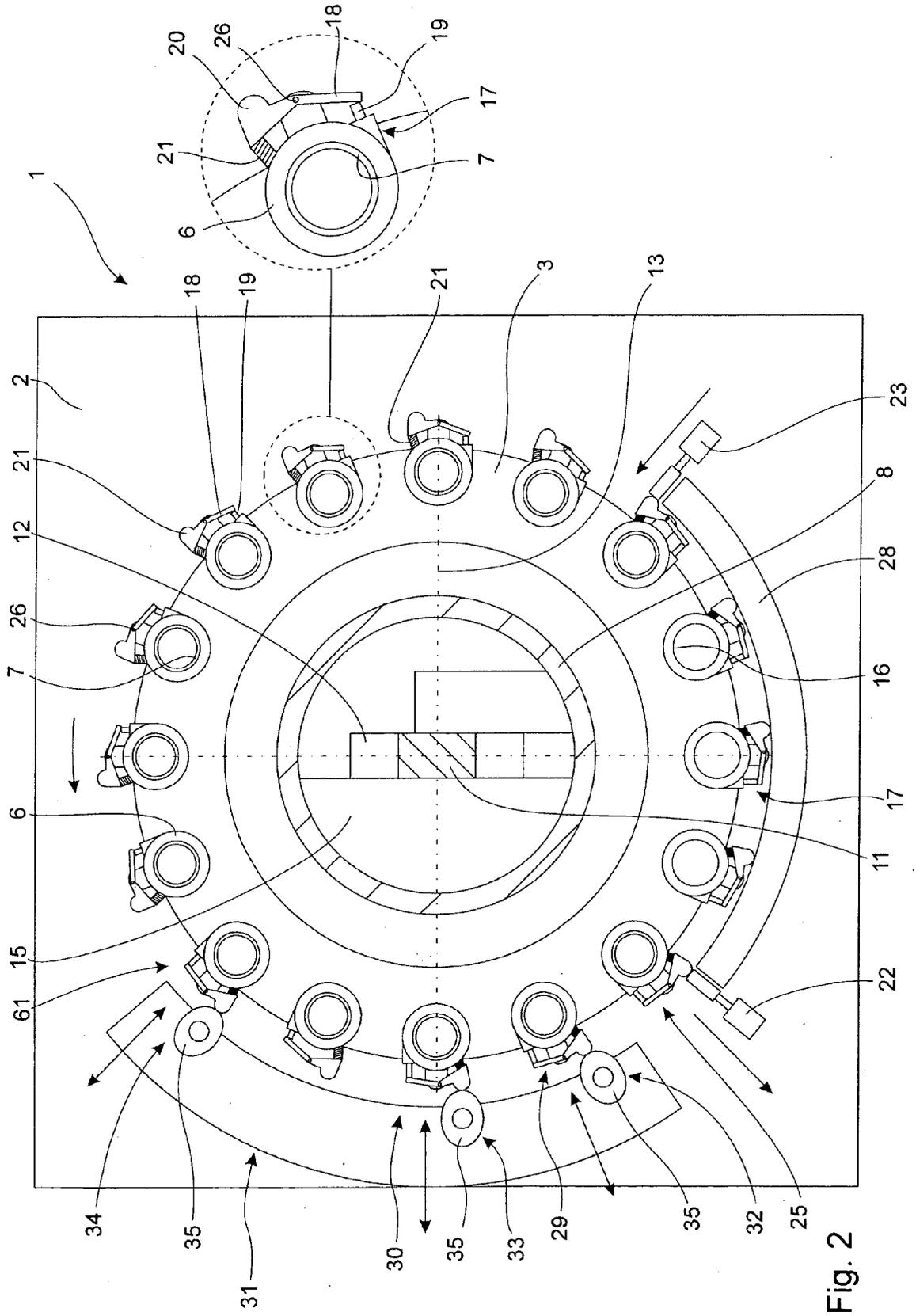


Fig. 2

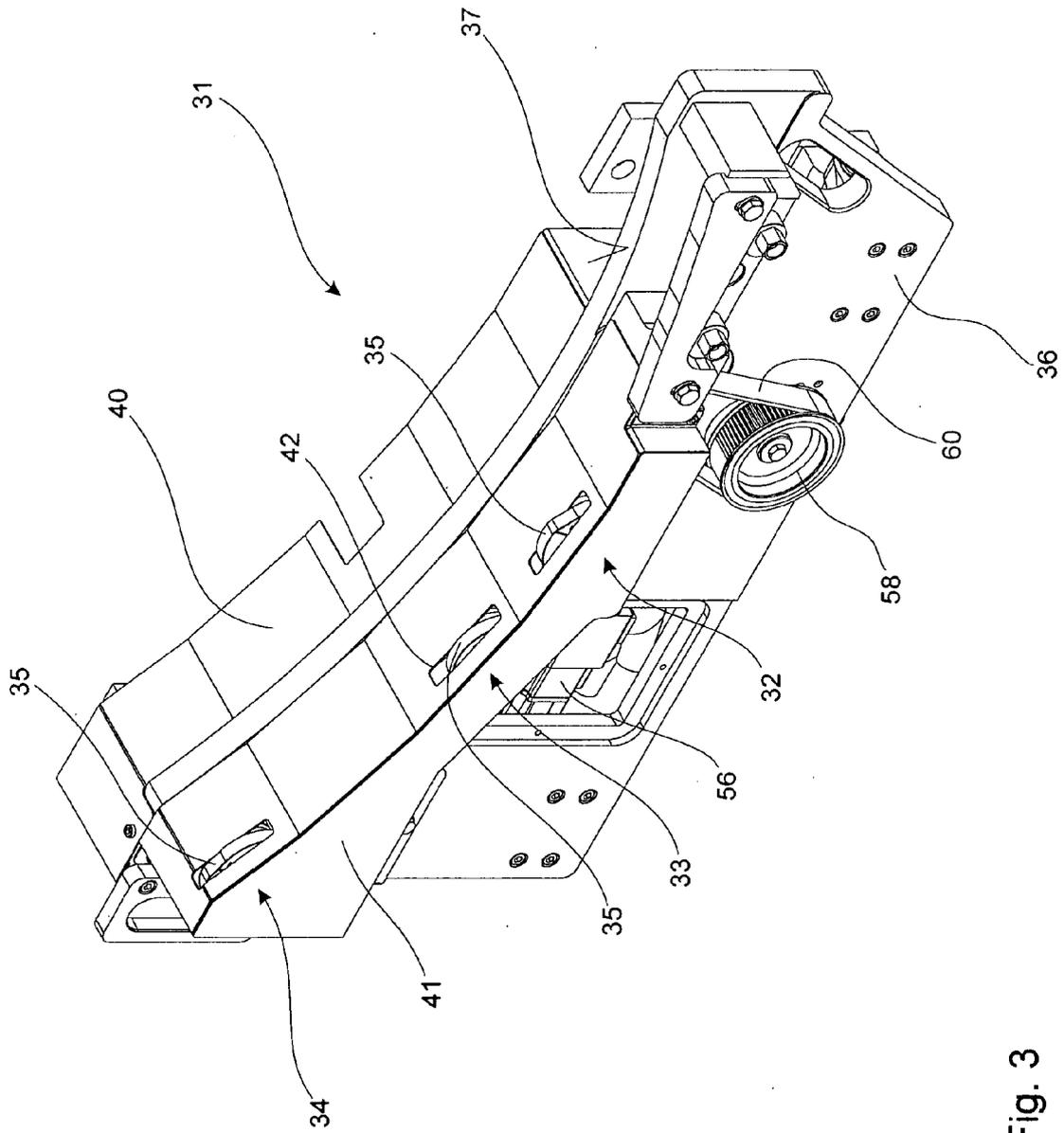


Fig. 3

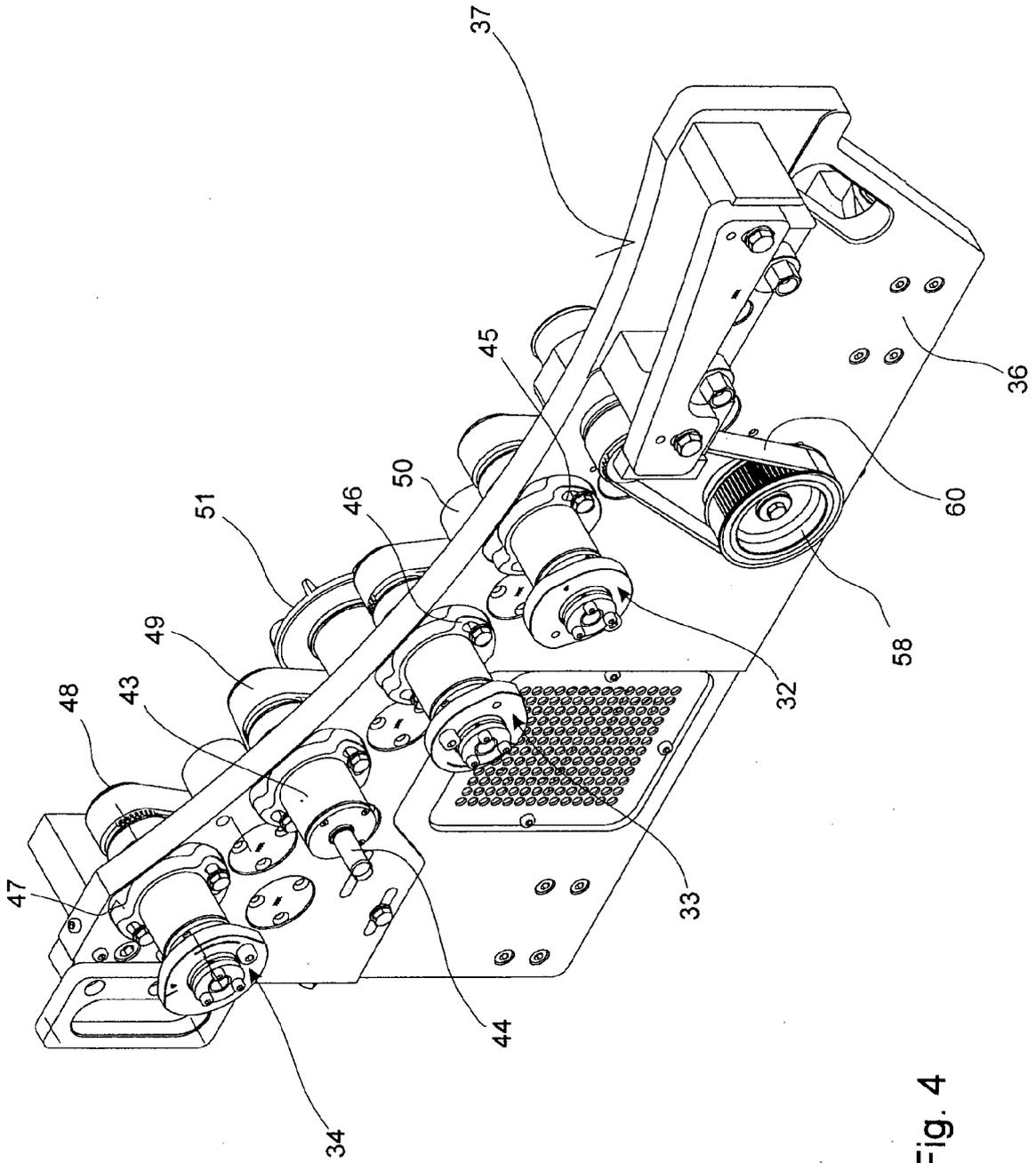


Fig. 4

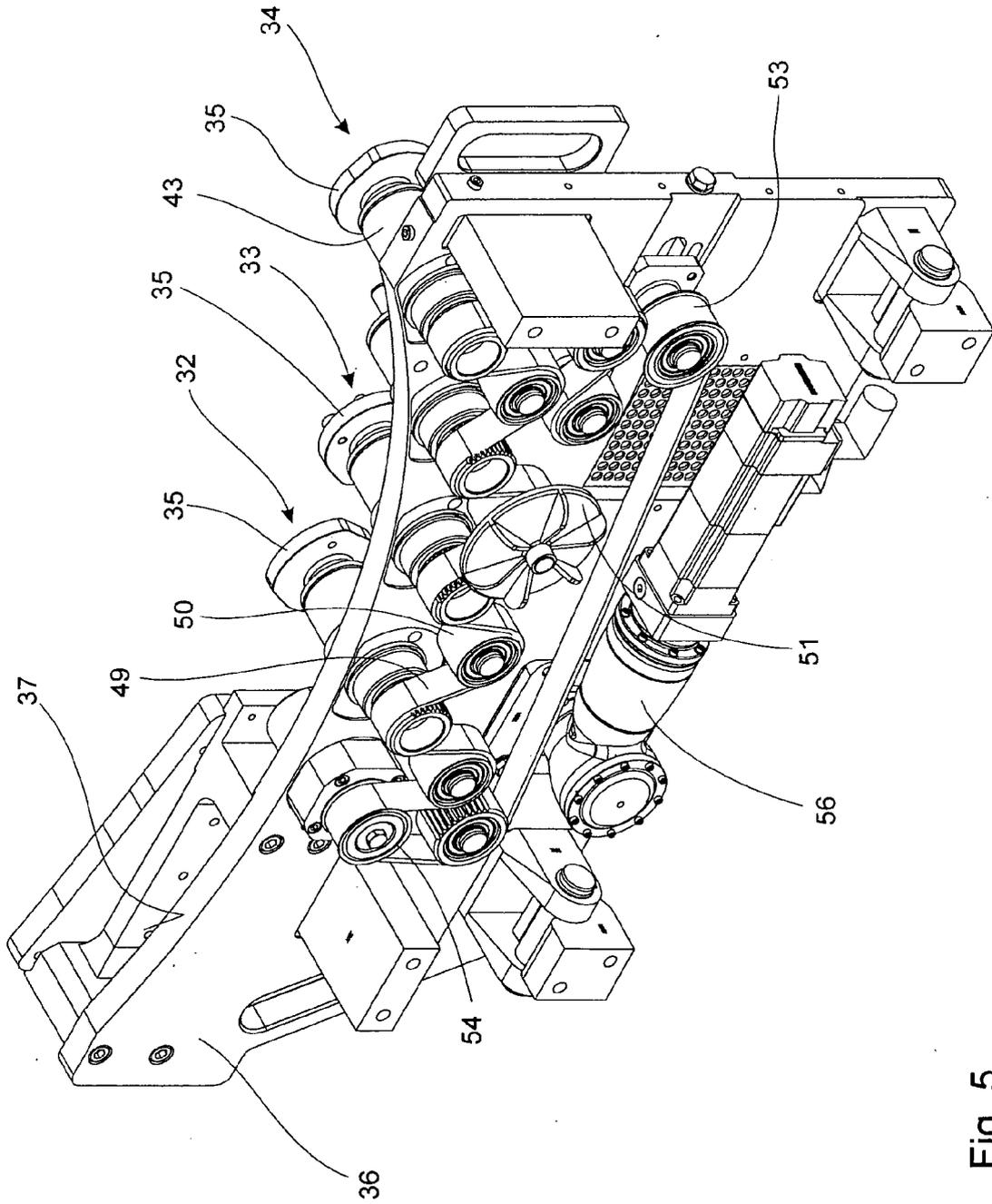


Fig. 5

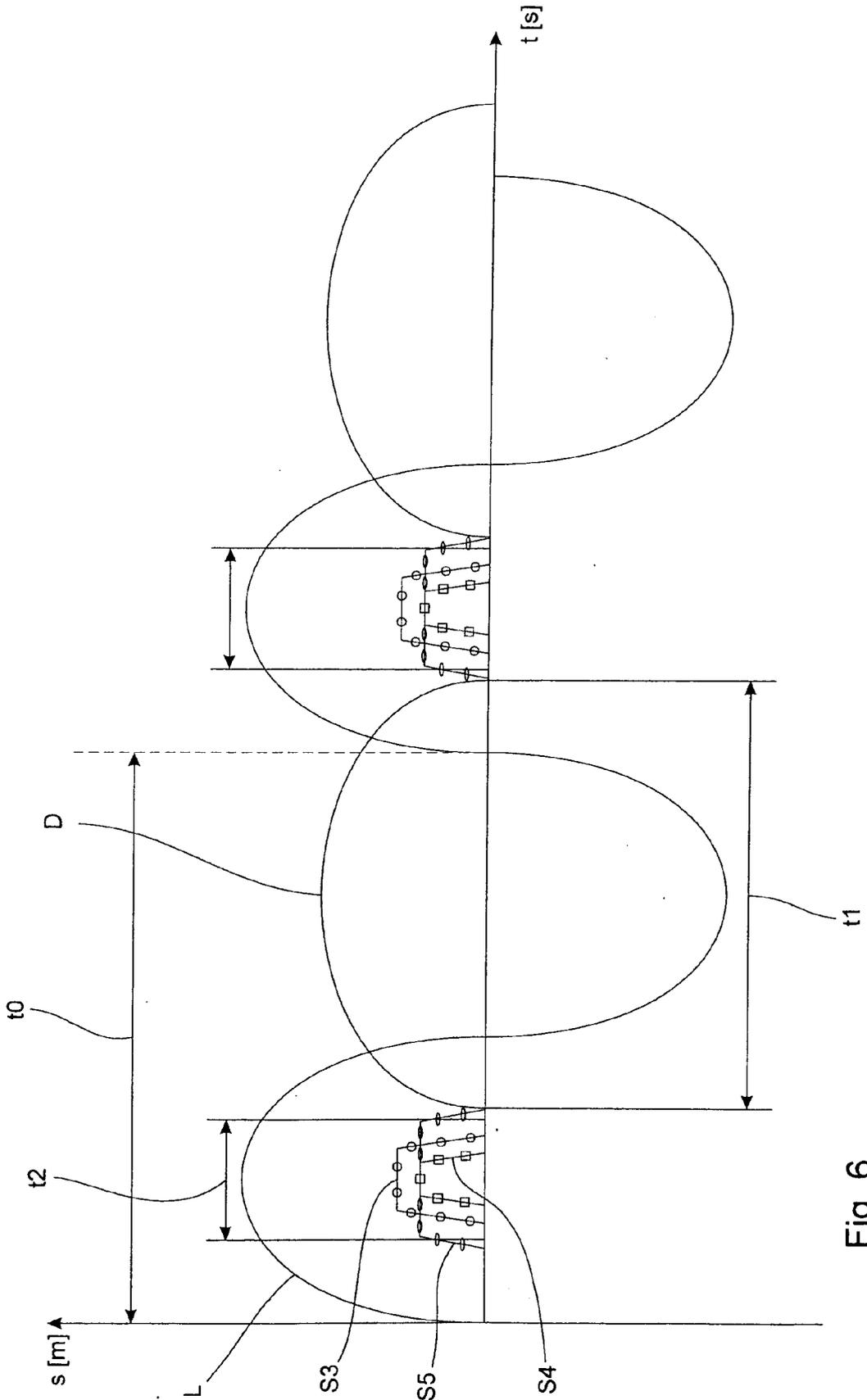


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 00 2466

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 0 275 369 A2 (FRATTINI SPA CONSTR MEC [IT]) 27. Juli 1988 (1988-07-27) * das ganze Dokument *	1	INV. B21D51/26
A	WO 01/58618 A1 (ENVASES UK LTD [GB]; GARCIA CAMPO SANTIAGO [ES]; SAIZ GOIRIA JUAN [ES]) 16. August 2001 (2001-08-16) * Seite 10, Zeile 23 - Seite 11, Zeile 14; Abbildungen 5-10 *	1	
A	US 2008/069665 A1 (HANAFUSA TATSUYA [JP] ET AL) 20. März 2008 (2008-03-20) * Absatz [0082] - Absatz [0086]; Abbildungen 9,10 *	1	
A	US 3 797 429 A (WOLFE W) 19. März 1974 (1974-03-19) * Spalte 5, Zeile 9 - Zeile 30; Abbildungen 1,4 *	1	
A	WO 2008/077231 A1 (NOVELIS INC [CA]; OLSON CHRISTOPHER J [US]; COOK HAROLD JR [US]; ATKIN) 3. Juli 2008 (2008-07-03) * das ganze Dokument *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21D
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. September 2010	Prüfer Pieracci, Andrea
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 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 (P04C03)

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

EP 10 00 2466

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.

01-09-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0275369	A2	27-07-1988	DE 3779290 D1 25-06-1992
			ES 2030635 T1 16-11-1992
WO 0158618	A1	16-08-2001	AR 027371 A1 26-03-2003
			AR 055124 A2 08-08-2007
			AT 270932 T 15-07-2004
			AT 352384 T 15-02-2007
			AT 332772 T 15-08-2006
			AU 3204601 A 20-08-2001
			CZ 20022595 A3 12-03-2003
			DE 60104272 D1 19-08-2004
			DE 60104272 T2 18-08-2005
			DE 60121480 T2 15-02-2007
			DE 60126351 T2 31-10-2007
			EP 1216112 A1 26-06-2002
			ES 2225477 T3 16-03-2005
			ES 2281593 T3 01-10-2007
			ES 2268260 T3 16-03-2007
			GB 2371258 A 24-07-2002
			HU 0204339 A2 28-04-2003
			HU 225584 B1 28-03-2007
			HU 225585 B1 28-03-2007
			PL 359220 A1 23-08-2004
			RU 2283201 C2 10-09-2006
			SK 11362002 A3 04-03-2003
			TR 200402605 T4 22-11-2004
US 2008202182 A1 28-08-2008			
US 2003074946 A1 24-04-2003			
US 2010011828 A1 21-01-2010			
US 2008069665	A1	20-03-2008	CN 101043957 A 26-09-2007
			WO 2006043347 A1 27-04-2006
US 3797429	A	19-03-1974	DE 2407986 A1 29-08-1974
			GB 1412387 A 05-11-1975
			IT 1008896 B 30-11-1976
			JP 49115072 A 02-11-1974
WO 2008077231	A1	03-07-2008	US 2008148801 A1 26-06-2008

EPC 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 0275369 A2 [0002]