



(10) **DE 11 2018 000 444 T5** 2019.10.02

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/135573**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 000 444.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/001362**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.01.2018**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **26.07.2018**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **02.10.2019**

(51) Int Cl.: **F01L 1/356 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
2017-007514 **19.01.2017** **JP**

(71) Anmelder:
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
JP**

(74) Vertreter:
**KUHLEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE**

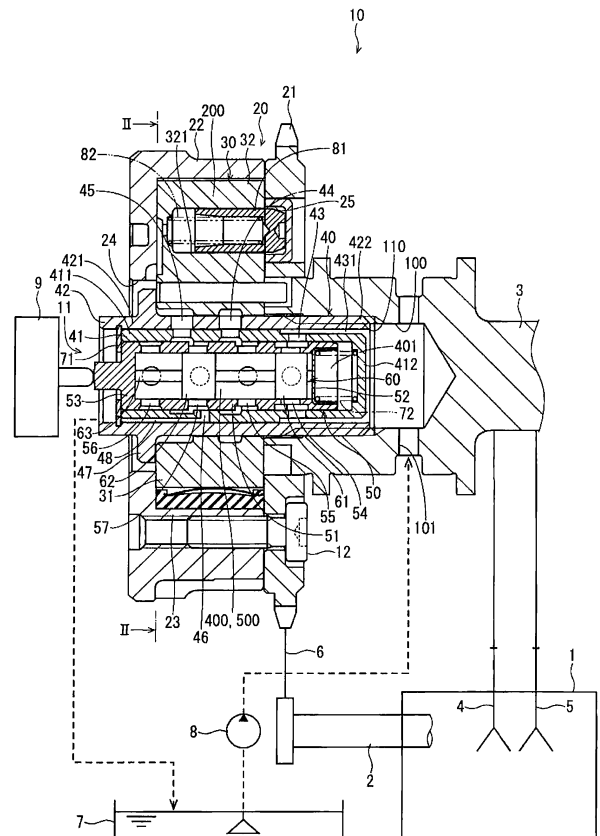
(72) Erfinder:
Mitsutani, Tetsuro, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Ventiltimingeinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Hülse (40) beinhaltet: einen Zufuhranschluss (43), welcher mit einer Hydraulikölquelle (8) in Verbindung steht; einen primären Steueranschluss (44), welcher mit einer Verzögerungskammer in Verbindung steht, einen sekundären Steueranschluss (45), welcher mit einer Vorschubkammer in Verbindung steht; und einen Ablaufanschluss (46), welcher mit einer Außenseite einer Ventiltimingeinrichtung (10) in Verbindung steht. Ein Kolben (50) beinhaltet: einen Drucksammelraum (500), welcher an einer Innenseite des Kolbens (50) ausgebildet ist; eine Zufuhrpassage (54), welche dazu konfiguriert ist, den Drucksammelraum (500) und den Zufuhranschluss (43) zu verbinden; eine primäre Steuerpassage (55), welche dazu konfiguriert ist, den Drucksammelraum (500) und den primären Steueranschluss (44) zu verbinden; eine sekundäre Steuerpassage (56), welche dazu konfiguriert ist, den Drucksammelraum (500) und den sekundären Steueranschluss (45) zu verbinden; und eine Recyclingpassage (57), welche dazu konfiguriert ist, den primären Steueranschluss (44) oder den sekundären Steueranschluss (45) mit dem Drucksammelraum (500) zu verbinden. Die Recyclingpassage (57) und der Ablaufanschluss (49) sind an der Innenseite der Hülse (40) miteinander verbunden.



Beschreibung

Querverweis auf eine ähnliche Anmeldung

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der Japanischen Patentanmeldung mit der Nr. JP 2017-7514, eingereicht am 19. Januar 2017, welche hierin durch Bezugnahme mit aufgenommen wird.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Ventiltimingeinrichtung.

Stand der Technik

[0003] Es ist eine Ventiltimingeinrichtung bekannt, die in einem Antriebskraftübertragungspfad zum Übertragen einer Antriebskraft ausgehend von einer Antriebswelle auf eine Abtriebswelle eines Verbrennungsmotors installiert ist und ein Ventiltiming eines Ansaugventils und ein Ventiltiming eines Abgasventils einstellt, das durch die Abtriebswelle derart angetrieben wird, dass dieses sich öffnet und schließt. In einem Fall, bei welchem die Ventiltimingeinrichtung vom hydraulischen Typ ist, beinhaltet die Ventiltimingeinrichtung: ein Gehäuse, das synchron mit einer ausgewählt aus der Antriebswelle und der Abtriebswelle gedreht wird; und einen Flügelrotor, der an einem Endabschnitt der anderen ausgewählt aus der Antriebswelle und der Abtriebswelle fixiert ist. Die Ventiltimingeinrichtung dreht den Flügelrotor in einer Vorschubrichtung oder einer Verzögerungsrichtung relativ zu dem Gehäuse, indem einer ausgewählt aus einer primären Hydraulikkammer und einer sekundären Hydraulikkammer, die durch den Flügelrotor in dem Inneren des Gehäuses definiert sind, Hydrauliköl zugeführt wird. Das Hydrauliköl wird durch ein Passagenänderungsventil zugeführt.

Liste der Entgegenhaltungen

Patentliteratur

[0004] Patentliteratur 1: JP 5 941 602 B2

Kurzfassung der Erfindung

[0005] Bei einer Ventiltimingeinrichtung der Patentliteratur 1 beinhaltet eine Hülse eines Passagenänderungsventils zum Beispiel: einen Zufuhranschluss, der dazu konfiguriert ist, einem Drucksammelraum, der an einer Innenseite eines Kolbens ausgebildet ist, Hydrauliköl zuzuführen; einen primären Steueranschluss, welcher mit einer primären Hydraulikkammer in Verbindung steht; einen sekundären Steueranschluss, welcher mit einer sekundären Hydraulikkammer in Verbindung steht; einen primären Ablaufanschluss, welcher dazu konfiguriert ist, das

Hydrauliköl ausgehend von der primären Hydraulikkammer zu einer Außenseite abzuführen; einen sekundären Ablaufanschluss, welcher dazu konfiguriert ist, das Hydrauliköl ausgehend von der sekundären Hydraulikkammer zu der Außenseite abzuführen; einen primären Recyclinganschluss, welcher dazu konfiguriert ist, das Hydrauliköl ausgehend von der primären Hydraulikkammer zu dem Drucksammelraum rückzuführen; und einen sekundären Recyclinganschluss, welcher dazu konfiguriert ist, das Hydrauliköl ausgehend von der sekundären Hydraulikkammer zu dem Drucksammelraum rückzuführen. Die vorstehend beschriebenen zwei Typen von Recyclinganschlüssen erlauben eine Wiederverwendung des Hydrauliköls, das ausgehend von der primären Hydraulikkammer abgeführt wird, und des Hydrauliköls, das ausgehend von der sekundären Hydraulikkammer abgeführt wird.

[0006] Recyclingventile sind zwischen einer Innenwand der Hülse und einer Außenwand des Kolbens derart installiert, dass jedes der Recyclingventile einen Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem primären Recyclinganschluss oder dem sekundären Recyclinganschluss hin zu dem Drucksammelraum ermöglicht und einen Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum hin zu dem primären Recyclinganschluss oder dem sekundären Recyclinganschluss beschränkt. Dadurch ist es möglich, einen Rückfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum hin zu den jeweiligen Recyclinganschlüssen zu beschränken. Im Ergebnis kann bei der Struktur, welche die Wiederverwendung des Hydrauliköls ermöglicht, das Ansprechverhalten der Ventiltimingeinrichtung erhöht werden.

[0007] Bei der Ventiltimingeinrichtung der Patentliteratur 1 weist die Hülse den Zufuhranschluss, den primären Ablaufanschluss, den primären Steueranschluss, den primären Recyclinganschluss, den sekundären Recyclinganschluss, den sekundären Steueranschluss sowie den sekundären Ablaufanschluss auf, welche einer nach dem anderen in der axialen Richtung der Hülse angeordnet sind. Im Ergebnis wird eine axiale Größe der Hülse groß und dadurch kann eine Größe des Passagenänderungsventils möglicherweise erhöht werden.

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Ventiltimingeinrichtung vorzusehen, welche ein kleines Passagenänderungsventil beinhaltet und ein gutes Ansprechverhalten aufweist.

[0009] Gemäß der vorliegenden Offenbarung ist eine Ventiltimingeinrichtung vorgesehen, die dazu konfiguriert ist, in einem Antriebskraftübertragungspfad zum Übertragen einer Antriebskraft ausgehend von einer Antriebswelle auf eine Abtriebswelle eines Verbrennungsmotors installiert zu sein, und die dazu konfiguriert ist, ein Ventiltiming eines Ventils

einzustellen, das durch die Abtriebswelle derart angetrieben ist, dass dieses sich öffnet und schließt. Die Ventiltimingeinrichtung beinhaltet ein Gehäuse, einen Flügelrotor, eine Hülse, einen Kolben und ein Recycling-Rückschlagventil.

[0010] Eine ausgewählt aus der Antriebswelle und der Abtriebswelle ist als eine erste Welle definiert, während die andere ausgewählt aus der Antriebswelle und der Abtriebswelle als eine zweite Welle definiert ist. Das Gehäuse ist dazu konfiguriert, synchron mit der ersten Welle gedreht zu werden, und das Gehäuse ist dazu konfiguriert, an einen Endabschnitt der zweiten Welle eingepasst zu sein, und ist dazu konfiguriert, durch die zweite Welle drehbar gelagert zu werden.

[0011] Der Flügelrotor ist dazu konfiguriert, an dem Endabschnitt der zweiten Welle fixiert zu sein, und beinhaltet einen Flügel, der einen Innenraum des Gehäuses in eine primäre Hydraulikkammer und eine sekundäre Hydraulikkammer aufteilt, während sich die primäre Hydraulikkammer in einer Umfangsrichtung auf einer Seite des Flügels befindet, und die sekundäre Hydraulikkammer sich in der Umfangsrichtung auf der anderen Seite des Flügels befindet. Der Flügelrotor ist dazu konfiguriert, abhängig von einem Druck eines Hydrauliköls, das der primären Hydraulikkammer ausgehend von einer Hydraulikölquelle zugeführt wird, und einem Druck des Hydrauliköls, das der sekundären Hydraulikkammer ausgehend von der Hydraulikölquelle zugeführt wird, relativ zu dem Gehäuse gedreht zu werden.

[0012] Die Hülse ist in einer rohrförmigen Form geformt und beinhaltet: einen Zufuhranschluss, welcher mit der Hydraulikölquelle in Verbindung steht; einen primären Steueranschluss, welcher mit der primären Hydraulikkammer in Verbindung steht; einen sekundären Steueranschluss, welcher mit der sekundären Hydraulikkammer in Verbindung steht; und einen Ablaufanschluss, welcher mit einer Außenseite der Ventiltimingeinrichtung in Verbindung steht.

[0013] Der Kolben ist in einer rohrförmigen Form geformt und ist dazu konfiguriert, sich an einer Innenseite der Hülse in einer axialen Richtung des Kolbens hin und her zu bewegen. Der Kolben beinhaltet: einen Drucksammelraum, welcher an einer Innenseite des Kolbens ausgebildet ist; eine Zufuhrpassage, welche dazu konfiguriert ist, den Drucksammelraum und den Zufuhranschluss zu verbinden; eine primäre Steuerpassage, welche dazu konfiguriert ist, den Drucksammelraum und den primären Steueranschluss zu verbinden; eine sekundäre Steuerpassage, welche dazu konfiguriert ist, den Drucksammelraum und den sekundären Steueranschluss zu verbinden; und eine Recyclingpassage, welche dazu konfiguriert ist, den primären Steueranschluss oder den sekundären Steueranschluss mit dem Drucksammelraum zu ver-

binden. Die Recyclingpassage erlaubt eine Wiederverwendung des Hydrauliköls, das ausgehend von der primären Hydraulikkammer abgeführt wird, und des Hydrauliköls, das ausgehend von der sekundären Hydraulikkammer abgeführt wird.

[0014] Das Recycling-Rückschlagventil ist an der Innenseite des Kolbens platziert und ist dazu konfiguriert, einen Fluss des Hydrauliköls ausgehend von der Recyclingpassage hin zu dem Drucksammelraum zu ermöglichen, und ist dazu konfiguriert, einen Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum hin zu der Recyclingpassage zu beschränken. Dadurch ist es möglich, einen Rückfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum hin zu der Recyclingpassage zu beschränken. Im Ergebnis kann bei der Struktur, welche die Wiederverwendung des Hydrauliköls ermöglicht, das Ansprechverhalten der Ventiltimingeinrichtung erhöht werden.

[0015] Bei der vorliegenden Offenbarung sind die Recyclingpassage und der Ablaufanschluss an der Innenseite der Hülse miteinander verbunden. Daher ist es anders als bei der zuvor vorgeschlagenen Technik nicht notwendig, dass die Hülse den Recyclinganschluss aufweist, welcher sich von dem Ablaufanschluss unterscheidet, und wird dazu verwendet, das Hydrauliköl ausgehend von den jeweiligen Hydraulikkammern zu dem Drucksammelraum rückzuführen. Im Ergebnis kann eine axiale Größe der Hülse klein hergestellt werden und dadurch kann das Passagenänderungsventil klein hergestellt werden.

Figurenliste

[0016] Die vorliegende Offenbarung wird gemeinsam mit zusätzlichen Aufgaben, Merkmalen und Vorteilen dieser am besten aus der folgenden Beschreibung mit Blick auf die beiliegenden Zeichnungen verstanden werden.

Fig. 1 eine Querschnittsansicht, welche eine Ventiltimingeinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 2 eine Querschnittsansicht, wobei der Schnitt entlang einer Linie II-II von **Fig. 1** vorgenommen worden ist, und diese veranschaulicht nur ein Gehäuse und einen Flügelrotor.

Fig. 3A ein Diagramm, welches ein Rückschlagventil der Ventiltimingeinrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 3B eine Ansicht aus einer Richtung eines Pfeils IIIB in **Fig. 3A**.

Fig. 3C eine entwickelte Ansicht des Rückschlagventils.

Fig. 4 eine Querschnittsansicht, welche einen Bereich um eine Recyclingpassage der Ventiltingeinstellvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 5 eine Querschnittsansicht, welche eine Ventiltingeinstellvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 6 eine Querschnittsansicht, welche eine Ventiltingeinstellvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 7A ein Diagramm, welches ein Rückschlagventil der Ventiltingeinstellvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 7B eine Querschnittsansicht, wobei der Querschnitt entlang einer Linie VII B-VII B in **Fig. 7A** vorgenommen worden ist.

Fig. 7C eine Querschnittsansicht, wobei der Querschnitt entlang einer Linie VIII C-VIII C in **Fig. 7A** vorgenommen worden ist.

Fig. 8 eine Querschnittsansicht, welche ein Passagenänderungsventil einer Ventiltingeinstellvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 9 eine Querschnittsansicht, welche einen Teil einer Ventiltingeinstellvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 10 eine Querschnittsansicht, welche ein Passagenänderungsventil einer Ventiltingeinstellvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Fig. 11 eine Querschnittsansicht, welche ein Passagenänderungsventil einer Ventiltingeinstellvorrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0017] Nachfolgend wird eine Ventiltingeinstellvorrichtung gemäß einer Mehrzahl von Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben werden. Komponenten, die bei der Mehrzahl von Ausführungsformen im Wesentlichen die gleichen sind, werden durch die gleichen Bezugszeichen angegeben und diese werden nicht redundant beschrieben werden.

Erste Ausführungsform

[0018] **Fig. 1** veranschaulicht eine Ventiltingeinstellvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die Ventiltingeinstellvorrichtung **10** verändert eine Drehphase einer Nockenwelle **3** relativ zu einer Kurbelwelle **2** einer Maschine **1** (die als ein Verbrennungsmotor dient), sodass die Ventiltingeinstellvorrichtung **10** ein Ventilting von Ansaugventilen **4** bei den Ansaugventilen **4** und Abgasventilen **5**, die durch die Nockenwelle **3** derart angetrieben werden, dass diese sich öffnen und schließen, anpasst bzw. einstellt. Die Ventiltingeinstellvorrichtung **10** ist in einem Antriebskraftübertragungspfad installiert, der sich ausgehend von der Kurbelwelle **2** zu der Nockenwelle **3** erstreckt. Die Kurbelwelle **2** entspricht einer Antriebswelle. Die Nockenwelle **3** entspricht einer Abtriebswelle.

[0019] Die Struktur der Ventiltingeinstellvorrichtung **10** wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** und **Fig. 2** beschrieben werden.

[0020] Die Ventilzeitabstimmungs-Einstellvorrichtung **10** beinhaltet ein Gehäuse **20**, einen Flügelrotor **30** und ein Passagenänderungsventil **11**.

[0021] Das Gehäuse **20** beinhaltet ein Kettenrad **21** und eine Einhausung **22**. Das Kettenrad **21** ist an einem Endabschnitt der Nockenwelle **3** eingepasst. Die Nockenwelle **3** lagert das Kettenrad **21** drehbar. Eine Kette **6** ist um das Kettenrad **21** und die Kurbelwelle **2** gewunden. Das Kettenrad **21** wird synchron mit der Kurbelwelle **2** gedreht. Die Einhausung **22** ist in einer mit einem Boden versehenen rohrförmigen Form geformt. Die Einhausung **22** ist durch Bolzen **12** an dem Kettenrad **21** fixiert, während ein Öffnungsende der Einhausung **22** das Kettenrad **21** kontaktiert. Die Einhausung **22** bildet eine Mehrzahl von Trennwandabschnitten **23** aus, die in der radialen Richtung nach innen hervorstehen. Eine Öffnung **24** ist an einem Mittelpunkt eines Bodens der Einhausung **22** derart ausgebildet, dass sich die Öffnung **24** zu einem Raum öffnet, welcher sich an der Außenseite der Einhausung **22** befindet. Die Öffnung **24** befindet sich auf einer gegenüberliegenden Seite des Flügelrotors **30**, welche gegenüber der Nockenwelle **3** angeordnet ist.

[0022] Der Flügelrotor **30** weist eine Nabe **31** und eine Mehrzahl von Flügeln **32** auf. Die Nabe **31** ist in einer rohrförmigen Form geformt und an dem Endabschnitt der Nockenwelle **3** fixiert. Jeder der Flügel **32** steht ausgehend von der Nabe **31** in der radialen Richtung nach außen hervor und ist zwischen zwei entsprechenden benachbarten Trennwandabschnitten **23** platziert. Ein Innenraum **200** des Gehäuses **20** ist durch die Flügel **32** in Verzögerungskammern **201** und Vorschubkammern **202** unterteilt. Jede der Verzögerungskammern **201** entspricht einer

primären Hydraulikkammer und ist in der Umfangsrichtung auf einer Seite des entsprechenden Flügels **32** positioniert. Jede der Vorschubkammern **202** entspricht einer sekundären Hydraulikkammer und ist in der Umfangsrichtung auf der anderen Seite des entsprechenden Flügels **32** positioniert. Der Flügelrotor **30** dreht sich relativ zu dem Gehäuse **20** gemäß einem Öldruck in den jeweiligen Verzögerungskammern **201** und einem Öldruck in den jeweiligen Vorschubkammern **202** in einer Verzögerungsrichtung oder einer Vorschubrichtung.

[0023] Das Passagenänderungsventil **11** weist eine Hülse **40**, einen Kolben **50** und ein Rückschlagventil **60** auf.

[0024] Die Hülse **40** weist eine innere Hülse **41**, eine äußere Hülse **42**, eine Mehrzahl von Zufuhranschlüssen **43**, eine Mehrzahl von primären Steueranschlüssen **44**, eine Mehrzahl von sekundären Steueranschlüssen **45**, einen Ablaufanschluss **46** und einen Halteabschnitt **47** auf.

[0025] Die innere Hülse **41** ist aus einem Metall wie beispielsweise Aluminium hergestellt, welches einen relativ niedrigen Härtegrad aufweist. Die innere Hülse **41** weist ein Hülsenrohr **411** und einen Hülsenboden **412** auf. Das Hülsenrohr **411** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt. Der Hülsenboden **412** ist integral in einem Stück derart mit dem Hülsenrohr **411** ausgebildet, dass der Hülsenboden **412** ein Ende des Hülsenrohrs **411** schließt.

[0026] Die äußere Hülse **42** ist aus einem Metall wie beispielsweise Eisen hergestellt. Die äußere Hülse **42** weist ein Hülsenrohr **421** und einen Gewindeabschnitt **422** auf. Das Hülsenrohr **421** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt. Der Gewindeabschnitt **422** ist an einer Außenwand eines Endabschnitts des Hülsenrohrs **421** ausgebildet.

[0027] Die innere Hülse **41** ist derart an einer Innenseite der äußeren Hülse **42** platziert, dass der Hülsenboden **412** der Seite des Gewindeabschnitts **422** zugewandt angeordnet ist. Eine Außenwand der inneren Hülse **41** ist an eine Innenwand der äußeren Hülse **42** eingepasst. Ein Innenraum **400**, welcher in einer im Wesentlichen zylindrischen Form geformt ist, ist an einer Innenseite des Hülsenrohrs **411** der inneren Hülse **41**, die an der Innenseite des Hülsenrohrs **421** der äußeren Hülse **42** platziert ist, ausgebildet.

[0028] Jeder der Zufuhranschlüsse **43** ist derart ausgebildet, dass der Zufuhranschluss **43** die Außenwand und eine Innenwand des Hülsenrohrs **411** der inneren Hülse **41** verbindet. Die Seitenendregion des Hülsenbodens **412** des Hülsenrohrs **411** der inneren Hülse **41** weist einen Außendurchmesser auf,

der kleiner ist als ein Innendurchmesser des Hülsenrohrs **421**. Im Ergebnis ist eine ringförmige Passage **431**, welche eine ringförmige Ölpassage ist, zwischen der Außenwand des Hülsenrohrs **411** und der Innenwand des Hülsenrohrs **421** ausgebildet. Der Innenraum **400** steht durch die Zufuhranschlüsse **43** und die ringförmige Passage **431** mit dem Raum an der Außenseite der Hülse **40** in Verbindung.

[0029] Jeder der primären Steueranschlüsse **44** ist derart ausgebildet, dass der primäre Steueranschluss **44** die Außenwand des Hülsenrohrs **421** der äußeren Hülse **42** und die Innenwand des Hülsenrohrs **411** der inneren Hülse **41** verbindet. Die Mehrzahl von primären Steueranschlüssen **44** sind einer nach dem anderen in der Umfangsrichtung der Hülse **40** angeordnet.

[0030] Jeder der sekundären Steueranschlüsse **45** ist derart ausgebildet, dass der sekundäre Steueranschluss **45** die Außenwand des Hülsenrohrs **421** der äußeren Hülse **42** und die Innenwand des Hülsenrohrs **411** der inneren Hülse **41** verbindet. Die Mehrzahl von sekundären Steueranschlüssen **45** sind einer nach dem anderen in der Umfangsrichtung der Hülse **40** angeordnet.

[0031] Die Zufuhranschlüsse **43**, die primären Steueranschlüsse **44** und die sekundären Steueranschlüsse **45** sind in dieser Reihenfolge mit vorgegebenen Intervallen ausgehend von einer Endseite zu der anderen Endseite der Hülse **40** angeordnet.

[0032] Der Ablaufanschluss **46** ist derart ausgebildet, dass dieser die Außenwand und eine Innenwand des Hülsenrohrs **411** der inneren Hülse **41** verbindet.

[0033] Eine Passage **48** auf der Innenseite der Hülse ist an dem Hülsenrohr **411** der inneren Hülse **41** ausgebildet. Die Passage **48** auf der Innenseite der Hülse ist ausgehend von der Außenwand des Hülsenrohrs **411** radial nach innen ausgespart und erstreckt sich ausgehend von dem Ablaufanschluss **46** in der axialen Richtung des Hülsenrohrs **411**. Daher ist die Passage **48** auf der Innenseite der Hülse in dem Zustand, in welchem die innere Hülse **41** auf der Innenseite der äußeren Hülse **42** installiert ist, zwischen der inneren Hülse **41** und der äußeren Hülse **42** ausgebildet, das heißt, die Passage **48** auf der Innenseite der Hülse ist innerhalb eines Bereichs einer Wanddicke der Hülse **40** ausgebildet.

[0034] Der Ablaufanschluss **46** steht durch die Passage **48** auf der Innenseite der Hülse mit der gegenüberliegenden Seite des Passagenänderungsventils **11** in Verbindung, welche gegenüber der Nockenwelle **3** angeordnet ist, d. h. der Ablaufanschluss **46** steht durch die Passage **48** auf der Innenseite der Hülse mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung.

[0035] Der Halteabschnitt **47** ist in einer Ringform geformt und steht ausgehend von der Außenwand des anderen Endabschnitts des Hülsenrohrs **421** radial nach außen hervor.

[0036] Ein Wellenloch **100** und Zufuhrlöcher **101** sind an einem Endabschnitt der Nockenwelle **3** ausgebildet, der sich auf der Seite der Ventiltingeinsteilvorrichtung **10** befindet. Das Wellenloch **100** ist derart ausgebildet, dass dieses sich in einer axialen Richtung der Nockenwelle **3** ausgehend von einem Mittelteil einer Endoberfläche der Nockenwelle **3** erstreckt, welche sich auf der Seite der Ventiltingeinsteilvorrichtung **10** befindet. Jedes der Zufuhrlöcher **101** ist derart ausgebildet, dass das Zufuhrloch **101** sich ausgehend von einer Außenwand der Nockenwelle **3** in der radialen Richtung nach innen erstreckt und mit dem Wellenloch **100** in Verbindung steht.

[0037] Ein Gewindeabschnitt **110** auf der Seite der Welle ist an einer Innenwand des Wellenlochs **100** der Nockenwelle **3** ausgebildet, um schraubbar mit dem Gewindeabschnitt **422** der äußeren Hülse **40** in Eingriff zu stehen.

[0038] Die Hülse **40** wird durch das Innere bzw. die Innenseite der Nabe **31** des Flügelrotors **30** eingesetzt und ist derart an der Nockenwelle **3** fixiert, dass der Gewindeabschnitt **422** der Hülse **40** mit dem Gewindeabschnitt **110** auf der Seite der Welle der Nockenwelle **3** in Eingriff steht. Zu dieser Zeit hält der Halteabschnitt **47** der Hülse **40** eine Endoberfläche der Nabe **31** des Flügelrotors **30**, welche gegenüber der Nockenwelle **3** angeordnet ist. Auf diese Weise ist der Flügelrotor **30** derart an der Nockenwelle **3** fixiert, dass der Flügelrotor **30** zwischen der Nockenwelle **3** und dem Halteabschnitt **47** gehalten wird. Die Hülse **40** ist somit an dem Mittelpunkt des Flügelrotors **30** installiert.

[0039] Eine Ölpumpe **8** ist mit den Zufuhrlöchern **101** verbunden. Die Ölpumpe **8** saugt das Hydrauliköl an, das in der Ölwanne **7** gespeichert ist, und führt den Zufuhrlöchern **101** das angesaugte Hydrauliköl zu. Im Ergebnis fließt das Hydrauliköl in das Wellenloch **100**. Hierbei entspricht die Ölpumpe **8** einer Hydraulikölquelle.

[0040] Das Hydrauliköl, welches dem Wellenloch **100** zugeführt wird, wird durch die ringförmige Passage **431** und die Zufuhranschlüsse **43** zu dem Innenraum **400** geleitet.

[0041] In einem Zustand, in welchem die Hülse **40** an dem Mittelpunkt des Flügelrotors **30** installiert ist, stehen die primären Steueranschlüsse **44** durch die Verzögerungspassagen **301**, die an der Nabe **31** ausgebildet sind, mit den Verzögerungskammern **201** in Verbindung. Außerdem stehen die sekundären Steueranschlüsse **45** durch die Vorschubpassagen **302**,

die an der Nabe **31** ausgebildet sind, mit den Vorschubkammern **202** in Verbindung.

[0042] Der Kolben **50** weist ein Kolbenrohr **51**, eine Kolbenabdeckung **52**, einen Kolbenboden **53**, eine Mehrzahl von Zufuhrpassagen **54**, eine Mehrzahl von primären Steuerpassagen **55**, eine Mehrzahl von sekundären Steuerpassagen **56** sowie eine Mehrzahl von Recyclingpassagen **57** auf.

[0043] Das Kolbenrohr **51** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt. Die Kolbenabdeckung **52** ist derart ausgebildet, dass die Kolbenabdeckung **52** einen Endabschnitt des Kolbenrohrs **51** schließt. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Kolbenabdeckung **52** von dem Kolbenrohr **51** getrennt ausgebildet. Der Kolbenboden **53** ist in einem Stück integral mit dem Kolbenrohr **51** derart ausgebildet, dass der Kolbenboden **53** das andere Ende des Kolbenrohrs **51** schließt. Ein Drucksammelraum **500**, welcher in einer im Wesentlichen zylindrischen Form geformt ist, ist durch eine Innenwand des Kolbenrohrs **51**, die Kolbenabdeckung **52** und den Kolbenboden **53** ausgebildet.

[0044] Jede der Zufuhrpassagen **54** ist derart ausgebildet, dass die Zufuhrpassage **54** die Innenwand des Kolbenrohrs **51** und eine ringförmige Aussparung verbindet, welche an einer Außenwand des Kolbenrohrs **51** ausgebildet ist. Die Zufuhrpassagen **54** sind eine nach der anderen in der Umfangsrichtung des Kolbens **50** angeordnet.

[0045] Jede der primären Steuerpassagen **55** ist derart ausgebildet, dass die primäre Steuerpassage **55** die Innenwand des Kolbenrohrs **51** und eine ringförmige Aussparung verbindet, welche an der Außenwand des Kolbenrohrs **51** ausgebildet ist. Die primären Steuerpassagen **55** sind eine nach der anderen in der Umfangsrichtung des Kolbens **50** angeordnet.

[0046] Jede der sekundären Steuerpassagen **56** ist derart ausgebildet, dass die sekundäre Steuerpassage **56** die Innenwand des Kolbenrohrs **51** und eine ringförmige Aussparung verbindet, welche an der Außenwand des Kolbenrohrs **51** ausgebildet ist. Die sekundären Steuerpassagen **56** sind eine nach der anderen in der Umfangsrichtung des Kolbens **50** angeordnet.

[0047] Jede der Recyclingpassagen **57** ist derart ausgebildet, dass die Recyclingpassage **57** die Innenwand des Kolbenrohrs **51** und eine ringförmige Aussparung verbindet, welche an der Außenwand des Kolbenrohrs **51** ausgebildet ist. Die Recyclingpassagen **57** sind eine nach der anderen in der Umfangsrichtung des Kolbens **50** angeordnet.

[0048] Die Zufuhrpassage **54**, die primäre Steuerpassage **55**, die Recyclingpassage **57** und die sekun-

däre Steuerpassage **56** sind in dieser Reihenfolge mit vorgegebenen Intervallen ausgehend von einer Endseite zu der anderen Endseite des Kolbens **50** angeordnet.

[0049] Der Kolben **50** ist derart an der Innenseite der Hülse **40**, d. h. an dem Innenraum **400** vorgesehen, dass die Kolbenabdeckung **52** dem Hülsenboden **412** zugewandt angeordnet ist. Der Kolben **50** kann sich an dem Innenraum **400** in der axialen Richtung des Kolbens **50** hin und her bewegen.

[0050] Ein Halteabschnitt **71** befindet sich auf einer Seite des Kolbenrohrs **51**, die gegenüber dem Hülsenboden **412** angeordnet ist. Der Halteabschnitt **71** ist in einer Ringform geformt und eine äußere Peripherie des Halteabschnitts **71** ist an die Innenwand der äußeren Hülse **42** eingepasst. Der Halteabschnitt **71** kann das Endteil des Kolbenrohrs **51** halten, welches gegenüber dem Kolbenboden **53** angeordnet ist. Auf diese Weise ist ein Entfernen des Kolbens **50** hin zu der Seite weg von dem Hülsenboden **412** beschränkt.

[0051] Der Kolben **50** bildet zwischen der Kolbenabdeckung **52** und dem Hülsenboden **412** an dem Innenraum **400** der Hülse **40** einen Raum **401** mit variablem Volumen aus. Ein Volumen des Raums **401** mit variablem Volumen verändert sich, wenn der Kolben **50** in der axialen Richtung bewegt wird.

[0052] Eine Feder **72** ist zwischen der Kolbenabdeckung **52** und dem Hülsenboden **412** installiert. Die Feder **72** den Kolben **50** hin zu dem Halteabschnitt **71** bzw. spannt diesen vor. Auf diese Weise wird der Kolben **50** gegen den Halteabschnitt **71** gedrückt.

[0053] Ein lineares Solenoid **9** befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite des Kolbens **50**, welche gegenüber der Nockenwelle **3** angeordnet ist. Wenn das lineare Solenoid **9** erregt wird, drückt das lineare Solenoid **9** den Kolben **50** gegen die Vorspannkraft der Feder **72** hin zu der Nockenwelle **3**. Im Ergebnis verändert sich die Position des Kolbens **50** in der axialen Richtung in Hinblick auf die Hülse **40**. Ein beweglicher Bereich des Kolbens **50** erstreckt sich ausgehend von einer Position, an welcher der Kolben **50** den Halteabschnitt **71** kontaktiert, zu einer Position, an welcher der Kolben **50** den Hülsenboden **412** kontaktiert.

[0054] Die Zufuhrpassagen **54** stehen ungeachtet der axialen Position des Kolbens **50** relativ zu der Hülse **40** mit den Zufuhranschlüssen **43** in Verbindung.

[0055] Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert (vergleiche **Fig. 1**), stehen die primären Steuerpassagen **55** mit den primären Steueranschlüssen **44** in Verbindung und die sekundären Steueranschlüsse **45** ste-

hen mit den Recyclingpassagen **57** in Verbindung. Auf diese Weise ist die Ölpumpe **8** mit den Verzögerungskammern **201** verbunden und die Vorschubkammern **202** sind mit den Recyclingpassagen **57** verbunden.

[0056] Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **412** kontaktiert, stehen die sekundären Steuerpassagen **56** mit den sekundären Steueranschlüssen **45** in Verbindung und die primären Steueranschlüsse **44** stehen mit den Recyclingpassagen **57** in Verbindung. Auf diese Weise ist die Ölpumpe **8** mit den Vorschubkammern **202** verbunden und die Verzögerungskammern **201** sind mit den Recyclingpassagen **57** verbunden.

[0057] Wenn der Kolben **50** an einer Zwischenposition zwischen dem Halteabschnitt **71** und dem Hülsenboden **412** platziert ist, sind die Verbindungen der primären Steuerpassagen **55**, der Recyclingpassagen **57** und der sekundären Steuerpassagen **56** zu den primären Steueranschlüssen **44** und den sekundären Steueranschlüssen **45** blockiert. Auf diese Weise sind sowohl die Verzögerungskammern **201** als auch die Vorschubkammern **202** geschlossen.

[0058] Wie in den **Fig. 3A** bis **Fig. 3C** veranschaulicht wird, weist das Rückschlagventil **60** ein Zufuhr-Rückschlagventil **61**, ein Recycling-Rückschlagventil **62** und eine Welle **63** auf.

[0059] Das Rückschlagventil **60** wird ausgebildet, indem zum Beispiel eine dünne Platte **600** gerollt wird, die aus einem Metall hergestellt wird, wie in **Fig. 3C** veranschaulicht wird. Die dünne Platte **600** weist einen dem Zufuhr-Rückschlagventil entsprechenden Abschnitt **601**, einen dem Recycling-Rückschlagventil entsprechenden Abschnitt **602** und einen der Welle entsprechenden Abschnitt **603** auf. Der dem Zufuhr-Rückschlagventil entsprechende Abschnitt **601**, der dem Recycling-Rückschlagventil entsprechende Abschnitt **602** und der der Welle entsprechende Abschnitt **603** sind jeweils in einer rechteckigen Plattenform geformt. Der dem Zufuhr-Rückschlagventil entsprechende Abschnitt **601** und der dem Recycling-Rückschlagventil entsprechende Abschnitt **602** sind derart in einem Stück integral mit dem der Welle entsprechenden Abschnitt **603** ausgebildet, dass jeder ausgewählt aus dem dem Zufuhr-Rückschlagventil entsprechenden Abschnitt **601** und dem dem Recycling-Rückschlagventil entsprechenden Abschnitt **602** ausgehend von einer von zwei langen Seiten des der Welle entsprechenden Abschnitts **603** in einer querverlaufenden Richtung, die senkrecht zu einer Längsrichtung des der Welle entsprechenden Abschnitts **603** verläuft, hervorsteht. Das Rückschlagventil **60** wird ausgebildet, indem der der Welle entsprechende Abschnitt **603**, der dem Zufuhr-Rückschlagventil entsprechende Abschnitt **601** und der dem Recycling-Rückschlagventil entsprechende

Abschnitt **602** in der querverlaufenden Richtung des der Welle entsprechenden Abschnitts **603** gerollt werden.

[0060] Die Welle **63** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt (vergleiche die **Fig. 3A** und **Fig. 3B**). Die Welle **63** ist derart ausgebildet, dass das Plattenmaterial, d. h. der der Welle entsprechende Abschnitt **603**, keinen Überlappungsabschnitt aufweist, bei welchem ein Teil des der Welle entsprechenden Abschnitts **603** in der Umfangsrichtung mit einem anderen Teil des der Welle entsprechenden Abschnitts **603** überlappt.

[0061] Das Zufuhr-Rückschlagventil **61** erstreckt sich ausgehend von der Welle **63** an einer Stelle um einen Endabschnitt der Welle **63** derart radial nach außen, dass das Zufuhr-Rückschlagventil **61** ganz um die Welle **63** herum gewunden ist und dadurch in einer im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt ist (vergleiche die **Fig. 3A** und **Fig. 3B**). Auf diese Weise ist das Zufuhr-Rückschlagventil **61** derart ausgebildet, dass das Zufuhr-Rückschlagventil **61** in der radialen Richtung federnd verformbar ist. Wenn das Zufuhr-Rückschlagventil **61** radial nach innen verformt ist, wird ein Außendurchmesser des Zufuhr-Rückschlagventils **61** reduziert. Genauer gesagt weist das Zufuhr-Rückschlagventil **61** einen Überlappungsabschnitt auf, bei welchem ein Teil des Plattenmaterials, d. h. des dem Zufuhr-Rückschlagventil entsprechenden Abschnitts **601**, in der Umfangsrichtung mit einem anderen Teil des dem Zufuhr-Rückschlagventil entsprechenden Abschnitts **601** überlappt. Wenn eine Größe dieses Überlappungsabschnitts erhöht wird, ist dieser radial nach innen verformt und schrumpft dadurch in der radialen Richtung. Im Gegensatz dazu ist dieser radial nach außen verformt und dehnt sich dadurch in der radialen Richtung aus, wenn die Größe dieses Überlappungsabschnitts reduziert wird. Ein Raum, welcher an der Innenseite des Zufuhr-Rückschlagventils **61** ausgebildet ist, das in der im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt ist, ist in der axialen Richtung des Rückschlagventils **60** geöffnet.

[0062] Das Recycling-Rückschlagventil **62** erstreckt sich ausgehend von der Welle **63** derart radial nach außen, dass das Recycling-Rückschlagventil **62** ganz um die Welle **63** herum gewunden ist und dadurch in einer im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt ist (vergleiche die **Fig. 3A** und **Fig. 3B**). Auf diese Weise ist das Recycling-Rückschlagventil **62** derart ausgebildet, dass das Recycling-Rückschlagventil **62** in der radialen Richtung federnd verformbar ist. Wenn das Recycling-Rückschlagventil **62** radial nach innen verformt ist, wird ein Außendurchmesser des Recycling-Rückschlagventils **62** reduziert. Genauer gesagt weist das Recycling-Rückschlagventil **62** einen Überlappungsabschnitt auf, bei welchem ein Teil des Plattenmaterials,

d. h. des dem Recycling-Rückschlagventil entsprechenden Abschnitts **602**, in der Umfangsrichtung mit einem anderen Teil des dem Recycling-Rückschlagventil entsprechenden Abschnitts **602** überlappt (vergleiche **Fig. 3B**). Wenn eine Größe dieses Überlappungsabschnitts erhöht wird, ist dieser radial nach innen verformt und schrumpft dadurch in der radialen Richtung. Im Gegensatz dazu ist dieser radial nach außen verformt und dehnt sich dadurch in der radialen Richtung aus, wenn die Größe dieses Überlappungsabschnitts reduziert wird. Ein Raum, welcher an der Innenseite des Recycling-Rückschlagventils **62** ausgebildet ist, das in der im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt ist, ist in der axialen Richtung des Rückschlagventils **60** geöffnet.

[0063] Das Rückschlagventil **60** ist derart in dem Drucksammelraum **500** platziert, dass das Zufuhr-Rückschlagventil **61** den Zufuhrpassagen **54** entspricht und das Recycling-Rückschlagventil **62** den Recyclingpassagen **57** entspricht (vergleiche die **Fig. 1** und **Fig. 4**). Die Welle **63** ist zwischen der Kolbenabdeckung **52** und dem Kolbenboden **53** positioniert und lagert das Zufuhr-Rückschlagventil **61** und das Recycling-Rückschlagventil **62**.

[0064] Wenn das Hydrauliköl ausgehend von den Zufuhrpassagen **54** hin zu dem Drucksammelraum **500** fließt, wird eine äußere periphere Oberfläche des Zufuhr-Rückschlagventils **61** durch das Hydrauliköl radial nach innen gedrückt. Somit ist das Zufuhr-Rückschlagventil **61** radial nach innen verformt und wird geöffnet. Dadurch wird zwischen der Innenwand des Kolbens **50** und dem Zufuhr-Rückschlagventil **61** ein Spalt ausgebildet. Im Ergebnis kann das Hydrauliköl durch die Zufuhrpassagen **54** in den Drucksammelraum **500** fließen. Im Gegensatz dazu wird eine innere periphere Oberfläche des Zufuhr-Rückschlagventils **61** durch das Hydrauliköl radial nach außen gedrückt, wenn das Hydrauliköl ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu den Zufuhrpassagen **54** fließt. Somit ist das Zufuhr-Rückschlagventil **61** radial nach außen verformt und wird dadurch geschlossen. Dadurch wird das Zufuhr-Rückschlagventil **61** gegen die Innenwand des Kolbens **50** gedrückt, um die Zufuhrpassagen **54** zu schließen. Auf diese Weise wird der Ausfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** durch die Zufuhrpassage **54** zu der Außenseite des Kolbens **50** beschränkt. Somit ermöglicht das Zufuhr-Rückschlagventil **61** den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von den Zufuhrpassagen **54** zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** zu den Zufuhrpassagen **54**.

[0065] Wenn das Hydrauliköl ausgehend von der Recyclingpassagen **57** hin zu dem Drucksammelraum **500** fließt, wird eine äußere periphere Oberfläche des Recycling-Rückschlagventils **62** durch das

Hydrauliköl radial nach innen gedrückt. Somit ist das Recycling-Rückschlagventil **62** radial nach innen verformt und wird geöffnet. Dadurch wird zwischen der Innenwand des Kolbens **50** und dem Recycling-Rückschlagventil **62** ein Spalt ausgebildet. Auf diese Weise kann das Hydrauliköl durch die Recyclingpassagen **57** in den Drucksammelraum **500** fließen. Im Gegensatz dazu wird eine innere periphere Oberfläche des Recycling-Rückschlagventils **62** durch das Hydrauliköl radial nach außen gedrückt, wenn das Hydrauliköl ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu den Recyclingpassagen **57** fließt. Somit ist das Recycling-Rückschlagventil **62** radial nach außen verformt und wird dadurch geschlossen. Dadurch wird das Recycling-Rückschlagventil **62** gegen die Innenwand des Kolbens **50** gedrückt, um die Recyclingpassagen **57** zu schließen. Auf diese Weise wird der Ausfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** durch die Recyclingpassagen **57** zu der Außenseite des Kolbens **50** beschränkt. Somit ermöglicht das Recycling-Rückschlagventil **62** den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von den Recyclingpassagen **57** zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** zu den Recyclingpassagen **57**.

[0066] Wie in **Fig. 4** veranschaulicht wird, sind die Recyclingpassagen **57** an der Innenseite der Hülse **40** mit dem Ablaufanschluss **46** verbunden. Genauer gesagt sind die Recyclingpassagen **57** an einer ringförmigen Aussparung **501**, die an der Außenwand des Kolbenrohrs **51** ausgebildet ist, mit dem Ablaufanschluss **46** verbunden.

[0067] Außerdem ist der Ablaufanschluss **46** derart an der Hülse **40** ausgebildet, dass zumindest ein Abschnitt des Ablaufanschlusses **46** auf einer Seite der Recyclingpassage **57** platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist. Genauer gesagt ist der Ablaufanschluss **46** derart an der Hülse **40** ausgebildet, dass zumindest der Abschnitt des Ablaufanschlusses **46** auf der Seite der Recyclingpassage **57** platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist, wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert (vergleiche **Fig. 1**), oder wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **412** kontaktiert.

[0068] Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert, setzt die Aussparung **501** die sekundären Steueranschlüsse **45** mit den Recyclingpassagen **57** in Verbindung. Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **412** kontaktiert, setzt die Aussparung **501** außerdem die primären Steueranschlüsse **44** mit den Recyclingpassagen **57** in Verbindung.

[0069] Wenn der Kolben **50** bei der vorliegenden Ausführungsform derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert (vergleiche **Fig. 1**), wird den Verzögerungskammern **201** durch die primären Steueranschlüsse **44** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in den Vorschubkammern **202** fließt durch die sekundären Steueranschlüsse **45** zu der Aussparung **501**. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in die Aussparung **501** fließt, wird durch die Recyclingpassagen **57** und das Recycling-Rückschlagventil **62** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in die Aussparung **501** fließt, durch den Ablaufanschluss **46** und die Passage **48** auf der Innenseite der Hülse zu der Außenseite der Ventiltiming-einstellvorrichtung **10** abgeführt.

[0070] Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **412** kontaktiert, wird den Vorschubkammern **202** durch die sekundären Steueranschlüsse **45** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in der Verzögerungskammer **201** fließt durch die primären Steueranschlüsse **44** zu der Aussparung **501**. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in die Aussparung **501** fließt, wird durch die Recyclingpassagen **57** und das Recycling-Rückschlagventil **62** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in die Aussparung **501** fließt, durch den Ablaufanschluss **46** und die Passage **48** auf der Innenseite der Hülse zu der Außenseite der Ventiltiming-einstellvorrichtung **10** abgeführt.

[0071] Das Passagenänderungsventil **11** kann in einem ersten Betriebszustand, einem zweiten Betriebszustand und einem Haltezustand betrieben werden, indem der Kolben **50** durch den Betrieb des linearen Solenoids **9** gedrückt wird. In dem ersten Betriebszustand ist die Ölpumpe **8** mit den Verzögerungskammern **201** verbunden und die Vorschubkammern **202** sind mit den Recyclingpassagen **57** verbunden. In dem zweiten Betriebszustand ist die Ölpumpe **8** mit den Vorschubkammern **202** verbunden und die Verzögerungskammern **201** sind mit den Recyclingpassagen **57** verbunden. In dem Haltezustand sind die Verzögerungskammern **201** und die Vorschubkammern **202** beide geschlossen. In dem ersten Betriebszustand wird das Hydrauliköl den Verzögerungskammern **201** zugeführt und das Hydrauliköl wird ausgehend von den Vorschubkammern **202** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. In dem zweiten Betriebszustand wird das Hydrauliköl den Vorschubkammern **202** zugeführt und das Hydrauliköl wird ausgehend von den Verzögerungskammern **201** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. In dem Haltezustand werden das Hydrauliköl in den Verzögerungskammern **201** und das Hydrauliköl in den Vorschubkammern **202** gehalten.

[0072] Die vorliegende Ausführungsform ist ferner mit einem Sperrstift **81** vorgesehen (vergleiche die **Fig. 1** und **Fig. 2**). Der Sperrstift **81** ist in einer mit einem Boden versehenen zylindrischen rohrförmigen Form geformt. Der Sperrstift **81** ist in einem Aufnahmeloch **321** aufgenommen, das auf eine derartige Weise an dem Flügel **32** ausgebildet ist, dass der Sperrstift **81** sich in dem Aufnahmeloch **321** axial hin und her bewegen kann. Eine Feder **82** ist in einem Inneren des Sperrstifts **81** installiert. Die Feder **82** drückt den Sperrstift **81** hin zu dem Kettenrad **21**. Eine Passaussparung **25** ist an dem Kettenrad **21** auf der Seite des Flügels **32** des Kettenrads **21** ausgebildet.

[0073] Der Sperrstift **81** kann in die Passaussparung **25** eingepasst werden, wenn der Flügelrotor **30** relativ zu dem Gehäuse **20** an der am meisten verzögerten Position gehalten wird. Wenn der Sperrstift **81** in die Passaussparung **25** eingepasst wird, ist eine relative Drehung des Flügelrotors **30** relativ zu dem Gehäuse **20** beschränkt. Andererseits ist die relative Drehung des Flügelrotors **30** relativ zu dem Gehäuse **20** möglich, wenn der Sperrstift **81** nicht in die Passaussparung **25** eingepasst wird.

[0074] Eine Stiftsteuerpassage **303**, welche mit einer entsprechenden der Verzögerungskammern **201** in Verbindung steht, ist in dem Flügel **32** an einer Stelle zwischen dem Sperrstift **81** und der Verzögerungskammer **201** ausgebildet. Außerdem ist eine Stiftsteuerpassage **304**, welche mit einer entsprechenden der Vorschubkammern **202** in Verbindung steht, in dem Flügel **32** an einer Stelle zwischen dem Sperrstift **81** und der Vorschubkammer **202** ausgebildet (vergleiche **Fig. 2**). Der Druck des Hydrauliköls, welches ausgehend von der Verzögerungskammer **201** und der Vorschubkammer **202** in die Stiftsteuerpassage **303**, **304** fließt, wird in einer Entfernungsrichtung zum Entfernen des Sperrstifts **81** aus der Passaussparung **25** gegen die Vorspannkraft der Feder **82** ausgeübt.

[0075] Bei der Ventiltingeinstellvorrichtung **10**, die auf die vorstehend beschriebene Weise konstruiert ist, fließt das Hydrauliköl in die Stiftsteuerpassage **303**, **304**, wenn den Verzögerungskammern **201** oder den Vorschubkammern **202** das Hydrauliköl zugeführt wird. Dadurch wird der Sperrstift **81** aus der Passaussparung **25** entfernt, und dadurch ist eine relative Drehung des Flügelrotors **30** relativ zu dem Gehäuse **20** möglich.

[0076] Die Ventiltingeinstellvorrichtung **10** bringt das Passagenänderungsventil **11** in den ersten Betriebszustand, wenn die Drehphase der Nockenwelle **3** auf der Vorschubseite eines Sollwerts vorliegt. Im Ergebnis wird der Flügelrotor **30** in der Verzögerungsrichtung einer relativen Drehung relativ zu dem Gehäuse **20** unterzogen, sodass sich die Drehpha-

se der Nockenwelle **3** zu der Verzögerungsseite verschiebt.

[0077] Die Ventiltingeinstellvorrichtung **10** bringt das Passagenänderungsventil **11** in den zweiten Betriebszustand, wenn die Drehphase der Nockenwelle **3** auf der Verzögerungsseite des Sollwerts vorliegt. Im Ergebnis wird der Flügelrotor **30** in der Vorschubrichtung einer relativen Drehung relativ zu dem Gehäuse **20** unterzogen, sodass sich die Drehphase der Nockenwelle **3** zu der Vorschubseite verschiebt.

[0078] Die Ventiltingeinstellvorrichtung **10** bringt das Passagenänderungsventil **11** in den Haltezustand, wenn die Drehphase der Nockenwelle **3** mit dem Sollwert zusammenfällt. Auf diese Weise wird die Drehphase der Nockenwelle **3** beibehalten.

[0079] Wie vorstehend beschrieben ist gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Ventiltingeinstellvorrichtung **10** vorgesehen, die in dem Antriebskraftübertragungspfad zum Übertragen der Antriebskraft ausgehend von der Kurbelwelle **2** auf die Nockenwelle **3** der Maschine **1** installiert ist und das Ventilting der Ansaugventile **4** einstellt, die durch die Nockenwelle **3** derart angetrieben werden, dass diese sich öffnen und schließen. Die Ventiltingeinstellvorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet das Gehäuse **20**, den Flügelrotor **30**, die Hülse **40**, den Kolben **50** und das Recycling-Rückschlagventil **62**.

[0080] Es wird nun angenommen, dass eine ausgewählt aus der Kurbelwelle **2** und der Nockenwelle **3** als eine erste Welle definiert ist, und die andere ausgewählt aus der Kurbelwelle **2** und der Nockenwelle **3** als eine zweite Welle definiert ist. In einem derartigen Fall wird das Gehäuse **20** synchron mit der ersten Welle gedreht. Das Gehäuse **20** ist an einen Endabschnitt der zweiten Welle eingepasst und wird durch die zweite Welle drehbar gelagert.

[0081] Der Flügelrotor **30** ist an dem Endabschnitt der zweiten Welle fixiert. Der Flügelrotor **30** beinhaltet die Flügel **32**, von welchen jeder den Innenraum **200** des Gehäuses **20** in die Verzögerungskammer **201**, welche sich in der Umfangsrichtung auf einer Seite des Flügels **32** befindet, und die Vorschubkammer **202**, welche sich in der Umfangsrichtung auf der anderen Seite des Flügels **32** befindet, aufteilt. Der Flügelrotor **30** wird abhängig von dem Druck eines Hydrauliköls, das den Verzögerungskammern **201** ausgehend von der Ölpumpe **8** zugeführt wird, und dem Druck des Hydrauliköls, das den Vorschubkammern **202** ausgehend von der Ölpumpe **8** zugeführt wird, relativ zu dem Gehäuse **20** gedreht.

[0082] Die Hülse **40** ist in der rohrförmigen Form geformt. Die Hülse **40** beinhaltet: die Zufuhranschlüsse **43**, welche mit der Ölpumpe **8** in Verbindung ste-

hen; die primären Steueranschlüsse **44**, welche mit den Verzögerungskammern **201** in Verbindung stehen; die sekundären Steueranschlüsse **45**, welche mit den Vorschubkammern **202** in Verbindung stehen; und den Ablaufanschluss **46**, welcher mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung steht.

[0083] Der Kolben **50** ist in der rohrförmigen Form geformt und ist dazu konfiguriert, sich an der Innenseite der Hülse **40** in der axialen Richtung hin und her zu bewegen. Der Kolben **50** beinhaltet: den Drucksammelraum **500**, welcher an der Innenseite des Kolbens **50** ausgebildet ist; die Zufuhrpassagen **54**, welche dazu konfiguriert sind, den Drucksammelraum **500** und die Zufuhranschlüsse **43** zu verbinden; die primären Steuerpassagen **55**, welche dazu konfiguriert sind, den Drucksammelraum **500** und die primären Steueranschlüsse **44** zu verbinden; die sekundären Steuerpassagen **56**, welche dazu konfiguriert sind, den Drucksammelraum **500** und die sekundären Steueranschlüsse **45** zu verbinden; und die Recyclingpassagen **57**, welche dazu konfiguriert sind, die primären Steueranschlüsse **44** oder die sekundären Steueranschlüsse **45** mit dem Drucksammelraum **500** zu verbinden. Die Recyclingpassagen **57** erlauben eine Wiederverwendung des Hydrauliköls, das ausgehend von den Verzögerungskammern **201** abgeführt wird, und des Hydrauliköls, das ausgehend von den Vorschubkammern **202** abgeführt wird.

[0084] Das Recycling-Rückschlagventil **62** ist an der Innenseite des Kolbens **50** platziert. Das Recycling-Rückschlagventil **62** ermöglicht den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von den Recyclingpassagen **57** hin zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu den Recyclingpassagen **57**. Dadurch ist es möglich, einen Rückfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu den Recyclingpassagen **57** zu beschränken. Im Ergebnis kann bei der Struktur, welche die Wiederverwendung des Hydrauliköls ermöglicht, das Ansprechverhalten der Ventiltimingeinrichtung **10** erhöht werden.

[0085] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist jede der Recyclingpassagen **57** an der Innenseite der Hülse **40** mit dem Ablaufanschluss **46** verbunden. Daher ist es anders als bei der zuvor vorgeschlagenen Technik nicht notwendig, dass die Hülse **40** den Recyclinganschluss aufweist, welcher sich von dem Ablaufanschluss **46** unterscheidet, und wird dazu verwendet, das Hydrauliköl ausgehend von den jeweiligen Hydraulikkammern zu dem Drucksammelraum rückzuführen. Im Ergebnis kann eine axiale Größe der Hülse **40** klein hergestellt werden und dadurch kann das Passagenänderungsventil **11** klein hergestellt werden.

[0086] Außerdem ist bei der vorliegenden Ausführungsform der Ablaufanschluss **46** derart ausgebildet, dass zumindest ein Abschnitt des Ablaufanschlusses **46** auf der Seite der Recyclingpassage **57** platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist. Im Ergebnis kann die axiale Größe der Hülse **40** und die axiale Größe des Kolbens **50** klein hergestellt werden.

[0087] Außerdem befinden sich die Recyclingpassagen **57** bei der vorliegenden Ausführungsform in der axialen Richtung der Hülse **40** zwischen den primären Steuerpassagen **55** und den sekundären Steuerpassagen **56**. Daher können das Hydrauliköl, das ausgehend von den Verzögerungskammern **201** abgeführt wird, und das Hydrauliköl, das ausgehend von den Vorschubkammern **202** abgeführt wird, durch die Recyclingpassagen **57** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt werden. Außerdem ist das einzelne Recycling-Rückschlagventil **62** ausreichend.

[0088] Außerdem steht der Ablaufanschluss **46** bei der vorliegenden Ausführungsform durch die Passage **48** auf der Innenseite der Hülse mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung, welche die Ölpassage ist, die in dem Bereich der Wanddicke der Hülse **40** ausgebildet ist. Daher kann eine Länge eines Pfads zwischen dem Ablaufanschluss **46** und der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** reduziert werden.

[0089] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist das Recycling-Rückschlagventil **62** derart ausgebildet, dass das Recycling-Rückschlagventil **62** in der radialen Richtung des Kolbens **50** federnd verformbar ist. Daher kann das Recycling-Rückschlagventil **62** in einfacher Weise zum Beispiel aus der dünnen Platte ausgebildet werden.

[0090] Überdies ist die Hülse **40** bei der vorliegenden Ausführungsform an dem Mittelpunkt des Flügelrotors **30** platziert. Genauer gesagt sind die Hülse **40** und der Kolben **50** des Passagenänderungsventils **11** bei der vorliegenden Ausführungsform an dem Mittelpunkt des Flügelrotors **30** platziert. Auf diese Weise kann eine Länge jedes Ölpfads, welcher sich ausgehend von dem Passagenänderungsventil **11** zu den entsprechenden Verzögerungskammern **201** oder Vorschubkammern **202** erstreckt, kurz hergestellt werden, und dadurch kann das Ansprechverhalten der Ventiltimingeinrichtung **10** verbessert werden.

Zweite Ausführungsform

[0091] Fig. 5 veranschaulicht eine Ventiltimingeinrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in Hinblick auf die Konfigurationen der

Hülse **40**, des Kolbens **50**, des Rückschlagventils **60**, des Flügelrotors **30** und der Nockenwelle **3**.

[0092] Die Hülse **40** ist aus einem Metall wie beispielsweise Eisen hergestellt. Die Hülse **40** weist ein Hülsenrohr **451**, einen Hülsenboden **452** und einen Gewindeabschnitt **453** auf.

[0093] Das Hülsenrohr **451** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt. Der Hülsenboden **452** ist in einem Stück derart integral mit dem Hülsenrohr **451** ausgebildet, dass der Hülsenboden **452** ein Ende des Hülsenrohrs **451** schließt. Der Gewindeabschnitt **453** ist an einer Außenwand des Endabschnitts des Hülsenrohrs **451** ausgebildet, welche sich auf der Seite des Hülsenbodens **452** befindet.

[0094] Die Hülse **40** wird durch das Innere bzw. die Innenseite der Nabe **31** des Flügelrotors **30** eingesetzt und ist derart an der Nockenwelle **3** fixiert, dass der Gewindeabschnitt **453** der Hülse **40** mit dem Gewindeabschnitt **110** auf der Seite der Welle der Nockenwelle **3** in Eingriff steht.

[0095] Ein Atemloch **402** ist an dem Hülsenboden **452** ausgebildet. Das Atemloch **402** erstreckt sich durch den Mittelpunkt des Hülsenbodens **452** in der Plattendickenrichtung des Hülsenbodens **452**. Das heißt, das Atemloch **402** ist mit dem Raum **401** mit variablem Volumen verbunden.

[0096] An der Nockenwelle **3** sind externe Verbindungslöcher **102** ausgebildet. Die externen Verbindungslöcher **102** sind derart ausgebildet, dass die externen Verbindungslöcher **102** das Wellenloch **100** mit der Außenseite der Nockenwelle **3** in Verbindung setzen. Somit steht der Raum **401** mit variablem Volumen durch das Atemloch **402**, das Wellenloch **100** und die externen Verbindungslöcher **102** mit der Außenseite der Nockenwelle **3** in Verbindung, das heißt der Raum **401** mit variablem Volumen steht durch das Atemloch **402**, das Wellenloch **100** und die externen Verbindungslöcher **102** mit der Atmosphäre in Verbindung. Im Ergebnis kann der Druck in dem Raum **401** mit variablem Volumen gleich dem atmosphärischen Druck hergestellt werden. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird der Druck des Raums **401** mit variablem Volumen durch das Atemloch **402** und die externen Verbindungslöcher **102** im Wesentlichen gleich dem atmosphärischen Druck gehalten. Daher kann der Kolben **50** an der Innenseite der Hülse **40** störungsfrei hin und her bewegt werden, wenn der Kolben **50** durch das lineare Solenoid **9** gedrückt ist.

[0097] Die Kolbenabdeckung **52** ist in einem Stück integral mit dem Kolbenrohr **51** ausgebildet. Der Kolbenboden **53** ist von dem Kolbenrohr **51** getrennt ausgebildet und ist in ein gegenüberliegendes Ende

des Kolbenrohrs **51** pressgepasst, welches gegenüber der Kolbenabdeckung **52** angeordnet ist.

[0098] Bei der vorliegenden Ausführungsform weist der Kolben **50** anstelle der Recyclingpassagen **57** eine Mehrzahl von Recyclingpassagen **571** und eine Mehrzahl von Recyclingpassagen **572** auf.

[0099] Auf der Seite der Zufuhrpassagen **54**, welche gegenüber der Kolbenabdeckung **52** angeordnet ist, ist jede der Recyclingpassagen **571** derart ausgebildet, dass die Recyclingpassage **571** die Innenwand des Kolbenrohrs **51** und eine ringförmige Aussparung verbindet, welche an der Außenwand des Kolbenrohrs **51** ausgebildet ist. Die Recyclingpassagen **571** sind eine nach der anderen in der Umfangsrichtung des Kolbens **50** angeordnet.

[0100] Auf der Seite der Recyclingpassagen **571**, welche gegenüber der Kolbenabdeckung **52** angeordnet ist, ist jede der Recyclingpassagen **572** derart ausgebildet, dass die Recyclingpassage **572** die Innenwand des Kolbenrohrs **51** und eine ringförmige Aussparung verbindet, welche an der Außenwand des Kolbenrohrs **51** ausgebildet ist. Die Recyclingpassagen **572** sind eine nach der anderen in der Umfangsrichtung des Kolbens **50** angeordnet.

[0101] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind eine entsprechende der primären Steuerpassagen **55** und eine entsprechende der sekundären Steuerpassagen **56** integral an einer Stelle zwischen den Recyclingpassagen **571** und den Recyclingpassagen **572** ausgebildet.

[0102] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist eine Mehrzahl von Ablaufanschlüssen **46** an einer Stelle zwischen den Zufuhranschlüssen **43** und den primären Steueranschlüssen **44** ausgebildet. Jeder Ablaufanschluss **46** ist derart an der Hülse **40** ausgebildet, dass zumindest ein Abschnitt des Ablaufanschlusses **46** auf einer Seite der entsprechenden Recyclingpassage **571** platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist. Genauer gesagt ist der Ablaufanschluss **46** derart an der Hülse **40** ausgebildet, dass zumindest der Abschnitt des Ablaufanschlusses **46** auf der Seite der Recyclingpassage **571** platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist, wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert (vergleiche **Fig. 5**), oder wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **452** kontaktiert. Die Recyclingpassagen **571** sind an der Innenseite der Hülse **40** mit den Ablaufanschlüssen **46** verbunden.

[0103] Eine Passage **103** auf der Außenseite der Hülse ist an der Nockenwelle **3** an einer Stelle ausgebildet, die in der radialen Richtung der Hülse **40** auf der radial äußeren Seite der Ablaufanschlüsse **46**

angeordnet ist. Außerdem ist die Passage **33** auf der Außenseite der Hülse derart an der Nabe **31** des Flügelrotors **30** ausgebildet, dass sich die Passage **33** auf der Außenseite der Hülse in der Plattendickenrichtung der Nabe **31** durch die Nabe **31** erstreckt. Die Ablaufanschlüsse **46** stehen mit der Passage **103** auf der Außenseite der Hülse und der Passage **33** auf der Außenseite der Hülse in Verbindung. Daher stehen die Ablaufanschlüsse **46** durch die Passage **103** auf der Außenseite der Hülse und die Passage **33** auf der Außenseite der Hülse mit der gegenüberliegenden Seite der Nabe **31** in Verbindung, welche gegenüber der Nockenwelle **3** angeordnet ist, das heißt die Ablaufanschlüsse **46** stehen durch die Passage **103** auf der Außenseite der Hülse und die Passage **33** auf der Außenseite der Hülse mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung.

[0104] Die Hülse **40** weist zudem einen Ablaufanschluss **49** auf. Der Ablaufanschluss **49** ist derart an der Hülse **40** ausgebildet, dass zumindest ein Abschnitt des Ablaufanschlusses **49** auf der Seite der Recyclingpassagen **572** platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist. Genauer gesagt ist der Ablaufanschluss **49** derart an der Hülse **40** ausgebildet, dass zumindest der Abschnitt des Ablaufanschlusses **49** auf der Seite der Recyclingpassagen **572** platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist, wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert, oder wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **452** kontaktiert. Die Recyclingpassagen **571** sind an der Innenseite der Hülse **40** mit dem Ablaufanschluss **49** verbunden.

[0105] Der Ablaufanschluss **49** steht mit der gegenüberliegenden Seite des Passagenänderungsventils **11** in Verbindung, welche gegenüber der Nockenwelle **3** angeordnet ist, d. h. der Ablaufanschluss **49** steht mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung.

[0106] Bei der vorliegenden Ausführungsform weist das Rückschlagventil **60** anstelle des Recycling-Rückschlagventils **62** Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** auf.

[0107] Da die Konfiguration der jeweiligen Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** der Konfiguration des Recycling-Rückschlagventils **62** ähnelt, wird eine Beschreibung der Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** der Einfachheit halber weggelassen werden.

[0108] Das Rückschlagventil **60** ist derart an dem Drucksammelraum **500** platziert, dass das Zufuhr-Rückschlagventil **61** den Zufuhrpassagen **54** entspricht, und das Recycling-Rückschlagventil **621** den Recyclingpassagen **571** entspricht, sowie das Recy-

cling-Rückschlagventil **622** den Recyclingpassagen **572** entspricht.

[0109] Wenn das Hydrauliköl ausgehend von den Recyclingpassagen **571**, **572** hin zu dem Drucksammelraum **500** fließt, sind die Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** radial nach innen verformt. Dadurch wird zwischen der Innenwand des Kolbens **50** und dem Recycling-Rückschlagventil **621**, **622** ein Spalt ausgebildet. Im Ergebnis kann das Hydrauliköl durch die Recyclingpassagen **571**, **572** in den Drucksammelraum **500** fließen. Im Gegensatz dazu sind die Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** radial nach außen verformt, wenn das Hydrauliköl ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu den Recyclingpassagen **571**, **572** fließt. Dadurch werden die Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** gegen die Innenwand des Kolbens **50** gedrückt, um die Recyclingpassagen **571**, **572** zu schließen. Auf diese Weise wird der Ausfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** durch die Recyclingpassagen **571**, **572** zu der Außenseite des Kolbens **50** beschränkt. Somit ermöglicht das Recycling-Rückschlagventil **62** den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von den Recyclingpassagen **571**, **572** zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** zu den Recyclingpassagen **571**, **572**.

[0110] Wenn der Kolben **50** bei der vorliegenden Ausführungsform derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert (vergleiche **Fig. 5**), wird den Vorschubkammern **202** durch die primären Steuerpassagen **55**, die sekundären Steuerpassagen **56** und die sekundären Steueranschlüsse **45** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in den Verzögerungskammern **201** fließt durch die primären Steueranschlüsse **44** zu der Aussparung, welche sich auf der radial äußeren Seite der Recyclingpassagen **571** befindet. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in diese Aussparung fließt, wird durch die Recyclingpassagen **571** und das Recycling-Rückschlagventil **621** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in diese Aussparung fließt, durch die Ablaufanschlüsse **46**, die Passage **103** auf der Außenseite der Hülse und die Passage **33** auf der Außenseite der Hülse zu der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** abgeführt.

[0111] Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **452** kontaktiert, wird den Verzögerungskammern **201** durch die primären Steuerpassagen **55**, die sekundären Steuerpassagen **56** und die primären Steueranschlüsse **44** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in den Vorschubkammern **202** fließt durch die sekundären Steueranschlüsse **45** in die Aussparung, welche sich auf der radial äußeren Seite der Recyclingpassagen **572** befindet. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in

diese Aussparung fließt, wird durch die Recyclingpassagen **572** und das Recycling-Rückschlagventil **622** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in diese Aussparung fließt, durch den Ablaufanschluss **49** zu der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** abgeführt.

[0112] Abgesehen von den vorstehend beschriebenen Punkten ist die Struktur der zweiten Ausführungsform die gleiche wie die der ersten Ausführungsform. Daher kann die Struktur, welche die gleiche ist wie die Struktur der ersten Ausführungsform, die gleichen Vorteile erzielen wie die der ersten Ausführungsform.

[0113] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Recyclingpassagen **571** an der Innenseite der Hülse **40** mit den Ablaufanschlüssen **46** verbunden, wie vorstehend erörtert wird. Außerdem sind die Recyclingpassagen **572** an der Innenseite der Hülse **40** mit dem Ablaufanschluss **49** verbunden. Daher ist es anders als bei der zuvor vorgeschlagenen Technik nicht notwendig, dass die Hülse **40** den Recyclinganschluss aufweist, welcher sich von den Ablaufanschlüssen **46**, **49** unterscheidet und dazu verwendet wird, das Hydrauliköl ausgehend von den jeweiligen Hydraulikkammern zu dem Drucksammelraum rückzuführen. Im Ergebnis kann eine axiale Größe der Hülse **40** klein hergestellt werden und dadurch kann das Passagenänderungsventil **11** klein hergestellt werden.

[0114] Außerdem ist bei der vorliegenden Ausführungsform jeder der Ablaufanschlüsse **46**, **49** derart ausgebildet, dass zumindest ein Abschnitt des Ablaufanschlusses **46**, **49** auf der Seite der Recyclingpassage **571**, **572** platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist. Im Ergebnis kann die axiale Größe der Hülse **40** und die axiale Größe des Kolbens **50** klein hergestellt werden.

[0115] Außerdem steht der Ablaufanschluss **49** bei der vorliegenden Ausführungsform durch die Stelle zwischen der Hülse **40** und dem Kolben **50** mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung. Daher ist es nicht erforderlich, eine andere Passage an einem anderen Bauteil auszubilden, welches ein anderes ist als die Hülse **40**, um den Ablaufanschluss **49** mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung zu setzen. Auf diese Weise kann die Struktur vereinfacht werden.

[0116] Außerdem sind bei der vorliegenden Ausführungsform zwei Typen von Recyclingpassagen (**571**, **572**) eine nach der anderen in der axialen Richtung der Hülse **40** angeordnet. Jede der primären Steuerpassagen **55** und die entsprechende der sekundären Steuerpassagen **56** sind integral an der Stelle zwischen diesen zwei Typen von Recyclingpassagen

(**571**, **572**) ausgebildet. Daher kann die axiale Größe des Kolbens **50** klein hergestellt werden, obschon die zwei Typen der Recyclingpassagen (**571**, **572**) ausgebildet sind. Außerdem kann die Länge des Pfads ausgehend von dem Drucksammelraum **500** zu den primären Steueranschlüssen **44** oder den sekundären Steueranschlüssen **45** reduziert werden.

[0117] Überdies stehen die Ablaufanschlüsse **46** durch die Passage **103** auf der Außenseite der Hülse, welche an der Nockenwelle **3** ausgebildet ist, und die Passage **33** auf der Außenseite der Hülse, welche an dem Flügelrotor **30** ausgebildet ist, mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung. Daher ist es nicht erforderlich, eine Passage auszubilden, welche die Ablaufanschlüsse **46** an der Innenseite der Hülse **40** mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung setzt. Somit kann die Größe der Hülse **40** und die Größe des Passagenänderungsventils **11** klein hergestellt werden.

Dritte Ausführungsform

[0118] Fig. 6 veranschaulicht eine Ventiltimingeinrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in Hinblick auf die Konfiguration des Rückschlagventils **60**.

[0119] Wie in den Fig. 7A bis Fig. 7C veranschaulicht wird, weist das Rückschlagventil **60** einen Hauptkörper **64**, ein Zufuhr-Rückschlagventil **65**, ein Recycling-Rückschlagventil **66** und ein Loch **67** auf.

[0120] Der Hauptkörper **64** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt und ist zum Beispiel aus Metall hergestellt. Eine Wanddicke des Hauptkörpers **64** wird derart eingestellt bzw. festgelegt, dass diese relativ klein ist.

[0121] Das Zufuhr-Rückschlagventil **65** wird ausgebildet, indem ein Loch ausgebildet wird, das eine Außenwand und eine Innenwand des Hauptkörpers **64** verbindet. Das Zufuhr-Rückschlagventil **65** weist einen Ventilabschnitt **651** und einen Lagerabschnitt **652** auf. Der Ventilabschnitt **651** ist in einer im Wesentlichen kreisförmigen Form geformt. Der Lagerabschnitt **652** verbindet den Hauptkörper **64** und den Ventilabschnitt **651** und lagert den Ventilabschnitt **651**. Das Zufuhr-Rückschlagventil **65** ist derart ausgebildet, dass das Zufuhr-Rückschlagventil **65** in der radialen Richtung federnd verformbar ist.

[0122] Das Recycling-Rückschlagventil **66** wird ausgebildet, indem ein Loch ausgebildet wird, das eine Außenwand und eine Innenwand des Hauptkörpers **64** verbindet. Das Recycling-Rückschlagventil **66** weist einen Ventilabschnitt **661** und einen La-

gerabschnitt **662** auf. Der Ventilabschnitt **661** ist in einer im Wesentlichen kreisförmigen Form geformt. Der Lagerabschnitt **662** verbindet den Hauptkörper **64** und den Ventilabschnitt **661** und lagert den Ventilabschnitt **661**. Das Recycling-Rückschlagventil **66** ist derart ausgebildet, dass das Recycling-Rückschlagventil **66** in der radialen Richtung federnd verformbar ist.

[0123] Das Zufuhr-Rückschlagventil **65** und das Recycling-Rückschlagventil **66** sind sogenannte Blattventile.

[0124] Das Loch **67** ist in einer im Wesentlichen kreisförmigen Form geformt und verbindet die Außenwand und die Innenwand des Hauptkörpers **64** an einer Stelle, die zwischen dem Zufuhr-Rückschlagventil **65** und dem Recycling-Rückschlagventil **66** angeordnet ist.

[0125] Das Rückschlagventil **60** ist derart in dem Drucksammelraum **500** platziert, dass das Zufuhr-Rückschlagventil **65** der Zufuhrpassage **54** entspricht, und das Recycling-Rückschlagventil **66** der Recyclingpassage **57** entspricht, sowie das Loch **67** der primären Steuerpassage **55** entspricht (vergleiche **Fig. 6**). Das Rückschlagventil **60** ist auf der Seite der Kolbenabdeckung **52** der sekundären Steuerpassage **56** platziert.

[0126] Wenn das Hydrauliköl ausgehend von der Zufuhrpassage **54** hin zu dem Drucksammelraum **500** fließt, wird eine äußere periphere Oberfläche des Ventilabschnitts **651** des Zufuhr-Rückschlagventils **65** durch das Hydrauliköl radial nach innen gedrückt. Somit ist der Ventilabschnitt **651** des Zufuhr-Rückschlagventils **65** radial nach innen verformt und wird geöffnet. Dadurch wird zwischen der Innenwand des Kolbens **50** und dem Ventilabschnitt **651** des Zufuhr-Rückschlagventils **65** ein Spalt ausgebildet. Im Ergebnis kann das Hydrauliköl durch die Zufuhrpassage **54** in den Drucksammelraum **500** fließen. Im Gegensatz dazu wird eine innere periphere Oberfläche des Ventilabschnitts **651** des Zufuhr-Rückschlagventils **65** durch das Hydrauliköl radial nach außen gedrückt, wenn das Hydrauliköl ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu der Zufuhrpassage **54** fließt. Somit ist der Ventilabschnitt **651** des Zufuhr-Rückschlagventils **65** radial nach außen verformt und wird dadurch geschlossen. Dadurch wird der Ventilabschnitt **651** des Zufuhr-Rückschlagventils **65** gegen die Innenwand des Kolbens **50** gedrückt, um die Zufuhrpassage **54** zu schließen. Auf diese Weise wird der Ausfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** durch die Zufuhrpassage **54** zu der Außenseite des Kolbens **50** beschränkt. Somit ermöglicht das Zufuhr-Rückschlagventil **65** den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von der Zufuhrpassage **54** zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von

dem Drucksammelraum **500** zu der Zufuhrpassage **54**.

[0127] Wenn das Hydrauliköl ausgehend von der Recyclingpassage **57** hin zu dem Drucksammelraum **500** fließt, wird eine äußere periphere Oberfläche des Ventilabschnitts **661** des Recycling-Rückschlagventils **66** durch das Hydrauliköl radial nach innen gedrückt. Somit ist der Ventilabschnitt **661** des Recycling-Rückschlagventils **66** radial nach innen verformt und wird geöffnet. Dadurch wird zwischen der Innenwand des Kolbens **50** und dem Ventilabschnitt **661** des Recycling-Rückschlagventils **66** ein Spalt ausgebildet. Auf diese Weise kann das Hydrauliköl durch die Recyclingpassage **57** in den Drucksammelraum **500** fließen. Im Gegensatz dazu wird eine innere periphere Oberfläche des Ventilabschnitts **661** des Recycling-Rückschlagventils **66** durch das Hydrauliköl radial nach außen gedrückt, wenn das Hydrauliköl ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu der Recyclingpassage **57** fließt. Somit ist der Ventilabschnitt **661** des Recycling-Rückschlagventils **66** radial nach außen verformt und wird dadurch geschlossen. Dadurch wird der Ventilabschnitt **661** des Recycling-Rückschlagventils **66** gegen die Innenwand des Kolbens **50** gedrückt, um die Recyclingpassage **57** zu schließen. Auf diese Weise ist der Ausfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** durch die Recyclingpassage **57** zu der Außenseite des Kolbens **50** beschränkt. Somit ermöglicht das Recycling-Rückschlagventil **66** den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von der Recyclingpassage **57** zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** zu der Recyclingpassage **57**.

[0128] Abgesehen von den vorstehend beschriebenen Punkten ähnelt die Struktur der dritten Ausführungsform der Struktur der ersten Ausführungsform. Daher kann die Struktur, welche die gleiche ist wie die Struktur der ersten Ausführungsform, die gleichen Vorteile erzielen wie die der ersten Ausführungsform.

Vierte Ausführungsform

[0129] **Fig. 8** veranschaulicht einen Abschnitt einer Ventiltimingeinrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die vierte Ausführungsform unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform in Hinblick auf die Konfigurationen der Hülse **40**, des Kolbens **50** und des Rückschlagventils **60**.

[0130] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Zufuhranschlüsse **43** an einer Stelle zwischen den primären Steueranschlüssen **44** und den sekundären Steueranschlüssen **45** ausgebildet.

[0131] Der Kolben **50** weist anstelle der Kolbenabdeckung **52** ein Dichtbauteil **58** auf. Das Dichtbauteil

58 ist in einer im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt und ist an der Innenseite des Kolbenrohrs **51** platziert. Der Drucksammelraum **500**, welcher in einer im Wesentlichen zylindrischen rohrförmigen Form geformt ist, ist zwischen einer Außenwand des Dichtbauteils **58** und einer Innenwand des Kolbenrohrs **51** platziert.

[0132] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind eine entsprechende der primären Steuerpassagen **55**, eine entsprechende der sekundären Steuerpassagen **56** sowie eine entsprechende der Zufuhrpassagen **54** integral an einer Stelle zwischen den Recyclingpassagen **571** und den Recyclingpassagen **572** ausgebildet.

[0133] Bei der vorliegenden Ausführungsform bildet die Hülse **40** den Ablaufanschluss **46** aus. An einer Stelle zwischen dem Hülsenrohr **451** und dem Kolbenrohr **51** ist der Ablaufanschlusses **46** auf einer Seite der Recyclingpassagen **571** platziert, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist. Der Ablaufanschluss **46** steht durch den Raum **401** mit variablem Volumen und das Atemloch **402** mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung, welche die Außenseite der Nockenwelle **3** ist, das heißt der Ablaufanschluss **46** steht durch den Raum **401** mit variablem Volumen und das Atemloch **402** mit der Atmosphäre in Verbindung. Die Recyclingpassagen **571** sind an der Innenseite der Hülse **40** mit dem Ablaufanschluss **46** verbunden.

[0134] Die Hülse **40** bildet den Ablaufanschluss **49** aus. An einer Stelle zwischen dem Hülsenrohr **451** und dem Kolbenrohr **51** ist der Ablaufanschlusses **49** auf einer Seite der Recyclingpassagen **572** platziert, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist. Der Ablaufanschluss **49** steht mit der gegenüberliegenden Seite des Passagenänderungsventils **11** in Verbindung, welche gegenüber der Nockenwelle **3** angeordnet ist, d. h. der Ablaufanschluss **49** steht mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung. Die Recyclingpassagen **572** sind an der Innenseite der Hülse **40** mit dem Ablaufanschluss **49** verbunden.

[0135] Das Rückschlagventil **60** beinhaltet das Zufuhr-Rückschlagventil **61** und die Recycling-Rückschlagventile **621**, **622**.

[0136] Das Zufuhr-Rückschlagventil **61** und die Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** sind voneinander getrennt ausgebildet. Da die Konfigurationen des Zufuhr-Rückschlagventils **61** und die Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** denen der zweiten Ausführungsform ähneln, werden diese dadurch der Einfachheit halber nicht beschrieben.

[0137] Das Zufuhr-Rückschlagventil **61** ist an einer Position platziert, die zwischen der Hülse **40** und dem Kolben **50** angeordnet ist und den Zufuhranschlüssen **43** entspricht. Das Recycling-Rückschlagventil **621** ist an einer Position platziert, die zwischen dem Kolbenrohr **51** und dem Dichtbauteil **58** angeordnet ist und den Recyclingpassagen **571** entspricht. Das Recycling-Rückschlagventil **622** ist an einer Position platziert, die zwischen dem Kolbenrohr **51** und dem Dichtbauteil **58** angeordnet ist und den Recyclingpassagen **572** entspricht.

[0138] Wenn das Hydrauliköl ausgehend von den Zufuhranschlüssen **43** hin zu dem Drucksammelraum **500** fließt, ist das Zufuhr-Rückschlagventil **61** radial nach innen verformt. Dadurch wird zwischen der Innenwand der Hülse **40** und dem Zufuhr-Rückschlagventil **61** ein Spalt ausgebildet. Im Ergebnis kann das Hydrauliköl durch die Zufuhranschlüsse **43** und die Zufuhrpassagen **54** in den Drucksammelraum **500** fließen. Im Gegensatz dazu ist das Zufuhr-Rückschlagventil **61** radial nach außen verformt, wenn das Hydrauliköl ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu den Zufuhranschlüssen **43** fließt. Somit wird das Zufuhr-Rückschlagventil **61** gegen die Innenwand der Hülse **40** gedrückt, um die Zufuhranschlüsse **43** zu schließen. Auf diese Weise wird der Ausfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** durch die Zufuhrpassagen **54** und die Zufuhranschlüsse **43** zu der Außenseite der Hülse **40** beschränkt. Somit ermöglicht das Zufuhr-Rückschlagventil **61** den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von den Zufuhranschlüssen **43** zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** zu den Zufuhranschlüssen **43**.

[0139] Wenn das Hydrauliköl ausgehend von den Recyclingpassagen **571**, **572** hin zu dem Drucksammelraum **500** fließt, sind die Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** radial nach innen verformt. Dadurch wird zwischen der Innenwand des Kolbens **50** und dem Recycling-Rückschlagventil **621**, **622** ein Spalt ausgebildet. Im Ergebnis kann das Hydrauliköl durch die Recyclingpassagen **571**, **572** in den Drucksammelraum **500** fließen. Im Gegensatz dazu sind die Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** radial nach außen verformt, wenn das Hydrauliköl ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu den Recyclingpassagen **571**, **572** fließt. Dadurch werden die Recycling-Rückschlagventile **621**, **622** gegen die Innenwand des Kolbens **50** gedrückt, um die Recyclingpassagen **571**, **572** zu schließen. Auf diese Weise wird der Ausfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** durch die Recyclingpassagen **571**, **572** zu der Außenseite des Kolbens **50** beschränkt. Somit ermöglicht das Recycling-Rückschlagventil **62** den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von den Recyclingpassagen **571**, **572** zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss

des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** zu den Recyclingpassagen **571**, **572**.

[0140] Wenn der Kolben **50** bei der vorliegenden Ausführungsform derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert, wird den Vorschubkammern **202** durch die sekundären Steueranschlüsse **45** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in den Verzögerungskammern **201** fließt durch die primären Steueranschlüsse **44** zu dem Ablaufanschluss **46**. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in den Ablaufanschluss **46** fließt, wird durch die Recyclingpassagen **571** und das Recycling-Rückschlagventil **621** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in den Ablaufanschluss **46** fließt, wird durch den Raum **401** mit variablem Volumen und das Atemloch **402** zu der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** abgeführt, welche die Außenseite der Nockenwelle **3** ist, das heißt der Anteil des Hydrauliköls, welches in den Ablaufanschluss **46** fließt, wird durch den Raum **401** mit variablem Volumen und das Atemloch **402** zu der Atmosphäre abgeführt.

[0141] Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **452** kontaktiert, wird den Verzögerungskammern **201** durch die primären Steueranschlüsse **44** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in den Vorschubkammern **202** fließt durch die sekundären Steueranschlüsse **45** zu dem Ablaufanschluss **49**. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in den Ablaufanschluss **49** fließt, wird durch die Recyclingpassagen **572** und das Recycling-Rückschlagventil **622** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in den Ablaufanschluss **49** fließt, zu der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** abgeführt.

[0142] Abgesehen von den vorstehend beschriebenen Punkten ähnelt die Struktur der vierten Ausführungsform der Struktur der zweiten Ausführungsform. Daher kann die Struktur, welche die gleiche ist wie die Struktur der zweiten Ausführungsform, die gleichen Vorteile erzielen wie die der zweiten Ausführungsform.

Fünfte Ausführungsform

[0143] Fig. 9 veranschaulicht eine Ventiltimingeinrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die fünfte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in Hinblick auf die Konfigurationen der Hülse **40**, des Kolbens **50** und des Rückschlagventils **60**.

[0144] Ähnlich wie bei der zweiten Ausführungsform weist die Hülse **40** das Hülsenrohr **451**, den Hülsenboden **452** und den Gewindeabschnitt **453** auf.

[0145] Jeder der Zufuhranschlüsse **43** ist derart ausgebildet, dass der Zufuhranschluss **43** die Außenwand und die Innenwand des Hülsenrohrs **451** verbindet. Die Zufuhranschlüsse **43** stehen durch einen Spalt, der in einer rohrförmigen Form geformt ist und der zwischen der Außenwand des Kolbens **50** und der Innenwand des Wellenlochs **100** ausgebildet ist, mit den Zufuhrlöchern **101** in Verbindung.

[0146] Jeder der primären Steueranschlüsse **44** ist derart ausgebildet, dass der primäre Steueranschluss **44** die Außenwand und die Innenwand des Hülsenrohrs **451** auf der Seite des Halteabschnitts **47** der Zufuhranschlüsse **43** verbindet.

[0147] Jeder der sekundären Steueranschlüsse **45** ist derart ausgebildet, dass der sekundäre Steueranschluss **45** die Außenwand und die Innenwand des Hülsenrohrs **451** auf der Seite des Halteabschnitts **47** der primären Steueranschlüsse **44** verbindet.

[0148] Der Ablaufanschluss **46** ist derart ausgebildet, dass der Ablaufanschluss **46** die Außenwand und die Innenwand des Hülsenrohrs **451** an einer Stelle zwischen den primären Steueranschlüssen **44** und den sekundären Steueranschlüssen **45** verbindet.

[0149] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist jeder der Stiftsteueranschlüsse **410** derart ausgebildet, dass dieser die Außenwand und die Innenwand des Hülsenrohrs **451** an einer Stelle, die zwischen den Zufuhranschlüssen **43** und den primären Steueranschlüssen **44** angeordnet ist, verbindet. Außerdem ist eine Stiftsteuerpassage **305**, welche die Stiftsteueranschlüsse **410** und das Aufnahmeloch **321** verbindet, an dem Flügelrotor **30** ausgebildet. Eine Passausparung **26**, in welche der Sperrstift **81** eingepasst werden kann, ist an der Einhausung **22** auf der Seite ausgebildet, an welcher der Flügel **32** platziert ist. Die Feder **82** drückt den Sperrstift **81** hin zu der Einhausung **22**. Der Druck des Hydrauliköls, welches in die Stiftsteueranschlüsse **410** und die Stiftsteuerpassage **305** fließt, wird in einer Entfernungsrichtung zum Entfernen des Sperrstifts **81** aus der Passausparung **26** gegen die Vorspannkraft der Feder **82** ausgeübt. Wenn der Sperrstift **81** in die Passausparung **26** eingepasst wird, ist eine relative Drehung des Flügelrotors **30** relativ zu dem Gehäuse **20** beschränkt. Im Gegensatz dazu ist die relative Drehung des Flügelrotors **30** relativ zu dem Gehäuse **20** möglich, wenn der Sperrstift **81** nicht in die Passausparung **26** eingepasst wird.

[0150] Eine Passage **33** auf der Außenseite der Hülse ist an der Nabe **31** des Flügelrotors **30** ausgebildet. Die Passage **33** auf der Außenseite der Hülse ist derart ausgebildet, dass die Passage **33** auf der Außenseite der Hülse den Ablaufanschluss **49** mit der

Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** in Verbindung setzt.

[0151] Der Kolben **50** weist anstelle der Kolbenabdeckung **52** ein Dichtbauteil **59** auf. Das Dichtbauteil **59** ist an der Innenseite des Kolbenrohrs **51** platziert. Der Drucksammelraum **500**, welcher sich in der axialen Richtung des Kolbens **50** erstreckt, ist zwischen einer Innenwand des Dichtbauteils **59** und der Innenwand des Kolbenrohrs **51** ausgebildet.

[0152] Die Zufuhrpassage **54**, die primäre Steuerpassage **55**, die Recyclingpassage **57** und die sekundäre Steuerpassage **56** sind in dieser Reihenfolge mit vorgegebenen Intervallen ausgehend von einer Endseite zu der anderen Endseite des Kolbens **50** angeordnet. Die Zufuhrpassage **54**, die primäre Steuerpassage **55**, die Recyclingpassage **57** und die sekundäre Steuerpassage **56** setzen den Drucksammelraum **500** mit der Außenseite des Kolbens **50** in Verbindung.

[0153] Wenn der Kolben **50** bei der vorliegenden Ausführungsform derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert (vergleiche **Fig. 9**), sind die Zufuhranschlüsse **43** nicht mit der Zufuhrpassage **54** verbunden. Wenn der Kolben **50** sich um einen vorgegebenen Betrag hin zu der Nockenwelle **3** bewegt, sind die Zufuhranschlüsse **43** mit der Zufuhrpassage **54** verbunden und die primäre Steuerpassage **55** ist mit den primären Steueranschlüssen **44** verbunden und die sekundären Steueranschlüsse **45** sind mit der Recyclingpassage **57** verbunden. Zu dieser Zeit ist die primäre Steuerpassage **55** mit den Stiftsteueranschlüssen **410** verbunden.

[0154] Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **412** kontaktiert, sind die Zufuhranschlüsse **43** mit der Zufuhrpassage **54** verbunden und die sekundäre Steuerpassage **56** ist mit den sekundären Steueranschlüssen **45** verbunden und die primären Steueranschlüsse **44** sind mit der Recyclingpassage **57** verbunden. Zu dieser Zeit ist die primäre Steuerpassage **55** mit den Stiftsteueranschlüssen **410** verbunden.

[0155] Der Ablaufanschluss **46** ist derart an der Hülse **40** ausgebildet, dass zumindest ein Abschnitt des Ablaufanschlusses **46** auf der Seite der Recyclingpassage **57** platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist. Genauer gesagt ist der Ablaufanschluss **46** derart an der Hülse **40** ausgebildet, dass zumindest der Abschnitt des Ablaufanschlusses **46** auf der Seite der Recyclingpassage **57** platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist, wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert (vergleiche **Fig. 9**), oder wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **452** kontaktiert.

[0156] Das Rückschlagventil **60** beinhaltet ein Zufuhr-Rückschlagventil **68** und ein Recycling-Rückschlagventil **69**.

[0157] Das Zufuhr-Rückschlagventil **68** und das Recycling-Rückschlagventil **69** sind voneinander getrennt ausgebildet. Das Zufuhr-Rückschlagventil **68** und das Recycling-Rückschlagventil **69** werden jeweils ausgebildet, indem eine dünne Metallplatte gefaltet wird.

[0158] Das Zufuhr-Rückschlagventil **68** ist in dem Drucksammelraum **500** an einer Stelle platziert, die der Zufuhrpassage **54** entspricht. Das Zufuhr-Rückschlagventil **68** ist durch den Lagerabschnitt **591** auf der Zufuhrseite gelagert, der an einer Innenwand des Dichtbauteils **59** ausgebildet ist. Das Zufuhr-Rückschlagventil **68** ist in der radialen Richtung des Kolbens **50** federnd verformbar.

[0159] Das Recycling-Rückschlagventil **69** ist in dem Drucksammelraum **500** an einer Stelle platziert, die der Recyclingpassage **57** entspricht. Das Recycling-Rückschlagventil **69** ist durch den Lagerabschnitt **592** auf der Recyclingseite gelagert, der an der Innenwand des Dichtbauteils **59** ausgebildet ist. Das Recycling-Rückschlagventil **69** ist in der radialen Richtung des Kolbens **50** federnd verformbar.

[0160] Wenn das Hydrauliköl ausgehend von der Zufuhrpassage **54** hin zu dem Drucksammelraum **500** fließt, wird das Zufuhr-Rückschlagventil **68** in der radialen Richtung des Kolbens **50** radial nach innen verformt. Dadurch wird zwischen der Innenwand des Kolbens **50** und dem Zufuhr-Rückschlagventil **68** ein Spalt ausgebildet. Im Ergebnis kann das Hydrauliköl durch die Zufuhrpassage **54** in den Drucksammelraum **500** fließen. Im Gegensatz dazu ist das Zufuhr-Rückschlagventil **68** in der radialen Richtung des Kolbens **50** radial nach außen verformt, wenn das Hydrauliköl ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu der Zufuhrpassage **54** fließt. Dadurch wird das Zufuhr-Rückschlagventil **68** gegen die Innenwand des Kolbens **50** gedrückt, um die Zufuhrpassage **54** zu schließen. Auf diese Weise wird der Ausfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** durch die Zufuhrpassage **54** zu der Außenseite des Kolbens **50** beschränkt. Somit ermöglicht das Zufuhr-Rückschlagventil **68** den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von der Zufuhrpassage **54** zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** zu der Zufuhrpassage **54**.

[0161] Wenn das Hydrauliköl ausgehend von der Recyclingpassage **57** hin zu dem Drucksammelraum **500** fließt, ist das Recycling-Rückschlagventil **69** radial nach innen verformt. Dadurch wird zwischen der Innenwand des Kolbens **50** und dem Recycling-Rück-

schlagventil **69** ein Spalt ausgebildet. Auf diese Weise kann das Hydrauliköl durch die Recyclingpassage **57** in den Drucksammelraum **500** fließen. Im Gegensatz dazu ist das Recycling-Rückschlagventil radial nach außen verformt, wenn das Hydrauliköl ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu der Recyclingpassage **57** fließt. Dadurch wird das Recycling-Rückschlagventil **69** gegen die Innenwand des Kolbens **50** gedrückt, um die Recyclingpassage **57** zu schließen. Auf diese Weise ist der Ausfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** durch die Recyclingpassage **57** zu der Außenseite des Kolbens **50** beschränkt. Somit ermöglicht das Recycling-Rückschlagventil **69** den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von der Recyclingpassage **57** zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** zu der Recyclingpassage **57**.

[0162] Wenn der Kolben **50** bei der vorliegenden Ausführungsform ausgehend von der Position (vergleiche **Fig. 9**), an welcher der Kolben **50** den Halteabschnitt **71** kontaktiert, um den vorgegebenen Betrag hin zu der Nockenwelle **3** bewegt wird, fließt das Hydrauliköl durch die Zufuhranschlüsse **43**, die Zufuhrpassage **54** und das Zufuhr-Rückschlagventil **68** in den Drucksammelraum **500** und das Hydrauliköl fließt durch die primäre Steuerpassage **55** in die Stiftsteueranschlüsse **410** und die Stiftsteuerpassage **305**. Dadurch ist eine relative Drehung des Flügelrotors **30** relativ zu dem Gehäuse **20** möglich. Zu dieser Zeit wird den Verzögerungskammern **201** durch die primäre Steuerpassage **55** und die primären Steueranschlüsse **44** das Hydrauliköl in dem Drucksammelraum **500** zugeführt und das Hydrauliköl in den Vorschubkammern **202** fließt durch die sekundären Steueranschlüsse **45** zu der Aussparung, welche sich auf der radial äußeren Seite der Recyclingpassage **57** befindet. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in diese Aussparung fließt, wird durch die Recyclingpassage **57** und das Recycling-Rückschlagventil **69** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in diese Aussparung fließt, durch den Ablaufanschluss **49** und die Passage **33** auf der Außenseite der Hülse zu der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** abgeführt.

[0163] Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **452** kontaktiert, fließt das Hydrauliköl durch die primäre Steuerpassage **55** in die Stiftsteueranschlüsse **410** und die Stiftsteuerpassage **305**. Dadurch ist eine relative Drehung des Flügelrotors **30** relativ zu dem Gehäuse **20** möglich. Zu dieser Zeit wird den Vorschubkammern **202** durch die sekundäre Steuerpassage **56** und die sekundären Steueranschlüsse **45** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in den Verzögerungskammern **201** fließt durch die primären Steueranschlüsse **44** zu der Aussparung, welche sich auf der radial äußeren

Seite der Recyclingpassage **57** befindet. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in diese Aussparung fließt, wird durch die Recyclingpassage **57** und das Recycling-Rückschlagventil **69** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in diese Aussparung fließt, durch den Ablaufanschluss **49** und die Passage **33** auf der Außenseite der Hülse zu der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** abgeführt.

[0164] Abgesehen von den vorstehend beschriebenen Punkten ähnelt die Struktur der fünften Ausführungsform der Struktur der ersten Ausführungsform. Daher kann die Struktur, welche die gleiche ist wie die Struktur der ersten Ausführungsform, die gleichen Vorteile erzielen wie die der ersten Ausführungsform.

Sechste Ausführungsform

[0165] **Fig. 10** veranschaulicht einen Abschnitt einer Ventiltimingeinrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die sechste Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in Hinblick auf die Konfigurationen der Hülse **40**, des Kolbens **50** und des Rückschlagventils **60**.

[0166] Wie in **Fig. 10** veranschaulicht wird, ist die Hülse **40** derart ausgebildet, dass diese eine Struktur mit drei Rohren aufweist. Ähnlich wie bei der zweiten Ausführungsform weist die Hülse **40** das Hülsenrohr **451**, den Hülsenboden **452** und den Gewindeabschnitt **453** auf.

[0167] Jeder der Zufuhranschlüsse **43** ist derart ausgebildet, dass der Zufuhranschluss **43** die Außenwand und die Innenwand des Hülsenrohrs **451** verbindet. Die Zufuhranschlüsse **43** sind mit der Ölpumpe **8** verbunden.

[0168] Jeder der primären Steueranschlüsse **44** ist derart ausgebildet, dass der primäre Steueranschluss **44** die Außenwand und die Innenwand des Hülsenrohrs **451** auf der Seite des Halteabschnitts **47** der Zufuhranschlüsse **43** verbindet.

[0169] Jeder der sekundären Steueranschlüsse **45** ist derart ausgebildet, dass der sekundäre Steueranschluss **45** die Außenwand und die Innenwand des Hülsenrohrs **451** auf der Seite des Halteabschnitts **47** der primären Steueranschlüsse **44** verbindet.

[0170] Ein Ablaufanschluss **454** ist an einem Mittelpunkt des Hülsenbodens **452** ausgebildet. Genauer gesagt ist der Ablaufanschluss **454** entlang der Achse der Hülse **40** an einem Endabschnitt der Hülse **40** ausgebildet, welcher sich auf der Seite der Nockenwelle **3** befindet. Der Ablaufanschluss **454** ist derart ausgebildet, dass der Ablaufanschluss **454** den Raum **401** mit variablem Volumen und die Außenseite

te der Nockenwelle **3** verbindet, das heißt der Ablaufanschluss **454** verbindet den Raum **401** mit variablem Volumen und die Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10**.

[0171] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Zwischenpassage **455** innerhalb eines Bereichs einer Wanddicke des Hülsenrohrs **451** ausgebildet. Die Zwischenpassage **455** erstreckt sich in der axialen Richtung der Hülse **40** und steht mit dem Raum **401** mit variablem Volumen in Verbindung. Die primären Steueranschlüsse **44** und die sekundären Steueranschlüsse **45** stehen mit der Zwischenpassage **455** in Verbindung.

[0172] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Kolbenabdeckung **52** in einem Stück integral mit dem Kolbenrohr **51** ausgebildet. Der Kolbenboden **53** ist von dem Kolbenrohr **51** getrennt ausgebildet und ist in ein gegenüberliegendes Ende des Kolbenrohrs **51** pressgepasst, welches gegenüber der Kolbenabdeckung **52** angeordnet ist.

[0173] Jede der Recyclingpassagen **57** ist derart ausgebildet, dass die Recyclingpassage **57** die Außenwand und die Innenwand des Kolbenrohrs **51** an einer Stelle, die benachbart zu der Kolbenabdeckung **52** angeordnet ist, verbindet. Jede Recyclingpassage **57** erstreckt sich in der radialen Richtung des Kolbens **50**. Die Recyclingpassagen **57** sind durch den Raum **401** mit variablem Volumen mit dem Ablaufanschluss **454** verbunden. Genauer gesagt sind die Recyclingpassagen **57** an der Innenseite der Hülse **40** mit dem Ablaufanschluss **454** verbunden.

[0174] Jede der Zufuhrpassagen **54** ist derart ausgebildet, dass die Zufuhrpassage **54** die Außenwand und die Innenwand des Kolbenrohrs **51** an einer Stelle, die auf der Seite des Kolbenbodens **53** der Recyclingpassagen **57** angeordnet ist, verbindet.

[0175] Jede der primären Steuerpassagen **55** und eine entsprechende der sekundären Steuerpassagen **56** sind integral derart ausgebildet, dass die primäre Steuerpassage **55** und die sekundäre Steuerpassage **56** die Außenwand und die Innenwand des Kolbenrohrs **51** an einer Stelle, die auf der Seite des Kolbenbodens **53** der Zufuhrpassagen **54** angeordnet ist, verbindet.

[0176] Das Rückschlagventil **60** beinhaltet das Zufuhr-Rückschlagventil **61** und das Recycling-Rückschlagventil **62**.

[0177] Das Zufuhr-Rückschlagventil **61** ist derart in dem Drucksammelraum **500** platziert, dass das Zufuhr-Rückschlagventil **61** den Zufuhrpassagen **54** entspricht. Das Recycling-Rückschlagventil **62** ist derart in dem Drucksammelraum **500** platziert, dass

das Recycling-Rückschlagventil **62** den Recyclingpassagen **57** entspricht.

[0178] Wenn der Kolben **50** bei der vorliegenden Ausführungsform derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert (vergleiche **Fig. 10**), wird den Vorschubkammern **202** durch die sekundären Steueranschlüsse **45** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in den Verzögerungskammern **201** fließt durch die primären Steueranschlüsse **44** zu der Zwischenpassage **455**. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in die Zwischenpassage **455** fließt, wird durch den Raum **401** mit variablem Volumen, die Recyclingpassagen **57** und das Recycling-Rückschlagventil **62** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in die Zwischenpassage **455** fließt, durch den Raum **401** mit variablem Volumen und den Ablaufanschluss **454** zu der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** abgeführt.

[0179] Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **452** kontaktiert, wird den Verzögerungskammern **201** außerdem durch die primären Steueranschlüsse **44** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in den Vorschubkammern **202** fließt durch die sekundären Steueranschlüsse **45** zu der Zwischenpassage **455**. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in die Zwischenpassage **455** fließt, wird durch die Recyclingpassagen **57** und das Recycling-Rückschlagventil **62** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in die Zwischenpassage **455** fließt, durch den Raum **401** mit variablem Volumen und den Ablaufanschluss **454** zu der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** abgeführt.

[0180] Abgesehen von den vorstehend beschriebenen Punkten ähnelt die Struktur der sechsten Ausführungsform der der ersten Ausführungsform. Daher kann die Struktur, welche die gleiche ist wie die Struktur der ersten Ausführungsform, die gleichen Vorteile erzielen wie die der ersten Ausführungsform.

[0181] Wie vorstehend beschrieben ist der Ablaufanschluss **454** entlang der Achse der Hülse **40** an dem Endabschnitt der Hülse **40** ausgebildet, welcher sich auf der Seite der Nockenwelle **3** befindet. Die Recyclingpassagen **57** erstrecken sich in der radialen Richtung des Kolbens **50**. Daher ist die Struktur vorgesehen, bei welcher das Hydrauliköl, das ausgehend von den jeweiligen Hydraulikkammern aufgenommen wird, zu der Seite der Nockenwelle **3** abgeführt werden kann.

Siebte Ausführungsform

[0182] **Fig. 11** veranschaulicht einen Abschnitt einer Ventiltimingeinrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die

siebte Ausführungsform unterscheidet sich von der sechsten Ausführungsform in Hinblick auf die Konfigurationen des Kolbens **50** und des Rückschlagventils **60**.

[0183] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Recyclingpassage **57** an einem Mittelpunkt der Kolbenabdeckung **52** ausgebildet. Genauer gesagt ist die Recyclingpassage **57** entlang der Achse des Kolbens **50** an einem Endabschnitt des Kolbens **50** ausgebildet, der sich auf der Seite der Nockenwelle **3** befindet.

[0184] Das Rückschlagventil **60** beinhaltet anstelle des Recycling-Rückschlagventils **62** das Recycling-Rückschlagventil **73**. Das Recycling-Rückschlagventil **73** ist in einer kugelförmigen Form geformt und ist zum Beispiel aus Metall hergestellt. Das Recycling-Rückschlagventil **73** ist in dem Drucksammelraum **500** an einer Stelle platziert, die der Recyclingpassage **57** entspricht.

[0185] Ein Aufnahmeabschnitt **74** ist an einem Endabschnitt des Drucksammelraums **500** installiert, der sich auf der Seite der Kolbenabdeckung **52** befindet. Der Aufnahmeabschnitt **74** ist in eine mit einem Boden versehene rohrförmige Form geformt und ist derart in das Innere des Kolbenrohrs **51** eingepasst, dass der Aufnahmeabschnitt **74** das Recycling-Rückschlagventil **73** aufnimmt. Der Aufnahmeabschnitt **74** weist ein Loch **741** auf, das sich durch einen Boden des Aufnahmeabschnitts **74** erstreckt. Eine Innenseite und eine Außenseite des Aufnahmeabschnitts **74** stehen durch das Loch **741** miteinander in Verbindung.

[0186] Das Recycling-Rückschlagventil **73** ist an der Innenseite des Aufnahmeabschnitts **74** beweglich.

[0187] Wenn das Hydrauliköl ausgehend von der Recyclingpassage **57** hin zu dem Drucksammelraum **500** fließt, wird das Recycling-Rückschlagventil **73** hin zu dem Boden des Aufnahmeabschnitts **74** in einer Richtung weg von der Recyclingpassage **57** und der Kolbenabdeckung **52** bewegt. Auf diese Weise kann das Hydrauliköl durch die Recyclingpassage **57** in den Drucksammelraum **500** fließen und kann sich durch das Loch **741** relativ zu dem Aufnahmeabschnitt **74** hin zu dem Zufuhr-Rückschlagventil **61** bewegen. Im Gegensatz dazu kontaktiert das Recycling-Rückschlagventil **73** die Kolbenabdeckung **52** derart, dass das Recycling-Rückschlagventil **73** die Recyclingpassage **57** schließt, wenn das Hydrauliköl ausgehend von dem Drucksammelraum **500** hin zu der Recyclingpassage **57** fließt. Auf diese Weise ist der Ausfluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** durch die Recyclingpassage **57** zu der Außenseite des Kolbens **50** beschränkt. Somit ermöglicht das Recycling-Rückschlagventil **73** den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von der Re-

cyclingpassage **57** zu dem Drucksammelraum **500** und beschränkt den Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum **500** zu der Recyclingpassage **57**.

[0188] Wenn der Kolben **50** bei der vorliegenden Ausführungsform derart positioniert ist, dass dieser den Halteabschnitt **71** kontaktiert, wird den Vorschubkammern **202** durch die sekundären Steueranschlüsse **45** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in den Verzögerungskammern **201** fließt durch die primären Steueranschlüsse **44** zu der Zwischenpassage **455**. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in die Zwischenpassage **455** fließt, wird durch den Raum **401** mit variablem Volumen, die Recyclingpassage **57** und das Recycling-Rückschlagventil **73** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in die Zwischenpassage **455** fließt, durch den Raum **401** mit variablem Volumen und den Ablaufanschluss **454** zu der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** abgeführt.

[0189] Wenn der Kolben **50** derart positioniert ist, dass dieser den Hülsenboden **452** kontaktiert, wird den Verzögerungskammern **201** außerdem durch die primären Steueranschlüsse **44** das Hydrauliköl zugeführt und das Hydrauliköl in den Vorschubkammern **202** fließt durch die sekundären Steueranschlüsse **45** zu der Zwischenpassage **455**. Ein Anteil des Hydrauliköls, welches in die Zwischenpassage **455** fließt, wird durch die Recyclingpassage **57** und das Recycling-Rückschlagventil **73** zu dem Drucksammelraum **500** rückgeführt. Außerdem wird ein anderer Anteil des Hydrauliköls, welches in die Zwischenpassage **455** fließt, durch den Raum **401** mit variablem Volumen und den Ablaufanschluss **454** zu der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung **10** abgeführt.

[0190] Abgesehen von den vorstehend beschriebenen Punkten ähnelt die Struktur der siebten Ausführungsform der der sechsten Ausführungsform. Daher kann die Struktur, welche die gleiche ist wie die Struktur der sechsten Ausführungsform, die gleichen Vorteile erzielen wie die der sechsten Ausführungsform.

[0191] Wie vorstehend beschrieben ist der Ablaufanschluss **454** entlang der Achse der Hülse **40** an dem Endabschnitt der Hülse **40** ausgebildet, welcher sich auf der Seite der Nockenwelle **3** befindet. Die Recyclingpassage **57** ist entlang der Achse des Kolbens **50** an einem Endabschnitt des Kolbens **50** ausgebildet, der sich auf der Seite der Nockenwelle **3** befindet. Daher ist ähnlich wie bei der sechsten Ausführungsform die Struktur vorgesehen, bei welcher das Hydrauliköl, das ausgehend von den jeweiligen Hydraulikkammern aufgenommen wird, zu der Seite der Nockenwelle **3** abgeführt werden kann.

Andere Ausführungsformen

[0192] Die vorstehenden Ausführungsformen veranschaulichen das Beispiel, bei welchem die Hülse **40** und der Kolben **50** des Passagenänderungsventils **11** an dem Mittelpunkt des Flügelrotors **30** platziert sind. Bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann das Passagenänderungsventil **11** an einer Stelle wie beispielsweise der Außenseite des Gehäuses **20** platziert sein, welche eine andere ist als der Mittelpunkt des Flügelrotors **30**.

[0193] Außerdem ist zum Beispiel bei der ersten Ausführungsform der Ablaufanschluss derart ausgebildet, dass zumindest ein Abschnitt des Ablaufanschlusses auf der Seite der Recyclingpassage platziert ist, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist. Alternativ kann bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung der Ablaufanschluss nicht auf der Seite der Recyclingpassage ausgebildet sein, auf welcher die radial äußere Seite des Kolbens **50** platziert ist, solange der Ablaufanschluss an der Innenseite der Hülse **40** mit der Recyclingpassage in Verbindung stehen kann.

[0194] Außerdem können das Gehäuse **20** und die Kurbelwelle **2** bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung anstelle der Kette **6** durch ein Übertragungsbauteil bzw. Getriebebauteil, wie beispielsweise einen Riemen, verbunden sein.

[0195] Die vorstehenden Ausführungsformen veranschaulichen das Beispiel, bei welchem die Kurbelwelle **2** als die erste Welle dient und die Nockenwelle **3** als die zweite Welle dient. Bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann die Kurbelwelle **2** als die zweite Welle dienen und die Nockenwelle **3** kann als die erste Welle dienen. Genauer gesagt kann der Flügelrotor **30** an dem Ende der Kurbelwelle **2** fixiert sein und das Gehäuse **20** kann synchron mit der Nockenwelle **3** gedreht werden.

[0196] Die Ventiltimingeinrichtung **10** der vorliegenden Offenbarung kann das Ventiltiming der Abgasventile **5** der Maschine **1** einstellen.

[0197] Wie vorstehend erörtert, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die vorstehenden Ausführungsformen beschränkt und kann in verschiedenen Formen umgesetzt werden, ohne sich von deren Umfang zu entfernen.

[0198] Die vorliegende Offenbarung wurde unter Bezugnahme auf die Ausführungsformen beschrieben. Allerdings sollte die vorliegende Offenbarung nicht auf die Ausführungsformen und die hierin beschriebenen Strukturen beschränkt werden. Die vorliegende Offenbarung umfasst verschiedene Modifikationen und Variationen im Umfang der Äquivalente. Zudem sind verschiedene Kombinationen und Formen

sowie andere Kombinationen, von welchen jede nur ein Element oder mehrere oder weniger der verschiedenen Kombinationen beinhaltet, ebenfalls in dem Umfang und Geist der vorliegenden Offenbarung enthalten.

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 20177514 [0001]
- JP 5941602 B2 [0004]

Patentansprüche

1. Ventiltimingeinrichtung (10), die dazu konfiguriert ist, in einem Antriebskraftübertragungspfad zum Übertragen einer Antriebskraft ausgehend von einer Antriebswelle (2) auf eine Abtriebswelle (3) eines Verbrennungsmotors (1) installiert zu sein, und die dazu konfiguriert ist, ein Ventiltiming eines Ventils (4, 5) einzustellen, das durch die Abtriebswelle derart angetrieben ist, dass dieses sich öffnet und schließt, wobei eine ausgewählt aus der Antriebswelle und der Abtriebswelle als eine erste Welle definiert ist, während die andere ausgewählt aus der Antriebswelle und der Abtriebswelle als eine zweite Welle definiert ist, wobei die Ventiltimingeinrichtung das Folgende umfasst:

ein Gehäuse (20), das dazu konfiguriert ist, synchron mit der ersten Welle gedreht zu werden, wobei das Gehäuse dazu konfiguriert ist, an einen Endabschnitt der zweiten Welle eingepasst zu sein, und dieses dazu konfiguriert ist, durch die zweite Welle drehbar gelagert zu sein;

einen Flügelrotor (30), der dazu konfiguriert ist, an dem Endabschnitt der zweiten Welle fixiert zu sein, und der einen Flügel (32) beinhaltet, der einen Innenraum (200) des Gehäuses in eine primäre Hydraulikkammer (201) und eine sekundäre Hydraulikkammer (202) aufteilt, während sich die primäre Hydraulikkammer in einer Umfangsrichtung auf einer Seite des Flügels befindet, und die sekundäre Hydraulikkammer sich in der Umfangsrichtung auf der anderen Seite des Flügels befindet, wobei der Flügelrotor dazu konfiguriert ist, abhängig von einem Druck eines Hydrauliköls, das der primären Hydraulikkammer ausgehend von einer Hydraulikölquelle (8) zugeführt wird, und einem Druck des Hydrauliköls, das der sekundären Hydraulikkammer ausgehend von der Hydraulikölquelle zugeführt wird, relativ zu dem Gehäuse gedreht zu werden;

eine Hülse (40), die in einer rohrförmigen Form geformt ist und das Folgende beinhaltet:

einen Zufuhranschluss (43), welcher mit der Hydraulikölquelle in Verbindung steht;

einen primären Steueranschluss (44), welcher mit der primären Hydraulikkammer in Verbindung steht;

einen sekundären Steueranschluss (45), welcher mit der sekundären Hydraulikkammer in Verbindung steht; und

einen Ablaufanschluss (46, 49, 454), welcher mit einer Außenseite der Ventiltimingeinrichtung in Verbindung steht;

einen Kolben (50), der in einer rohrförmigen Form geformt ist und dazu konfiguriert ist, sich an einer Innenseite der Hülse in einer axialen Richtung des Kolbens hin und her zu bewegen, wobei der Kolben das Folgende beinhaltet:

einen Drucksammelraum (500), welcher an einer Innenseite des Kolbens ausgebildet ist;

eine Zufuhrpassage (54), welche dazu konfiguriert ist, den Drucksammelraum und den Zufuhranschluss zu verbinden;

eine primäre Steuerpassage (55), welche dazu konfiguriert ist, den Drucksammelraum und den primären Steueranschluss zu verbinden;

eine sekundäre Steuerpassage (56), welche dazu konfiguriert ist, den Drucksammelraum und den sekundären Steueranschluss zu verbinden; und

eine Recyclingpassage (57, 571, 572), welche dazu konfiguriert ist, den primären Steueranschluss oder den sekundären Steueranschluss mit dem Drucksammelraum zu verbinden; und

ein Recycling-Rückschlagventil (62, 621, 622, 66, 69, 73), das an der Innenseite des Kolbens platziert ist, und das dazu konfiguriert ist, einen Fluss des Hydrauliköls ausgehend von der Recyclingpassage hin zu dem Drucksammelraum zu ermöglichen, und das dazu konfiguriert ist, einen Fluss des Hydrauliköls ausgehend von dem Drucksammelraum hin zu der Recyclingpassage zu beschränken, wobei die Recyclingpassage und der Ablaufanschluss an der Innenseite der Hülse miteinander verbunden sind.

2. Ventiltimingeinrichtung nach Anspruch 1, wobei zumindest ein Abschnitt des Ablaufanschlusses (46, 49) auf einer Seite der Recyclingpassage platziert ist, auf welcher eine radial äußere Seite des Kolbens platziert ist.

3. Ventiltimingeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Ablaufanschluss durch eine Stelle zwischen der Hülse und dem Kolben mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung in Verbindung steht.

4. Ventiltimingeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Recyclingpassage sich in einer axialen Richtung der Hülse zwischen der primären Steuerpassage und der sekundären Steuerpassage befindet.

5. Ventiltimingeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei:

die Recyclingpassage (571, 572) eine von zwei Recyclingpassagen ist, welche eine nach der anderen in der axialen Richtung der Hülse platziert sind; und die primäre Steuerpassage und die sekundäre Steuerpassage an einer Stelle zwischen zwei Recyclingpassagen integral ausgebildet sind.

6. Ventiltimingeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Ablaufanschluss durch die Passage (48) auf der Innenseite der Hülse, welche eine Passage ist, die in einem Bereich einer Wanddicke der Hülse ausgebildet ist, mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung in Verbindung steht.

7. Ventiltimingeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Ablaufanschluss durch die Passage (33, 103) auf der Außenseite der Hülse, welche eine Passage ist, die an der zweiten Welle oder dem Flügelrotor ausgebildet ist, mit der Außenseite der Ventiltimingeinrichtung in Verbindung steht.

8. Ventiltimingeinrichtung nach Anspruch 1, wobei:
der Ablaufanschluss (454) entlang einer Achse der Hülse an einem Endabschnitt der Hülse ausgebildet ist, der sich auf der Seite der zweiten Welle befindet, und
die Recyclingpassage sich in einer radialen Richtung des Kolbens erstreckt.

9. Ventiltimingeinrichtung nach Anspruch 1, wobei:
der Ablaufanschluss (454) entlang einer Achse der Hülse an einem Endabschnitt der Hülse ausgebildet ist, der sich auf der Seite der zweiten Welle befindet; und
die Recyclingpassage entlang einer Achse des Kolbens an einem Endabschnitt des Kolbens ausgebildet ist, der sich auf der Seite der zweiten Welle befindet.

10. Ventiltimingeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Recycling-Rückschlagventil (62, 621, 622, 66, 69) in einer radialen Richtung des Kolbens federnd verformbar ist.

11. Ventiltimingeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Hülse an einem Mittelpunkt des Flügelrotors platziert ist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

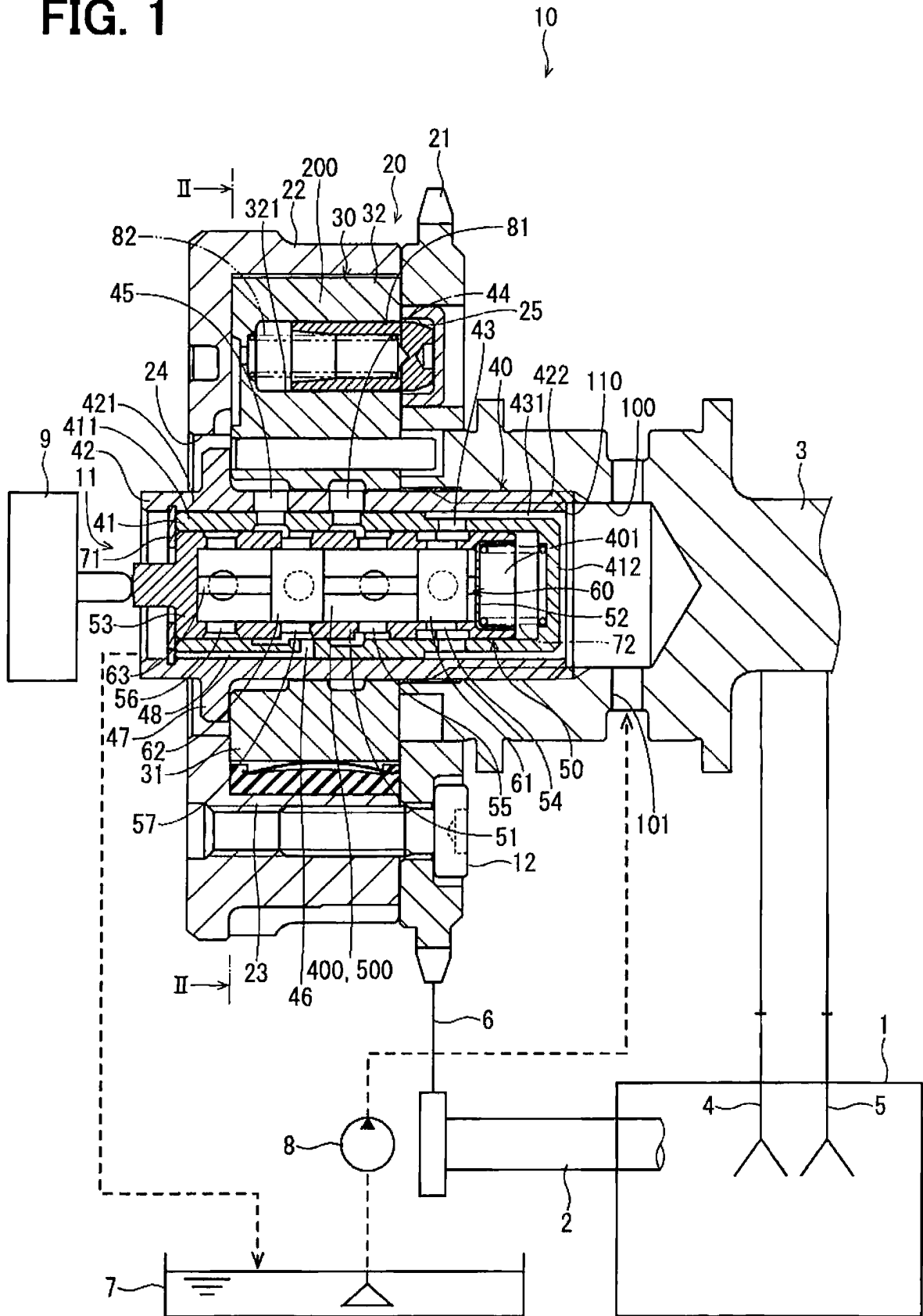


FIG. 2

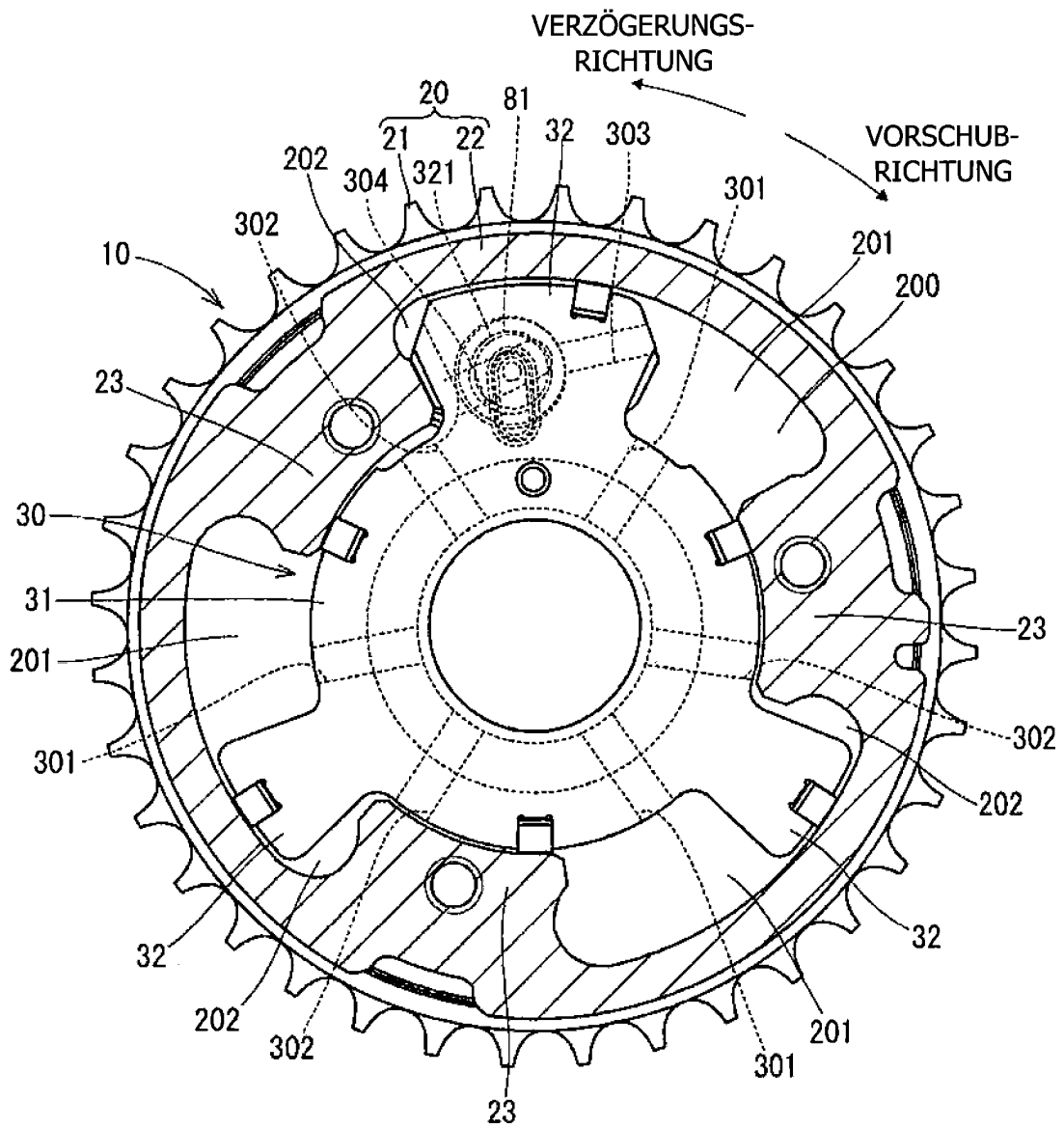


FIG. 3A

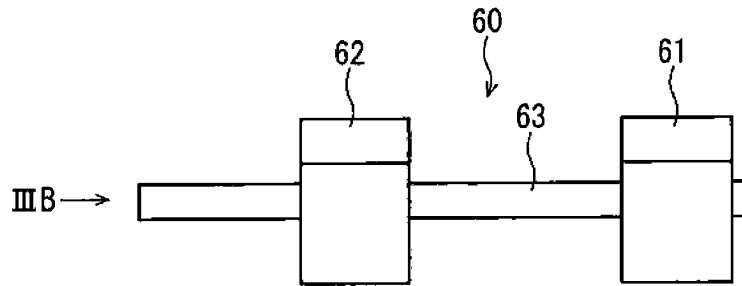


FIG. 3B

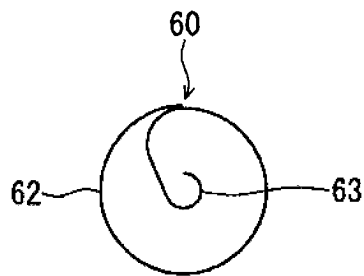


FIG. 3C

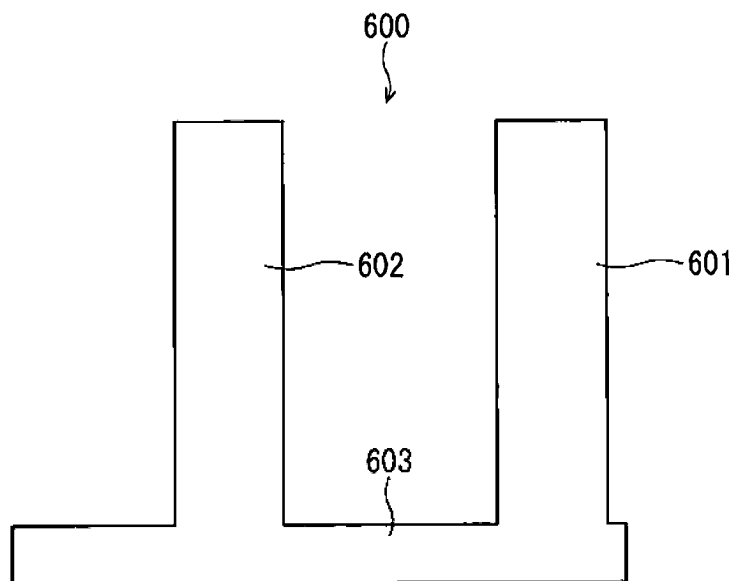


FIG. 4

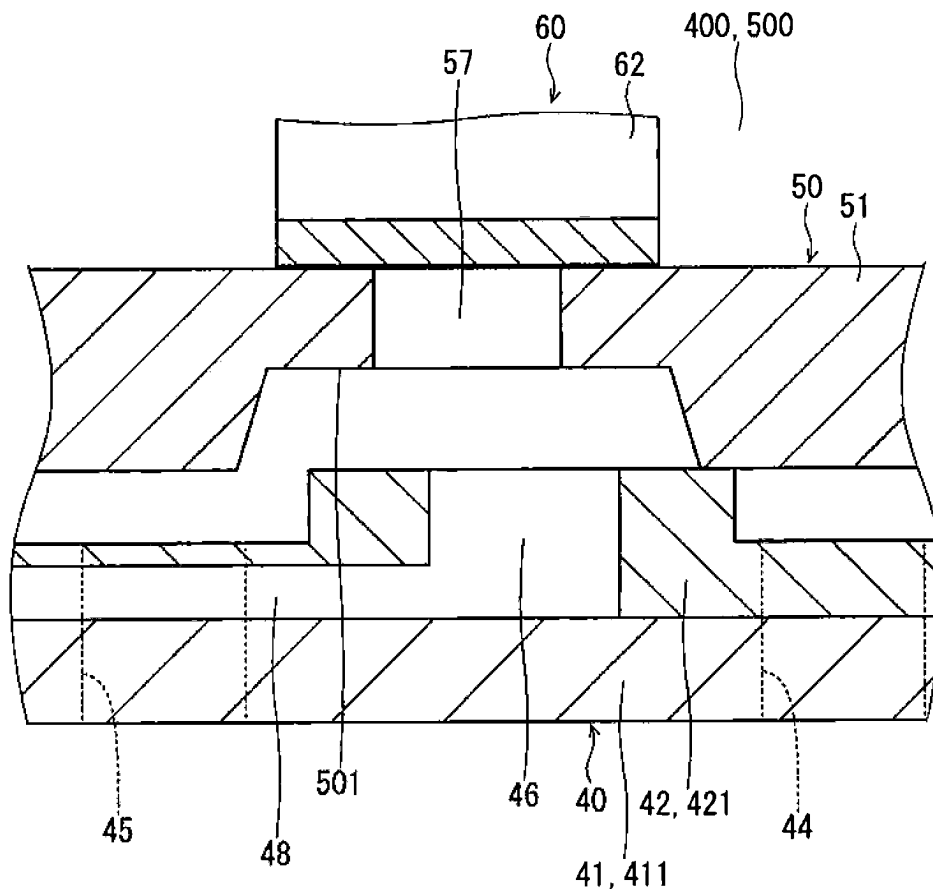


FIG. 6

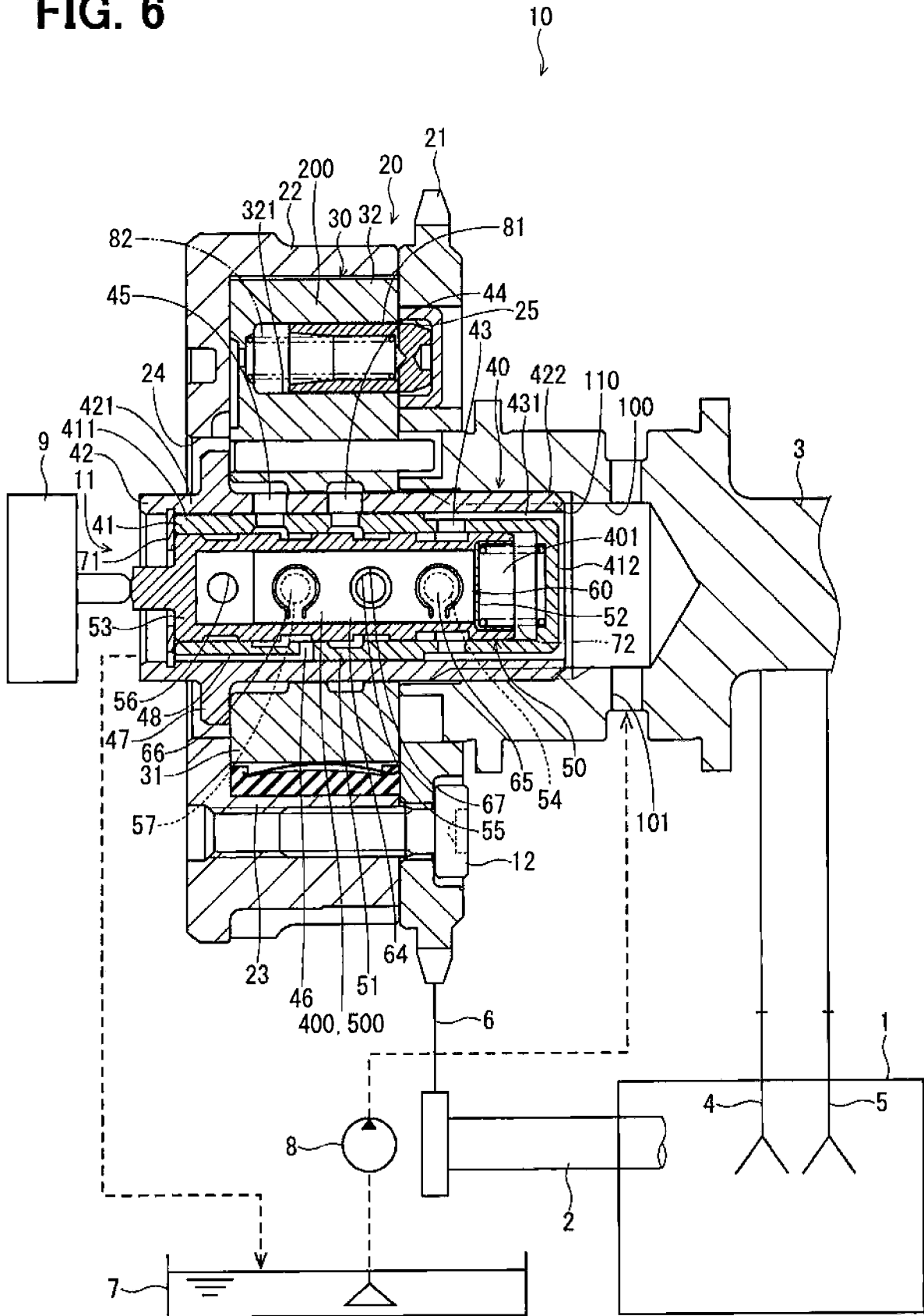


FIG. 7A

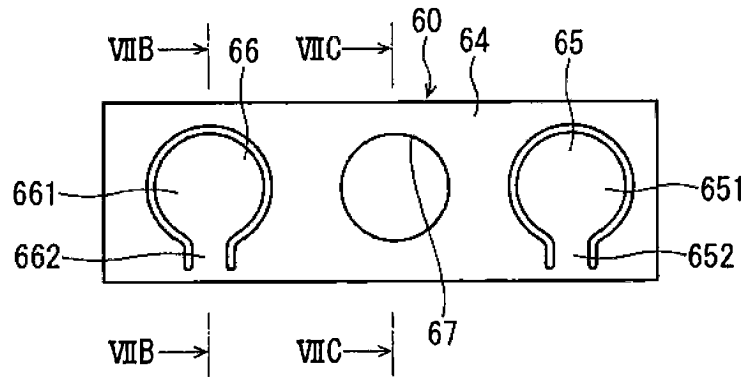


FIG. 7B

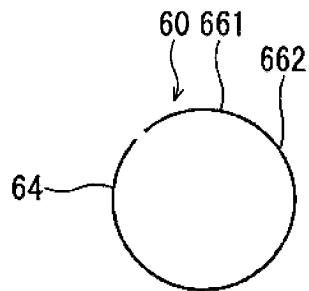


FIG. 7C

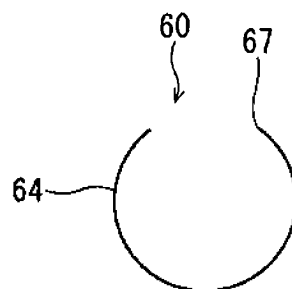


FIG. 8

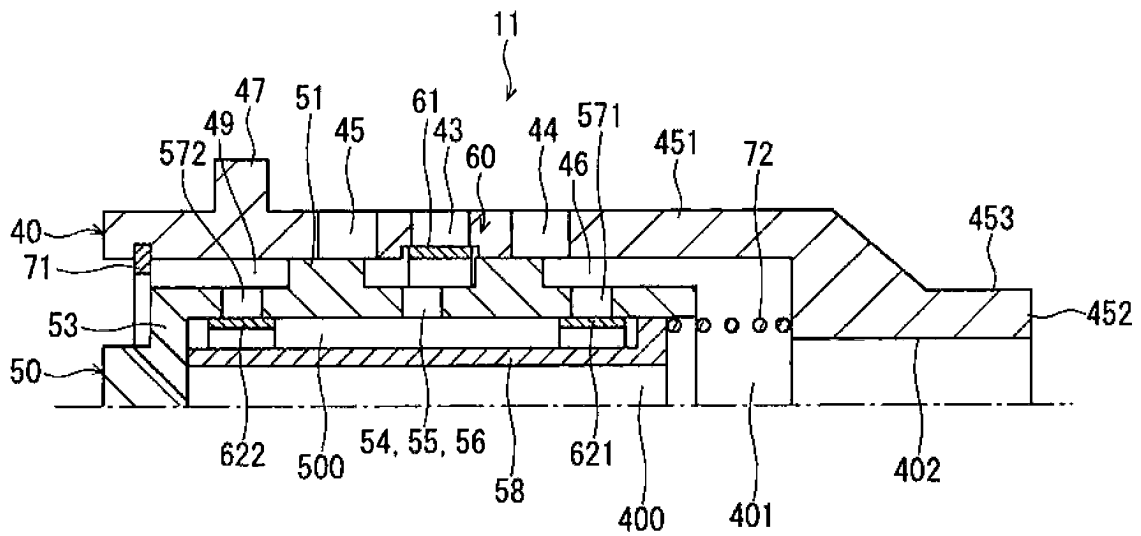


FIG. 10

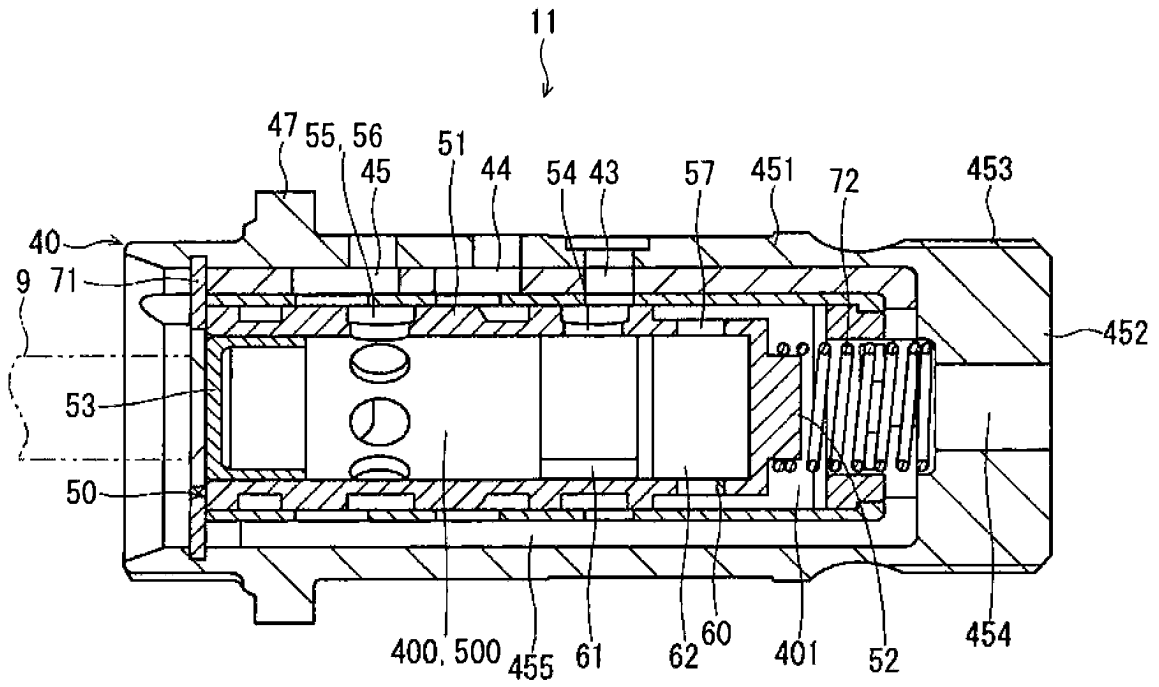


FIG. 11

