

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
30. August 2012 (30.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/113424 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F01L 13/00 (2006.01) *F02B 69/06* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/006069
- (22) Internationales Anmeldedatum:
3. Dezember 2011 (03.12.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 012 251.6
24. Februar 2011 (24.02.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DAIMLER AG** [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STOLK, Thomas** [DE/DE]; Laubersberg 31, 73230 Kirchheim (DE). **VON GAISBERG-HELFENBERG, Alexander** [DE/DE]; Goethestrasse 26, 71717 Beilstein (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE VALVE DRIVE DEVICE

(54) Bezeichnung : BRENNKRAFTMASCHINENVENTILTRIEBVORRICHTUNG

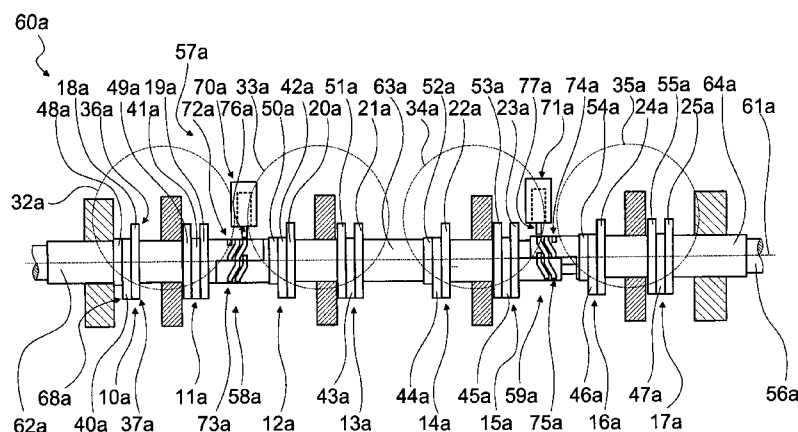


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine valve drive device having at least one cam element (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a), the at least one cam element having at least one first cam track (18a, 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a; 18b; 18c) which is provided for actuating a valve in at least two successive working cycles (26a, 27a; 26b, 27b, 28b, 29b; 26c, 27c, 28c) of a cylinder (32a, 33a, 34a, 35a) and which comprises at least two working cams (36a, 37a; 36b, 37b, 38b, 39b; 36c, 37c, 38c) provided in each case for actuating the valve in one of the working cycles (26a, 27a; 26b, 27b, 28b, 29b; 26c, 27c, 28c). It is proposed that the cam element (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a) has at least one second cam track (40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a; 40b; 40c) which is provided for a valve drive switchover.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



geht aus von einer Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung mit zumindest einem Nockenelement (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a), das zumindest eine erste Nockenspur (18a, 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a; 18b; 18c) aufweist, die zur Betätigung eines Ventils in zumindest zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen (26a, 27a; 26b, 27b, 28b, 29b; 26c, 27c, 28c) eines Zylinders (32a, 33a, 34a, 35a) vorgesehen ist und die zumindest zwei Arbeitsnocken (36a, 37a; 36b, 37b, 38b, 39b; 36c, 37c, 38c) umfasst, die jeweils dazu vorgesehen sind, das Ventil in einem der Arbeitszyklen (26a, 27a; 26b, 27b, 28b, 29b; 26c, 27c, 28c) zu betätigen. Es wird vorgeschlagen, dass das Nockenelement (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a) zumindest eine zweite Nockenspur (40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a; 40b; 40c) aufweist, die für eine Ventiltriebumschaltung vorgesehen ist.

Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der DE 102 01 932 A1 ist bereits eine Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung mit einem Nockenelement, das eine Nockenspur aufweist, die zur Betätigung eines Ventils in zumindest zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen eines Zylinders vorgesehen ist und die zumindest zwei Arbeitsnocken umfasst, die jeweils dazu vorgesehen sind, das Ventil in einem der Arbeitszyklen zu betätigen, bekannt.

Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine Flexibilität einer Ventilbetätigung kostengünstig zu erhöhen. Sie wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung geht aus von einer Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung mit zumindest einem Nockenelement, das zumindest eine erste Nockenspur aufweist, die zur Betätigung eines Ventils in zumindest zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen eines Zylinders vorgesehen ist und die zumindest zwei Arbeitsnocken umfasst, die jeweils dazu vorgesehen sind, das Ventil in einem der Arbeitszyklen zu betätigen.

Es wird vorgeschlagen, dass das Nockenelement zumindest eine zweite Nockenspur aufweist, die für eine Ventiltriebumschaltung vorgesehen ist. Durch eine weitere Nockenspur können wenigstens zwei unterschiedlich ausgebildete Nockenspuren zur Ventilbetätigung eingesetzt werden, die beispielweise eine unterschiedliche Arbeitsnockenanzahl und/oder einen unterschiedlichen Nockenspurverlauf aufweisen, wodurch eine Änderung der Ventilbetätigung im Betrieb der Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung lediglich durch Umschalten zwischen den Nockenspuren erfolgen kann. Dadurch kann nach der Ventiltriebumschaltung die veränderte Ventilbetätigung selbstständig erfolgen und auf eine weitere Ansteuerung verzichtet werden, wodurch eine einfache und kostengünstige

Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung bereitgestellt werden kann. Durch einen Verzicht auf weitere Ansteuerung nach einer Ventiltriebumschaltung können ein Verlust, ein Verschleiß und eine Geräuschentwicklung reduziert werden, wodurch ein Verbrauch reduziert und eine Kundenzufriedenheit erhöht werden kann. Dadurch, dass die erste Nockenspur zumindest zwei Arbeitsnocken zur wenigstens zweimaligen Ventilbetätigung aufweist, kann eine hohe Anzahl an Variationen der zumindest einen zweiten Nockenspur realisiert werden, wodurch eine Flexibilität der Ventilbetätigung erhöht werden kann. Weiter kann durch eine Ausbildung der ersten Nockenspur mit wenigstens zwei Arbeitsnocken eine Nockenwellendrehzahl reduziert werden, wodurch Reibungsverluste und Lagerbeanspruchungen reduziert werden können.

Unter einem „Nockenelement“ soll insbesondere ein Element verstanden werden, das drehfest auf einer Nockenwelle angeordnet ist und zur Ventilbetätigung dazu vorgesehen ist, direkt oder indirekt das Ventil mit zumindest einem Hub zu beaufschlagen. Unter „drehfest“ soll insbesondere eine Verbindung verstanden werden, die ein Drehmoment und/oder eine Drehbewegung unverändert überträgt. Unter einer „Nockenspur“ soll insbesondere ein auf dem Umfang des Nockenelements verlaufender Bereich des Nockenelements verstanden werden, der eine Ventilbetätigungskurve zur Ventilbetätigung ausbildet und/oder der die Ventilbetätigung definiert. Unter einem „Arbeitszyklus“ soll insbesondere ein kleinstmöglicher sich wiederholender Kreisprozess verstanden werden, der in zumindest zwei gegliederte Takte einer Kolbenbewegung in dem Zylinder aufgeteilt ist. Vorzugsweise ist ein Takt durch die Kolbenbewegung vom Stillstand in eine Richtung bis zum erneuten Stillstand, d.h. von einem Totpunkt bis zu einem anderen Totpunkt definiert. Ein Takt entspricht vorteilhafterweise einer halben Umdrehung einer Kurbelwelle. Unter einem „Arbeitsnocken“ soll insbesondere ein einen Hub bereitstellender Nocken verstanden werden, der zur Bereitstellung eines krafterzeugenden Arbeitszyklus erforderlich ist. Unter einem „krafterzeugenden Arbeitszyklus“ soll insbesondere ein Arbeit verrichtender Arbeitszyklus verstanden werden, der eine Kraft auf die Kurbelwelle ausübt und somit befeuert wird. Vorzugsweise weist der krafterzeugende Arbeitszyklus zumindest einen Takt auf, in dem ein Kraftstoff oder ein Kraftstoff-Gemisch verbrannt wird. Unter „vorgesehen“ soll insbesondere speziell programmiert, ausgelegt und/oder ausgestattet verstanden werden.

Weiter wird vorgeschlagen, dass die zweite Nockenspur dazu vorgesehen ist, das Ventil in den zumindest zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen unterschiedlich zu betätigen. Dadurch kann eine besonders vorteilhafte Ventiltriebumschaltung realisiert werden, die

ohne Ansteuerung das Ventil in einem sich wiederholenden Rhythmus unterschiedlich in den zumindest zwei Arbeitszyklen betätigt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die zweite Nockenspur zur unterschiedlichen Betätigung des Ventils in den zumindest zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen eine im Vergleich zu der ersten Nockenspur unterschiedliche Arbeitsnockenanzahl auf. Dadurch kann die Ventiltriebumschaltung besonders vorteilhaft realisiert werden, bei der beispielsweise zumindest ein Arbeitszyklus ausgelassen wird. Unter einem „ausgelassenen Arbeitszyklus“ soll insbesondere ein unbefuerter Arbeitszyklus verstanden werden, der keine Kraft auf die Kurbelwelle erzeugt und damit keine Arbeit verrichtet. Vorzugsweise weist der ausgelassene Arbeitszyklus keinen Takt auf, in dem der Kraftstoff oder das Kraftstoff-Gemisch verbrannt wird.

Weiter wird vorgeschlagen, dass das Nockenelement zumindest eine für eine Ventiltriebumschaltung vorgesehene dritte Nockenspur aufweist. Dadurch kann eine besonders flexible Ventilbetätigung bereitgestellt werden.

Ferner wird vorgeschlagen, dass zumindest eine der Nockenspuren für eine alternierende Abschaltung oder Teilabschaltung von zumindest einem Zylinder vorgesehen ist. Dadurch kann besonders einfach ein Zylinderabschalbtetrieb und ein Ventilabschalbtetrieb realisiert werden, wodurch ein Kraftstoffverbrauch und eine Reibung reduziert werden können. In dem Ventilabschalbtetrieb kann weiter eine Ladungsbewegung erhöht werden, wodurch eine Verbrennung des Kraftstoffs oder des Kraftstoff-Gemischs verbessert werden kann. Unter einer „Abschaltung von zumindest einem Zylinder“ soll insbesondere eine Abschaltung von allen Ventilen des zumindest einen Zylinders verstanden werden. Unter einer „Teilabschaltung von zumindest einem Zylinder“ soll insbesondere eine Abschaltung von zumindest einem Ventil des zumindest einen Zylinders verstanden werden, wobei wenigstens ein Ventil des zumindest einen Zylinders aktiv bleibt. Unter einer „alternierenden Abschaltung oder Teilabschaltung“ soll insbesondere eine Abschaltung oder Teilabschaltung eines Zylinders verstanden werden, bei der in einem Arbeitszyklus der Zylinder zumindest teilweise abgeschaltet ist und in einem nachfolgenden Arbeitszyklus der Zylinder wieder befeuert ist. Vorteilhafterweise werden die zumindest zwei Arbeitszyklen, in denen der Zylinder alternierend abgeschaltet oder teilabgeschaltet wird, durch eine Umdrehung des Nockenelements durchlaufen. Die alternierende Abschaltung oder Teilabschaltung des Zylinders erfolgt vorzugsweise durch die Nockenspur, d.h. ohne Ansteuerung. Vorzugsweise erfolgt die alternierende Abschaltung zyklisch. Unter einem „Zylinderabschalbtbetrieb“ soll insbesondere eine Ventilbetätigung verstanden werden, bei der

alle Ventile von zumindest einem Zylinder unbetätigt und damit geschlossen bleiben, wodurch der Zylinder abgeschaltet ist. Unter einem „Ventilabschaltbetrieb“ soll insbesondere eine Ventilbetätigung verstanden werden, bei der zumindest ein Ventil von zumindest zwei gleichartigen Ventilen zumindest eines Zylinders unbetätigt und damit geschlossen bleibt, wodurch der Zylinder teilabgeschaltet ist. Unter „gleichartig“ sollen in diesem Zusammenhang insbesondere zumindest zwei Elemente verstanden werden, die eine gleiche Funktion aufweisen und ein und demselben Zylinder zugeordnet sind. Beispielsweise sind zwei gleichartige Ventile als zwei Einlassventile eines Zylinders oder als zwei Auslassventile eines Zylinders ausgebildet. Der Zylinderabschaltbetrieb und der Ventilabschaltbetrieb sind vorteilhafterweise jeweils für einen geringen Leistungsbedarf vorgesehen.

Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn zumindest eine der Nockenspuren zur Taktumschaltung vorgesehen ist. Dadurch kann ein Brennverfahren ermöglicht werden, bei dem ein Arbeitszyklus mehr als vier Takte aufweist, wodurch eine Flexibilität der Ventilbetätigung weiter erhöht werden kann.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung zumindest ein einem zweiten Zylinder zugeordnetes Nockenelement umfasst, das zumindest eine Nockenspur aufweist, die für eine rollierende Zylinderabschaltung und/oder eine rollierende Ventilabschaltung vorgesehen ist. Dadurch kann eine Zylinderabschaltung und/oder Ventilabschaltung selbstständig ohne Ansteuerung rollieren, wodurch ein gleichmäßiger Verschleiß und/oder ein gleichmäßiger Wärmeeintrag der Zylinder erreicht werden und dadurch eine Lebensdauer der Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung erhöht werden kann. Unter einer „rollierenden Zylinderabschaltung“ soll insbesondere eine alternierende bzw. abwechselnde und insbesondere zyklische Abschaltung zwischen zumindest zwei Zylindern verstanden werden. Unter einer „rollierenden Ventilabschaltung“ soll insbesondere eine alternierende bzw. abwechselnde und insbesondere zyklische Abschaltung zwischen zumindest zwei Ventilen, insbesondere zwischen zumindest zwei gleichartigen Ventilen verstanden werden. Vorzugsweise ist die rollierende Zylinderabschaltung und/oder die rollierende Ventilabschaltung durch eine auf dem Umfang der Nockenwelle versetzte Anordnung von zumindest zwei ungleichartigen Nockenelementen bereitgestellt, wodurch die entsprechenden Ventile der unterschiedlichen Zylinder versetzt betätigt werden. Unter „ungleichartig“ sollen in diesem Zusammenhang insbesondere zumindest zwei Elemente verstanden werden, die die gleiche Funktion aufweisen und zwei verschiedenen Zylindern zugeordnet sind. Beispielsweise sind zwei ungleichartige Nockenelemen-

te zur Betätigung von Einlassventilen von zwei unterschiedlichen Zylindern oder zur Betätigung von Auslassventilen von zwei unterschiedlichen Zylindern vorgesehen.

Besonders bevorzugt weist die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung zumindest eine Nockengrundwelle auf, auf der das zumindest eine Nockenelement drehfest und axial verschiebbar angeordnet ist, und sie weist zumindest eine Ventiltriebumschalteinheit auf, die zumindest eine Schaltkulisse umfasst, die dazu vorgesehen ist, für eine Ventiltriebumschaltung das zumindest eine Nockenelement axial auf der Nockengrundwelle zu verschieben. Dadurch kann besonders einfach zwischen den zumindest zwei Nockenspuren umgeschaltet werden. Unter einer „Schaltkulisse“ soll dabei eine Schalteinheit zum axialen Verstellen eines Elements verstanden werden, die wenigstens eine Kulissenbahn aufweist, die dazu vorgesehen ist, eine Drehbewegung in eine axiale Verstellkraft umzusetzen. Unter einer „Kulissenbahn“ soll insbesondere eine Bahn zur beidseitigen Zwangsführung eines Schaltpins verstanden werden. Die Kulissenbahn ist vorzugsweise in Form eines Stegs, in Form eines Schlitzes und/oder in Form einer Nut ausgebildet. Der Schaltpin ist vorzugsweise in Form eines den Steg umgreifenden Schaltschuhs, in Form eines in den Schlitz eingreifenden Pins und/oder in Form eines in der Nut geführten Pins ausgebildet. Grundsätzlich kann die Umschaltung zwischen den zumindest zwei Nockenspuren auch auf eine andere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Art und Weise erfolgen. Beispielsweise kann bei einer indirekten Betätigung des Ventils durch einen Hebel, wie beispielsweise einen Kipp- und/oder Schlepphebel, der Hebel verschoben bzw. beeinflusst werden.

Weiter wird vorgeschlagen, dass die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung zumindest eine Nockenwellenantriebseinheit aufweist, die ein Übersetzungsverhältnis zwischen einer Kurbelwelle und dem wenigstens einen Nockenelement festlegt, das einer zweifachen Anzahl der Arbeitsnocken der ersten Nockenspur entspricht. Dadurch kann ein erforderliches Drehzahlverhältnis zwischen der Kurbelwelle und der Nockenwelle gefunden werden.

Außerdem wird ein Verfahren für eine Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung, insbesondere für eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung, vorgeschlagen, in dem ein Ventil pro Umdrehung eines Nockenelements in zwei unterschiedlichen Arbeitszyklen betätigt wird und für eine Ventiltriebumschaltung zumindest eine zweite Nockenspur verwendet wird. Dadurch kann eine Flexibilität einer Ventilbetätigung erhöht werden.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen sind drei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 schematisiert eine Ventilbetätigungseinheit mit Nockenelementen einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung,
- Fig. 2 einen Nockenverlauf einer ersten Nockenspur der Nockenelemente,
- Fig. 3 einen Nockenverlauf einer zweiten Nockenspur der Nockenelemente,
- Fig. 4 einen Nockenverlauf einer ersten Nockenspur von alternativ ausgebildeten Nockenelementen,
- Fig. 5 einen Nockenverlauf einer zweiten Nockenspur der alternativ ausgebildeten Nockenelemente,
- Fig. 6 einen Nockenverlauf einer ersten Nockenspur eines dritten Ausführungsbeispiels und
- Fig. 7 einen Nockenverlauf einer zweiten Nockenspur des dritten Ausführungsbeispiels.

Die Figuren 1 bis 3 zeigen schematisiert teilweise eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung. Die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung ist für ein Kraftfahrzeug vorgesehen. Die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung weist eine Nockengrundwelle 56a und eine nicht dargestellte Kurbelwelle auf, die in diesem Ausführungsbeispiel in einem Drehzahlverhältnis von 1/4 betrieben werden. Die Kurbelwelle der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung weist eine Drehzahl auf, die viermal höher ist als eine Drehzahl der Nockengrundwelle 56a.

Die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung ist für eine Brennkraftmaschine vorgesehen, die zumindest zwei in Reihe angeordnete Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a umfasst, die unterschiedliche Ventilbetätigungszeiten aufweisen. Die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung kann dabei für einen Reihenmotor oder einen V-Motor verwendet werden. In diesem Ausführungsbeispiel weist die Brennkraftmaschine vier in Reihe angeordnete Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a auf. Grundsätzlich kann die Brennkraftmaschine auch eine andere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Anzahl an Zylindern aufweisen.

In diesem Ausführungsbeispiel arbeitet die Brennkraftmaschine nach einem Viertaktbrennverfahren. Die Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a der Brennkraftmaschine weisen jeweils einen Arbeitszyklus 26a, 27a auf, der in vier Takte aufgeteilt ist. Die Takte eines kraftzeugenden Arbeitszyklus 26a, 27a sind dabei Einsaugen, Verdichten, Verbrennen und Ausstoßen. Ein Takt entspricht einer halben Umdrehung der Kurbelwelle. Ein Arbeitszyklus 26a, 27a entspricht somit zwei Umdrehungen der Kurbelwelle. Die die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung aufweisende Brennkraftmaschine ist als ein Viertaktmotor ausgebildet. Grundsätzlich kann die Brennkraftmaschine auch als ein eine andere Anzahl an Takten aufweisender Motor ausgebildet sein, wie beispielsweise als ein Zweitaktmotor oder ein Sechstaktmotor, wobei der Arbeitszyklus des Zweitaktmotors in zwei Takte und der Arbeitszyklus des Sechstaktmotors in vier Takte aufgeteilt ist.

Die Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a der Brennkraftmaschine weisen weiter jeweils nicht näher dargestellte Ventile auf, die dazu vorgesehen sind, einen Brennraum des entsprechenden Zylinders 32a, 33a, 34a, 35a, in dem ein Kolben axial bewegbar angeordnet ist, mit Luft und/oder Luft-Brennstoff-Gemisch zu versorgen und ein verbranntes Gemisch aus dem Brennraum zu entfernen. Die Ventile sind als Einlassventile und als Auslassventile ausgebildet. Die Einlassventile sind bei einem Einsaugtakt des kraftzeugenden Arbeitszyklus 26a, 27a des zugehörigen Zylinders 32a, 33a, 34a, 35a und die Auslassventile bei einem Ausstoßtakt des kraftzeugenden Arbeitszyklus 26a, 27a des zugehörigen Zylinders 32a, 33a, 34a, 35a geöffnet. Die Einlassventile und die Auslassventile sind bei dem Verdichtungstakt und dem Verbrennungstakt des kraftzeugenden Arbeitszyklus 26a, 27a des zugehörigen Zylinders 32a, 33a, 34a, 35a jeweils geschlossen.

In diesem Ausführungsbeispiel weisen die Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a jeweils zwei Einlassventile und zwei Auslassventile auf. Die Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a sind in diesem Ausführungsbeispiel jeweils als ein Vierventiler ausgebildet. Die Brennkraftmaschine weist somit 16 Ventile auf, wobei die acht Einlassventile in Reihe zueinander und die acht Auslassventile in Reihe zueinander angeordnet sind. Grundsätzlich können die Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a auch eine andere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Anzahl an Ventilen aufweisen, wobei ein Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a jeweils mindestens ein Einlassventil und ein Auslassventil umfasst, die auch eine andere Anordnung als oben beschrieben aufweisen können.

Zur Betätigung der Ventile weist die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung zwei parallel zueinander angeordnete Ventilbetätigungseinheiten 60a auf, wobei eine Ventilbetätigungseinheit 60a zur Betätigung der Einlassventile und eine nicht näher dargestellte

Ventilbetätigungseinheit zur Betätigung der Auslassventile vorgesehen ist. Im Folgenden wird eine Ventilbetätigungseinheit 60a beschrieben (vgl. Fig. 1), die in diesem Ausführungsbeispiel zur Betätigung der als Einlassventile ausgebildeten Ventile der Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a vorgesehen ist. Grundsätzlich kann die Ventilbetätigungseinheit 60a zur Betätigung der als Auslassventile ausgebildeten Ventile vorgesehen sein. Die nicht dargestellte Ventilbetätigungseinheit ist grundsätzlich analog ausgebildet, wobei sich beispielsweise Ventilbetätigungszeiten der Ventile unterscheiden können.

Die Ventilbetätigungseinheit 60a weist eine Nockengrundwelle 56a mit einer Längsachse 61a auf. Die Nockengrundwelle 56a ist an die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine angebunden. Zur Betätigung von den acht in Reihe angeordneten Ventilen der Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a weist die Ventilbetätigungseinheit 60a ein erstes Nockenelement 10a, ein zweites Nockenelement 11a, ein drittes Nockenelement 12a, ein viertes Nockenelement 13a, ein fünftes Nockenelement 14a, ein sechstes Nockenelement 15a, ein siebtes Nockenelement 16a und ein achttes Nockenelement 17a auf. Die acht Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a sind koaxial zueinander auf der Nockengrundwelle 56a angeordnet. Sie sind zur direkten Betätigung der Ventile vorgesehen. Die Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a sind jeweils als ein Nockenträger ausgebildet. Grundsätzlich können die Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a die Ventile auch auf eine andere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Weise betätigen, wie beispielsweise indirekt mittels eines Kipphebels, eines Schleppehebels oder Ähnliches.

Die zwei gleichartigen Nockenelemente 10a, 11a sind dem ersten Zylinder 32a, die zwei gleichartigen Nockenelemente 12a, 13a dem zweiten Zylinder 33a, die zwei gleichartigen Nockenelemente 14a, 15a dem dritten Zylinder 34a und die zwei gleichartigen Nockenelemente 16a, 17a dem vierten Zylinder 35a zugeordnet. Die Nockenelemente 10a, 11a, die Nockenelemente 12a, 13a, die Nockenelemente 14a, 15a und die Nockenelemente 16a, 17a sind jeweils benachbart und betätigen jeweils zwei Ventile desselben Zylinders 32a, 33a, 34a, 35a. Die gleichartigen Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a betätigen somit jeweils zwei Ventile von dem zugehörigen Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a. Die gleichartigen Nockenelemente 10a, 11a, die gleichartigen Nockenelemente 12a, 13a, die gleichartigen Nockenelemente 14a, 15a, die gleichartigen Nockenelemente 16a, 17a sind jeweils zu den anderen gleichartigen Nockenelementen 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a entlang der Längsachse 61a der Nockengrundwelle 56a versetzt zueinander auf der Nockengrundwelle 56a angeordnet. Die Nockenelemente 10a, 11a, die Nockenelemente 12a, 13a, die Nockenelemente 14a, 15a und die Nockenelemente 16a, 17a sind jeweils paarweise um einen Umfang der Nockengrundwelle 56a versetzt zueinander

auf der Nockengrundwelle 56a angeordnet, d.h., jeweils zwei einem Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a zugeordnete Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a sind zu den anderen Nockenelementen 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a in Umfangsrichtung versetzt. Sie sind paarweise zueinander verdreht auf der Nockengrundwelle 56a angeordnet. Die Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a sind drehfest und bezüglich der Längsachse 61a axial verschiebbar auf der Nockengrundwelle 56a angeordnet.

Das erste Nockenelement 10a und das zweite Nockenelement 11a sind einstückig miteinander ausgebildet. Das dritte Nockenelement 12a, das vierte Nockenelement 13a, das fünfte Nockenelement 14a und das sechste Nockenelement 15a sind einstückig miteinander ausgebildet. Das siebte Nockenelement 16a und das achte Nockenelement 17a sind einstückig miteinander ausgebildet. Die einstückig miteinander ausgebildeten Nockenelemente 12a, 13a, 14a, 15a sind entlang der Längsachse 61a zwischen den einstückig ausgebildeten Nockenelementen 10a, 11a und den einstückig ausgebildeten Nockenelementen 16a, 17a angeordnet.

Die einstückig ausgebildeten Nockenelemente 10a, 11a bilden ein erstes Verschiebeelement 62a, die einstückig ausgebildeten Nockenelemente 12a, 13a, 14a, 15a ein zweites Verschiebeelement 63a und die einstückig ausgebildeten Nockenelemente 16a, 17a ein drittes Verschiebeelement 64a. Grundsätzlich ist es möglich, die Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a auf ein separates, drehfest und axial verschiebbar auf der Nockengrundwelle 56a angeordnetes Verschiebeelement dreh- und verschiebefest anzuordnen.

Die acht Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a weisen für eine Ventiltriebumschaltung jeweils eine erste Nockenspur 18a, 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a, eine zweite Nockenspur 40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a und eine dritte Nockenspur 48a, 49a, 50a, 51a, 52a, 53a, 54a, 55a auf. Das dem ersten Zylinder 32a zugeordnete erste Nockenelement 10a, das dem zweiten Zylinder 33a zugeordnete dritte Nockenelement 12a, das dem dritten Zylinder 34a zugeordnete fünfte Nockenelement 14a und das dem vierten Zylinder 35a zugeordnete siebte Nockenelement 16a sind gleich ausgebildet. Sie sind in der Wirkung auf das zugehörige Ventil gleich. Weiter sind das dem ersten Zylinder 32a zugeordnete zweite Nockenelement 11a, das dem zweiten Zylinder 33a zugeordnete vierte Nockenelement 13a, das dem dritten Zylinder 34a zugeordnete sechste Nockenelement 15a und das dem vierten Zylinder 35a zugeordnete achte Nockenelement 17a gleich ausgebildet. Sie sind in der Wirkung auf das zugehörige Ventil

gleich. Somit werden lediglich das erste Nockenelement 10a und das zweite Nockenelement 11a näher beschrieben. Grundsätzlich kann auf die dritte Nockenspur 48a, 49a, 50a, 51a, 52a, 53a, 54a, 55a auch verzichtet werden.

Das erste Nockenelement 10a weist die erste Nockenspur 18a auf. Die erste Nockenspur 18a ist zur Betätigung des zugehörigen Ventils des ersten Zylinders 32a vorgesehen. Die erste Nockenspur 18a ist zur Betätigung des Ventils in einem Normalbetrieb vorgesehen. Zur Realisierung des Viertaktbrennverfahrens bei einer im Vergleich zur Nockengrundwelle 56a viermal schneller drehenden Kurbelwelle, ist die erste Nockenspur 18a dazu vorgesehen, das Ventil des Zylinders 32a während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements 10a in zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen 26a, 27a des Zylinders 32a zu betätigen. In dem Normalbetrieb ist jeder Arbeitszyklus 26a, 27a als ein krafterzeugender Arbeitszyklus ausgebildet. Die erste Nockenspur 18a weist dazu zwei Arbeitsnocken 36a, 37a auf, die jeweils das Ventil in dem Einsaugtakt des Arbeitszyklus 26a, 27a öffnen. Sie betätigen das Ventil jeweils in einem der zwei Arbeitszyklen 26a, 27a. Jeweils ein Arbeitsnocken 36a, 37a ist lediglich für einen der zwei Arbeitszyklen 26a, 27a vorgesehen.

Die Arbeitsnocken 36a, 37a der ersten Nockenspur 18a sind zur Realisierung des Viertaktbrennverfahrens dazu vorgesehen, während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements 10a das Ventil einmal pro Arbeitszyklus 26a, 27a zu betätigen. Sie sind dazu vorgesehen, das zugehörige Ventil während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements 10a einmal pro Arbeitszyklus 26a, 27a zu öffnen. Während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements 10a ist der Arbeitsnocken 36a zur Betätigung des Ventils in dem Arbeitszyklus 26a und der Arbeitsnocken 37a zur Betätigung des Ventils in dem Arbeitszyklus 27a vorgesehen. Ein Arbeitszyklus 26a, 27a des Zylinders 32a dauert somit jeweils eine halbe Umdrehung der Nockengrundwelle 56a und damit des Nockenelements 10a. Durch eine ganze Umdrehung der Nockengrundwelle 56a sind zwei Arbeitszyklen 26a, 27a durchlaufen. Die Arbeitsnocken 36a, 37a der ersten Nockenspur 18a sind als Nockenerhebungen ausgebildet, die einen Hub zur Betätigung des Ventils bereitstellen (vgl. Fig. 2). Die erste Nockenspur 18a weist pro Arbeitszyklus 26a, 27a eine Nockenerhebung und damit einen Arbeitsnocken 36a, 37a auf. Die Arbeitszyklen 26a, 27a sind in dem Normalbetrieb mittels der ersten Nockenspur 18a jeweils als ein krafterzeugender Arbeitszyklus ausgebildet.

Die Arbeitsnocken 36a, 37a sind gleichmäßig um den Umfang des Nockenelements 10a angeordnet. Die Arbeitsnocken 36a, 37a sind gegenüberliegend angeordnet. Sie weisen einen Winkelabstand in beide Umfangsrichtungen von 180 Grad auf. Die erste Nocken-

spur 18a betätigt das Ventil in jedem Arbeitszyklus 26a, 27a des Zylinders 32a einmal. Die erste Nockenspur 18a ist arbeitszyklusunabhängig.

Die Figur 2 stellt einen Nockenspurverlauf 65a der ersten Nockenspur 18a dar. Der Nockenspurverlauf 65a stellt schematisiert eine abgewinkelte erste Nockenspur 18a bzw. einen abgewinkelten Umfang der ersten Nockenspur 18a dar. Der Nockenspurverlauf 65a ist als eine Ventilbetätigungskurve ausgebildet. Der Nockenspurverlauf 69a weist zwei Nockenspurerhebungen auf, die jeweils einem Arbeitszyklus 26a, 27a zugeordnet sind. Der Nockenspurverlauf 65a weist eine Länge 66a von 360 Grad Nockenwellenwinkel (im Folgenden als Grad NWW bezeichnet) auf. Eine gestrichelte Linie 67a kennzeichnet 180 Grad NWW. Die Länge 66a entspricht, da das Drehzahlverhältnis zwischen der Nockengrundwelle 56a und der Kurbelwelle $1/4$ beträgt, 1440 Grad Kurbelwellenwinkel (im Folgenden als Grad KWW bezeichnet). Bei einer 360-Grad-Drehung der Nocken Grundwelle 56a und damit des Nockenelements 10a dreht sich die Kurbelwelle viermal um 360 Grad. Die Linie 67a entspricht somit 720 Grad KWW. Der dem Arbeitszyklus 26a zugeordnete Nockenspurverlauf 65a und der dem Arbeitszyklus 27a zugeordnete Nockenspurverlauf 65a sind gleich ausgebildet. Ein Arbeitszyklus 26a, 27a entspricht 180 Grad NWW und 720 Grad KWW. Somit ist die erste Nockenspur 18a zur Betätigung des Ventils jede 720 Grad KWW vorgesehen. Sie ist dazu vorgesehen, das Ventil einmal pro zwei Umdrehungen der Kurbelwelle zu betätigen. Die erste Nockenspur 18a, 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a aller acht Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a ist in der Wirkungsweise gleich. Die erste Nockenspur 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a der sieben Nockenelemente 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a ist gleich wie die erste Nockenspur 18a des Nockenelements 10a ausgebildet.

Zur Ventilhubumschaltung weist das erste Nockenelement 10a die zweite Nockenspur 40a auf. Die zweite Nockenspur 40a ist für eine Ventiltriebumschaltung vorgesehen. Sie ist zur Betätigung des zugehörigen Ventils des Zylinders 32a vorgesehen. Die zweite Nockenspur 40a ist zur Betätigung des Ventils in einem Zylinderabschaltbetrieb vorgesehen. Die zweite Nockenspur 40a ist zur alternierenden Abschaltung des Zylinders 32a vorgesehen. Die zweite Nockenspur 40a ist dazu vorgesehen, das Ventil des Zylinders 32a während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements 10a lediglich in dem Arbeitszyklus 26a der zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen 26a, 27a des Zylinders 32a zu betätigen. In dem anderen Arbeitszyklus 27a des Zylinders 32a bleibt das Ventil durch die zweite Nockenspur 40a unbetätigt. Durch ein unbetätigtes Ventil in dem Arbeitszyklus 27a wird der Arbeitszyklus 27a ausgelassen und der Zylinder 32a für den Arbeitszyklus 27a ausgeschaltet und damit unbefeuert betrieben. Der Arbeitszyklus 27a ist in dem Zylinder-

abschaltbetrieb mittels der zweiten Nockenspur 40a als ein ausgelassener Arbeitszyklus ausgebildet. In dem Zylinderabschaltbetrieb ist jeder zweite Arbeitszyklus 26a als ein krafterzeugender Arbeitszyklus ausgebildet.

Die zweite Nockenspur 40a ist zur alternierenden Abschaltung des zugehörigen Ventils des Zylinders 32a vorgesehen. Die zweite Nockenspur 40a betätigt das Ventil zur alternierenden Abschaltung des Zylinders 32a nur in einem von zwei Arbeitszyklen 26a, 27a. Sie lässt das Ventil jeden zweiten Arbeitszyklus 27a unbetätigt. Somit ist die zweite Nockenspur 40a zur Betätigung des Ventils jede 1440 Grad KWW vorgesehen. Sie ist dazu vorgesehen, das Ventil einmal pro vier Umdrehungen der Kurbelwelle zu betätigen. Die zweite Nockenspur 40a ist zur arbeitszyklusabhängigen Betätigung des Ventils vorgesehen, in der abwechselnd ein Arbeitszyklus 27a ausgelassen und dadurch der Zylinder 32a abwechselnd ausgeschaltet wird.

Die zweite Nockenspur 40a ist zur unterschiedlichen Ventilbetätigung des Ventils in den aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen 26a, 27a vorgesehen. Zum abwechselnden Auslassen der Arbeitszyklen 26a, 27a und somit zur unterschiedlichen Ventilbetätigung in den aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen 26a, 27a weist die zweite Nockenspur 40a eine Arbeitsnockenanzahl auf, die sich von einer Arbeitsnockenanzahl der ersten Nockenspur 18a unterscheidet. Die zweite Nockenspur 40a umfasst einen Arbeitsnocken weniger als die erste Nockenspur 18a, wodurch das Ventil pro eine Umdrehung des Nockenelements 10a und damit pro zwei durchlaufenden Arbeitszyklen 26a, 27a einmal betätigt wird. Dadurch schaltet die zweite Nockenspur 40a das Ventil alternierend ab. Die zweite Nockenspur 40a weist einen einzigen Arbeitsnocken 68a auf, der das Ventil in dem Einsaugtakt in einem von zwei Arbeitszyklen 26a, 27a öffnet. Er betätigt das Ventil jeweils in einem der zwei Arbeitszyklen 26a, 27a. Der Arbeitsnocken 68a ist lediglich für den Arbeitszyklus 26a der zwei Arbeitszyklen 26a, 27a vorgesehen. Er öffnet das Ventil in dem Einsaugtakt des krafterzeugenden Arbeitszyklus 26a.

Der Arbeitsnocken 68a der zweiten Nockenspur 40a ist zur Realisierung der alternierenden Zylinderabschaltung des Zylinders 32a dazu vorgesehen, während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements 10a das Ventil lediglich einmal in lediglich dem Arbeitszyklus 26a der zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen 26a, 27a zu betätigen. Er ist dazu vorgesehen, das Ventil des Zylinders 32a während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements 10a einmal zu öffnen. Der Arbeitsnocken 68a der zweiten Nockenspur 40a ist als eine Nockenerhebung ausgebildet, die einen Hub zur Betätigung des Ventils bereitstellt (vgl. Fig. 3).

Die Figur 3 stellt einen Nockenspurverlauf 69a der zweiten Nockenspur 40a dar, wobei der Nockenspurverlauf 69a ebenfalls die Länge 66a aufweist und durch die gestrichelte Linie 67a ein Nockenwellenwinkel von 180 Grad gekennzeichnet wird. Der zweite Nockenspurverlauf 69a stellt schematisch eine abgewickelte zweite Nockenspur 40a bzw. einen abgewickelten Umfang der zweiten Nockenspur 40a dar. Der Nockenspurverlauf 69a ist ebenfalls als eine Ventilbetätigungskurve ausgebildet. Der dem Arbeitszyklus 26a zugeordnete Nockenspurverlauf 69a und der dem Arbeitszyklus 27a zugeordnete Nockenspurverlauf 69a sind von einander unterschiedlich ausgebildet. Der dem Arbeitszyklus 26a zugeordnete Nockenspurverlauf 69a unterscheidet sich von dem dem Arbeitszyklus 27a zugeordneten Nockenspurverlauf 69a. Der Arbeitsnocken 68a ist dem krafterzeugenden Arbeitszyklus 26a zugeordnet. Der Nockenspurverlauf 69a weist eine einzige Nockenerhebung auf, die dem Arbeitszyklus 26a zugeordnet ist. Dem ausgelassenen Arbeitszyklus 27a ist kein Arbeitsnocken und damit keine Nockenerhebung zugeordnet. Der dem Arbeitszyklus 27a zugeordnete Nockenspurverlauf 69a ist als ein Nullhubverlauf ausgebildet, der keinen Hub zur Betätigung des Ventils bereitstellt. Dem Arbeitszyklus 27a ist ein Nullnocken zugeordnet. Der dem Arbeitszyklus 26a zugeordnete Nockenspurverlauf 69a der zweiten Nockenspur 40a entspricht dem Nockenspurverlauf 65a der ersten Nockenspur 18a, der dem Arbeitszyklus 26a zugeordnet ist. Die zweite Nockenspur 40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a aller acht Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a ist in der Wirkungsweise gleich. Die zweite Nockenspur 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a der sieben Nockenelemente 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a ist gleich wie die zweite Nockenspur 40a des Nockenelements 10a ausgebildet.

Das erste Nockenelement 10a weist zur zusätzlichen Ventilhubumschaltung die dritte Nockenspur 48a auf. Die dritte Nockenspur 48a ist zur Ventilabschaltung des Ventils des Zylinders 32a vorgesehen. Sie ist zur Teilabschaltung des Zylinders 32a vorgesehen. Die dritte Nockenspur 48a ist zur Abschaltung des Ventils in einem Ventilabschaltbetrieb bzw. einem Zylinderteilabschaltbetrieb vorgesehen. Sie ist zur Abschaltung des Ventils in allen Arbeitszyklen 26a, 27a des Zylinders 32a vorgesehen. Die dritte Nockenspur 48a lässt das Ventil unbetätigt. Die dritte Nockenspur 48a ist arbeitszyklusunabhängig. Die Arbeitszyklen 26a, 27a sind in dem Ventilabschaltbetrieb mittels der dritten Nockenspur 48a jeweils als ein ausgelassener Arbeitszyklus ausgebildet. In dem Ventilabschaltbetrieb ist jeder Arbeitszyklus 26a, 27a als ein ausgelassener Arbeitszyklus ausgebildet.

Die dritte Nockenspur 48a weist keinen Arbeitsnocken auf. Sie lässt das Ventil geschlossen. Die dritte Nockenspur 48a weist einen Nockenspurverlauf, der als eine Ventilbetätigungskurve ausgebildet ist, auf. Der dem Arbeitszyklus 26a zugeordnete Nockenspurver-

lauf der dritten Nockenspur 48a und der dem Arbeitszyklus 27a zugeordnete Nockenspurverlauf der dritten Nockenspur 48a sind gleich ausgebildet. Der dritte Nockenspurverlauf der gesamten dritten Nockenspur 48a ist als ein Nullhubverlauf ausgebildet, der keinen Hub zur Betätigung des Ventils bereitstellt. Den beiden Arbeitszyklen 26a, 27a ist ein Nullnocken zugeordnet. Die dritte Nockenspur 48a des ersten Nockenelements 10a, die dritte Nockenspur 50a des dritten Nockenelements 12a, die dritte Nockenspur 52a des fünften Nockenelements 14a und die dritte Nockenspur 54a des siebten Nockenelements 16a sind in der Wirkungsweise gleich. Die dritte Nockenspur 50a des Nockenelements 12a, die dritte Nockenspur 52a des Nockenelements 14a und die dritte Nockenspur 54a des Nockenelements 16a sind gleich wie die dritte Nockenspur 48a des Nockenelements 10a ausgebildet.

Im Unterschied zu dem ersten Nockenelement 10a weist das gleichartige zweite Nockenelement 11a eine dritte Nockenspur 49a auf, die sich von der dritten Nockenspur 48a des ersten Nockenelements 10a unterscheidet, wodurch die Teilabschaltung des Zylinders 32a erreicht wird. Die dritte Nockenspur 49a ist zur Betätigung des Ventils des Zylinders 32a in dem Ventilabschaltbetrieb vorgesehen. In dem Ventilabschaltbetrieb sind die dritte Nockenspur 48a des ersten Nockenelements 10a und die dritte Nockenspur 49a des zweiten Nockenelements 11a zur Ventilabschaltung eines der zwei Ventile des Zylinders 32a und somit zur Abschaltung eines von zwei Einlassventilen des Zylinders 32a, wie beispielsweise bei Teillast, vorgesehen.

In diesem Ausführungsbeispiel ist die dritte Nockenspur 49a des zweiten Nockenelements 11a in der Wirkungsweise zu der ersten Nockenspur 19a des zweiten Nockenelements 11a gleich. Die dritte Nockenspur 49a und die erste Nockenspur 19a des zweiten Nockenelements 11a sind gleich ausgebildet. Ein Nockenspurverlauf der dritten Nockenspur 49a des zweiten Nockenelements 11a entspricht dem Nockenspurverlauf 65a der ersten Nockenspur 19a des zweiten Nockenelements 11a. Grundsätzlich kann die dritte Nockenspur 49a des zweiten Nockenelements 11a auch in der Wirkungsweise gleich zu der zweiten Nockenspur 41a des zweiten Nockenelements 11a ausgebildet werden. Grundsätzlich kann die dritte Nockenspur 49a auch unterschiedlich zu der ersten Nockenspur 19a des zweiten Nockenelements 11a, unterschiedlich zu der zweiten Nockenspur 41a des zweiten Nockenelements 11a und/oder unterschiedlich zu der dritten Nockenspur 48a des ersten Nockenelements 10a ausgebildet werden, die beispielsweise einen anderen Hub aufweist.

Zur Ventilhubumschaltung und damit zur Variierung der Ventilbetätigung weist die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung eine Ventiltriebumschalteinheit 57a auf. Die Ventiltriebumschalteinheit 57a ist dazu vorgesehen, die Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a zur Betätigung der Ventile der Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a mittels einer der drei Nockenspuren 18a-25a, 40a-47a, 48a-55a zu verschieben. Die Ventiltriebumschalteinheit 57a ist zur Umschaltung zwischen den drei Nockenspuren 18a-25a, 40a-47a, 48a-55a vorgesehen. Sie ist dazu vorgesehen, die entsprechende Nockenspur 18a-25a, 40a-47a, 48a-55a über das zugehörige Ventil zu positionieren.

Die Ventiltriebumschalteinheit 57a weist zwei Schaltkulissen 58a, 59a und zwei Schalteinheiten 70a, 71a auf, die dazu vorgesehen sind, zur Ventilhubumschaltung die Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a axial auf der Nockengrundwelle 56a sequentiell zu verschieben. Die Schalteinheit 70a und die zugehörige Schaltkulisse 58a und die Schalteinheit 71a und die zugehörige Schaltkulisse 59a sind zur axialen Verschiebung der Verschiebeelemente 62a, 63a, 64a vorgesehen.

Die Schaltkulissen 58a, 59a sind jeweils als eine nutförmige Vertiefung ausgebildet. Ein Teil 72a der ersten Schaltkulisse 58a ist einstückig mit den Nockenelementen 10a, 11a und ein anderer Teil 73a ist einstückig mit den Nockenelementen 12a, 13a, 14a, 15a ausgebildet. Der Teil 72a der ersten Schaltkulisse 58a ist einstückig mit dem Verschiebeelement 62a und der Teil 73a der ersten Schaltkulisse 58a ist einstückig mit dem Verschiebeelement 63a ausgebildet. Der Teil 72a ist zur axialen Verschiebung der Nockenelemente 10a, 11a und der Teil 73a ist zur axialen Verschiebung der Nockenelemente 12a, 13a, 14a, 15a vorgesehen.

Ein Teil 74a der zweiten Schaltkulisse 59a ist einstückig mit den Nockenelementen 16a, 17a und ein anderer Teil 75a einstückig mit den Nockenelementen 12a, 13a, 14a, 15a ausgebildet. Der Teil 74a der zweiten Schaltkulisse 59a ist einstückig mit dem Verschiebeelement 64a und der Teil 75a einstückig mit dem Verschiebeelement 63a ausgebildet. Der Teil 74a der zweiten Schaltkulisse 59a ist zur axialen Verschiebung der Nockenelemente 16a, 17a und der Teil 75a zur axialen Verschiebung der Nockenelemente 12a, 13a, 14a, 15a vorgesehen.

Die Schalteinheiten 70a, 71a weisen jeweils ein Schaltelement 76a, 77a auf, das zur Verschiebung in die entsprechende Schaltkulisse 58a, 59a eingreift, wodurch eine Drehbewegung der Nockengrundwelle 56a bzw. der Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a,

15a, 16a, 17a in eine Axialbewegung der Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a umgewandelt wird.

Zum Antrieb der Ventilbetätigungseinheit 60a durch die Kurbelwelle weist die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung eine nicht dargestellte Nockenwellenantriebseinheit auf. Die Nockenwellenantriebseinheit treibt übersetzungsbehaftet die Nockengrundwelle 56a der Ventilbetätigungseinheit 60a mittels der Kurbelwelle an. Die Nockenwellenantriebseinheit legt zur Realisierung des Viertaktbrennverfahrens ein Übersetzungsverhältnis zwischen der Kurbelwelle und der Nockengrundwelle 56a fest, das einer zweifachen Arbeitsnockenanzahl der Arbeitsnocken 36a, 37a der ersten Nockenspur 18a entspricht. Sie legt ein Übersetzungsverhältnis fest, das einer zweifachen Arbeitsnockenanzahl von einer für den Normalbetrieb vorgesehenen Nockenspur 18a entspricht. In diesem Ausführungsbeispiel legt die Nockenwellenantriebseinheit ein Übersetzungsverhältnis zwischen der Kurbelwelle und der Nockengrundwelle von vier fest, wodurch die Kurbelwelle im Betrieb eine viermal höhere Drehzahl aufweist als die Nockengrundwelle 56a und damit als die Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a. Die Nockenwellenantriebseinheit ist beispielsweise als ein Zahnriemenantrieb, ein Kettenantrieb oder ein Stirnradantrieb ausgebildet.

Zur Einstellung des Normalbetriebs, des Zylinderabschaltbetriebs und des Ventilabschaltbetriebs weist die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung eine nicht dargestellte Steuer- und Regeleinheit auf. Die Steuer- und Regeleinheit steuert zur Einstellung des Normalbetriebs, des Zylinderabschaltbetriebs und des Ventilabschaltbetriebs die Schalteinheiten 70a, 71a der Ventiltriebumschalteinheit 57a an und verschiebt dadurch die Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a entsprechend.

In dem Normalbetrieb ist die erste Nockenspur 18a, 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a geschaltet. In dem Normalbetrieb sind alle Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a mit der ersten Nockenspur 18a, 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a über dem zugehörigen Ventil positioniert. Alle Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a betätigen das entsprechende Ventil mittels der ersten Nockenspur 18a, 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a. Die entsprechenden Ventile werden in dem Normalbetrieb mit den zugehörigen Nockenelementen 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a in jedem Arbeitszyklus 26a, 27a einmal betätigt. Sie werden pro eine Umdrehung der Nocken Grundwelle 56a zweimal, einmal pro Arbeitszyklus 26a, 27a, betätigt. Die Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a werden in dem Normalbetrieb in jedem durchlaufenden Arbeitszyklus 26a, 27a befeuert.

In dem Zylinderabschaltbetrieb ist die zweite Nockenspur 40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a geschaltet. In dem Zylinderabschaltbetrieb sind alle Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a mit der zweiten Nockenspur 40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a über dem zugehörigen Ventil positioniert. Alle Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a betätigen das entsprechende Ventil mittels der zweiten Nockenspur 40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a. Die entsprechenden Ventile werden in dem Zylinderabschaltbetrieb mit den zugehörigen Nockenelementen 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a in jedem zweiten Arbeitszyklus 26a einmal betätigt. Sie werden pro eine Umdrehung der Nocken Grundwelle 56a einmal, in jedem zweiten Arbeitszyklus 26a, betätigt. Die Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a werden in dem Zylinderabschaltbetrieb jeweils alternierend, bei jedem zweiten Arbeitszyklus 26a, befeuert. Sie werden jeweils abwechselnd befeuert und unbefeuert betrieben. Da die gleichartigen Nockenelemente 10a, 11a zu den gleichartigen Nockenelementen 12a, 13a, zu den gleichartigen Nockenelementen 14a, 15a und zu den gleichartigen Nockenelementen 16a, 17a um den Umfang der Nocken Grundwelle 56a versetzt zueinander angeordnet sind, erfolgt in dem Zylinderabschaltbetrieb eine rollierende Zylinderabschaltung. Bei der rollierenden Zylinderabschaltung werden die vier Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a abwechselnd für einen Arbeitszyklus 27a abgeschaltet, d.h. die Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a werden nicht kontinuierlich, sondern abwechselnd abgeschaltet. Ist beispielsweise der erste Zylinder 32a unbefeuert und damit abgeschaltet, ist gleichzeitig der vierte Zylinder 35a befeuert, wobei im nächsten Arbeitszyklus 26a der erste Zylinder 32a befeuert und der vierte Zylinder 35a abgeschaltet ist.

In dem Ventilabschaltbetrieb bzw. Zylinderteilabschaltbetrieb ist die dritte Nockenspur 48a, 49a, 50a, 51a, 52a, 53a, 54a, 55a geschaltet. In dem Ventilabschaltbetrieb sind alle Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a mit der dritten Nockenspur 48a, 49a, 50a, 51a, 52a, 53a, 54a, 55a über dem zugehörigen Ventil positioniert. Alle Nockenelemente 10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a betätigen das entsprechende Ventil mittels der dritten Nockenspur 48a, 49a, 50a, 51a, 52a, 53a, 54a, 55a. Durch die Nockenelemente 10a, 12a, 14a, 16a, bleiben die zugehörigen Ventile unbetätigt und sind somit abgeschaltet. Durch die Nockenelemente 11a, 13a, 15a, 17a werden die zugehörigen Ventile wie im Normalbetrieb betätigt. In dem Ventilabschaltbetrieb ist jeweils eins der zwei Ventile von jedem Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a abgeschaltet. Somit ist in dem Ventilabschaltbetrieb jeweils ein Einlassventil der zwei Einlassventile abgeschaltet. Weisen die Zylinder 32a, 33a, 34a, 35a jeweils ein Einlassventil und jeweils ein Auslassventil auf, wird auf den Ventilabschaltbetrieb und damit auf die dritte Nockenspur 48a, 49a, 50a, 51a, 52a, 53a, 54a, 55a verzichtet.

In den Figuren 4 bis 7 sind zwei weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung gezeigt. Die nachfolgenden Beschreibungen beschränken sich im Wesentlichen auf die Unterschiede zwischen den Ausführungsbeispielen, wobei bezüglich gleichbleibender Bauteile, Merkmale und Funktionen auf die Beschreibung der anderen Ausführungsbeispiele, insbesondere der Figuren 1 bis 3, verwiesen werden kann. Zur Unterscheidung der Ausführungsbeispiele ist der Buchstabe a in den Bezugszeichen des Ausführungsbeispiels in den Figuren 1 bis 3 durch die Buchstaben b und c in den Bezugszeichen der Ausführungsbeispiele der Figuren 4 bis 7 ersetzt. Bezüglich gleich bezeichneter Bauteile, insbesondere in Bezug auf Bauteile mit gleichen Bezugszeichen, kann grundsätzlich auch auf die Zeichnungen und/oder die Beschreibung der anderen Ausführungsbeispiele, insbesondere der Figuren 1 bis 3, verwiesen werden.

In den Figuren 4 und 5 sind ein Nockenspurverlauf 78b einer ersten Nockenspur 18b und ein Nockenspurverlauf 79b einer zweiten Nockenspur 40b von alternativ ausgebildeten Nockenelementen einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung dargestellt. Im Unterschied zu dem vorherigen Ausführungsbeispiel weist die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung eine Nockengrundwelle und eine Kurbelwelle auf, die in einem Drehzahlverhältnis von 1/8 bzw. in einem Drehzahlverhältnis von der Kurbelwelle zu der Nockengrundwelle von 8 betrieben werden. Die Kurbelwelle weist somit eine Drehzahl auf, die achtmal höher ist als eine Drehzahl der Nockengrundwelle. Eine die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung aufweisende Brennkraftmaschine arbeitet wie im vorherigen Ausführungsbeispiel nach einem Viertaktbrennverfahren.

Der Nockenspurverlauf 78b der ersten Nockenspur 18b, der Nockenspurverlauf 79b der zweiten Nockenspur 40b und der Nockenspurverlauf einer dritten Nockenspur unterscheiden sich von dem Nockenspurverlauf 65a der ersten Nockenspur 18a, dem Nockenspurverlauf 69a der zweiten Nockenspur 40a und dem Nockenspurverlauf der dritten Nockenspur 48a des vorhergehenden Ausführungsbeispiels.

Um die Brennkraftmaschine in dem Viertaktbrennverfahren mit einer im Vergleich zur Nockengrundwelle achtmal schneller drehenden Kurbelwelle betreiben zu können, weist die erste Nockenspur 18b, die für den Normalbetrieb vorgesehen ist, vier Arbeitsnocken 36b, 37b, 38b, 39b auf, die gleichmäßig um einen Umfang des Nockenelements verteilt sind (vgl. Fig. 4). Sie weisen einen Winkelabstand in beide Umfangsrichtungen von jeweils 90 Grad zueinander auf. Die erste Nockenspur 18b ist dazu vorgesehen, ein Ventil während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements in vier aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b des Zylinders zu betätigen. Die vier Arbeitsnocken 36b, 37b, 38b,

39b betätigen das Ventil jeweils einmal in vier verschiedenen Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b. Der Arbeitsnocken 36b ist dem Arbeitszyklus 26b, der Arbeitsnocken 37b dem Arbeitszyklus 27b, der Arbeitsnocken 38b dem Arbeitszyklus 28b und der Arbeitsnocken 39b dem Arbeitszyklus 29b zugeordnet. Die Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b sind in dem Normalbetrieb mittels der ersten Nockenspur 18b jeweils als ein krafterzeugender Arbeitszyklus ausgebildet. In dem Normalbetrieb ist jeder Arbeitszyklus 26b, 27b, 28b, 29b als ein krafterzeugender Arbeitszyklus ausgebildet.

In der Figur 4 ist der Nockenspurverlauf 78b der ersten Nockenspur 18b dargestellt. Die erste Nockenspur 18b weist pro Arbeitszyklus 26b, 27b, 28b, 29b eine Nockenerhebung und damit einen Arbeitsnocken 36b, 37b, 38b, 39b auf. Der Nockenspurverlauf 78b der ersten Nockenspur 18b weist eine Länge 66b von 360 Grad NWW auf. Eine gestrichelte Linie 80b kennzeichnet 90 Grad NWW, eine gestrichelte Linie 81b kennzeichnet 180 Grad NWW und eine gestrichelte Linie 82b kennzeichnet 270 Grad NWW. Die Länge 66b entspricht aufgrund des Drehzahlverhältnisses 2880 Grad KWW. Bei einer 360-Grad-Drehung der Nockengrundwelle dreht sich die Kurbelwelle achtmal um 360 Grad. Ein Arbeitszyklus 26b, 27b, 28b, 29b entspricht jeweils 90 Grad NWW und 720 Grad KWW. Ein Arbeitszyklus 26b, 27b, 28b, 29b dauert eine Viertel-Umdrehung der Nockengrundwelle. Durch eine ganze Umdrehung der Nockengrundwelle sind vier Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b durchlaufen. Somit ist die erste Nockenspur 18b zur Betätigung des Ventils jede 720 Grad KWW vorgesehen. Sie ist dazu vorgesehen, das Ventil einmal pro zwei Umdrehungen der Kurbelwelle zu betätigen. Das Drehzahlverhältnis zwischen der Kurbelwelle und der Nockengrundwelle und die Arbeitsnockenanzahl weisen eine Abhängigkeit voneinander auf. Das Drehzahlverhältnis zwischen Kurbelwelle und Nockengrundwelle entspricht einer zweifachen Arbeitsnockenanzahl des ersten Nockenelements 18b.

Das Nockenelement weist zur Ventiltriebumschaltung bzw. zur Ventilhubumschaltung die zweite Nockenspur 40b auf, die zumindest einen Arbeitsnocken weniger aufweist als die erste Nockenspur 18b, wodurch der Zylinder alternierend abgeschaltet wird. Dadurch wird zumindest ein Arbeitszyklus 28b, 29b der vier nacheinander folgenden Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b ausgelassen und der Zylinder somit für zumindest einen Arbeitszyklus 28b, 29b unbefeuert betrieben. Die zweite Nockenspur 40b ist für einen Zylinderabschaltbetrieb vorgesehen.

In diesem Ausführungsbeispiel ist die zweite Nockenspur 40b dazu vorgesehen, das Ventil während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements lediglich in den zwei Arbeitszyklen 26b, 27b von den vier aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b zu

betätigen. In den anderen zwei Arbeitszyklen 28b, 29b der vier aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b bleibt das Ventil durch die zweite Nockenspur 40b unbetätigt. Die zweite Nockenspur 40b betätigt das Ventil in zwei von vier durchlaufenden Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b. Die zweite Nockenspur 40b betätigt das Ventil in zwei nacheinander folgenden Arbeitszyklen 26b, 27b und lässt das Ventil in den zwei folgenden Arbeitszyklen 28b, 29b unbetätigt. Der Zylinder wird abwechselnd in zwei nacheinander folgenden Arbeitszyklen 26b, 27b befeuert und in zwei nacheinander folgenden Arbeitszyklen 28b, 29b abgeschaltet. Die Arbeitszyklen 26b, 27b sind in dem Zylinderabschaltbetrieb mittels der zweiten Nockenspur 40b jeweils als ein krafterzeugender Arbeitszyklus und die Arbeitszyklen 28b, 29b sind in dem Zylinderabschaltbetrieb mittels der zweiten Nockenspur 40b jeweils als ein ausgelassener Arbeitszyklus ausgebildet. In dem Zylinderabschaltbetrieb sind jeweils zwei Arbeitszyklen 26b, 27b als krafterzeugende Arbeitszyklen und jeweils zwei Arbeitszyklen 28b, 29b als ausgelassene Arbeitszyklen 28b 29b ausgebildet.

Die zweite Nockenspur 40b weist dazu zwei Arbeitsnocken 83b, 84b auf. Die zwei Arbeitsnocken 83b, 84b sind für zwei nacheinander folgende Arbeitszyklen 26b, 27b vorgesehen. Der Arbeitsnocken 83b ist dem Arbeitszyklus 26b und der Arbeitsnocken 84b dem Arbeitszyklus 27b zugeordnet. Dem Arbeitszyklus 28b und dem Arbeitszyklus 29b ist kein Arbeitsnocken zugeordnet. Dem Arbeitszyklus 28b und dem Arbeitszyklus 29b ist jeweils ein Nullnocken zugeordnet. Die zwei Arbeitsnocken 83b, 84b weisen in eine Umfangsrichtung einen Winkelabstand von 90 Grad und in eine entgegengesetzt zeigende Umfangsrichtung einen Winkelabstand von 180 Grad auf.

Alternativ könnte die zweite Nockenspur 40b zur alternierenden Abschaltung eines Ventils oder eines Zylinders lediglich einen Arbeitsnocken aufweisen, wodurch das Ventil nur jeden vierten Arbeitszyklus geöffnet und damit der Zylinder nur jeden vierten Arbeitszyklus befeuert wird. In einer weiteren alternativen Ausgestaltung kann die zweite Nockenspur 40b auch drei Arbeitsnocken aufweisen, wodurch das Ventil in drei nacheinander folgenden Arbeitszyklen geöffnet wird und in einem von vier Arbeitszyklen geschlossen bleibt. Der Zylinder wird jeden vierten Arbeitszyklus ausgeschaltet. Bei der Nockenspur 40b, die zwei Arbeitsnocken 83b, 84b aufweist, können die Arbeitsnocken 83b, 84b natürlich auch gleichmäßig verteilt werden und somit in beide zueinander entgegengesetzten Umfangsrichtungen einen Winkelabstand von 180 Grad aufweisen, wodurch der Zylinder wie im vorherigen Ausführungsbeispiel jeden zweiten Arbeitszyklus ausgeschaltet wird. Grundsätzlich kann die Arbeitsnockenanzahl und/oder der Winkelabstand zwischen den Arbeitsnocken verschieden gewählt werden, wodurch besonders in Kombination mit No-

ckenelementen, die anderen Zylindern zugeordnet sind, verschiedenste Zylinderabschaltungsvariationen realisiert werden können.

Das Nockenelement weist zur weiteren Ventilhubumschaltung eine dritte Nockenspur auf, die zur alternierenden Abschaltung des zugehörigen Ventils zumindest einen Arbeitsnocken weniger aufweist als die erste Nockenspur 18b. Die dritte Nockenspur ist zur alternierenden Teilabschaltung des Zylinders vorgesehen. Die dritte Nockenspur ist für einen rollierenden Ventilabschaltbetrieb vorgesehen. Sie ist zur rollierenden Ventilabschaltung vorgesehen. In diesem Ausführungsbeispiel sind die dritte Nockenspur und die zweite Nockenspur 40b wirkungsmäßig gleich ausgebildet. Zur rollierenden Ventilabschaltung weist ein demselben Zylinder zugeordnetes Nockenelement eine um 180 Grad um einen Umfang der Nockengrundwelle versetzt angeordnete dritte Nockenspur auf. Die dritten Nockenspuren der beiden gleichartigen Nockenelemente, die jeweils einem Ventil des Zylinders zugeordnet sind, sind gleich ausgebildet aber versetzt zueinander angeordnet. In dem rollierenden Ventilabschaltbetrieb werden die Ventile abwechselnd abgeschaltet. In dem rollierenden Ventilabschaltbetrieb wird jeweils ein Ventil der zwei Ventile in zwei Arbeitszyklen 26b, 27b der vier Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b betätigt und in zwei Arbeitszyklen 28b, 29b der vier Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b abgeschaltet, wobei durch die versetzte Anordnung die betätigten bzw. unbetätigten Ventile sich abwechseln. Es wird keines der Ventile kontinuierlich abgeschaltet. In diesem Ausführungsbeispiel werden die Ventile während der vier Arbeitszyklen 26b, 27b, 28b, 29b jeweils zweimal betätigt und zweimal nicht betätigt. Durch die rollierende Ventilabschaltung kann ein gleichmäßiger Verschleiß realisiert und Kraftstoffansammlungen auf über längeren Zeiträumen geschlossenen Ventilen können vermieden werden.

In den Figuren 6 und 7 sind ein Nockenspurverlauf 85c einer ersten Nockenspur 18c und ein Nockenspurverlauf 86c einer zweiten Nockenspur 40c von alternativ ausgebildeten Nockenelementen einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung dargestellt. Im Unterschied zu den vorherigen Ausführungsbeispielen weist die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung eine Nockengrundwelle und eine Kurbelwelle auf, die in einem Drehzahlverhältnis von 1/6 betrieben werden. Die Kurbelwelle weist somit eine Drehzahl auf, die sechsmal höher ist als eine Drehzahl der Nockengrundwelle.

Der Nockenspurverlauf 85c der ersten Nockenspur 18c unterscheidet sich von dem Nockenspurverlauf 65a der ersten Nockenspur 18a und von dem Nockenspurverlauf 78b der ersten Nockenspur 40b der vorhergehenden Ausführungsbeispiele.

Um die Brennkraftmaschine in einem Viertaktbrennverfahren mit einer im Vergleich zur Nockengrundwelle sechsmal schneller drehenden Kurbelwelle betreiben zu können, weist die erste Nockenspur 18c, die für den Normalbetrieb vorgesehen ist, drei Arbeitsnocken 36c, 37c, 38c auf, die gleichmäßig um einen Umfang des Nockenelements verteilt sind (vgl. Fig. 6). Sie weisen einen Winkelabstand in beide Umfangsrichtungen von 120 Grad zueinander auf. Die erste Nockenspur 18c ist für einen Vier-Takt-Betrieb eines Zylinders vorgesehen. Die erste Nockenspur 18c ist dazu vorgesehen, ein Ventil während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements in drei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen 26c, 27c, 28c des Zylinders zu betätigen. Die drei Arbeitsnocken 36c, 37c, 38c betätigen das Ventil jeweils einmal in drei verschiedenen Arbeitszyklen 26c, 27c, 28c. Der Arbeitsnocken 36c ist dem Arbeitszyklus 26c, der Arbeitsnocken 37c dem Arbeitszyklus 27c und der Arbeitsnocken 38c dem Arbeitszyklus 28c zugeordnet. Die Arbeitszyklen 26c, 27c, 28c sind in dem Normalbetrieb mittels der ersten Nockenspur 18c jeweils als ein krafterzeugender Arbeitszyklus ausgebildet. In dem Normalbetrieb ist jeder Arbeitszyklus 26c, 27c, 28c als ein krafterzeugender Arbeitszyklus ausgebildet.

In Figur 6 ist der Nockenspurverlauf 85c der ersten Nockenspur 18c dargestellt. Die erste Nockenspur 18c weist pro Arbeitszyklus 26c, 27c, 28c eine Nockenerhebung und damit einen Arbeitsnocken 36c, 37c, 38c auf. Der Nockenspurverlauf 85c der ersten Nockenspur 18c weist eine Länge 66c von 360 Grad NWW auf. Eine gestrichelte Linie 87c kennzeichnet 120 Grad NWW und eine gestrichelte Linie 88c kennzeichnet 240 Grad NWW. Die Länge 66c entspricht aufgrund des Drehzahlverhältnisses 2160 Grad KWW. Bei einer 360-Grad-Drehung der Nockengrundwelle dreht sich die Kurbelwelle sechsmal um 360 Grad. Ein Arbeitszyklus 26c, 27c, 28c entspricht jeweils 120 Grad NWW und 720 Grad KWW. Ein Arbeitszyklus 26c, 27c, 28c dauert jeweils ein Drittel einer Umdrehung der Nockengrundwelle. Durch eine ganze Umdrehung der Nockengrundwelle sind drei Arbeitszyklen 26c, 27c, 28c durchlaufen. Somit ist die erste Nockenspur 18c zur Betätigung des Ventils jede 720 Grad KWW vorgesehen. Sie ist dazu vorgesehen, das Ventil einmal pro zwei Umdrehungen der Kurbelwelle zu betätigen.

Das Nockenelement weist für eine Ventiltriebumschaltung eine zweite Nockenspur 40c auf. Im Unterschied zu den vorherigen Ausführungsbeispielen ist die zweite Nockenspur 40c zur Taktumschaltung vorgesehen. Die zweite Nockenspur 40c weist zur Umschaltung eines Taktbetriebs zumindest einen Arbeitsnocken weniger auf, wie die erste Nockenspur 18c. Die zweite Nockenspur 40c ist für einen Sechs-Takt-Betrieb eines Zylinders vorgesehen. Ein Arbeitszyklus 30c, 31c in dem Sechs-Takt-Betrieb ist jeweils in sechs Takte aufgeteilt. Die Takte eines krafterzeugenden Arbeitszyklus 30c, 31c sind in diesem Aus-

führungsbeispiel Einsaugen, Verdichten, Verbrennen, Ausstoßen, Pause, Pause. Ein Takt entspricht einer halben Umdrehung der Kurbelwelle. Ein Arbeitszyklus 30c, 31c entspricht somit drei Umdrehungen der Kurbelwelle. Grundsätzlich kann der krafterzeugende Arbeitszyklus 30c, 31c auch andere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Takte aufweisen wie beispielsweise Einsaugen, Vorverdichten, Überströmen, Verdichten, Zünden und Ausstoßen.

Um die Brennkraftmaschine in einem Sechstaktbrennverfahren bei einer im Vergleich zur Nockengrundwelle sechsmal schneller drehenden Kurbelwelle betreiben zu können, weist die zweite Nockenspur 40c zwei Arbeitsnocken 89c, 90c auf, die gleichmäßig um einen Umfang des Nockenelements auf dem Nockenelement angeordnet sind (vgl. Fig. 7). Sie weisen einen Winkelabstand in beide Umfangsrichtungen von 180 Grad zueinander auf. Die zweite Nockenspur 40c ist dazu vorgesehen, das Ventil während einer einzigen Umdrehung des Nockenelements in zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen 30c, 31c des Zylinders zu betätigen. Die zwei Arbeitsnocken 89c, 90c betätigen das Ventil jeweils einmal in zwei verschiedenen Arbeitszyklen 30c, 31c. Der Arbeitsnocken 89c ist dem Arbeitszyklus 30c und der Arbeitsnocken 90c dem Arbeitszyklus 31c zugeordnet. Die Arbeitszyklen 30c, 31c sind in dem Sechs-Takt-Betrieb mittels der zweiten Nockenspur 40c jeweils als ein krafterzeugender Arbeitszyklus ausgebildet. In dem Sechs-Takt-Betrieb ist jeder Arbeitszyklus 30c, 31c als ein krafterzeugender Arbeitszyklus ausgebildet.

In Figur 7 ist der Nockenspurverlauf 86c der zweiten Nockenspur 40c dargestellt. Der Nockenspurverlauf 86c der zweiten Nockenspur 40c weist eine Länge 66c von 360 Grad NWW auf. Eine gestrichelte Linie 91c kennzeichnet 180 Grad NWW bzw. 1080 Grad KWW. Die Arbeitszyklen 30c, 31c entsprechen jeweils 180 Grad NWW und 1080 Grad KWW. Ein Arbeitszyklus 30c, 31c dauert jeweils eine halbe Umdrehung der Nockengrundwelle und drei Umdrehungen der Kurbelwelle. Durch eine ganze Umdrehung der Nockengrundwelle sind zwei Arbeitszyklen 30c, 31c mit jeweils sechs Takten durchlaufen. Somit ist die zweite Nockenspur 40c zur Betätigung des Ventils jede 1080 Grad KWW vorgesehen. Sie ist dazu vorgesehen, das Ventil einmal pro drei Umdrehungen der Kurbelwelle zu betätigen.

Zur Einstellung des Vier-Takt-Betriebs und des Sechs-Takt-Betriebs weist die Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung eine Steuer- und Regeleinheit auf. Die Steuer- und Regeleinheit weist für den Vier-Takt-Betrieb eines Zylinders einen Vier-Takt-Modus und für den Sechs-Takt-Betrieb eines Zylinders einen Sechs-Takt-Modus auf, in dem der Zylinder entsprechend befeuert wird. Die Steuer- und Regeleinheit steuert zur Einstellung

des Vier-Takt-Betriebs und des Sechs-Takt-Betriebs Schalteinheiten einer Ventiltriebumschalteinheit an und aktiviert den entsprechenden Modus.

Es wird explizit darauf hingewiesen, dass sich die Erfindung nicht auf eine Anzahl der Nockenelemente, eine Anzahl der Nockenspuren, eine Anzahl der Zylinder, eine Anzahl der Ventile, eine Anzahl der Arbeitsnocken, eine Anzahl der Arbeitszyklen, eine Anzahl der Takte und/oder dergleichen beschränkt. Grundsätzlich ist jede, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Anzahl von Elementen, insbesondere der oben genannten Elemente, denkbar, ohne den Erfindungsgedanken der Erfindung zu verlassen. Auch jede, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Kombinationsmöglichkeit der Elemente, insbesondere der oben genannten Elemente, fällt unter den Schutzzumfang der Erfindung.

Daimler AG

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung mit zumindest einem Nockenelement (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a), das zumindest eine erste Nockenspur (18a, 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a; 18b; 18c) aufweist, die zur Betätigung eines Ventils in zumindest zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen (26a, 27a; 26b, 27b, 28b, 29b; 26c, 27c, 28c) eines Zylinders (32a, 33a, 34a, 35a) vorgesehen ist und die zumindest zwei Arbeitsnocken (36a, 37a; 36b, 37b, 38b, 39b; 36c, 37c, 38c) umfasst, die jeweils dazu vorgesehen sind, das Ventil in einem der Arbeitszyklen (26a, 27a; 26b, 27b, 28b, 29b; 26c, 27c, 28c) zu betätigen, dadurch gekennzeichnet, dass das Nockenelement (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a) zumindest eine zweite Nockenspur (40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a; 40b; 40c) aufweist, die für eine Ventiltriebumschaltung vorgesehen ist.
2. Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Nockenspur (40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a; 40b) dazu vorgesehen ist, das Ventil in den zumindest zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen (26a, 27a; 26b, 27b, 28b, 29b) unterschiedlich zu betätigen.

3. Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Nockenspur (40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a; 40b) zur unterschiedlichen Betätigung des Ventils in den zumindest zwei aufeinanderfolgenden Arbeitszyklen (26a, 27a; 26b, 27b, 28b, 29b) eine im Vergleich zu der ersten Nockenspur (18a, 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a; 18b) unterschiedliche Arbeitsnockenanzahl aufweist.
4. Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Nockenelement (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a) zumindest eine für eine Ventiltriebumschaltung vorgesehene dritte Nockenspur (48a, 49a, 50a, 51a, 52a, 53a, 54a, 55a) aufweist.
5. Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Nockenspuren (40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a; 40b) für eine alternierende Abschaltung oder Teilabschaltung von zumindest einem Zylinder (32a, 33a, 34a, 35a) vorgesehen ist.
6. Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Nockenspuren (40c) zur Taktumschaltung vorgesehen ist.
7. Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch zumindest ein einem anderen Zylinder (32a, 33a, 34a, 35a) zugeordnetes Nockenelement (12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a), das zumindest eine Nockenspur (42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a) aufweist, die für eine rollierende Zylinderabschaltung und/oder eine rollierende Ventilabschaltung vorgesehen ist.

8. Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
zumindest eine Nockengrundwelle (56a), auf der das zumindest eine Nockenelement (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a) drehfest und axial verschiebbar angeordnet ist, und zumindest eine Ventiltriebumschalteinheit (57a), die zumindest eine Schaltkulissee (58a, 59a) aufweist, die dazu vorgesehen ist, für eine Ventiltriebumschaltung das zumindest eine Nockenelement (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a) axial auf der Nockengrundwelle (56a) zu verschieben.
9. Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
zumindest eine Nockenwellenantriebseinheit, die ein Übersetzungsverhältnis zwischen einer Kurbelwelle und dem wenigstens einen Nockenelement (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a) festlegt, das einer zweifachen Anzahl der Arbeitsnocken der ersten Nockenspur (18a, 19a, 20a, 21a, 22a, 23a, 24a, 25a; 18b; 18c) entspricht.
10. Verfahren für eine Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung, insbesondere Brennkraftmaschinenventiltriebvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem ein Ventil pro Umdrehung eines Nockenelements (10a, 11a, 12a, 13a, 14a, 15a, 16a, 17a) in zwei unterschiedlichen Arbeitszyklen (26a, 27a; 26b, 27b, 28b, 29b; 26c, 27c, 28c) betätigt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
für eine Ventiltriebumschaltung zumindest eine zweite Nockenspur (40a, 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a, 47a; 40b; 40c) verwendet wird.

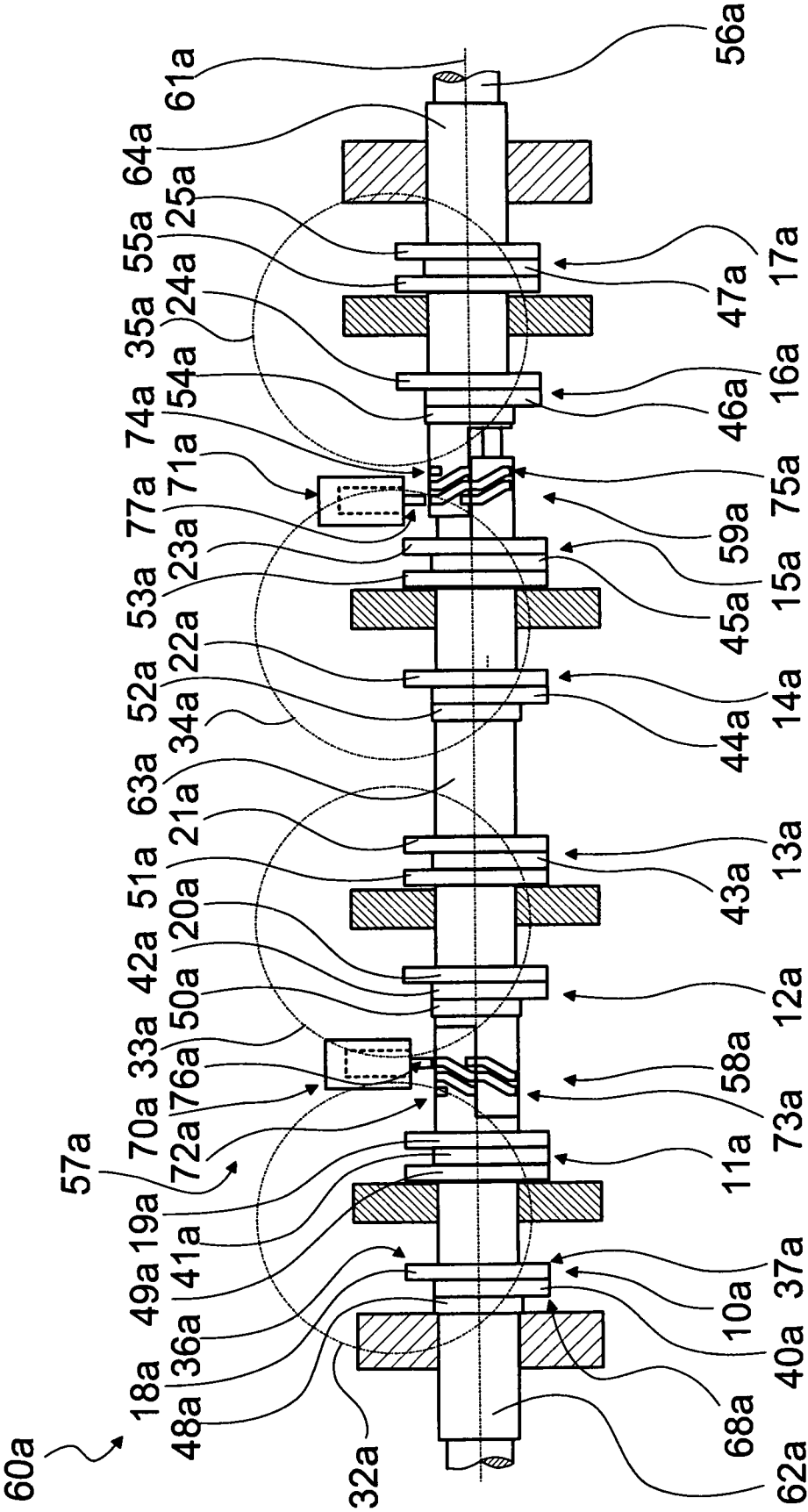


Fig. 1

2 / 4

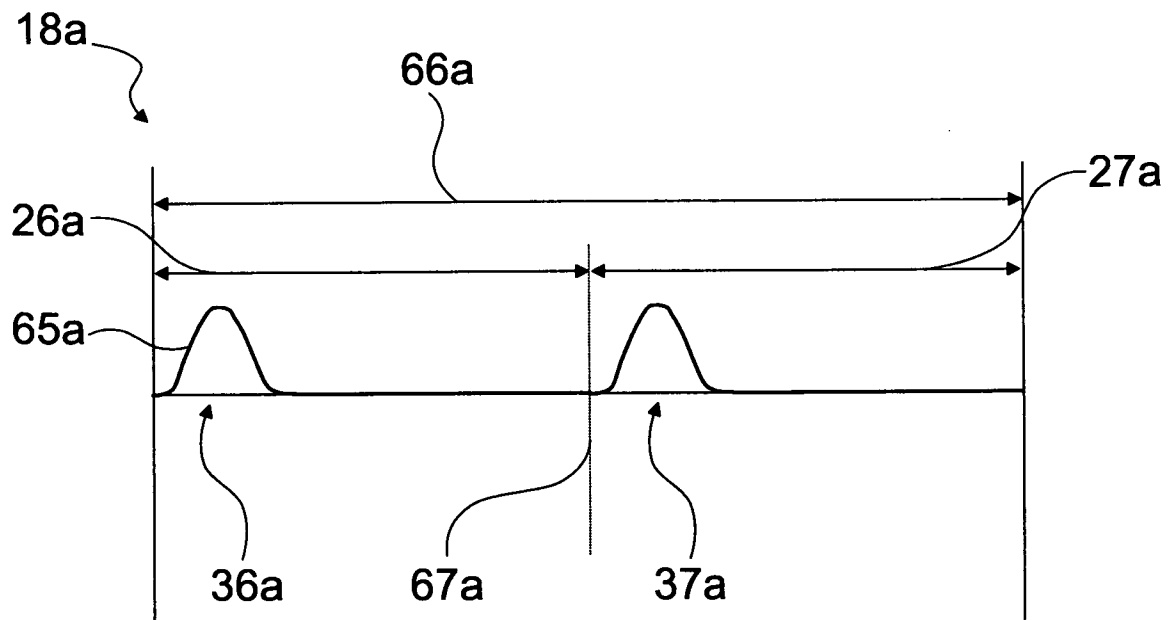


Fig. 2

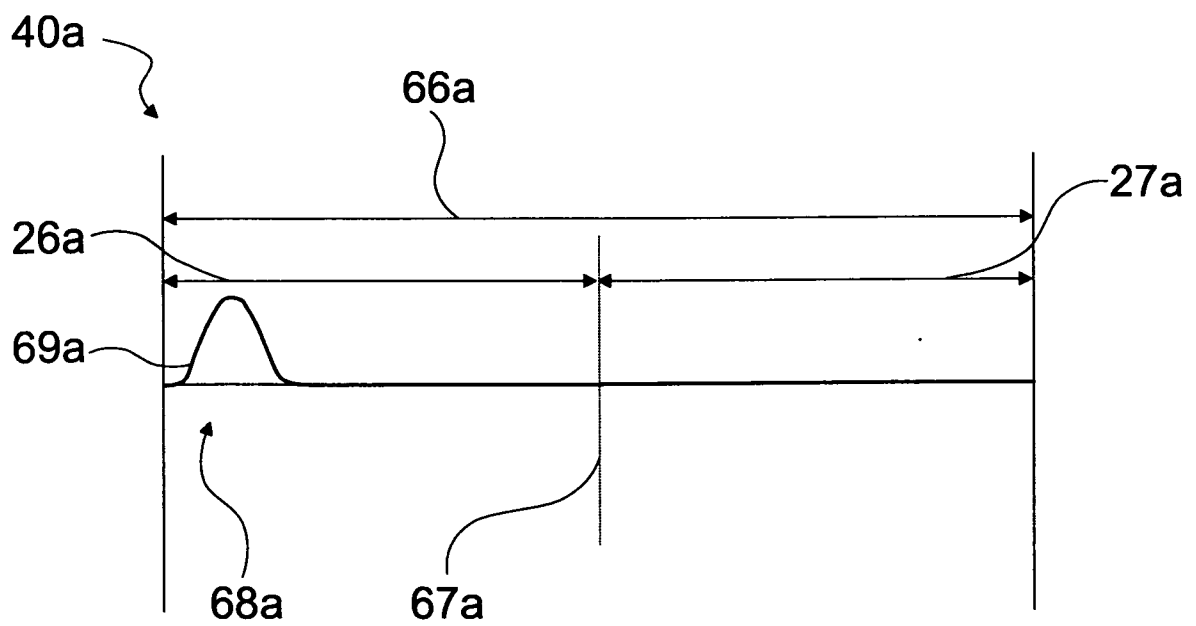


Fig. 3

3 / 4

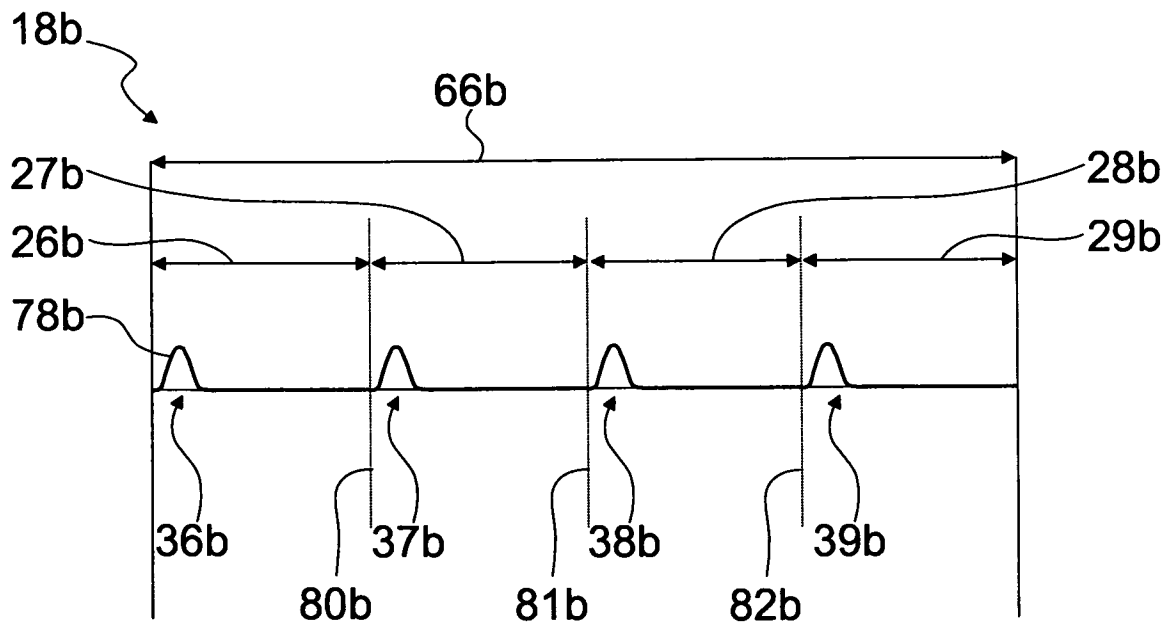


Fig. 4

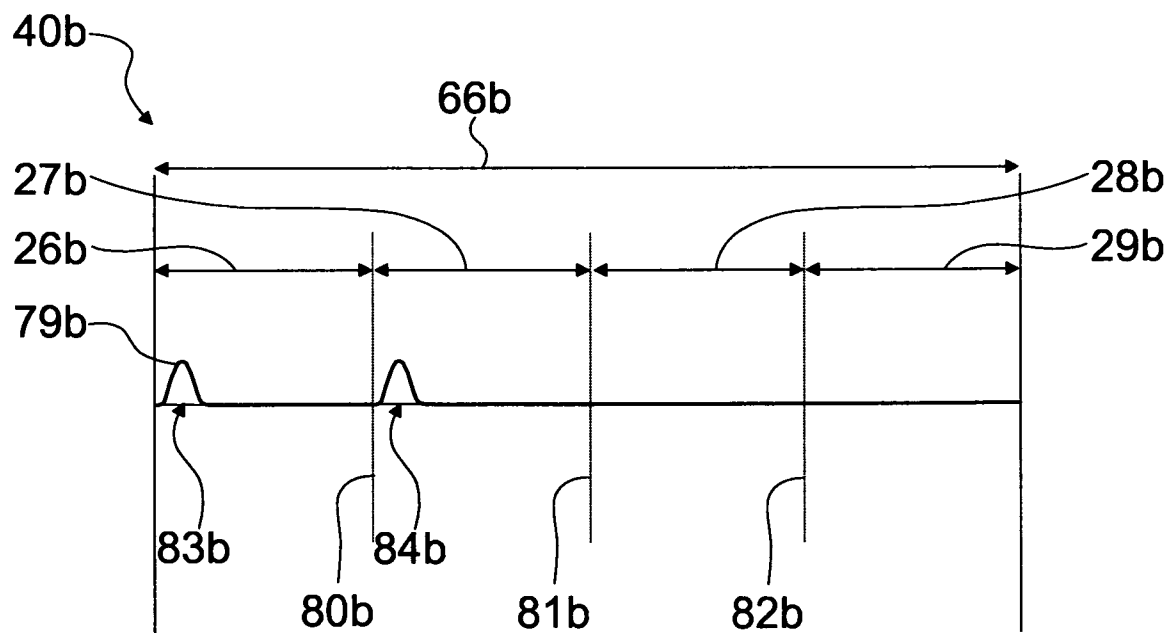


Fig. 5

4 / 4

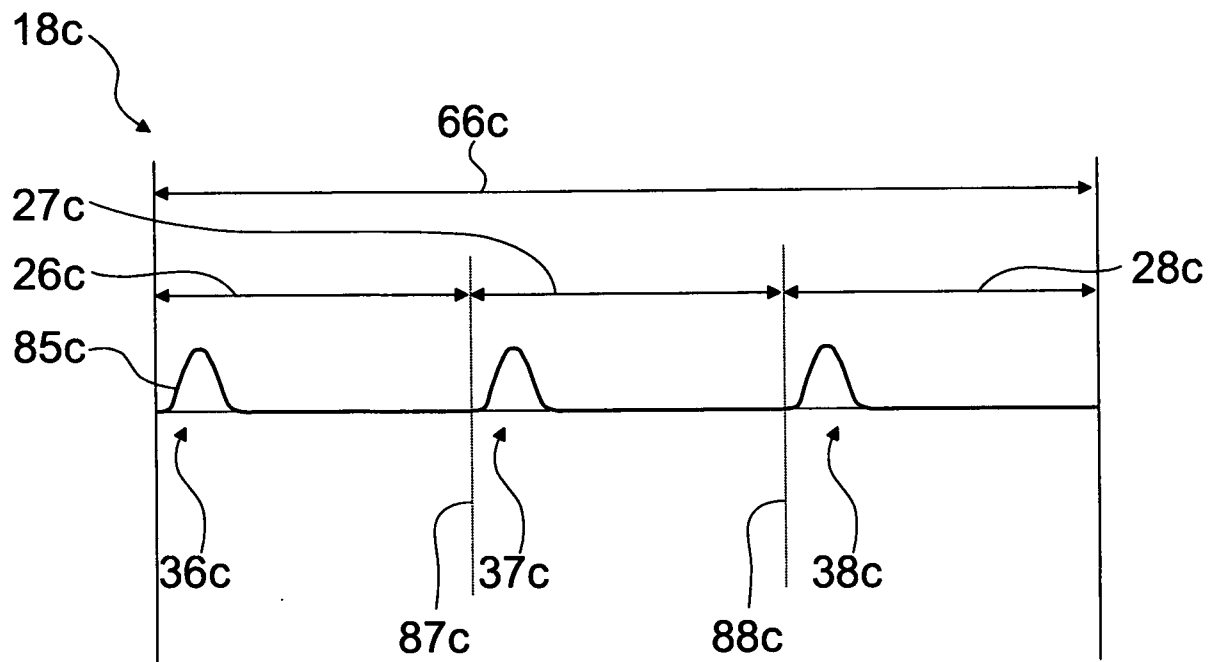


Fig. 6

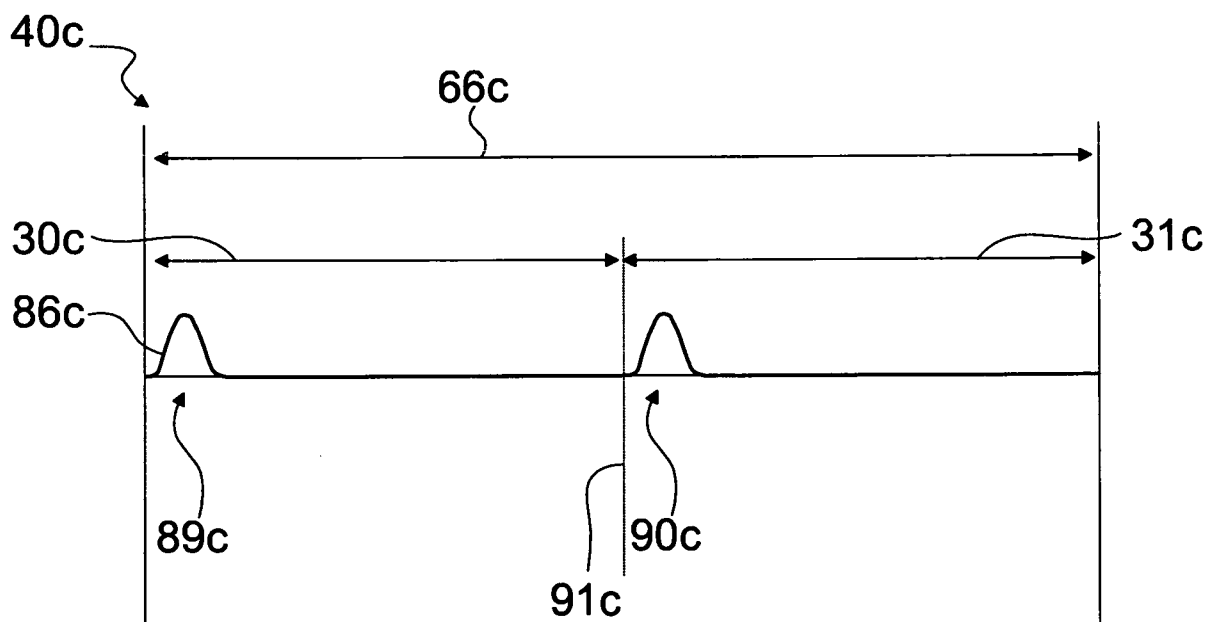


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/006069

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01L13/00 F02B69/06
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01L F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2007 002802 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 24 July 2008 (2008-07-24) abstract; figures -----	1-3,6, 8-10
X	US 6 257 176 B1 (SHIMASAKI YUICHI [JP] ET AL) 10 July 2001 (2001-07-10) abstract; figures -----	1-3,6,9, 10
X	US 2005/205019 A1 (BURK REINHARD [US] ET AL) 22 September 2005 (2005-09-22) abstract; figures -----	1-3,6,9, 10
X	US 871 602 A (LOEFFLER SAMUEL) 19 November 1907 (1907-11-19) the whole document -----	1-3,6,9, 10
X	US 1 481 266 A (LEVENS ROSCOE F) 22 January 1924 (1924-01-22) the whole document -----	1-3,6,9, 10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 July 2012

Date of mailing of the international search report

03/08/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Paulson, Bo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/006069

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007002802 A1	24-07-2008	NONE	
US 6257176	B1	10-07-2001	JP 2000170545 A 20-06-2000
		US 6257176 B1	10-07-2001
US 2005205019	A1	22-09-2005	NONE
US 871602	A	19-11-1907	NONE
US 1481266	A	22-01-1924	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/006069

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F01L13/00 F02B69/06
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F01L F02B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2007 002802 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 24. Juli 2008 (2008-07-24) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-3,6, 8-10
X	US 6 257 176 B1 (SHIMASAKI YUICHI [JP] ET AL) 10. Juli 2001 (2001-07-10) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-3,6,9, 10
X	US 2005/205019 A1 (BURK REINHARD [US] ET AL) 22. September 2005 (2005-09-22) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-3,6,9, 10
X	US 871 602 A (LOEFFLER SAMUEL) 19. November 1907 (1907-11-19) das ganze Dokument -----	1-3,6,9, 10
X	US 1 481 266 A (LEVENS ROSCOE F) 22. Januar 1924 (1924-01-22) das ganze Dokument -----	1-3,6,9, 10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Juli 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/08/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Paulson, Bo

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/006069

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007002802 A1	24-07-2008	KEINE	
US 6257176	B1	10-07-2001	JP 2000170545 A 20-06-2000
		US 6257176 B1	10-07-2001
US 2005205019	A1	22-09-2005	KEINE
US 871602	A	19-11-1907	KEINE
US 1481266	A	22-01-1924	KEINE