



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 851 123 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.07.1998 Patentblatt 1998/27

(51) Int. Cl.⁶: F04C 2/344

(21) Anmeldenummer: 97121017.4

(22) Anmeldetag: 29.11.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 13.03.1997 DE 19710378
23.12.1996 DE 19654831

(71) Anmelder:
LuK Fahrzeug-Hydraulik GmbH & Co. KG
D-61352 Bad Homburg (DE)

(72) Erfinder: Agner, Ivo
61352 Bad Homburg (DE)

(74) Vertreter:
Gleiss, Alf-Olav, Dr.jur. Dipl.-Ing. et al
Gleiss & Grosse
Patentanwaltskanzlei
Maybachstrasse 6A
70469 Stuttgart (DE)

(54) **Flügelzellenmaschine, insbesondere Flügelzellenpumpe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Flügelzellenmaschine, insbesondere Flügelzellenpumpe, mit einem in einem, mindestens einen Saugbereich und einen Druckbereich ausbildenden Hubring angeordneten Rotor, in dessen Umfangsfläche über die gesamte Breite sich erstreckende, im wesentlichen radial verlaufende Schlitz eingebracht sind, in denen Flügel radial verschieblich gelagert sind und mit seitlichen, feststehenden Begrenzungsflächen (Seitenflächen), die dichtend am Rotor und an den Seitenkanten der Flügel anliegen, wobei mindestens eine der Seitenflächen eine im Bewegungsbereich von Unterflügelkammern verlaufende, zu diesen offene Nut aufweist, und die zweite Seitenfläche im Bewegungsbereich der Unterflügelkammern wenigstens eine dem Saugbereich zugeordnete und mit dem Druckbereich verbundene Unterflügelniere aufweist, so daß entsprechend der Rotorstellung eine Fluidverbindung zwischen der Unterflügelniere und der Nut über die sich gerade im Bereich der Unterflügelniere befindenden Unterflügelkammern besteht, und wenigstens eine dem Druckbereich zugeordnete Unterflügel-Druckniere im Bewegungsbereich der Unterflügelkammern in der die Unterflügelniere aufweisenden zweiten Seitenfläche vorgesehen ist. Es ist vorgesehen, daß die Unterflügelniere (42) sich über einen Drehwinkelbereich (α) erstreckt und die Gesamtfläche der sich im Bereich der Unterflügelniere (42) befindlichen Unterflügelkammern (44) bei einer Rotation des Rotors (18) im wesentlichen konstant bleibt.

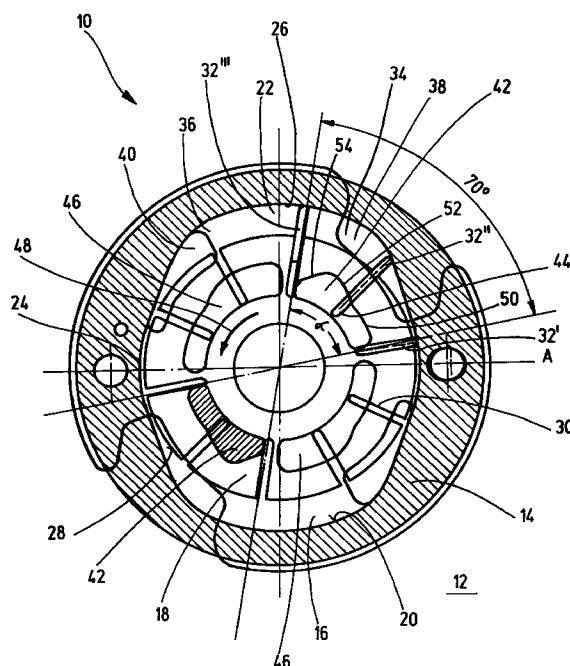


Fig.1

EP 0 851 123 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Flügelzellenmaschine, insbesondere Flügelzellenpumpe, mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

Flügelzellenmaschinen der gattungsgemäßen Art sind bekannt. Sie weisen einen Rotor auf, der innerhalb eines in einem Gehäuse angeordneten Hubrings rotiert. Der Hubring besitzt eine zur Drehachse des Rotors nicht koaxial verlaufende Kontur und bildet wenigstens einen Pumpenraum aus. Der Rotor besitzt radial verlaufende Schlitze, in denen radial bewegliche Flügel angeordnet sind. Bei Rotation des Rotors werden die Flügel an der Kontur des Hubrings entlanggeführt, wobei zwischen zwei benachbarten Flügeln jeweils Kammern mit sich verändernden Volumina vorhanden sind. Entsprechend der Drehbewegung des Rotors wird hierbei ein Saugbereich und ein Druckbereich ausgebildet, wobei der Saugbereich im Bereich sich vergrößernder Volumina und der Druckbereich im Bereich sich verkleinernder Volumina angeordnet ist. Der Saugbereich ist mit einem Sauganschluß der Flügelzellenmaschine und der Druckbereich mit einem Druckanschluß der Flügelzellenmaschine verbunden, so daß ein Fluid, beispielsweise Öl, gefördert werden kann.

Es ist bekannt, eine sogenannte Unterflügelpumpe auszubilden, die eine im Saugbereich angeordnete Unterflügelniere aufweist. Die Unterflügelniere ist über eine Fluidverbindung in einer den Pumpenraum begrenzenden Seitenfläche angeordnet. Diese Unterflügelniere ist mit dem Druckbereich der Flügelzellenpumpe verbunden. Die Unterflügelniere ist so angeordnet, daß sie sich im Bewegungsbereich von Unterflügelkammern befindet, die unterhalb der Flügel in den in den Rotor eingebrachten Schlitzen ausgebildet werden. Die Unterflügelniere erstreckt sich hierbei über einen bestimmten Drehwinkelbereich, so daß sich mehrere Unterflügelkammern gleichzeitig im Bereich der Unterflügelniere befinden. Es ergibt sich somit eine Fluidverbindung zwischen den Unterflügelkammern und der Unterflügelniere, deren Gesamtfläche der Summe der Teilflächen der einzelnen, gerade mit der Unterflügelniere in Kontakt stehenden Unterflügelkammern entspricht.

Entsprechend der Drehbewegung des Rotors, und damit der sich verändernden radialen Position der Flügel in den Schlitzen, verändern die Unterflügelkammern ihre -im Querschnitt gesehen- Flächen, so daß auch die Gesamtfläche variiert. Unter Gesamtfläche beziehungsweise Teilfläche der Fluidverbindung wird die freie Querschnittsfläche der Fluidverbindung zwischen der Unterflügelnut und der sich im Bereich einer Unterflügelnut befindenden Unterflügelkammern verstanden. Die Volumenstrompulsation der Unterflügelpumpe überlagert sich mit der Volumenstrompulsation der Oberflügelpumpe zu einer Gesamtvolumenstrompulsation der Flügelzellenpumpe.

Bei bekannten Flügelzellenpumpen erstreckt sich

die Unterflügelniere, die dem Saugbereich zugeordnet ist, über einen relativ großen Drehwinkelbereich des Rotors, so daß sich ebenfalls im Bewegungsbereich der Unterflügelkammern befindliche Unterflügel-Drucknieren nur über einen relativ kleinen Drehwinkelbereich erstrecken können. Diese Unterflügel-Drucknieren stehen ebenfalls über die Unterflügelkammern und einer, in einer zweiten Seitenfläche umlaufenden Nut oder vier Nieren, die untereinander Fluidverbindungen aufweisen, die zu den Unterflügelkammern offen ist, mit der Unterflügelniere in Verbindung. Durch die sich über einen relativ großen Winkelbereich erstreckende Unterflügelniere wird zwar ein relativ gutes Pulsationsverhalten erzielt, jedoch besitzt eine derartige Flügelzellenpumpe aufgrund der sich über einen relativ kurzen Drehwinkelbereich erstreckenden Unterflügel-Drucknieren ein schlechtes Kaltstartverhalten. Die Unterflügel-Drucknieren erfahren über die Unterflügelniere, die Unterflügelkammern sowie die umlaufende Nut einen Druckaufbau, der der Einwärtsbewegung der Flügel bei deren Einfahren im Druckbereich der Flügelzellenpumpe entgegenwirkt und diese Einwärtsbewegung dämpfen soll.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Flügelzellenmaschine, insbesondere Flügelzellenpumpe der gattungsgemäßen Art zu schaffen, die sich durch ein gutes Pulsationsverhalten der Unterflügelpumpe und durch ein gutes Kaltstartverhalten auszeichnet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Flügelzellenmaschine, insbesondere Flügelzellenpumpe, gelöst, die die in Anspruch 1 genannten Merkmale aufweist. Dadurch, daß die Unterflügelniere sich über einen Drehwinkelbereich von vorzugsweise 58° bis 71° erstreckt und die Gesamtfläche der Fluidverbindung bei Rotation des Rotors im wesentlichen konstant bleibt, ist es möglich, eine geringe Pulsation durch die im wesentlichen konstant bleibende Gesamtfläche der Fluidverbindung zu erreichen und gleichzeitig aufgrund der sich lediglich über einen Drehwinkelbereich von 58° bis 71° erstreckenden Unterflügelniere Platz über einen größeren Drehwinkelbereich zur Verfügung zu haben, der für die Ausbildung der Unterflügel-Drucknieren zur Verfügung steht, so daß hierdurch ein gutes Kaltstart- und Hochdrehzahlverhalten gewährleistet ist. Durch die Erstreckung der Unterflügelniere über einen Drehwinkelbereich von 58° bis 71° wird erreicht, daß bei einer insbesondere zehnflügeligen Flügelzellenmaschine gerade eine Unterflügelkammer in den Bereich der Unterflügelniere einläuft, während eine weitere Unterflügelkammer gerade aus dem Bereich der Unterflügelniere ausläuft. Der tatsächliche Drehwinkelbereich, über den sich die Unterflügelniere erstreckt, richtet sich nach der -in Drehrichtung gesehenen- Breite der Unterflügelkammern. Je breiter die Unterflügelkammern sind, um so geringer ist der Drehwinkelbereich zu wählen, über den sich die Unterflügelniere erstreckt.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Unterflügelniere und der der Unterflü-

gelnieri gegenüberliegende Nutabschnitt eine sich über dem Drehwinkel der Flügel identisch verändernde Kontur aufweisen, das heißt, diese sind spiegelbildlich ausgebildet. Hierdurch wird erreicht, daß die sich über die Drehbewegung des Rotors verändernden Flächen der einzelnen Unterflügelkammern (Teilflächen) entsprechend der momentanen Stellung des Rotors berücksichtigt werden und so eine im wesentlichen konstante Gesamtfläche der Fluidverbindung über die gesamte Unterflügelniere gewährleistet werden kann. Insbesondere ist bevorzugt, wenn ein sich, vorzugsweise kontinuierlich, verringernder Konturabschnitt, bei Flügelzellenpumpenbetrieb in Drehrichtung des Rotors betrachtet, am Ende der Unterflügelnut vorgesehen ist. Hierdurch wird sehr vorteilhaft ein Flächenzuwachs durch eine Unterflügelkammer, die gerade in den Bereich der Unterflügelniere einfährt, ausgeglichen, so daß die Gesamtfläche im wesentlichen konstant gehalten werden kann.

Ferner ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß die Unterflügelniere in bezug auf den Saugbereich derart angeordnet ist, daß das Einfahren einer Unterflügelkammer in den Bereich der Unterflügelniere und das gleichzeitige Ausfahren einer weiteren Unterflügelkammer aus dem Bereich der Unterflügelniere in einer Winkelstellung des Rotors erfolgt, in der der kinematische Volumenstrom der Unterflügelpumpe ihr Minimum aufweist. Hierdurch wird erreicht, daß der Volumenstromverlauf in diesem Zeitpunkt eine geringe Steilheit aufweist, so daß die Volumenstrompulsation der Unterflügelpumpe durch die Flächenumschaltung nur minimal beeinflusst wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Draufsicht auf eine geöffnete Flügelzellenpumpe;
- Figur 2 den Verlauf des Hubes über dem Drehwinkel;
- Figur 3 den Verlauf der radialen Geschwindigkeit eines Flügels über dem Drehwinkel;
- Figur 4 den Volumenstromverlauf der Unterflügelpumpe;
- Figur 5 eine Veränderung von Flächen von Unterflügelkammern über dem Drehwinkel der Flügelzellenpumpe gemäß Figur 1;
- Figur 6 eine Draufsicht auf eine erste Seitenfläche der Flügelzellenpumpe;

Figur 7 eine Draufsicht auf eine zweite Seitenfläche der Flügelzellenpumpe und

Figur 8 eine Draufsicht auf die übereinandergelegten Seitenflächen der Flügelzellenpumpe gemäß Figur 6 und 7.

Figur 1 zeigt eine Teilansicht einer geöffneten, als Flügelzellenpumpe 10 ausgebildeten Flügelzellenmaschine. Die Flügelzellenpumpe 10 besitzt einen innerhalb eines Gehäuses 12 drehfest angeordneten Hubring 14. Der Hubring 14 schließt einen Innenraum 16 ein, innerhalb dessen ein Rotor 18 angeordnet ist. Eine im folgenden als Kontur 20 bezeichnete Innenkontur des Hubrings 14 ist so gewählt, daß sich zwei diametral gegenüberliegende Pumpenräume 22 zwischen dem Außenumfang des Rotors 18 und der Innenfläche des Hubrings 14 ergeben. Hierzu weist die Kontur 20 einen sogenannten Kleinkreis 24 auf, dessen Durchmesser im wesentlichen dem Außendurchmesser des Rotors 18 entspricht. Ferner weist die Kontur 20 einen sogenannten Großkreis 26 auf, dessen Durchmesser größer ist als der Außendurchmesser des Rotors 18, so daß es zur Ausbildung der Pumpenräume 22 kommt. Die Übergangsbereiche zwischen dem Kleinkreis 24 und dem Großkreis 26 besitzen einen bestimmten Verlauf, auf den anhand von Figur 2 und 3 noch näher eingegangen wird.

Der Rotor 18 weist über seine Umfangsfläche 28 verteilt radial verlaufende Schlitze 30 auf. Im gezeigten Beispiel sind insgesamt zehn Schlitze 30 mit einer gleichmäßigen Winkelteilung eingebracht, das heißt, die Schlitze 30 sind jeweils um 36° in Umfangsrichtung zueinander beabstandet. Innerhalb der Schlitze 30 sind radial bewegliche Flügel 32', 32'' und 32''' angeordnet, von denen aus Gründen der Übersichtlichkeit nur drei dargestellt sind. Die Schlitze 30 und die Flügel erstrecken sich über die gesamte Breite des Rotors 18.

Jedem Pumpenraum 22 sind ein Saugbereich 34 und ein Druckbereich 36 zugeordnet. Der Saugbereich 34 ist über eine Saugniere 38 mit einem Sauganschluß der Flügelzellenpumpe 10 verbunden, während der Druckbereich 36 über eine Druckniere 40 mit einem Druckanschluß der Flügelzellenpumpe 10 verbunden ist.

Der Innenraum 16 und damit die Pumpenräume 22 sind beidseitig von Seitenflächen 56 und 58 (Figuren 6 bis 8) verschlossen, von denen die eine in Figur 1 nicht dargestellt ist, so daß man quasi in den Pumpenraum 16 hineinsieht. Die Seitenflächen sind fest mit dem Gehäuse 12 und/oder dem Hubring 14 verbunden und liegen dicht an den Seitenflächen des Rotors 18 beziehungsweise den Seitenkanten der Flügel 32 an. Hierdurch sind die Pumpenräume 22 nahezu druckdicht verschlossen.

Die eine der Seitenflächen, die beispielsweise von dem Gehäuse 12 ausgebildet wird, besitzt jedem Saugbereich eines Pumpenraumes 22 zugeordnet eine

Unterflügelniere 42, die über eine nicht näher dargestellte Fluidverbindung mit dem Druckbereich der Flügelzellenpumpe 10 in Verbindung steht. Die Unterflügelniere 42 erstreckt sich über einen Winkel α von 70°. Der Winkel α von 70° ist für das gezeigte Ausführungsbeispiel gewählt und kann bei anderen Ausführungsbeispielen, auf die später noch Bezug genommen wird, in einem Bereich zwischen 58° und 71° liegen.

Die Unterflügelnieren 42 liegen in einem Bewegungsbereich von Unterflügelkammern 44, die innerhalb des Rotors 18 zwischen den Flügeln 32 und dem Grund der Schlitze 30 ausgebildet sind. Ferner ist im Bewegungsbereich der Unterflügelkammern 44 winkelversetzt zu den Unterflügelnieren 42 jeweils eine Unterflügel-Druckniere 46 angeordnet. Die Unterflügel-Drucknieren 46 werden von Vertiefungen in der Seitenfläche gebildet und besitzen in Draufsicht gesehen eine noch zu erläuternde Kontur.

Die Unterflügelnieren 42 besitzen in Draufsicht gesehen eine Kontur, die sich dadurch auszeichnet, daß in Drehrichtung 48 des Rotors 18 gesehen, zunächst ein erster konstanter Konturabschnitt 50 vorgesehen ist, dessen radiale innere und äußere Begrenzungsfläche im wesentlichen konzentrisch zueinander verlaufen. Der erste Konturabschnitt 50 geht in einen, hauptsächlich durch den Flügelverlauf bestimmten, sich vorzugsweise kontinuierlich erweiternden Konturabschnitt 52 über, an den sich schließlich ein sich vorzugsweise kontinuierlich verjüngender Konturabschnitt 54 schließt.

Die weitere, in Figur 1 nicht dargestellte Seitenfläche, die beispielsweise von einem Deckel der Flügelzellenpumpe 10 gebildet sein kann, besitzt eine im Bewegungsbereich der Unterflügelkammern 44 umlaufende Nut, die in Richtung der Unterflügelkammern offen ist. Diese Nut besitzt eine Kontur, die gegenüberliegend der Unterflügelnieren 42 und der Unterflügel-Drucknieren 46 exakt den gleichen Konturverlauf wie die Unterflügelnieren 42 und die Unterflügel-Drucknieren 46 aufweist. Diese umlaufende Nut ist jedoch durchgehend ausgebildet, so daß eine durchgehende Fluidverbindung über den gesamten Umfang der Nut gewährleistet ist.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Nut auch von vier Nieren gebildet sein, die untereinander in Fluidverbindung stehen. Diese Nieren befinden sich der Lage nach in direkter Zuordnung zu den Unterflügelnieren 42 und den Unterflügel-Drucknieren 46. Die Fluidverbindung kann in der Seitenfläche oder im Rotor ausgebildet sein.

Die Funktion der Flügelzellenpumpe 10 ist allgemein bekannt, so daß hier nur das Wesentliche angegeben wird. Über eine nicht dargestellte Antriebsachse wird der Rotor 18 in Drehbewegung -in Drehrichtung 48-versetzt, wodurch die Flügel 32', 32'' und 32''' an der Kontur 20 entlanggeführt werden. Im Übergang vom Kleinkreis 24 zum Großkreis 26 werden die Flügel radial nach außen gefahren, so daß sich zwischen zwei

benachbarten Flügeln eine Kammer mit sich vergrößerndem Volumen bildet. Hierdurch wird über die Saugniere 38 ein Fluid im Saugbereich 34 angesaugt. Im Übergangsbereich zwischen dem Großkreis 26 und dem Kleinkreis 24, dem Druckbereich 36, werden die Flügel 32 radial nach innen gedrängt, so daß sich das Volumen der Kammer zwischen zwei benachbarten Flügeln 32 verringert und ein hier zuvor angesaugtes Fluid über die Drucknieren 40 ausgepreßt wird. Entsprechend der Drehzahl des Rotors 18 stellt sich somit ein bestimmter Volumenstrom eines geförderten Fluids ein. Dieses geförderte Fluid steht über die nicht dargestellte Verbindung auch in den den Saugbereichen 34 zugeordneten Unterflügelnieren 42 an. An den Unterflügelnieren 42 werden die Unterflügelkammern 44 vorbeibewegt. Da die Flügel 32 im Saugbereich 34 radial nach außen fahren, vergrößert sich in diesem Bereich die freie Querschnittsfläche zwischen den Unterflügelkammern 44 und der Unterflügelniere 42. Das in die Unterflügelkammern 44 geförderte Fluid drückt von unten die Flügel 32 radial nach außen. Hierdurch wird gewährleistet, daß diese sicher an der Innenkontur 20 anliegen und somit benachbarte Kammern zwischen jeweils zwei Flügeln 32 abgedichtet sind. Entsprechend der Stellung des Rotors 18 befinden sich immer wenigstens zwei Unterflügelkammern 44 im Bereich einer Unterflügelniere 42. Hierdurch ergibt sich eine Gesamtsumme einer Fläche, die sich aus den Teilflächen der gerade im Bereich der Unterflügelniere 42 sich befindenden Unterflügelkammern 44 gebildet wird. Über die Nut in der nicht dargestellten Seitenplatte besteht eine Fluidverbindung zwischen den Unterflügelnieren 42, den gerade mit diesen sich überdeckenden Unterflügelkammern 44 sowie der Nut mit den Unterflügel-Drucknieren 46. Hierdurch wirkt ein Druck auch im Druckbereich 36 der Flügelzellenpumpe 10 radial auf die Flügel nach außen, so daß diese bei ihrem radialen Einfahren eine Dämpfung ihrer Bewegung erfahren.

Die sich bewegenden Flügel und die damit sich verändernden Unterflügelkammervolumina erzeugen in Summe einen pulsierenden Volumenstrom (Unterflügelpumpe), der über obengenannte Fluidverbindung zum Druckbereich der Pumpe Verbindung hat. Der Volumenstrom und die Geschwindigkeit des Fluidstroms ist wiederum abhängig von der Veränderlichkeit obengenannter Gesamtfläche. Diese Volumenstrompulsation überlagert die Volumenstrompulsation der Oberflügelpumpe mit entgegengesetztem Vorzeichen, so daß insgesamt ein Ausgleich der Volumenstrompulsation in der gesamten Flügelzellenpumpe 10 erfolgt. Die Volumenstrompulsation der Unterflügelpumpe ist somit in bestimmten Grenzen erwünscht. Diese Volumenstrompulsation der Unterflügelpumpe ist im wesentlichen abhängig von der Kinematik der Flügelzellenpumpe 10, das heißt der Drehzahl des Rotors 18 sowie der radialen Bewegung der Flügel und der Gesamtfläche der gerade in Überdeckung mit der Unterflügelniere 42 sich befindenden Unterflügelkammern 44.

In den Figuren 2 und 3 ist eine Abwicklung der Kontur 20 des Hubrings 14 über dem Drehwinkel eines Flügels 32', 32'', 32''' dargestellt. Die Betrachtung erfolgt ausgehend von einem in Figur 1 mit A bezeichneten Punkt, der dem Nullpunkt entspricht, über eine volle Umdrehung von 360°. Figur 2 zeigt hierbei den radialen Hub H eines Flügels, während Figur 3 die radiale Geschwindigkeit v des Flügels 32', 32'', 32''' zeigt.

Anhand des Hubverlaufes in Figur 2 wird deutlich, daß die Flügel vom Punkt A beginnend, zunächst im Kleinkreis 24 keinen Hub erfahren. Nachfolgend folgt ein ansteigender Ast, der dem Durchfahren des Saugbereichs 34 entspricht. Innerhalb des Saugbereichs 34 liegt ein Punkt B, bei dem ein sogenannter Wendepunkt liegt, das heißt, bis zu dem Punkt B steigt der radiale Hub H progressiv an. Der Flügel bewegt sich dabei mit einer stetig steigenden radialen Geschwindigkeit v (Figur 3). Ab dem Punkt B sinkt die radiale Geschwindigkeit v durch den degressiven Verlauf des Hubs H auf den Wert Null ab, wobei der Flügel 32 an dieser Stelle in den Großkreis 26 einläuft. Innerhalb des Großkreises 26 bleibt die radiale Geschwindigkeit v im wesentlichen auf einem Wert nahe Null, bis der Flügel 32 in den Druckbereich 36 einfährt. Während des Durchfahrens des Druckbereichs 36 nimmt der radiale Hub H bis auf den Minimalwert im Kleinkreis 24 ab. Hierbei ergibt sich bis zu einem Wendepunkt C, eine betragsmäßig größer werdende negative, das heißt radial einwärts gerichtete, radiale Geschwindigkeit v. Ab dem Wendepunkt C wird die Geschwindigkeit v dann bis zum Erreichen des Kleinkreises 24 wiederum betragsmäßig kleiner und steigt bis auf den Nullwert an. Durch den doppelhubigen Aufbau der Flügelzellenpumpe 10 wiederholt sich der radiale Hub H beziehungsweise der Verlauf der radialen Geschwindigkeit v für jeden Flügel 32. Die radiale Geschwindigkeit v ist direkt proportional dem Volumenstrom, den ein Flügel 32 während einer Umdrehung des Rotors 18 bei einer Flügelzellenpumpe 10 erzeugt.

In Figur 4 ist der Volumenstrom Q der Unterflügelpumpe gezeigt. Der hier wiedergegebene Volumenstrom Q wird durch eine in Figur 1 dargestellte Flügelzellenpumpe 10 mit zehn um 36° zueinander versetzten Flügeln 32 realisiert. Der Volumenstrom Q pulsiert hierbei um einen Fixpunkt (Nulllinie), wobei die von der Kurve eingeschlossene Fläche unterhalb der Linie einem Ansaugen der Unterflügelpumpe entspricht und die von der Kurve oberhalb der Nulllinie eingeschlossene Fläche einem Drücken der Unterflügelpumpe entspricht. Ein Minimum dieses Verlaufs wird bestimmt durch den mit Punkt B bezeichneten Wendepunkt im ansteigenden Ast des Hubs H, der mit dem Maximum der radialen Geschwindigkeit v zusammenfällt. Das Maximum des Volumenstroms Q fällt zusammen mit dem Punkt C bezeichneten Wendepunkt im fallenden Ast des Hubs H, der mit dem Minimum der radialen Geschwindigkeit v zusammenfällt. In den Figuren 2 und 3 erfolgte die Definition der Punkte B und C jeweils für

einen Flügel, während in Figur 4 der Verlauf des Volumenstroms Q für die Überlagerung von insgesamt zehn Flügeln dargestellt ist.

In Figur 5 ist in einer oberen Kennlinie die Gesamtsumme der Flächen der Unterflügelkammern 44 dargestellt, die gerade mit der Unterflügelniere 42 sowie der gegenüberliegenden Nut in Kontakt stehen. Bei den in Figur 1 gezeigten Momentaufnahmen eines sich drehenden Rotors 18 sind diese Flächen schwarz gekennzeichnet. Es wird deutlich, daß ein erster Flügel 32' gerade in den Bereich der Unterflügelniere 42 einläuft, ein zweiter Flügel 32'' gerade den ansteigenden Konturabschnitt 52 erreicht, während ein dritter Flügel 32''' gerade den Bereich der Unterflügelniere 42 verläßt. Die Gesamtfläche setzt sich somit aus insgesamt drei Teilflächen -bezogen auf die in Figur 1 gezeigte Momentaufnahme- zusammen. Entsprechend der Rotation des Rotors 18, damit aller Flügel 32 der Flügelzellenpumpe und somit der Unterflügelkammern 44, ergibt sich der in Figur 5 oben dargestellte Gesamtflächenverlauf über dem Drehwinkel. Anhand der Darstellung wird deutlich, daß dieser Flächenverlauf, abgesehen von geringfügigen Schwankungen, im wesentlichen konstant verläuft und die Abweichungen von dem Fixwert (x-Linie) relativ gering sind. Dies wird insbesondere durch die hier beschriebene Kontur der Unterflügelniere 42 sowie der gegenüberliegenden Nut erzielt. In Figur 5 unten ist der Einzelflächenverlauf von drei Unterflügelkammern 44 dargestellt, wobei klar ist, daß sich bei dem Ausführungsbeispiel in Figur 1 eine Überlagerung von den Flächenverläufen von insgesamt zehn Unterflügelkammern 44 ergibt.

Anhand der unteren Darstellung in Figur 5 soll verdeutlicht werden, daß der Flächenverlauf einer einzelnen Unterflügelkammer 44 einerseits von dem radialen Hub des Flügels 32 und andererseits der Kontur der Unterflügelniere 42 entscheidend abhängt.

Zur Verdeutlichung der Zusammenhänge ist ein Abschnitt a über einen Winkelbereich sowohl in Figur 4 und Figur 5 gekennzeichnet. Dieser Abschnitt a repräsentiert einerseits den Abschnitt, in dem die Gesamtfläche der Unterflügelkammern 44 geringfügig kleiner ist als der angenommene Fixwert. Durch die hier beschriebene Auslegung und Anordnung der Kontur der Unterflügelniere ist dieser Abschnitt so gelegt, daß er mit dem Minimum des Volumenstroms Q der Unterflügelkammern zusammenfällt. Das Minimum wird bestimmt -wie bereits erläutert- durch den mit Punkt B bezeichneten Wendepunkt der Kontur 20. Die Unterflügelniere 42 ist nun derart in der Seitenfläche ortsfest angeordnet, der sich in bezug auf den Punkt B folgendes ergibt: der Flügel 32' fährt gerade in den Bereich der Unterflügelniere 42 ein, während der Flügel 32''' gerade aus dem Bereich der Unterflügelniere 42 ausfährt. Hiermit findet zu diesem Zeitpunkt eine Flächenumschaltung bei der Überlagerung der Gesamtfläche aller im Bereich der Unterflügelniere 42 sich befindenden Unterflügelkammern 44 statt. Anhand der unteren Darstellung in Figur

5 soll dies verdeutlicht werden, wobei zu erkennen ist, daß der Flächenverlauf der Unterflügelkammer 44'' im Bereich des Punktes B beziehungsweise des Abschnittes a gerade anfängt, einen mengenmäßigen Beitrag zur Gesamtläche zu leisten, während die Fläche der Unterflügelkammer 44' gerade ihren Anteil zur Gesamtläche beendet. Der Hauptanteil an der Gesamtläche wird in dem Moment von der Unterflügelkammer 44'' übernommen. Dies wird erreicht, indem die Unterflügelniere 42 sich über einen Winkelbereich des Winkels α von 70° erstreckt und die gedachte Mitte beziehungsweise Winkelhalbierende dieses Winkels mit dem Punkt B zusammenfällt, beziehungsweise die Mitte der Unterflügelniere 42 in einem Winkelbereich von $\pm 5^\circ$ zum Punkt B liegt.

Die Winkelerstreckung des Winkels α kann in Abhängigkeit von dem tatsächlichen Aufbau der Flügelzellenpumpe 10, insbesondere der Breite der Schlitzes 30 und somit der Unterflügelkammern 44, variieren. Der Winkel α wird um so kleiner, je breiter die Schlitzes 30 in ihren mit der Unterflügelniere 42 in Kontakt kommenden unteren Bereich sind. Ferner ist der Winkel α auch von der Art der Ausbildung des Untergrundes, einfacher Schlitz mit Radius oder Schlitz mit zusätzlicher Erweiterung am Schlitzgrund in sogenannter Tropfenform, abhängig.

Durch die hier beschriebene Anordnung der Unterflügelniere 42 wird erreicht, daß das Umschalten der Gesamtläche von einer gerade die Unterflügelniere 32 verlassenden Unterflügelkammer 44 zu einer gerade in die Unterflügelniere 32 einlaufenden Unterflügelkammer 44 im Minimum der kinematischen Volumenstrompulsation der Unterflügelpumpe liegt. In diesem Bereich hat der anliegende Volumenstrom Q einen kleinen Gradienten (Steilheit), so daß sich dies positiv auf die gesamte Volumenstrompulsation der Flügelzellenpumpe 10 auswirkt. Ferner trägt die im wesentlichen konstante Gesamtläche der gerade mit der Unterflügelniere 42 in Kontakt stehenden Unterflügelkammern 44 zu einem guten Pulsationsverhalten der Unterflügelpumpe bei.

Anhand der unteren Darstellung in Figur 5 wird noch der Einfluß des kontinuierlich sich vergrößernden Konturabschnittes 52 und des sich kontinuierlich verjüngenden Konturabschnittes 54 der Unterflügelniere 42 deutlich. Durch die Ausgestaltung dieser Abschnitte kommt es in der Überlagerung der Flächen gemäß der in Figur 5 oben gezeigten Darstellung zu einer zusätzlichen Homogenisierung, das heißt, die Gesamtläche bleibt im wesentlichen konstant. Hierdurch wird erreicht, daß ein mit dem Doppelpfeil gekennzeichnete Abfall der Gesamtläche so gering wie möglich ist.

In den Figuren 6 bis 8 sind die zuvor erläuterten, jedoch in Figur 1 nicht dargestellten Seitenflächen 56 und 58 gezeigt. Figur 6 zeigt die Seitenfläche 56, die beispielsweise Bestandteil des Gehäuses 12 der Flügelzellenpumpe 10 sein kann. In Figur 7 ist die Seitenfläche 58 gezeigt, die beispielsweise durch einen

Deckel der Flügelzellenpumpe 10 gebildet werden kann. Die Seitenflächen 56 und 58 liegen beidseitig an dem Pumpenraum 16 an. Die Seitenfläche 56 besitzt die, hier schraffiert dargestellten, Unterflügelniere 42. Ferner sind hier die Unterflügel-Drucknieren 46, die Drucknieren 40 sowie die Saugnieren 38 vorgesehen. Es wird deutlich, daß die Unterflügel-Drucknieren 46 sich über einen relativ großen Winkelbereich von zirka 90° erstrecken und einen ersten Abschnitt 60 aufweisen, der -im Querschnitt beziehungsweise in radialer Richtung gesehen-, eine relativ breite Struktur aufweist. Der Abschnitt 60 geht in einen Abschnitt 61 über, dessen Breite der in radialer Richtung gemessenen Breite der Nut 62 entspricht. Hierdurch wird ein gutes Kaltstart- und Hochdrehzahlverhalten der Flügelzellenpumpe 10 erreicht. Somit zeichnet sich die Flügelzellenpumpe 10 durch ein gutes Kaltstart- und Hochdrehzahlverhalten sowie aufgrund der Ausbildung und Anordnung der Unterflügelniere 42 durch eine bereits ausführlich erläuterte geringe Pulsation aus.

In Figur 7 ist die umlaufende Nut 62 zu erkennen, die in die Seitenfläche 58 eingearbeitet ist und zum Pumpenraum 16 hin offen ist. Die Nut 62 besitzt eine Kontur, die identisch ist mit der Kontur der Unterflügelniere 42 und der Unterflügel-Drucknieren 46. In der Figur 8 ist dies in der übereinandergelegten Darstellung der Seitenflächen 56 und 58 zu erkennen. In Figur 8 ist die untenliegende Seitenfläche 58 mit der darübergeklappten, zu Figur 6 spiegelverkehrt dargestellten Seitenfläche 56 dargestellt, so daß sich die Kontur der Unterflügelniere 42 sowie der Unterflügel-Drucknieren 46 mit den entsprechenden Konturabschnitten der Nut 62 exakt decken. Hierdurch wird sichergestellt, daß an der Verbindung zwischen den Unterflügelkammern 44 und der Nut 62 genau die gleichen Flächenverhältnisse herrschen wie an der Verbindung der Unterflügelkammern 44 zu den Unterflügelniere 42 beziehungsweise den Unterflügel-Drucknieren 46. Die Nut 62 besitzt lediglich noch die hier mit 64 bezeichneten Verbindungen, die eine Fluidverbindung zwischen den Unterflügelniere 42 über die Unterflügelkammern 44 sowie Nut 62 mit den Unterflügel-Drucknieren 46 bilden.

Patentansprüche

1. Flügelzellenmaschine, insbesondere Flügelzellenpumpe, mit einem in einem, mindestens einen Saugbereich und einen Druckbereich ausbildenden Hubring angeordneten Rotor, in dessen Umfangsfläche über die gesamte Breite sich erstreckende, im wesentlichen radial verlaufende Schlitzes eingebracht sind, in denen Flügel radial verschieblich gelagert sind und mit seitlichen, feststehenden Begrenzungsflächen (Seitenflächen), die dichtend am Rotor und an den Seitenkanten der Flügel anliegen, wobei mindestens eine der Seitenflächen eine im Bewegungsbereich von Unterflügelkammern verlaufende, zu diesen offene Nut aufweist, und die

- zweite Seitenfläche im Bewegungsbereich der Unterflügelkammern wenigstens eine dem Saugbereich zugeordnete und mit dem Druckbereich verbundene Unterflügelniere aufweist, so daß entsprechend der Rotorstellung eine Fluidverbindung zwischen der Unterflügelniere und der Nut über die sich gerade im Bereich der Unterflügelniere befindenden Unterflügelkammern besteht, und wenigstens eine dem Druckbereich zugeordnete Unterflügel-Druckniere im Bewegungsbereich der Unterflügelkammern in der die Unterflügelniere aufweisenden zweiten Seitenfläche vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Unterflügelniere (42) sich über einen Drehwinkelbereich (α) erstreckt und die Gesamtfläche - im Querschnitt gesehen - der sich im Bereich der Unterflügelniere (42) befindlichen Unterflügelkammern (44) bei einer Rotation des Rotors (18) im wesentlichen konstant bleibt.
2. Flügelzellenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Winkel (α) 58° bis 71° , insbesondere 70° , beträgt, und daß die Flügelzellenmaschine (10) zehn Flügel (32) aufweist.
3. Flügelzellenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nut (62) von vier in Fluidverbindung stehenden Nieren gebildet wird.
4. Flügelzellenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Unterflügelniere (42) und der der Unterflügelniere (42) gegenüberliegende Nutabschnitt der Nut (62) oder der miteinander verbundenen vier Nieren über dem Drehwinkel der Flügel (32) spiegelbildlich ausgebildet sind.
5. Flügelzellenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Unterflügelniere (42) in Richtung eines radial ausfahrenden Flügels (32) einen -in radialer Richtung gesehen- konstanten Konturabschnitt (50), einen sich erweiternden Konturabschnitt (52) und einen sich verjüngenden Konturabschnitt (54) besitzt.
6. Flügelzellenmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Konturabschnitte (52, 54) sich kontinuierlich erweitern beziehungsweise verjüngen.
7. Flügelzellenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Unterflügelkammer (44) gerade in den Bereich der Unterflügelniere (42) einfährt, wenn eine andere Unterflügelkammer (44) gerade den Bereich der Unterflügelniere (42) verläßt, so daß eine Flächenumschaltung bei im wesentlichen konstanter Gesamtfläche erfolgt.
8. Flügelzellenmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flächenumschaltung im Minimum des Volumenstromverlaufes (Q) der Unterflügelpumpe erfolgt.
9. Flügelzellenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Unterflügelniere (42) so angeordnet ist, daß die Winkelhalbierende des Winkels (α) im Bereich eines Wendepunktes (B) der Kontur (20) liegt, zu dem die radiale Geschwindigkeit (v) der Flügel (32) ihr Maximum hat.
10. Flügelzellenmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Winkelhalbierende des Winkels (α) in einem Winkelbereich von $\pm 5^\circ$ zum Wendepunkt (B) liegt.
11. Flügelzellenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Unterflügel-Druckniere (46) über einen Winkelbereich von wenigstens 90° erstreckt.
12. Flügelzellenmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Unterflügel-Druckniere (46) in Richtung eines radial einfahrenden Flügels (32) einen Konturabschnitt (60) aufweist, der eine -in radialer Richtung- relativ große Breite aufweist, der in einen Abschnitt (61) übergeht, dessen -in radialer Richtung- gesehene- Breite der Breite der Nut (62) entspricht.

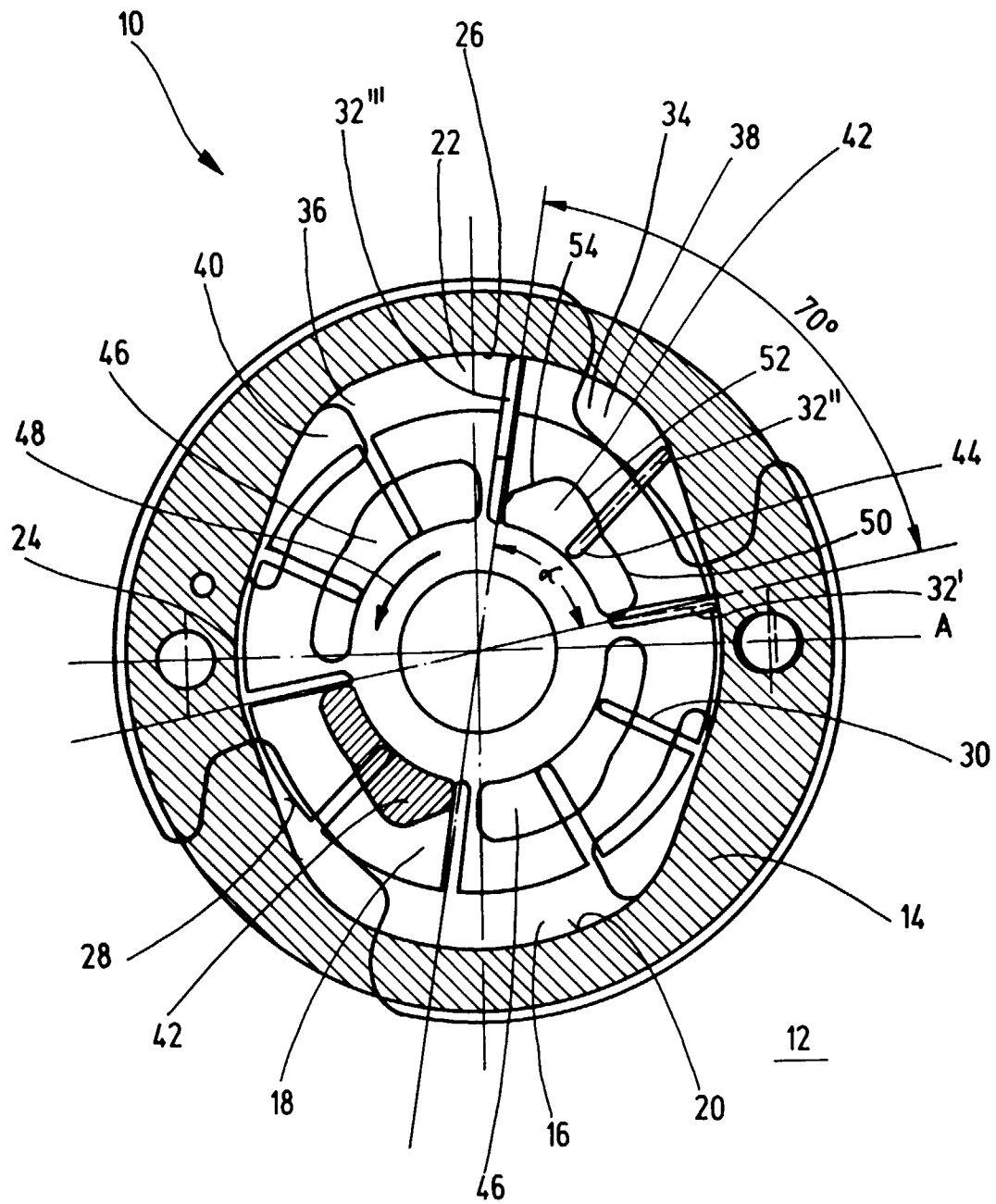


Fig.1

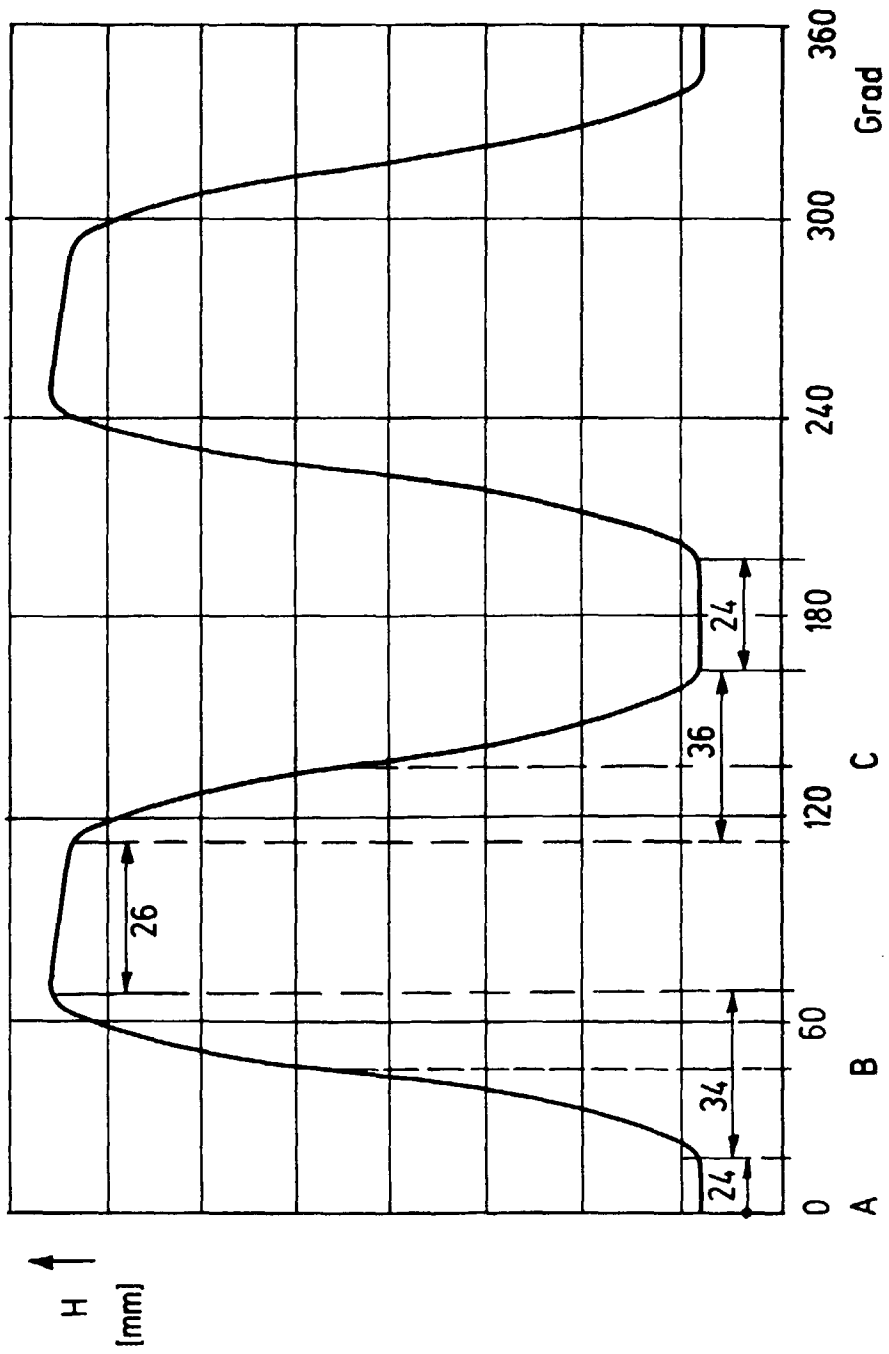


Fig.2

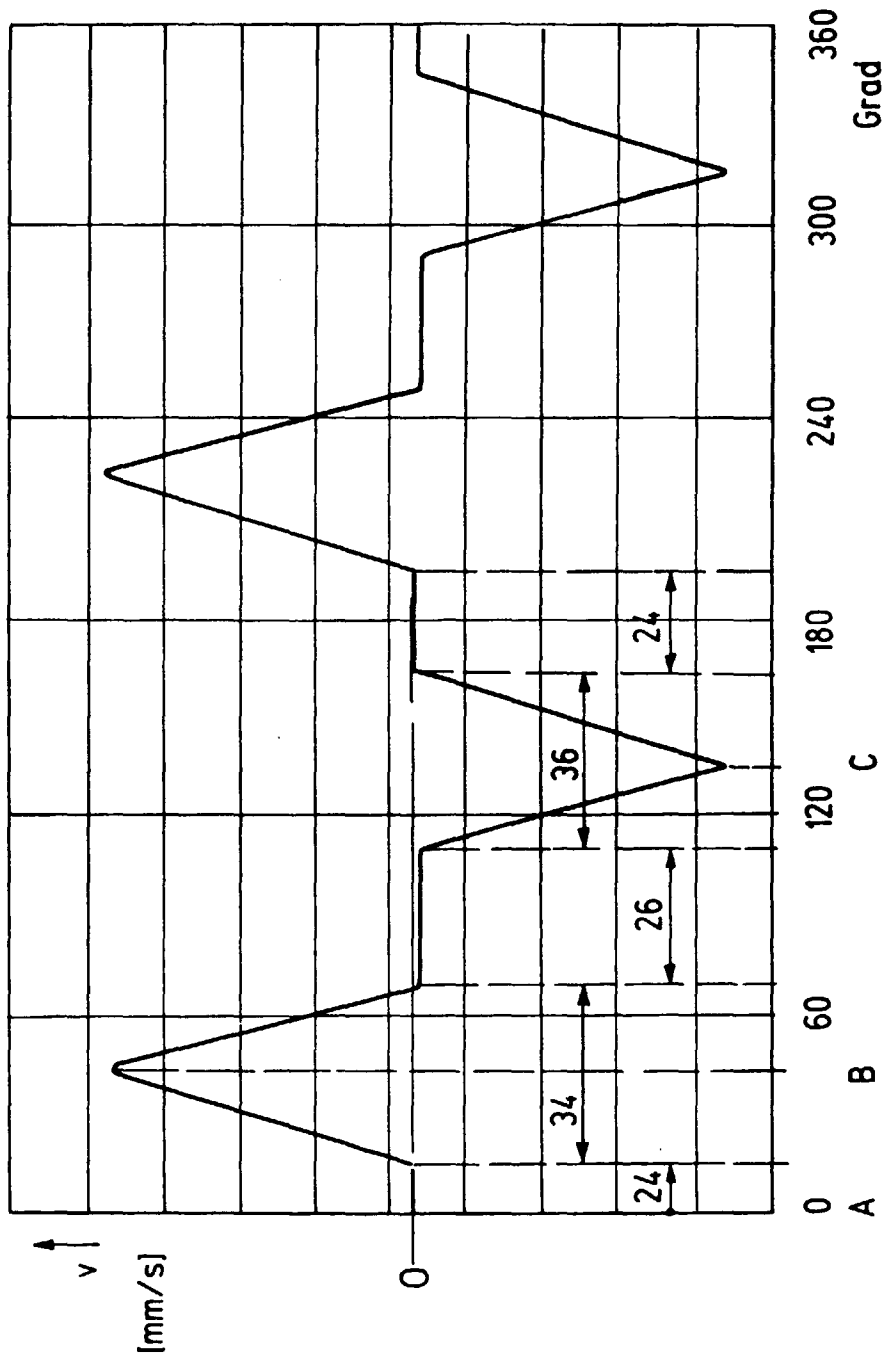


Fig.3

Fig. 4

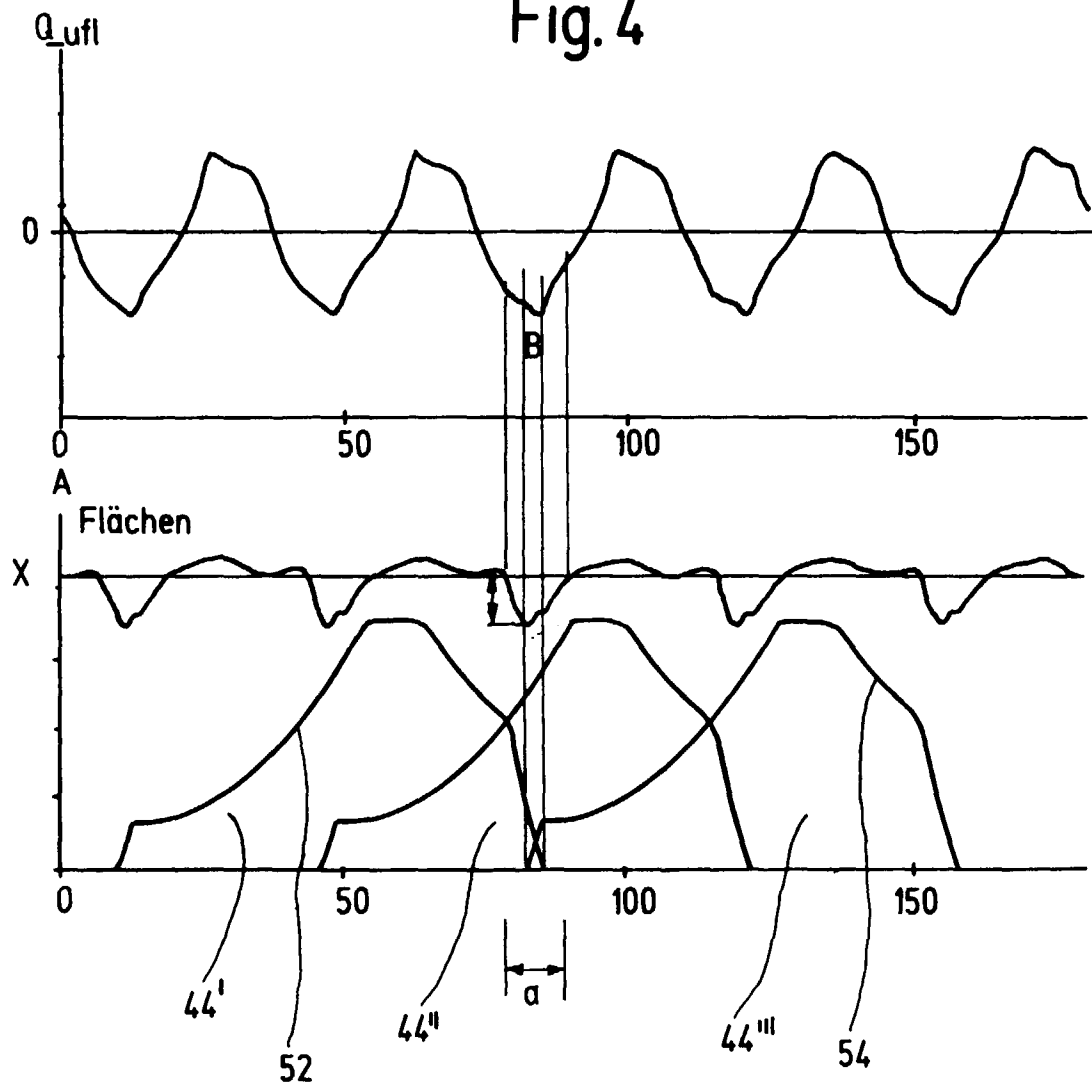


Fig. 5

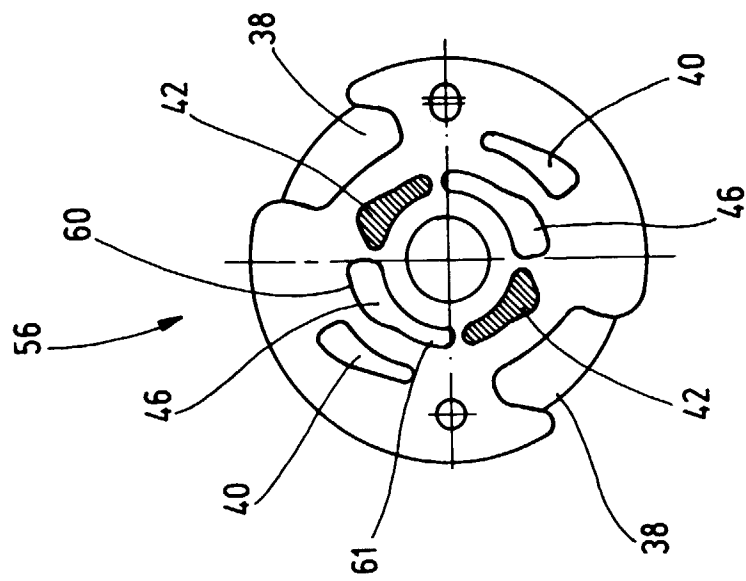


Fig. 6

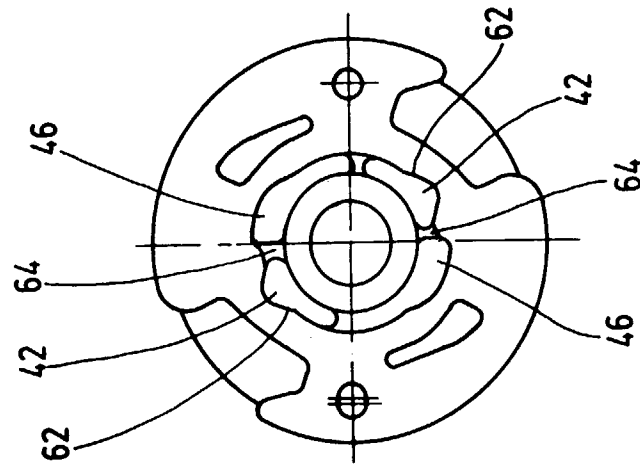


Fig. 8

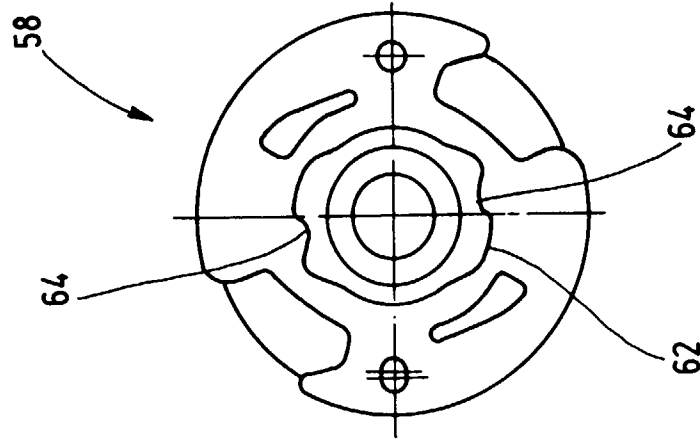


Fig. 7