

(19)



(11)

EP 2 489 832 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.08.2012 Patentblatt 2012/34

(51) Int Cl.:
F01C 1/10 (2006.01) F01C 1/344 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11010206.8**

(22) Anmeldetag: **24.12.2011**

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

(30) Priorität: **17.02.2011 DE 102011011382**

(71) Anmelder: **Festool GmbH**
73240 Wendlingen (DE)

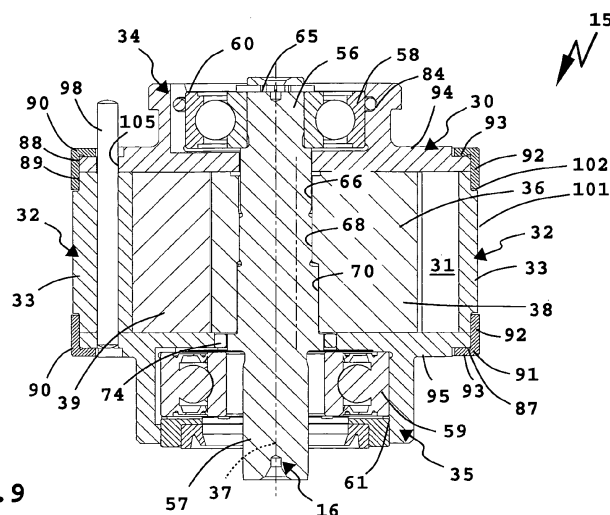
(72) Erfinder:
• **Randecker, Andreas**
72581 Dettingen an der Erms (DE)
• **Eisenmann, Philipp**
72669 Unterensingen (DE)

(74) Vertreter: **Bregenzer, Michael et al**
Patentanwälte
Magenbauer & Kollegen
Plochinger Strasse 109
73730 Esslingen (DE)

(54) **Hand-Werkzeugmaschine mit einem Lamellenmotor und einem Lagerdeckel**

(57) Hand-Werkzeugmaschine, insbesondere ein Schleifgerät, Poliergerät oder Schraubgerät, mit einem pneumatischer Lamellenmotor (15), wobei der Lamellenmotor (15) ein Statorgehäuse (30) aufweist, das eine Rotorkammer (31) aufweist, in der ein mit einer Motorwelle (16) versehener Rotor (36) drehbar aufgenommen ist, wobei der Rotor (36) einen Rotorkörper (38) und an Lamellenaufnahmen (40) des Rotorkörpers (38) zu einer Umfangswand (33) der Rotorkammer (31) hin beweglich gelagerte Lamellen (39) aufweist, und wobei das Statorgehäuse (30) einen die Umfangswand (33) aufweisenden Umfangskörper (32) sowie mindestens einen von dem Umfangskörper (32) separaten und die Rotorkammer (31) stirnseitig verschließenden Lagerdeckel (34, 35) umfasst, wobei die Motorwelle (16) mit einem Läng-

sende vor die Rotorkammer (31) vorsteht und an dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) um eine Drehachse (37) drehbar gelagert ist, wobei der mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) mit einer der Rotorkammer (31) zugewandten Stirnseite (52, 53) auf einer dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) zugewandten Stirnseite (87) der Umfangswand (33) aufliegt. Es ist vorgesehen, dass der mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) relativ zum Umfangskörper (32) bezüglich der Drehachse (37) der Motorwelle (16) durch eine von dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) und dem Umfangskörper (32) separate Halteeinrichtung (90) zentriert ist, die an mindestens zwei bezogen auf die Drehachse (37) zueinander drehwinkelversetzten Seiten in Richtung der Drehachse (37) wirkend an dem Lagerdeckel (34, 35) und der Umfangswand (33) anliegt.

**Fig. 9****EP 2 489 832 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hand-Werkzeugmaschine, insbesondere Schleifgerät, Poliergerät oder Schraubgerät, mit einem pneumatischer Lamellenmotor, wobei der Lamellenmotor ein Statorgehäuse aufweist, das eine Rotorkammer aufweist, in der ein mit einer Motorwelle versehener Rotor drehbar aufgenommen ist, wobei der Rotor einen Rotorkörper und an Lamellenaufnahmen des Rotorkörpers zu einer Umfangswand der Rotorkammer hin beweglich gelagerte Lamellen aufweist, und wobei das Statorgehäuse einen die Umfangswand aufweisenden Umfangskörper sowie mindestens einen von dem Umfangskörper separaten und die Rotorkammer stirnseitig verschließenden Lagerdeckel umfasst, wobei die Motorwelle mit einem Längsende vor die Rotorkammer vorsteht und an dem mindestens einen Lagerdeckel um eine Drehachse drehbar gelagert ist, wobei der mindestens eine Lagerdeckel mit einer der Rotorkammer zugewandten Stirnseite auf einer dem mindestens einen Lagerdeckel zugewandten Stirnseite der Umfangswand aufliegt.

[0002] Zum Antreiben pneumatischer Hand-Werkzeugmaschinen, beispielsweise Schleifgeräten, Poliergeräten oder Schraubern, eignen Lamellenmotoren gut, da sie bei großer Leistungsentfaltung kompakt sind. Beispielsweise ist ein pneumatischer Lamellenmotor in DE 39 39 096 A1 oder DE 102 59 006 B beschrieben.

[0003] Je geringer die Toleranzen des Lamellenmotors sind, insbesondere wenn er sich erwärmt, desto kleiner ist auch der Druckluftverbrauch. Daher sind an die Qualität der verwendeten Materialien, die Fertigungsgenauigkeit und dergleichen in zunehmendem Maße höhere Anforderungen zu stellen.

[0004] Darüber hinaus wird in der Regel zum Betrieb solcher Hand-Werkzeugmaschinen beziehungsweise deren pneumatischen Motoren geölte Druckluft verwendet, die also eine Schmierfunktion hat. Wenn jedoch neueren Anforderungen folgend auch ungeölte Druckluft verwendet werden soll, ist die Schmierung des Lamellenmotors schwierig und kleine Toleranzen vorteilhaft.

[0005] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Lamellenmotor und eine mit einem Lamellenmotor ausgestattete Hand-Werkzeugmaschine bereitzustellen, wobei der Lamellenmotor bei möglichst geringem Luftverbrauch effizient arbeiten soll, insbesondere auch wahlweise mit geölter und ungeölter Druckluft betrieben werden kann.

[0006] Zur Lösung der Aufgabe ist bei einer Hand-Werkzeugmaschine der eingangs genannten Art vorgesehen, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Lagerdeckel relativ zum Umfangskörper bezüglich der Drehachse der Motorwelle durch eine von dem mindestens einen Lagerdeckel und dem Umfangskörper separate Halteeinrichtung zentriert ist, die an mindestens zwei bezogen auf die Drehachse zueinander drehwinkelversetzten Seiten in Richtung der Drehachse wirkend an dem Lagerdeckel und der Umfangswand anliegt.

[0007] Ein Grundgedanke ist es, dass der Lagerdeckel anders als bei üblichen pneumatischen Motoren nicht z.B. stirnseitig im Sinne eines Zentrierens verschraubt wird, was Zentrierprobleme ergeben kann, sondern mit einer externen, umfangsseitig am Lagerdeckel und Umfangskörper angreifenden, separaten Halteeinrichtung zentriert ist. Durch den Drehwinkelversatz, beispielsweise jeweils 60° zwischen den einzelnen Anlagestellen, wird eine Zentrierung von radial außen her in Richtung der Drehachse bewirkt.

[0008] Vorteilhaft hält die Halteeinrichtung den Lagerdeckel im Klemmsitz an dem Umfangskörper, insbesondere ohne eine zusätzliche Verschraubung. Es ist aber auch möglich, dass eine zusätzliche Verschraubung vorhanden ist, z.B. um einen stirnseitigen Halt des Lagerdeckels am Umfangskörper zu bewirken, ohne die Zentrierung des Lagerdeckels durch die Halteeinrichtung zu beeinträchtigen.

[0009] Im einfachsten Fall kann die Halteeinrichtung beispielsweise eine Hülse oder einen Ring umfassen, der am Außenumfang des mindestens einen Lagerdeckels und des Umfangskörpers anliegt.

[0010] Der Ring oder die Hülse erstrecken sich zweckmäßigerweise nicht über die gesamte Längslänge des Umfangskörpers (d.h. die sich in Richtung der Drehachse erstreckende Länge), sondern nur über den jeweiligen Längsendbereich des Umfangskörpers.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung kann vorsehen, dass neben der Halteeinrichtung keine weiteren Haltemittel zwischen dem Umfangskörper und dem Lagerdeckel vorhanden sind, z.B. Bolzen, Stifte oder dergleichen. Vorzugsweise sind dann keine Bolzen oder Stifte vorhanden, die sich in Richtung der Drehachse erstrecken.

[0012] Wenn jedoch mindestens ein Bolzen oder Vorsprung vorhanden ist, hat dieser zweckmäßigerweise quer zur Drehachse des Rotors bezüglich des Umfangskörpers und/oder des Lagerdeckels ein solches Spiel, dass die Halteeinrichtung ihre Zentrierwirkung entfalten kann. Der Bolzen, Stift oder Vorsprung wirkt vorteilhaft als Verdrehsicherung gegen eine Relativverdrehung des Lagerdeckels zum Umfangskörper.

[0013] Vorzugsweise steht vor den Lamellenmotor ein Vorsprung vor, der zum Einbau in ein Halte- oder Übergehäuse, z.B. das Gehäuse der Hand-Werkzeugmaschine, dient. Der Vorsprung ist zweckmäßigerweise an dem Umfangskörper angeordnet und/oder durch den vorgenannten Stift oder Bolzen gebildet. Eine bevorzugte Variante der Erfindung sieht vor, dass der am Umfangskörper angeordnete Bolzen oder Vorsprung den Lagerdeckel durchdringt und vor diesen vorsteht.

[0014] Es versteht sich, dass nur einer der Lagerdeckel des Lamellenmotors erfindungsgemäß befestigt sein muss oder kann. Bevorzugt ist es jedoch, wenn beide Lagerdeckel, das heißt ein oberer und ein unterer Lagerdeckel, mit einer erfindungsgemäßen Halteeinrichtung am Umfangskörper befestigt sind.

[0015] Denkbar wäre es beispielsweise auch, dass ei-

ner der Lagerdeckel einen integralen Bestandteil des Statorgehäuses bildet, das heißt beispielsweise mit der Umfangswand einstückig ist, während der andere Lagerdeckel vom restlichen Gehäuse entfernbar ist, jedoch mit der erfindungsgemäßen Halteeinrichtung zentriert gehalten wird.

[0016] Der Außenumfang des mindestens einen Lagerdeckels und der Außenumfang des Umfangskörpers fluchten zweckmäßigerweise im Bereich der Halteeinrichtung miteinander. Mithin ist also zwischen den beiden Außenumfangskonturen des mindestens einen Lagerdeckels und des Umfangskörpers vorteilhaft keine Stufe vorhanden, obwohl dies selbstverständlich bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung möglich ist.

[0017] Die Innenumfangskonturen der Halteeinrichtung im Bereich des Außenumfangs des mindestens einen Lagerdeckels und des Umfangskörpers passen selbstverständlich zu den Außenumfangskonturen des mindestens einen Lagerdeckels und des Umfangskörpers. Wenn die Außenumfangskonturen fluchten, fluchten auch die Innenumfangskonturen der Halteeinrichtung, so dass die Halteeinrichtung beispielsweise eine durchgängige oder eine stufige Innenumfangskontur aufweist.

[0018] Bevorzugt ist die Halteeinrichtung winkelig, das heißt, sie hat einen ersten, am Außenumfang des mindestens einen Lagerdeckels und des Umfangskörpers anliegenden Zentrierschenkel, und einen zweiten Schenkel, der sich an einer von dem Umfangskörper abgewandten Stirnseite des Lagerdeckels abstützt und diesen zum Umfangskörper hin kraftbeaufschlagt. Die Halteeinrichtung zieht also den Lagerdeckel in Richtung des Umfangskörpers.

[0019] Die Halteeinrichtung kann eine Stufe oder mehrere Stufen umfassen. Beispielsweise kann ein erster Stufenabschnitt zur Anlage an den Umfangskörper, eine zweite Stufe zur Anlage an den mindestens einen Lagerdeckel vorgesehen sein.

[0020] Auch der erste und/oder der zweite Schenkel in der obigen Ausführungsform können jeweils stufige Abschnitte aufweisen. Wenn beispielsweise an einer vom Umfangsgehäuse abgewandten Stirnseite des mindestens einen Lagerdeckels eine Stufe vorhanden ist, ist es vorteilhaft, wenn der zugeordnete zweite Schenkel ebenfalls stufig ist, so dass er formschlüssig an den Stufenabschnitten des Lagerdeckels anliegt. Dasselbe gilt selbstverständlich auch für Umfangsflächen am Umfangskörper und/oder am Lagerdeckel, wo ein stufiger Sitz des jeweils zugeordneten Abschnitts der Halteeinrichtung vorteilhaft ist.

[0021] Weiterhin ist es möglich, dass die Halteeinrichtung den Lagerdeckel und/oder den Umfangskörper mit einzelnen Haltevorsprüngen hält, was beispielsweise einer statischen Überbestimmung entgegenwirkt.

[0022] In der im Ausführungsbeispiel dargestellten Ausführungsform hingegen ist ein flächiger Sitz am Lagerdeckel und am Umfangskörper realisiert.

[0023] Beispielsweise ist es vorteilhaft, wenn die Hal-

teeinrichtung mit einem Presssitz an dem mindestens einen Lagerdeckel befestigt ist. Somit kann eine Baueinheit von Lagerdeckel und Halteeinrichtung gebildet werden, die zur Montage am Umfangskörper bereitsteht.

[0024] Im Bereich des Umfangskörpers hat die Halteeinrichtung zweckmäßigerweise eine Übergangspassung.

[0025] Insgesamt ist es vorteilhaft, wenn der Lamellenmotor als ein Gesamtpaket ausgebildet ist, das heißt, dass der mindestens eine Lagerdeckel, vorzugsweise beide Lagerdeckel, mittels der erfindungsgemäßen Halteeinrichtung fest am Umfangskörper befestigt sind, so dass der Lamellenmotor als Ganzes beziehungsweise als Paket in ein Maschinengehäuse der Hand-Werkzeugmaschine eingebaut werden kann.

[0026] Eine Stirnseite der Umfangswand und/oder eine der Umfangswand zugewandte stirnseitige Ringfläche des mindestens einen Lagerdeckels sind vorzugsweise Planflächen. Die stirnseitige Ringfläche liegt dann plan an der Stirnseite der Umfangswand, die ebenfalls plan ist, an. Durch ein entsprechendes Überschießen der beiden Komponenten ist eine hohe Maßgenauigkeit erzielbar. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Umfangswand des Lagerdeckels beziehungsweise die Außenseite oder Umfangsseite des Umfangskörpers im Bereich der Halteeinrichtung einen Schliff oder eine Abfräsung aufweisen, so dass die Halteeinrichtung plan und zentrierend anliegt.

[0027] Bevorzugt ist es, wenn der mindestens eine Lagerdeckel eine sich über seine gesamte, der Rotorkammer zugewandte Stirnseite erstreckende und im Wesentlichen plane oder gar vollständig plane Stirnseite aufweist. Der Lagerdeckel kann also insgesamt eine Planfläche, insbesondere eine geschliffene Planfläche, aufweisen, was nicht nur einen planen, passenden Sitz an der stirnseitigen Ringfläche beziehungsweise der Umfangswand ermöglicht, sondern auch eine plane, geringe Reibverluste verursachende Fläche im Bereich der Rotorkammer. Der Lagerdeckel ist also auch im Bereich der Rotorkammer plan.

[0028] An der der Rotorkammer zugewandten Stirnseite des mindestens einen Lagerdeckels ist zweckmäßigerweise mindestens eine Luftzufuhr-Vertiefung angeordnet, die zu einem von der Drehachse durchsetzten Zentrum des mindestens einen Lagerdeckels derart verläuft, dass Luft zumindest hinter diejenige Lamelle strömen kann, die sich jeweils am nächsten bei einem Lufteinlass des Motors befindet. Somit wird also die Lamelle quasi hinterströmt, so dass sie sich in Richtung Außenumfang des Rotors beziehungsweise zur Umfangswand der Rotorkammer hin bewegt und dort dichtend anliegt.

[0029] An dem mindestens einen Lagerdeckel kann auch ein Luftstromauslass angeordnet sein, durch den Luft aus der Rotorkammer zu einem an dem Lagerdeckel angeordneten Lager strömen kann. Dadurch wird das Lager gekühlt. Bei dem Lager handelt es sich beispielsweise um ein Exzenterlager. An dem mindestens einen Lagerdeckel, der erfindungsgemäß mit der Halteeinrich-

tung befestigt ist, befindet sich zweckmäßigerweise ein Drehlager, das einen Lagerkörper aufnimmt. Der Lagerkörper hat zweckmäßigerweise einen zur Drehachse des Motors exzentrische Lageraufnahme, in der wiederum ein Drehlager zum drehbaren Lagern einer Werkzeugaufnahme angeordnet ist. Somit ist also die Werkzeugaufnahme exzentrisch zu dem Drehlager.

[0030] Die Rotorkammer ist zweckmäßigerweise exzentrisch zu einer Mittelachse des Statorgehäuses, das heißt, dass ein Innenumfang beziehungsweise die Umfangswand der Rotorkammer und ein Außenumfang des Umfangskörpers oder des Umfangsabschnitts des Statorgehäuses zueinander exzentrisch sind.

[0031] Es ist ferner vorteilhaft, wenn mindestens eine der Lamellen und/oder das Statorgehäuse und/oder der Rotorkörper zumindest teilweise aus einem nicht-metallischen Werkstoff besteht, wobei der nicht-metallische Werkstoff einen Graphit-Werkstoff und/oder einen Keramik-Werkstoff umfasst oder bildet.

[0032] Es versteht sich, dass aber auch Kunststoffe für beispielsweise das Statorgehäuse und/oder den Rotorkörper sind.

[0033] Ein Vorteil ist es, wenn man nicht-metallische Werkstoffe, die keine Kunststoffe sind, einsetzt, die bei hoher Maßgenauigkeit, auch bei Erwärmung, einen möglichst geringen Verschleiß aufweisen. Als nicht-metallische Werkstoffe eignen sich insbesondere Graphit, Keramik oder dergleichen. Besonders bevorzugt umfasst der nicht-metallische Werkstoff einen Elektro-Graphitwerkstoff und/oder einen Kohlenstoffgraphitwerkstoff oder ist durch Elektro-Graphitwerkstoff oder Kohlenstoffgraphitwerkstoff gebildet oder der nicht-metallische Werkstoff umfasst eine Mischung oder eine Werkstoff-Kombination, die jeweils Elektro-Graphit und/oder einen Kohlenstoffgraphitwerkstoff enthält.

[0034] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der nicht-metallische Werkstoff, der beispielsweise für den Rotor, für eine oder mehrere Lamellen oder auch für das Statorgehäuse, insbesondere die Umfangswand, Verwendung findet, imprägniert ist. Beispielsweise eignet sich Harz für die Imprägnierung des nicht-metallischen Werkstoffes. Dadurch gelangt weniger Öl in den Werkstoff hinein, wenn der Lamellenmotor mit geölter Druckluft betrieben wird.

[0035] Besonders bevorzugt ist es, den nicht-metallischen Werkstoff, der insbesondere Elektro-Graphit und/oder Kohlenstoffgraphit umfasst oder ist, für den Rotorkörper zu verwenden.

[0036] Es versteht sich, dass beispielsweise auch eine der Lamellen, das Statorgehäuse, insbesondere die Umfangswand, oder auch der Rotorkörper aus einem Metallwerkstoff bestehen. Beispielsweise ist es vorteilhaft, wenn das Statorgehäuse, insbesondere die Umfangswand der Rotorkammer, oder auch einer oder beide die Rotorkammer stirnseitig verschließende Lagerdeckel aus Stahl, zum Beispiel aus Chrom-Molybdän-Stahl, bestehen.

[0037] In der Praxis hat sich die Kombination aus nicht-

metallischem und metallischem Werkstoff für den Rotor beziehungsweise das Statorgehäuse als vorteilhaft herausgestellt.

[0038] Vorteilhaft ist es, wenn sich die Wärmeausdehnungskoeffizienten des nicht-metallischen Werkstoffes und des Metallwerkstoffes etwa entsprechen, z.B. etwa gleich sind oder nicht mehr als um einen Faktor 2 bis 3 unterschiedlich.

[0039] Beispielsweise sind die Wärmeausdehnungskoeffizienten des nicht-metallischen Werkstoffes und des Metallwerkstoffes bei 20° etwa im Bereich von 2 bis $14 \times 10^{-6}/K$, zum Beispiel 4 bis $10 \times 10^{-6}/K$.

[0040] Bei den Lamellen ist es vorteilhaft, wenn sie aus einem Laminat-Werkstoff, zum Beispiel aus einem Textilgewebe, das mit Phenolharz getränkt ist oder gebunden ist, aus Graphit oder aus einem gleitmodifizierten Kunststoff bestehen. Wenn Graphit verwendet wird, ist Elektro-Graphit besonders vorteilhaft. Es versteht sich, dass nicht alle Lamellen aus demselben Werkstoff bestehen müssen, auch wenn dies vorteilhaft ist.

[0041] Selbst wenn die Wärmeausdehnungskoeffizienten des Rotors und des Statorgehäuses nicht genau gleich sind, können etwa gleiche Wärmeausdehnungseigenschaften erzielt werden, wobei das Folgende besonders vorteilhaft ist: Bevorzugt ist die Anordnung so getroffen, dass sich der Rotor beim Betrieb des Lamellenmotors im Verhältnis zum Statorgehäuse, insbesondere der Umfangswand, stärker erwärmt, so dass eine thermische Längsdehnung des Motors und des Statorgehäuses, insbesondere entlang der Drehachse, etwa gleich ist. Der Rotor erwärmt sich beispielsweise aufgrund eines Werkzeuglagers und/oder eines Motorlagers, das an einem Lagerschild oder einem Lagerdeckel angeordnet ist, stärker als das Gehäuse.

[0042] Besonders bevorzugt befindet sich an dem Rotor, insbesondere der Motorwelle desselben, ein Exzenterlager mit einer Werkzeugaufnahme, zum Beispiel für einen Schleifteller oder einen Polierteller. Das Exzenterlager erwärmt den Rotor beim Betrieb der Hand-Werkzeugmaschine verhältnismäßig stark, so dass sich der Rotor auch bei einem geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten stärker ausdehnt als das Gehäuse, so dass in Summe die Längsausdehnung des Rotors (in Richtung der Drehachse) und des Statorgehäuses etwa gleich sind.

[0043] Nicht-metallische Werkstoffe können eine gewisse Sprödigkeit aufweisen, sind also weniger zäh beziehungsweise zugfest als beispielsweise Stahl oder gewisse Kunststoffe. Die nachfolgende Maßnahme ist vorteilhaft, um dennoch eine zuverlässige, den Rotorkörper mechanisch gering belastende Drehmitnahme der Motorwelle zu verwirklichen. Der Rotorkörper weist zum Beispiel eine Wellenaufnahme für die Motorwelle auf, die eine Drehmitnahme-Querschnittskontur hat. Dazu korrespondiert eine Drehmitnahme-Querschnittskontur der Motorwelle. Die beiden Drehmitnahme-Querschnittskonturen sind zueinander passend polygonal, beispielsweise pentagonal, hexagonal, dreieckig oder derglei-

chen, so dass die Motorwelle drehfest im Rotorkörper aufgenommen ist.

[0044] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Motorwelle in der Wellenaufnahme schwimmend oder mit einem gewissen Spiel aufgenommen ist. Dadurch werden Spannungen zwischen der Motorwelle und dem Rotorkörper verringert oder gar vermieden.

[0045] Bevorzugt ist es, wenn die Lamellen jeweils an einer Flachseite zwischen Eckbereichen der Drehmitnahme-Querschnittskonturen angeordnet sind. Dadurch ist die Belastung der Drehmitnahme besonders gering.

[0046] Neben den Drehmitnahme-Querschnittskonturen bezogen auf die Drehachsrichtung befindet sich zweckmäßigerweise ein Zentrierabschnitt mit einer insbesondere runden Querschnittskontur. Die Motorwelle ist im Bereich des Zentrierabschnitts der Wellenaufnahme im Sinne eines Zentrierens vorteilhaft flächig anliegend. Somit wird also die Funktion der Drehmitnahme von den Drehmitnahme-Querschnittskonturen realisiert, während die Zentrierung an einem davon separaten Abschnitt der Wellenaufnahme beziehungsweise der Motorwelle erfolgt.

[0047] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn, insbesondere im Hinblick auf die vorgenannte schwimmende Aufnahme der Motorwelle am Rotorkörper, an der von den Drehmitnahme-Querschnittskonturen abgewandten Seite des Zentrierabschnitts ein Freiraum zwischen der Motorwelle und der Wellenaufnahme vorhanden ist. Die Wellenaufnahme ist also beispielsweise etwas weiter als der Außenumfang der Motorwelle, so dass sich diese im Bereich dieses Freiraumes etwas bewegen kann, das heißt, quer zur Drehachse. Somit kann also die Motorwelle um den Zentrierabschnitt ein wenig schwenken, wenn auch vorteilhaft in sehr geringem Maße. Somit hat der Rotor also quer zur Drehachse ein gewisses Schwenkspiel oder Drehspiel, was einer Verspannung und somit einer mechanisch eventuell zu hohen Belastung des Rotorkörpers - oder auch der Motorwelle - entgegenwirkt.

[0048] Vorteilhaft hat der Rotor, insgesamt der Lamellenmotor als solcher, eine kurze, kompakte Baulänge, das heißt, er baut relativ kurz und hat einen verhältnismäßig großen Durchmesser. Dies ermöglicht eine relativ hohe Leistung bei kompaktem Maß. Somit kann also beispielsweise eine Handballenaufgabe oberhalb des Lamellenmotors am Maschinengehäuse der Hand-Werkzeugmaschine vorgesehen sein und die dort aufgelegte Hand nahe beim angetriebenen Werkzeug. Die Maschine baut also gerade im Bereich des Motors nicht besonders hoch, sondern ist recht flach, was ergonomisch vorteilhaft ist, da die die Hand-Werkzeugmaschine führende Hand des Bedieners nahe beim Werkzeug ist und somit beispielsweise auch schwer zugängliche Stellen eines Werkstückes, das mit der Hand-Werkzeugmaschine bearbeitet werden soll, bequem zugänglich sind.

[0049] Der erfindungsgemäße Lamellenmotor kann ohne weiteres ölfrei, das heißt mit nicht geölter Druckluft, betrieben werden.

[0050] Der Rotor ist relativ leicht.

[0051] Weiterhin ist festzuhalten, dass nicht die jeweilige gesamte Komponente, zum Beispiel der Rotor, das Statorgehäuse oder dergleichen, insgesamt aus dem nicht-metallischen Werkstoff in Gestalt von z.B. Graphit oder Keramik bestehen müssen, sondern beispielsweise auch eine Lauffbuchse im Statorgehäuse aus Graphit, Keramik oder dergleichen bestehen kann. Somit ist die Rotorkammer mit dem nicht-metallischen Werkstoff zumindest teilweise ausgekleidet, zum Beispiel im Bereich der Umfangswand, während ein Grundkörper aus beispielsweise Metall, insbesondere Chrom-Molybdän-Stahl, besteht. Auch ein Gussmaterial ist selbstverständlich ohne weiteres möglich.

[0052] Ein Rotorkörper aus Graphit, insbesondere aus Elektro-Graphit und/oder Kohlenstoffgraphit, hat in der Praxis auch den Vorteil, dass die im beziehungsweise am Rotor aufgenommenen Lamellen wenig verschleifen. Ein sogenannter Kolkverschleiß, der in Lageraufnahmen für die Lamellen auftreten könnte, ist bei dem erfindungsgemäßen Motor gering. Auch am Übergangsbereich zwischen einem Außenumfang des Rotorkörpers und den Lamellen ist kein oder nur ein geringer Verschleiß zu beobachten.

[0053] Die Lageraufnahmen für die Lamellen verlaufen zweckmäßigerweise radial zur Drehachse. Es ist auch möglich, dass schräg zur Drehachse orientierte Lageraufnahmen vorgesehen sind.

[0054] Vorteilhaft sind die Lamellen des Lamellenmotors relativ schmal, jedenfalls gewichtsoptimiert, was auch zu einem geringen Verschleiß beiträgt.

[0055] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Schrägansicht einer Hand-Werkzeugmaschine gemäß der Erfindung,

Figur 2 einen Querschnitt der Hand-Werkzeugmaschine gemäß Figur 1 etwa entlang einer Schnittlinie A-A in Figur 1,

Figur 3 einen Längsschnitt der Maschine gemäß Figur 1 entlang einer Schnittlinie B-B in Figur 2,

Figur 4 einen Ausschnitt D aus Figur 3, allerdings in einer anderen, parallelen Schnittebene (Linie C-C in Figur 2),

Figur 5 eine Explosionsdarstellung eines Lamellenmotors der Hand-Werkzeugmaschine gemäß den vorstehenden Figuren,

Figur 6 eine perspektivische Schrägansicht des zusammengebauten Lamellenmotors gemäß Figur 5,

Figur 7 einen Rotor des Lamellenmotors,

- Figur 8 eine Explosionsdarstellung des Rotors sowie eine Motorwelle des Lamellenmotors,
- Figur 9 einen Querschnitt E-E des Lamellenmotors gemäß Figur 6,
- Figur 10 einen Querschnitt entlang einer Linie F-F des Lamellenmotors gemäß Figur 5,
- Figur 11 einen oberen Lagerdeckel des Lamellenmotors,
- Figur 12 einen Querschnitt des Lagerdeckels gemäß Figur 11 entlang einer Schnitlinie G-G und
- Figur 13 einen unteren Lagerdeckel des Lamellenmotors.

[0056] Eine Hand-Werkzeugmaschine 10 gemäß der Zeichnung bildet eine Schleifmaschine oder Poliermaschine. An einem Gehäuse 11 der Hand-Werkzeugmaschine 10 ist ein Teller-Werkzeug 12 drehbar angeordnet. Das Gehäuse 11 weist einen Handgriffabschnitt 13 sowie einen Motorabschnitt 14 auf. Im Motorabschnitt 14 ist ein Lamellenmotor 15 aufgenommen, der über seine Motorwelle 16 das Teller-Werkzeug 12 antreiben kann.

[0057] Die Hand-Werkzeugmaschine 10 ist eine pneumatische Maschine, das heißt mit Druckluft betreibbar. Diese Druckluft kann über einen Druckluft-Anschluss 17 in das Gehäuse 11 einströmen. Der Druckluft-Anschluss 17 ist hinten am Handgriffabschnitt 13 angeordnet, das heißt, er steht nach hinten vor demselben vor. Dort kann eine Druckluftleitung, zweckmäßigerweise eine Mehrmedienleitung, angeschlossen werden, die nicht nur Druckluft zur Hand-Werkzeugmaschine 10 bringt, sondern auch Abluft und/oder mit Staub beladene Luft von der Hand-Werkzeugmaschine wegfördert. Beispielsweise kann über einen Staubkanal 18, der unterhalb des Handgriffabschnitts 13 verläuft, staubbeladene Luft vom Teller-Werkzeug 12 weggeführt werden.

[0058] Die durch den Druckluft-Anschluss 17 einströmende Druckluft strömt über einen Druckluft-Kanal 19 des Gehäuses 11 ein. Der Druckluft-Kanal 19 führt zu einem Ventil 20, das einen Ventilkörper 21 sowie eine Schließfeder 22 aufweist. Die Schließfeder 22 führt in Richtung einer Schließstellung des Ventils 20, das heißt auf einen Ventilsitz 23. In diese Richtung wirkt auch die aus dem Druckluft-Kanal 19 in Richtung Ventil 20 strömende Druckluft. Die Druckluft wirkt also im Sinne eines Schließens.

[0059] Das Ventil 20 ist in an sich bekannter Weise mittels eines Handgriffs 24 offenbar. Der Handgriff 24 ist im Bereich des Handgriffabschnitts 13 mit einem Schwenklager 25 schwenkbar gelagert. Ein freies Ende des Handgriffs 24 befindet sich oberhalb des Lamellenmotors 15, das heißt im Bereich einer Handballenaufgabe oberhalb des Motorabschnitts 14 oder am Motorabschnitt 14.

[0060] Das Betätigungsglied 26 steht nach oben vor das Gehäuse 11 vor und ist mit dem Handgriff 24 bewegungsgekoppelt. Wird dieser nach unten gedrückt, drückt er auch das Betätigungsglied 26 nach unten, so dass das Betätigungsglied 26 den Ventilkörper 21 vom Ventilsitz 23 abhebt. Zwischen dem Betätigungsglied 26 und dem Betätigungsvorsprung 27 ist ein Keilgetriebe oder Schrägflächengetriebe vorhanden.

[0061] Wenn das Ventil 20 geöffnet ist, strömt die Druckluft aus dem Ventil 20 heraus durch einen Kanal 28 hindurch und in einen Drucklufteinlass eines Statorgehäuses 30 des Lamellenmotors 15.

[0062] Die den Lufteinlass 29 durchströmende Druckluft strömt in eine Rotorkammer 31 des Statorgehäuses 30 ein. Die Rotorkammer 31 ist in einem Umfangswand 33 aufweisenden Umfangskörper 32 vorgesehen. Der Umfangskörper 32 ist stirnseitig jeweils durch einen oberen Lagerdeckel 34 sowie einen unteren Lagerdeckel 35 verschlossen. In der Rotorkammer 31 ist ein Rotor 36 um eine Drehachse 37 drehbar aufgenommen.

[0063] An einem Rotorkörper sind Lamellen 39 beweglich gelagert, nämlich in Lamellenaufnahmen 40 aufgenommen. Die Lamellen 39 sind plattenartig.

[0064] Die Lamellenaufnahmen 40 sind als Schlitz- oder Nuten ausgestaltet und sind an einem Außenumfang 41 des Rotorkörpers 38 offen. Somit können also die Lamellen 39, die in den Lamellenaufnahmen 40 quasi stecken, nach radial außen in Richtung eines Innenumfangs der Rotorkammer 31, das heißt zur Umfangswand 33 hin, bewegt werden.

[0065] Der Rotorkörper 38 hat eine zylindrische Gestalt mit einander entgegengesetzten Stirnseiten 42, 43 sowie einem Zylindermantel-Außenumfang 41. Die Lamellenaufnahmen 40 sind zum Außenumfang 41 hin offen. Die Lamellenaufnahmen 40 erstrecken sich von der einen Stirnseite 42 bis zur anderen Stirnseite 43, sind also an den jeweiligen Stirnseiten 42, 43 offen.

[0066] Der Betrieb verläuft nun wie folgt: Der Lufteinlass 29 ist an einem Außenumfang des Umfangskörpers 32 vorgesehen. Vom Lufteinlass 29 strömt die Druckluft über einen Kanal 103 zu einem zum Drehantreiben des Rotors 36 vorgesehenen Einlassbereich 104 und zu einem Einströmkanal 45 am oberen Lagerdeckel 34 und/oder zu einem Einströmkanal 45 am unteren Lagerdeckel 35, über den oder die die Druckluft in Richtung eines Zentrums des Lagerdeckels 34 und/oder Lagerdeckels 35 strömen kann.

[0067] Ein erster Abschnitt 46 des Einströmkanals 45, der als eine Luftzufuhr-Vertiefung am Lagerdeckel 35 ausgestaltet ist, führt also in Richtung Zentrum dieses Lagerdeckels 35. Der Abschnitt 46 ist beispielsweise geradlinig. Jedenfalls ist der Einströmkanal 45 zum Rotorkörper 38, insbesondere den Lamellenaufnahmen 40, zumindest im Bereich eines sich an den Abschnitt 46 anschließenden Verteilabschnitts 47 hin offen. Somit kann den Verteilabschnitt 47 durchströmende Luft in diejenige Lamellenaufnahme 40 strömen, die sich am nächsten beim Lufteinlass 29 befindet. Dadurch wird die in

dieser Lamellenaufnahme 40 aufgenommene Lamelle, beispielsweise die Lamelle 39a in der Draufsicht gemäß Figur 10, nach radial außen in Richtung der Umfangswand 33 verstellt, so dass sie an dieser mit ihrer flachen Stirnseite im Wesentlichen druckdicht anliegt.

[0068] Die Luft strömt von dem Einlassbereich 104, also vom Lufteinlass 29 her, an die jeweils dem Einlassbereich 104 abströmseitig am nächsten gelegene Lamelle 39, z.B. an die Lamelle 39a, so dass der Rotor 36 ein Drehmoment um seine Drehachse 37 erfährt. Die Drehachse 37 ist exzentrisch zu einer Mittelachse 48 der zylindrischen Rotorkammer 31. Dadurch ist es möglich, dass die hinter die Lamelle 39a strömende Luft durch Drehung des Rotors 36 expandiert, was das vorgenannte Drehmoment erzeugt. Beispielsweise steht die Lamelle 39b bereits weiter vor den Außenumfang 41 des Rotorkörpers 38 vor als die Lamelle 39a. Beim Weiterdrehen des Rotors 36 nimmt dieser Raum wieder ab, das heißt, dass beispielsweise die Lamellen 39c, 39d und 39e wieder in Richtung der Drehachse 37 hin verlagert werden, das heißt also tiefer in die Lamellenaufnahmen 40 eindringen. Jedenfalls kann zwischen den Lamellen 39c, 39d und 39e befindliche Luft über einen Ausströmkanal 49 am Lagerdeckel 34 und/oder am Lagerdeckel 35 in Richtung eines Luftausströmauslasses 50 des Statorgehäuses 30 strömen, die Rotorkammer 31 also verlassen.

[0069] Der Luftausströmauslass 50 kommuniziert mit einem Abströmkanal 51 des Gehäuses 11. Der Abströmkanal 51 mündet hinten am Gehäuse 11 im Bereich des Druckluft-Anschlusses 17 aus, kann also mit dem nicht dargestellten Mehrmedienschlauch verbunden werden.

[0070] Der Rotor 36 dreht sehr schnell, das heißt, seine Arbeitsdrehzahl liegt im Bereich zwischen 8000 und 12000 Umdrehungen pro Minute, kann aber auch etwas höher liegen, zum Beispiel 13000 bis 15000 Umdrehungen. Somit ist es also zweckmäßig, wenn der Rotor 36 leicht läuft, das heißt die Reibungsverluste gering sind. Zudem ist es vorteilhaft, wenn auch eine hohe Luft-Dichtigkeit zwischen den oberen und unteren Stirnseiten 42, 43 und den ihnen zugewandten Stirnseiten 52, 53 der Lagerdeckel 34, 35 vorhanden ist. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Lamellen 39 leicht in den Lamellenaufnahmen 40 gleiten, so dass dadurch geringe Reibungsverluste entstehen und die Lamellen 39 stets dicht an der Umfangswand 33 anliegen. Es ist also ein verhältnismäßig leichter Rotor 36 mit optimalen Gleiteigenschaften sowohl für den ölfreien Betrieb als auch für den Betrieb mit geölter Druckluft zweckmäßig. Eine hohe Maßgenauigkeit, das heißt eine hohe Präzision der einander zugewandten Flächen der beweglichen Teile (Rotor 36, Lamellen 39) und der statischen Teile (Stirnseiten 52, 53 sowie Umfangswand 33), ist also zweckmäßig. Das alles ist beim Lamellenmotor 15 realisiert, was nachfolgend deutlich wird. Der Rotorkörper 38 besteht zweckmäßigerweise aus einem Elektro-Graphit und/oder einem Kohlenstoffgraphit oder umfasst eine Werkstoffmischung oder Werkstoffkombination, die Elektro-Graphit und/oder Kohlenstoffgraphit enthält. Somit ist er leicht

und weist insbesondere im Bereich der Lamellenaufnahmen 40 optimale Gleiteigenschaften auf. Insbesondere tritt wenig Verschleiß im Bereich der Innenflächen 54 der Lamellenaufnahmen 40 und den Lamellen 39 auf. Die jeweiligen Stirnseiten der Lamellen 39 gleiten also an den Innenflächen 54 leichtgängig entlang, so dass ein geringer sogenannter Kolkverschleiß auftritt. Aber auch am Übergangsbereich zwischen den Innenflächen 54 und dem Außenumfang 41, wo Kanten 55 ausgebildet sind, ist allenfalls ein geringer Verschleiß zu beobachten.

[0071] Die Lamellen 39 selbst bestehen zweckmäßigerweise aus einem Feinst-Baumwollgewebelaminat, das mit Phenolharz gebunden ist. Zweckmäßigerweise sind die Lamellen 39 und/oder die Innenflächen der Lamellenaufnahmen 40 mit PTFE beschichtet. Dies senkt die Gleitreibung und damit auch den Verschleiß.

[0072] Die Laufbuchse selbst, das heißt der Umfangskörper 32, besteht zweckmäßigerweise aus Stahl. Besonders bevorzugt ist Chrom-Molybdän-Stahl. Auch die Lagerdeckel 34, 35 bestehen zweckmäßigerweise aus einem Metallwerkstoff, insbesondere dem vorgenannten Stahl. Dieser Materialmix eignet sich ganz besonders gut für den Betrieb des Lamellenmotors 15 sowohl mit geölter als auch mit ungeölter Druckluft. In jedem Fall sind optimale Gleiteigenschaften erzielt.

[0073] Darüber hinaus ist eine hohe Maßgenauigkeit vorhanden, was man insbesondere im Querschnitt gemäß Figur 9 erkennen kann.

[0074] Die Motorwelle 16 steht mit Lagerenden 56, 57 vor die Rotorkammer 31 vor. Die Lagerenden 56, 57 sind mit Drehlagern 58, 59 drehbar gelagert. Die Drehlager 58, 59 sind in Lageraufnahmen 60, 61 an den Lagerdeckeln 34, 35 aufgenommen. Bei den Drehlagern 58, 59 handelt es sich beispielsweise um Kugellager, wobei selbstverständlich auch Nadellager, Pollenlager oder dergleichen ohne weiteres möglich sind. Auch eine Gleitlagerung ist prinzipiell denkbar.

[0075] Die Motorwelle 16 durchdringt Öffnungen 62, 63 an den Lagerdeckeln 34, 35. Das Drehlager 58 stützt sich beispielsweise an einer Stufe der Motorwelle 16 ab, die zwischen dem Lagerende 56 und einem Freiraumabschnitt 64 der Motorwelle 16 vorhanden ist. An der vom Freiraumabschnitt 64 abgewandten Seite ist das Drehlager 58 durch einen Sicherungsring 65 gehalten, der am Lagerende 56 festgelegt ist.

[0076] Der Freiraumabschnitt 64 durchdringt den (oberen) Lagerdeckel 34 im Bereich seiner Öffnung 62.

[0077] Zwischen dem Freiraumabschnitt 64 der Motorwelle 16 und einem Freiraumabschnitt 66 der Wellenaufnahme 44 ist ein gewisser Abstand vorhanden, das heißt, die Motorwelle 16 liegt im Bereich des Zentrierabschnittes 67 normalerweise nicht an der Wellenaufnahme 44 beziehungsweise deren Innenumfang an, hat also ein gewisses Spiel.

[0078] Kein Spiel hingegen ist neben den Freiraumabschnitten 64, 66 vorhanden, nämlich im Bereich eines Zentrierabschnittes 67 der Motorwelle 16, der an einem Zentrierabschnitt 68 der Wellenaufnahme 44 flächig an-

liegt. Die Zentrierabschnitte 67, 68 sind beispielsweise zylindrisch. Selbstverständlich wären auch andere Geometrien möglich, zum Beispiel dreieckförmige. Allerdings ist es vorteilhaft, dass im Bereich der Zentrierabschnitte 67, 68 keine Drehmitnahme erfolgt, sondern im Bereich von Drehmitnahme-Querschnittskonturen 69, 70 der Motorwelle 16 und der Wellenaufnahme 44.

[0079] Die Drehmitnahme-Querschnittskonturen 69, 70 sind beispielsweise im Querschnitt etwa pentagonal, wobei die Eckbereiche zweckmäßigerweise gerundet sind. Somit liegen also die Flachseiten 71, 72 der Drehmitnahme-Querschnittskonturen 69, 70 im Wesentlichen flächig aneinander an. Zweckmäßig ist es, wenn an den Eckbereichen nur wenig Kraftübertragung erfolgt. Auch im Bereich der Drehmitnahme-Querschnittskonturen 69, 70 ist zweckmäßigerweise ein gewisser Freiraum zwischen der Motorwelle 16 und der Wellenaufnahme 44 vorhanden, so dass die Motorwelle 16 in der Wellenaufnahme 44 ein gewisses Schwenkspiel quer zur Drehachse 37 aufweist. Die Motorwelle 16 ist in gewisser Weise schwimmend in der Wellenaufnahme 44 aufgenommen, was Verspannungen entgegenwirkt. Insbesondere kann die beispielsweise aus Metall, insbesondere Stahl, bestehende Motorwelle 16 den Rotorkörper 38 weniger verspannen, was zu Beschädigungen führen könnte, insbesondere im Hinblick auf das verhältnismäßig spröde Nichtmetall, aus dem der Rotorkörper 38 erfindungsgemäß besteht.

[0080] Die Zentrierabschnitte 67, 68 sind etwa längsmittig (bezogen auf die Drehachse 37) zwischen den Lagerdeckeln 34, 35 angeordnet. Somit ist es möglich, dass die Motorwelle 16 quer zur Drehachse 37 etwas kippen kann, um Zentrierfehler beispielsweise bezüglich der Öffnungen 62, 63, der Drehlager 58, 59 oder dergleichen auszugleichen. Eine gleichmäßige Spannungsverteilung ist somit möglich.

[0081] Es versteht sich, dass eine Motorwelle auch anderweitig am Rotorkörper eines erfindungsgemäßen Motors mit kleiner oder geringer Spannung befestigbar ist. Beispielsweise wäre es möglich, dass die Motorwelle eine ausdehbare Welle ist, eine Welle mit einem Schlitz, eine Spannwellen oder dergleichen.

[0082] An die Drehmitnahme-Querschnittskontur 69 der Motorwelle 16 schließt sich ein Flansch 73 an, der in der Öffnung 63 des Lagerdeckels 35 angeordnet ist. Zwischen dem Außenumfang des Flansches 73 und der Öffnung 63 ist zweckmäßigerweise eine Dichtung 74 vorgesehen. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass im Bereich des Drehlagers 58 oder 59 Luft aus der Rotorkammer 31 ausströmen kann, um das jeweilige Drehlager 58, 59 zu kühlen.

[0083] Am Lagerende 57 der Motorwelle 16 ist ein Lagerkörper 75 angeordnet. Der Lagerkörper 75 ist zweckmäßigerweise auf die Motorwelle 16 aufgedrückt, wobei auch ein Schrauben oder dergleichen möglich ist.

[0084] Der Lagerkörper 75 weist eine zur Drehachse 37 exzentrische Lageraufnahme 76 auf, in der ein Drehlager 77 aufgenommen ist. Das Drehlager 77 lagert

eine Werkzeugaufnahme 78, an der das Teller-Werkzeug 12 befestigbar ist, zum Beispiel mittels einer Schraube 79. Somit dreht also die Werkzeugaufnahme 78 um eine Exzentrizität 80 bezüglich der Drehachse 37. Die Hand-Werkzeugmaschine 10 bildet also einen Exzentertellerschleifer oder einen Exzentertellerpolierer.

[0085] Damit das Teller-Werkzeug 12 nicht die Drehzahl des Lamellenmotors 15 annimmt, wird es in an sich bekannter Weise gebremst, zum Beispiel durch eine Dichtung 81, die von oben her (stirnseitig) auf das Teller-Werkzeug 12 bremsend einwirkt.

[0086] Beim Betrieb der Hand-Werkzeugmaschine 10 entsteht Wärme. Diese steigt über den Lagerkörper 75 vom (Exzenter-)Drehlager 77 her in Richtung des Rotors 36 auf, so dass sich jedenfalls der Rotorkörper 38 im Verhältnis zum Statorgehäuse 30, insbesondere dem oberen Lagerdeckel 34, stärker erwärmt. Obwohl also ein Wärmeausdehnungskoeffizient des Rotorkörpers 38 etwas geringer ist als derjenige des Umfangskörpers 32, dehnen sich beide Komponenten etwa gleich bezüglich der Drehachse 37 aus, so dass ein Luftspalt zwischen den einander zugewandten Stirnseiten 42, 52 und 43, 53 etwa gleich bleibt, also auch beim Betrieb die geringen Toleranzen zwischen Rotor 36 und Rotorkammer 31 erhalten bleiben. Die Reibung nimmt nicht zu, der Druckluftverbrauch ebenfalls nicht, da die Spaltmaße etwa gleich bleiben.

[0087] Man kann sich vorstellen, dass bei derart geringen Toleranzen eine passgenaue, präzise Fertigung und Montage der Komponenten des Lamellenmotors 15 zweckmäßig ist. Daher sind die Lagerdeckel 34, 35 einem innovativen Konzept folgend am Umfangskörper 32 befestigt.

[0088] Die beiden Lagerkörper haben jeweils Platten 82, deren der Rotorkammer 31 zugewandte Stirnseite 52, 53 als eine Planfläche ausgestaltet ist. Die Platten 82 sind also von ihrem Zentrum (Öffnungen 62, 63) her nach radial außen durchgängig als Planfläche ausgestaltet, so dass die Stirnseiten 52, 53 jedenfalls im Bereich der Rotorkammer 31 plan sind.

[0089] An den von den Stirnseiten 52, 53 abgewandten Seiten sind die Lageraufnahmen 60, 61 angeordnet. Beispielsweise umfassen die Lageraufnahmen 60, 61 jeweils vor diese von der Stirnseite 52, 53 abgewandte Seite vorstehende Ringwände 83, in denen die Drehlager 58, 59 jeweils gehalten sind. An den Ringwänden 83 können Aufnahmen vorgesehen sein, beispielsweise für eine Ringdichtung 84 zwischen der Ringwand 83 und dem Drehlager 58.

[0090] An den Stirnseiten 52, 53 sind also Planflächen 85 vorgesehen, insbesondere auch in einem Anlagebereich 86, mit dem die Stirnseiten 52, 53 an Stirnseiten 87 der Umfangswand 33 jeweils anliegen. Die Stirnseiten 87 sind ringförmig, ebenso die Anlagebereiche 86. Somit kommen die Lagerdeckel 34, 35 stirnseitig plan zur Anlage mit der Umfangswand 33. Fertigungstechnisch ist dies optimal, da nämlich die Stirnseiten 87 und die Planflächen 85 plan und eben bearbeitet werden können.

Dennoch ist ein optimaler Halt der Lagerdeckel 34, 35 am Umfangskörper 32 realisiert.

[0091] Die Lagerdeckel 34, 35 werden von Halteeinrichtungen 90 am Umfangskörper 32 zentrierend gehalten. Die Halteeinrichtungen 90 umfassen einen Haltering 91 mit einem ersten Schenkel 92 und einem zweiten Schenkel 93. Der erste Schenkel 92 und der zweite Schenkel 93 sind zueinander rechtwinkelig. Der erste Schenkel 92 hat eine Zentrierfunktion, das heißt, er liegt an einem Außenumfang 88 des Lagerdeckels 34 oder des Lagerdeckels 35 und einem Außenumfang 89 des Rotorkörpers 38 umfangsseitig im Sinne eines Zentrierens an. Im Prinzip würde der erste Schenkel 92 bereits genügen, um diese Zentrierfunktion zu erfüllen.

[0092] Der Außenumfang 88 und der Außenumfang 89 fluchten miteinander.

[0093] Der zweite Schenkel 93 liegt an der von der Rotorkammer 31 abgewandten Stirnseite 94, 95 des Lagerdeckels 34, 35 an und hält somit den jeweiligen Lagerdeckel 34, 35 am Umfangskörper 32.

[0094] Zwischen dem ersten Schenkel 92 und dem Lagerdeckel 34, 35 ist zweckmäßigerweise ein Presssitz vorhanden, während zwischen diesem Schenkel 92 und dem Umfangskörper 32 eine Übergangspassung vorteilhaft ist. Jedenfalls halten die Halteeinrichtungen 90 die beiden Lagerdeckel 34, 35 am Umfangskörper 32, so dass der Lamellenmotor 15 als Ganzes in eine Motoraufnahme 96 des Gehäuses 11 eingesetzt werden kann. Ein Haltering 97, in dessen Innenumfang beispielsweise das Drehlager 59 vorsteht, hält den Lamellenmotor 15 in der Motoraufnahme 96. Ein Passstift 98 steht vor das Statorgehäuse 30 vor und ist in einer Aufnahme 99 im Bereich der Motoraufnahme 96 aufgenommen, so dass der Lamellenmotor 15 drehwinkelrichtig in der Motoraufnahme 96 montierbar ist, so dass der Lufteinlass 29 mit dem Kanal 28 kommunizieren kann.

[0095] Der Passstift 98 ist in den Umfangskörper 32 eingesetzt, zweckmäßigerweise eingepresst und/oder ohne Spiel im Umfangskörper 32 aufgenommen, und durchdringt den Lagerdeckel 34 und/oder 35, der hierfür eine Bohrung oder einen Durchgang 105 hat. Ein Innenquerschnitt des Durchgangs 105 ist größer als ein Außenquerschnitt des Passstifts 98, der also mit Spiel im Durchgang 105 aufgenommen ist. Daher können die Halteeinrichtungen 90 den Lagerdeckel 34 und/oder 35 am Umfangskörper 32 zentrierend halten.

[0096] Der Passstift 98 bildet eine Verdrehssicherung für den Lagerdeckel 34 und/oder 35 gegenüber dem Umfangskörper 32. Zweckmäßigerweise ist vorgesehen, dass diese Verdrehssicherung nicht mehr erforderlich ist, wenn der Haltering 97 den Lamellenmotor 15 in der Motoraufnahme 96 hält, insbesondere verspannt.

[0097] Zur Aufnahme des 2. Schenkels 93 ist an den Stirnseiten 94, 95 der Lagerdeckel 34, 35 jeweils eine Stufe 100 vorhanden. Somit steht der Schenkel 93 nicht oder nur unwesentlich vor die obere bzw. untere Stirnseite 94, 95 des Lagerdeckels 34, 35 vor. Zwischen einem mittleren Außenumfang 101 des Umfangskörpers

32 und dem jeweiligen Außenumfang 89 ist eine weitere Stufe 102 für den Schenkel 92 vorgesehen.

5 Patentansprüche

1. Hand-Werkzeugmaschine, insbesondere Schleifgerät, Poliergerät oder Schraubgerät, mit einem pneumatischer Lamellenmotor (15), wobei der Lamellenmotor (15) ein Statorgehäuse (30) aufweist, das eine Rotorkammer (31) aufweist, in der ein mit einer Motorwelle (16) versehener Rotor (36) drehbar aufgenommen ist, wobei der Rotor (36) einen Rotorkörper (38) und an Lamellenaufnahmen (40) des Rotorkörpers (38) zu einer Umfangswand (33) der Rotorkammer (31) hin beweglich gelagerte Lamellen (39) aufweist, und wobei das Statorgehäuse (30) einen die Umfangswand (33) aufweisenden Umfangskörper (32) sowie mindestens einen von dem Umfangskörper (32) separaten und die Rotorkammer (31) stirnseitig verschließenden Lagerdeckel (34, 35) umfasst, wobei die Motorwelle (16) mit einem Längsende vor die Rotorkammer (31) vorsteht und an dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) um eine Drehachse (37) drehbar gelagert ist, wobei der mindestens eine Lagerdeckel (34, 35) mit einer der Rotorkammer (31) zugewandten Stirnseite (52, 53) auf einer dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) zugewandten Stirnseite (87) der Umfangswand (33) aufliegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Lagerdeckel (34, 35) relativ zum Umfangskörper (32) bezüglich der Drehachse (37) der Motorwelle (16) durch eine von dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) und dem Umfangskörper (32) separate Halteeinrichtung (90) zentriert ist, die an mindestens zwei bezogen auf die Drehachse (37) zueinander drehwinkelversetzten Seiten in Richtung der Drehachse (37) wirkend an dem Lagerdeckel (34, 35) und der Umfangswand (33) anliegt.
2. Hand-Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halteeinrichtung (90) eine Hülse oder einen Ring umfasst, der am Außenumfang (88, 89) des mindestens einen Lagerdeckels (34, 35) und des Umfangskörpers (32) anliegt.
3. Hand-Werkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halteeinrichtung (90) einen ersten, am Außenumfang des mindestens einen Lagerdeckels (34, 35) und des Umfangskörpers (32) anliegenden Schenkel (92) und einen zweiten Schenkel (93) aufweist und, der sich an einer von dem Umfangskörper (32) abgewandten Stirnseite (94, 95) des mindestens einen Lagerdeckels (34, 35) abstützt und diesen zum Umfangskörper (32) hin kraftbeaufschlagt.

4. Hand-Werkzeugmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Schenkel (92) und der zweite Schenkel (93) zueinander rechtwinkelig sind.
5. Hand-Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halteeinrichtung (90) mit einem Presssitz an dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) befestigt ist.
6. Hand-Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halteeinrichtung (90) mit einer Übergangspassung am Umfangskörper (32) anliegt.
7. Hand-Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnseite (87) der Umfangswand (33) und/oder eine der Umfangswand (33) zugewandte stirnseitige Ringfläche des mindestens einen Lagerdeckels (34, 35) Planflächen (85) sind.
8. Hand-Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Lagerdeckel (34, 35) eine sich über seine gesamte, der Rotorkammer (31) zugewandte Stirnseite (52, 53) erstreckende im Wesentlichen plane oder vollständig plane Stirnseitenfläche aufweist.
9. Hand-Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der der Rotorkammer (31) zugewandten Stirnseite (52, 53) des mindestens einen Lagerdeckels (34, 35) mindestens eine Luftzufuhr-Vertiefung angeordnet ist, die zu einem von der Drehachse (37) durchsetzten Zentrum des mindestens einen Lagerdeckels (34, 35) derart verläuft, dass Luft zumindest hinter diejenige Lamelle (39) strömen kann, die sich jeweils am nächsten bei einem Lufteinlass (29) des Motors befindet.
10. Hand-Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) ein Luftausströmauslass (50) angeordnet ist, durch den Luft aus der Rotorkammer (31) zu einem an dem Lagerdeckel (34, 35) angeordneten Lager strömen kann.
11. Hand-Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Lagerkörper (75) von einem an dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) angeordneten Drehlager (59) drehbar aufgenommen ist, wobei der Lagerkörper (75) eine zur Drehachse (37) des Motors exzentrische Lageraufnahme (76) aufweist, in

der ein Drehlager zum drehbaren Lagern einer Werkzeugaufnahme angeordnet ist.

12. Hand-Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Lamellen (39) und/oder das Statorgehäuse (30) und/oder der Rotorkörper (38) zumindest teilweise aus einem nicht-metallischen Werkstoff besteht, wobei der nicht-metallische Werkstoff einen Graphit-Werkstoff und/oder einen Keramik-Werkstoff umfasst oder bildet.
13. Hand-Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halteeinrichtung (90) das einzige Haltemittel zum Halten des mindestens einen Lagerdeckels (34, 35) an dem Umfangskörper (32) bezüglich Kräften quer zu der Drehachse (37) der Motorwelle (16) bildet und/oder dass eine gegen eine Relativverdrehung des mindestens einen Lagerdeckels (34, 35) gegenüber dem Umfangskörper (32) ein Spiel quer zur Drehachse (37) der Motorwelle (16) an dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) und/oder dem Umfangskörper (32) aufweist.
14. Hand-Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halteeinrichtung (90) das einzige Haltemittel zum Halten des mindestens einen Lagerdeckels (34, 35) an dem Umfangskörper (32), insbesondere quer zu der Drehachse (37) der Motorwelle (16), bildet und/oder dass keine sich parallel und/oder quer zu der Drehachse (37) der Motorwelle (16) erstreckende Bolzen oder Stifte oder Haltevorsprünge vorgesehen sind.
15. Pneumatischer Lamellenmotor (15), für eine Hand-Werkzeugmaschine, insbesondere ein Schleifgerät, Poliergerät oder Schraubgerät, wobei der Lamellenmotor (15) ein Statorgehäuse (30) aufweist, das eine Rotorkammer (31) aufweist, in der ein mit einer Motorwelle (16) versehener Rotor (36) drehbar aufgenommen ist, wobei der Rotor (36) einen Rotorkörper (38) und an Lamellenaufnahmen (40) des Rotorkörpers (38) zu einer Umfangswand (33) der Rotorkammer (31) hin beweglich gelagerte Lamellen (39) aufweist, und wobei das Statorgehäuse (30) einen die Umfangswand (33) aufweisenden Umfangskörper (32) sowie mindestens einen von dem Umfangskörper (32) separaten und die Rotorkammer (31) stirnseitig verschließenden Lagerdeckel (34, 35) umfasst, wobei die Motorwelle (16) mit einem Längsende vor die Rotorkammer (31) vorsteht und an dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) um eine Drehachse (37) drehbar gelagert ist, wobei der mindestens eine Lagerdeckel (34, 35) mit einer der Rotorkammer (31) zugewandten Stirnseite (52, 53) auf einer dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35)

zugewandten Stirnseite (87) der Umfangswand (33) aufliegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Lagerdeckel (34, 35) relativ zum Umfangskörper (32) bezüglich der Drehachse (37) der Motorwelle (16) durch eine von dem mindestens einen Lagerdeckel (34, 35) und dem Umfangskörper (32) separate Halteeinrichtung (90) zentriert ist, die an mindestens zwei bezogen auf die Drehachse (37) zueinander drehwinkelversetzten Seiten in Richtung der Drehachse (37) wirkend an dem Lagerdeckel (34, 35) und der Umfangswand (33) anliegt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

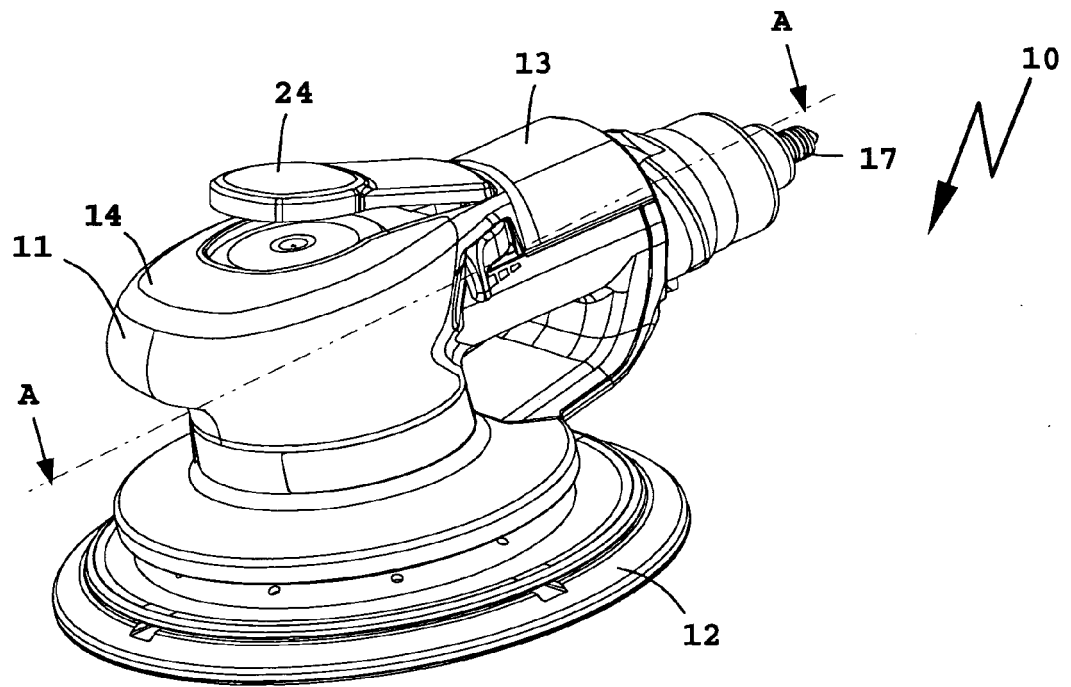


Fig.1

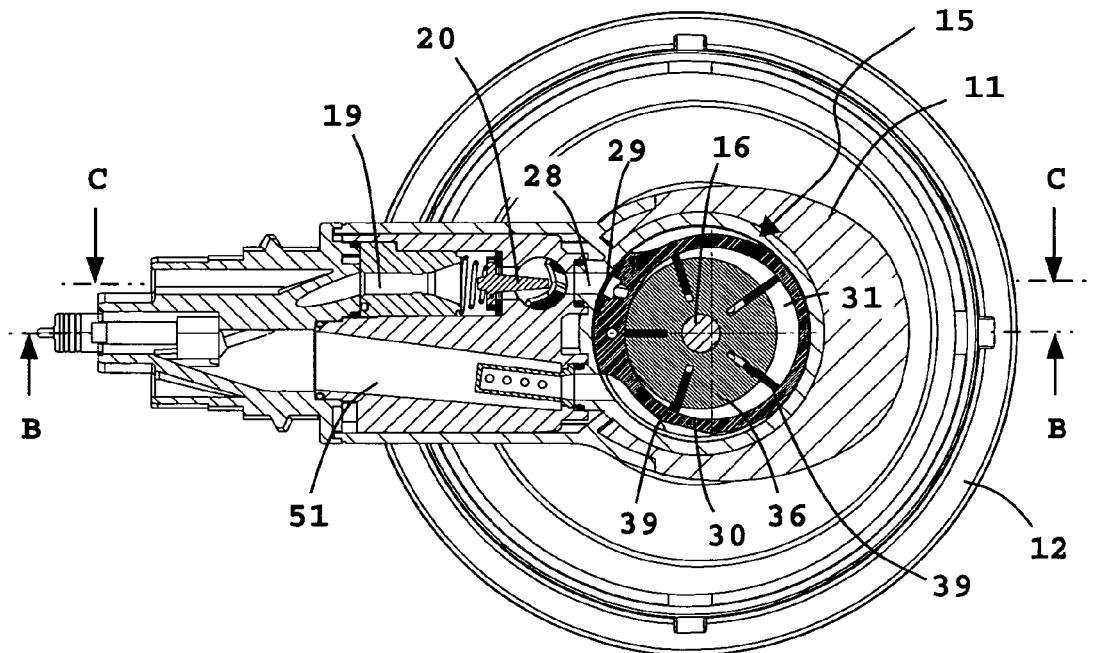
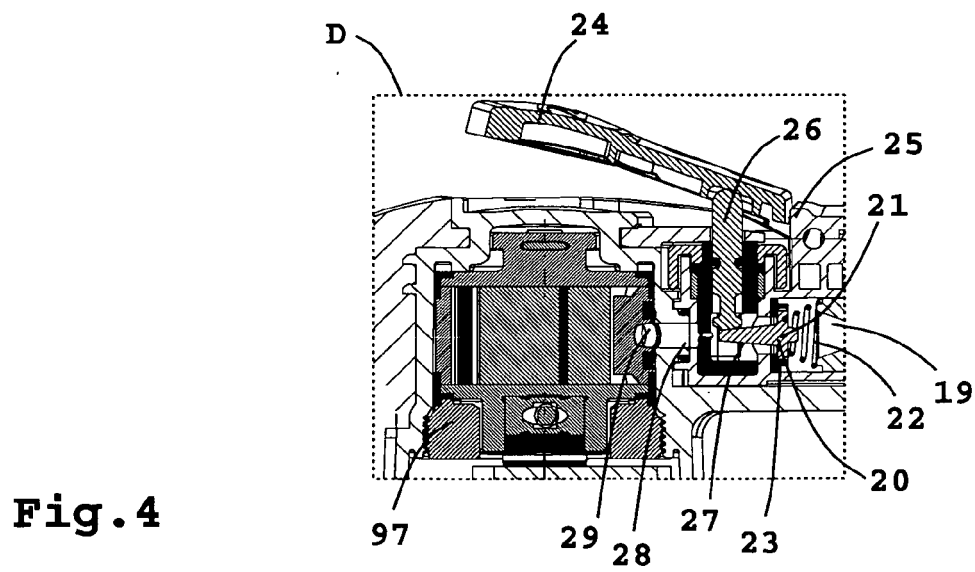
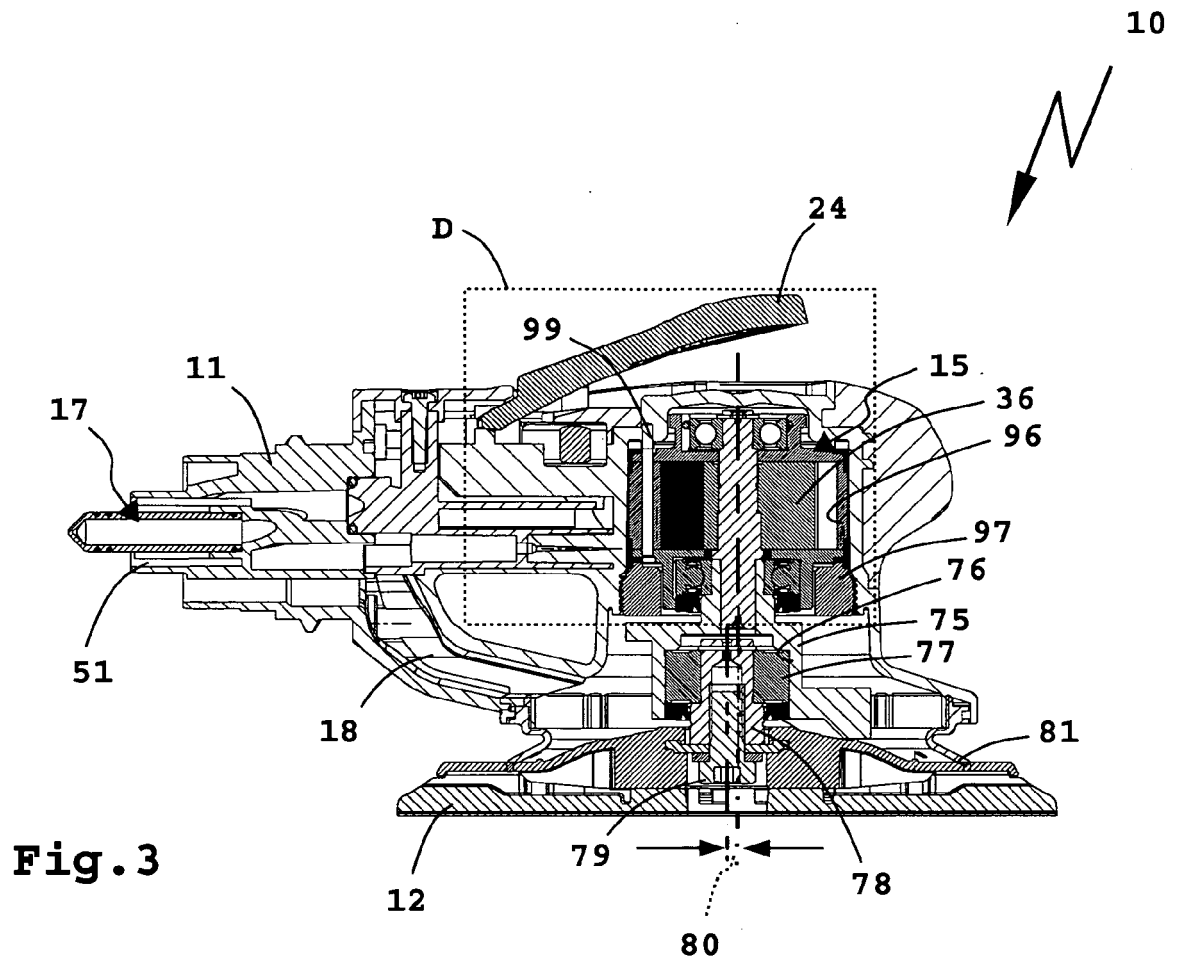


Fig.2



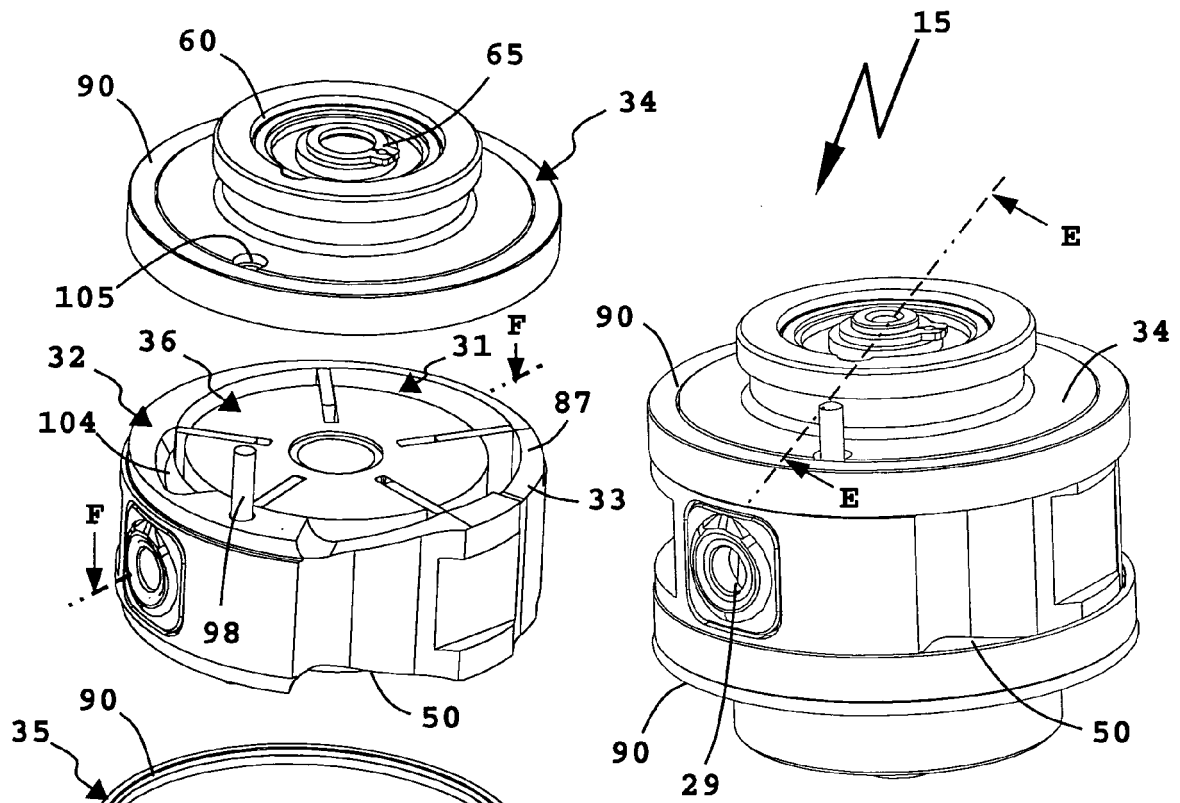


Fig. 6

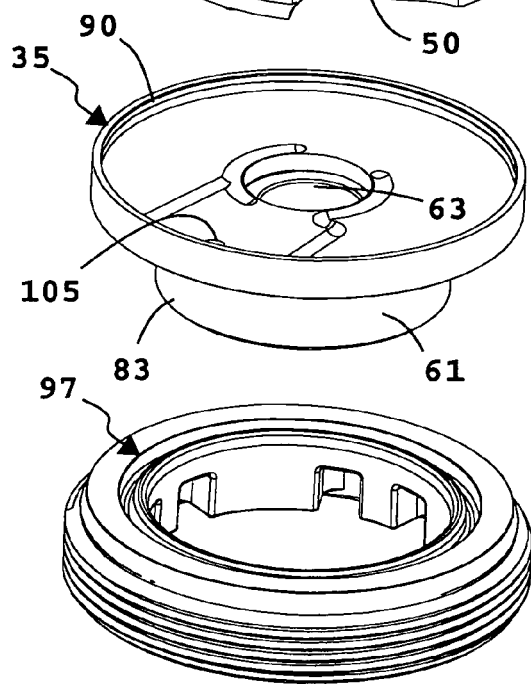


Fig. 5

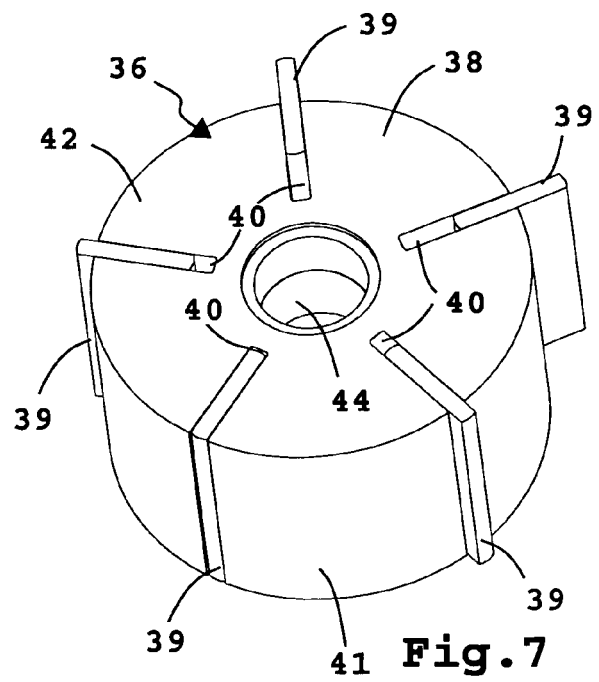


Fig. 7

Fig.9

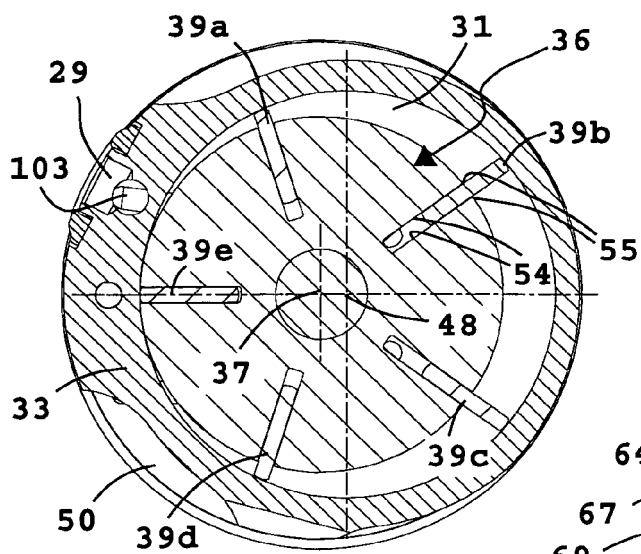
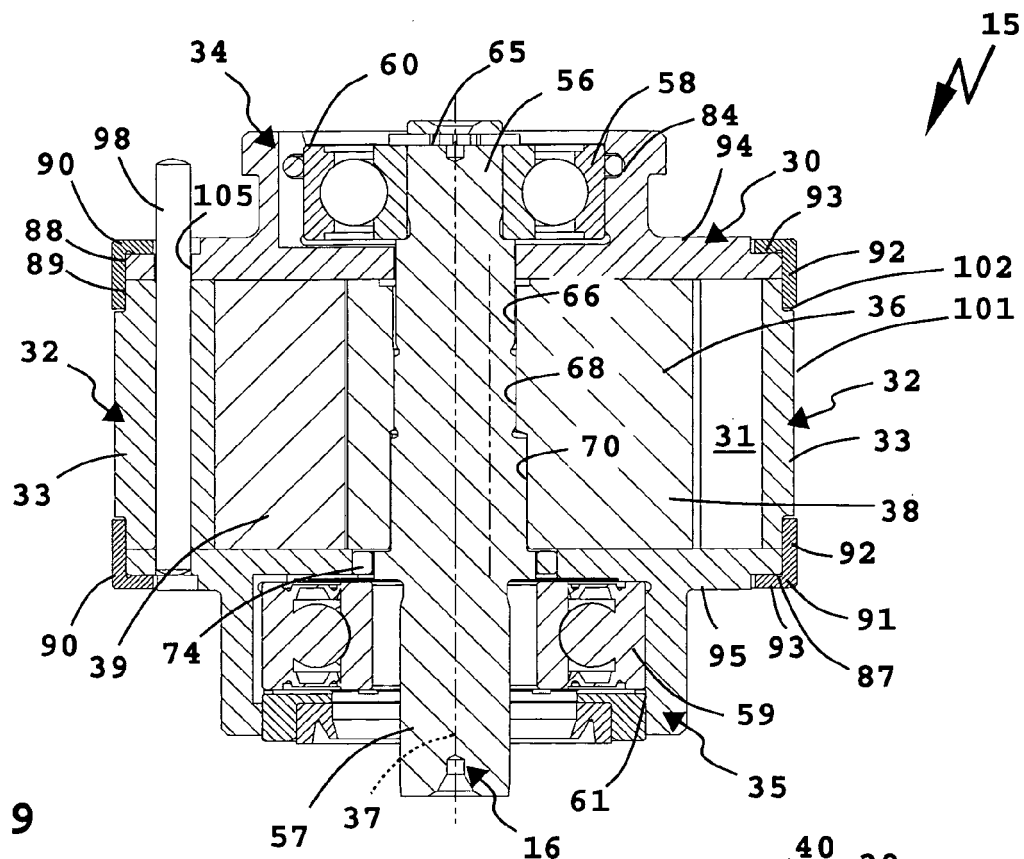


Fig.10

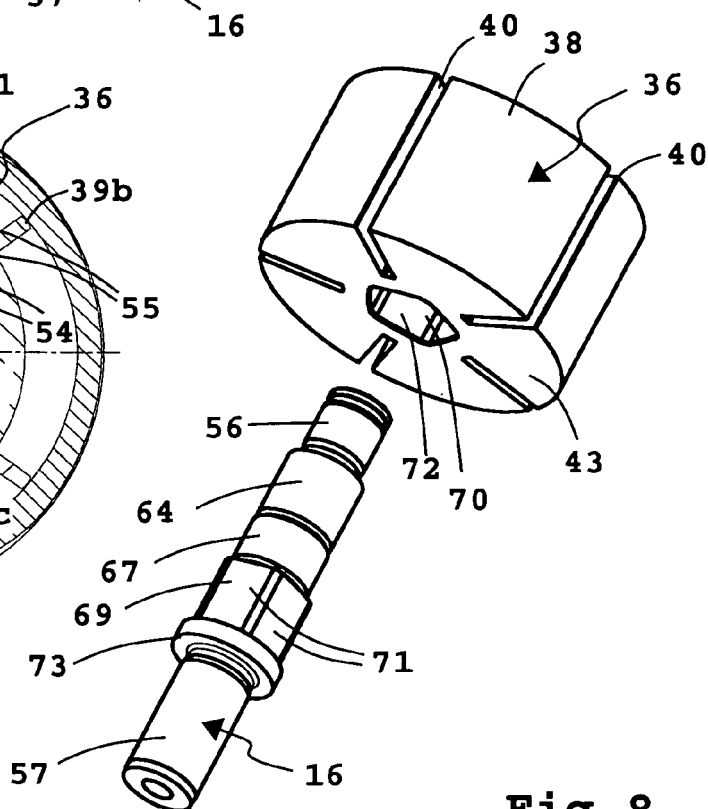


Fig.8

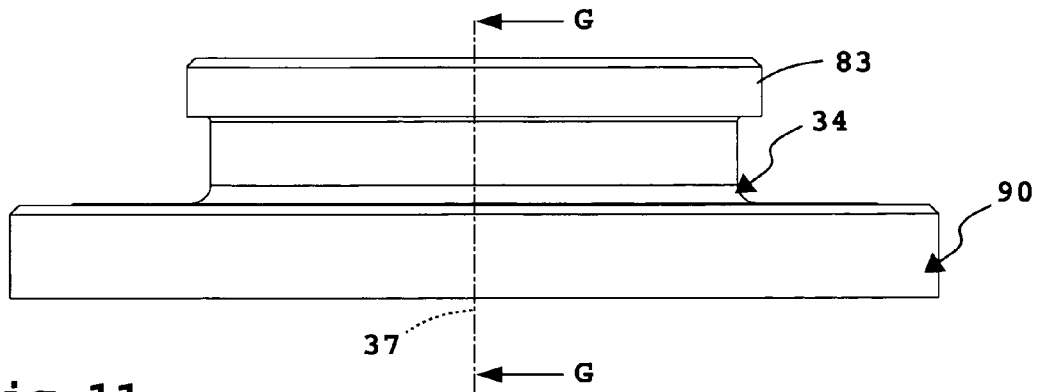


Fig. 11

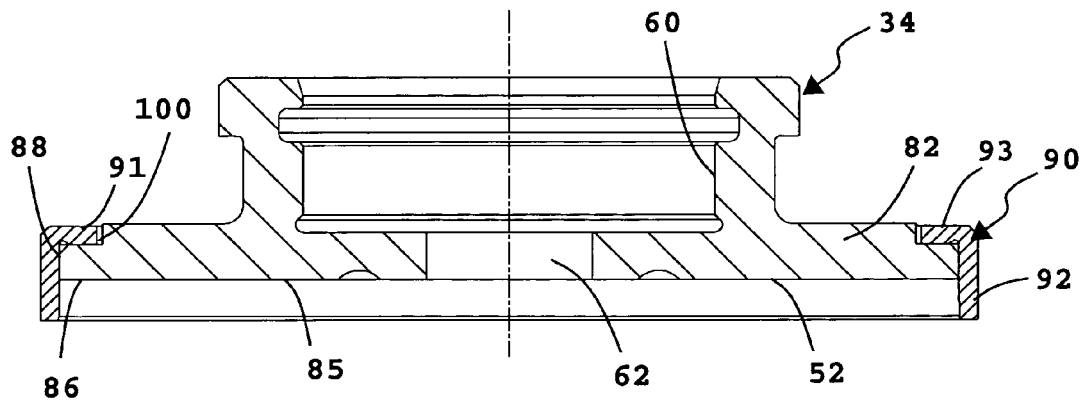


Fig. 12

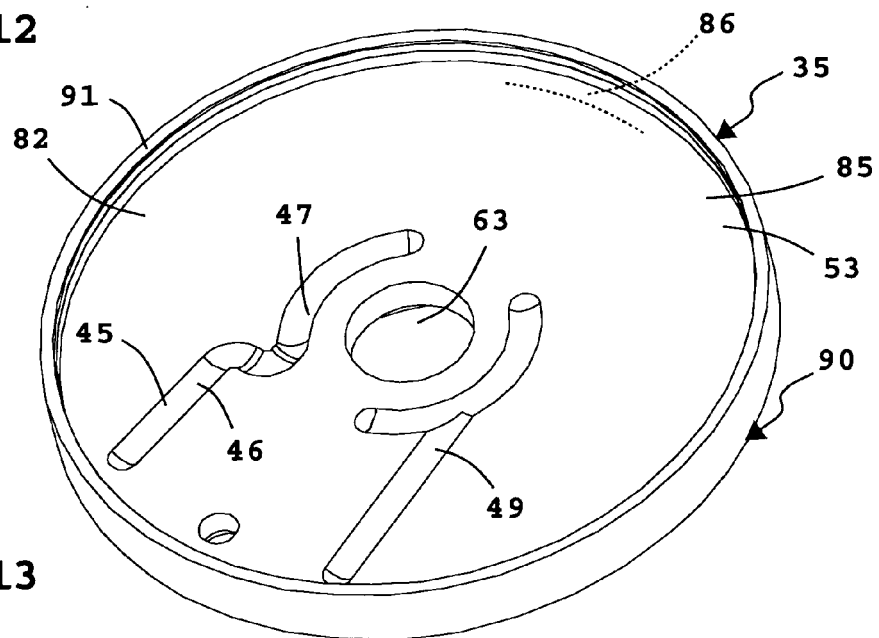


Fig. 13

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

- DE 3939096 A1 [0002]
- DE 10259006 B [0002]