



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 09 234 B4 2005.08.25**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 09 234.2**
 (22) Anmeldetag: **26.02.2001**
 (43) Offenlegungstag: **20.09.2001**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **25.08.2005**

(51) Int Cl.7: **F01L 1/04**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:
2000-046872 24.02.2000 JP

(71) Patentinhaber:
Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP;
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

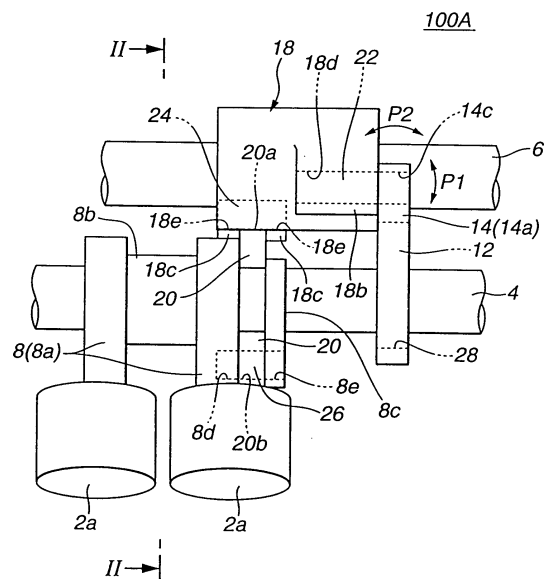
(74) Vertreter:
Hoefler & Partner, 81545 München

(72) Erfinder:
Moteki, Katsuya, Tokyo, JP; Takemura, Shinichi,
Yokohama, Kanagawa, JP; Miyazato, Yoshiaki,
Atsugi, Kanagawa, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 198 59 564 A1
US 59 88 125 A
JP 11-1 41 321

(54) Bezeichnung: **Variable Ventilvorrichtung eines Verbrennungsmotors**

(57) Hauptanspruch: Variable Ventilvorrichtung eines Verbrennungsmotors, umfassend:
 eine durch den Motor angetriebene Antriebswelle (4, 51);
 eine parallel zur Antriebswelle (4, 51) verlaufende Steuerwelle (6, 54), wobei die Steuerwelle (6, 54) drehbar um deren Achse zu einer gegebenen Winkelposition in Übereinstimmung mit einem Betriebszustand des Motors ist;
 einen Schwenkknocken (8, 53), welcher drehbar um die Antriebswelle (4, 51) angeordnet ist, wobei der Schwenkknocken (8, 53) Motorventile betätigt;
 einen dicht an der Antriebswelle (4, 51) angeordneten, ersten Exzenternocken (12, 55);
 eine erste Verbindung (14, 56) welche am ersten Exzenternocken (12, 55) drehbar angeordnet ist;
 einen zweiten Exzenternocken (16, 57), welcher dicht an der Steuerwelle (6, 54) angeordnet ist;
 einen Kipphebel (18, 58), welcher drehbar an dem zweiten Steuernocken (16, 57) angeordnet ist;
 eine zweite Verbindung (20, 59), welche zwischen dem Kipphebel (18, 58) und dem Schwenkknocken (8, 53) verläuft;
 einen ersten Verbindungsstift (22, 61), durch...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine variable Ventilvorrichtung eines Verbrennungsmotors, welche Ventilsteuerzeiten und einen Ventilhub des Motor in Übereinstimmung mit einem Betriebszustand des Motors steuert.

[0002] Heutzutage werden variable Ventilvorrichtungen aufgrund ihrer Überlegenheit gewöhnlich bei Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen verwendet. Tatsächlich werden mittels der Vorrichtung der Kraftstoffverbrauch und das Laufverhalten bei einem Betrieb niedriger Drehzahl und niedriger Last des Motors beide verbessert, und gleichzeitig wird infolge eines erhöhten Gemischladegrads eine ausreichende Ausgangsleistung bei einem Betrieb hoher Drehzahl und hoher Last des Motors erhalten.

Stand der Technik

[0003] Aus DE 198 59 564 A1 ist eine variable Ventilverstell-Vorrichtung für einen Verbrennungskraftmotor bekannt. Diese variable Ventilverstell-Vorrichtung umfasst eine Antriebsnocke, die an einer Antriebswelle befestigt ist, eine Ventilbetätigungsnocke, die durch die Antriebswelle für eine Drehbewegung gehalten ist und eine Bewegungsübertragungseinrichtung, die die Antriebsnocke und die Ventilbetätigungsnocke verbindet. Die Ventilbetätigungsnocke weist eine Nockenfläche auf, die sich zumindest von einem Startpunkt des Nockenhubes bis zu einem Punkt des maximalen Nockenhubes erstreckt. Die Nockenfläche umfasst einen ersten Abschnitt, der einen Rampenabschnitt darstellt, einen zweiten Abschnitt, der einen Abschnitt für eine positive Beschleunigung darstellt, und einen dritten Abschnitt, der einen beschleunigungsfreien Abschnitt darstellt, was eine Situation beinhaltet, bei der sich die Beschleunigung durchgängig innerhalb eines vorbestimmten, infinitesimalen Fensters um Null ändert. Mit anderen Worten, diese Druckschrift beschreibt eine variable Ventilverstellvorrichtung, bei der der Ausschlagwert und der maximale Hub in Einklang gebracht werden sollen. Dazu wird eine Nocke mit einer speziell ausgebildeten Nockenfläche verwendet, die mit mehreren unterschiedlichen Abschnitten versehen ist.

Aufgabenstellung

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine variable Ventilvorrichtung eines Verbrennungsmotors zu schaffen, welche frei ist von unerwünschtem unsymmetrischem Verschleiß des Lagerabschnittes.

[0005] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Aus-

gestaltungen der Erfindung.

[0006] Weitere Vorteile der vorliegenden Erfindung gehen aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung deutlich hervor.

[0007] [Fig. 1](#) ist eine schematische Ansicht einer variablen Ventilvorrichtung, welche ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0008] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht längs der Linie II-II von [Fig. 1](#);

[0009] [Fig. 3](#) ist ein Graph, welcher eine Beschleunigung eines ersten, zweiten und dritten Verbindungsstifts darstellt, die in der Vorrichtung des ersten Ausführungsbeispiels verwendet werden;

[0010] [Fig. 4](#) ist eine zu [Fig. 1](#) ähnliche Ansicht, welche jedoch ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0011] [Fig. 5](#) ist eine Querschnittsansicht längs der Linie V-V von [Fig. 4](#);

[0012] [Fig. 6](#) ist eine zu [Fig. 1](#) ähnliche Ansicht, welche jedoch ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0013] [Fig. 7](#) ist eine Querschnittsansicht längs der Linie VII-VII von [Fig. 6](#);

[0014] [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) sind Darstellungen zur Erläuterung der Wirkungsweise der Vorrichtungen des ersten und dritten Ausführungsbeispiels;

[0015] [Fig. 9](#) ist eine zu [Fig. 1](#) ähnliche Ansicht, welche jedoch ein viertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0016] [Fig. 10](#) ist eine zu [Fig. 1](#) ähnliche Ansicht, welche jedoch ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0017] [Fig. 11](#) ist eine Querschnittsansicht längs der Linie XI-XI von [Fig. 10](#);

[0018] [Fig. 12](#) ist eine zu [Fig. 1](#) ähnliche Ansicht, welche jedoch ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0019] [Fig. 13](#) ist eine Querschnittsansicht längs der Linie XIII-XIII von [Fig. 12](#);

[0020] [Fig. 14](#) ist ein Graph, welcher Lasten darstellt, die auf einen Lagerabschnitt einer Ringverbindung wirken; und

[0021] [Fig. 15](#) ist eine Querschnittsansicht einer va-

riablen Ventilvorrichtung des Standes der Technik, welche in der japanischen Offenlegungsschrift 11-141321 beschrieben ist.

[0022] Zur weiteren Verdeutlichung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf [Fig. 15](#) der beiliegenden Zeichnung kurz eine variable Ventilvorrichtung des Standes der Technik beschrieben, welche in der japanischen Offenlegungsschrift 11-141321 dargestellt ist.

[0023] Wie in [Fig. 15](#) dargestellt, umfaßt eine variable Ventilvorrichtung generell eine Antriebswelle **51**, welche sich zusammen mit einer (nicht dargestellten) Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors dreht, einen Schwenknocken **53**, welcher drehbar an der Antriebswelle **51** angeordnet ist, um Einlaßventile (bzw. Auslaßventile) **52** zu betätigen, eine Steuerwelle **54**, welche parallel zur Antriebswelle **51** verläuft, und eine Verbindungsvorrichtung zum verbinden der Antriebswelle **51** und des Schwenknockens **53** durch die Steuerwelle **54**. Die Verbindungsvorrichtung umfaßt einen ersten Exzenternocken **55**, welcher an der Antriebswelle **51** befestigt ist, und eine ringartige Verbindung (bzw. Ringverbindung) **56**, welche drehbar am ersten Exzenternocken **55** angeordnet ist. Ein zweiter Exzenternocken **57** ist an der Steuerwelle **54** befestigt, und ein Kipphebel **58** ist drehbar am zweiten Exzenternocken **57** angeordnet. Ein vorstehendes Ende der Ringverbindung **56** und ein Ende des Kipphebels **58** sind drehbar durch einen ersten Verbindungsstift **61** verbunden, und das andere Ende des Kipphebels **58** und der Schwenknocken **53** sind drehbar durch eine stangenartige Verbindung (bzw. Stangenverbindung) **59** verbunden. Das heißt, das andere Ende des Kipphebels **58** und ein Ende der Stangenverbindung **59** sind drehbar durch einen zweiten Verbindungsstift **62** verbunden, und das andere Ende der Stangenverbindung **59** und der Schwenknocken **53** sind drehbar durch einen dritten Verbindungsstift **63** verbunden. Mit **57a** ist eine Mitte des zweiten Exzenternockens **57** bezeichnet, um welche der Kipphebel **58** schwenkt. Mit **54a** ist eine Mitte der Steuerwelle **54** bezeichnet. So wird, wenn bei Betrieb des dazugehörigen Motors die Steuerwelle **54** zu einer bestimmten Winkelposition gedreht wird, die Mitte **57a** des zweiten Exzenternockens **57** relativ zur Mitte **54a** der Steuerwelle **54** verschoben, um dadurch die Hubcharakteristik der Einlaßventile **52** zu ändern. Zum Erreichen eines gleichmäßigen Drehens zwischen den miteinander verbundenen Elementen (d.h., **56** und **58**, **58** und **59**, bzw. **59** und **53**) werden der erste, zweite und dritte Verbindungsstift **61**, **62** und **63** jeweils derart angeordnet, daß sie eine freie Drehung relativ zu den beiden miteinander verbundenen Elementen aufweisen. Das heißt, jeder Verbindungsstift **61**, **62** bzw. **63** ist drehbar zu den beiden miteinander verbundenen Elementen, welche damit in Zusammenhang stehen. Dies bedeutet, daß ein Radialzwischenraum zwischen dem Stift **61**, **62**

bzw. **63** und einer Innenwand einer zylindrischen Bohrung zwingend definiert ist, welche in jedem der miteinander verbundenen Elemente ausgebildet ist.

[0024] Jedoch ist, wie bekannt ist, eine Bestimmung idealer Maße eines derartigen Radialzwischenraums sehr schwierig und zumindest beschwerlich. Tatsächlich tritt, wenn die Maße nicht richtig festgelegt sind, leicht eine Fehlausrichtung zwischen den miteinander verbundenen Elementen auf, die einen unerwünschten unsymmetrischen Verschleiß eines Lagerschnitts, wie etwa des durch den Pfeil **64** angezeigten Abschnitts bewirken kann.

Ausführungsbeispiel

[0025] Nachfolgend werden verschiedene Ausführungsbeispiele 100A bis 100F der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung beschrieben. Zur Erleichterung des Verständnisses werden verschiedene Richtungsbegriffe, wie etwa rechts, links, oberes, unteres, nach oben, nach unten und ähnliches, in der Beschreibung verwendet. Jedoch sind diese Begriffe lediglich in Bezug auf die Zeichnung bzw. Figuren zu verstehen, in welchen ein entsprechendes Element bzw. ein entsprechender Abschnitt dargestellt ist.

[0026] In [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist eine variabel Ventilvorrichtung **100A** dargestellt, welche ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist. Die Vorrichtung **100A** ist derart ausgeführt, daß sie auf einen Verbrennungsmotor anwendbar ist, welcher in jedem Zylinder zwei Einlaßventile **2** und zwei Auslaßventile (nicht dargestellt) aufweist.

[0027] Wie aus der Zeichnung ersichtlich, verläuft über Ventilhebern **2a** der Einlaßventile **2** des Motors eine Antriebswelle **4**. Die Antriebswelle **4** verläuft in einer Richtung, längs welcher die Zylinder des Motors ausgerichtet sind. Ein (nicht dargestelltes) Kettenrad ist an einem Ende der Antriebswelle **4** befestigt und wird durch eine (nicht dargestellte) Kurbelwelle über (nicht dargestellte) Steuerkette mit Kraft versorgt bzw. angetrieben. Die Antriebswelle **4** ist mit in Axialrichtung verlaufenden Ölkanälen ausgebildet, durch welche Schmieröl fließt.

[0028] Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich, ist über der Antriebswelle **4** eine Steuerwelle **6** angeordnet, welche parallel zur Antriebswelle **4** verläuft. Ein (nicht dargestellter) Aktuator ist mit der Steuerwelle **6** verbunden, um eine Winkelposition derselben in Übereinstimmung mit einem Betriebszustand des Motors zu ändern und zu steuern. Die Steuerwelle **6** ist, wie die oben erwähnte Antriebswelle **4**, mit in Axialrichtung verlaufenden Ölkanälen ausgebildet.

[0029] Um die Antriebswelle **4** ist schwenkbar bzw. drehbar ein Schwenknocken **8** für jeden Zylinder an-

geordnet, welcher die Einlaßventile **2** zum öffnen und schließen derselben betätigt.

[0030] Wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich, umfaßt der Schwenknocken **8** ein Paar von Nasenabschnitten **8a** und **8a**, welche die Ventilheber **2a** und **2a** gleitend berühren, und einen zylindrischen Lagerabschnitt **8b**, welcher zwischen den Nasenabschnitten **8a** und **8a** angeordnet ist. Der Lagerabschnitt **8b** und die Steuerwelle **6** werden durch eine (nicht dargestellte) Halterung drehbar gehalten, die an einem (nicht dargestellten) Zylinderkopf des Motors befestigt ist.

[0031] Wie aus der weiteren Beschreibung deutlich hervorgeht, sind bei der variablen Ventilvorrichtung **100A** die Antriebswelle **4** und der Schwenknocken **8** zeitlich und mechanisch über die Steuerwelle **6** verbunden. Das heißt, bei Betrieb der variablen Ventilvorrichtung **100A** werden die Einlaßventile **2** gezwungen, in einem vorbestimmten Zyklus in Übereinstimmung mit einer Drehung der Antriebswelle **4** zu öffnen bzw. zu schließen, und die Hubcharakteristik jedes Ventils **2** wird in Übereinstimmung mit einer Winkelposition gesteuert, die durch die Steuerwelle **6** eingenommen wird.

[0032] Wie aus der Zeichnung, insbesondere aus [Fig. 2](#), ersichtlich, umfaßt die variable Ventilvorrichtung **100A** einen ersten Exzenterkreisnocken **12** (welcher im weiteren als erster Exzenterknocken bezeichnet wird), welcher dicht und exzentrisch an der Antriebswelle **4** angeordnet ist, eine ringartige Verbindung (welche im weiteren als Ringverbindung bzw. erste Verbindung bezeichnet wird) **14**, welche drehbar am ersten Exzenterknocken **12** angeordnet ist, einen zweiten Exzenterkreisnocken (welcher im weiteren als zweiter Exzenterknocken bezeichnet wird) **16**, welcher dicht und exzentrisch an der Steuerwelle **6** angeordnet ist, einen Kipphebel **18**, welcher drehbar am zweiten Exzenterknocken **16** angeordnet ist, und eine stangenartige Verbindung (welche im weiteren als Stangenverbindung bzw. zweite Verbindung bezeichnet wird) **20**, welche sowohl mit dem Kipphebel **18** als auch mit dem Schwenknocken **8** drehbar verbunden ist.

[0033] Der erste Exzenterknocken **12** ist mittels einer Preßpassung an der Antriebswelle **4** befestigt. Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich, ist eine Mitte C2 des ersten Exzenterknocken **12** von einer Mitte C1 der Antriebswelle **4** um eine gegebene Distanz verschoben. Wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich, weist die Ringverbindung **14** im wesentlichen die gleiche Dicke auf wie der erste Exzenterknocken **12**, und wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich, weist die Ringverbindung **14** einen vorstehenden Abschnitt **14a** auf, welcher in Radialrichtung nach außen vorsteht. Durch ein Bezugszeichen **28** ist ein Gleitlagerabschnitt bezeichnet, an welchem ein Außenumfang des ersten Exzenterknocken **12** und ein Innenumfang der Ringverbindung **14** sich gegenseitig gleitend

berühren.

[0034] Der zweite Exzenterknocken **16** ist mittels einer Preßpassung an der Steuerwelle **6** befestigt. Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich, ist eine Mitte C4 des zweiten Exzenterknocken **16** von einer Mitte C3 der Steuerwelle **6** um eine gegebene Distanz verschoben. Der Kipphebel **18** ist von einem Winkelhebeltyp, und wie aus [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ersichtlich, umfaßt der Kipphebel **18** einen zylindrischen Mittelabschnitt **18a**, welcher dicht am zweiten Exzenterknocken **16** angeordnet ist, und einen ersten und zweiten Hebelabschnitt **18b** und **18c**, welche in Radialrichtung nach außen ausgehend von den zylindrischen Mittelabschnitt **18a** in entgegengesetzten Richtungen verlaufen. Wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich, sind der erste und der zweite Hebelabschnitt **18b** und **18c** in der Axialrichtung versetzt. Der zweite Exzenterknocken **16** und der Kipphebel **18** sind in der Nähe einer Einheit angeordnet, welche aus den ersten Exzenterknocken **12** und der Ringverbindung **14** besteht.

[0035] Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind der erste Hebelabschnitt **18b** des Kipphebels **18** und der vorstehende Abschnitt **14a** der Ringverbindung **14** durch einen ersten Verbindungsstift **22** drehbar verbunden, der zweite Hebelabschnitt **18c** des Kipphebels **18** und ein Endabschnitt der Stangenverbindung **20** sind durch einen zweiten Verbindungsstift **24** drehbar verbunden, und der andere Endabschnitt der Stangenverbindung **20** und der Schwenknocken **8** sind durch einen dritten Verbindungsstift **26** drehbar verbunden.

[0036] Wenn bei Betrieb des Motors die Antriebswelle **4** gedreht wird, wird die Ringverbindung **14** durch den Exzenterknocken **18** bewegt, und der Kipphebel **18** wird um die Mitte C4 des zweiten Exzenterknocken **16** geschwenkt, und gleichzeitig wird der Schwenknocken **8** durch die Stangenverbindung **20** geschwenkt. Währenddessen werden die Ventilheber **2a** aussetzend durch den Schwenknocken **8** entgegen Kräften (nicht dargestellter) Ventillfedern gedrückt, so daß die Einlaßventile **2** einer ÖFFNUNGS/SCHLIEß-Betätigung in Übereinstimmung mit dem Betrieb des Motors unterzogen werden. Wenn nun die Steuerwelle **6** gedreht wird, so daß sie eine bestimmte Winkelposition einnimmt, so wird Mitte C4 des zweiten Exzenterknocken **16**, welche als Drehmitte des Kipphebels **18** dient, verschoben, wodurch sich die Hubcharakteristik der Einlaßventile **2** kontinuierlich ändert. Nähert sich die Mitte C4 des zweiten Exzenterknocken **16** der Mitte C1 der Antriebswelle **4**, so nehmen der Hub und der Betätigungswinkel der Ventile **2** zu.

[0037] Wie oben erwähnt, ist bei der Variablen Ventilvorrichtung **100A** der Schwenknocken **8**, welcher die Einlaßventile **2** betätigt, drehbar an der Antriebswelle **4** angeordnet, welche in Übereinstimmung mit

einem Betrieb des Motors gedreht wird. So wird eine unerwünschte Mittenverschiebung des Schwenknockens **8** relativ zur Antriebswelle **4** unterdrückt und somit die Steuergenauigkeit erhöht.

[0038] Ferner besteht aufgrund der Tatsache, daß die Antriebswelle **4** als eine Tragwelle für den Schwenknocken **8** dient, keine Notwendigkeit, eine getrennte Welle für den Schwenknocken **8** vorzusehen. Daher ist die Anzahl verwendeter Bauteile verringert, und die Vorrichtung **108** kann in kompakter Größe ausgeführt werden. Ferner sind die meisten Bauteile durch eine sogenannte Fläche-Fläche-Verbindung miteinander verbunden und weisen eine zufriedenstellende Beständigkeit gegen Abrieb auf und erleichtern eine Schmierung.

[0039] Bei diesem ersten Ausführungsbeispiel **100A** ist der erste Verbindungsstift **22** am ersten Hebelabschnitt **18b** des Kipphebels **18** (bzw. am vorstehenden Abschnitt **14a** der Ringverbindung **14**) mittels einer Preßpassung befestigt. Das heißt, der erste Hebelabschnitt **18b** ist mit einer Paßbohrung **18d** ausgebildet, in welche der erste Verbindungsstift **22** preßeingepaßt wird. Das heißt, in dem in [Fig. 1](#) dargestellten Zustand, ist der Zwischenraum zwischen dem ersten Verbindungsstift **22** und der Paßbohrung **18d** im Wesentlichen 0 (Null).

[0040] Hingegen ist die Verbindung zwischen dem ersten Verbindungsstift **22** und der Ringverbindung **14** drehbarer ausgeführt. Das heißt, der vorstehende Abschnitt **14a** der Ringverbindung **14** ist mit einer Lagerbohrung **14c** ausgebildet, in welcher ein äußeres Ende des ersten Verbindungsstift **22** drehbar aufgenommen wird. Das heißt, in dem in [Fig. 1](#) dargestellten Zustand ist ein bestimmter, jedoch sehr kleiner Zwischenraum zwischen dem ersten Verbindungsstift **22** und der Lagerbohrung **14c** definiert.

[0041] Wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich weist der zweite Hebelabschnitt **18c** des Kipphebels **18** gegabelte Enden auf, welche ausgerichtete Lagerbohrungen **18e** und **18e** aufweisen. Der Endabschnitt der Stangenverbindung **20** ist zwischen die gegabelten Enden des Kipphebels **18** gelegt und weist eine Lagerbohrung **20a** in Eingriff mit den ausgerichteten Lagerbohrungen **18e** und **18e** auf. Der zweite Verbindungsstift **24** wird drehbar in den ausgerichteten drei Bohrungen **18e**, **20a** und **18e** aufgenommen. Das heißt, in dem Zustand von [Fig. 1](#) ist ein bestimmter, jedoch sehr kleiner Zwischenraum zwischen dem zweiten Verbindungsstift **24** und jeder der Bohrungen **18e**, **20a** und **18e** definiert. Genauer ist der zweite Verbindungsstift **24** sowohl bezüglich des Kipphebels **18** sowohl als auch der Stangenverbindung **20** drehbar. Jedoch kann, falls erwünscht, der zweite Verbindungsstift **24** am Kipphebel **18** oder an der Stangenverbindung **20** befestigt werden.

[0042] Der andere Endabschnitt der Stangenverbindung **20** ist mit einer Lagerbohrung **20b** ausgebildet, einer der Nasenabschnitte **8a** des Schwenknockens **8** ist mit einer Lagerbohrung **8d** ausgebildet, und ein Hilfshalteabschnitt **8c** des Schwenknockens ist mit einer Lagerbohrung **8e** ausgebildet. Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, sind diese drei Bohrungen **8d**, **20b** und **8e** ausgerichtet, und dritte Verbindungsstift **26** ist drehbar in diesen ausgerichteten Bohrungen **8d**, **20b** und **8e** aufgenommen. Das heißt, in dem Zustand von [Fig. 1](#) ist ein bestimmter, jedoch sehr kleiner Zwischenraum zwischen dem dritten Verbindungsstift **26** und jeder der Bohrungen **8d**, **20b** und **8e** definiert. Genauer ist der dritte Verbindungsstift **26** sowohl bezüglich der Stangenverbindung **20** als auch bezüglich des Schwenknockens **8** drehbar. Jedoch kann, falls erwünscht, der dritte Verbindungsstift **26** an der Stangenverbindung **20** oder dem Schwenknocken **8** befestigt werden.

[0043] Das heißt, bei der variablen Ventilvorrichtung **100A** dieses ersten Ausführungsbeispiels ist von sämtlichen Verbindungen zwischen den Stiften **22**, **24** und **26** und den Bauteilen **8**, **14**, **18**, und **20** lediglich die Verbindung zwischen dem ersten Verbindungsstift **22** und dem ersten Hebelabschnitt **18b** des Kipphebels **18** fest ausgeführt, und die anderen Verbindungen sind schwenkbar bzw. drehbar ausgeführt.

[0044] Infolge der festen Verbindung zwischen dem ersten Verbindungsstift **22** und dem ersten Hebelabschnitt **18b** des Kipphebels **18** werden die folgenden Vorteile erwartet. Das heißt, selbst wenn, wie bei einer Ventilhebung, eine bestimmte Last zwischen den Kipphebel **18** und der Ringverbindung **14** durch den ersten Verbindungsstift **22** übertragen wird, werden eine unerwünschte Neigungserscheinung des ersten Verbindungsstifts **22** in der Richtung des Pfeils P1 und eine unerwünschte Neigungserscheinung der Ringverbindung **14** in der Richtung des Pfeils P2 unterdrückt. So wird ein unerwünschter unsymmetrischer Verschleiß des Lagerabschnitts **28** zwischen der Ringverbindung **14** und dem ersten Exzenternocken **12** unterdrückt oder zumindest minimiert. Ferner wird infolge der festen Verbindung zwischen dem Stift **22** und dem Kipphebel **18** die Bewegung der Ringverbindung **14** zuverlässig auf den Kipphebel **18** und somit auf den Schwenknocken **8** übertragen, so daß eine unerwünschte Verlagerung des Schwenknockens **8** längs der Antriebswelle **4** unterdrückt oder zumindest minimiert wird. Ferner wird infolge der benachbarten Anordnung des Kipphebels **18** und der Ringverbindung **14** in der Axialrichtung, durch welche einen gegenüberliegende Flächen davon miteinander in Berührung sind, eine unerwünschte Neigungserscheinung der Verbindung **14** unterdrückt. Bei der variablen Ventilvorrichtung **100A** wird eine Anordnung verwendet, bei welcher der Bewegungsgrad mit einer Zunahme einer Kraft, welche von der

Ringverbindung **14** zum Schwenkknocken **8** wandert, allmählich zunimmt. Daher würde, wenn die Verbindung zwischen dem ersten Verbindungsstift **22** und dem Kipphebel **18** schwach ausgeführt wäre, der Schwenkknocken **8** einer ausgeprägten Verschiebung unterworfen werden. Jedoch unterdrückt die feste Verbindung des ersten Verbindungsstift **22** mit dem Kipphebel **18** einen derartigen Nachteil.

[0045] Gewöhnlich wird in einem Fall eines Einpassens eines Stifts in einem Element ausgebildete Bohrung eine Wand der Bohrung in Berücksichtigung einer ausgeprägten Beanspruchung verstärkt, welche beim Einpassen auf die Wand wirken würde. Gewöhnlich wird zu einer derartigen Verstärkung ein Abschnitt des Elements, in welchem die Bohrung vorgesehen ist, vergrößert. Bei dem Ausführungsbeispiel **100A** der Erfindung ist die Länge des ersten Verbindungsstift **22**, welcher tatsächlich in die Paßbohrung **18d** gesetzt wird, länger als diejenige des anderen Verbindungsstifts **24** bzw. **26**. Dies bewirkt eine Zunahme des Gewichts und der Masse des Verbindungsstifts **22** und somit eine Zunahme der Tragheitslast des Selben bei Betrieb der variablen Ventilvorrichtung **100A**.

[0046] Wie bekannt ist, nimmt die Tragheitslast mit einer Zunahme der Beschleunigung des Verbindungsstifts tendenziell zu. Hingegen weist, wie aus dem Graphen von [Fig. 3](#) ersichtlich, bei der variablen Ventilvorrichtung **100A** des ersten Ausführungsbeispiels der variable Verbindungsstift **22** die niedrigste Beschleunigung von den drei Stiften **22, 24** und **26** auf. Der erste Verbindungsstift **22** ist am Kipphebel **18** befestigt, wie unten beschrieben, so daß eine Zunahme der Tragheitslast, bewirkt durch die Befestigung des Stifts **22** am Kipphebel **18**, verhältnismäßig niedrig gesteuert wird, verglichen mit der Zunahme der Tragheitslast des anderen Stifts **24**. bzw. **26**.

[0047] Beim ersten Ausführungsbeispiel **100A** wird die längere Seite des ersten Verbindungsstifts **22** fest in die Paßbohrung **18d** des Kipphebels **18** eingepaßt, und die kürzere Seite des Stifts **22** wird drehbar in der Lagerbohrung **14c** der Ringverbindung **14** aufgenommen. Diese Anordnung bewirkt eine Zunahme der Tragsteifigkeit bezüglich des Stifts **22**, verglichen mit einem umgekehrten Fall, bei welchem die längere Seite drehbar in der Bohrung **18d** aufgenommen wird und die kürzere Seite fest in die Bohrung **14c** eingepaßt wird. So wird einen unerwünschte Neigungserscheinung der Ringverbindung **14** unterdrückt.

[0048] Nachfolgend werden weitere Ausführungsbeispiele **100B, 100C, 100D, 100E** und **100F** der Erfindung beschrieben. Da diese Ausführungsbeispiele hinsichtlich des Aufbaus dem oben erwähnten Ausführungsbeispiel **100A** ähnlich sind, werden lediglich Bauteile und/oder Abschnitte genau beschrieben, welche sich von jenen des ersten Ausführungsbei-

spiels **100A** unterscheiden. Im Wesentlichen die gleichen Bauteile und/oder Abschnitte werden durch die gleichen Bezugszeichen jene des ersten Ausführungsbeispiels **100A** bezeichnet.

[0049] In [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) ist eine variable Ventilvorrichtung **100B** dargestellt, welche ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0050] Bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel **100B** ist der erste Verbindungsstift **22A** mit dem Kipphebel **18** einstückig. Das heißt, der einstückige Stift **22A**, welcher ausgehend vom ersten Hebelabschnitt **18b** des Kipphebels **18** vorsteht, weist ein vorderes Ende auf, welches drehbar in der Lagerbohrung **14c** in der Ringverbindung **14** aufgenommen wird.

[0051] Die Vorrichtung **100B** weist im wesentlichen die gleichen Vorteile wie jene des oben erwähnten Ausführungsbeispiels **100A** auf. Ferner steigt infolge der nicht Notwendigkeit der Preßpassung des ersten Verbindungsstifts mit dem Kipphebel **18** die Produktivität der Vorrichtung **100B** an. Ferner wird infolge der einstückigen Verbindung des Stifts **22A** mit dem Kipphebel **18** die Tragsteifigkeit des Stifts stark erhöht.

[0052] In [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) ist variable Ventilvorrichtung **100C** dargestellt, welche ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0053] Beim dritten Ausführungsbeispiel **100C** ist, wie aus [Fig. 6](#) und [Fig. 8B](#) ersichtlich, ein Versatzflächenbereich (das heißt, ein Flachschnitt) **32** durch die Ringverbindung **14** vorgesehen, welche dem Einlaßabschnitt der Paßbohrung **18d** des Kipphebels **18** zugewandt ist. So ist, wie in der Zeichnung dargestellt, ein Teil des ersten Verbindungsstift **22** durch den Versatzflächenbereich **32** von außen zu sehen.

[0054] Der durch dieses dritte Ausführungsbeispiel **100C** gegebene Vorteil wird unter Bezugnahme auf [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) beschrieben. Zur Verbesserung des Verständnisses ist auch die Vorrichtung **100A** des ersten Ausführungsbeispiels in [Fig. 8A](#) dargestellt, und in [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) ist eine Verformung des ersten Verbindungsstifts **22** übertrieben dargestellt.

[0055] Wenn bei Betrieb des dazugehörigen Motors eine bestimmte Last auf den ersten Verbindungsstift **22** infolge der Drehmomentübertragung von der Ringverbindung **14** auf den Kipphebel **18** wirkt, wird der Stift **22** einer elastischen Verformung unterworfen, wie in der Zeichnung dargestellt. Unter dieser Bedingung erfolgt im Falle des dritten Ausführungsbeispiels **100C** von [Fig. 8b](#) eine Verschiebung bzw. ein Versatz der Position, wo die Last direkt vom Stift **22** auf die Verbindung **14** angewandt wird, weg vom

Kipphebel **18** um einen Grad entsprechend der Tiefe des Versatzflächenbereichs **32**, verglichen mit dem ersten Ausführungsbeispiel **100A** von [Fig. 8A](#). Dies bedeutet, daß beim dritten Ausführungsbeispiel **100C** ein Drehmoment T1, welches auf den Lagerabschnitt **28** wirkt, kleiner ist als ein Drehmoment T2 im Falle des ersten Ausführungsbeispiels **100A**. So wird ein unerwünschter unsymmetrischer Verschleiß des Lagerabschnitts **28** bei dritten Ausführungsbeispiel **100C** unterdrückt.

[0056] In [Fig. 9](#) ist eine variable Ventilvorrichtung **100D** dargestellt, welche ein viertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0057] Die Vorrichtung **100D** dieses vierten Ausführungsbeispiels ist im Wesentlichen die Gleich die Vorrichtung **100C**, mit Ausnahme der Form des Kipphebels **18**. das heißt, beim vierten Ausführungsbeispiel **100D** steht eine rechte Fläche **18g** des Kipphebels **18**, welche dem Versatzflächenbereich **32** der Ringverbindung **14** zugewandt ist, in Richtung der Ringverbindung **14** um eine Distanz entsprechend der Tiefe des Versatzflächenbereichs **32** vor. das heißt, die rechte Fläche **18g** kann in Gleitkontakt mit der Unterseite des Versatzflächenbereichs **32** gebracht werden. Um Störung zwischen der Ringverbindung **14** und dem Kipphebel **18** sowie dem zweiten Exzenternocken **16** zu verhindern, weisen der Kipphebel **18** und der zweite Exzenternocken **16** Flachschnitte **33** an den Flächen auf, welche der Ringverbindung **14** zugewandt sind.

[0058] Da die Vorrichtung **100D** dieses vierten Ausführungsbeispiels die beiden Merkmale des oben erwähnten ersten und dritten Ausführungsbeispiels **100A** und **100C** aufweist, weist die Vorrichtung **100D** dieses vierten Ausführungsbeispiels die gleichen Vorteile wie die Ausführungsbeispiele **100A** und **100C** auf.

[0059] In [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) ist eine variable Ventilvorrichtung **100E** dargestellt, welche ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0060] Die Vorrichtung **100E** dieses Ausführungsbeispiels ist im wesentlichen die gleiche wie die Vorrichtung **100A**, mit Ausnahme der Form des Kipphebels **18**. das heißt, beim fünften Ausführungsbeispiel **100E** ist der erste Hebelabschnitt **18b** des Kipphebels **18**, wie aus der Zeichnung ersichtlich, mit einem verlängertem Abschnitt **34** ausgebildet, welcher den Einlaßabschnitt der Paßbohrung **18d** umgibt.

[0061] Bei diesem fünften Ausführungsbeispiel **100E** werden die Vorteile des ersten Ausführungsbeispiels **100A** erhalten. Ferner wird infolge des Vorsehens des verlängerten Abschnitts **34** die Tragsteifigkeit bezüglich des ersten Verbindungsstifts **22** stark erhöht, und infolge der vergrößerten, sich gegensei-

gig berührenden Flächen, welche der erste Hebelabschnitt **18b** und die Ringverbindung **14** aufweisen, wird die unerwünschte Neigung der Ringverbindung **14** unterdrückt.

[0062] In [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) ist eine variable Ventilvorrichtung **100F** dargestellt, welche ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0063] Bei diesem sechsten Ausführungsbeispiel **100F** wird ein Nadellager **36** am Lagerabschnitt **28** zwischen dem ersten Exzenternocken **12** und der Ringverbindung **14** verwendet. Infolge der Verwendung des Nadellagers **36** ist die relative Drehung zwischen dem ersten Exzenternocken **12** und der Ringverbindung **14** stark verbessert.

[0064] Die Vorteile der oben erwähnten Ausführungsbeispiele gehen aus dem Graphen von [Fig. 14](#) deutlich hervor, welcher berechnete Lasten darstellt, die auf in Axialrichtung in Abstand angeordnete Abschnitte des Gleitlagerabschnitts **28** der Ringverbindung **14** wirken würden, das heißt, auf eine linke und eine rechte Hälfte **28a** und **28b** des Lagerabschnitts **28**, bezüglich einer Winkelposition der Antriebswelle **4**. Es sei darauf hingewiesen, daß die Möglichkeit des unsymmetrischen Verschleißes des Lagerabschnitts **28** geringer wird, wenn die Differenz zwischen einer Summe S-1 der auf die linke Hälfte **28a** des Lagerabschnitts **28** wirkenden Lasten und Summe S-2 der auf die rechte Hälfte **28b** des Lagerabschnitts **28** wirkenden Lasten geringer wird. Die durch "a1" bis "a6" bezeichneten Kurven sind Ergebnisse, welche aus den Vorrichtungen der vorliegenden Erfindung erhalten werden, bei welchen der erste Verbindungsstift **22** am Kipphebel **18** befestigt ist, und die durch "b1" bis "b6" bezeichneten Kurven sind Ergebnisse, welche aus Referenzvorrichtungen erhalten werden, bei welchen der Stift **22** drehbar bezüglich des Kipphebels **18** ist. Die Kurven "a1", "a3" und "a5" zeigen die Summe S-1 der auf die linke Hälfte **28a** des Lagerabschnitts **28** wirkenden Lasten, wenn die Tiefe des Versatzflächenbereichs **32** gleich 0 mm, 1 mm und 2 mm beträgt während die Kurven "a2", "a4" und "a6" die Summe S-2 der auf die rechte Hälfte **28b** des Lagerabschnitts **28** wirkenden Lasten darstellen, wenn die Tiefe des Versatzflächenbereichs **32** gleich 0 mm, 1 mm bzw. 2 mm beträgt. Ebenso stellen die Kurven "b1", "b3" und "b5" die Summe S-1 der auf die linke Hälfte **28a** des Lagerabschnitts **28** wirkenden Lasten dar, wenn die Tiefe des Versatzflächenbereichs **32** gleich 0 mm, 1 mm bzw. 2 mm beträgt, während die Kurven "b2", "b4" und "b6" die Summe S-2 die auf die rechte Hälfte **28b** des Lagerabschnitts **28** wirkenden Lasten darstellen, wenn die Tiefe des Versatzflächenbereichs gleich 0 mm, 1 mm bzw. 2 mm beträgt. Genauer sind die Kurven "a3" bis "a6" und "b3" bis "b6" die Ergebnisse, welche aus den Vorrichtungen eines Tips erhalten werden, bei welchem, wie bei dem oben erwähnten Ausführungs-

beispiel **100C** und **100D**, die Ringverbindung **14** einen Versatzflächenbereich ausweist, welcher dem Einlaßabschnitt der Paßbohrung (bzw. Lagerbohrung) **18d** des Kipphebels **18** zugewandt ist.

[0065] Wie aus diesem Graphen ersichtlich, weisen durch die Kurven "a1" bis "a6" der Erfindung dargestellten Ergebnisse bei gleichem Versatzgrad eine geringere Differenz zwischen den Summen S-1 und S-2 als diejenige der durch die Kurven "b1" bis "b6" der Referenzvorrichtungen dargestellten Ergebnisse auf. Dies bedeutet, daß der unerwünschte unsymmetrische Verschleiß des Lagerabschnitts **28** erfindungsgemäß unterdrückt wird.

[0066] Ferner geht aus dem Graphen hervor, daß dann, wenn die Ringverbindung **14** einen Versatzflächenbereich **32** aufweist, die Differenz zwischen den Summen S-1 und S-2 viel kleiner wird und somit der unerwünschte unsymmetrische Verschleiß des Lagerabschnitts **28** wirksam unterdrückt wird.

[0067] Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung eine variable Ventilvorrichtung, wobei ein Schwenknocken zum betätigen von Motorventilen drehbar um eine Antriebswelle angeordnet ist. Ein erster Exzenternocken ist dicht an der Antriebswelle angeordnet. Eine Ringverbindung ist drehbar an dem ersten Exzenternocken angeordnet. Ein zweiter Exzenternocken ist dicht an einer Steuerwelle angeordnet, welche sich zu einer gegebenen Winkelposition in Übereinstimmung mit einem Betriebszustand eines dazugehörigen Verbrennungsmotors dreht. Ein Kipphebel ist drehbar an einem zweiten Exzenternocken angeordnet. Eine Stangenverbindung verläuft zwischen dem Kipphebel und dem Exzenternocken. Ein erster Verbindungsstift verbindet drehbar einen ersten Hebelabschnitt des Kipphebels mit der Ringverbindung. Ein zweiter Verbindungsstift verbindet drehbar einen zweiten Hebelabschnitt des Kipphebels mit einem Ende der Stangenverbindung. Ein dritter Verbindungsstift verbindet drehbar das andere Ende der Stangenverbindung mit dem Schwenknocken. Der erste Verbindungsstift ist mit dem ersten Hebelabschnitt des Kipphebels oder der Ringverbindung verbunden.

[0068] Obwohl die vorliegende Erfindung oben unter Bezugnahme auf die Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht auf diese oben beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Verschiedene Abwandlungen und Änderungen dieser Ausführungsbeispiele können durch Fachleute auf diesem Gebiet im Lichte der obigen Offenbarung durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Variable Ventilvorrichtung eines Verbrennungsmotors, umfassend:

eine durch den Motor angetriebene Antriebswelle (**4, 51**);
eine parallel zur Antriebswelle (**4, 51**) verlaufende Steuerwelle (**6, 54**), wobei die Steuerwelle (**6, 54**) drehbar um deren Achse zu einer gegebenen Winkelposition in Übereinstimmung mit einem Betriebszustand des Motors ist;
einen Schwenknocken (**8, 53**), welcher drehbar um die Antriebswelle (**4, 51**) angeordnet ist, wobei der Schwenknocken (**8, 53**) Motorventile betätigt;
einen dicht an der Antriebswelle (**4, 51**) angeordneten, ersten Exzenternocken (**12, 55**);
eine erste Verbindung (**14, 56**) welche am ersten Exzenternocken (**12, 55**) drehbar angeordnet ist;
einen zweiten Exzenternocken (**16, 57**), welcher dicht an der Steuerwelle (**6, 54**) angeordnet ist;
einen Kipphebel (**18, 58**), welcher drehbar an dem zweiten Exzenternocken (**16, 57**) angeordnet ist;
eine zweite Verbindung (**20, 59**), welche zwischen dem Kipphebel (**18, 58**) und dem Schwenknocken (**8, 53**) verläuft;
einen ersten Verbindungsstift (**22, 61**), durch welchen ein erster Hebelabschnitt (**18b**) des Kipphebels (**18, 58**) und die erste Verbindung (**14, 56**) drehbar verbunden sind;
einen zweiten Verbindungsstift (**24, 62**), durch welchen ein zweiter Hebelabschnitt des Kipphebels (**18, 58**) und ein Ende der zweiten Verbindung (**20, 59**) drehbar verbunden sind; und
einen dritten Verbindungsstift (**26, 63**) durch welchen das andere Ende der zweiten Verbindung (**20, 59**) und der Schwenknocken (**8, 53**) drehbar verbunden sind;
wobei der erste Verbindungsstift (**22, 61**) an dem ersten Hebelabschnitt (**18b**) des Kipphebels (**18, 58**) oder der ersten Verbindung (**14**) befestigt ist, der zweite Verbindungsstift (**24, 62**) sowohl durch den zweiten Hebelabschnitt des Kipphebels (**18, 58**) als auch durch das Ende der zweiten Verbindung (**20**) drehbar gehalten ist, und der dritte Verbindungsstift (**26, 63**) sowohl durch das andere Ende der zweiten Verbindung (**20**) als auch durch den Schwenknocken (**8, 53**) drehbar gehalten ist.

2. Variable Ventilvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der erste Verbindungsstift (**22, 61**) mit dem ersten Hebelabschnitt (**18b**) des Kipphebels (**18, 58**) oder mit der ersten Verbindung (**14**) einstückig ausgebildet ist.

3. Variable Ventilvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der erste Hebelabschnitt (**18b**) des Kipphebels (**18, 58**) einstückig mit dem ersten Verbindungsstift (**22, 61**) ausgebildet ist und die erste Verbindung (**14**) mit einer Lagerbohrung ausgebildet ist, in welcher ein vorderes Ende des ersten Verbindungsstifts (**22, 61**) drehbar aufgenommen ist.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

FIG.3

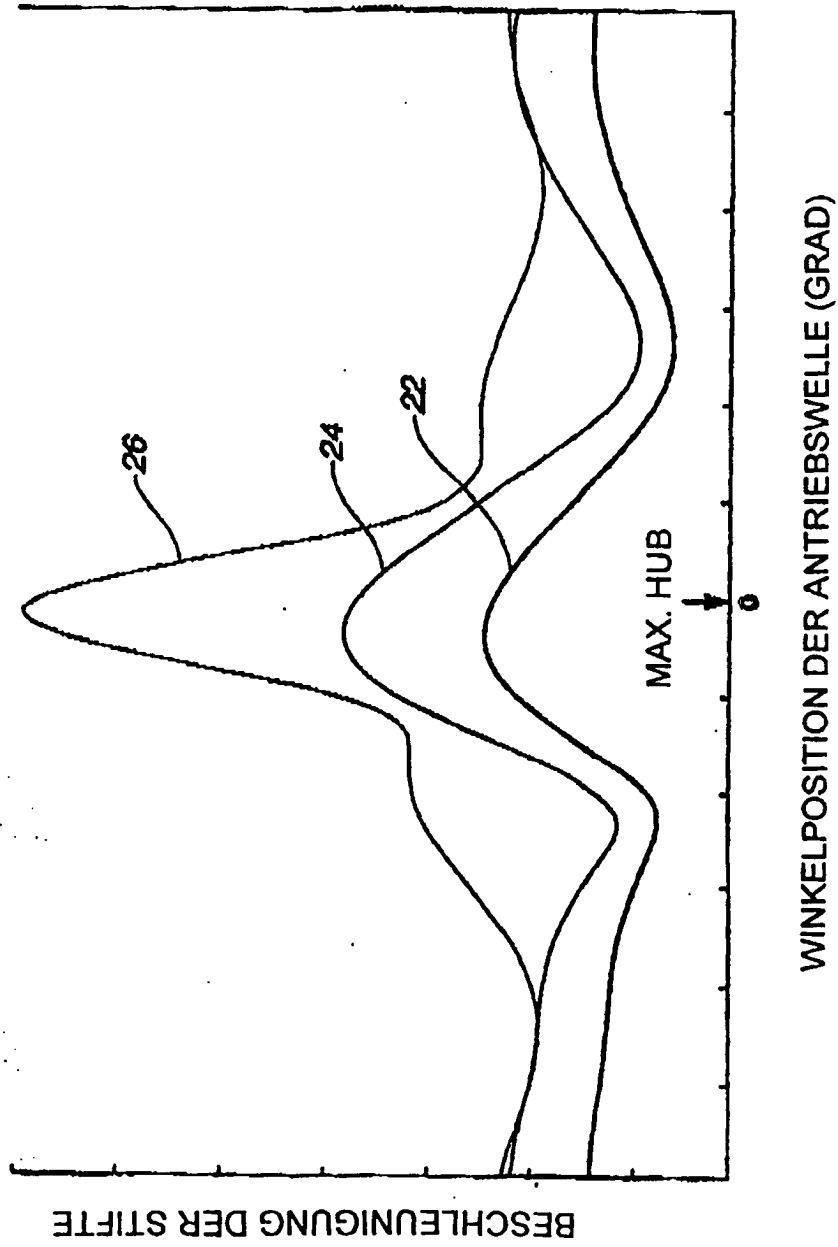


FIG.5

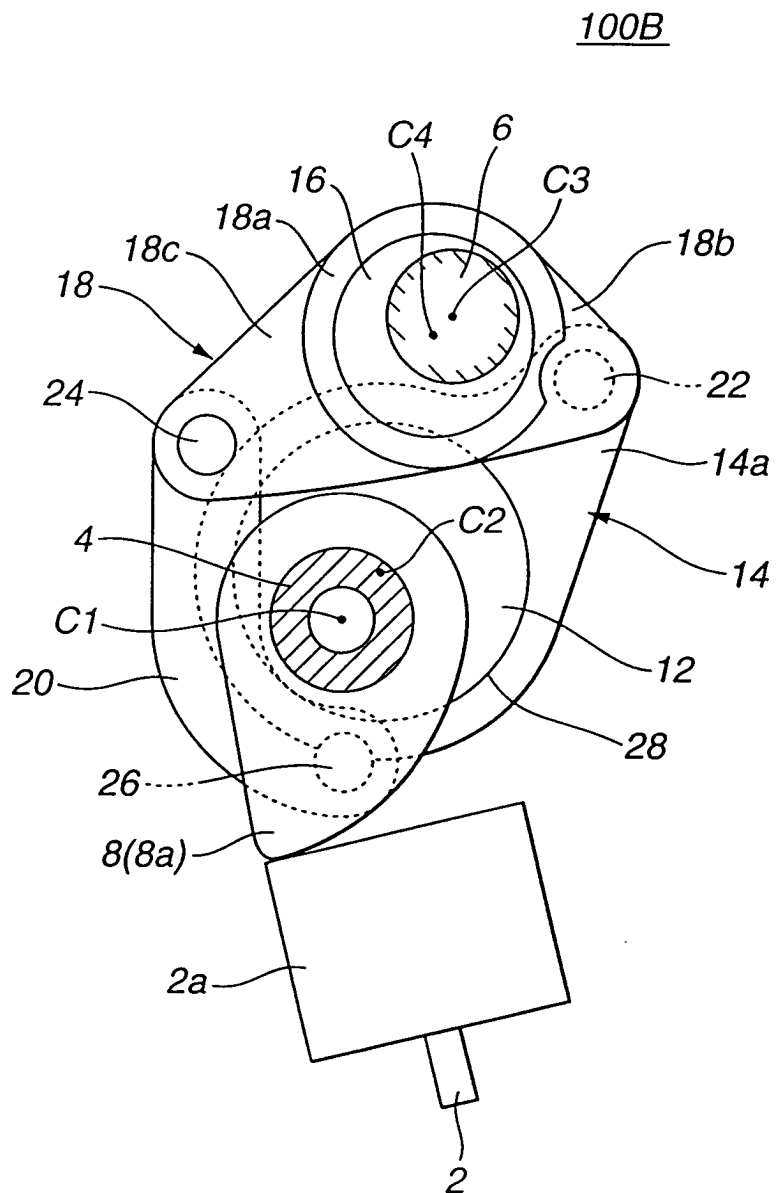


FIG.7

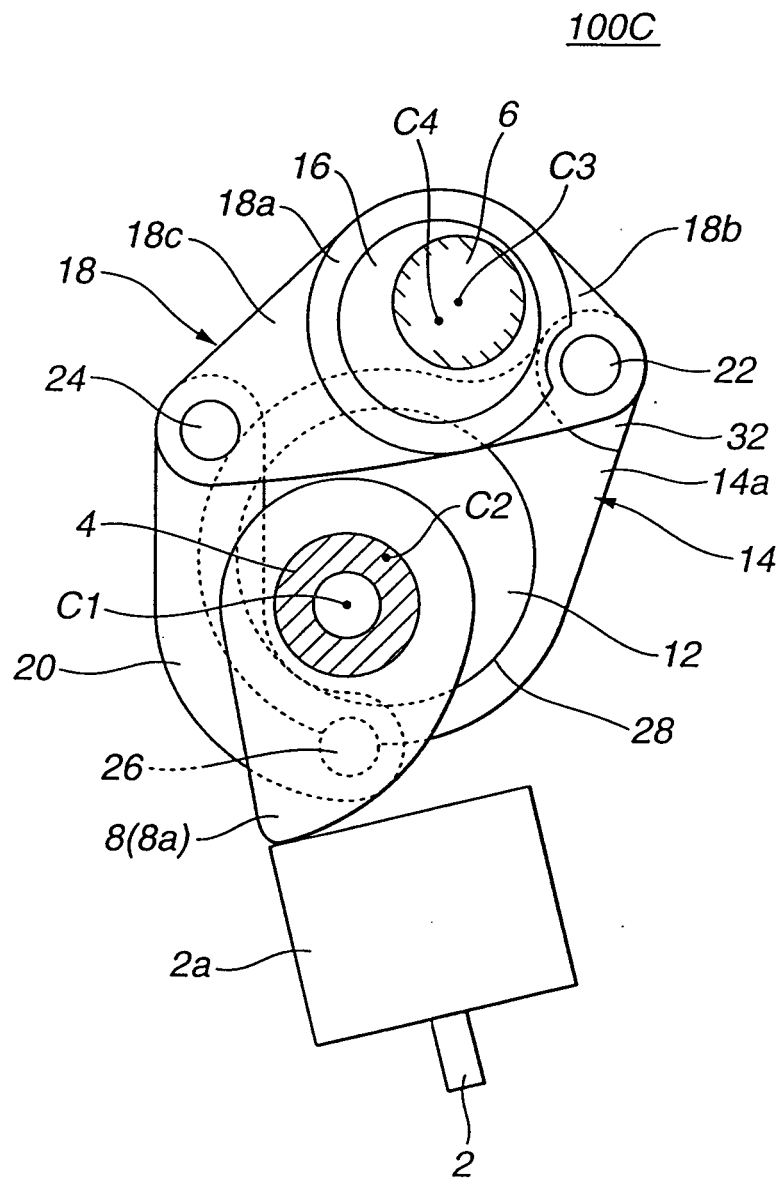


FIG.8A

100A

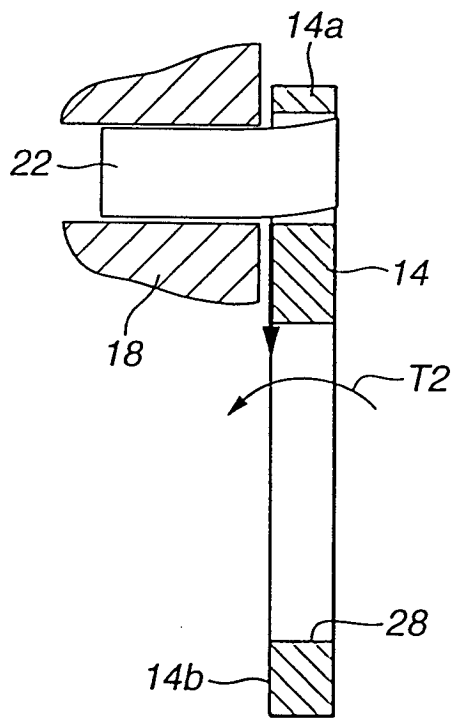


FIG.8B

100C

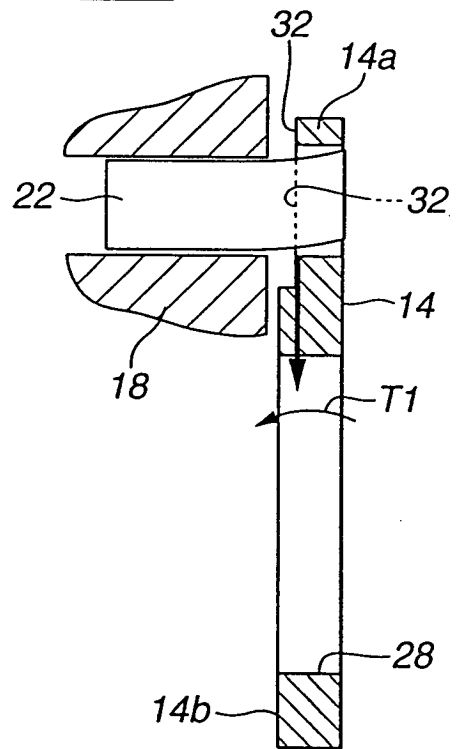


FIG.9

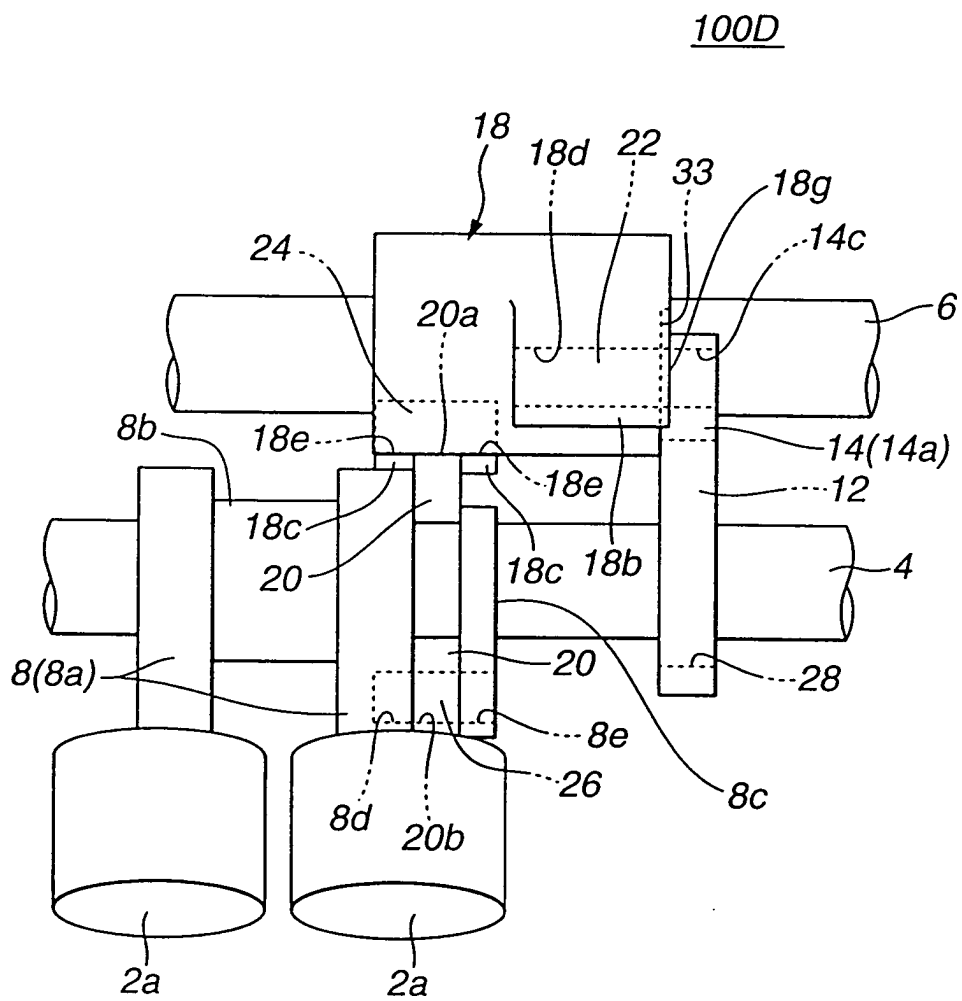


FIG.13

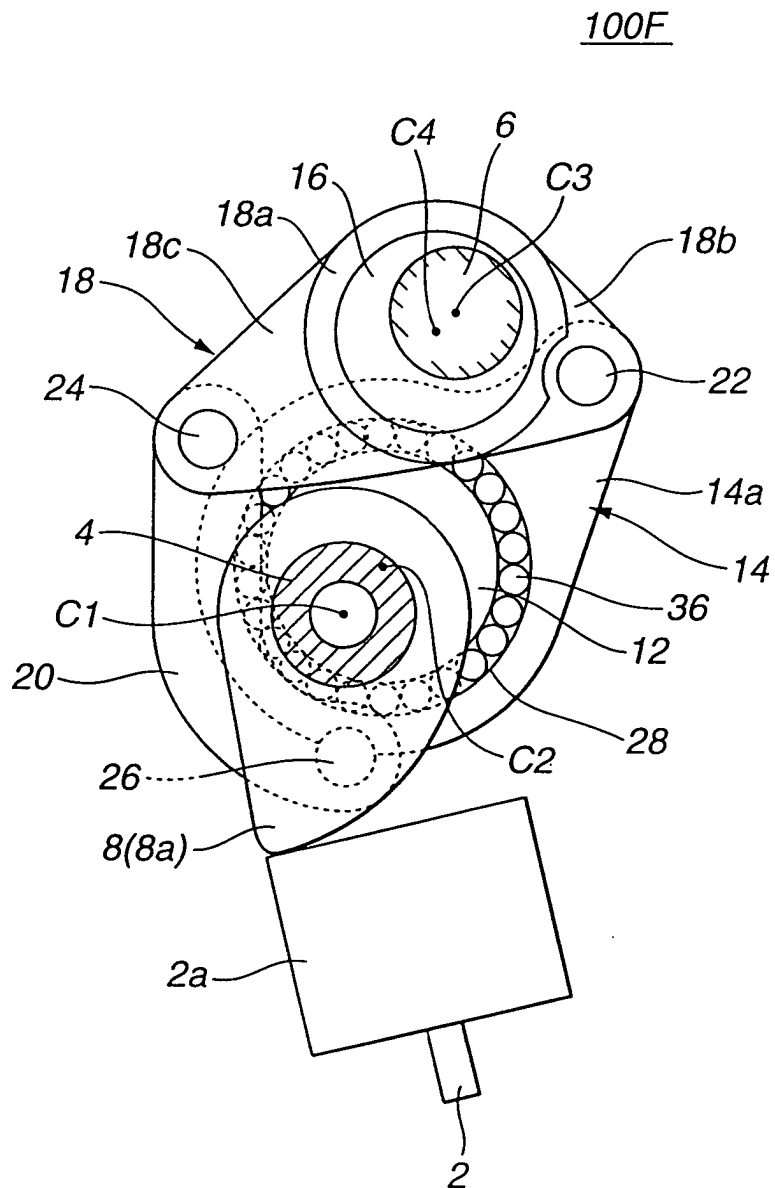


FIG.14

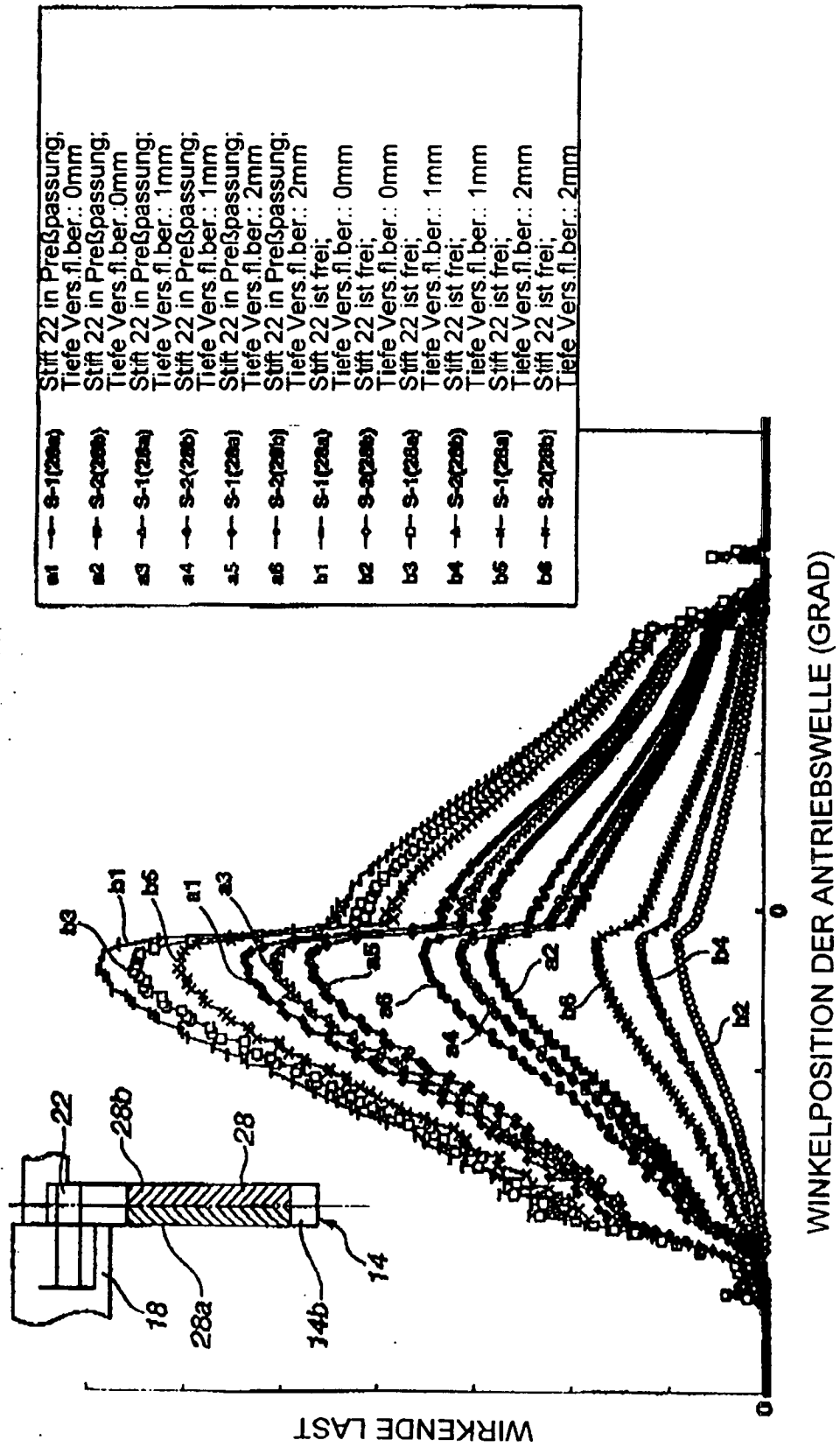


FIG.15

(STAND DER TECHNIK)

