



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 33 226 T2** 2005.07.14

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 787 252 B1**

(51) Int Cl.7: **F02B 75/28**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 33 226.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/AU95/00691**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 934 001.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 96/012096**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.10.1995**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **25.04.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.08.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **30.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.07.2005**

(30) Unionspriorität:

PM891094 18.10.1994 AU

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, NL,
PT, SE**

(73) Patentinhaber:

Beare, Malcolm J., Bordertown, S.A., AU

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(74) Vertreter:

Uexküll & Stolberg, 22607 Hamburg

(54) Bezeichnung: **ZWILLINGSKOLBENBRENNKRAFTMASCHINE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Diese Erfindung betrifft eine Verbesserung bei Brennkraftmaschinen. Insbesondere betrifft diese Erfindung Brennkraftmaschinen, die zwei Kolben pro Zylinder aufweisen, und zwar einen ersten und einen zweiten Kolben, wobei der Zyklus des zweiten Kolbens eine Frequenz hat, die halb so groß ist wie die Frequenz des ersten Kolbens.

HINTERGRUND DER TECHNIK

[0002] Vor vielen Jahren wurden Brennkraftmaschinen entwickelt, die aus Kraftstoffen, wie beispielsweise Benzin, Diesel und Gas, Leistung erzeugen und diese in eine Form umwandeln, normalerweise eine Rotations- oder Linearbewegung, die dann verwendet werden kann, um einen sehr großen Bereich von verschiedenen Anwendungen anzutreiben, wie zum Beispiel Schiffe, Automobile, Motorräder, elektrische Generatoren und sogar Kettensägen. In ihrer Grundform wandelt eine Brennkraftmaschine chemische Energie in kinetische Energie um, und zwar durch Verbrennen von Kraftstoffen.

[0003] Bei Brennkraftmaschinen wurde ein großer Aufwand an Forschung und Entwicklung betrieben, was zu einer großen Vielzahl verschiedener Konstruktionen führte. Einige von diesen umfassen Viertakt-, Zweitakt-, Umlauf- und Hülsenschiebermotoren. Das Ziel dieser Forschung und Entwicklung bestand darin, den Wirkungsgrad von Maschinen zu verbessern und das Verhältnis von Leistung zu Gewicht zu erhöhen, die Maschinen zuverlässiger und robuster zu machen und ihren Leistungsbandbreitenbereich zu erhöhen.

[0004] Der einfachste Weg zur Erhöhung der Leistung einer Maschine besteht darin, einfach deren Kapazität oder Hubraum zu erhöhen. Für eine Maschine mit einer gegebenen Größe gibt es jedoch verschiedene andere Faktoren, mittels derer die Leistung erhöht werden kann. Für eine Maschine mit einer bestimmten Größe ist die verfügbare Leistung eine Funktion des Drucks in dem Zylinder während des Arbeitshubs, die Rate der Arbeitshübe (normalerweise als Umdrehungen pro Minute bekannt), die Reibung in der Maschine und der volumetrische Wirkungsgrad. Daher kann entweder durch Erhöhung des Drucks, durch Erhöhung der Umdrehungszahl pro Minute, durch Erhöhung der Länge des Arbeitshubs, durch Verminderung der Reibung oder durch Erhöhung des volumetrischen Wirkungsgrades die Leistung einer Maschine verbessert werden. Es gibt Beschränkungen bezüglich der Veränderung von einigen der obigen Parameter. Beispielsweise ist die Erhöhung des Drucks infolge thermischer Betrachtungen und durch die Fähigkeit der Maschine be-

grenzt, den Zylinder zwischen den Arbeitshüben wieder mit einer neuen Luft/Kraftstoff-Mischung zu füllen. Die Erhöhung der Umdrehungszahl pro Minute ist ebenfalls infolge mechanischer Begrenzungen eingeschränkt, wie zum Beispiel die Trägheitskräfte der Ventile, Lager, Stangen und Kolben, wohingegen die Länge der Arbeitshübe durch die Trägheitskräfte der Kurbelwelle begrenzt sind.

[0005] Die FR-A-2633010 offenbart eine Viertakt-Brennkraftmaschine mit zwei Kolben pro Zylinder, zwei Kurbelwellen sowie Einlass- und Auspuff-Öffnungen. Die Kurbelwellen sind durch ein System von Zahnrädern miteinander gekoppelt, so dass eine Kurbelwelle, und somit auch deren Kolben, zwei Zyklen bei jedem Zyklus der anderen Kurbelwelle und des anderen Kolbens durchführen. Die Einlass- und Auspuff-Öffnungen sind mit Ventilen versehen, die eine Zirkulation von Gas in lediglich eine Richtung ermöglichen.

[0006] Die WO 94/04799 offenbart eine regelnde Schiebsteuerung zur Verwendung bei der asymmetrischen Zeitsteuerung von einer Zweitakt-Maschine. Die Schiebsteuerung ermöglicht eine kontinuierliche Regelung der optimalen Zustände der Öffnungs-Zeitsteuerung bezüglich der tatsächlichen Parameter der laufenden Zweitakt-Maschine. Die Schiebsteuerung beinhaltet ein rotierendes Schiebventil mit zwei koaxial montierten und sich gegenläufig drehenden Scheiben, wodurch eine relativ hohe Schließ- und Öffnungsgeschwindigkeit der Auspuff-Öffnung der Maschine bewirkt wird.

[0007] Die US-A-4535592 offenbart einen Turbomotor vom Typ einer Brennkraftmaschine, die herkömmliche, sich in Zylindern hin- und herbewegende Kolben aufweist. Eine Auspuff-Öffnung von jedem Zylinder führt über eine Düse zu einer für eine Gruppe von Zylindern gemeinsamen Turbine. In der Düse kann ein sich hin- und herbewegendes Düsenhalsventil oder Düsen Schlitzventil mit variabler Geometrie vorgesehen sein, das durch eine zeitlich gesteuerte Rotationswelle gebildet ist.

[0008] Diese Erfindung ist auf die Verbesserung der Leistung von einer Maschine mit einem gegebenen Hubraum gerichtet, wobei einige der obigen Parameter verändert werden, die gemeinsam die Leistung von einer Maschine bestimmen. Diese Erfindung ist auf eine Viertakt-Maschine gerichtet.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0009] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Brennkraftmaschine vorgesehen, mit:
zwei Zylindern, die miteinander gekoppelt sind, um zwischen sich eine Brennkammer zu bilden;
einem ersten Kolben, der dazu ausgestaltet ist, um sich in dem ersten Zylinder hin- und herzubewegen;

einem zweiten Kolben, der dazu ausgestaltet ist, um sich in dem zweiten Zylinder hin- und herzubewegen; wobei die beiden Kolben durch eine Kupplungseinrichtung treibend gekoppelt sind, um so den einen Kolben bezüglich des anderen Kolben synchron zu bewegen, so dass sich der zweite Kolben mit einer Frequenz bewegt, die halb so groß wie die des ersten Kolbens ist;

einer Einrichtung, um einen Luft/Kraftstoff-Mischung-Einlass durch eine erste Öffnung bzw. Öffnungen in der Wand von dem zweiten Zylinder (8) vorzusehen;

einer Einrichtung, um einen Auspuff-Auslass durch eine zweite Öffnung bzw. Öffnungen in der Wand von dem zweiten Zylinder vorzusehen;

wobei die Öffnungen so angeordnet sind, um durch Überdecken und Nicht-Überdecken der Öffnungen durch die Bewegung des zweiten Kolbens geöffnet oder geschlossen zu werden; und

wobei die erste und zweite Öffnung bzw. Öffnungen durch den zweiten Kolben zum Zeitpunkt des Auftretens der höchsten Drücke in der Brennkammer überdeckt werden;

dadurch gekennzeichnet, dass

die Maschine außerdem ein zeitlich gesteuertes Auspuff-Abdichtventil aufweist, um ein Öffnen oder Schliessen von dem Auspuff-Auslass zu einer ausgewählten Zeit in dem Betriebszyklus der Maschine zu bewirken; und

dass die Kupplungseinrichtung einen Scotch Yoke des zweiten Kolbens beinhaltet.

[0010] Vorzugsweise ist das Auspuff-Abdichtventil ein scheibenförmiges Rotationsventil.

[0011] Dieser Typ von Auspuff-Ventilanordnung macht das Erfordernis eines Tellerventils überflüssig. Dadurch wird der volumetrische Wirkungsgrad erhöht, da sich auf dem Weg der Auspuff-Gasströmung kein Ventil befindet. Dadurch werden außerdem die Belastungen auf das Ventil vermindert und übermäßige Hitzeentwicklungen des Ventils verhindert, die bei einem Tellerventil stattfinden, da die Hitze lediglich entlang der dünnen Stange des Ventils abgeführt werden kann, wodurch thermische Belastungen hervorgerufen werden. Außerdem arbeitet ein Tellerventil durch Erstreckung in den Brennraum, was Leistung erforderlich macht, wenn die Brennkammer unter Druck steht. Das scheibenförmige Rotationsventil verbessert den mechanischen Wirkungsgrad, da keine Leistung erforderlich ist, die gegen den Druck wirkt.

[0012] Vorzugsweise ist zumindest ein Teil der zweiten Öffnung bzw. Öffnungen so an der Wand des zweiten Zylinders angeordnet, so dass dann, wenn dieser Teil nicht durch den zweiten Zylinder überdeckt ist, der zweite Kolben vollständig die erste Einlassöffnung bzw. Öffnungen überdeckt.

[0013] Bevorzugt ist dieser Teil der zweiten Öffnung bzw. Öffnungen an der Wand des zweiten Zylinders tiefer angeordnet als die erste Öffnung oder Öffnungen.

[0014] Es ist bevorzugt, dass das scheibenförmige Rotationsventil aus einem geeigneten Material hergestellt ist, wie beispielsweise mit Keramik beschichteter Kunststoff, obwohl auch andere Materialien, wie Aluminium oder Titan, verwendet werden können. Das verwendete Material kann durch die Belastungen, denen die Maschine ausgesetzt ist, den Umdrehungszahlen pro Minute, die die Maschine erreichen kann, sowie den Kraftstoff vorgegeben sein, der verwendet wird, da dieser eine Wirkung auf die Betriebstemperatur der Maschine haben kann. Natürlich sind in einigen Fällen die Gesamtherstellungskosten ein bestimmender Faktor, und zwar abhängig von der vorgeschlagenen Anwendung der Maschine.

[0015] Um die Reibungsverluste durch das scheibenförmige Rotationsventil zu überwinden, das gegen die Außenwand des Zylinders reibt, steht die Auspuff-Öffnung vorzugsweise von dem Körper des Zylinders etwas vor, wobei das Ergebnis darin besteht, dass das scheibenförmige Rotationsventil nur gegen diesen Vorsprung reibt. Es ist bevorzugt, dass dieser Vorsprung aus Keramik hergestellt ist, obwohl auch andere geeignete Materialien verwendet werden können, wie zum Beispiel Messing.

[0016] Das Material, aus dem der Vorsprung hergestellt ist, wird lediglich auf der Basis seiner Eigenschaften ausgewählt. Daher kann Messing ein bevorzugtes Material sein, da es relativ weich ist und das scheibenförmige Rotationsventil nicht beschädigt. Aber die Abnutzung kann minimal sein, da es die Zentrifugalkraft ist, die wirkt, um das Rotationsventil in seiner Position zu halten und die Scheibe den Vorsprung lediglich leicht berührt.

[0017] Da es während des Betriebszyklus Zeitpunkte gibt, in denen sowohl die ersten als auch die zweiten Öffnungen durch den zweiten Kolben nicht überdeckt sind, weist der Luft/Kraftstoff-Mischung-Einlass, um zu verhindern, dass Auspuff-Gase durch das Einlassventil strömen, außerdem ein Einlassventil auf, das vorzugsweise ein Rückschlagventil ist, wie zum Beispiel ein Reed-Ventil oder ein rotierendes Scheibenventil.

[0018] Die Auspuff- und Einlassöffnungen haben vorzugsweise eine runde Form, obwohl auch andere Formen verwendet werden können, wie zum Beispiel eine elliptische Form, wobei die Form lediglich durch mechanische Toleranzen begrenzt ist, wie zum Beispiel die Ringe in dem zweiten Kolben.

[0019] Es ist bevorzugt, dass zumindest eine Zündkerze dazu ausgestaltet ist, um die Luft/Kraftstoff-Mi-

schung in der Brennkammer zu zünden, obwohl die Maschine modifiziert werden kann, um Diesel-Kraftstoff zu verwenden, der sich lediglich durch Kompression entzündet, oder modifiziert werden kann, um mehr als eine Zündkerze in der Brennkammer zu verwenden.

[0020] Vorzugsweise hat die Luft/Kraftstoff-Einlassöffnung eine Konstruktion, die ein selektives Beschieken der Brennkammer ermöglicht, wie zum Beispiel eine schichtweise Beschickung.

[0021] Eine schichtweise Beschickung ist eine Maßnahme, bei der in den Brennraum (auch bekannt als Kammer) Luft eingelassen wird, so dass diese erwärmt wird und das mittlere Volumen der Kammer mager macht. Ein kleines Rohr oder ein Durchgang kann sich in den Auspuff-Auslass zwischen der zweiten Öffnung bzw. Öffnungen und dem rotierenden Scheibenventil erstrecken. Dieses Rohr bzw. dieser Durchgang tritt in den Auspuff-Auslass in eine solche Richtung ein, um eine Verwirbelung der Luft um die Wände von dem Auspuff-Auslass zu erzeugen, so dass dann, wenn die Luft in die Brennkammer oder Kammer eintritt, diese in einer im wesentlichen entgegengesetzten Richtung zu der Luft/Kraftstoff-Mischung aus der ersten Einlassöffnung bzw. Einlassöffnungen verwirbelt wird. Der Großteil der Strömung der Luft/Kraftstoff-Mischung ist so gerichtet, um im wesentlichen an den Wänden des Brennraums zu haften und unter der Auspuff-Öffnung verläuft. Jedoch strömt ein kleiner Teil der Luft dann von dem kleinen Rohr zu dem Auspuff-Auslass und tritt in die Brennkammer über der Hauptströmung der Einlass-Luft/Kraftstoff-Mischungsströmung ein, die mit einer geringeren Geschwindigkeit in der entgegengesetzten Richtung zu der Haupt-Luft/Kraftstoff-Strömung verwirbelt wird. Daher endet diese im wesentlichen etwa in der Mitte der Kammer bzw. des Brennraums, wobei sie mit einem Prozentsatz der Haupt-Luft/Kraftstoff-Mischung-Strömung vermischt wird, wodurch diese magerer wird. Es ist allgemein bekannt, dass eine wärmere magere Mischung die magere Flammbarkeitsgrenze erweitert und daher die Menge an Kohlenwasserstoffen vermindert, die nach dem Verbrennungsprozess verbleiben. Der zusätzliche Vorteil bei dieser Erfindung besteht darin, dass die Strömung der Kraftstoff/Luft-Mischung außerdem wirkt, um das rotierende Scheibenventil und die Auspuff-Auslässe kühler zu halten.

[0022] Das kleine Rohr bzw. der Durchgang muss außerdem ein kleines Ventil aufweisen, wie zum Beispiel ein Reed-Ventil, um eine Rückströmung von Gasen hoch zu dem Auspuff-Auslass zu verhindern. Wenn das rotierende Scheibenventil den Auspuff-Auslass verschließt, dann wird durch den negativen Druck von dem Einlasshub der Maschine Luft durch das Reed-Ventil und das Rohr gesaugt.

[0023] Weiter stromaufwärts von dem Reed-Ventil befindet sich ein Drosselventil, das durch eine Anzahl von Einrichtungen betätigt werden kann, wie zum Beispiel ein Kabel, und zwar in einer solchen Weise, um sich um 180° zu drehen, wenn sich die Haupt-Drosselklappe von einem Ruhezustand in den vollständig offenen Zustand geöffnet hat. Daher wird die Luftströmung in dem kleinen Rohr bei Ruhezustand begrenzt, da das Drosselventil im wesentlichen geschlossen ist. Bei etwa halber Drosselklappenstellung ist das Drosselventil vollständig geöffnet, und die Luftströmung erreicht ihr Maximum; wobei dies etwa der Fahrgeschwindigkeit von Fahrzeugen entspricht. Jedoch ist bei voller Drosselklappenstellung, wenn die meiste Leistung erforderlich ist, die Luftströmung durch das kleine Rohr durch den Verschluss des Drosselventils begrenzt, wodurch eine homogene Mischung in der Brennkammer ermöglicht wird. Das Hinzufügen des Drosselventils bedeutet außerdem, dass bei Ruhezustand die Luft/Kraftstoff-Mischung durch das Schließen des Drosselventils nicht übermäßig mager ist.

[0024] Vorzugsweise ist der zweite Kolben zylindrisch und hat einen Durchmesser, der zwischen 50 und 70 Prozent des Durchmessers des ersten Kolbens beträgt.

[0025] Vorzugsweise beträgt die Länge von dem Hub des zweiten Kolbens zwischen 25 und 50 Prozent der Länge von dem Hub des ersten Kolbens.

[0026] Vorzugsweise ist der Kopf des ersten Kolbens im wesentlichen flach, um so thermische Verluste zu minimieren, ist aber nicht auf diese Form beschränkt, so dass andere Formen verwendet werden können, um verschiedene Eigenschaften der Maschine zu verändern, wie beispielsweise das Kompressionsverhältnis.

[0027] Vorzugsweise ist der Kopf des zweiten Kolbens im wesentlichen konisch geformt. Eine solche Form unterstützt die Aufrechterhaltung der Verwirbelung der eingehenden Luft/Kraftstoff-Mischung in einer an der Wand anhaftenden, nach unten gerichteten Spirale.

[0028] Vorzugsweise ist der zweite Kolben mit einer Kurbelwelle verbunden, die in der Schürze des Kolbens liegt. Obwohl dadurch die Länge der Schürze des zweiten Kolbens verlängert wird, wird die Position der Kurbelwelle des zweiten Kolbens in Richtung auf die Brennkammer verlagert, wodurch die Größe des Durchmessers des scheibenförmigen rotierenden Auspuff-Abdichtventils und des rotierenden Einlass-Scheibenventils vermindert wird.

[0029] Die Kühlung, Schmierung und Dichtung der Maschine kann vorzugsweise unter Verwendung von irgendwelchen geeigneten Maßnahmen erreicht wer-

den.

[0030] Die scheibenförmigen Rotationsventile können vorzugsweise sowohl bei dem Einlass als auch bei den Auspuff-Auslässen verwendet werden. Sie sind bei etwa 90° bezüglich der Achse der Kurbelwelle des zweiten Kolbens mit einem rechtwinkligen 2 : 1-Antrieb an dem Ende der Kurbelwelle angeordnet. Diese Kreuzwelle ist mit einem Ende mit dem scheibenförmigen Auspuff-Rotationsventil, bzw. -ventilen in dem Fall mehrerer Zylinder, durch entweder eine Kette oder einen Zahnriemen verbunden, während ihr anderes Ende mit dem scheibenförmigen Einlass-Rotationsventil, bzw. -ventilen in dem Fall von mehreren Zylindern, verbunden ist. Ein Hauptvorteil dieses Typs von Anordnung besteht in der geringen Leistungsanforderung infolge der geringen Geschwindigkeit und in der Fähigkeit, Reihenmaschinen anzupassen, wie zum Beispiel Sechszylinder-, Vierzylinder- oder V8-Maschinen. Für ein zusätzliches Gleichgewicht der scheibenförmigen Rotationsventile können diese so geformt sein, um ein Gegengewicht zu bilden. In diesem Fall beträgt die Geschwindigkeit der Kurbelwelle, die die scheibenförmigen Rotationsventile antreibt, 4 : 1 im Gegensatz zu 2 : 1, wenn die Rotationsventile keine "Drosselklappen"-Anordnung haben. Es sei daran erinnert, dass Reed-Ventile für stationäre Maschinen und Diesel-Maschinen immer noch akzeptabel sind, obwohl bei Hochleistungsmaschinen scheibenförmige Rotationsventile bevorzugt sind, die eine bessere Gasströmung ermöglichen.

[0031] Es sei angemerkt, dass eine herkömmliche Standard-Viertakt-Maschine einfach an die oben erläuterte Anordnung angepasst werden kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn es möglich ist, vorhandene Maschinen, die dazu ausgestaltet sind, um mit flüssigen Kraftstoffen betrieben zu werden, wie zum Beispiel Benzin mit dem Zusatz von Tetraethylblei (hinzugefügt, um das Problem von Tetonation und übermäßigem Druckaufbau zu verlagern), mit unverbleitem Benzin betrieben werden können. Obwohl Maschinen modifiziert werden können, um mit unverbleitem Benzin betrieben zu werden, erfordert dies ein Austauschen der Tellerventile gegen gehärtete Typen in Verbindung mit gehärteten Dichtungen. Durch Weglassen der Tellerventile kann unverbleites Benzin mit einem erhöhten Kompressionsdruck verwendet werden.

[0032] In einer Grundform verwendet diese Maschine die gleiche Grundkonstruktion für die Kurbelwelle und die Anordnung des ersten Kolbens wie bei einer herkömmlichen Viertakt-Maschine. Anstelle der herkömmlichen Tellerventilanordnung, wie sie bei herkömmlichen Viertakt-Maschinen mit einem Kolben pro Zylinder verwendet werden, ist der Zylinderkopf dazu ausgestaltet, um mit einem zweiten Kolben in einer Anordnung verwendet zu werden, bei der sich

der zweite Kolben in Übereinstimmung mit dem Hauptkolben mit der halben Frequenz des Hauptkolbens bewegt. Dieser zweite Kolben führt mehrere Funktionen durch. Durch ihn wird das Kompressionsverhältnis erhöht, und er wirkt als eine Ventilanordnung durch Freigeben der Einlass- und Auslass-Anschlüsse, die Öffnungen in dem Zylinder sind. Die Erhöhung der Kompression wirkt zur Erhöhung der Ausgangsleistung. Durch Überwinden des Erfordernisses von Tellerventilen wird jedoch nicht nur der volumetrische Wirkungsgrad erhöht, sondern die Energie, die bei einer herkömmlichen Viertakt-Maschine verwendet wird, um die Ventile anzutreiben, wird nicht mehr vergeudet. Ohne die Tellerventile werden die akustischen Eigenschaften der Maschine ebenfalls verändert, und die Maschine wird leiser. Mit beiden Kolben, die bei dem Arbeitshub Leistung erzeugen, wird die Länge des Kolbenhubs ebenfalls wirksam erhöht.

[0033] Dieser Typ von Maschinenkonstruktion kann als eine Sechstakt-Maschine mit entgegengerichteten Kolben bezeichnet werden.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0034] Damit die Erfindung besser verstanden werden kann, wird nun ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Maschine unter Bezugnahme auf die nachfolgenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0035] [Fig. 1](#) eine Querschnittsansicht von der Maschine ist, die den ersten (primären) Kolben und den zweiten (oberen) Kolben zeigt, wenn sich der erste Kolben am oberen Totpunkt (TDC) befindet und sich der zweite Kolben mit etwa 20° hinter dem TDC befindet;

[0036] [Fig. 2](#) die Querschnittsansicht der Maschine aus [Fig. 1](#) ist, wobei sich der erste Kolben bzw. die Kurbelwelle aber um etwa 90° gedreht hat;

[0037] [Fig. 3](#) die Querschnittsansicht der Maschine aus [Fig. 1](#) ist, wobei sich die erste Kurbelwelle aber um 180° gedreht hat;

[0038] [Fig. 4](#) die Querschnittsansicht der Maschine aus [Fig. 1](#) ist, wobei sich die erste Kurbelwelle aber um 270° gedreht hat;

[0039] [Fig. 5](#) die Querschnittsansicht der Maschine aus [Fig. 1](#) ist, wobei sich die erste Kurbelwelle aber um etwa 360° gedreht hat;

[0040] [Fig. 6](#) die Querschnittsansicht der Maschine aus [Fig. 1](#) ist, wobei sich die erste Kurbelwelle aber um 490° gedreht hat;

[0041] [Fig. 7](#) die Querschnittsansicht der Maschine aus [Fig. 1](#) ist, wobei sich die erste Kurbelwelle aber

um etwa 540° gedreht hat;

[0042] [Fig. 8](#) die Querschnittsansicht der Maschine aus [Fig. 1](#) ist, wobei sich die erste Kurbelwelle aber um 630° gedreht hat;

[0043] [Fig. 9](#) die Querschnittsansicht der Maschine aus [Fig. 1](#) ist, wobei sich die erste Kurbelwelle aber um 720° gedreht hat;

[0044] [Fig. 10](#) eine Querschnittsansicht von dem Zylinderkopf ist, die die Einlass- und Auspuff-Öffnungen sowie das scheibenförmige Auspuff-Rotationsventil zeigt;

[0045] [Fig. 11](#) eine Querschnittsansicht von dem Zylinderkopf aus [Fig. 10](#) ist, jedoch in Kombination mit einem kleinen Rohr/Durchgang, der ein Drosselventil und ein kleines Reed-Ventil aufweist;

[0046] [Fig. 12](#) eine perspektivische Ansicht von einem der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Maschine mit einem Reed-Einlassventil und einem scheibenförmigen Auspuff-Rotationsventil ist;

[0047] [Fig. 13](#) eine perspektivische Ansicht der Maschine aus [Fig. 12](#) ist, aber mit scheibenförmigen Rotationsventilen, die mit Gegengewichten versehen sind, die für sowohl die Einlass- als auch die Auslass-Ventile verwendet werden;

[0048] [Fig. 14](#) eine Querschnittsansicht von einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Maschine ist, die eine normale Öl-Zufuhr-Architektur für den oberen zweiten Kolben zeigt;

[0049] [Fig. 15](#) eine Querschnittsansicht der Erfindung ist, wenn sie bei einer Diesel-Maschine angewendet wird; und

[0050] [Fig. 16](#) eine Grafik ist, die die relativen Positionen des ersten und zweiten Zylinders als eine Funktion von einem kompletten Zyklus zeigt.

BESTE FORM DER DURCHFÜHRUNG DER ER-FINDUNG

[0051] Es wird nun im Detail auf die Figuren Bezug genommen, wobei in [Fig. 1–Fig. 9](#) eine Querschnittsansicht von der Maschine in verschiedenen Stufen entlang eines Betriebszyklus von einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt ist. Das Ausführungsbeispiel der Erfindung bezieht sich auf eine Maschine **1**, die eine Zwei-Zylinder-Boxermaschine ist, mit einem Maschinenblock **2**, der geeignete Kühl- und Schmierdurchgänge (nicht gezeigt) aufweist, einem ersten Kolben **3** in einem ersten Zylinder **4**, der durch eine erste Verbindungsstange **5** mit einer ersten Kurbelwelle **6** verbunden ist, einem zweiten Kolben **7**, der sich in einem zweiten Zylinder

8 befindet und mit einem Scotch Yoke verbunden ist, der einen Kurbelzapfen **9** und einen Gleitschlitz **51** hat, wobei der Zapfen **9** durch eine zweite Kurbelwelle **10** angetrieben wird (siehe zum Beispiel [Fig. 12](#)). Aus den Zeichnungen soll verstanden werden, dass der Scotch Yoke **9, 51** in dem Zylinder **8** enthalten ist. Zündkerzen **11**, die in der Brennkammer **12** wirken, zünden die Luft/Kraftstoff-Mischung (nicht gezeigt), die in die Brennkammer **12** durch das Einlassventil **13**, hier ein Reed-Ventil, und durch eine Einlass-Öffnung **14** in dem zweiten Zylinder **8** einströmt. Die Auspuff-Gase (nicht gezeigt) werden durch ein Auspuff-Loch **15** in dem zweiten Zylinder **8** und dann durch die Auspuff-Öffnung **16** ausgestoßen, die wahlweise durch ein Rotationsventil **17** geschlossen werden kann. Sowohl die Einlass-Öffnung **14** als auch das Auspuff-Loch **15** sind wahlweise durch den zweiten Kolben **7** schließbar, der sich in dem Zylinder **8** gleitend bewegt. Die Maschine kann über Luftkühlrippen **18** luftgekühlt werden. Die erste Kurbelwelle **6** und die zweite Kurbelwelle **10** sind durch einen Kettenantrieb (gezeigt in [Fig. 12, Fig. 13](#)) miteinander gekoppelt und durch ein Getriebe verbunden, so dass die zweite Kurbelwelle **10** mit einer Winkelgeschwindigkeit rotiert, die halb so groß ist wie die der ersten Kurbelwelle **6**. Auf diese Weise, während der erste Kolben **3** vier Takte durchführt, werden durch den zweiten Kolben **7** lediglich zwei Takte durchgeführt. Die Einlass-Öffnung **13** und das Auspuff-Loch **15** der Maschine werden durch die Bewegung des zweiten Kolbens geschlossen und geöffnet.

[0052] Es wird nun auf die einzelnen Stufen von dem Zyklus Bezug genommen, wobei in [Fig. 1](#) der erste Kolben **3** bei TDC und der zweite Kolben bei etwa 20° vor seinem BDC gezeigt sind. Jedoch ist die relative Position des zweiten Kolbens nicht bei 20° relativ zu dem Hauptkolben bei TDC eingestellt, denn seine Position kann abhängig von dem bestimmten "Tuning" der Maschine variiert werden. Es wurde empirisch herausgefunden, dass eine Maschine, bei der der zweite Kolben bezüglich der Haupt-Kurbelwelle bei TDC mit 20° versetzt ist, eine gute Leistungsfähigkeit zeigt, aber verschiedene Anwendungen können es erforderlich machen, dass diese Position variiert.

[0053] Bei 0 Grad (alle folgenden Rotationen beziehen sich allgemein auf die Position der ersten Kurbelwelle, sofern nicht anders beschrieben), wie in [Fig. 1](#) gezeigt, ist die Brennkammer **12** vollständig mit einem Luft/Kraftstoff-Gemisch (nicht gezeigt) gefüllt und wird durch Zündkerzen **11** gezündet. Durch das Verbrennen der Luft/Kraftstoff-Mischung wird der Druck in der Brennkammer **12** erhöht, wodurch der erste Kolben **3** durch den Zylinder **4** nach unten in Richtung auf sein BDC und den zweiten Kolben **7** durch den Zylinder **8** in Richtung auf sein TDC gedrückt wird. Diese nach unten gerichtete Bewegung bewirkt, dass sich die erste und die zweite Kurbelwel-

le **6** und **10** drehen, wobei sich die zweite Kurbelwelle **10** mit einer Winkelgeschwindigkeit dreht, die halb so groß ist wie die der Kurbelwelle **6**, wobei die beiden Kurbelwellen mechanisch durch eine Getriebekette gekoppelt sind. Zu Beginn des Zyklus befindet sich der erste Kolben **3** bei TDC, während sich der zweite Kolben **7** mit 20 Grad vor seinem BDC befindet, obwohl dies nicht notwendigerweise die optimale Konfiguration sein muss und die relativen Positionen der Kolben variiert werden können. Jedoch sind sowohl die Einlass-Öffnung **14** als auch das Auslass-Loch **15** durch den zweiten Kolben geschlossen, während das Rotations-Abdichtventil **17** ebenfalls geschlossen ist (obwohl dies nicht erforderlich ist).

[0054] [Fig. 2](#) zeigt die Maschine **1** auf halbem Wege beim Durchlaufen ihres ersten Hubs, dem Arbeitshub, wobei sich die erste Kurbelwelle **6** um 90 Grad und die zweite Kurbelwelle **10** um die Hälfte gedreht hat, das heißt etwa 45 Grad. Das Auspuff-Abdichtventil **17** ist geschlossen, wobei der zweite Kolben **7** in diesem Zustand immer noch die Einlass-Öffnung **14** und das Auspuff-Loch **15** verschließt. Die Kraft der Verbrennung wirkt daher auf den ersten sowie auf den zweiten Kolben und erzeugt die Leistung der Maschine.

[0055] [Fig. 3](#) zeigt die Maschine, wenn sich die erste Kurbelwelle nun um 180 Grad gedreht hat und sich der erste Kolben an seinem unteren Totpunkt (BDC) befindet. Dies ist somit das Ende von dem Arbeitshub und der Anfang von dem Ausstoßhub. Die zweite Kurbelwelle hat sich lediglich um 90 Grad gedreht, und der zweite Kolben befindet sich noch in seinem nach oben gerichteten Hub und hat noch nicht sein TDC erreicht. Das Auspuff-Loch **15** ist in dem zweiten Zylinder **8** so angeordnet, dass der zweite Kolben nun begonnen hat, das Auspuff-Loch **15** zu öffnen. Das Rotations-Abdichtventil **17** ist nun ebenfalls geöffnet, und Auspuff-Gase **25** können nun beginnen, aus der Brennkammer **12** durch das Auspuff-Loch **15** und die Auspuff-Öffnung **16** auszuströmen. Da der unterste Teil von dem Auspuff-Loch **15** so angeordnet ist, dass er etwas unter dem untersten Teil der Einlass-Öffnung **14** liegt, ist die Einlass-Öffnung **14** in dieser Stufe durch den zweiten Kolben **7** nicht freigegeben.

[0056] [Fig. 4](#) zeigt die Maschine **1**, wobei sich die erste Kurbelwelle **6** bei 270 Grad befindet. Die zweite Kurbelwelle **10** hat eine Drehung von 135 Grad durchlaufen, und sowohl die Einlass-Öffnung **14** als auch das Auspuff-Loch **15** sind nun teilweise durch den zweiten Kolben **7** geöffnet. Der erste Kolben hat etwa die Hälfte von seinem Ausstoßhub durchlaufen und wirkt nun, um die verbrannten Kraftstoff/Auspuff-Gase **25** aus der Brennkammer durch das Auspuff-Loch und durch die Auspuff-Öffnung **16** auszustoßen. Das Einlass-Ventil, das ein Rückschlag-Ventil ist, wie beispielsweise ein Reed-Ventil, erlaubt es

nicht, dass irgendwelche Auspuff-Gase **25** durch die Einlass-Öffnung ausströmen.

[0057] [Fig. 5](#) zeigt die Maschine, wenn sich die erste Kurbelwelle um 360 Grad gedreht hat und sich der erste Kolben wieder bei TDC befindet, aber zu diesem Zeitpunkt am Ende des Ausstoßhubs und zu Beginn von dem Einlasshub. Die zweite Kurbelwelle hat sich nun über etwa 180 Grad gedreht, wobei sich der zweite Kolben bei etwa 20 Grad vor seinem TDC befindet (da er sich bei 20 Grad vor seinem BDC befunden hat, als sich der erste Kolben zu Beginn des Arbeitshubs bei seinem TDC befunden hat). Die unterste Fläche des zweiten Kolbens befindet sich etwa auf gleicher Höhe mit dem obersten Teil von dem Auspuff-Loch, um irgendwelche Räume zu verhindern, in denen Auspuff-Gase gefangen gehalten werden. Das Auspuff-Abdichtventil **17** hat ebenfalls gerade die Auspuff-Öffnung **16** geschlossen, da der größte Teil der Auspuff-Gase **25** aus der Brennkammer **12** ausgestoßen worden ist.

[0058] [Fig. 6](#) zeigt die Maschine, wenn der erste Kolben die Hälfte von seinem Einlasshub durchlaufen hat, wobei sich die erste Kurbelwelle über 490 Grad gedreht hat. Wenn sich der erste Kolben **3** nach unten bewegt, gibt es eine Saugwirkung, die durch die Vergrößerung der Brennkammer bewirkt wird, und die Brennkammer **12** wird mit einer frischen Luft/Kraftstoff-Mischung **26** gefüllt, die durch das Einlass-Reed-Ventil **13** eingesaugt wird. Während des Beginns des Einlasshubs ist die Einlass-Öffnung **14** vollständig geöffnet, im Gegensatz zu dem Fall, bei dem eine Maschine ein herkömmliches Tellerventil aufweist, woraus ein verbesserter volumetrischer Wirkungsgrad resultiert. Die ausgestoßenen Auspuff-Gase werden durch das nun geschlossene Auspuff-Rotationsabdichtventil **17** an einem Wiedereintreten in die Brennkammer **12** gehindert. Dies ist wichtig, da durch die Bewegung des ersten Kolbens bewirkt wird, dass der Druck in der Brennkammer unter atmosphärischen Druck absinkt und die Brennkammer durch diese Saugbewegung durch das Einlassventil mit einer frischen Kraftstoff/Luft-Mischung geladen wird. Wenn das scheibenförmige Rotationsventil nicht vorhanden wäre, dann würde ein Teil der ausgestoßenen Auspuff-Gase durch das Auspuff-Loch wieder zurück in die Brennkammer gesaugt werden. Dies würde offensichtlich zu einem geringeren Wirkungsgrad führen, da sich die Luft/Kraftstoff-Mischung mit verbrannten Auspuff-Gasen vermischen würde. Es ist daher wichtig, dass die Auspuff-Öffnung durch eine geeignete Einrichtung geschlossen ist, während die Maschine den Einlasshub durchläuft, um so das Wiedereintreten der verbrannten Auspuff-Gase in die Brennkammer zu verhindern.

[0059] [Fig. 7](#) zeigt das Ende von dem Einlasshub, wenn sich der erste Kolben **3** bei BDC befindet, wobei sich die erste Kurbelwelle **6** nun um 540 Grad ge-

dreht hat, während sich die zweite Kurbelwelle **10** um 270 Grad gedreht hat und sich der zweite Kolben in seinem nach unten gerichteten Hub in Richtung auf sein BDC befindet. Der zweite Kolben hat nun teilweise sowohl die Einlass- als auch die Auspuff-Öffnung überdeckt. Der erste Kolben **3** befindet sich nun am Anfang des Kompressionshubs, und das scheibenförmige Rotationsventil überdeckt immer noch die Auspuff-Öffnung.

[0060] **Fig. 8** zeigt die Maschine, wenn der erste Kolben den halben Weg durch seinen Kompressionshub durchlaufen hat, sich die erste Kurbelwelle um 630 Grad gedreht hat, sich die zweite Kurbelwelle um 315 Grad gedreht hat und sich der zweite Kolben auf dem halben Weg durch seinen nach unten gerichteten Hub befindet. Der zweite Kolben überdeckt im wesentlichen die Auspuff- und die Einlass-Öffnungen. Wenn sich der erste Kolben **3** nach oben und der zweite Kolben **7** nach unten bewegt, nimmt das Volumen der Brennkammer **12** ab, wodurch bewirkt wird, dass die Luft/Kraftstoff-Mischung komprimiert wird, so dass an dem Ende des Kompressionshubs, wie in **Fig. 9** gezeigt, die Brennkammer **12** im wesentlichen minimiert ist. **Fig. 9** entspricht im wesentlichen **Fig. 1**, wobei sich der erste Kolben **3** bei TDC befindet und sich der zweite Kolben mit 20 Grad vor BDC befindet. An dieser Stelle zünden die Zündkerzen **11** die Luft/Kraftstoff-Mischung, und der Zyklus beginnt noch einmal.

[0061] **Fig. 10** ist eine Querschnittsansicht von der Maschine durch den zweiten Zylinder **8**, wobei die Einlass-Öffnung **14**, die Auspuff-Öffnung **15**, das Reed-Ventil **13** und das Auspuff-Rotationsventil **17** gezeigt sind. Die Einlass-Öffnung **14** kann vorzugsweise ein dividierendes Teil **18** aufweisen, das dazu dient, eine Verwirbelung mit höherer Geschwindigkeit auf die Luft/Kraftstoff-Mischung **26** um die äußeren Bereiche der Brennkammer **12** und eine geringere Geschwindigkeit auf die inneren Bereiche der Brennkammer **14** aufzubringen, wodurch der Verbrennungsprozess unterstützt wird. Es soll jedoch verstanden werden, dass die Maschine nicht auf eine bestimmte Luft/Kraftstoff-Ladeeinrichtung beschränkt ist, und verschiedene Merkmale können verändert werden, um den Verbrennungsprozess zu verbessern, wie zum Beispiel Kraftstoffeinspritzung oder die Verwendung eines scheibenförmigen Einlass-Rotationsventils.

[0062] **Fig. 11** zeigt die Querschnittsansicht von der Maschine wie in **Fig. 10**, wobei der zweite Zylinder, die Einlass-Öffnung **14**, die Auspuff-Öffnung **15**, das Reed-Ventil **13**, das Auspuff-Rotationsventil **17** und die Brennkammer **12** gezeigt sind. **Fig. 11** enthält jedoch außerdem ein zusätzliches Merkmal, das verwendet werden kann, um den Betrieb der Maschine zu verbessern. Das heißt, es gibt ein Schichtlade-Rohr **40**, das ein kleines Reed-Ventil **41** und ein

Drosselventil **42** aufweist, wobei das Schichtlade-Rohr ermöglicht, dass die Luft/Kraftstoff-Mischung **43** in einer verwirbelnden Bewegung **44** in die Brennkammer eintritt, und zwar in einer entgegengesetzten Richtung zu der Haupt-Luft/Kraftstoff-Mischung **26**. Es soll jedoch verstanden werden, dass dies lediglich ein zusätzliches Merkmal ist, das verwendet werden kann, um die Homogenität der Luft/Kraftstoff-Mischung zu verbessern, und dass dieses Merkmal nicht verwendet werden muss, um die Erfindung durchzuführen.

[0063] **Fig. 12** ist eine perspektivische Ansicht der Maschine, die die erste Kurbelwelle **6**, die zweite Kurbelwelle **10**, den Kettenantrieb **20**, der die erste Kurbelwelle **6** mit der zweiten Kurbelwelle **10** verbindet, ein Einlass-Rückschlag-Ventil, das ein Reed-Ventil **13** ist, das Auspuff-Rotationsabdichtventil **17**, die Auspuff-Öffnung **16** und die Auspuff-Lagerhaltekappe (Verteiler) **21** zeigt.

[0064] Das Rotationsabdichtventil wird durch eine Druckfeder (nicht gezeigt) in seiner Position gehalten, die wirkt, um das Rotationsventil gegen die Auspuff-Öffnung zu drücken. Um dies zu unterstützen und um Reibungsverluste zu vermindern, kann die Auspuff-Öffnung einen leichten Vorsprung aufweisen. Der Auspuff-Vorsprung ist daher der Bereich der Auspuff-Öffnung, der mit dem scheibenförmigen Rotationsabdichtventil in Kontakt steht, das einfach eine flache Platte sein kann, die so geformt ist, um zu ermöglichen, dass die Auspuff-Öffnung geöffnet oder geschlossen wird, und zwar abhängig von der Drehung der ersten und der zweiten Kurbelwelle. Es soll verstanden werden, dass das Rotationsabdichtventil **17** wirkt, um während des Einlass-Bereichs des Maschinenzyklus das Rückströmen von Auspuff-Gasen in die Brennkammer zu verhindern. Das scheibenförmige Rotationsventil kann direkt durch die zweite Kurbelwelle **10** angetrieben werden, so dass das Öffnen und Schließen der Auspuff-Öffnung genau eingestellt werden kann. Die Form des scheibenförmigen Rotationsventils **17** kann außerdem gemäß spezieller Anforderungen variiert werden. Obwohl in **Fig. 12** das scheibenförmige Rotationsventil **17** als eine flache Platte mit zumindest zwei geraden Kanten **30** dargestellt ist, wobei sich diese gerade Kante über die Auspuff-Öffnung **16** bewegen, um diesen zu öffnen und zu schließen, kann jedoch die Form der Kanten variiert werden, und sie können, aber nicht darauf beschränkt, gekrümmte Kanten umfassen, die wirken, um die Auspuff-Öffnung schneller zu schließen und zu öffnen.

[0065] Die Position und die Größe der Einlass-Öffnung **14** und der Auspuff-Öffnung **15** können beide variiert werden, um an spezielle Anforderungen angepasst zu werden. In **Fig. 1–Fig. 9** ist die Einlass-Öffnung **14** so gezeigt, dass sie im wesentlichen der Auspuff-Öffnung **15** gegenüberliegt. Dies dient je-

doch lediglich schematischen Zwecken, und eine der geeigneteren Positionen ist in [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) gezeigt, wobei die relative Position der Öffnungen so ist, dass die Mittelachsen im wesentlichen mit einem Winkel von 90 Grad zueinander angeordnet sind. Die Öffnungen können außerdem in verschiedenen vertikalen Positionen in der Zylinderwand bezüglich der Brennkammer angeordnet sein, um so die zeitliche Ventilsteuerung und das Kompressionsverhältnis variabel zu machen. Es soll auch verstanden werden, dass mehr als eine Einlass- oder Auspuff-Öffnung vorgesehen sein kann, ähnlich den herkömmlichen Maschinen mit mehreren Tellerventilen, die allgemein bekannt sind.

[0066] [Fig. 13](#) ist eine perspektivische Ansicht der Maschine wie in [Fig. 12](#), wobei aber sowohl das Einlass-Ventil als auch das Auspuff-Ventil rotierende Abdichtventile sind. Dies macht es erforderlich, dass ein zusätzlicher Rotationsantriebsmechanismus (nicht gezeigt) vorgesehen sein muss, durch den das Einlass-Ventil zu bestimmten Zeiten des Maschinenzyklus geöffnet und geschlossen wird.

[0067] [Fig. 13](#) zeigt außerdem, dass die Rotationsventile mit Gegengewichten versehen sind, um Vibrationseffekte in der Maschine zu minimieren. Die tatsächliche Form der Rotationsventile ist nicht relevant, wichtig ist jedoch, dass sie die Einlass- und Auspuff-Öffnungen zu den richtigen Zeitpunkten in dem Zyklus schließen und öffnen. Daher muss in dem Fall des Auspuffs die Auspuff-Öffnung in dem Auspuff-Zyklus im wesentlichen geöffnet sein, das heißt, wenn sich die erste Kurbelwelle in der 180 bis 360 Grad Drehung befindet, und sie muss in dem Einlass-Zyklus im wesentlichen geschlossen sein, das heißt von 360 bis 540 Grad. Da der Einlass-Zyklus auf den Auspuff-Zyklus folgt, ist es natürlich nicht möglich, die Öffnung bei 360 Grad sofort zu schließen, und daher kann die Form des scheibenförmigen Rotationsventils ein wesentlicher Bestandteil sein. Es kann sogar vorteilhaft sein, dass die Auspuff-Öffnung zu Beginn des Einlass-Zyklus geöffnet ist, oder andererseits können diese Dinge jedoch verändert werden, wenn die Maschine für verschiedene Betriebsanforderungen eingestellt wird. Daher wird, wie vorstehend erläutert, eine Brennmaschine anders eingestellt als eine normale Maschine.

[0068] Es soll verstanden werden, dass die relative Größe der Abdichtventile nicht wichtig ist und dass verschiedene Größen verwendet werden können, um an verschiedene Maschinenkonstruktionen angepasst zu werden. Außerdem, wenn die Abdichtventile eine Konstruktion mit Ausgleichsgewichten haben, wie hier gezeigt ist, dann kann das Antriebsverhältnis der Ventile im Vergleich zur Drehzahl der Haupt-Kurbelwelle 4 : 1 betragen.

[0069] [Fig. 14](#) ist ein typisches Beispiel von einem

Ölsystem für den zweiten bzw. den oberen Kolben 7. Der Zylinder 8, in dem der Kolben gleitet, weist normalerweise eine Hülse 60 auf, die aus einem abnutzungsbeständigen Material hergestellt ist, wie zum Beispiel Gusseisen. Durch diese Hülse erfolgt eine Öldruckzufuhr 50, durch die Öl zu dem zweiten Kolben und dem zweiten Zylinder geleitet wird, wie auch zu dem Gleitschlitz 51 an dem Scotch Yoke des oberen Kolbens. Der obere Kolben weist zumindest einen (aber bevorzugt mehrere) Abstreifring 52 auf, der dazu dient, das Öl von der Hülse 60 abzustreifen. Das Öl (nicht gezeigt) wird durch Verwendung einer ringförmigen Kammer 53 aus der gegossenen Hülse 60 abgeleitet. Der Abstreifring 52 befindet sich im wesentlichen auf gleicher Höhe mit der Kammer 53, wenn sich der zweite Kolben bei seinem TDC befindet. Eine Reihe von Löchern ist durch die Hülse wie auch durch den zweiten Kolben gebohrt. Eine Absaugpumpe (nicht gezeigt) saugt das Öl, das durch den Abstreifring 52 gesammelt wurde, wie auch geringe Mengen an Luft, von der Innenseite des Kolbens ab und führt dieses zur Auffangwanne oder zu einem Öltank (nicht gezeigt).

[0070] [Fig. 15](#) zeigt die Erfindung, wenn sie für eine Diesel-Maschine verwendet wird. Diese Typen von Maschinen arbeiten üblicherweise ohne Hilfe einer Zündkerze und basieren auf der Tatsache, dass sich Diesel-Kraftstoff entzündet, wenn er einem bestimmten Druck ausgesetzt wird. Allgemein komprimieren Diesel-Maschinen die Luft, und der Kraftstoff wird in die bereits unter Druck gesetzte Luft eingespritzt. Da es somit das gesamte Volumen ist, in dem die Luft/Kraftstoff-Mischung komprimiert wird, ist es wichtig, dass die Brennkammer 12 durch eine geeignete Konstruktion kleiner gestaltet ist. In diesem bestimmten Fall ist die Brennkammer kleiner gemacht, indem die Kolben die zugehörigen Zylinder im wesentlichen überdecken und lediglich einen kleinen Brennraum zwischen sich lassen. Der Kraftstoff wird über Einspritzeinrichtungen 70 in die Kammer geleitet, und es kann eine weitere zweite Brennkammer 71 vorgesehen sein, die den wirksamen Betrieb der Maschine unterstützt.

[0071] [Fig. 16](#) ist eine Grafik, die die relativen Positionen von dem ersten und dem zweiten Kolben zeigt, wenn der zweite Kolben so eingestellt ist, um sich bei 20 Grad vor BDC zu befinden, wenn sich der erste Kolben bei TDC befindet. Zusätzlich sind in der Grafik die relativen Zeitpunkte des Öffnens und Schließens von sowohl der Einlass- als auch der Auspuff-Öffnung gezeigt. Die y-Achse bezieht sich auf ein bestimmtes Volumen in Kubikzentimeter, infolge empirischer Untersuchungen, speziell bei Maschinen für Motorräder. Es ist jedoch nicht beabsichtigt, diese Erfindung auf eine bestimmte Größe oder auf irgendeine relative Größe des ersten zu dem zweiten Kolben oder auf den Hub zu begrenzen. Diese Grafik ist lediglich dazu gedacht, ein typisches Beispiel von einer

Maschine zu zeigen, bei der herausgefunden wurde, dass sie zufriedenstellend arbeitet.

[0072] Es gibt somit eine Anzahl von Vorteilen bei der Maschine dieser Erfindung im Vergleich mit herkömmlichen Brennkraftmaschinen, die mit einem Kolben pro Zylinder arbeiten. Die Belastungen auf die erste Kurbelwelle bzw. auf die Haupt-Kurbelwelle einer Maschine, die so konstruiert ist, wie durch diese Erfindung gelehrt wird, ist während der Kompressions- und Expansionshübe im Vergleich zu einer herkömmlichen Maschine insgesamt reduziert. Daher sind die Belastungen bei TDC-Kompression geringfügig kleiner, bei 10 Grad ATDC wären sie größer, und bei 20 Grad ATDC sind sie etwa vergleichbar, wobei sie anschließend kleiner sind. Die Verminderung der Belastung führt zu weniger Reibung in der Haupt-Kurbelwellen-Baugruppe. Unter der Annahme, dass die Reibungseigenschaften dieser Maschine im Vergleich zu einer herkömmlichen Maschine ungefähr gleich sind, muss die Verminderung der Last zu einem größeren mechanischen Wirkungsgrad führen.

[0073] Ein weiterer Vorteil dieser Erfindung besteht darin, dass der Kopf weniger Wärme absorbiert als ein Standard-Kopf. Das signifikante Gebiet ist der Auspuff. Bei herkömmlichen Maschinen befindet sich das Auspuff-Tellerventil direkt in dem Pfad der Gasströmung, und dort gibt es beträchtliche Turbulenzen, wenn die Auspuff-Gase den Zylinder verlassen. Die Temperatur des Tellerventils kann daher über 1000 Grad erreichen. Die Strömung aus dem Kopf heraus, wie in dieser Erfindung offenbart, ist weniger turbulent, da es keinen Metallvorsprung der Gasströmung gibt. Die resultierende Gasströmung ist daher weniger turbulent und gibt weniger Wärme ab als bei einer herkömmlichen Maschine. Dies hat den weiteren Vorteil, dass die Aufwärmzeit für den Katalysator, der in den meisten heutigen Maschinen verwendet wird, vermindert wird. Ein weiterer Vorteil, der auftreten kann, besteht darin, dass der Kopf infolge geringerer Turbulenzen weniger Wärme absorbiert und die eingehende Ladungsdichte der Luft/Kraftstoff-Mischung größer sein kann. Die Verminderung der Turbulenzen führt außerdem zu geringeren Pumpverlusten.

[0074] Ein weiterer Vorteil dieser Erfindung besteht darin, dass die Auspuff-Öffnung kontinuierlich immer weiter freigegeben (vergrößert) wird, wobei sich dieser Vorgang bis nahe dem Ende des Hubs fortsetzt, wenn die Rotationsscheibe in Aktion tritt. Dies kann mit einem Tellerventil einer Standard-Maschine verglichen werden, das anfängt, die Gasströmung bei etwa 600 Grad von dem Hubzyklus zu reduzieren, wobei an dieser Stelle seine maximale Anhebung erreicht ist. Diese Erfindung macht es möglich, dass das maximale Auspuff-Öffnungsgebiet bei etwa 710 Grad stattfindet. Außerdem neigt die Eigenschaft der Auspuff-Öffnung dazu, akustische Geräuschpegel zu

reduzieren. Die größere Öffnung des Auspuffs ermöglicht eine bessere Verwendung der kinetischen Energie bis zu der Säule der Auspuff-Gase und erzeugt einen negativen Druck in der Brennkammer.

[0075] Bei Rennmaschinen, wo übermäßiger Kraftstoff-Verbrauch und übermäßige Kohlenwasserstoffe kein Problem darstellen, kann diese kinetische Energie in einer ähnlichen Weise bei Zweitakt-Maschinen verwendet werden. Um diesen Prozess zu verbessern, sollte das Schließen des scheibenförmigen Ventils Idealerweise in dem Zyklus später erfolgen, beispielsweise bei etwa 70 Grad ATDC in dem Einlasshub. In diesem Fall folgt ein Teil der Einlass-Mischung der Auspuff-Säule und kann die ersten paar Zentimeter von dem Auspuffrohr füllen. Daher kann bei einer Maschine mit mehreren Einlass-Öffnungen eine Einlass-Öffnung im wesentlichen gegenüber einer Auspuff-Öffnung in der oberen Zylinderwand vorgesehen sein, um so eine Einlass-Strömung quer durch die Brennkammer zur Auspuff-Öffnung zu leiten, wohingegen die anderen Einlass-Öffnungen weg von der Auspuff-Öffnung in dem Zylinder nach unten gerichtet sind.

[0076] Um dem Prozess eine größere kinetische Energie zu verleihen, soll der Auspuff früher geöffnet werden, und zwar bei etwa 460 Grad. Es kann aber auch das Fenster der Möglichkeiten zwischen dem Zeitpunkt, wo die Einlass-Öffnung geschlossen und die Auspuff-Öffnung geschlossen wird, erweitert werden, und zwar auf etwa 250 bis 300 Grad anstelle von 250 bis 270 Grad. Die hintere Kante der rotierenden Scheibe sollte zeitlich gesteuert werden, um die Auspuff-Öffnung wieder bei etwa 240 Grad zu öffnen, wobei dies ermöglicht, dass ein nach hinten gerichteter Druckimpuls von dem Zweitakt-Zyklus-Ausstoß die ersten 50 bis 70 mm (2-3 Zoll) der Einlass-Mischung in dem Auspuff-Rohr zurück in die Brennkammer stößt, bevor die Auspuff-Öffnung geschlossen wird. Bei einer Maschine mit dieser Konstruktion gibt es keinen Leerlauf, es wird aber eine gute Leistung bei hohen Drehgeschwindigkeiten erreicht.

[0077] Noch ein weiterer Vorteil dieser Maschine besteht darin, dass es einen Restdruck in dem Zylinder gibt, bevor das Auspuff-Ventil geöffnet wird. Bei der Standard-Maschine wird Arbeit durch den Nocken expandiert, um das Auspuff-Ventil gegen diesen Druck anzuheben (wobei dieser Druck etwa in der Größenordnung von 50-70 Pfund pro Quadrat Zoll liegt). Jedoch wird dieser Druck bei der erfindungsgemäßen Maschine verwendet, um Arbeit gegen den oberen Kolben zu verrichten. Wenn der obere Kolben eine Fläche von etwa 300 Quadratmillimeter hat (4,5 Quadratzoll), führt dies zu einer Kraft von bis zu 400 Pfund, obwohl 300-340 wahrscheinlicher ist, und zwar wegen der geringeren Drücke infolge des größeren Expansionshubs. Jedoch ist die Verbrennung etwas verschoben, so dass sie in dem Zyklus später

stattfindet, so dass die tatsächlichen physikalischen Eigenschaften immer noch genau bestimmt werden können. Es wird nun auf das Reed-Ventil Bezug genommen, dessen Verwendung einen Vorteil darin bietet, dass der Einlass immer dann stattfindet, wenn die Drücke oder die kinetische Energie der Einlass- oder Auspuff-Säule dies vorgeben. Aber auch das Reed-Ventil bewirkt, dass die Gasgeschwindigkeit bei kleinen Drosselklappenstellungen größer ist als normal, wodurch eine gute Verwirbelung unterstützt wird, die die Verteilung des Kraftstoffs weiter verbessert. Dies wirkt daher wie ein zweites Pseudo-Venturi.

[0078] Es wird nun auf die Kurbelwellenbewegungen Bezug genommen, wobei gemäß Stand der Technik der obere Kolben sein TDC vor dem Hauptkolben erreicht. Diese Erfindung lehrt jedoch, dass auch dann, wenn der Hub variabel ist, der obere Kolben sein TDC nicht vor dem Hauptkolben erreicht. Ein weiteres zusätzliches Merkmal dieser Maschine, dass verwendet werden kann und verwendet wird, um die Raumanforderungen zu minimieren (speziell in vertikaler Erstreckung, was durch den zweiten Kolben bewirkt wird) besteht darin, dass der Kopf von dem ersten Kolbenkopf wegzeigt oder in einem anderen Ausführungsbeispiel ein Scotch-Yoke sein kann. Dies beides bewirkt eine unterschiedliche Bewegung auf den oberen Kolben, als dies im Stand der Technik gelehrt wird, und führt zu einer Kolbenbeschleunigung, die kleiner ist als in dem Kopf, wie vorstehend beschrieben, oder einem Scotch-Yoke. Es ist somit mechanisch leichter, ein TDC des oberen Kolbens zu erreichen, nachdem der Hauptkolben den TDC erreicht hat.

[0079] Es gibt drei Hauptgründe dafür, dass es erwünscht ist, dass der Hauptkolben TDC vor dem zweiten Kolben erreicht. Erstens wird dadurch eine vorteilhaftere Zeitsteuerung bezüglich des Öffnens der Öffnungen und des Schließens des Einlasses erreicht. Zweitens wird dadurch eine längere Periode mit einem relativ konstanten (oder geschlossenen) Volumen erreicht, während die Verbrennung stattfindet.

[0080] Drittens findet der Spitzendruck im Zylinder in der Expansionsphase später statt.

[0081] Die am meisten bevorzugte Zeitsteuerung variiert natürlich für verschiedene Maschinenkonstruktionen. Man kann daher das TDC in Übereinstimmung von 1 bis 40 Grad variieren, abhängig von der bestimmten Maschine und der bestimmten Anwendung.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine, mit:
zwei Zylindern (4, 8), die miteinander gekoppelt sind,

um zwischen sich eine Brennkammer (12) zu bilden; einem ersten Kolben (3), der dazu ausgestaltet ist, um sich in dem ersten Zylinder (4) hin- und herzubewegen;
einem zweiten Kolben (7), der dazu ausgestaltet ist, um sich in dem zweiten Zylinder (8) hin- und herzubewegen;
wobei die beiden Kolben (3, 7) durch eine Kupplungseinrichtung treibend gekoppelt sind, um so den einen Kolben bezüglich des anderen Kolben synchron zu bewegen, so dass sich der zweite Kolben (7) mit einer Frequenz bewegt, die halb so groß wie die des ersten Kolbens (3) ist;
einer Einrichtung, um einen Luft/Kraftstoff-Mischung-Einlass (14; 71) durch eine erste Öffnung bzw. Öffnungen in der Wand von dem zweiten Zylinder (8) vorzusehen;
einer Einrichtung, um einen Auspuff-Auslass (15) durch eine zweite Öffnung bzw. Öffnungen in der Wand von dem zweiten Zylinder (8) vorzusehen;
wobei die Öffnungen so angeordnet sind, um durch Überdecken und Nicht-Überdecken der Öffnungen durch die Bewegung des zweiten Kolbens (7) geöffnet oder geschlossen zu werden; und
wobei die erste und zweite Öffnung bzw. Öffnungen durch den zweiten Kolben (7) zum Zeitpunkt des Auftretens der höchsten Drücke in der Brennkammer (12) verdeckt werden;
dadurch gekennzeichnet, dass
die Maschine außerdem ein zeitlich gesteuertes Auspuff-Abdichtventil (17) aufweist, um ein Öffnen oder Schließen von dem Auspuff-Auslass (15) zu einer ausgewählten Zeit in dem Betriebszyklus der Maschine zu bewirken; und
dass die Kupplungseinrichtung einen Scotch Yoke (9, 51) des zweiten Kolbens (7) beinhaltet.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, bei der das Auspuff-Abdichtventil (17) ein scheibenförmiges Rotationsventil (17) ist.

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, bei der zumindest ein Teil der zweiten Öffnung bzw. Öffnungen so an der Wand des zweiten Zylinders (8) angeordnet ist, so dass dann, wenn dieser Teil durch den zweiten Kolben (7) nicht überdeckt ist, der zweite Kolben (7) vollständig die erste Öffnung bzw. Öffnungen überdeckt.

4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, bei der dieser Teil der zweiten Öffnung an der Wand des zweiten Zylinders (8) tiefer angeordnet ist als die erste Öffnung bzw. Öffnungen.

5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, oder nach Anspruch 3 oder 4 sofern abhängig von Anspruch 2, bei der der Auspuff-Auslass (15) einen Vorsprung aufweist, der etwas von dem Körper des zweiten Zylinders (8) vorsteht, was dazu führt, dass das scheibenförmige Rotationsventil (17) lediglich gegen

diesen Vorsprung Kontakt hat.

6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, bei der der Vorsprung aus Keramik besteht.

7. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der Luft/Kraftstoff-Mischung-Einlass (**14**; **71**) außerdem ein Rückschlag-Einlassventil (**13**) aufweist.

8. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der das Einlassventil (**13**) ein Reed-Ventil (**13**) ist.

9. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der die erste und zweite Öffnung eine im wesentlichen runde Form haben.

10. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche 1 bis 9, bei der die erste und zweite Öffnung eine im wesentlichen nicht-runde Form haben, wie zum Beispiel eine elliptische Form, aber nicht darauf beschränkt.

11. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der zumindest eine Zündkerze (**11**) dazu ausgestaltet ist, um die Luft/Kraftstoff-Mischung in der Brennkammer (**12**) zu zünden.

12. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der die Maschine zur Verwendung mit Diesel-Kraftstoff ausgestaltet ist, der sich aufgrund von Kompression entzündet.

13. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der eine zweite Luft/Kraftstoff-Einlassöffnung (**40**) so angeordnet ist, um zu bewirken, dass die Luft/Kraftstoff-Mischung in einer wirbelnden Bewegung (**44**) in die Brennkammer (**12**) eintritt und dadurch wirkt, um eine bevorzugte Beschickung der Brennkammer (**12**) zu bewirken, wobei die Bewegung der Luft/Kraftstoff-Mischung aus der zweiten Luft/Kraftstoff-Öffnung (**40**) in einer Richtung erfolgt, die wesentlich verschieden ist von der, in der die Brennkammer (**12**) durch die Haupt-Luft/Kraftstoff-Einlassöffnung (**14**) beschickt wird.

14. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der zweite Kolben (**7**) zylindrisch ist und einen Durchmesser hat, der zwischen 50 und 70 Prozent des Durchmessers des ersten Kolbens (**3**) beträgt.

15. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der die Länge von dem Hub des zweiten Kolbens (**7**) zwischen 25 und 50 Prozent der Länge von dem Hub des ersten Kolbens (**3**) beträgt.

16. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der Kopf des ersten Kolbens (**3**)

im wesentlichen flach ist, um so thermische Verluste zu minimieren.

17. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei der der Kopf des ersten Kolbens (**3**) geformt ist, um das Kompressionsverhältnis zu beeinflussen.

18. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der Kopf des zweiten Kolbens (**7**) im wesentlichen konisch ist.

19. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der erste Kolben (**3**) mit einer ersten Kurbelwelle (**6**) verbunden ist, der zweite Kolben (**7**) mit einer zweiten Kurbelwelle verbunden ist, die einen Teil des Scotch Yoke bildet, die erste und die zweite Kurbelwelle treibend miteinander gekoppelt sind, wodurch die zweite Kurbelwelle mit einer Winkelgeschwindigkeit rotiert, die halb so groß ist wie die der ersten Kurbelwelle (**6**).

20. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der die Abkühlung der Maschine durch herkömmliche Einrichtungen erreicht wird, wie zum Beispiel Wasserkühlung oder Luftkühlung.

21. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche 2 oder 5, oder 3 oder 4, oder nach einem der Ansprüche 6 bis 20 sofern abhängig von Anspruch 2, bei der scheibenförmige Rotationsventile sowohl bei dem Einlass (**14**; **71**) als auch bei dem Auspuff-Auslass (**15**) verwendet werden.

22. Brennkraftmaschine nach Anspruch 19 sofern abhängig von Anspruch 2, bei der das scheibenförmige Auspuff-Rotationsventil (**17**) über den größten Teil der Rotation der ersten Kurbelwelle (**6**) zwischen 180° und 360° des Auspuffhubs im wesentlichen offen ist.

23. Brennkraftmaschine nach Anspruch 19 sofern abhängig von Anspruch 2, bei der das scheibenförmige Auspuff-Rotationsventil (**17**) über den größten Teil der Rotation der ersten Kurbelwelle (**6**) zwischen 360° und 560° des Einlasshubs im wesentlichen geschlossen ist.

24. Brennkraftmaschine nach Anspruch 19 sofern abhängig von Anspruch 2, bei der das maximale Auspuff-Öffnungsgebiet im wesentlichen bei 710° der Rotation der ersten Kurbelwelle (**6**) auftritt.

25. Brennkraftmaschine nach Anspruch 19, bei der das scheibenförmige Auspuff-Rotationsventil (**17**) bei 70° der Rotation der ersten Kurbelwelle (**6**) vollständig geschlossen ist.

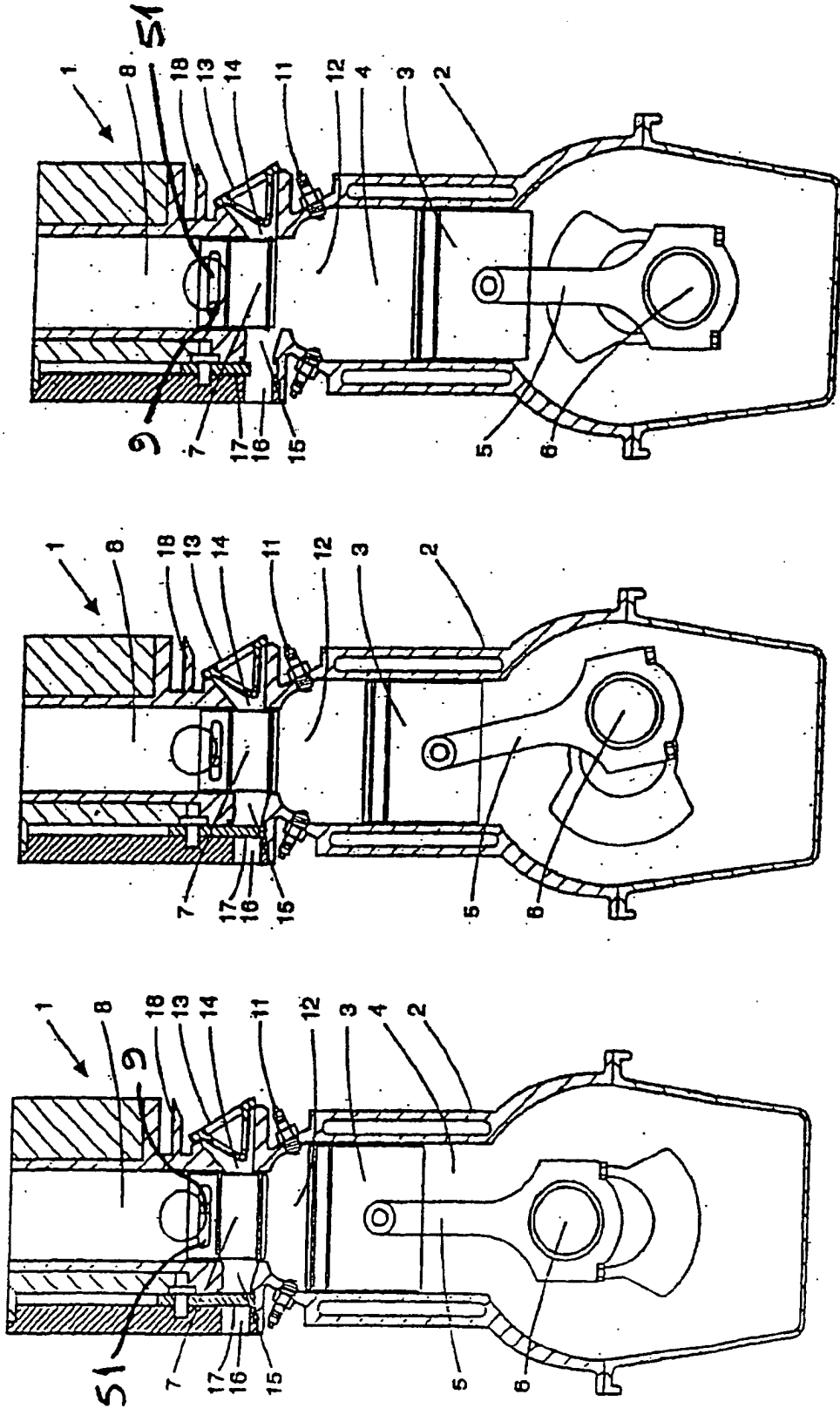
26. Brennkraftmaschine nach Anspruch 19, bei der der zweite Kolben (**7**) bewirkt, dass die Einlass-

öffnung bei 250° der Rotation der ersten Kurbelwelle
(6) geschlossen ist.

27. Brennkraftmaschine nach Anspruch 19, bei der der zweite Kolben (7) bewirkt, dass die Einlassöffnung geschlossen ist, wenn die Rotation der ersten Kurbelwelle zwischen 250° und 700° liegt.

28. Brennkraftmaschine nach einem der vorigen Ansprüche, bei der der Scotch Yoke (9, 51) in dem zweiten Zylinder (8) angeordnet ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen



FIGUR 1
TDC 0°

FIGUR 2
90°

FIGUR 3
BDC 180°

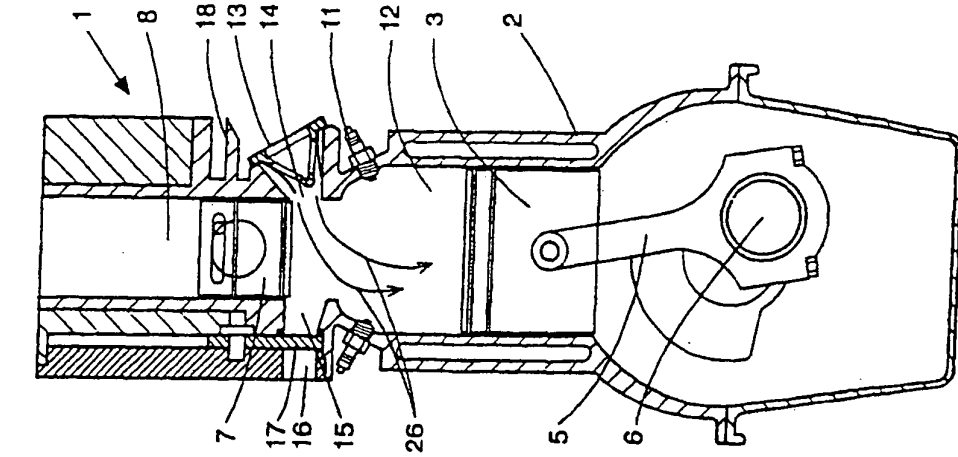


FIGURE 6
TDC 490°

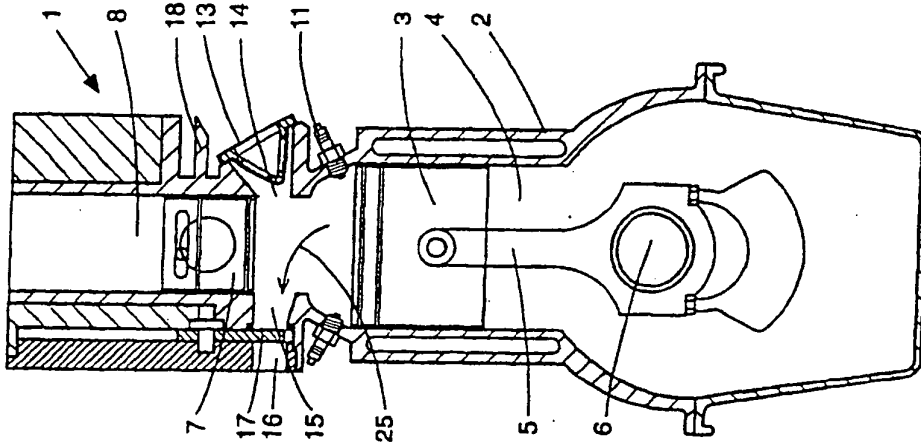


FIGURE 5
TDC 360°

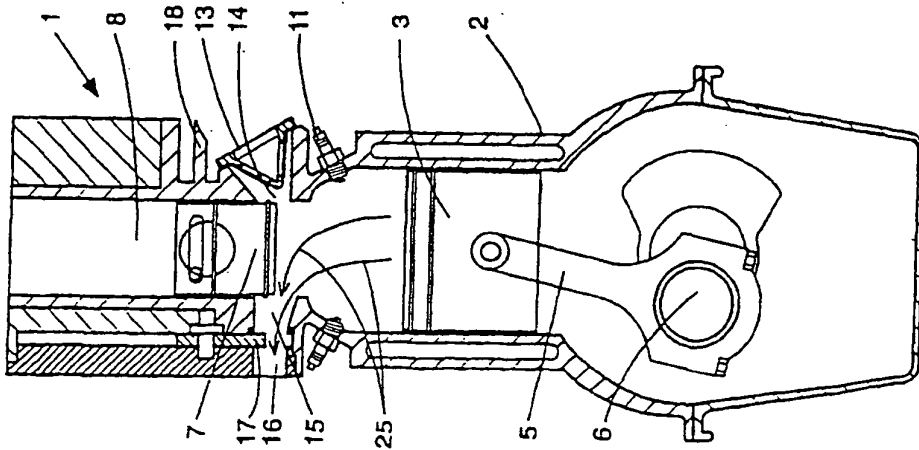
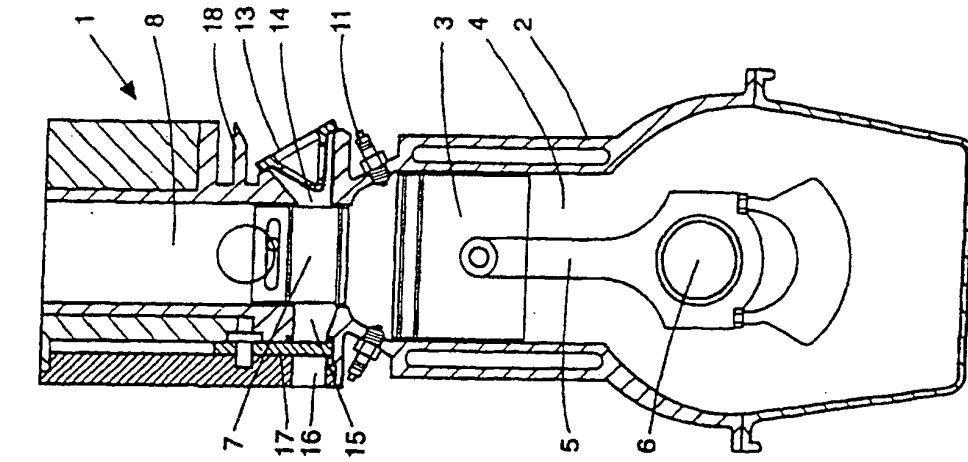
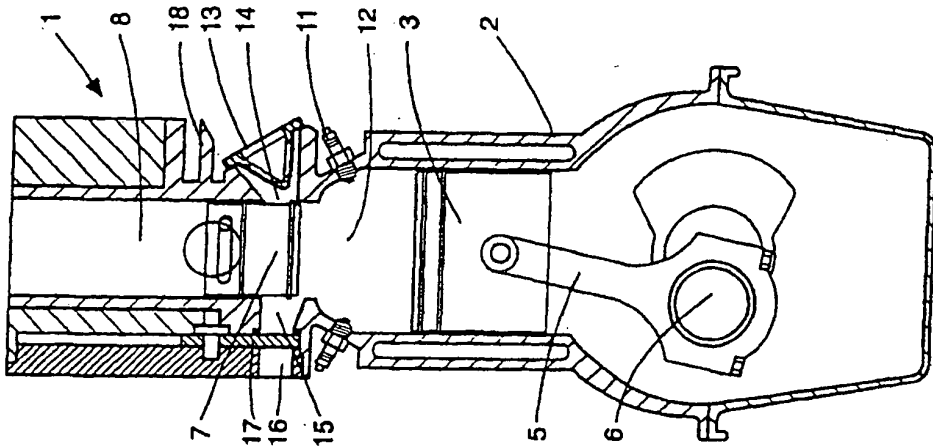


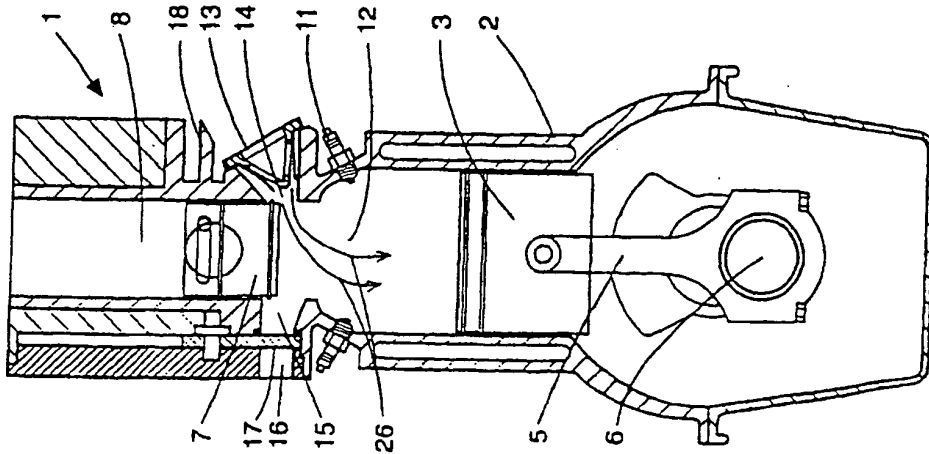
FIGURE 4
TDC 270°



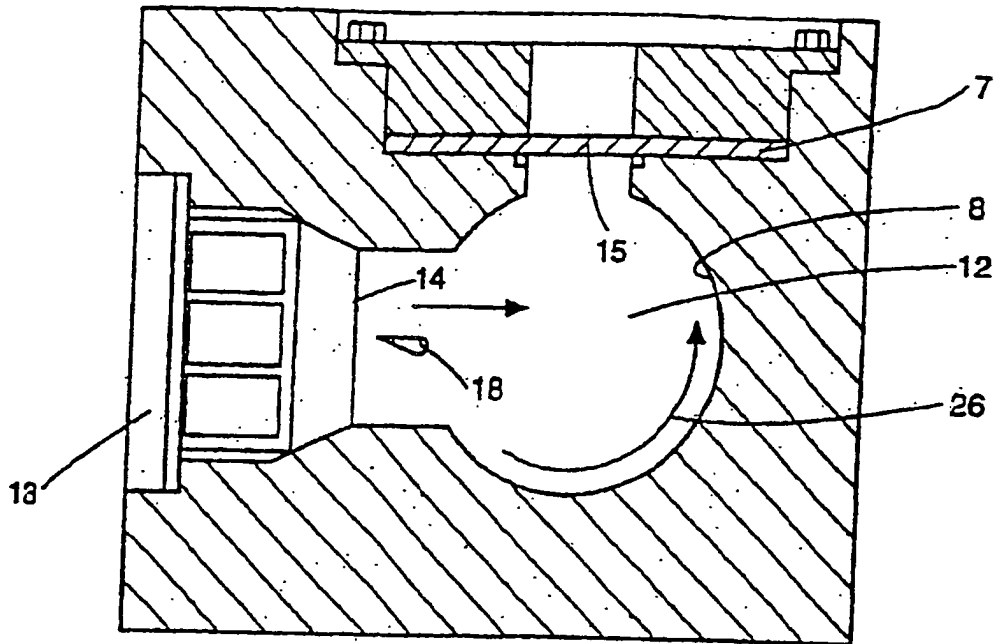
FIGUR 9
TDC 720°



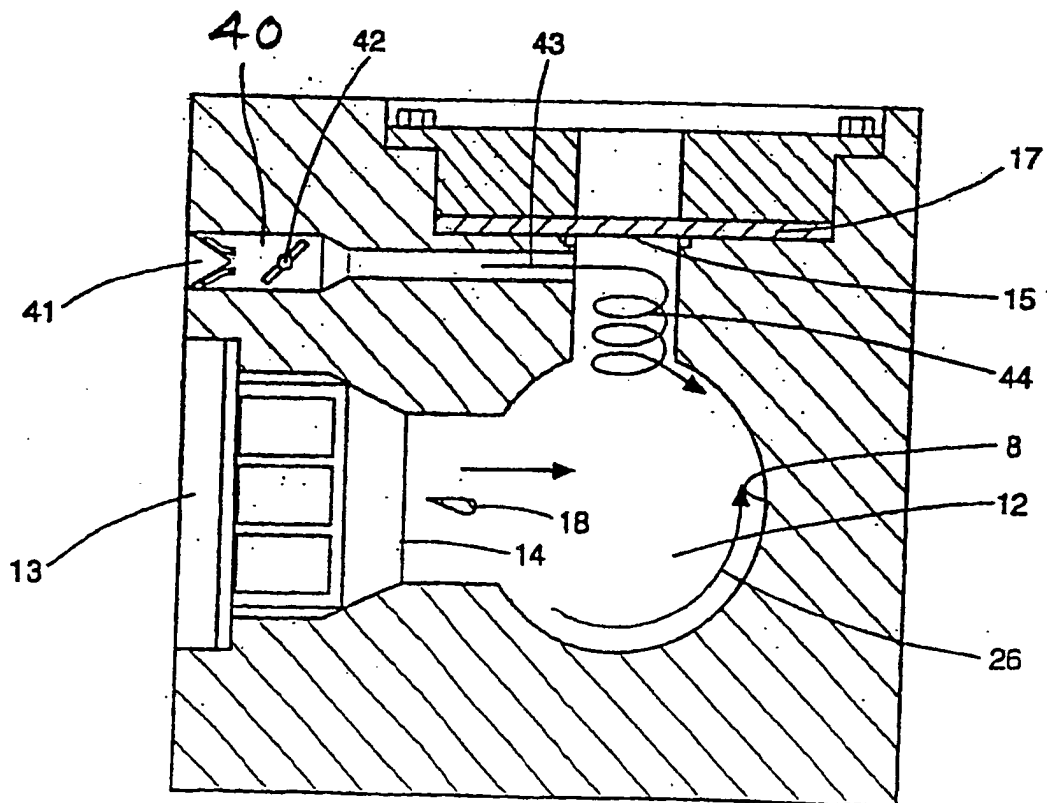
FIGUR 8
630°



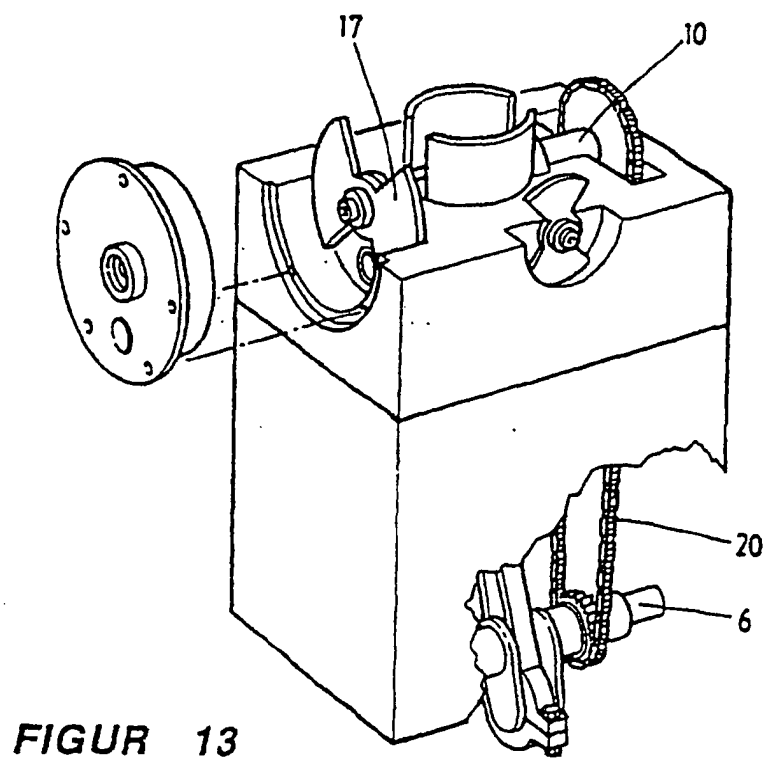
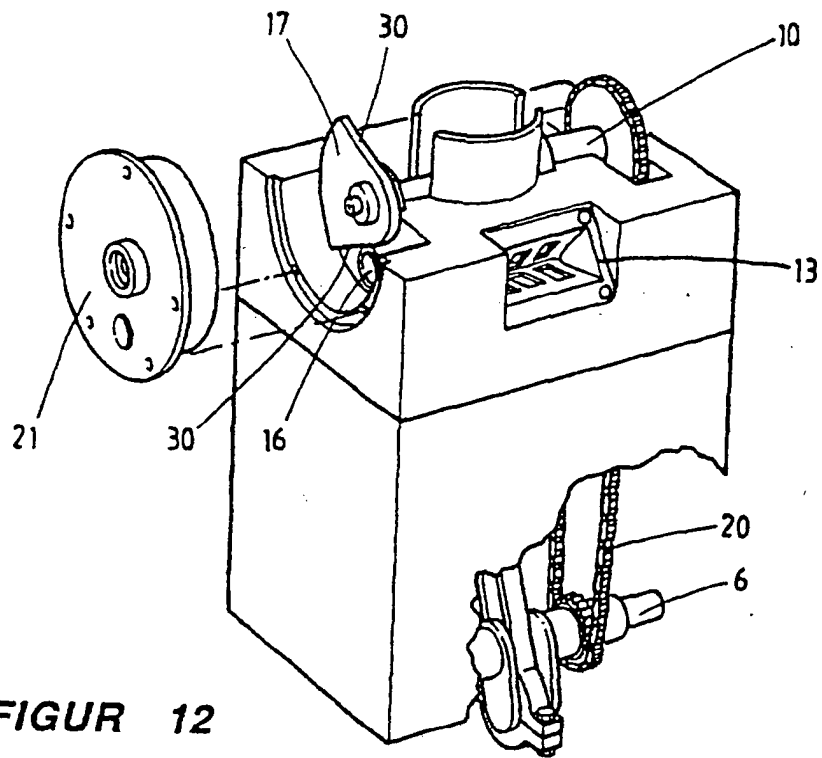
FIGUR 7
BDC 540°



FIGUR 10



FIGUR 11



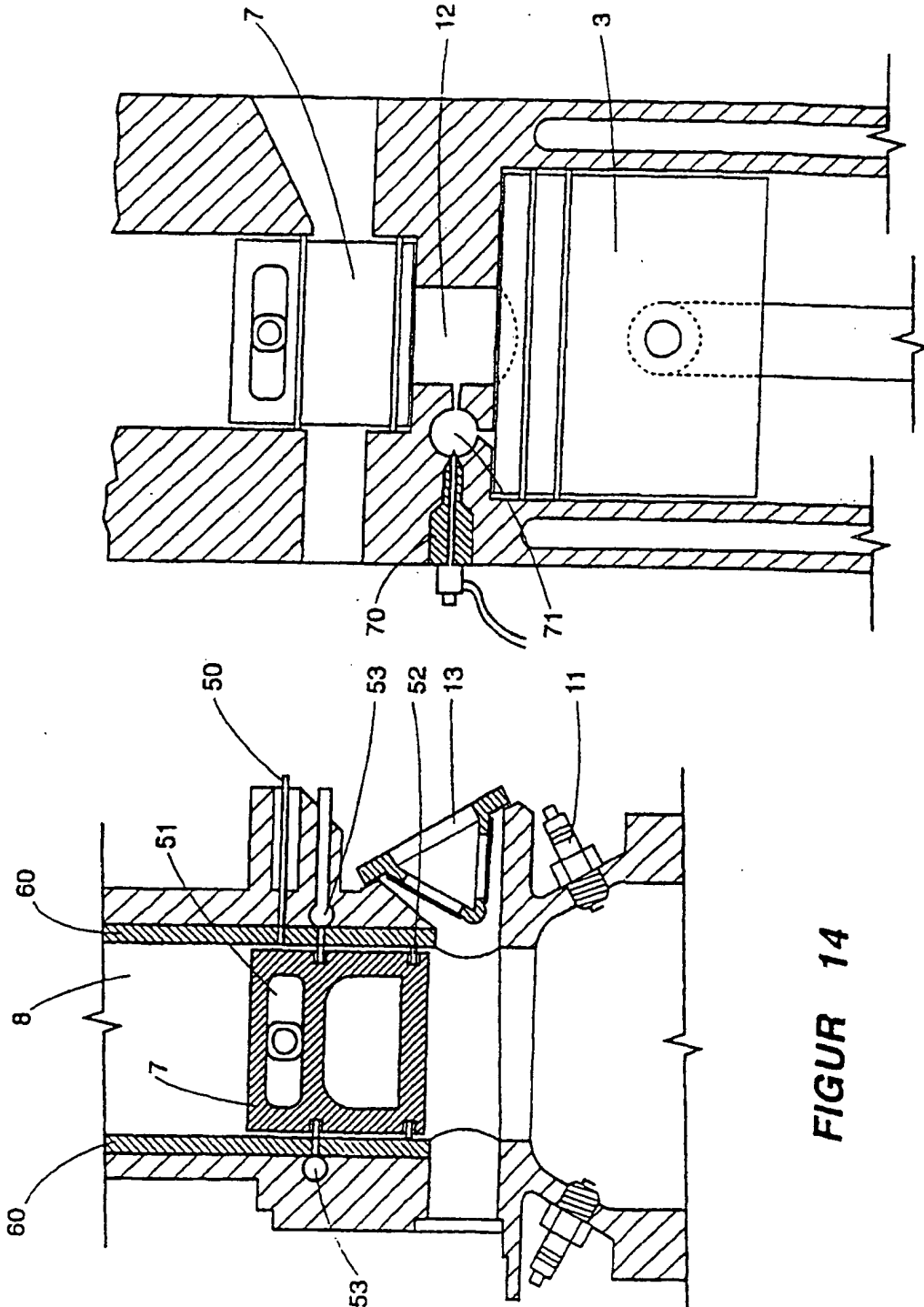
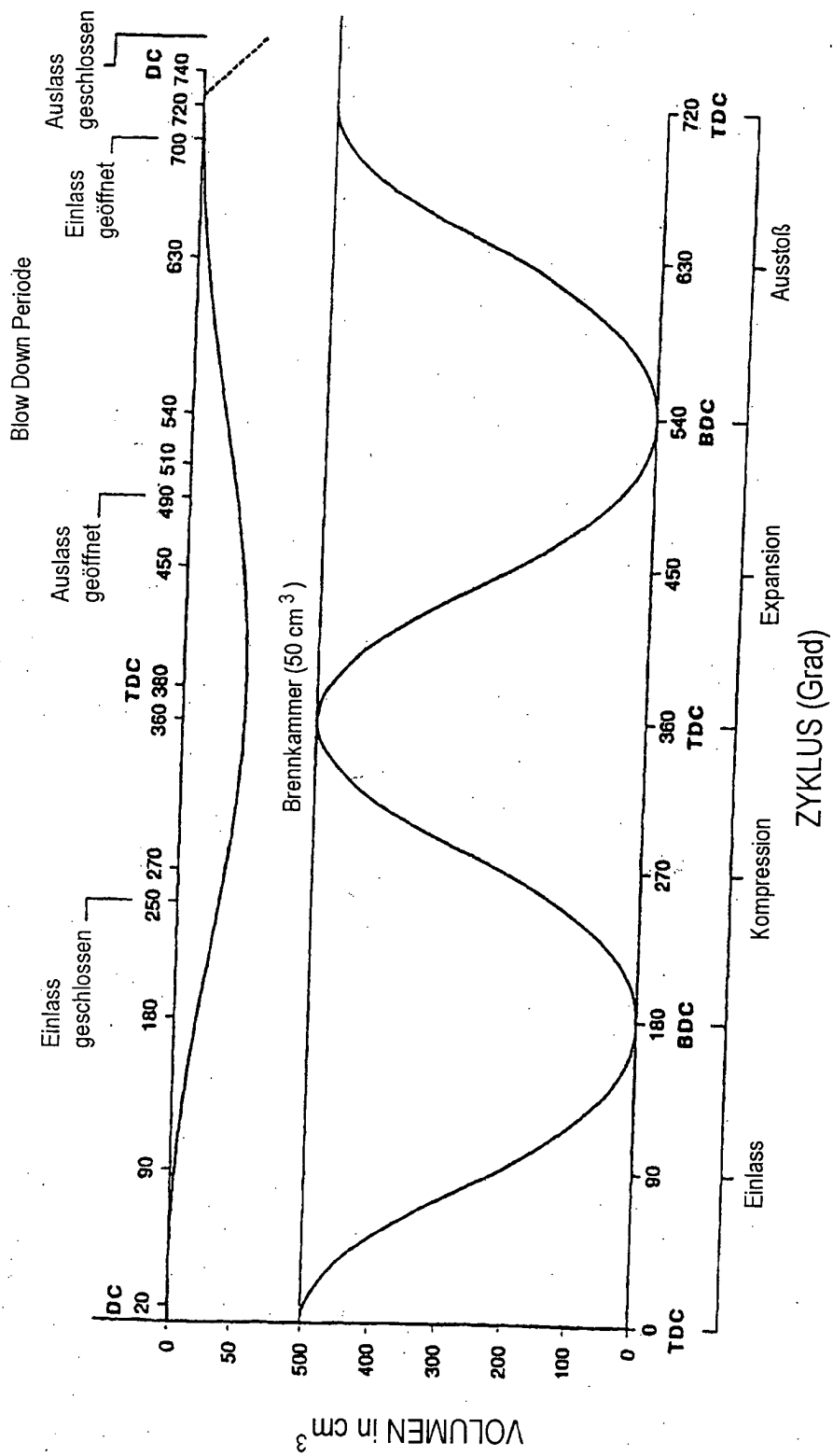


FIGURE 15

FIGURE 14



FIGUR 16