



(10) **DE 10 2013 202 128 A1** 2013.09.26

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 202 128.3**

(22) Anmeldetag: **08.02.2013**

(43) Offenlegungstag: **26.09.2013**

(51) Int Cl.: **F04C 14/22 (2013.01)**

(30) Unionspriorität:
2012-065154 **22.03.2012** **JP**

(71) Anmelder:
Hitachi Automotive Systems, Ltd., Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP

(74) Vertreter:
MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann, 80336, München, DE

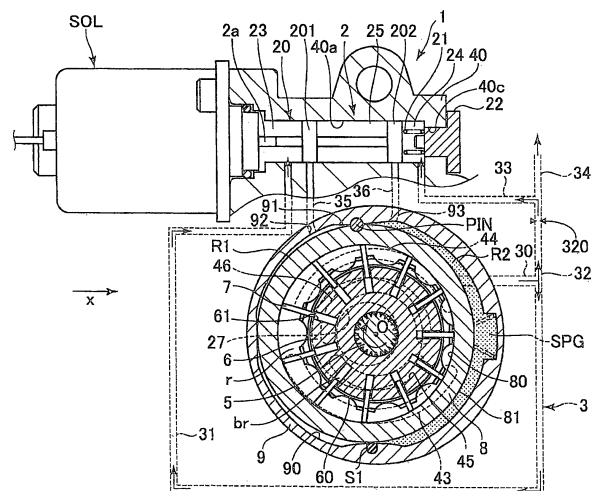
(72) Erfinder:
Iijima, Masaaki, Iseaki-shi, Gunma, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Flügelpumpe**

(57) Zusammenfassung: Eine Flügelpumpe beinhaltet mehrere Flügel 7 und einen Flügelnocken 27. Jeder der Flügel 7 ist in einem entsprechenden von mehreren Schlitzen 61 in einem Außenumfang eines Rotors 6 auf eine Weise untergebracht, dass er imstande ist, aus dem Schlitz 61 vorzustehen und sich in den Schlitz 61 zurückzuziehen. Jeder der Flügel 7 hat beide Endflächen zu gekrümmten Oberfläche in einer Ebene geformt, die senkrecht zur Drehachse des Rotors 6 ist. Der Flügelnocken 27 ist im Kontakt mit einem Endbereich des Rotors 6 so angeordnet, dass seine Außenumfangsfläche die innenumfangsseitigen Endbereiche aller Flügel 7 berührt, um die Flügel 7 zwangsweise vorstehen und sich zurückziehen zu lassen. Der Flügelnocken 27 ist beweglich, um den Exzentrizitätsbetrag relativ zu einer Antriebswelle 5 zu variieren.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Flügelpumpe.

2. Beschreibung der verwandten Technik

[0002] JP 3631264 B offenbart eine Technik für eine Flügelpumpe mit Anordnungen, in welchen zwei kreisförmig gebogene Nutbereiche an Bereichen ausgebildet sind, die proximalen Enden von Flügelaufnahmeschlitznuten in einem Rotor entsprechen und einer ansaugseitigen Zone und einer auslassseitigen Zone einer Pumpenkammer zugeordnet sind, wobei Fluiddrücke der Ansaugseite und der Auslassseite der Pumpe in die zwei Nutbereiche eingeleitet werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0003] In der in JP 3631264 B offenbarten Flügelpumpe veranlassen der Druck eines Fluids, das in die kreisförmig gebogene Nut eingeleitet wird, und eine Zentrifugalkraft im Zusammenhang mit der Drehung des Rotors den Flügel, aus der Flügelaufnahmeschlitznut hervorzustehen, und ein distales Ende des Flügels, an den Innenumfang eines Nockenrings zu stoßen. Jedoch steht der Flügel während der Drehung des Rotors mit langsamer Geschwindigkeit aufgrund der kleinen Zentrifugalkraft ungenügend bzw. zu wenig vor, so dass das distale Ende des Flügels vom Innenumfang des Nockenrings beabstandet sein kann. Wenn zu diesem Zeitpunkt das proximale Ende der Flügelaufnahmeschlitznut an der kreisförmig gebogenen Nut angeordnet ist, in welche der Fluiddruck auf der Auslassseite eingeleitet wird, fließt ein hoher Arbeitsfluiddruck auf der Auslassseite in die Flügelaufnahmeschlitznut und bewirkt dadurch, dass der Flügel birst, so dass er mit dem Innenumfang des Nockenrings zusammenstößt, womit ein lauter Aufschlaglärm erzeugt wird.

[0004] Die vorliegende Erfindung ist gemacht worden, um das vorstehende Problem zu lösen, und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Flügelpumpe bereitzustellen, die bewirken kann, dass ein Flügel selbst während einer Drehung eines Rotors bei niedriger Geschwindigkeit ausreichend vorsteht, um dadurch zu verhindern, dass der Flügel mit dem Innenumfang eines Nockenrings zusammenstößt, und um Lärm zu reduzieren.

[0005] Um die vorstehende Aufgabe zu lösen, stellt ein Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Flügelpumpe bereit, die mehrere Flügel umfasst, wobei jeder der Flügel in einem entsprechenden von meh-

rerer Schlitzen in einem Außenumfang eines Rotors auf eine Weise untergebracht ist, dass er imstande ist, aus dem Schlitz vorzustehen und sich in den Schlitz zurückzuziehen, und beide Endflächen zu gekrümmten Oberflächen geformt in einer Ebene aufweist, die senkrecht zu einer Drehachse des Rotors ist; und/oder einen Flügelnocken, der im Kontakt mit einem Endbereich des Rotors so angeordnet ist, dass seine Außenumfangsfläche die Innenumfangsseitigen Endbereiche aller Flügel berührt, um dadurch die Flügel zwangsweise vorstehen und sich zurückziehen zu lassen, wobei der Flügelnocken beweglich ist, um einen Exzentrizitätsbetrag im Verhältnis zu einer Antriebswelle zu variieren.

[0006] Der Flügel kann selbst während einer Drehung des Rotors bei niedriger Geschwindigkeit ausreichend vorstehen gelassen werden. Ferner ist der Abstand zwischen dem Flügel und dem Nockenring reduziert und eine Kollision zwischen dem Flügel und dem Nockenring-Innenumfang ist gesteuert, so dass Lärm reduziert werden kann.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0007] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0008] **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das ein stufenloses Getriebe bzw. eine stufenlose Drehmomentwandlung (continuously variable transmission, CVT) zeigt, bei der eine Flügelpumpe gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angewendet wird;

[0009] **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht, die das Innere der Flügelpumpe gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, aus einer axialen Drehrichtung gesehen, zeigt;

[0010] **Fig. 3** ist eine Querschnittsansicht, die das Innere der Flügelpumpe gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, aus einer radialen Richtung der Drehachse gesehen, zeigt;

[0011] **Fig. 4** ist eine Darstellung, die einen Flügel gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, aus einer axialen Drehrichtung eines Rotors gesehen, zeigt;

[0012] **Fig. 5** ist eine schematische Ansicht, die den Rotor, den Flügel und einen Flügelnocken gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0013] **Fig. 6A bis Fig. 6D** sind schematische Ansichten, die ein Verfahren zum Einstellen einer rückwärtigen Drucköffnung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0014] **Fig. 7** ist eine Tabelle, die Wirkungen auf das Antriebsmoment von Druck rund um den Flügelnocken, einer Wirkkraft des Flügelnockens und einer Reibungskraft des Flügelnockens zusammenfasst;

[0015] **Fig. 8** ist eine schematische Ansicht, die Positionsbeziehungen zwischen dem Rotor, einem Nockenring, dem Flügelnocken und dem Flügel gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0016] **Fig. 9** ist eine vergrößerte schematische Ansicht, die einen Bereich rund um den Flügel gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0017] **Fig. 10** ist eine Darstellung, die einen Flügel gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, aus einer axialen Drehrichtung eines Rotors gesehen, zeigt; und

[0018] **Fig. 11** ist eine Darstellung, die einen Flügel gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, aus einer axialen Drehrichtung eines Rotors gesehen, zeigt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Erste Ausführungsform

[Allgemeine Anordnungen der Flügelpumpe]

[0019] Es wird eine Flügelpumpe **1** als selbstbewegende hydraulische Vorrichtung verwendet, insbesondere als Quelle zum Versorgen einer Riementyp-Stufenlos-Drehmomentwandlung (continuously variable transmission, CVT **100**) mit hydraulischem Druck.

[0020] Die Flügelpumpe **1** wird von einer Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors angetrieben und zieht ein Arbeitsfluid in diesen und stößt das Arbeitsfluid aus diesem aus. Es wird ein hydraulisches Fluid, insbesondere ein Automatikgetriebeöl (automatic transmission fluid, ATF) als Arbeitsfluid verwendet.

[0021] Dies soll jedoch nicht die vorliegende Erfindung beschränken, und die vorliegende Erfindung kann bei einer Flügelpumpe angewendet werden, die irgendeinem anderen Mechanismus als der CVT das hydraulische Fluid zuführt.

[0022] **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte CVT **100** zeigt. In einem Steuerventil **110** sind verschiedene Arten von Ventilen (ein Schaltsteuerventil **111**, ein sekundäres Ventil **112**, ein sekundäres Drucksolenoidventil **113**, ein Leitungsdruck-Solenoidventil **114**, ein Druckregulatorventil **115**, ein manuelles Ventil **116**, ein Sperr/Auswahl-Änderungs-So-

lenoidventil **117**, ein Kupplungsregulatorventil **118**, ein Auswahl-Steuerventil **119**, ein Sperr-Solenoidventil **120**, ein Drehmomentwandler-Regulatorventil **121**, ein Sperr-Steuerventil **122** und ein Auswahl-schaltventil **123**) angeordnet, die von einer CVT-Steuereinheit **130** gesteuert werden. Das aus der Flügelpumpe **1** ausgestoßene hydraulische Fluid wird über das Steuerventil **110** verschiedenen Teilen zugeführt (einer primären Scheibe **101**, einer sekundären Scheibe **102**, einer vorderen Kupplung **103**, einer Gegenstrombremse **104**, einem Drehmomentwandler **105** und einem Schmier- und Kühlsystem **106**).

[0023] Die Flügelpumpe **1** ist ein Typ mit variabler Verdrängung, der die Pumpenverdrängung (eine Fluidmenge, die pro einer Umdrehung ausgestoßen wird) variieren kann. Die Flügelpumpe **1** beinhaltet eine Pumpeneinheit und eine Steuereinheit als integrale Einheit, die in einem Pumpenkörper als Gehäuse untergebracht sind. Insbesondere saugt die Pumpeneinheit das hydraulische Fluid an und stößt es aus. Die Steuereinheit steuert die Pumpenverdrängung. **Fig. 2** und **Fig. 3** zeigen Teilquerschnitte der Flügelpumpe **1**. **Fig. 2** ist ein Querschnitt der Pumpeneinheit ausschließlich eines Pumpenkörpers **4** entlang einer Ebene, die senkrecht zu einer Drehachse **O** ist. **Fig. 2** zeigt ebenfalls einen Teilquerschnitt der Steuereinheit entlang einer Ebene, die durch eine Achse eines Steuerventils **2** geht. **Fig. 3** ist ein Querschnitt der Pumpeneinheit einschließlich des Pumpenkörpers **4** entlang einer Ebene, die durch die Drehachse **O** geht. Aus Gründen der Einfachheit wird eine x-Achse in einer Richtung angenommen, in welcher die Achse des Steuerventils **2** verläuft, und die x-Achse ist positiv auf der Seite, auf der ein Ventilelement (ein Kolben **20**) von einem Solenoid SOL beabstandet ist. Darüber hinaus ist eine z-Achse so definiert, dass sie in einer Richtung verläuft, in welcher die Drehachse **O** der Flügelpumpe **1** verläuft, und die z-Achse verläuft positiv nach oben im Verhältnis zur Papierfläche bzw. Zeichenebene der **Fig. 2**.

(Anordnungen der Pumpeneinheit)

[0024] Die Pumpeneinheit beinhaltet hauptsächlich eine Antriebswelle (eine Drehachse) **5**, einen Rotor **6**, Flügel **7**, einen Nockenring **8** und einen Adapterring **9**. Insbesondere wird die Antriebswelle **5** von der Kurbelwelle angetrieben. Der Rotor **6** wird drehbar von der Antriebswelle **5** angetrieben. Jeder der Flügel **7** ist in einem entsprechenden der mehreren Schlitze **61**, die in einem Außenumfang des Rotors **6** ausgebildet sind, auf eine Weise aufgenommen, dass er imstande ist, von dem Schlitz **61** vorzustehen und sich in den Schlitz **61** zurückzuziehen. Der Nockenring **8** ist so angeordnet, dass er den Rotor **6** umgibt. Der Adapterring **9** ist so angeordnet, dass er den Nockenring **8** umgibt.

[0025] Der Pumpenkörper **4** beinhaltet hauptsächlich einen hinteren Körper **40**, eine Druckplatte **41** und einen vorderen Körper **42**. Insbesondere hat der hintere Körper **40** eine Gehäusevertiefung **40b**, in welcher der Rotor **6**, die Flügel **7** und der Nockenring **8** untergebracht sind. Die Druckplatte **41** ist in einem unteren Bereich auf einer Seite in der negativen z-Achsen-Richtung der Gehäusevertiefung **40b** im hinteren Körper **40** untergebracht und auf der Seite in der negativen z-Achsen-Richtung des Nockenrings **8** und des Rotors **6** angeordnet. Die Druckplatte **41** bildet mehrere Pumpenkammern **r** mit dem Rotor **6**, den Flügeln **7** und dem Nockenring **8**. Der vordere Körper **42** schließt eine Öffnung der Gehäusevertiefung **40b**. Der vordere Körper **42** ist auf der Seite in der positiven z-Achsen-Richtung des Nockenrings **8** und des Rotors **6** angeordnet. Der vordere Körper **42** bildet die Pumpenkammern **r** mit dem Rotor **6**, den Flügeln **7** und dem Nockenring **8**.

[0026] Die Antriebswelle **5** ist drehbar an dem Pumpenkörper **4** (dem hinteren Körper **40**, der Druckplatte **41** und dem vorderen Körper **42**) zapfengelagert. Die Antriebswelle **5** hat ein Ende auf der Seite in der positiven z-Achsen-Richtung, die mit der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors über eine Kette verbunden ist, wobei sie sich gleichzeitig mit der Kurbelwelle dreht. Der Rotor **6** ist koaxial (Verzahnungsverbindung) an einem Außenumfang der Antriebswelle **5** befestigt. Der Rotor **6** dreht sich in **Fig. 2** mit der Antriebswelle **5** im Uhrzeigersinn um die Drehachse **O**.

[0027] Die im hinteren Körper **40** ausgebildete Gehäusevertiefung **40b** hat eine zylindrische Form mit geschlossenem Boden, die in der z-Achsen-Richtung verläuft. Der Adapterring **9**, der eine kreisförmige Ringform hat, ist auf dem Innenumfang der Gehäusevertiefung **40b** angeordnet. Der Adapterring **9** hat eine Innenumfangsfläche, die ein im Wesentlichen zylindrisches Gehäuseloch **90** bildet, das in der z-Achsen-Richtung verläuft. Der Nockenring **8**, der eine ringförmige Ringform hat, ist vibrierbar im Gehäuseloch **90** untergebracht. Eine Spulenfeder **SPG** als ein elastisches Element hat ein erstes Ende, das auf der Seite in der positiven x-Achsen-Richtung des Adapterrings **9** angeordnet ist, und ein zweites Ende, das auf der Seite in der positiven x-Achsen-Richtung des Nockenrings **8** angeordnet ist. Die Spulenfeder **SPG** ist in einem zusammengedrückten Zustand angebracht, wobei sie beständig den Nockenring **8** zur Seite in der negativen x-Achsen-Richtung relativ zum Adapterring **9** drückt.

[0028] Ein Stift **PIN**, der den Adapterring **9** und den Nockenring **8** in ihrer Position sperrt, ist zwischen dem Adapterring **9** und dem Nockenring **8** so angeordnet, dass er zwischen einer Vertiefung in einer Innenumfangsfläche (einer Wälzfläche **91**) des Adapterrings **9** und einer Vertiefung in einer Außenumfangsfläche (einer Nockenring-Außenumfangsfläche

81) des Nockenrings **8** eingeklemmt ist. Der Stift **PIN** weist beide Enden fest im Pumpenkörper **4** angeordnet auf. Der Nockenring **8** ist relativ zum Adapterring **9** auf der Wälzfläche **91**, auf der der Stift **PIN** angeordnet ist, gelagert und schwenkbar um die Wälzfläche **91** vibrierbar. Der Stift **PIN** verhindert, dass der Nockenring **8** relativ zum Adapterring **9** abgelenkt wird (relative Drehung). Ein Abdichtungselement **S1** ist auf der Innenumfangsfläche des Adapterrings **9** (im Gehäuseloch **90**) an einer Position angeordnet, die im Wesentlichen dem Stift **PIN** quer über der Drehachse **O** gegenüber liegt.

[0029] Wenn der Nockenring **8** schwingt, stößt die Wälzfläche **91** des Adapterrings **9** an die Nockenring-Außenumfangsfläche **81** und das Abdichtungselement **51** berührt verschiebbar die Nockenring-Außenumfangsfläche **81**. δ soll der Exzentrizitätsbetrag des Nockenrings **8** relativ zur Drehachse **O** sein. Dann ist der Exzentrizitätsbetrag δ minimal (null) an einer Position, an der eine Mittelachse des Nockenrings **8** mit der Drehachse **O** ausgerichtet ist (einer minimalen exzentrischen Position) und maximal an einer in **Fig. 2** gezeigten Position, an welcher die Nockenring-Außenumfangsfläche **81** an die Innenumfangsfläche des Adapterrings **9** (Gehäuseloch **90**) auf der Seite in der negativen x-Achsen-Richtung stößt.

[0030] Der Rotor **6** ist auf der Innenumfangsseite des Nockenrings **8** angeordnet. Der Rotor **6** weist mehrere Nuten (Schlitze **61**) auf, die radial ausgebildet sind. Wie aus der z-Achsen-Richtung gesehen, ist jeder der Schlitze **61** linear angeordnet, so dass er sich in eine Rotor-Radialrichtung bis zu einer vorgegebenen Tiefe in Richtung der Drehachse **O** von einer Rotor-Außenumfangsfläche **6a** erstreckt. Die Schlitze **61** sind so ausgebildet, dass sie sich über einen gesamten Bereich in der z-Achsen-Richtung des Rotors **6** erstrecken. Die Schlitze **61** sind an **11** Positionen ausgebildet, die jeweils in Umfangsrichtung gleich voneinander beabstandet sind. Eine hintere Druckkammer **br**, die in der z-Achsen-Richtung verläuft, ist an einem proximalen Endbereich auf der Innenumfangsseite (der Seite in Richtung der Drehachse **O**) jedes Schlitzes **61** ausgebildet. Die hintere Druckkammer **br** ist zu einer Nut ausgebildet, die ähnlich derjenigen von jedem Schlitz **61** ist.

[0031] Der Flügel **7** ist ein Plattenelement mit einer im Wesentlichen rechteckigen Form. Ein Flügel **7** ist in jedem der Schlitze **61** auf eine solche Weise untergebracht, dass er imstande ist, aus dem Schlitz **61** hervorzustehen und sich in den Schlitz **61** zurückzuziehen. Es wird bemerkt, dass die Anzahl der Schlitze **61** oder Flügel **7** nicht auf **11** begrenzt ist. Die Form des Flügels **7** wird später eingehend beschrieben.

[0032] Eine kreisförmige Vertiefung **62** mit einer axialen Tiefe ist auf der Seite in der positiven z-Achsen-Richtung des Rotors **6** ausgebildet. Die kreisfö-

mige Vertiefung **62** hat einen Innendurchmesser eines Kreises, der durch Verbinden proximaler Endbereiche der Flügel **7** gebildet wird, wenn die Flügel **7** am meisten aus den Schlitzen **61** hervorstehen.

[0033] Ein ringförmiger Flügelnocken **27** mit einem Durchgangsloch **27a** ist in der ringförmigen Vertiefung **62** untergebracht. Der Flügelnocken **27** hat einen Außendurchmesser, der gleich einem Durchmesser einer Innenumfangsfläche des Nockenrings **8** (Nockenring-Innenumfangsfläche **80**) minus eines Werts ist, der die Länge des Flügels **7** verdoppelt. Insbesondere ist der Flügelnocken **27** zusammen mit dem Nockenring **8** exzentrisch und hat eine Außenumfangsfläche (Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b**), die so ausgebildet ist, dass sie ständig die proximalen Endbereiche aller Flügel **7** berührt.

[0034] Der Flügelnocken **27** ist so ausgebildet, dass er eine axiale Dicke hat, die im Wesentlichen gleich der Tiefe der kreisförmigen Vertiefung **62** ist. Die Antriebswelle **5** ist durch das Durchgangsloch **27a** geführt. Das Durchgangsloch **27a** hat einen Innendurchmesser, der so ausgebildet ist, dass er die Antriebswelle **5** nicht berührt, wenn der Flügelnocken **27** am exzentrischsten ist, und so, dass er auf der Seite der Innenumfangsseite relativ zu einem proximalen Endbereich auf der hinteren Druckkammer **br** ist. Insbesondere stellt das Vorstehende sicher, dass der proximale Endbereich der hinteren Druckkammer **br** selbst dann abgedichtet werden kann, wenn der Flügelnocken **27** am exzentrischsten ist.

[0035] Eine ringförmige Kammer, die zwischen der Außenumfangsfläche des Rotors **6** (Rotor Außenumfangsfläche **6a**), der Nockenring-Innenumfangsfläche **80**, einer Oberfläche **410** der Druckplatte **41** auf der Seite der positiven z-Achsen-Richtung und einer Oberfläche **420** des vorderen Körpers **42** auf der Seite der negativen z-Achsen-Richtung ausgebildet ist, ist durch die mehreren Flügel **7** in **11** Pumpenkammern **r** unterteilt. Nachstehend wird ein Abstand zwischen benachbarten Flügeln **7** (zwischen Seitenflächen zweier benachbarter Flügel **7**) in einer Drehrichtung des Rotors **6** (im Uhrzeigersinn in **Fig. 2**; nachstehend einfach als die "Drehrichtung" bezeichnet, und eine Rückwärts-Drehrichtung des Rotors **6** wird als "negative Drehrichtung" bezeichnet) als "1 Steigung" bezeichnet. Eine Breite in der Drehung einer Pumpenkammer **r** beträgt 1 Steigung und ist unveränderlich.

[0036] Wenn eine Mittelachse des Nockenrings **8** im Verhältnis zur Drehachse **O** (auf der Seite in der negativen x-Achsen-Richtung) exzentrisch ist, ergeben sich größere Abstände in einer radialen Rotorrichtung zwischen der Rotor-Außenumfangsfläche **6a** und der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** (einer radialen Dimension der Pumpenkammer **r**) in einer Richtung von der Seite der positiven x-Achsen-Richtung zur

Seite der negativen x-Achsen-Richtung. Wenn der Flügel **7** gemäß diesen Änderungen des Abstands aus den Schlitzen **61** vorsteht und sich in die Schlitzze **61** zurückzieht, ist jede der Pumpenkammern **r** begrenzt und die Pumpenkammern **r** auf der Seite der negativen x-Achsen-Richtung haben Volumina, die größer als diejenigen der Pumpenkammern **r** auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung sind. Diese Unterschiede in den Volumina der Pumpenkammern **r** führen zu erhöhten Volumina der Pumpenkammern **r**, wenn sich der Rotor **6** auf der unteren Seite der **Fig. 2** relativ zur Drehachse **O** dreht (der Pumpenkammern **r** zur Seite der negativen x-Achsen-Richtung) und zu verringerten Volumina der Pumpenkammern **r**, wenn sich der Rotor **6** auf der oberen Seite der **Fig. 2** relativ zur Drehachse **O** dreht (der Pumpenkammern **r** zur Seite der positiven x-Achsen-Richtung).

[Einzelheiten des Pumpenkörpers]

(Druckplatte)

[0037] Die Druckplatte **41** hat eine Ansaugöffnung **43a**, eine Auslassöffnung **44a** und rückwärtige Drucköffnungen **45**, **46**. Jede dieser Öffnungen ist in der Oberfläche **410** der Druckplatte **41** der positiven z-Achsen-Richtung ausgebildet.

[0038] Die Ansaugöffnung **43a** dient als Einlass zum Einleiten des hydraulischen Fluids von außen in die Pumpenkammern **r** auf einer Ansaugseite bzw. Saugseite. Es wird auf **Fig. 2** Bezug genommen, in der die Ansaugöffnung **43a** in einem Abschnitt angeordnet ist, über welchem das Volumen der Pumpenkammern **r** mit der Drehung des Rotors **6** zunimmt. Die Ansaugöffnung **43a** ist eine Nut, die in einer im Wesentlichen bogenförmigen Form um die Drehachse **O** längs der Pumpenkammern **r** auf der Ansaugseite ausgebildet ist. Hydraulischer Druck auf der Pumpenansaugseite wird durch die Ansaugöffnung **43a** eingeleitet. Eine Ansaugzone der Flügelpumpe **1** ist über einem Bereich eines Winkels angeordnet, der der Ansaugöffnung **43a** entspricht, insbesondere einem Bereich eines Winkels, der im Wesentlichen **4**, **5** Steigungen entspricht, die zwischen einem Startpunkt auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung und einem Endpunkt auf der Seite der negativen x-Achsen-Richtung der Ansaugöffnung **43a** relativ zur Drehachse **O** ausgebildet sind.

[0039] Die Auslassöffnung **44a** dient als Auslass zum Ausstoßen des hydraulischen Fluids aus den Pumpenkammern **r** auf einer Auslassseite nach außen. Die Auslassöffnung **44a** ist in einem Abschnitt angeordnet, über welchem das Volumen der Pumpenkammern **r** mit der Drehung des Rotors **6** abnimmt. Die Auslassöffnung **44a** ist eine Nut, die zu einer im Wesentlichen bogenförmigen Form um die Drehachse **O** längs der Pumpenkammern **r** auf der

Auslassseite ausgebildet ist. Hydraulischer Druck auf der Pumpenauslassseite wird durch die Auslassöffnung **44a** eingeleitet.

[0040] Eine Auslasszone der Flügelpumpe **1** ist über einem Bereich eines Winkels angeordnet, der der Auslassöffnung **44a** entspricht, insbesondere einem Bereich eines Winkels, der im Wesentlichen **4,5** Steigungen entspricht, die zwischen einem Startpunkt auf der Seite der negativen x-Achsen-Richtung und einem Endpunkt auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung der Auslassöffnung **44a** relativ zur Drehachse **O** ausgebildet sind. Eine erste Einschließungszone ist über einem Bereich eines Winkels angeordnet, der zwischen dem Endpunkt der Ansaugöffnung **43a** und dem Startpunkt der Auslassöffnung **44a** angeordnet ist. Eine zweite Einschließungszone ist über einem Bereich eines Winkels angeordnet, der zwischen dem Endpunkt der Auslassöffnung **44a** und dem Startpunkt der Ansaugöffnung **43a** angeordnet ist. Die erste Einschließungszone und die zweite Einschließungszone sind jeweils eine Zone, über welchen das hydraulische Fluid in den in der Zone angeordneten Pumpenkammern **r** eingeschlossen ist, um dadurch zu verhindern, dass die Ansaugöffnung **43a** und die Auslassöffnung **44a** miteinander in Verbindung gebracht werden. Ein winkliger Bereich jeweils der ersten Einschließungszone und der zweiten Einschließungszone entspricht im Wesentlichen einer Steigung.

[0041] In der Druckplatte **41** sind die rückwärtigen Drucköffnungen **45**, **46**, die mit Wurzeln bzw. Füßen bzw. Einsetzungen (rückwärtige Druckkammer **br**, proximaler Schlitzendbereich des Rotors **6**) der Flügel **7** in Verbindung stehen, getrennt voneinander auf der Ansaugseite bzw. der Auslassseite angeordnet. Die ansaugseitige rückwärtige Drucköffnung **45** steht mit den rückwärtigen Druckkammern **br** der mehreren Flügel **7** in Verbindung, die im größten Teil der Ansaugzone und der Ansaugöffnung **43a** angeordnet sind. Die ansaugseitige rückwärtige Drucköffnung **45** ist eine Nut, in welche der hydraulische Druck auf der Pumpenansaugseite eingeleitet wird, und wird zu einer im Wesentlichen bogenförmigen Form um die Drehachse **O** längs der Verteilung der rückwärtigen Druckkammern **br** der Flügel **7** (proximale Schlitzendbereiche) ausgebildet.

[0042] Die auslassseitige rückwärtige Drucköffnung **46** steht mit den rückwärtigen Druckkammern **br** der mehreren Flügel **7** in Verbindung, die in der Auslasszone und im Wesentlichen der Hälfte der ersten und zweiten Einschließungszone angeordnet sind. Die auslassseitige rückwärtige Drucköffnung **46** ist eine Nut, in welche der hydraulische Druck auf der Pumpenauslassseite eingeleitet wird, und ist zu einer im Wesentlichen bogenförmigen Form um die Drehachse **O** längs der Verteilung der rückwärtigen Druck-

kammern **br** der Flügel **7** (proximale Schlitzendbereiche) ausgebildet.

[0043] Die ansaugseitige rückwärtige Drucköffnung **45** und die auslassseitige rückwärtige Drucköffnung **46** sind an radialen Rotorpositionen angeordnet, an welchen ein guter Teil der ansaugseitigen rückwärtigen Drucköffnung **45** und der auslassseitigen rückwärtigen Drucköffnung **46** die rückwärtigen Druckkammern **br** überlappt, wie aus der z-Achsen-Richtung gesehen, ungeachtet dessen, wo der Nockenring **8** exzentrisch positioniert ist. Die ansaugseitige rückwärtige Drucköffnung **45** und die auslassseitige rückwärtige Drucköffnung **46** stehen mit den rückwärtigen Druckkammern **br** in Verbindung, wenn sie diese überlappen.

[0044] Es wird bemerkt, dass der Flügel **7** "an der Ansaugzone positioniert" ist, wenn ein distaler Endbereich des Flügels **7** (distaler Flügelenbereich **70**) die Ansaugöffnung **43a**, aus der z-Achsen-Richtung gesehen, überlappt, und der Flügel **7** "an der Auslasszone oder dergleichen positioniert" ist, wenn der distale Flügelenbereich **70** die Auslassöffnung **44a** oder dergleichen, aus der z-Achsen-Richtung gesehen, überlappt.

(Hinterer Körper)

[0045] Der hintere Körper **40** hat ein Lagerrückhalte Loch **40d**, eine Niederdruckkammer **40e** und eine Hochdruckkammer **40f**, die in ihm ausgebildet sind. Eine Buchse **48** als Lager ist in einem Innenumfang des Lagerrückhalte Lochs **40d** ausgebildet. Die Antriebswelle **5** hat einen Negative-z-Achsen-Richtung-Endbereich, der drehbar auf einer Innenumfangsseite der Buchse **48** montiert ist. Die Niederdruckkammer **40e** steht mit einem nicht gezeigten Tank über ein Tankanbringungsloch **400** in Verbindung. Der Tank ist eine Hydraulikfluidquelle, die das Hydraulikfluid lagert und die Flügelpumpe **1** mit dem Hydraulikfluid versorgen kann. Der Druck des Hydraulikfluids im Tank ist im Wesentlichen der Umgebungsdruck.

[0046] Die Hochdruckkammer **40f**, die in der Form eines Beutels ausgebildet ist, ist an einem unteren Bereich auf der Seite der negativen z-Achsen-Richtung in der Gehäusevertiefung **40b** angeordnet. Die Hochdruckkammer **40f** ist mit einem Auslassdurchgang **30** einer hydraulischen Schaltung **3** in Verbindung. Der Auslassdurchgang **30** ist mit einem Versorgungsdurchgang **34** zum Zuführen eines Versorgungsdrucks zur CVT **100** außerhalb der Flügelpumpe **1** über eine Messblende (Blende **320**) in Verbindung.

(Vorderer Körper)

[0047] Der vordere Körper **42** hat ein Lagerrückhalteloch **42d** und eine Niederdruckkammer **42e**, die darin ausgebildet ist. Eine Buchse **49** als Lager ist in einem Innenumfang des Lagerrückhaltelochs **42d** ausgebildet. Die Antriebswelle **5** hat einen Positive-z-Achsen-Richtung-Endbereich, der drehbar auf einer Innenumfangsseite der Buchse **49** montiert ist. Die Niederdruckkammer **42e** steht mit der Niederdruckkammer **40e** im rückwärtigen Körper **40** über einen Kommunikationsdurchgang **401**, der im hinteren Körper **40** ausgebildet ist, in Verbindung.

[0048] Der vordere Körper **42** hat eine Ansaugöffnung **43b**, eine Auslassöffnung **44b** und eine Nockenöffnung **47**. Jede dieser Öffnungen ist in der Oberfläche **420** des vorderen Körpers **42** auf der Seite der negativen z-Achsen-Richtung ausgebildet.

[0049] Die Ansaugöffnung **43b** dient als Einlass zum Einleiten des hydraulischen Fluids in die Pumpenkammern **r** auf der Ansaugseite von außen. Es wird auf **Fig. 2** Bezug genommen, in der die Ansaugöffnung **43b** in dem Abschnitt angeordnet ist, über welchen das Volumen der Pumpenkammern **r** mit der Drehung des Rotors **6** zunimmt. Die Ansaugöffnung **43b** ist eine Nut, die zu einer im Wesentlichen bogenförmigen Form um die Drehachse **O** längs der Pumpenkammern **r** auf der Ansaugseite ausgebildet ist. Hydraulischer Druck auf der Pumpenansaugseite wird durch die Ansaugöffnung **43b** eingeleitet. Eine Ansaugzone der Flügelpumpe **1** wird über einem Bereich eines Winkels angeordnet, der der Ansaugöffnung **43b** entspricht, insbesondere einem Bereich eines Winkels, der im Wesentlichen **4, 5** Steigungen entspricht, die zwischen einem Startpunkt auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung und einem Endpunkt auf der Seite der negativen x-Achsen-Richtung der Ansaugöffnung **43b** relativ zur Drehachse **O** ausgebildet sind.

[0050] Die Auslassöffnung **44b** dient als Auslass zum Ausstoßen des hydraulischen Fluids aus den Pumpenkammern **r** auf einer Auslassseite nach außen. Die Auslassöffnung **44b** ist in einem Abschnitt angeordnet, über welchen das Volumen der Pumpenkammern **r** mit der Drehung des Rotors **6** abnimmt. Die Auslassöffnung **44b** ist eine Nut, die zu einer im Wesentlichen bogenförmigen Form um die Drehachse **O** längs der Pumpenkammern **r** auf der Auslassseite ausgebildet ist. Hydraulischer Druck auf der Pumpenauslassseite wird durch die Auslassöffnung **44b** eingeleitet.

[0051] Eine Auslasszone der Flügelpumpe **1** ist über einem Bereich eines Winkels angeordnet, der der Auslassöffnung **44b** entspricht, insbesondere einem Bereich eines Winkels, der im Wesentlichen **4, 5** Steigungen entspricht, die zwischen einem Startpunkt auf

der Seite der negativen x-Achsen-Richtung und einem Endpunkt auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung der Auslassöffnung **44b** relativ zur Drehachse **O** ausgebildet sind. Eine erste Einschließungszone ist über einem Bereich eines Winkels ausgebildet, der zwischen dem Endpunkt der Ansaugöffnung **43b** und dem Startpunkt der Auslassöffnung **44b** ausgebildet ist. Eine zweite Einschließungszone ist über einem Bereich eines Winkels angeordnet, der zwischen dem Endpunkt der Auslassöffnung **44b** und dem Startpunkt der Ansaugöffnung **43b** ausgebildet ist. Die erste Einschließungszone und die zweite Einschließungszone sind jeweils eine Zone, über welcher das hydraulische Fluid in den Pumpenkammern **r**, die in der Zone angeordnet sind, eingeschlossen ist, um dadurch zu verhindern, dass die Ansaugöffnung **43b** und die Auslassöffnung **44b** miteinander in Verbindung gebracht werden. Ein winkliger Bereich jeweils der ersten Einschließungszone und der zweiten Einschließungszone entspricht im Wesentlichen einer Steigung.

[0052] Die Nockenöffnung **47** ist kreisförmig um die Drehachse **O** angeordnet, die über einen Gesamtumfang längs eines Innenumfangs der kreisförmigen Vertiefung **62** im Rotor **6** verläuft. Der hydraulische Druck auf der Pumpenansaugseite wird in die Nockenöffnung **47** eingeleitet.

[Einzelheiten des Flügels]

[0053] **Fig. 4** ist eine Darstellung, die den Flügel **7**, aus einer axialen Drehrichtung des Rotors **6** gesehen, zeigt. Der Flügel **7** hat ein Ende neben dem Nockenring **8** (distaler Flügelendbereich **70**) und ein Ende neben dem Rotor **6** (proximaler Flügelendbereich **71**). Jeder des distalen Flügelendbereichs **70** und des proximalen Flügelendbereichs **71** ist zu einer nach außen vorstehenden gekrümmten Oberfläche, aus der axialen Drehrichtung des Rotors **6** gesehen, ausgebildet (in einer zur Drehachse senkrechten Ebene). Eine Mitte **c2** einer gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** und eine Mitte **c1** einer gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** sind auf einer Achse des Flügels **7** angeordnet und auf der Seite des distalen Flügelendbereichs **70** relativ zur Mitte einer axialen Länge des Flügels **7** versetzt. **r2** soll ein Radius der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelbereichs **70** und **r1** ein Radius der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** sein. Dann werden die gekrümmten Oberflächen so ausgebildet, dass die Summe des Radius **r2** und des Radius **r1** mit einer axialen Länge **B** des Flügels **7** zusammenfällt. Insbesondere sind die gekrümmten Oberflächen so ausgebildet, dass die Mitte **c2** der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** und die Mitte **c1** der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** zusammenfallen. Ferner ist der Radius **r2** der gekrümmten Oberfläche des distalen Flü-

gelendbereichs **70** so ausgebildet, dass er kleiner als der Radius r_1 der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelenbereichs **71** ist.

[0054] Es wird bemerkt, dass die Summe des Radius r_2 und des Radius r_1 in der Realität nicht unbedingt exakt mit der axialen Länge B des Flügels **7** zusammenfallen und die Mitte c_2 und die Mitte c_1 auch nicht unbedingt auf der Achse des Flügels **7** angeordnet sind. Insbesondere können die Mitte c_2 der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelenbereichs **70** und die Mitte c_1 der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelenbereichs **71** nahe beieinander und auf der Seite des distalen Flügelenbereichs **70** relativ zur Mitte der axialen Länge des Flügels **7** angeordnet sein.

Anordnungen der Steuereinheit

[0055] Die Steuereinheit der Flügelpumpe **1** beinhaltet Steuerkammern R_1 , R_2 , das Steuerventil **2** und die Hydraulikschaltung **3**. Ein Raum zwischen dem Gehäuseloch **90** im Adapterring **9** und der Nockenring-Außenumfangsfläche **81** hat eine Seite der negativen z-Achsen-Richtung und eine Seite der positiven z-Achsen-Richtung, die von der Druckplatte **41** bzw. dem vorderen Körper **42** abgedichtet werden. Ferner ist der Raum durch einen Anlagebereich zwischen der Wälzfläche **91** und der Nockenring-Außenumfangsfläche **81** sowie einem Anlagebereich zwischen dem Abdichtungselement S_1 und der Nockenring-Außenumfangsfläche **81** fluiddicht in die zwei Steuerkammern R_1 , R_2 getrennt. In der Außenumfangsseite des Nockenrings **8** ist eine erste Steuerkammer R_1 auf der Seite der negativen x-Achsen-Richtung definiert, in welcher der Exzentrizitätsbetrag δ des Nockenrings **8** zunimmt, und eine zweite Steuerkammer R_2 ist auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung definiert, in welcher der Exzentrizitätsbetrag δ des Nockenrings **8** abnimmt.

[0056] Die Hydraulikschaltung **3** beinhaltet Durchgänge für das hydraulische Fluid, die zwischen verschiedenen Teilen im Pumpenkörper **4** verbinden. Die Durchgänge sind hauptsächlich im hinteren Körper **40** angeordnet. Der hintere Körper **40** beinhaltet auch ein im Wesentlichen zylindrisches Ventilgehäuseloch **40a**, das in der x-Achsen-Richtung verläuft. Das Steuerventil **2** hat den Kolben **20**, der im Ventilgehäuseloch **40a** untergebracht ist. Der Auslassdurchgang **30**, der mit einer Auslassöffnung **44** der Pumpeneinheit in Verbindung steht, verzweigt sich in einen ersten Steuerquellendruckdurchgang **31** und einen Auslassdurchgang **32**.

[0057] Der erste Steuerquellendruckdurchgang **31** steht mit der Seite der negativen x-Achsen-Richtung des Ventilgehäuselochs **40a** in Verbindung. Druck, der im Wesentlichen gleich dem hydraulischen Druck ist, der aus der Auslassöffnung **44** ausgestoßen wer-

den soll (Auslassdruck), wird dem Steuerventil **2** durch den ersten Steuerquellendruckdurchgang **31** als Quellendruck des hydraulischen Drucks (Steuerdruck) zum Steuern des Exzentrizitätsbetrags δ des Nockenrings **8** zugeführt. Die Blende **320** als drosselndes Teil mit einer Strömungsdurchgangs-Querschnittsfläche, die kleiner als diejenigen anderer Teile des Durchgangs ist, ist im Auslassdurchgang **32** angeordnet. Der Auslassdurchgang **32** verzweigt sich an einem Punkt stromabwärts der Blende **320** in einen zweiten Steuerquellendruckdurchgang **33** und den Versorgungsdurchgang **34**.

[0058] Hydraulischer Druck, der der Auslassdruck aus der Auslassöffnung **44** ist, der durch die Blende **320** ein wenig reduziert ist (Versorgungsdruck), wird durch den Versorgungsdurchgang **34** zur CVT **100** zugeführt.

[0059] Der zweite Steuerquellendruckdurchgang **33** steht mit der Seite der positiven x-Achsen-Richtung des Ventilgehäuselochs **40a** in Verbindung. Druck, der im Wesentlichen gleich dem Versorgungsdruck ist, wird dem Steuerventil **2** durch den zweiten Steuerquellendruckdurchgang **33** als Quellendruck des Steuerdrucks zugeführt.

[0060] Ein erster Steuerdurchgang **35** ist mit dem Ventilgehäuseloch **40a** an einer Position neben einer Öffnung, auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung, in dem Ventilgehäuseloch **40a** in Verbindung, das mit dem ersten Steuerquellendruckdurchgang **31** in Verbindung ist. Der erste Steuerdurchgang **35** ist mit der ersten Steuerkammer R_1 der Pumpeneinheit über ein Durchgangsloch **92**, das radial durch den Adapterring **9** dringt, in Verbindung. Darüber hinaus ist ein zweiter Steuerdurchgang **36** mit dem Ventilgehäuseloch **40a** an einer Position neben einer Öffnung, auf der Seite der negativen x-Achsen-Richtung, in dem Ventilgehäuseloch **40a** in Verbindung, das mit dem zweiten Steuerquellendruckdurchgang **33** in Verbindung ist. Der zweite Steuerdurchgang **36** ist mit der zweiten Steuerkammer R_2 der Pumpeneinheit über ein Durchgangsloch **93**, das radial durch den Adapterring **9** dringt, in Verbindung.

[0061] Das Steuerventil **2** ist ein Hydraulikdruck-Steuerventil (Kolbenventil), das das Ventilelement (den Kolben **20**) betätigt (versetzt), um dadurch ein Ziel der Zuführung des hydraulischen Fluids zwischen der ersten Steuerkammer R_1 und der zweiten Steuerkammer R_2 zu ändern. Das Steuerventil **2** beinhaltet den Kolben **20** und eine Schraubenfeder **21**. Insbesondere ist der Kolben **20** in dem Ventilgehäuseloch **40a** untergebracht, so dass er in der x-Achsen-Richtung versetzt werden (eine Hubbewegung ausführen) kann. Die Schraubenfeder **21** ist in einem zusammengedrückten Zustand in dem Ventilgehäuseloch **40a** auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung des Kolbens **20** angeordnet. Die Schraubenfe-

der **21** fungiert als Rückstellfeder, um den Kolben **20** beständig in die negative x-Achsen-Richtung zu drücken. Die Schraubenfeder **21** wird an ihrem Positive-x-Achsen-Richtungs-Ende von einer Halterung **22** gehalten, die mit einem Gewinde an einem Gewindedetail **40c** auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung des Ventilgehäuselochs **40a** angebracht ist.

[0062] Das Steuerventil **2** ist ein Solenoid- bzw. Elektromagnetventil, in den der Solenoid SOL eingebaut ist. Die Betätigung des Steuerventils **2** (Verschiebung des Kolbens **20**) wird durch einen Unterschied im hydraulischen Druck (erster und zweiter hydraulischer Druck), der auf beiden Seiten des Kolbens **20** gemäß einer Auslassströmungsrate der Pumpeneinheit und einer Schubkraft, die auf den Kolben **20** von dem Solenoid SOL wirkt, auf der Grundlage eines Befehls von der CVT-Steuereinheit **130** gesteuert.

[0063] Der Kolben **20** beinhaltet einen ersten Bereich **201** mit großem Durchmesser und einen zweiten Bereich **202** mit großem Durchmesser zur Öffnungsblockierung (oder zur Variierung der Öffnungsöffnung). Der erste Bereich **201** mit großem Durchmesser ist auf der Seite der negativen x-Achsen-Richtung des Kolbens **20** angeordnet und der zweite Bereich **202** mit großem Durchmesser ist an einem Endbereich auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung des Kolbens **20** angeordnet. Jeder der ersten und zweiten Bereiche **201**, **202** mit großem Durchmesser hat eine im Wesentlichen zylindrische Form und eine Außendurchmesserdimension, die im Wesentlichen identisch mit einer Innendurchmesserdimension des im Wesentlichen zylindrischen Ventilgehäuselochs **40a** ist.

[0064] Eine erste Druckkammer **23**, eine zweite Druckkammer **24** und eine Ablasskammer **25** sind in dem Ventilgehäuseloch **40a** begrenzt. Insbesondere ist die erste Druckkammer **23** durch den ersten Bereich **201** mit großem Durchmesser und einem Negative-x-Achsen-Richtung-Endbereich des Solenoids SOL begrenzt. Die zweite Druckkammer **24** ist durch den zweiten Bereich **202** mit großem Durchmesser und einen Positive-x-Achsen-Richtung-Endbereich des Ventilgehäuselochs **40a** begrenzt. Die Ablasskammer **25** ist durch den ersten Bereich **201** mit großem Durchmesser und den zweiten Bereich **202** mit großem Durchmesser begrenzt. Ungeachtet der Versetzung des Kolbens **20** ist der erste Steuerquellendruckdurchgang **31** mit der ersten Druckkammer **23** beständig in Verbindung und der zweite Steuerquellendruckdurchgang **33** ist mit der zweiten Druckkammer **24** beständig in Verbindung. Die Ablasskammer **25** ist mit einem nicht gezeigten Ablassdurchgang in Verbindung und wird bei niedrigerem Druck (zur Atmosphäre geöffnet) gehalten.

[0065] Wenn der Kolben **20** in die x-Achsen-Richtung versetzt wird, wird eine Fläche (eine Öffnungs-

fläche des Durchgangs) der Öffnung in dem Ventilgehäuseloch **40a** variiert, das mit jedem von dem ersten Steuerdurchgang **35** oder dem zweiten Steuerdurchgang **36** (Zufuhr- oder Auslassloch, insbesondere Öffnung des hydraulischen Fluids), der durch jeden von den ersten und zweiten Bereichen **201**, **202** mit großen Durchmessern blockiert wird, in Verbindung ist. Dies führt dazu, dass jeder der Durchgänge die Verbindung aufrechterhält oder geschlossen wird.

[0066] Jede der Öffnungen ist wie folgt angeordnet. In einem Zustand, in welchem der Kolben **20** am meisten auf der Seite der negativen x-Achsen-Richtung versetzt wird, unterbricht der erste Bereich **201** mit großem Durchmesser die Verbindung der Öffnung in dem ersten Steuerdurchgang **35** mit der ersten Druckkammer **23**, während er die Verbindung der Öffnung in dem ersten Steuerdurchgang **35** mit der Ablasskammer **25** zulässt. Unter derselben Bedingung unterbricht der zweite Bereich **202** mit großem Durchmesser die Verbindung der Öffnung in dem zweiten Steuerdurchgang **36** mit der Ablasskammer **25**, während er eine Verbindung der Öffnung in dem zweiten Steuerdurchgang **36** mit der zweiten Druckkammer **24** zulässt.

[0067] Wenn der Kolben **20** auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung versetzt wird, nimmt die Fläche der Öffnung in dem ersten Steuerdurchgang **35** zu, der durch den ersten Bereich **201** mit großem Durchmesser geschlossen wird, so dass eine Verbindung zwischen dem ersten Steuerdurchgang **35** und der Ablasskammer **25** unterbrochen ist. Wenn der Kolben **20** um einen vorgegebenen Betrag oder mehr auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung versetzt wird, werden der erste Steuerdurchgang **35** und die erste Druckkammer **23** miteinander in Verbindung gebracht.

[0068] Darüber hinaus wird, wenn der Kolben **20** auf der Seite der positive x-Achsen-Richtung versetzt wird, die Fläche der Öffnung im zweiten Steuerdurchgang **36**, der durch den zweiten Bereich **202** mit großem Durchmesser geschlossen wird, größer, so dass eine Kommunikation zwischen dem zweiten Steuerdurchgang **36** und der zweiten Druckkammer **24** unterbrochen wird. Wenn der Kolben **20** um einen vorgegebenen Betrag oder mehr auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung versetzt wird, werden der zweite Steuerdurchgang **36** und die Ablasskammer **25** miteinander in Verbindung gebracht.

[0069] Dem Solenoid SOL wird auf der Basis eines Befehls von der CVT-Steuereinheit **130** Energie zugeführt, so dass er einen Tauchkolben **2a** zur Seite der positiven x-Achsen-Richtung mit einer Schubkraft drückt, die gemäß der Menge von Energie zugeführtem Strom variabel ist. Ein Positive-x-Achsen-Richtung-Endbereich des Tauchkolbens **2a** stößt an einen Negative-x-Achsen-Richtung-Endbereich des

Kolbens **20** und der Kolben **20** wird dadurch mit einer elektromagnetischen Kraft des Solenoids SOL zur Seite der positiven x-Achsen-Richtung gedrückt. Dies erzeugt eine Wirkung, die identisch mit derjenigen ist, wenn eine anfängliche eingestellte Last der Schraubenfeder **21** ein wenig verändert wird. Zu dieser Zeit wird der Kolben **20** mit einem Differenzialdruck versetzt, der (zu einem früheren Zeitpunkt) kleiner ist, als wenn der Solenoid SOL ohne Energiezufuhr bleibt, um dadurch eine relativ niedrige Auslassströmungsrate zu erhalten, bevor eine vorgegebene Strömungsrate aufrechterhalten wird. Insbesondere kann die Auslassströmungsrate mit einer durch den Solenoid SOL erzeugten Drückkraft gesteuert werden. Die CVT-Steuereinheit **130** steuert den Solenoid SOL durch beispielsweise eine PWM-Steuerung, um dadurch eine Impulsbreite einer Antriebsspannung zu variieren. Dadurch wird ein gewünschter Effektivstrom durch eine Spule des Solenoids SOL geführt und die Antriebskraft des Tauchkolbens **2a** wird dadurch variiert. Die CVT-Steuereinheit **130** steuert den Leitungsdruck angemessen gemäß einem Gaspedalbetätigungsbetrag, einer Motordrehzahl, einer Fahrzeuggeschwindigkeit und damit zusammenhängenden Fahr- bzw. Antriebsbedingungen. Wenn eine hohe Auslassströmungsrate gefordert ist, wird daher Strom (elektromagnetische Kraft), der durch den Solenoid SOL zu leiten ist, AUS geschaltet oder verringert. Wenn eine niedrige Auslassströmungsrate gefordert ist, wird der Strom (elektromagnetische Kraft), der durch den Solenoid SOL zu leiten ist, erhöht.

[Betrieb]

[0070] Nachstehend wird der Betrieb der Flügelpumpe **1** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

(Pumpenbetrieb)

[0071] Das Drehen des Rotors **6** unter einer Bedingung, bei der der Nockenring **8** in der negativen x-Achsen-Richtung relativ zur Drehachse O exzentrisch ist, bewirkt, dass sich die Pumpenkammern r regelmäßig ausdehnen und zusammenziehen, während sie sich um die Drehachse O drehen. In der Ansaugzone, in welcher sich die Pumpenkammern r in der Drehrichtung ausdehnen, wird hydraulisches Fluid in die Pumpenkammern r durch eine Ansaugöffnung **43** gezogen. In der Auslasszone, in welcher sich die Pumpenkammern r in der Drehrichtung zusammenziehen, wird das angesaugte hydraulische Fluid aus den Pumpenkammern r zur Auslassöffnung **44** ausgestoßen.

[0072] Insbesondere nimmt, wenn sich die Aufmerksamkeit nur auf eine spezifische Pumpenkammer r richtet, das Volumen der spezifischen Pumpenkammer r zu, bis sich ein Flügel **7** auf der Seite der negativen Drehrichtung der Pumpenkammer r (nachste-

hend als der "rückseitige Flügel **7**" bezeichnet) an dem Endpunkt der Ansaugöffnung **43** vorbeibewegt, oder um das Vorstehende anders auszudrücken, bis sich ein Flügel **7** auf der Seite der Drehrichtung (nachstehend als der "vorderseitige Flügel **7**" bezeichnet) an dem Startpunkt der Auslassöffnung **44** vorbeibewegt. Während dieser Zeitspanne ist die spezifische Pumpenkammer r mit der Ansaugöffnung **43** in Verbindung, so dass das hydraulische Fluid durch die Ansaugöffnung **43** hereingezogen wird.

[0073] An einer Drehposition in der ersten Einschließungszone, an der (die Fläche auf der Seite der Drehrichtung des rückseitigen Flügels **7**) der rückseitige Flügel **7** der spezifischen Pumpenkammer r mit dem Endpunkt der Ansaugöffnung **43** zusammenfällt und (die Fläche auf der Seite der negativen Drehrichtung des vorderseitigen Flügels **7**) der vorderseitige Flügel **7** der spezifischen Pumpenkammer r mit dem Startpunkt der Auslassöffnung **44** zusammenfällt, steht die spezifische Pumpenkammer r weder mit der Ansaugöffnung **43** noch mit der Auslassöffnung **44** in Verbindung und wird fluiddicht gehalten.

[0074] Nachdem sich der rückseitige Flügel **7** der spezifischen Pumpenkammer r an dem Endpunkt der Ansaugöffnung **43** vorbeibewegt hat (der vorderseitige Flügel **7** sich an der Auslassöffnung **44** vorbeibewegt hat), nimmt das Volumen der spezifischen Pumpenkammer r mit der Drehung in der Auslasszone ab, so dass die spezifische Pumpenkammer r mit der Auslassöffnung **44** in Verbindung steht. Das hydraulische Fluid wird somit aus der Pumpenkammer r zur Auslassöffnung **44** ausgestoßen.

[0075] An einer Drehposition in der zweiten Einschließungszone, an welcher der rückseitige Flügel **7** der spezifischen Pumpenkammer r mit dem Endpunkt der Auslassöffnung **44** zusammenfällt und der vorderseitige Flügel **7** der spezifischen Pumpenkammer r mit dem Startpunkt der Ansaugöffnung **43** zusammenfällt, ist die spezifische Pumpenkammer r weder mit der Auslassöffnung **44** noch mit der Ansaugöffnung **43** in Verbindung und wird fluiddicht gehalten.

[0076] In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht der Bereich jeweils der ersten Einschließungszone und der zweiten Einschließungszone nur einer Steigung (für eine Pumpenkammer r). Die Ansaugzone und die Auslasszone können daher so weit wie möglich ausgedehnt werden, während verhindert wird, dass die beiden Zonen miteinander in Verbindung stehen, so dass die Pumpeneffizienz verbessert werden kann. Die Einschließungszone (der Abstand zwischen der Ansaugöffnung **43** und der Auslassöffnung **44**) können trotzdem so vorgesehen sein, dass sie sich über einen Bereich von einer Steigung oder mehr erstrecken.

(Betrieb mit variabler Verdrängung)

[0077] Wenn der Nockenring **8** auf der Seite der negativen x-Achsen-Richtung so schwingt, dass er einen Nicht-Null-Exzentrizitätsbetrag δ relativ zum Rotor **6** hat, nimmt das Volumen der Pumpenkammer r mit der Drehung des Rotors **6** in der Ansaugzone zu und wird maximal, wenn die Pumpenkammer r in der ersten Einschließungszone positioniert ist. In der Auslasszone nimmt das Volumen der Pumpenkammer r mit der Drehung des Rotors **6** ab und wird minimal, wenn die Pumpenkammer r in der zweiten Einschließungszone positioniert ist. An einer in [Fig. 2](#) gezeigten maximalen exzentrischen Position wird die Differenz des Volumens zwischen Kontraktion und Expansion der Pumpenkammer r maximal und auch die Pumpenverdrängung wird maximal.

[0078] An einer minimalen exzentrischen Position, an welcher der Nockenring **8** auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung schwingt, um einen minimalen (Null-)Exzentrizitätsbetrag δ zu haben, nimmt das Volumen der Pumpenkammer r mit der Drehung des Rotors **6** weder zu noch ab. Um das Vorstehende anders auszudrücken, die Differenz des Volumens zwischen den Pumpenkammern r wird minimal (null) und auch die Pumpenverdrängung wird minimal. Daher variiert die Differenz des Volumens mit dem Schwingungsbetrag des Nockenrings **8** und die Pumpenverdrängung variiert dementsprechend.

[0079] Die Flügelpumpe **1** beinhaltet das Steuerventil **2** als Mittel zum variablen Steuern der Pumpenverdrängung. Das Steuerventil **2** empfängt eine Druckzufuhr von der Auslassöffnung **44** und erzeugt anhand des zugeführten Drucks als Druckquelle Steuerdruck zum Steuern des Exzentrizitätsbetrags δ . Insbesondere wird hydraulisches Fluid, das in der Pumpenkammer r in der Auslasszone komprimiert wird, über die Auslassöffnung **44** der Hochdruckkammer **40f** zugeführt. Das hydraulische Fluid in der Hochdruckkammer **40f** wird durch den Auslassdurchgang **30** und den ersten Steuerquellendruckdurchgang **31** der ersten Druckkammer **23** des Steuerventils **2** und durch den Auslassdurchgang **30**, den Auslassdurchgang **32** und den zweiten Steuerquellendruckdurchgang **33** der zweiten Druckkammer **24** des Steuerventils **2** zugeführt.

[0080] Die erste Steuerkammer R1, die die Zufuhr des hydraulischen Fluids (Steuerdrucks) von der ersten Druckkammer **23** des Steuerventils **2** über den ersten Steuerdurchgang **35** empfängt, erzeugt eine erste hydraulische Kraft, die der Drückkraft der Schraubenfeder SPG widersteht, um dadurch den Nockenring **8** zur Seite der positiven x-Achsen-Richtung zu drücken. Die zweite Steuerkammer R2, die die Zufuhr des hydraulischen Fluids (Steuerdrucks) von der zweiten Druckkammer **24** des Steuerventils **2** über den zweiten Steuerdurchgang **36** empfängt, er-

zeugt eine zweite hydraulische Kraft, die die Drückkraft der Schraubenfeder SPG unterstützt, um dadurch den Nockenring **8** zur Seite der negativen x-Achsen-Richtung zu drücken.

[0081] Wenn die Summe der ersten hydraulischen Kraft und der zweiten hydraulischen Kraft dahingehend wirkt, den Nockenring **8** zur Seite der positiven x-Achsen-Richtung zu drücken, und größer als die Druckkraft der Schraubenfeder SPG ist, um den Nockenring **8** zur Seite der negativen x-Achsen-Richtung zu drücken, dann bewegt sich der Nockenring **8** zur Seite der positiven x-Achsen-Richtung. Dann wird der Exzentrizitätsbetrag δ klein und die Differenz des Volumens zwischen Kontraktion und Expansion der Pumpenkammer r wird klein, so dass die Pumpenverdrängung abnimmt. Wenn im Gegensatz hierzu die Summe der ersten hydraulischen Kraft und der zweiten hydraulischen Kraft dahingehend wirkt, den Nockenring **8** zur Seite der positiven x-Achsen-Richtung zu drücken, und kleiner als die Drückkraft der Schraubenfeder SPG ist oder wenn die Summe der hydraulischen Kräfte dahingehend wirkt, den Nockenring **8** zur Seite der negativen x-Achsen-Richtung zu drücken, dann bewegt sich der Nockenring **8** zur Seite der negativen x-Achsen-Richtung. Dann wird der Exzentrizitätsbetrag δ groß und die Differenz des Volumens zwischen Kontraktion und Expansion der Pumpenkammer r wird groß, so dass die Pumpenverdrängung zunimmt.

[0082] In einem Zustand, in welchem der ersten Steuerkammer R1 und der zweiten Steuerkammer R2 kein hydraulisches Fluid zugeführt wird, wird der Nockenring **8** von der Schraubenfeder SPG zur Seite der negativen x-Achsen-Richtung gedrückt und der Exzentrizitätsbetrag δ wird maximal.

[0083] Es wird bemerkt, dass der Exzentrizitätsbetrag δ mit nur der hydraulischen Kraft der ersten Steuerkammer R1 ohne die zweite Steuerkammer R2 gesteuert werden kann. Auch kann ein anderes Element als die Schraubenfeder als das elastische Element zum Drücken des Nockenrings **8** verwendet werden.

[0084] Das Steuerventil **2** verändert die Zufuhr des Steuerdrucks durch die Verlagerung des Kolbens **20**. Insbesondere, wenn der Kolben **20** auf der Seite der positiven x-Achsen-Richtung verlagert wird, wird das hydraulische Fluid (Steuerdruck) der ersten Steuerkammer R1 von der ersten Druckkammer **23** über den ersten Steuerdurchgang **35** zugeführt. Im Gegensatz dazu wird, wenn der Kolben **20** auf die Seite der negativen x-Achsen-Richtung verlagert wird, das hydraulische Fluid (Steuerdruck) der zweiten Steuerkammer R2 von der zweiten Druckkammer **24** über den zweiten Steuerdurchgang **36** zugeführt. Der Kolben **20** wird verlagert, wenn Druck (die erste und zweite hydraulische Kraft), der von der Auslassöffnung **44** zugeführt wird, auf ihn einwirkt. Infolgedes-

sen arbeitet das Steuerventil **2** gemäß dem Betrieb der Pumpeneinheit, die ein zu steuerndes Objekt ist, automatisch, was die Notwendigkeit beseitigt, eine separate Steuereinrichtung zum Steuern der Betätigung des Steuerventils **2** bereitzustellen, womit die Anordnung vereinfacht wird.

[0085] Insbesondere ist das Steuerventil **2** wie folgt angeordnet: wenn die erste hydraulische Kraft und die zweite hydraulische Kraft auf den Kolben **20** einwirken, wenn die Geschwindigkeit des Rotors **6** größer als null und gleich oder kleiner als ein vorgegebener Wert α ist, wird der Kolben **20** auf der Seite der negativen x-Achsen-Richtung verlagert, so dass der Steuerdruck zum Erhöhen des Exzentrizitätsbetrags δ zugeführt wird; und wenn die erste hydraulische Kraft und die zweite hydraulische Kraft auf den Kolben **20** einwirken, wenn die Geschwindigkeit des Rotors **6** größer als der vorgegebene Wert α ist, wird der Kolben **20** auf die Seite der positiven x-Achsen-Richtung verlagert, so dass der Steuerdruck zum Erhöhen des Exzentrizitätsbetrags δ zugeführt wird. Dies ermöglicht es, dass die Steuerung automatisch durchgeführt wird, so dass die Pumpenverdrängung zunimmt, wenn sich die Flügelpumpe **1** mit langsamer Geschwindigkeit dreht, und die Pumpenverdrängung abnimmt, wenn sich die Flügelpumpe **1** mit hoher Geschwindigkeit dreht.

[0086] Insbesondere wird die Position des Kolbens **20** wie folgt gesteuert: wenn die Drehgeschwindigkeit des Rotors **6** größer als null und gleich oder kleiner als der vorgegebene Wert α ist, wird die Öffnung im ersten Steuerdurchgang **35** durch den ersten Bereich **201** mit großem Durchmesser geschlossen und die Verbindung zwischen dem ersten Steuerdurchgang **35** und der ersten Druckkammer **23** wird dadurch unterbrochen; wenn die Drehgeschwindigkeit des Rotors **6** größer als der vorgegebene Wert α ist, wird die Öffnung im ersten Steuerdurchgang **35** nicht durch den ersten Bereich **201** mit großem Durchmesser geschlossen und der erste Steuerdurchgang **35** ist mit der ersten Druckkammer **23** in Verbindung. Daher kann die Steuerung so durchgeführt werden, dass die Pumpenverdrängung erhöht wird, wenn sich die Flügelpumpe **1** mit niedriger Geschwindigkeit dreht.

[0087] Darüber hinaus ist der zweite Steuerdurchgang **36**, durch welchen der Steuerdruck zum Erhöhen des Exzentrizitätsbetrags δ zugeführt wird, mit dem Ventilgehäuseloch **40a** in Verbindung. Die Position des Kolbens **20** wird wie folgt gesteuert: wenn die Geschwindigkeit des Rotors **6** größer als null und gleich oder kleiner als der vorgegebene Wert α ist, wird die Öffnung im zweiten Steuerdurchgang **36** nicht durch den zweiten Bereich **202** mit großem Durchmesser geschlossen und der zweite Steuerdurchgang **36** ist mit der zweiten Druckkammer **24** in Verbindung; wenn die Geschwindigkeit des Rotors **6** größer als der vorgegebene Wert α ist, wird die

Öffnung im zweiten Steuerdurchgang **36** durch den zweiten Bereich **202** mit großem Durchmesser geschlossen und die Verbindung zwischen dem zweiten Steuerdurchgang **36** und der zweiten Druckkammer **24** wird dadurch unterbrochen. Daher kann die Steuerung so durchgeführt werden, dass die Pumpenverdrängung verringert wird, wenn sich die Flügelpumpe **1** mit hoher Geschwindigkeit dreht.

[0088] Die Blende **320**, die einen großen Differenzialdruck gemäß dem Zeitpunkt erzeugt, wenn die durchfließende Strömungsrate zunimmt, ist im Auslassdurchgang **32** angeordnet, durch welchen Druck (Quellendruck des Steuerdrucks) von der Auslassöffnung **44** zur zweiten Druckkammer **24** zugeführt wird. Somit wird hydraulischer Druck, der niedriger als der Auslassdruck ist, der zweiten Druckkammer **24** zugeführt. Dagegen ist keine Blende in dem ersten Steuerquellendruckdurchgang **31** angeordnet, durch welchen Druck (Quellendruck des Steuerdrucks) der ersten Druckkammer **23** von der Auslassöffnung **44** zugeführt wird. Somit wird hydraulischer Druck, der im Wesentlichen gleich dem Auslassdruck ist, der ersten Druckkammer **23** zugeführt.

[0089] Insbesondere besteht ein Druckunterschied zwischen dem hydraulischen Fluid, das der ersten Steuerkammer R1 zugeführt wird, und demjenigen, der der zweiten Steuerkammer R2 zugeführt wird, und die Größe des Differenzialdrucks bestimmt den Umfang der Schwingung des Nockenrings **8**. Im Ergebnis kann die automatische Steuerung zur Senkung der Pumpenverdrängung sogar noch einfacher erreicht werden. In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Blende **320** als Mittel zum Erzeugen des Differenzialdrucks eingebaut, was die Anordnung vereinfacht. Es wird bemerkt, dass die zweite Druckkammer **24** weggelassen und der Exzentrizitätsbetrag δ des Nockenrings **8** nur mit der ersten Druckkammer **23** gesteuert werden kann. In diesem Fall kann der Kolben **20** durch die Drückkraft der Schraubenfeder **21** und den Druck der ersten Druckkammer **23** verlagert werden.

[0090] Die CVT-Steuereinheit **130** verwendet den Solenoid **501** zur Steuerung der Betätigung des Steuerventils **2**, um dadurch den Kolben **20** zu verlagern, wobei sie die Zufuhr von hydraulischem Fluid zur ersten Steuerkammer R1 und zur zweiten Steuerkammer R2 umstellt und dadurch die erste hydraulische Kraft und die zweite hydraulische Kraft entsprechend variiert. Daher kann, anders als in dem Fall, in welchem die Pumpenverdrängung nach Maßgabe der Geschwindigkeit der Flügelpumpe **1** automatisch gesteuert wird, wie vorstehend beschrieben, die Pumpenverdrängung auf irgendeine Weise, beispielsweise gemäß dem Betriebszustand der CVT **100**, unabhängig von der Geschwindigkeit der Flügelpumpe **1** (Motordrehzahl), gesteuert werden. Das Steuerventil **2** ist nicht unbedingt ein Solenoidventil, das

durch den Solenoid SOL zu steuern ist, und der Solenoid SOL kann weggelassen werden. Die Flügelpumpe 1, die dazu imstande ist, die Pumpenverdrängung variabel zu steuern, wie vorstehend beschrieben, kann das Drehmoment (Antriebsdrehmoment), das für den Pumpenantrieb erforderlich ist, reduzieren, um dadurch die Pumpenausgabe auf einem notwendigen Minimum zu halten. Dies reduziert das Verlustdrehmoment (Leistungsverlust) im Vergleich zu einer Pumpe mit fester Verdrängung.

(Verringerung des Leistungsverlusts durch Isolierung der rückwärtigen Drucköffnung)

[0091] Eine Zentrifugalkraft wirkt auf den Flügel 7 (eine Kraft zum Bewegen des Flügels 7 in der Außendurchmesserrichtung) während der Drehung des Rotors 6. Somit steht in Anbetracht der vorgegebenen Bedingungen, einschließlich einer ausreichend hohen Geschwindigkeit, der distale Flügelbereich 70 aus dem Schlitz 61 vor, um dadurch in einen Gleitkontakt mit der Nockenring-Innenumfangsfläche 80 des Nockenrings 8 zu kommen. Das Anstoßen des distalen Flügelbereichs 70 an die Nockenring-Innenumfangsfläche 80 beschränkt die radiale Bewegung des Flügels 7.

[0092] Das Vorstehen des Flügels 7 aus dem Schlitz 61 erhöht das Volumen der hinteren Druckkammer br des Flügels 7 und das Zurückziehen (Lagern) des Flügels 7 im Schlitz 61 senkt das Volumen der hinteren Druckkammer br des Flügels 7. Das Drehen des Rotors 6 unter einer Bedingung, bei welcher der Nockenring 8 in der negativen x-Achsen-Richtung relativ zur Drehachse O exzentrisch ist, bewirkt, dass sich die hintere Druckkammer br jedes Flügels 7 im Gleitkontakt mit der Nockenring-Innenumfangsfläche 80 regelmäßig ausdehnt und zusammenzieht, während sie sich um die Drehachse O dreht.

[0093] In der Ansaugzone, in der sich die hintere Druckkammer br ausdehnt, verhindert das Fehlen der Zufuhr des hydraulischen Fluids zur hinteren Druckkammer br das Vorstehen des Flügels 7, so dass der distale Flügelbereich 70 eventuell nicht an die Nockenring-Innenumfangsfläche 80 stößt, was dazu führt, dass keine Fluiddichtheit in der Pumpenkammer r erzielt wird. In der Auslasszone dagegen, in der sich die hintere Druckkammer br zusammenzieht, wird, wenn das hydraulische Fluid nicht glatt bzw. reibungslos aus der hinteren Druckkammer br ausgestoßen wird, der Flügel 7 daran gehindert, sich in den Schlitz 61 zurückzuziehen, was den Gleitwiderstand zwischen dem distalen Flügelbereich 70 und der Nockenring-Innenumfangsfläche 80 erhöht.

[0094] In der Flügelpumpe 1 gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird daher das hydraulische Fluid den hinteren Druckkammern br zugeführt, die in der Ansaugzone von der hintere-

ren Drucköffnung 45 auf der Ansaugseite positioniert sind. Daher wird die Vorstehleistung des Flügels 7 verbessert. Dagegen stoßen die hinteren Druckkammern br, die in der Auslasszone positioniert sind, das hydraulische Fluid zur hinteren Drucköffnung 46 auf der Auslassseite aus. Daher ist der Gleitwiderstand des Flügels 7 reduziert.

[0095] Insbesondere wirkt in der Ansaugzone der Druck in der Ansaugöffnung 43 auf den distalen Flügelbereich 70 und Druck in der hinteren Drucköffnung 45 auf der Ansaugseite wirkt auf die proximalen Flügelbereiche 71. Da sowohl die hintere Drucköffnung 45 auf der Ansaugseite als auch die Ansaugöffnung 43 mit den Niederdruckkammern 40e, 42e als hydraulische Sammelfluidquellen in Verbindung stehen, sind der Druck in der Ansaugöffnung 43 und der Druck in der hinteren Drucköffnung 45 auf der Ansaugseite niedrig. Die Differenz zwischen dem Druck, der auf den distalen Flügelbereich 70 einwirkt, und der Druck, der auf den proximalen Flügelbereich 71 einwirkt, ist daher nicht groß. Genauer gesagt, wird das hydraulische Fluid von dem Tank über die Niederdruckkammern 40e, 42e durch Verbindungsdurchgänge 412, 422 der Ansaugöffnung 43 bzw. durch einen Verbindungsdurchgang 413 der hinteren Drucköffnung 45 auf der Ansaugseite zugeführt. Das hydraulische Fluid wird weiterhin in die Ansaugzone gesogen, während die Flügelpumpe 1 angetrieben wird, so dass der Druck in der Ansaugöffnung 43 (Ansaugdruck) negativ, insbesondere gleich oder geringer als der Umgebungsdruck, ist. Da die hintere Drucköffnung 45 auf der Ansaugseite mit der Ansaugöffnung 43 über die Niederdruckkammern 40e, 42e in Verbindung steht, wird dagegen das hydraulische Fluid mit einem Druck nahe dem Ansaugdruck von dem Verbindungsdurchgang 413 der hinteren Drucköffnung 45 auf der Ansaugseite zugeführt.

[0096] In der Auslasszone wirkt Druck in der Auslassöffnung 44 auf den distalen Flügelbereich 70 und Druck in der hinteren Drucköffnung 46 auf der Auslassseite wirkt auf den proximalen Flügelbereich 71. Da sowohl die hintere Drucköffnung 46 auf der Auslassseite als auch die Auslassöffnung 44 mit der Hochdruckkammer 40f über Verbindungsdurchgänge 414, 415 in Verbindung stehen, sind der Druck in der Auslassöffnung 44 und der Druck in der hinteren Drucköffnung 46 auf der Auslassseite beide hoch. Die Differenz zwischen dem auf den distalen Flügelbereich 70 wirkenden Druck und dem auf den proximalen Flügelbereich 71 wirkenden Druck ist daher nicht groß. Insbesondere wenn die Flügelpumpe 1 angetrieben wird, bewirkt die Pumpentätigkeit, dass der Druck des hydraulischen Fluids in der Auslasszone ansteigt, so dass der Druck in der Auslassöffnung 44 ein Auslassdruck ist, der höher als der Umgebungsdruck ist. Dagegen steht die hintere Drucköffnung 46 auf der Auslassseite mit der Auslassöffnung 44 durch

die Hochdruckkammer **40f** in Verbindung, so dass der Druck in der hinteren Drucköffnung **46** auf der Auslassseite ein hoher Druck ist, der nahe dem Auslassdruck ist.

[0097] Im Ergebnis wird verhindert, dass die distalen Flügelendbereiche **70** unnötig hart gegen die Nockenring-Innenumfangsfläche **80** gedrückt werden, so dass ein Verlustdrehmoment als Ergebnis einer Reibung, welche auftritt, wenn der Flügel **7** die Nockenring-Innenumfangsfläche **80** gleitend kontaktiert, niedrig gehalten werden kann.

[0098] Wie vorstehend beschrieben, sind in der Flügelpumpe **1** die hinteren Drucköffnungen, die mit den hinteren Druckkammern br der Flügel **7** in Verbindung stehen, getrennt voneinander auf der Ansaugseite und der Auslassseite angeordnet. Daher kann verhindert werden, dass eine Druckdifferenz zwischen dem distalen Flügelendbereich **70** und dem proximalen Flügelendbereich **71** (wie etwa diejenige eines großen zwischen dem Ausstoßdruck und dem Ansaugdruck) sowohl in einem Ansaughub als auch einem Ausstoßhub auftritt. Der Flügel **7** kann somit adäquat durch die Zentrifugalkraft gegen den Nockenring **8** gedrückt werden, während der Gleitwiderstand reduziert werden kann. Daher kann die Reibung verringert werden. Inzwischen wird ein gesondertes Antriebsdrehmoment zum Drehen des Rotors **6** nicht verschwendet, so dass der Leistungsverlust gesenkt werden kann. Um das Vorstehende anders auszudrücken, die Flügelpumpe **1** ist das, was als Niederdrehmomentpumpe bezeichnet wird, die ein niedriges Antriebsdrehmoment im Verhältnis zur Drehzahl erfordert und hohe Effizienz bietet (insbesondere imstande ist, Leistungsverlust zu reduzieren und Kraftstoffverbrauch zu verbessern). Die Flügelpumpe **1** hat die Eigenschaft, eine große Verdrängung für ihre Größe im Vergleich zu der gewöhnlichen Flügelpumpe mit fester Verdrängung zu liefern (insbesondere kann die Flügelpumpe kompakt gebaut werden).

(Steuern des durch den Flügelnocken verursachten Lärms)

[0099] Selbst mit der vorstehend beschriebenen Anordnung, in welcher das hydraulische Fluid in der Ansaugzone von der hinteren Drucköffnung **45** auf der Ansaugseite der hinteren Druckkammer br zugeführt wird, ist die auf den Flügel **7** wirkende Zentrifugalkraft im Niedergeschwindigkeitsbereich der Pumpe klein, wie etwa während des Startens und Leerlaufs des Verbrennungsmotors. Während einer Niedergeschwindigkeitsrotation der Pumpe steht der Flügel **7** daher nur ungenügend in den Ansaughub vor, was bewirken kann, dass der distale Flügelendbereich **70** von der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** beabstandet ist. Wenn sich (die hintere Druckkammer br des Flügels **7**) der Flügel **7** der hinteren Drucköffnung **46** auf der Auslassseite unter der vorstehenden

Bedingung nähert, wirkt ein Hochdruckstoß auf den Flügel **7** (den proximalen Flügelendbereich **71**), was den Flügel **7** nach außen reißt, so dass er kräftig mit dem Nockenring **8** zusammenstößt, was Lärm verursachen kann.

[0100] Die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet daher den Flügelnocken **27**, der auf der Seite neben dem Rotor **6** in der positiven z-Achsen-Richtung angeordnet ist. Der Flügelnocken **27** ist so ausgebildet, dass er einen Außendurchmesser hat, der gleich dem Durchmesser der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** minus einen Wert ist, der die Länge des Flügels **7** verdoppelt. Insbesondere ist der Flügelnocken **27** zusammen mit dem Nockenring **8** exzentrisch und hat die Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b** so ausgebildet, dass sie jederzeit in Kontakt mit allen proximalen Flügelendbereichen **71** ist.

[0101] **Fig. 5** ist eine schematische Ansicht, die den Rotor **6**, den Flügel **7** und den Flügelnocken **27** zeigt. **Fig. 5** ist eine perspektivische Ansicht, die eine Fläche nahe einer Endfläche des Rotors **6** auf der Seite der positiven z-Achsen-Richtung zeigt. Der Flügelnocken **27** ist zusammen mit dem Nockenring **8** exzentrisch und schiebt den proximalen Flügelendbereich **71** nach oben, wie in **Fig. 5** gezeigt. Dies ermöglicht es dem Flügelnocken **27**, den Flügel **7** ausreichend nach oben zu schieben, selbst im Niedergeschwindigkeitsbereich der Pumpe, wie etwa während des Anlassens und Leerlaufs, in welchem die auf den Flügel **7** wirkende Zentrifugalkraft klein ist und der Flügel **7** mit nur der Zentrifugalkraft nur unzureichend vorsteht, wodurch verhindert wird, dass Lärm auftritt.

(Stabile Zapfenlagerung der Antriebswelle)

[0102] Die Antriebswelle **5** ist bevorzugt an beiden Enden zapfengelagert. In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hat daher der Flügelnocken **27** das Durchgangsloch **27a**, durch welches die Antriebswelle **5** geführt ist, so dass die Antriebswelle **5** beide Enden durch den hinteren Körper **40** und den vorderen Körper **42** zapfengelagert hat. Darüber hinaus hat das Durchgangsloch **27a** einen Innendurchmesser, der so ausgebildet ist, dass er nicht mit der Antriebswelle **5** in Kontakt ist, wenn der Flügelnocken **27** am exzentrischsten ist.

[0103] Die Antriebswelle **5** kann somit auf beiden Seiten zapfengelagert sein, so dass die Antriebswelle **5** stabil zapfengelagert kann.

Erzielen einer Abdichtungsfunktion des Flügelnockens

[0104] Der hydraulische Druck in der hinteren Drucköffnung **45** auf der Ansaugseite wird den Schlitzen **61** und den hinteren Druckkammern br des Rotors

6 in der Ansaugzone zugeführt und der hydraulische Druck in der hinteren Drucköffnung **46** auf der Auslassseite wird den Schlitzen **61** und den hinteren Druckkammern **br** des Rotors **6** in der Auslasszone zugeführt. Daher müssen die Schlitze **61** und die hinteren Druckkammern **br**, die in der Ansaugzone bzw. der Auslasszone positioniert sind, gegenseitig abgedichtet sein, selbst auf einer Ebene, auf welcher der Flügelnocken **27** und der Rotor **6** einander berühren. In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hat daher das Durchgangsloch **27a** einen Innendurchmesser so ausgebildet, dass er auf der Innenumfangsseite relativ zum proximalen Endbereich der hinteren Druckkammer **br** ist, wenn der Flügelnocken **27** am exzentrischsten ist.

[0105] Das Vorstehende stellt sicher, dass der proximale Endbereich der hinteren Druckkammer **br** selbst dann abgedichtet werden kann, wenn der Flügelnocken **27** am exzentrischsten ist. Darüber hinaus hat der Flügelnocken **27** eine Dicke im Verhältnis zur Tiefe der kreisförmigen Vertiefung **62** im Rotor **6**, die auf ein solches maximales Ausmaß eingestellt ist, dass die Betätigung des Flügelnockens **27** nicht behindert wird. Ferner hat der Flügel **7** eine Länge, die auf ein solches maximales Ausmaß eingestellt ist, dass die Betätigung des Flügels **7** zwischen dem Nockenring **8** und dem Flügelnocken **27** nicht behindert wird. Dies ermöglicht eine gegenseitige Abdichtung zwischen den Schlitzen **61** und den hinteren Druckkammern **br**, die in der Ansaugzone bzw. der Auslasszone positioniert sind.

(Betätigung der Nockenöffnung)

[0106] Der Flügelnocken **27**, die kreisförmige Vertiefung **62** im Rotor **6**, der Flügel **7** und der Pumpenkörper **4** begrenzen auf dem Außenumfang des Flügelnockens **27** Flügelnockenkammern **cr**, die von gleicher Anzahl wie derjenigen der Flügel **7** sind. Die Flügelnockenkammer **cr** hat ein Volumen, das mit der Drehung des Rotors **6** variiert. Insbesondere sinkt das Volumen der Flügelnockenkammer **cr** mit der Drehung in der Ansaugzone und steigt mit der Drehung in der Auslasszone. Es wird bemerkt, dass der Gesamtbetrag des gesunkenen Volumens der Flügelnockenkammer **cr** in der Ansaugzone gleich dem erhöhten der Flügelnockenkammer **cr** in der Auslasszone ist.

[0107] Wenn das hydraulische Fluid nicht in und aus der Flügelnockenkammer **cr** fließt, wenn sich das Volumen der Flügelnockenkammer **cr** ändert, ist die Flügelnockenkammer **cr** eingeschlossen, was dazu führt, dass der Rotor **6** sperrt. In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist daher die Nockenöffnung **47** in der Oberfläche **420** des vorderen Körpers **42** auf der Seite der negativen z-Achsen-Richtung ausgebildet, die der kreisförmigen Vertiefung **62** im Rotor **6** zugewandt ist. Das hydrau-

lische Fluid wird dadurch in und aus der Flügelnockenkammer **cr** fließen gelassen. Darüber hinaus erstreckt sich die Nockenöffnung **47** über den gesamten Umfang und der hydraulische Druck auf der Pumpenansaugseite (Ansaugdruck) wird in diese eingeleitet. Das meiste des hydraulischen Fluids, das als das Volumen der Flügelnockenkammer **cr** ausgestoßen wird, nimmt beim Ansaughub mit der Drehung des Rotors **6** ab und fließt durch die Nockenöffnung **47** in die Flügelnockenkammer **cr** mit einem zunehmenden Volumen beim Auslasshub. Da der Ansaugdruck zu diesem Zeitpunkt in die Nockenöffnung **47** eingeleitet wird, wird der Druck der Nockenöffnung **47** auf dem Ansaugdruck gehalten. Dies eliminiert die Wahrscheinlichkeit, dass das hydraulische Fluid in der Flügelnockenkammer **cr** eingeschlossen wird, was den Rotor **6** nicht am Drehen hindert.

(Verhinderung der Reduzierung der Wirkkraft auf den Flügelnocken und Erhöhung des Antriebsdrehmoments)

[0108] Fig. 6A bis Fig. 6D sind schematische Ansichten, die ein Verfahren zum Einstellen der Nockenöffnung **47** zum Einleiten von hydraulischem Druck in die Flügelnockenkammer **cr** zeigen. Fig. 6A bis Fig. 6D zeigen jeweils nur vier Flügel **7**. In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erstreckt sich die Nockenöffnung **47** über den gesamten Umfang des Pumpenkörpers **4**. Der hydraulische Druck (Ansaugdruck) auf der Pumpenansaugseite wird in die Nockenöffnung **47** eingeleitet. Vier Hauptvorgehensweisen sind für die Einleitung des hydraulischen Drucks in die Nockenöffnung **47** möglich.

[0109] Bei der Vorgehensweise **1** werden zwei Nockenöffnungen **47** ausgebildet, eine in der Ansaugzone und eine in der Auslasszone. Der Ansaugdruck ist in die Nockenöffnung **47** in der Ansaugzone einzuleiten, während der hydraulische Druck auf der Pumpenauslassseite (Auslassdruck) in die Nockenöffnung **47** in der Auslasszone (Fig. 6A) einzuleiten ist. Bei der Vorgehensweise **2** ist die Nockenöffnung **47** so ausgebildet, dass sie sich über den gesamten Umfang erstreckt, wie in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und der Ansaugdruck ist in die Nockenöffnung **47** einzuleiten (Fig. 6B). Bei der Vorgehensweise **3** ist die Nockenöffnung **47** so ausgebildet, dass sie sich über den gesamten Umfang erstreckt, und weder der Ansaugdruck noch der Auslassdruck ist direkt in die Nockenöffnung **47** einzuführen, und es ergibt sich ein Zwischendruck zwischen dem Auslassdruck und dem Ansaugdruck, wenn sich der Druck in der Nockenöffnung **47** entwickelt (Fig. 6C). Bei der Vorgehensweise **4** ist die Nockenöffnung **47** so ausgebildet, dass sie sich über den gesamten Umfang erstreckt, und der Auslassdruck ist in die Nockenöffnung **47** einzuleiten (Fig. 6D).

[0110] **Fig. 7** ist eine Tabelle, die Wirkungen auf das Antriebsdrehmoment von dem Druck rund um den Flügelnocken **27**, einer Wirkkraft des Flügelnockens **27** und einer Reibungskraft des Flügelnockens **27** bei jeder der vorstehenden Vorgehensweisen zusammenfasst. Symbole in **Fig. 7** bezeichnen Wirkungen in der Reihenfolge zunehmender Größe: $A^+ \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C$.

<Vorgehensweise 1>

– Druck rund um den Flügelnocken

[0111] Da der Ansaugdruck auf die Nockenöffnung **47** in der Ansaugzone und der Auslassdruck auf die Nockenöffnung **47** in der Auslasszone wirkt, wirkt der Auslassdruck auf die Auslasszone rund um den Flügelnocken **27** und der Ansaugdruck auf die Ansaugzone rund um den Flügelnocken **27**.

– Flügelnocken-Wirkkraft: radial

[0112] Der Auslassdruck wirkt auf die Auslasszone rund um den Flügelnocken **27** und der Ansaugdruck wirkt auf die Ansaugzone rund um den Flügelnocken **27**, wie vorstehend beschrieben. Eine Kraft wirkt somit auf den Flügelnocken **27** als Ganzes von der Seite der Auslasszone bis zur Seite der Ansaugzone (von rechts nach links in **Fig. 6A**). Diese Wirkkraft wird von Flügeln **7** aufgenommen, die auf der Seite positioniert sind, zu welcher die Kraft gerichtet ist. Die Anzahl von Flügeln **7**, die die Wirkkraft aufnehmen, hängt teilweise von der Rotationsposition des Rotors **6** ab. Ein guter Teil der Kraft ist dennoch von einem bis zwei Flügeln **7** aufzunehmen. Der Ansaugdruck und der Auslassdruck sollen auf einen im Wesentlichen halbkreisförmigen Bereich des gesamten Außenumfangs des Flügelnockens **27** wirken und nur die einen bis zwei Flügel **7** empfangen einen Differenzialdruck zwischen dem Ansaugdruck und dem Auslassdruck. Dies macht es notwendig, die Widerstandsfähigkeit der Oberfläche des Flügels **7** im Kontakt mit der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** und die Festigkeit des Flügelnockens **27** zu erhöhen.

– Flügelnocken-Wirkkraft: axial

[0113] Der Flügelnocken **27** dichtet die Schlitze **61** und die hinteren Druckkammern br im Rotor **6** ab. Dementsprechend wirkt der hydraulische Druck auch axial auf den Flügelnocken **27**. Da der Ansaugdruck auf die Nockenöffnung **47** in der Ansaugzone und der Auslassdruck auf die Nockenöffnung **47** in der Auslasszone wirkt, gleichen sich jedoch die Drücke axial aus, so dass im Wesentlichen keine axiale Kraft auf den Flügelnocken **27** wirkt.

– Wirkung auf Antriebsdrehmoment

[0114] Da im Wesentlichen keine axiale Kraft auf den Flügelnocken **27** wirkt, eliminiert Reibung im Flügelnocken **27** im Wesentlichen die Wirkung auf die Antriebskraft. Jedoch veranlasst eine radial auf den Flügelnocken **27** wirkende Kraft, dass die Flügel **7** gegen den Nockenring **8** gedrückt werden, was die Reibung erhöht, was zu einem etwas erhöhten Antriebsdrehmoment führt.

<Vorgehensweise 2>

– Druck rund um den Flügelnocken

[0115] Der Ansaugdruck wirkt auf die Nockenöffnung **47** durch den gesamten Umfang hindurch, so dass der Ansaugdruck auf den gesamten Umfang rund um den Flügelnocken **27** wirkt.

– Flügelnocken-Wirkkraft: radial

[0116] Der Ansaugdruck wirkt auf den gesamten Umfang rund um den Flügelnocken **27**, wie vorstehend beschrieben, so dass keine durch das hydraulische Fluid erzeugte Kraft auf den Flügelnocken **27** wirkt. Jedoch wirkt der Auslassdruck auf das distale Ende der Flügel **7** in der Auslasszone und der Ansaugdruck wirkt auf die proximalen Endbereiche der Flügel **7** im Kontakt mit dem Flügelnocken **27**. Eine Kraft wirkt dadurch auf die Innenumfangsseite der Flügel **7** und diese Kraft wird vom Außenumfang des Flügelnockens **27** aufgenommen. Der distale Endbereich des Flügels **7** hat eine Fläche, die ausreichend kleiner als eine Fläche ist, die im Wesentlichen einem Halbkreis des Außenumfangs des Flügelnockens **27** entspricht, so dass die auf die Flügel **7** wirkende Kraft ausreichend kleiner als diejenige der Vorgehensweise **1** ist.

– Flügelnocken-Wirkkraft: axial

[0117] Der Flügelnocken **27** dichtet die Schlitze **61** und die hintere Druckkammer br im Rotor **6** ab. Dementsprechend wirkt der hydraulische Druck auch axial auf den Flügelnocken **27**. Daher wird in der Auslasszone der Flügelnocken **27** gegen die Seite des vorderen Körpers **42** gedrückt.

[0118] In **Fig. 7** ist die axiale Flügelnocken-Wirkkraft durch (C) angegeben. Der Flügelnocken **27** wird gegen den vorderen Körper **42** gedrückt, der ein festes Element ist, und es gibt nur eine kleine Wirkung im Vergleich zu einem Fall, in welchem der Flügelnocken **27** gegen den Rotor **7** als rotierendes Element gedrückt wird. Daher soll das Symbol (C) einen Unterschied zur Vorgehensweise **4** zeigen.

– Wirkung auf Antriebsdrehmoment

[0119] Der Flügelnocken **27** wird gegen die Seite des vorderen Körpers **42** in der Auslasszone gedrückt. Da jedoch eine Kraft in die Richtung der Bewegung des Flügelnockens **27** weg vom Rotor **6** als rotierendes Element wirkt, kann die Reibung zwischen dem Flügel **7** und der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** zeitweise zunehmen, wenn sich der Exzentrizitätsbetrag im Flügelnocken **27** ändert. Darüber hinaus bewirkt der Flügelnocken **27**, dass die Flügel **7** in der Ansaugzone gegen die Nockenring-Innenumfangsfläche **80** gedrückt werden, wie oben beschrieben; dennoch führt das Vorstehende nur zu einer geringen Erhöhung des Antriebsdrehmoments als Ganzem.

<Vorgehensweise 3>

– Druck rund um den Flügelnocken

[0120] Da ein Zwischendruck auf die Nockenöffnung **47** durch den gesamten Umfang hindurch wirkt, wirkt der Zwischendruck rund um den Flügelnocken **27** durch den gesamten Umfang hindurch.

– Flügelnocken-Wirkkraft: radial

[0121] Der Zwischendruck wirkt rund um den Flügelnocken **27** durch den gesamten Umfang hindurch, wie vorstehend beschrieben, so dass keine durch das hydraulische Fluid erzeugte Kraft auf den Flügelnocken **27** wirkt. In der Auslasszone jedoch wirkt der Auslassdruck auf das distale Ende des Flügels **7** und der Zwischendruck wirkt auf den proximalen Endbereich des Flügels **7**. Dies führt zu einer Kraft, die auf die Innenumfangsseite des Flügels **7** wirkt, und diese Kraft wird vom Außenumfang des Flügelnockens **27** aufgenommen. Darüber hinaus wirkt in der Ansaugzone der Ansaugdruck auf das distale Ende des Flügels **7** und der Zwischendruck wirkt auf den proximalen Endbereich des Flügels **7**, so dass eine Kraft auf die Außenumfangsseite des Flügels **7** wirkt. Diese beiden Wirkkräfte wirken auf die Flügel **7** in der Ansaugzone, um dadurch die Flügel **7** gegen die Nockenring-Innenumfangsfläche **80** zu drücken, wodurch eine Reibungskraft erzeugt wird. Es wird bemerkt, dass die Kraft, die auf die Flügel **7** auf der Ansaugseite wirkt, dieselbe wie diejenige bei der Vorgehensweise **2** ist.

– Flügelnocken-Wirkkraft: axial

[0122] Der Flügelnocken **27** dichtet die Schlitze **61** und die hinteren Druckkammern br im Rotor **6** ab. Dementsprechend wirkt der hydraulische Druck auch axial auf den Flügelnocken **27**. Dies führt dazu, dass der Flügelnocken **27** gegen die Seite des vorderen Körpers **42** in der Auslasszone und gegen die Seite des Rotors **6** in der Ansaugzone gedrückt wird.

– Wirkung auf Antriebsdrehmoment

[0123] Der Flügelnocken **27** wird beständig gegen den Rotor **6** als rotierendes Element und den vorderen Körper **42** als festes Element gedrückt, um dadurch eine relative Gleitbewegung zu vollführen, was das Antriebsdrehmoment erhöht.

<Vorgehensweise 4>

– Druck rund um den Flügelnocken

[0124] Der Auslassdruck wirkt auf die Nockenöffnung **47** durch den gesamten Umfang hindurch, so dass der Auslassdruck auf den gesamten Umfang rund um den Flügelnocken **27** wirkt.

– Flügelnocken-Wirkkraft: radial

[0125] Der Auslassdruck wirkt auf den gesamten Umfang rund um den Flügelnocken **27**, wie vorstehend beschrieben, so dass keine durch das hydraulische Fluid erzeugte Kraft auf den Flügelnocken **27** wirkt. Darüber hinaus wirkt in der Ansaugzone der Ansaugdruck auf das distale Ende des Flügels **7** und der Auslassdruck wirkt auf den proximalen Endbereich des Flügels **7**, so dass eine Kraft auf die Außenumfangsseite des Flügels **7** wirkt, um dadurch den Flügel **7** gegen die Nockenring-Innenumfangsfläche **80** zu drücken, was eine Reibungskraft erzeugt. Diese Druckkraft ist dieselbe wie diejenige bei der Vorgehensweise **2** und Vorgehensweise **3**. Jedoch wirkt eine Kraft auf den Flügel **7** in einer Richtung der Bewegung des Flügels **7** weg vom Flügelnocken **27**. Daher wirkt keine Kraft auf den Flügelnocken **27**.

– Flügelnocken Wirkkraft: axial

[0126] Der Flügelnocken **27** dichtet die Schlitze **61** und die hinteren Druckkammern br im Rotor **6** ab. Dementsprechend wirkt der hydraulische Druck auch axial auf den Flügelnocken **27**. Dies führt dazu, dass der Flügelnocken **27** gegen die Seite des Rotors **6** in der Ansaugzone gedrückt wird.

– Wirkung auf Antriebsdrehmoment

[0127] Der Flügelnocken **27** wird beständig gegen den Rotor **6** als rotierendes Element gedrückt und der Flügelnocken **27** dreht sich, während er beständig eine radiale Gleitbewegung mit dem Rotor **6** vollführt, was das Antriebsdrehmoment erhöht.

[0128] Die Untersuchung der vorstehend beschriebenen Vorgehensweisen 1 bis 4 zeigt, dass bei der Vorgehensweise 2 eine Kraft zum Wirken auf den Flügelnocken **27** oder den Flügel **7** relativ klein ist und die Wirkung auf das Antriebsdrehmoment aus der Reibung auch klein ist. In der ersten Ausführungs-

form der vorliegenden Erfindung ist daher der Ansaugdruck in die Nockenöffnung **47** einzuleiten.

(Verringern des Spiels zwischen Flügel, Flügelnocken und Nockenring)

[0129] Wenn die Nockenring-Innenumfangsfläche **80** von dem distalen Flügelbereich **70** beabstandet ist (wenn es ein Spiel zwischen der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** und dem distalen Flügelbereich **70** gibt), kann Lärm entstehen, wenn die Nockenring-Innenumfangsfläche **80** mit dem distalen Flügelbereich **70** zusammenstößt. Gleichermaßen nimmt, wenn die Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b** von dem proximalen Flügelbereich **71** beabstandet ist (wenn es ein Spiel zwischen der Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b** und dem proximalen Flügelbereich **71** gibt), ein Betrag an hydraulischem Fluid zu, das zwischen den Flügelnockenkammern c_r und den hinteren Druckkammern b_r leckt. Bevorzugt wird das Spiel zwischen dem Flügel, dem Flügelnocken und dem Nockenring klein gehalten und mehr bevorzugt wird das Spiel auf null gebracht.

[0130] Der Flügel **7** ist so angeordnet, dass er im Wesentlichen axial mit einer radialen Richtung des Rotors **6** zusammenfällt. Der Nockenring **8** und der Flügelnocken **27** sollen im Verhältnis zum Rotor **6** exzentrisch sein. Insbesondere, wenn der Nockenring **8** und der Flügelnocken **27** im Verhältnis zum Rotor **6** exzentrisch sind, soll der Flügel **7** nicht axial mit der radialen Richtung des Nockenrings **8** und des Flügelnockens **27** zusammenfallen. Um das Vorstehende anders auszudrücken, wenn der Nockenring **8** und der Flügelnocken **27** im Verhältnis zum Rotor **6** exzentrisch sind, variiert ein Winkel, der von der Achse des Flügels **7** relativ zur radialen Richtung des Nockenrings **8** und des Flügelnockens **27** gebildet wird, kontinuierlich während einer Umdrehung der Flügelpumpe **1**.

[0131] Das vorgenannte Spiel variiert mit dem vorgenannten Winkel und variiert somit kontinuierlich während einer Umdrehung der Flügelpumpe **1**. Darüber hinaus ist ein Änderungsbetrag des Spiels proportional zu dem Exzentrizitätsbetrag δ des Nockenrings **8** und des Flügelnockens **27** im Verhältnis zum Rotor **6**.

[0132] Im Folgenden werden Bedingungen erörtert, um das Spiel zwischen dem Flügel **7**, dem Nockenring **8** und dem Flügelnocken **27** beständig null zu machen, selbst wenn sich der Winkel der Achse des Flügels **7** im Verhältnis zur radialen Richtung des Nockenrings **8** und des Flügelnockens **27** ändert, wie vorstehend beschrieben.

[0133] [Fig. 8](#) ist eine schematische Ansicht, die Positionsbeziehungen zwischen dem Rotor **6**, dem Nockenring **8**, dem Flügelnocken **27** und dem Flügel **7**

zeigt. [Fig. 9](#) ist eine vergrößerte schematische Ansicht, die eine Fläche rund um den Flügel **7** zeigt.

[0134] D1 soll ein Durchmesser der Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b**, D2 ein Durchmesser der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** und δ ein Abstand (ein Exzentrizitätsbetrag) zwischen einer Mitte Oc des Nockenrings **8** und des Flügelnockens **27** und einer Mitte Or des Rotors **6** sein. Ferner soll B die axiale Länge des Flügels **7**, r1 ein Krümmungsradius der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelbereichs **71** und r2 ein Krümmungsradius der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelbereichs **70** sein. Zu dieser Zeit können in einem Zustand, in welchem der distale Flügelbereich **70** an die Nockenring-Innenumfangsfläche **80** und der proximale Flügelbereich **71** an die Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b** stößt, ein Abstand R1 zwischen der Mitte Oc und der Mitte c1 der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelbereichs **71** und ein Abstand R2 zwischen der Mitte Oc und der Mitte c2 der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelbereichs **70** durch die nachstehend angegebenen Ausdrücke (1) und (2) gegeben sein.

$$R1 = D1/2 + r1 \quad (1)$$

$$R2 = D2/2 - r2 \quad (2)$$

[0135] Es wird eine Gerade von der Mitte Oc zu einem Liniensegment gezogen, das die Mitte c1 der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelbereichs **71** und die Mitte c2 der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelbereichs **70** verbindet, und ein Schnittpunkt zwischen der Geraden und dem Liniensegment wird als Punkt P definiert. θ_1 soll ein Winkel sein, der zwischen einem Liniensegment, das die Mitte Oc und die Mitte Or verbindet, und einem Liniensegment, das die Mitte c1 des proximalen Flügelbereichs **71** und die Mitte c2 der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelbereichs **70** verbindet, ausgebildet ist. Zu dieser Zeit sind ein Abstand L1 zwischen dem Punkt P und der Mitte c1 und ein Abstand **12** zwischen dem Punkt P und der Mitte c2 durch die nachstehend angegebenen Ausdrücke (3) und (4) gegeben.

$$L1 = \{R1^2 - (\delta \times \sin\theta_1)^2\}^{0.5} \quad (3)$$

$$L2 = \{R2^2 - (\delta \times \sin\theta_1)^2\}^{0.5} \quad (4)$$

[0136] X soll ein Abstand zwischen der Mitte c1 und der Mitte c2 sein, dann ist der Abstand X durch den nachstehend angegebenen Ausdruck (5) gegeben.

$$X = L2 - L1 \quad (5)$$

[0137] Aus den oben angegebenen Ausdrücken (1) bis (5) sind Spiele CL zwischen dem distalen Flügelbereich **70** und der Nockenring-Innenumfangs-

fläche **80** sowie zwischen dem proximalen Flügelendbereich **71** und der Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b** durch den nachstehend angegebenen Ausdrück (6) gegeben.

$$CL = (X + r1 + r2) - B \quad (6)$$

[0138] Aus dem Ausdruck (6) müssen die Bedingungen der nachstehend angegebenen Ausdrücke (7) und (8) erfüllt werden, um das Spiel CL null zu machen.

$$X = 0 \quad (7)$$

$$r1 + r2 = B \quad (8)$$

[0139] Insbesondere kann das Spiel CL jederzeit null gemacht werden, selbst wenn der Winkel der Achse des Flügels **7** variiert, wenn die Summe des Radius $r2$ und des Radius $r1$ mit der axialen Länge B des Flügels **7** zusammenfällt, oder, um das Vorstehende anders auszudrücken, wenn die Mitte der Krümmung $c2$ der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** mit der Mitte der Krümmung $c1$ der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** zusammenfällt. In der Realität ist es jedoch wegen beteiligter Toleranzen schwierig, das Spiel CL vollständig null zu machen. Dennoch kann das Spiel CL klein gemacht werden, indem man nach außen vorstehende gekrümmte Flächen an beiden Enden des Flügels **7** hat, ohne die Mitte der Krümmung $c2$ der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** mit der Mitte der Krümmung $c1$ der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** zusammenfallen zu lassen.

(Verbesserung des Verschleißwiderstands
beider Flügelendbereiche)

[0140] Es gelten unterschiedliche Werte für die Krümmung der gekrümmten Oberfläche an beiden Enden des Flügels, die beispielsweise von bautechnischen Größen und Betriebsbedingungen der Flügelpumpe **1** abhängen. Bei einer Konzentration auf die Krümmung des distalen Flügelendbereichs **70** wird der Verschleiß der Gleitflächen zwischen dem distalen Flügelendbereich **70** und der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** durch entsprechendes Schmieren der Oberflächen mit Schmiermittel gesteuert. Die Schmierbedingungen der Gleitflächen variieren in Abhängigkeit von Größen des Innendurchmessers des Nockenrings, der Krümmung des distalen Flügelendes und der Flügeldicke sowie Betriebsbedingungen, wie etwa Geschwindigkeit, Auslassdruck und Viskosität des hydraulischen Fluids. Beispielsweise kann eine übermäßig große Krümmung des distalen Flügelendbereichs **70** bewirken, dass der Flügel **7** durch einen Keileffekt des hydraulischen Fluids zwischen dem distalen Flügelendbereich **70** und der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** von der Nocken-

ring-Innenumfangsfläche **80** hochgehoben wird. An einem Punkt nahe einem kritischen Punkt des Auftretens des Anhebens kann ein ungewöhnlicher Verschleiß aufgrund eines Klapperns des Flügels **7** auftreten. Im Gegensatz hierzu kann eine übermäßig kleine Krümmung bewirken, dass die Kontaktbereiche zwischen dem distalen Flügelendbereich **70** und der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** schlecht geschmiert werden. Alternativ bewegt sich ein Teil des distalen Flügelendbereichs **70** im Kontakt mit der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** nur um einen kleinen Betrag während einer Umdrehung der Flügelpumpe **1**, was den Verschleiß im Kontaktbereich erhöhen kann.

[0141] Als Nächstes bewirkt bei einer Konzentration auf die Krümmung des proximalen Flügelendbereichs **71** eine übermäßig große Krümmung des proximalen Flügelendbereichs **71**, dass sich ein Bereich des proximalen Flügelendbereichs **71** im Kontakt mit der Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b** um einen großen Betrag während einer Umdrehung der Flügelpumpe **1** bewegt, was zu einem Kontakt durch einen Rand des proximalen Flügelendbereichs **71** führen kann. In diesem Fall ergibt sich eine kleine Kontaktfläche und der Kontaktbereich kann mehr verschleifen. In Gegensatz dazu führt eine übermäßig kleine Krümmung des proximalen Flügelendbereichs **71** beständig zu einer kleinen Kontaktfläche zwischen der Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b** und dem proximalen Flügelendbereich **71**, was bewirken kann, dass der Kontaktbereich mehr verschleißt.

[0142] Wie zuvor beschrieben, werden, um das Spiel zwischen dem Nockenring **8**, dem Flügel **7** und dem Flügelnocken **27** beständig null zu machen, die Mitten der Krümmung $c1$ und $c2$ der gekrümmten Oberflächen an beiden Enden des Flügels bevorzugt zusammenfallen gelassen. Eine optimale Position der Mitte der Krümmung kann gemäß den Dimensionen verschiedener Teile der Flügelpumpe und den Betriebsbedingungen ausgewählt werden. In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Mitte der Krümmung beider Enden des Flügels aus Erfahrung auf der distalen Endseite gegenüber dem mittleren Punkt in der Länge des Flügels **7** angeordnet.

[0143] Wenn die gekrümmten Oberflächen an beiden Enden des Flügels voneinander unterschiedliche Krümmungswerte aufweisen, müssen Überlegungen für die Verhinderung einer fehlerhaften Montage falscher Teile während des Zusammenbaus berücksichtigt werden. Wenn die Krümmung dieselbe ist, ist keine spezielle Ausrichtung von Teilen während des Zusammenbaus erforderlich, was die Zusammenbaubarkeit verbessert.

[Wirkung]

[0144] Wirkungen der Flügelpumpe **1** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend aufgeführt.

(1) Die Flügelpumpe **1** umfasst: den von der Antriebswelle **5** drehbar angetriebenen Rotor **6**, den Rotor **6** mit den mehreren Schlitz **61**, die auf dem Außenumfang des Rotors **6** ausgebildet sind; die mehreren Flügel **7**, wobei jeder der Flügel **7** in einem entsprechenden der Schlitz **61** auf eine Weise untergebracht ist, dass er imstande ist, aus dem Schlitz **61** hervorzustehen und sich in den Schlitz **61** zurückzuziehen, und beide Endflächen zu gekrümmten Oberflächen in einer Ebene ausgebildet hat, die senkrecht zur Drehachse des Rotors **6** ist, wobei jede der gekrümmten Oberflächen der beiden Endflächen des Flügels **7** eine Krümmung aufweist, die eine Mitte hat, die auf der distalen Endseite relativ zur Mitte der axialen Länge des Flügels **7** angeordnet ist; den Nockenring **8**, der vibrierbar so angeordnet ist, dass er den Rotor **6** umgibt; den Pumpenkörper **4**, um darin den Nockenring **8**, den Rotor **6** und die Flügel **7** aufzunehmen.

[0145] Der Pumpenkörper **4** hat eine Oberfläche (die Oberfläche **410** der Druckplatte **41** auf der Seite der positiven z-Achsen-Richtung), die so angeordnet ist, dass sie den axialen Seitenflächen des Nockenring **8** und des Rotors **6** zugewandt ist. Die Oberfläche **410** der Druckplatte **41** auf der Seite der positiven z-Achsen-Richtung bildet zusätzlich zum Nockenring **8**, dem Rotor **6** und den Flügeln **7** darauf die mehreren Pumpenkammern **r**.

[0146] Die Oberfläche **410** der Druckplatte **41** auf der Seite der positiven z-Achsen-Richtung hat: die Ansaugöffnung **43**, die mit der Ansaugzone in Verbindung steht, in welcher jede der Pumpenkammern **r** ein Volumen hat, das mit der Drehung des Rotors **6** zunimmt; wobei die ansaugseitige rückwärtige Drucköffnung **45** Druck einleitet, der demjenigen der Ansaugöffnung **43** gemeinsam ist, und mit den proximalen Endbereichen der Schlitz **61** in Verbindung steht, die die in der Ansaugzone positionierten Flügel **7** aufnehmen; die Auslassöffnung **44**, die mit der Auslasszone in Verbindung steht, in welcher jede der Pumpenkammern **r** ein Volumen hat, das mit der Drehung des Rotors **6** abnimmt; und die auslasseitige rückwärtige Drucköffnung **46**, die Druck einleitet, der demjenigen der Auslassöffnung **44** gemeinsam ist, und mit den proximalen Endbereichen der Schlitz **61** in Verbindung steht, die die in der Auslasszone positionierten Flügel **7** aufnehmen.

[0147] Die Flügelpumpe **1** umfasst ferner: die kreisförmige Vertiefung **62** (Vertiefung), die im Endbereich des Rotors **6** axial gegenüber der Oberfläche ausgebildet ist, in welcher die ansaugseitige rückwärtige

Drucköffnung **45** und die auslasseitige rückwärtige Drucköffnung **46** ausgebildet sind; den Flügelnocken **27**, der in der kreisförmigen Vertiefung **62** so angeordnet ist, dass seine Außenumfangsfläche die proximalen Endbereiche aller Flügel **7** berührt, um dadurch die Flügel **7** zwangsweise vorstehen und sich zurückziehen zu lassen, wobei der Flügelnocken **27** so bewegbar ist, dass der Exzentrizitätsbetrag relativ zur Antriebswelle **5** variiert wird; und die Nockenöffnung **47**, die in der Oberfläche des Pumpenkörpers **4** auf der Seite in Anlage mit dem Flügelnocken **27** ausgebildet ist, wobei die Nockenöffnung **47** mit der kreisförmigen Vertiefung **62** im Rotor **6** in Verbindung steht, worin der Flügelnocken **27** untergebracht ist. Der Flügelnocken **27** teilt die proximalen Endbereiche der Schlitz **61**, die die in der Ansaugzone positionierten Flügel **7** aufnehmen, von den proximalen Endbereichen der Schlitz **61**, die die in der Auslasszone positionierten Flügel **7** aufnehmen.

[0148] Das Spiel CL zwischen dem distalen Flügelendbereich **70** und der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** sowie zwischen dem proximalen Flügelendbereich **71** und der Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b** kann daher klein gemacht werden. Lärm, welcher auftritt, wenn der distale Flügelendbereich **70** und die Nockenring-Innenumfangsfläche **80** zusammenstoßen, kann daher gesteuert werden, und ein Lecken des hydraulischen Fluids zwischen dem proximalen Flügelendbereich **71** und der Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b** kann verhindert werden.

(2) Der Flügel **7** ist so ausgebildet, dass jede der gekrümmten Oberflächen der beiden Endflächen des Flügels **7** eine Krümmung mit einer Mitte hat, die miteinander zusammenfallen.

Die Spiele CL zwischen dem distalen Flügelendbereich **70** und der Nockenring-Innenumfangsfläche **80** sowie zwischen dem proximalen Flügelendbereich **71** und der Flügelnocken-Außenumfangsfläche **27b** können daher minimiert werden.

(3) Die Mitte der Krümmung **c2** der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** und die Mitte der Krümmung **c1** der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** sind auf der Seite des distalen Flügelendbereichs **70** relativ zur Mitte in der axialen Länge des Flügels **7** angeordnet.

[0149] Dies erlaubt es, dass die Krümmung des distalen Flügelendbereichs **70** klein ist, wodurch die Verschleißfestigkeit des distalen Flügelendbereich **70** verbessert wird.

Zweite Ausführungsform

[0150] Es wird eine Flügelpumpe **1** gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0151] In der Flügelpumpe **1** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Mitte der Krümmung **c2** der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** und die Mitte der Krümmung **c1** der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** auf der Seite des distalen Flügelendbereichs **70** relativ zur Mitte in der axialen Länge des Flügels **7** angeordnet. In der Flügelpumpe **1** gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind eine Mitte der Krümmung **c2** einer gekrümmten Oberfläche eines distalen Flügelendbereichs **70** und eine Mitte der Krümmung **c1** einer gekrümmten Oberfläche eines proximalen Flügelendbereichs **71** in der Mitte in einer axialen Länge eines Flügels **7** angeordnet.

[0152] In der folgenden Beschreibung werden mit Ausnahme der Flügel **7** gleiche oder entsprechende Teile durch dieselben Bezugszeichen wie diejenigen identifiziert, die in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und Beschreibungen für jene Teile werden nicht doppelt ausgeführt.

[0153] **Fig. 10** ist eine Darstellung, die den Flügel **7**, aus einer axialen Drehrichtung eines Rotors **6** gesehen, zeigt. Jeder des distalen Flügelendbereichs **70** und des proximalen Flügelendbereichs **71** ist zu einer nach außen vorstehenden gekrümmten Oberfläche ausgebildet, wie aus der axialen Drehrichtung des Rotors **6** (in einer Ebene senkrecht zur Drehachse) gesehen. Die Mitte der Krümmung **c2** der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** und die Mitte der Krümmung **c1** der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** sind auf einer Achse des Flügels **7** und in der Mitte in der axialen Länge des Flügels **7** angeordnet. r_2 soll ein Krümmungsradius der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** und r_1 ein Krümmungsradius der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** sein. Dann wird der Flügel **7** so ausgebildet, dass die Summe des Radius r_2 und des Radius r_1 mit einer axialen Länge B des Flügels **7** zusammenfällt. Insbesondere ist der Radius r_2 gleich dem Radius r_1 .

[0154] In der Realität jedoch können der Radius r_2 und der Radius r_1 im Wesentlichen einander gleich sein und die Mitte **c2** und die Mitte **c1** sind nicht unbedingt auf der Achse des Flügels **7** angeordnet. Insbesondere müssen die Mitte **c2** und die Mitte **c1** nur nahe der Mitte des Flügels **7** angeordnet werden.

Wirkung

[0155] Die Wirkungen der Flügelpumpe **1** gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden nachstehend aufgeführt.

(4) Die Mitte der Krümmung **c2** der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** und die Mitte der Krümmung **c1** der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** sind in der Mitte in der axialen Länge des Flügels **7** angeordnet.

[0156] Es ist daher keine spezifische Ausrichtung des Flügels während des Zusammenbaus erforderlich, was die Notwendigkeit von Überlegungen beseitigt, die berücksichtigt werden sollten, um eine fehlerhafte Montage des Flügels während des Zusammenbaus zu verhindern, so dass die Zusammenbaubarkeit verbessert werden kann.

Dritte Ausführungsform

[0157] Es wird eine Flügelpumpe **1** gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0158] In der Flügelpumpe **1** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Mitte der Krümmung **c2** der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** und die Mitte der Krümmung **c1** der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** auf der Seite des distalen Flügelendbereichs **70** relativ zur Mitte in der axialen Länge des Flügels **7** angeordnet. In der Flügelpumpe **1** gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind eine Mitte der Krümmung **c2** einer gekrümmten Oberfläche eines distalen Flügelendbereichs **70** und eine Mitte der Krümmung **c1** einer gekrümmten Oberfläche eines proximalen Flügelendbereichs **71** auf der Seite des proximalen Flügelendbereichs **71** relativ zu einer Mitte in einer axialen Länge eines Flügels **7** angeordnet.

[0159] In der folgenden Beschreibung werden mit Ausnahme des Flügels **7** gleiche oder entsprechende Teile durch dieselben Bezugszeichen wie diejenigen identifiziert, die in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und Beschreibungen für jene Teile werden nicht doppelt ausgeführt.

[0160] **Fig. 11** ist eine Darstellung, die den Flügel **7**, aus einer axialen Drehrichtung eines Rotors **6** gesehen, zeigt. Jeder des distalen Flügelendbereichs **70** und des proximalen Flügelendbereichs **71** ist zu einer nach außen vorstehenden gekrümmten Oberfläche ausgebildet, wie aus der axialen Drehrichtung des Rotors **6** (in einer Ebene senkrecht zur Drehachse) gesehen. Die Mitte der Krümmung **c2** der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs **70** und die Mitte der Krümmung **c1** der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs **71** sind auf einer Achse des Flügels **7** und auf der Seite des proximalen Flügelendbereichs **71** relativ zur Mitte in der axialen Länge des Flügels **7** an-

geordnet. Es wird bemerkt, dass die Mitte c2 und die Mitte c1 nicht unbedingt auf der Achse des Flügels 7 angeordnet sind.

[Betrieb]

(Abbau des Bewegungsumfangs
des Kontaktbereichs)

[0161] Eine übermäßig große Krümmung der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs 71 bewirkt, dass sich ein Bereich des proximalen Flügelendbereichs 71 im Kontakt mit einer Flügelnocken-Außenumfangsfläche um einen großen Betrag bewegt, was zu einer Berührung durch eine Kante des proximalen Flügelendbereichs 71 führen kann. Dann kann der Kontaktbereich mehr verschleifen. In der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind daher die Mitte der Krümmung c2 der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs 70 und die Mitte der Krümmung c1 der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs 71 auf der Seite des proximalen Flügelendbereichs 71 relativ zur Mitte in der axialen Länge des Flügels 7 angeordnet. Dies erlaubt es, die Krümmung des proximalen Flügelendbereichs 71 klein zu machen.

Wirkung

[0162] Die Wirkungen der Flügelpumpe 1 gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden nachstehend aufgeführt.

(5) Die Mitte der Krümmung c2 der gekrümmten Oberfläche des distalen Flügelendbereichs 70 und die Mitte der Krümmung c1 der gekrümmten Oberfläche des proximalen Flügelendbereichs 71 sind auf der Seite des proximalen Flügelendbereichs 71 relativ zur Mitte in der axialen Länge des Flügels 7 angeordnet.

[0163] Dies erlaubt es, die Krümmung des proximalen Flügelendbereichs 71 klein zu machen. Daher kann die Bewegung des Bereichs des proximalen Flügelendbereichs 71 im Kontakt mit der Flügelnocken-Außenumfangsfläche minimiert werden, so dass ein Berühren durch die Kante des proximalen Flügelendbereichs 71 verhindert werden kann, was zu einer verbesserten Haltbarkeit führt.

Weitere Ausführungsformen

[0164] Obwohl die vorliegende Erfindung insbesondere unter Bezugnahme auf verschiedene Ausführungsformen beschrieben worden ist, versteht es sich, dass die Ausführungsformen die vorliegende Erfindung nicht einschränken sollen und verschiedene Änderungen an Form und Detail daran vorgenommen werden können, ohne vom Konzept und Umfang der Erfindung abzuweichen.

[0165] Beispielsweise ist in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung der Flügelnocken 27 auf der Seite des Rotors 6 neben dem vorderen Körper 42 angeordnet. Der Flügelnocken 27 kann immer noch auf der Seite des Rotors 6 neben der Druckplatte 41 angeordnet sein. In diesem Fall müssen die rückwärtigen Drucköffnungen 45, 46 auf der Seite des vorderen Körpers 42 angeordnet sein und die Nockenöffnung 47 muss auf der Seite der Druckplatte 41 angeordnet sein.

[0166] In der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist der Flügelnocken 27 das Durchgangsloch 27a auf. Stattdessen kann der Flügelnocken 27 zu einer Scheibenform ausgebildet sein, um dadurch das Durchgangsloch 27a zu eliminieren. In diesem Fall muss der Flügelnocken 27 auf der Seite des Rotors 6 neben der Druckplatte 41 angeordnet sein. Da der Flügelnocken 27 das Durchgangsloch 27a nicht hat, ist die Antriebswelle 5 ausladend, da sie nur durch den vorderen Körper 42 zapfengelagert ist.

[0167] Merkmale, Bestandteile und spezifische Einzelheiten der Aufbauten der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen können ausgetauscht oder kombiniert werden, um weitere Ausführungsformen auszubilden, die für den jeweiligen Anwendungszweck optimiert sind. Sofern jene Modifikationen für einen Fachmann auf dem Gebiet offensichtlich sind, sollen sie durch die obige Beschreibung implizit offenbart sein, ohne jede mögliche Kombination explizit anzugeben.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 3631264 B [[0002](#), [0003](#)]

Patentansprüche

1. Flügelpumpe mit:

einem Rotor (6), der von einer Antriebswelle (5) drehbar angetrieben wird, wobei der Rotor (6) mehrere Schlitze (61) aufweist, die auf dem Außenumfang des Rotors (6) ausgebildet sind;

mehreren Flügeln (7), wobei jeder der Flügel (7) in einem entsprechenden der Schlitze (61) auf eine Weise untergebracht ist, dass er imstande ist, aus dem Schlitz (61) vorzustehen und sich in den Schlitz (61) zurückzuziehen, und beide Endflächen zu gekrümmten Oberflächen in einer Ebene ausgebildet aufweist, die senkrecht zur Drehachse des Rotors (6) ist;

einem Nockenring (8), der oszillierbar angeordnet ist, sodass er den Rotor (6) umgibt;

einem Pumpenkörper (4), um darin den Nockenring (8), den Rotor (6) und die Flügel (7) unterzubringen, wobei der Pumpenkörper (4) eine Oberfläche aufweist, die so angeordnet ist, dass sie axialen Seitenflächen des Nockenrings (8) und des Rotors (6) zugewandt ist, wobei die Oberfläche, zusätzlich zu dem Nockenring (8), dem Rotor (6) und den Flügeln (7), mehrere Pumpenkammern (r) auf ihr ausbildet, wobei die Oberfläche aufweist:

eine Ansaugöffnung (43a), die mit einer Ansaugzone, in welcher jede der Pumpenkammern (r) ein Volumen hat, das sich mit der Drehung des Rotors (6) erhöht, in Verbindung steht,

eine ansaugseitige Rückdrucköffnung (45), die einen Druck einleitet, der demjenigen der Ansaugöffnung (43a) gemeinsam ist, und mit proximalen Endbereichen der Schlitze (61), die die in der Ansaugzone positionierten Flügel (7) aufnehmen, in Verbindung steht,

eine Auslassöffnung (44a), die mit einer Auslasszone in Verbindung steht, in welcher jede der Pumpenkammern (r) ein Volumen hat, das mit der Drehung des Rotors (6) abnimmt, und

eine auslassseitige Rückdrucköffnung (46), welche Druck einleitet, der demjenigen der Auslassöffnung (44a) gemeinsam ist, und mit proximalen Endbereichen der Schlitze (61), die die in der Auslasszone positionierten Flügel (7) aufnehmen, in Verbindung steht;

eine Vertiefung, die in einem Endbereich des Rotors (6) axial gegenüber der Oberfläche ausgebildet ist, in welcher die ansaugseitige rückwärtige Drucköffnung (45) und die auslassseitige rückwärtige Drucköffnung (46) ausgebildet sind;

einen Flügelnocken (27), der so in der Vertiefung angeordnet ist, dass seine Außenumfangsfläche die proximalen Endbereiche aller Flügel (7) berührt, um dadurch die Flügel (7) zwangsweise vorstehen und sich zurückziehen zu lassen, wobei der Flügelnocken (27) beweglich ist, um den Exzentrizitätsbetrag im Verhältnis zur Antriebswelle (5) zu ändern; und

eine Nockenöffnung (47), die in einer Oberfläche des Pumpenkörpers (4) auf einer Seite in Anlage zu dem Flügelnocken (27) ausgebildet ist, wobei die Nocken-

öffnung (47) mit der Vertiefung in dem Rotor (6), in welcher der Flügelnocken (27) untergebracht ist, in Verbindung steht,

wobei der Flügelnocken (27) die proximalen Endbereiche der Schlitze (61), die die in der Ansaugzone positionierten Flügel (7) aufnehmen, von den proximalen Endbereichen der Schlitze (61), die die in der Auslasszone positionierten Flügel (7) aufnehmen, trennt.

2. Flügelpumpe nach Anspruch 1, wobei jede der gekrümmten Oberflächen der beiden Endflächen des Flügels (7) eine Krümmung mit einer Mitte hat, die miteinander zusammenfallen.

3. Flügelpumpe nach Anspruch 1, wobei jede der gekrümmten Oberflächen der beiden Endflächen des Flügels (7) eine Krümmung mit einer Mitte aufweist, die auf einer distalen Flügelendseite relativ zur Mitte einer axialen Länge des Flügels angeordnet ist.

4. Flügelpumpe nach Anspruch 2, wobei jede der gekrümmten Oberflächen der beiden Endflächen des Flügels (7) eine Krümmung mit einer Mitte aufweist, die auf einer distalen Flügelendseite relativ zur Mitte einer axialen Länge des Flügels (7) angeordnet ist.

5. Flügelpumpe nach Anspruch 1, wobei jede der gekrümmten Oberflächen der beiden Endflächen des Flügels (7) eine Mitte aufweist, die in der Mitte einer axialen Länge des Flügels (7) angeordnet ist.

6. Flügelpumpe nach Anspruch 2, wobei jede der gekrümmten Oberflächen der beiden Endflächen des Flügels (7) eine Mitte aufweist, die in der Mitte einer axialen Länge des Flügels (7) angeordnet ist.

7. Flügelpumpe nach Anspruch 1, wobei jede der gekrümmten Oberflächen der beiden Endflächen des Flügels (7) eine Krümmung mit einer Mitte aufweist, die auf einer proximalen Flügelendseite relativ zur Mitte einer axialen Länge des Flügels (7) angeordnet ist.

8. Flügelpumpe nach Anspruch 2, wobei jede der gekrümmten Oberflächen der beiden Endflächen des Flügels (7) eine Krümmung mit einer Mitte aufweist, die auf einer proximalen Flügelendseite relativ zur Mitte einer axialen Länge des Flügels (7) angeordnet ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

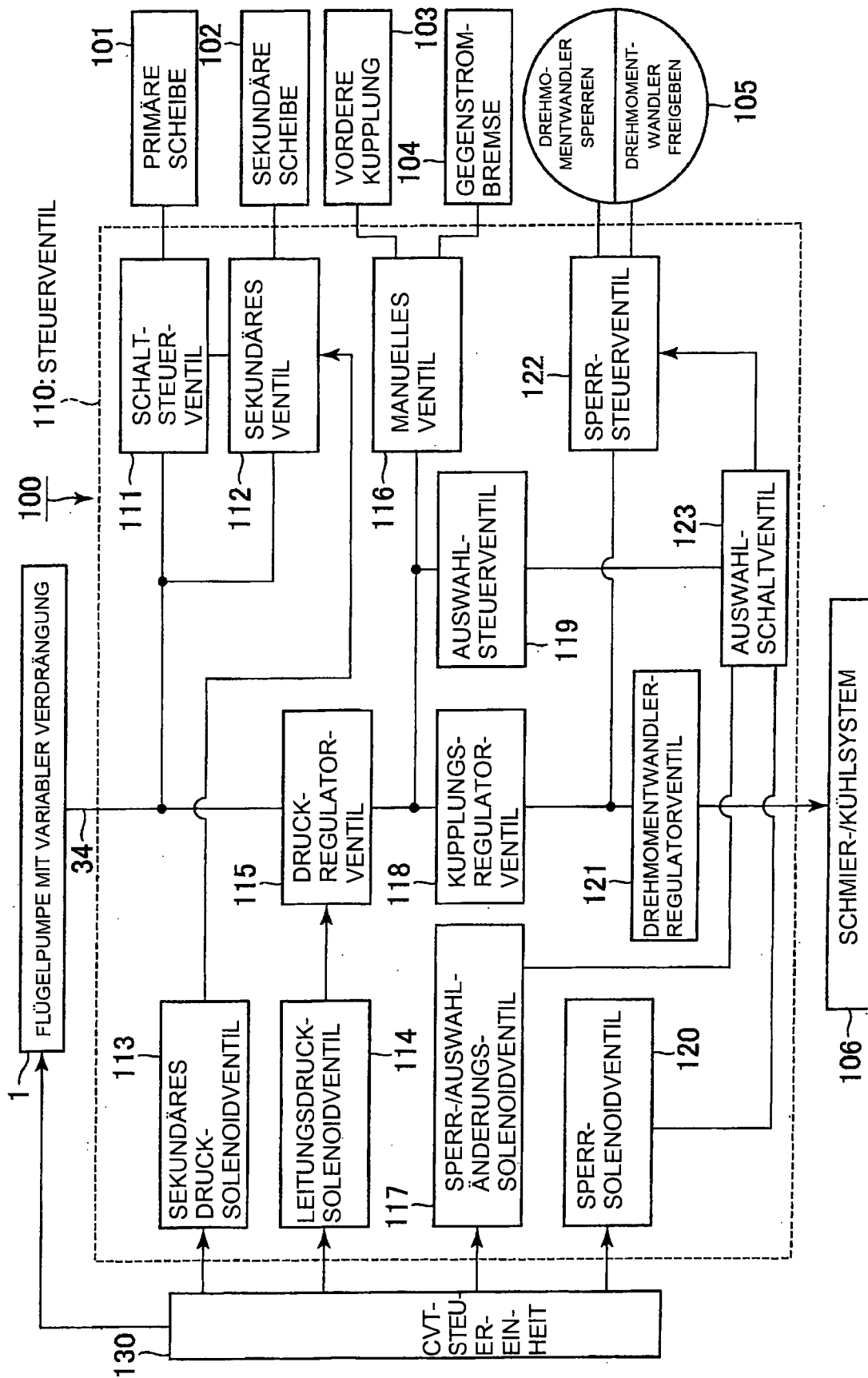


FIG. 2

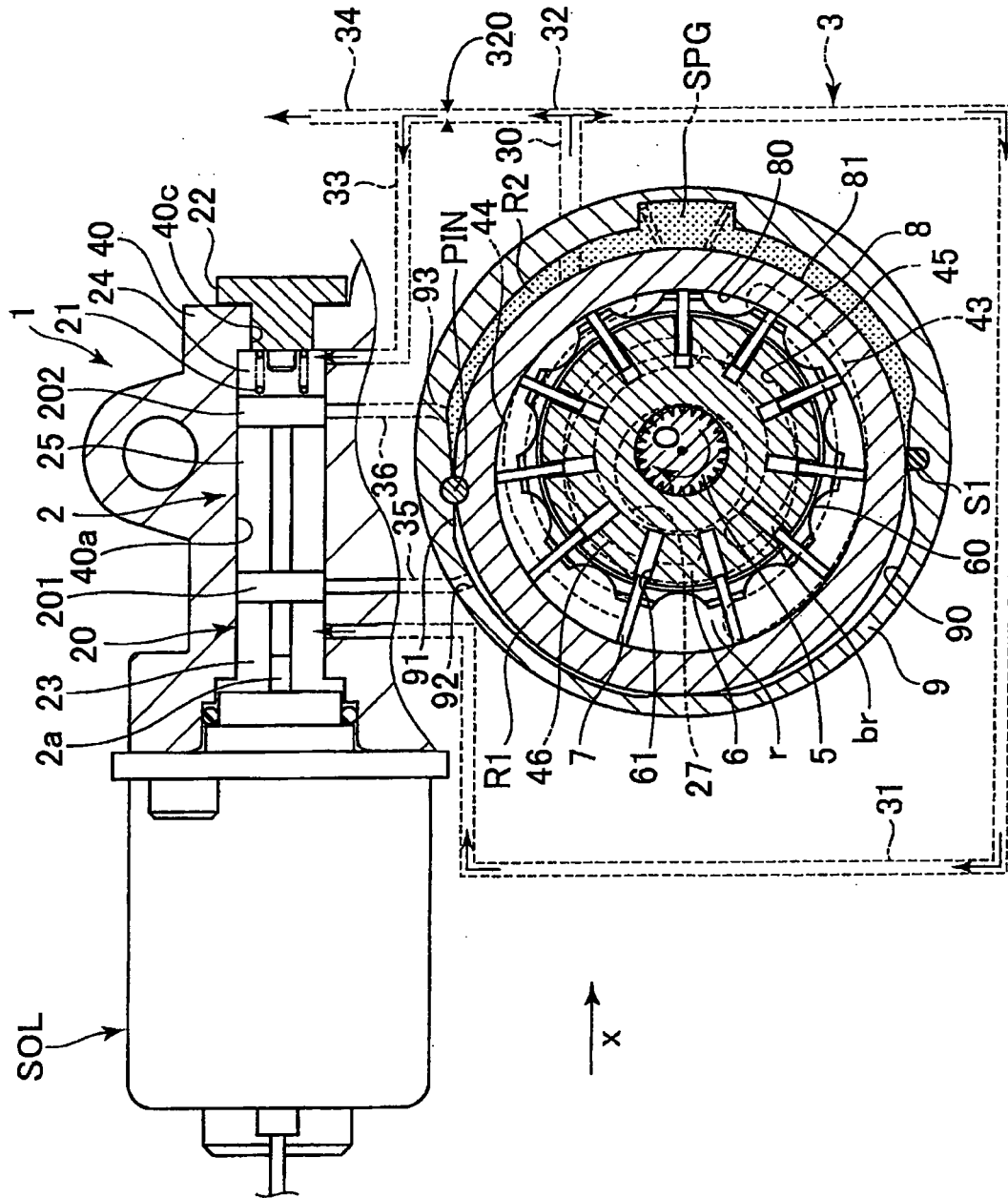


FIG. 3

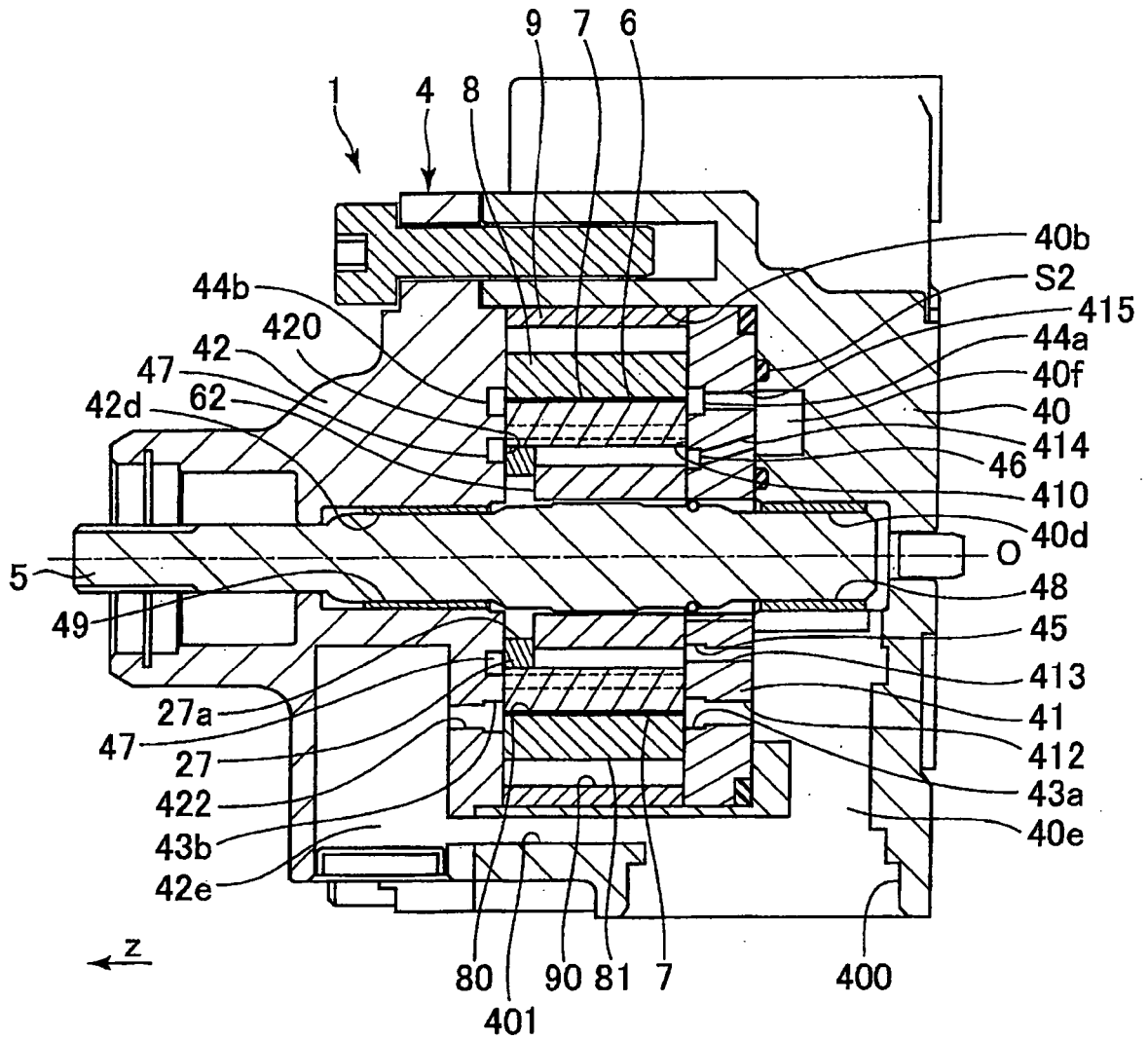


FIG. 4

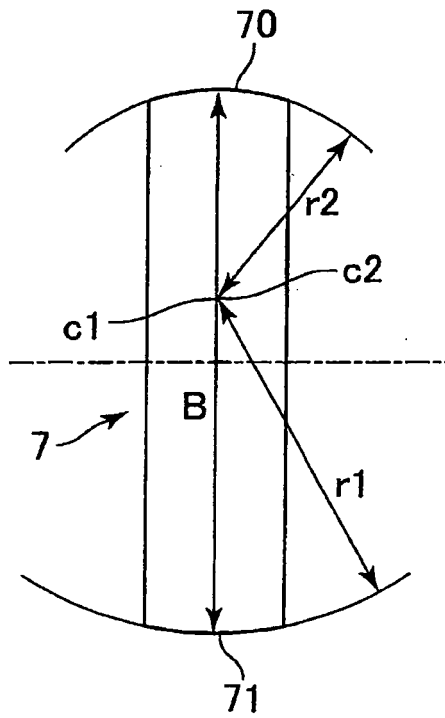


FIG. 5

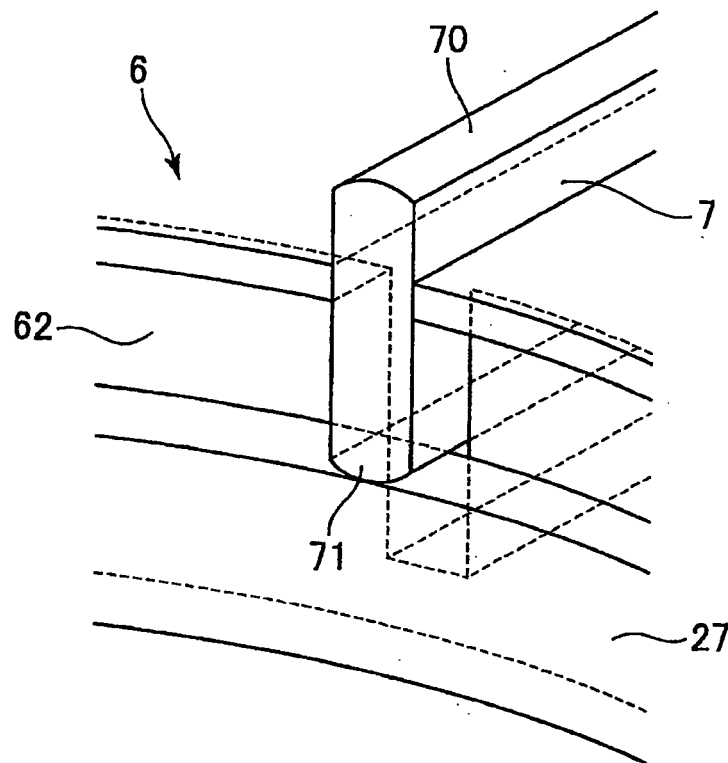


FIG. 6

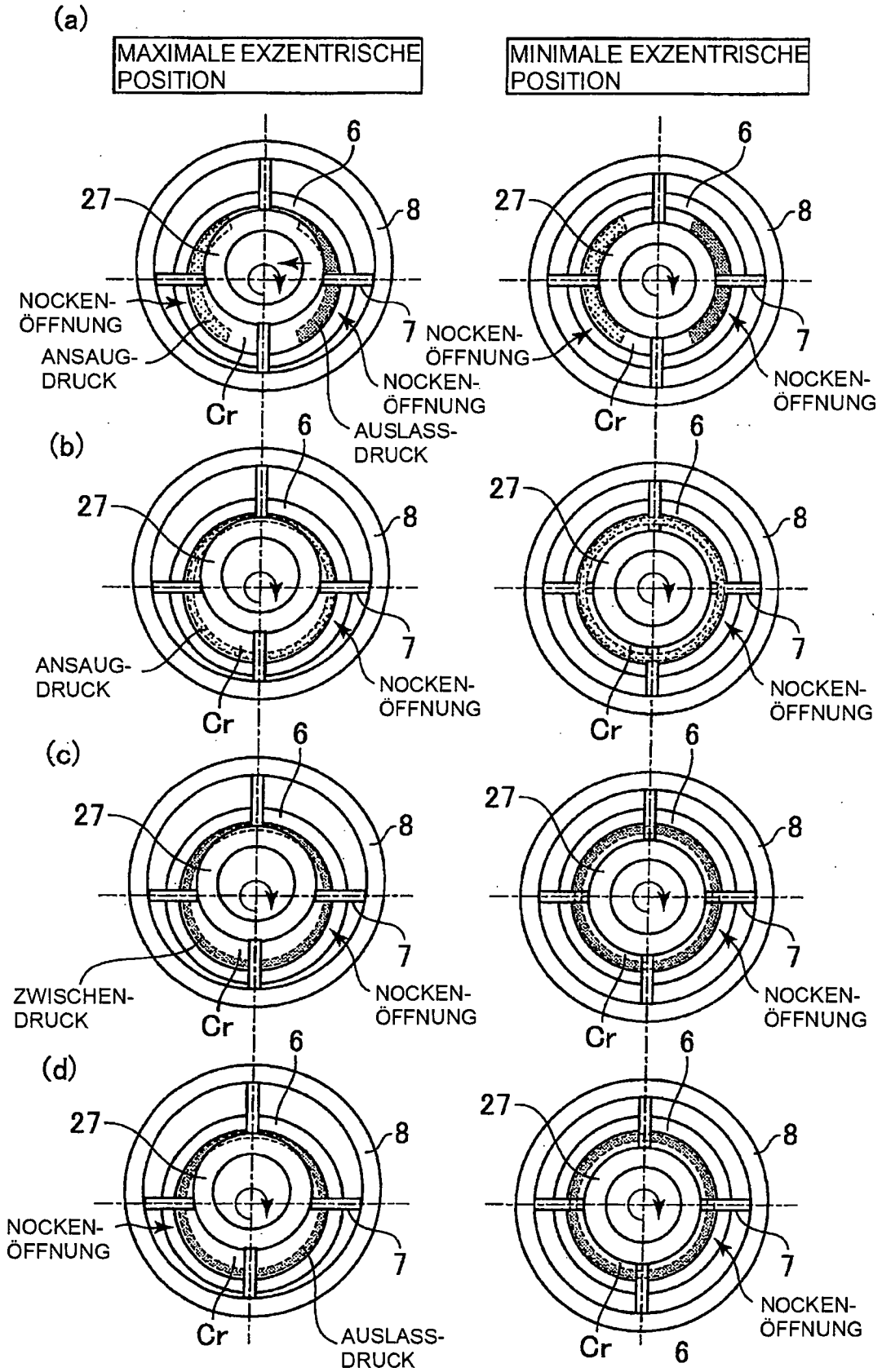


FIG. 9

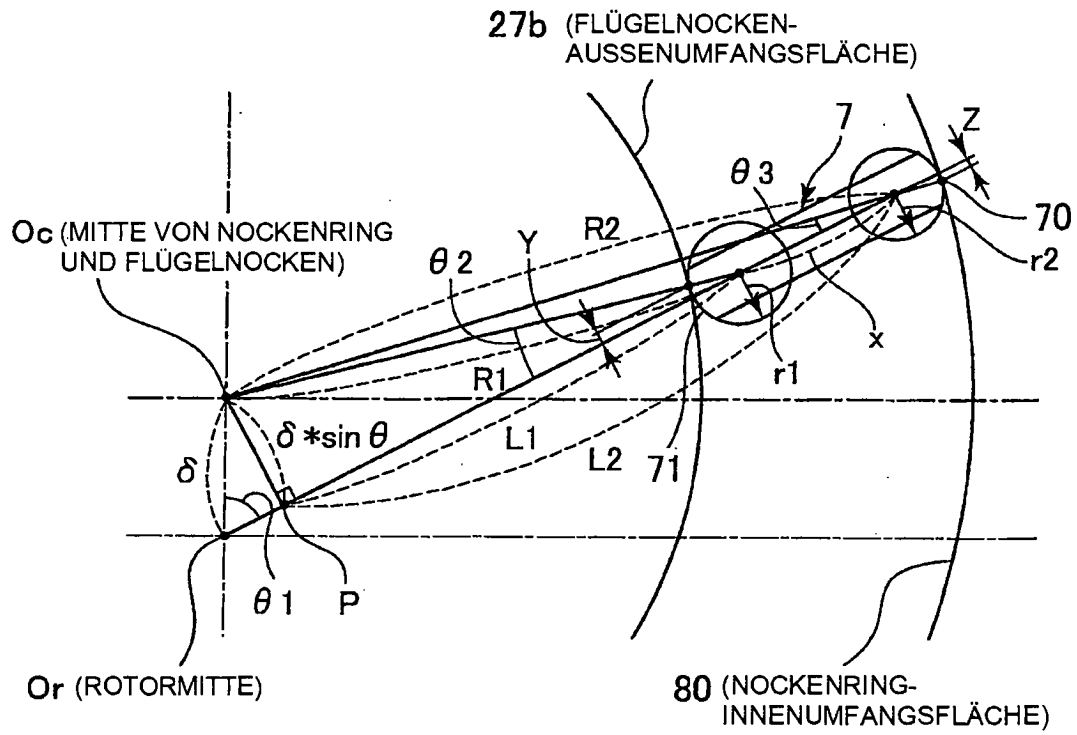


FIG. 10

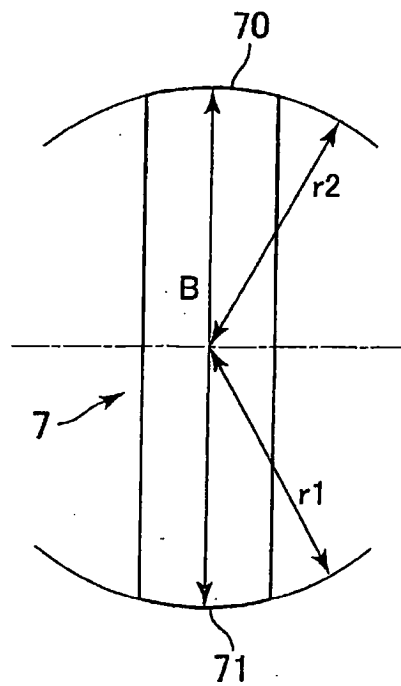


FIG. 11

