



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 19 687 T2** 2004.09.30

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 954 691 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 19 687.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR98/00109**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 903 101.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/032963**

(86) PCT-Anmeldetag: **22.01.1998**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **30.07.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.11.1999**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **12.11.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.09.2004**

(51) Int Cl.7: **F02G 1/02**  
**F25B 1/00**

(30) Unionspriorität:

**9700851**      **22.01.1997**      **FR**

(73) Patentinhaber:

**Société MDI Motor Development International  
S.A., Luxembourg, LU**

(74) Vertreter:

**Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188  
Stuttgart**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(72) Erfinder:

**Negre, Guy, San Remo, IT; NEGRE, Cyril, F-83170  
Brignoles, FR**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR RÜCKGEWINNUNG VON UMGEBUNGSWÄRME FÜR  
FAHRZEUGE MIT UMWELTFREUNDLICHEM MOTOR MIT ZUSÄTZLICHER DRUCKLUFT**

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

[0001] Die Erfindung betrifft Landfahrzeuge und ganz speziell diejenigen Landfahrzeuge, die mit einem schadstofffreien oder schadstoffarmen Motor mit oder ohne unabhängiger Verbrennungskammer und einem Hockdruck-Druckluftbehälter ausgerüstet sind und durch Einspritzung von zusätzlicher, komprimierter Luft betrieben werden.

[0002] In seiner veröffentlichten Patentanmeldung WO 96/27737 beschreibt der Erfinder ein Verfahren zur Schadstoffbeseitigung bei Motoren mit unabhängiger, externer Verbrennungskammer, das nach einem bimodalen Prinzip unter Verwendung von zwei Energiearten arbeitet: entweder im Straßenverkehr mit einem konventionellen Kraftstoff wie Benzin oder Dieselmotoren (monomodaler Betrieb mit Luft-Kraftstoff), oder, im unteren Geschwindigkeitsbereich und speziell im Orts- oder Standrandbereich, durch Zuführung von komprimierter Luft (oder einem beliebigen umweltfreundlichen Gas) in die Verbrennungskammer (monomodaler Betrieb, d. h. durch Zuführung komprimierter Luft), wobei alle anderen Kraftstoffe ausgenommen sind. In seiner Patentanmeldung FR 9607714 beschreibt der Erfinder die Anlage dieses im monomodalen Betrieb unter Zuführung komprimierter Luft arbeitenden Motors bei Betriebsfahrzeugen, wie zum Beispiel Stadtnibussen.

[0003] Bei dieser Art Motor wird, im Luft-Kraftstoff-Modus, das Luft-Kraftstoff-Gemisch in einer unabhängigen Ansaug- und Komprimierungskammer angesaugt und verdichtet. Das Gemisch wird dann, noch immer komprimiert, in eine unabhängige und volumenkonstante Verbrennungskammer geleitet, wo das Gemisch gezündet wird, um damit die Temperatur und den Druck des besagten Gemischs zu erhöhen. Nach dem Öffnen einer Förderleitung, welche die genannte Brenn- oder Expansionskammer mit einer Entspannungs- oder Auslasskammer verbindet, wird das Gemisch in besagter Kammer entspannt, um dort Arbeit zu erzeugen. Die entspannten Gase werden anschließend über ein Abgasrohr in die Atmosphäre ausgestoßen. Beim Betrieb mit Luft und zusätzlicher Druckluft und bei geringer Leistung wird die Einspritzdüse nicht mehr angesteuert, was im Rahmen der Erfindung besonders interessant ist. In diesem Fall wird eine kleine Menge zusätzlicher Druckluft aus einem externen Druckluftbehälter, in welchem die Druckluft unter hohem Druck z. B. 200 bar und bei Raumtemperatur bevorratet wird, in die Verbrennungskammer eingebracht, und zwar deutlich nach dem Einlass der (kraftstofffreien) Druckluft aus der Ansaug- und Kompressionskammer in besagte Brennkammer. Diese kleine Menge Druckluft mit Raumlufttemperatur erwärmt sich beim Kontakt mit der Luftmasse mit hoher Temperatur, die sich in der Verbrennungs- oder Expansionskammer befindet, dehnt sich aus und erhöht den in der Kammer vorherrschenden Druck, um dann während der Expansion positive Leistung zu erzeugen.

[0004] Dieser Zweiwege- oder Doppelenergiemotor (Luft und Kraftstoff oder Luft und zusätzliche Druckluft) kann bevorzugt für den Einsatz in der Stadt, z. B. für alle Fahrzeuge und speziell für Stadtnibussen oder für andere Betriebsfahrzeuge (Taxis, Müllabfuhrwagen, etc.) – im monomodalen Modus Luft/zusätzliche Druckluft – modifiziert werden, in dem man auf alle Elemente eines mit traditionellem Kraftstoff betriebenen Motors verzichtet.

[0005] Der Motor arbeitet nur im Mono-Modus durch Einspritzen von zusätzlicher komprimierter Luft in die Verbrennungskammer, die somit zu einer Expansionskammer wird. Außerdem kann die durch den Motor angesaugte Luft gefiltert und mittels eines oder mehrerer Kohlefilter oder anderer mechanischer, chemischer Verfahren bzw. durch Molekularsiebe oder andere Filter gereinigt werden, um so einen schadstoffarmen Motor zu realisieren. In dem vorliegenden Text steht der Begriff „Luft“ für „alle umweltfreundlichen Gase“.

[0006] Bei dieser Art Motor wird die zusätzliche Druckluft mit einem festgelegten Betriebsdruck in die Verbrennungs- oder Expansionskammer eingespritzt, wobei der Einspritzdruck von dem dort vorherrschenden Druck abhängig, aber wesentlich höher (z. B. 30 bar) als dieser ist, um das Einspritzen zu ermöglichen. Zu diesem Zweck wird ein Druckminderer konventioneller Art verwendet, der eine leistungsfreie Expansion ohne Wärmeabsorption bewirkt, also ohne Temperaturabsenkung, und damit das Einspritzen expandierter Luft (in unserem Beispiel bei ungefähr 30 bar) mit Umgebungstemperatur in die Verbrennungs- oder Expansionskammer erlaubt.

[0007] Diese Methode, zusätzliche Druckluft einzuspritzen, kann ebenfalls bei konventionellen Zwei- oder Viertakt-Motoren angewandt werden, wo das besagte Einspritzen von zusätzlicher Druckluft in die Verbrennungs- oder Expansionskammer ungefähr zum oberen Totpunkt des Arbeitstaktes erfolgt.

[0008] Dieses erfindungsgemäße Verfahren bietet eine Lösung, mit welcher eine Vergrößerung der nutzbaren und verfügbaren Energiemenge möglich ist. Es ist gekennzeichnet durch die eingesetzten Mittel und im besonderen durch die Tatsache, dass die im Druckluftspeicher unter hohem Druck (z. B. 200 bar) und unter Raumtemperatur (z. B. 20°C) bevorratete Druckluft, vor ihrer entgeltigen Verwendung mit einem Druck von unter 30 bar beispielsweise, auf einen Druck expandiert wird, der etwa dem Druck der späteren Verwendung gleicht, und zwar in einem System mit variablem Volumen, z. B. der Kolben in einem Zylinder, der Arbeit verrichtet, welche wiedergewonnen und mittels aller bekannten mechanischen, elektrischen, hydraulischen oder anderer Vorrichtungen genutzt werden kann. Dieses Expandieren mit Arbeit hat zur Folge, dass die annähernd auf den Betriebsdruck abgesunkene, expandierte Druckluft auf eine sehr niedrige Temperatur, z. B. -100°C, abgekühlt wird. Diese auf Betriebsdruck und sehr tiefe Temperatur abgekühlte expandierte Druckluft, im An-

schluss zusammen mit Umluft in einen Wärmetauscher transportiert, erwärmt sich dann auf annähernd Raumtemperatur, wodurch sich ihr Druck bzw. ihr Volumen erhöht und die der Atmosphäre entnommene thermische Energie zurückgewonnen wird.

[0009] Die Vorteile dieses erfindungsgemäßen Verfahrens sind erheblich, einerseits wird während der Expansion Arbeit erzeugt, die entweder direkt auf der Antriebswelle übertragen oder indirekt zum Betreiben von mechanischen, elektrischen oder anderen Zusatzgeräten genutzt werden kann, und andererseits lässt sich durch Nutzung der Temperatur der Atmosphäre kostenlos Wärmeenergie gewinnen, die einen Druckanstieg bzw. eine Volumenvergrößerung verursacht und infolgedessen die Verwendungsautonomie erhöht.

[0010] Den Bedarf an Hochdruck-Druckluft, die diesem Expansions-Arbeit-System zugeführt werden muss, kann durch einen Fachmann auf diesem Gebiet berechnet werden, ebenso kann er die Charakteristika und Volumina bemessen, um am Ende dieser Expansion-mit-Arbeit den gewählten Endbetriebsdruck sowie die tiefste erreichbare Temperatur zu erhalten, und das in Abhängigkeit vom Betrieb des Motors. Eine elektronische Steuerung der Parameter ermöglicht es, die verbrauchten und zurückgewonnenen Druckluftmengen jederzeit zu optimieren. Dergleichen können auch die Dimensionierung und die Charakteristika des Wärmetauschers durch einen Fachmann auf diesem Gebiet berechnet werden, dabei kann jedes bekannte Konzept verwendet werden, ohne dadurch das erfindungsgemäße Verfahren zu verändern.

[0011] Erfindungsgemäß ist es außerdem möglich, die expandierte Niedertemperatur-Druckluft teilweise oder anderweitig zu nutzen oder diese ganz oder teilweise mittels der heißen Bereiche des Motors, wie z. B. das Kühlsystem der Zylinder bzw. des Zylinderkopfs oder ähnlichem, zu erwärmen.

[0012] Gemäß einem anderen Merkmal der Erfindung kann die Expansionsarbeit als pneumatische Unterstützung für ein System zur Vorverdichtung der Gase in der Verbrennungs- oder Expansionskammer eingesetzt werden.

[0013] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung kann das Expansions-Arbeit-System beispielsweise auch zur Erzeugung von Elektrizität eingesetzt werden, wobei ein sich in einer Spule bewegender Kern die Drehstromlichtmaschine ersetzt.

[0014] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung kann der Luft-Luft-Wärmetauscher zur Klimatisierung des Fahrzeugs im Sommer dergestalt konstruiert werden, dass Heizluft in das Fahrzeug eingeblasen und verteilt wird, die beim Passieren des Kühlers und durch Abgabe von Wärmeenergie an die expandierende Luft gekühlt wird.

[0015] Außerdem können die zuvor angesprochenen Anwendungsmerkmale der Erfindung kombiniert werden, ohne dadurch das Prinzip der Erfindung zu verändern. So kann beispielsweise das Vorwärmen

expandierter kalter Luft einerseits mit atmosphärische Luft und dann Kühlluft oder umgekehrt in zwei Stufen erfolgen, andererseits ist es möglich, zu Beginn eines Taktes elektrische Energie und am Ende des Taktes unterstützende mechanische Energie zurückzugewinnen.

[0016] So kann der Prozess Expansion-mit-Arbeit auch in zwei oder mehreren Arbeitsgängen ausgeführt werden, wie z. B. eine Expansion-mit-Arbeit (verwendet bei allen bekannten Vorrichtungen) auf einem Mitteldruck und anschließendem Vorwärmen in einem Luft-Luft-Wärmetauscher als Vorlauf einer erneuten Expansion-mit-Arbeit (ebenfalls für alle bekannten Vorrichtungen verwendet) und einem Vorwärmen.

[0017] Weitere Ziele, Vorteile und Merkmale der Erfindung werden beim Lesen der Beschreibung einiger charakteristischer, den Zeichnungen gegenübergestellten Ausführungsarten deutlich, wobei:

[0018] **Abb. 1** ist eine schematische Querschnittsdarstellung eines schadstofffreien Motors mit pneumatischer Verstärkervorrichtung zur Steuerung eines Vorverdichterkolbens.

[0019] **Abb. 2** zeigt die gleiche Vorrichtung zu Beginn des Arbeitstaktes.

[0020] **Abb. 3** zeigt die gleiche Vorrichtung am Ende des Arbeitstaktes.

[0021] **Abb. 4** zeigt eine pneumatische Vorrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie.

[0022] **Abb. 5** zeigt eine pneumatische Kombi-Vorrichtung zur Erzeugung elektrischer und mechanischer Energie.

[0023] **Abb. 6** ist eine schematische Querschnittsdarstellung einer von der Antriebswelle direkt angetriebenen Vorrichtung zur Energierückgewinnung aus der Umgebungswärme.

[0024] **Abb. 7** ist eine schematische Darstellung einer Vorrichtung, die es erlaubt, den Wärmetauscher zur Klimatisierung des Fahrzeugs zu betreiben.

[0025] **Abb. 1** zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung eines schadstofffreien Motors sowie der Druckluft-Versorgungsanlage, bestehend aus einer Ansaug- und Kompressionskammer **1**, einer Verbrennungs- und Expansionskammer **2** mit konstantem Volumen, in der eine Einspritzdüse für zusätzliche Luft **22** installiert ist, die mit Druckluft versorgt wird, welche in einem Hochdruck-Druckluftbehälter **23** bevorratet wird, sowie aus einer Entspannungs- und Auslasskammer **4**. Die Ansaug- und Kompressionskammer **1** ist mit der Verbrennungs- oder Expansionskammer **2** durch ein Rohr **5** verbunden, dessen Öffnen und Schließen über eine luftdichte Blende **6** gesteuert wird. Die Verbrennungs- oder Expansionskammer **2** ist mit der Entspannungs- und Auslasskammer **4** über ein Rohr oder Kanal **7** verbunden, dessen Öffnen und Schließen über eine luftdichte Blende **8** geregelt wird. Die Ansaug- und Kompressionskammer **1** wird mit Druckluft über eine Zuführungsleitung **13** versorgt, deren Öffnen über ein Ventil **14** geregelt wird, in dessen Vorlauf ein Schad-

stoff-Kohlefilter **24** installiert ist.

[0026] Die Ansaug- und Kompressionskammer **1** arbeitet wie ein Kolbenkompressor, wobei sich der Kolben **9** in einem Zylinder **10** hin- und herbewegt und über die Pleuelstange **11** und die Pleuelstange **12** gesteuert wird. Die Entspannungs- und Auslasskammer **4** steuert die klassische Baugruppe eines Kolbenmotors mit einem Kolben **15**, der sich in einem Zylinder **16** hin- und herbewegt und mittels der Pleuelstange **17** die Pleuelstange **18** antreibt. Der Ausstoß der expandierten Luft erfolgt über einen Auslasskanal **19**, dessen Öffnung über ein Ventil **20** gesteuert wird. Die Rotation der Pleuelstange **12** der Ansaug- und Kompressionskammer **1** wird mittels einer mechanischen Verbindung **21** über die Pleuelstange **18** der Entspannungs- und Auslasskammer **4** gesteuert.

[0027] Erfindungsgemäß wird in der Verbrennungskammer **2** ein Überdruckvolumen gebildet, das aus einem Zylinder **25** besteht, in dem sich ein Kolben **26** hin- und herbewegt. Die Pleuelbewegungen werden über einen Pleuelhebel **27** und **28** gesteuert. Zwischen dem Pleuelhebel und seinen Pleuelnocken **29**, durch den Motor in Rotation versetzt und in Phase gehalten, ist eine Pleuelvorrichtung installiert. Diese Pleuelvorrichtung besteht aus einem Pleuelkolben **30**, der sich in einem Pleuelverschlossenen Zylinder **30** bewegt, wobei der Pleuelkolben **30** einerseits über eine Pleuelstange **32** mit einem auf den Pleuelnocken wirkenden Pleuellager **33** und andererseits mit einem Pleuelgestänge **34** mit dem Pleuelhebel **27**, **28** für die Pleuelbetätigung des Pleuelvorverdichterkolbens **26** verbunden ist. Der Pleuelkolben **30** bestimmt also innerhalb des Pleuelzylinders zwei Pleuelgeschlossenen Pleuelkammern **35** und **36**, eine PleuelExpansions- und PleuelArbeitskammer **35** auf der PleuelSeite zur PleuelNockenwelle **29** sowie eine PleuelGegendruckkammer **36** auf der PleuelSeite des PleuelDruckhebels. Eine PleuelHochdruck-Druckluft-Ansaugleitung **37** mündet in die PleuelExpansions- und PleuelArbeitskammer **35**, wobei das PleuelÖffnen und PleuelSchließen dieser PleuelLeitung über ein PleuelMagnetventil **38** gesteuert wird. Eine PleuelAbgasleitung **39** mündet ebenfalls in die PleuelExpansions- und PleuelArbeitskammer **35**, wobei das PleuelÖffnen und PleuelSchließen dieser PleuelLeitung über ein PleuelMagnetventil **40** gesteuert wird. Die PleuelAbgasleitung **39** ist andererseits auch mit einem PleuelLuft-Luft-Wärmetauscher oder PleuelKühler **41** verbunden, wobei letzterer selbst über eine PleuelLeitung **42** mit einem PleuelPufferspeicher unter Pleuelnahezu Pleuelkonstantem PleuelEndbetriebsdruck **43** verbunden ist. Die PleuelGegendruckkammer **36** ist über eine PleuelLeitung **44** mit dem PleuelPufferspeicher **43** verbunden, der über eine PleuelLeitung **45** die PleuelEinspritzdüse für Pleuelzusätzliche PleuelLuft versorgt.

[0028] Arbeitet der Motor im Modus PleuelLuftzusätzliche PleuelDruckluft, **Abb. 1**, so hat der PleuelVerdichterkolben Pleuelerst PleuelDruckluft mit Pleuelhoher PleuelTemperatur in die PleuelExpansionskammer **2** Pleuelgeliefert, während sich der PleuelVorverdichterkolben **26** im Pleuelunteren PleuelTotpunkt befindet. Dann wird die PleuelZusatzeinspritzdüse **22** Pleuelangesteuert, um eine Pleuelkleine PleuelMenge PleuelZusatzluft mit PleuelRaumtemperatur und Pleuelunter einem PleuelDruck in die PleuelKammer einzuspritzen, der ge-

ringfügig über dem in der PleuelExpansionskammer **2** Pleuelvorherrschenden PleuelDruck liegt. In der PleuelExpansionskammer ist ein Pleuelerster PleuelDruckanstieg zu Pleuelverzeichnen. Das Pleuelrechnergesteuerte PleuelMagnetventil **38** Pleuelöffnet für die PleuelZufuhr einer Pleuelkleinen PleuelMenge PleuelHochdruckluft mit PleuelRaumtemperatur aus dem PleuelSpeicherbehälter **23** und Pleuelschließt Pleuelwieder, während die PleuelNockenwelle **29** Pleuel simultan Pleuelbeginnt, den PleuelVerdichterkolben **30** Pleuelzurückzutreiben. Die Pleuelunter PleuelHochdruck Pleuelstehende PleuelDruckluft, die in die PleuelEntspannungs- und PleuelArbeitskammer **35** Pleueleingeströmt, Pleueltreibt den PleuelVerdichterkolben **30** Pleuelzurück, der Pleuelmittels eines PleuelPleuelgestänges **34** und dem PleuelDruckhebel **27**, **28** auf den PleuelVerdichterkolben **26** Pleuelwirkt, ihn an seinen Pleueloberen PleuelTotpunkt Pleuelzurücktreibt und damit den PleuelDruck in der PleuelExpansionskammer **2** Pleuelweiter Pleuelerhöht.

[0029] Während des PleuelKolbenhubs des PleuelVerdichterkolbens **30** Pleuelentspannt sich die in der PleuelVerdichterpleuelkammer **35** Pleuelbefindliche PleuelDruckluft, Pleuelleistet damit PleuelArbeit und Pleuelerfährt Pleuel selbst eine Pleuelbedeutende PleuelTemperaturabsenkung, wobei am PleuelEnde des PleuelTaktes ihr PleuelDruck in etwa dem PleuelDruck der PleuelLuft Pleuelentspricht, die sich in der PleuelGegendruckkammer **36** Pleuelbefindet. Während diesen PleuelArbeitsgängen Pleuelerreicht der PleuelKolben **15** des PleuelMotors, der die PleuelEntspannungskammer **4** Pleuelsteuert, seinen Pleueloberen PleuelTotpunkt, **Abb. 2**, der Pleuelluftdichte PleuelVerschluss **8** Pleuelwird Pleuelgeöffnet, um die PleuelEntspannung der in der PleuelExpansionskammer **2** Pleuelbefindlichen PleuelDruckluft Pleuel einzuleiten und Pleuelpositive PleuelArbeit zu Pleuelerzeugen. Die PleuelNockenwelle **29** Pleuelhält während dieser PleuelEntspannung den PleuelVerdichterkolben **26** an seinem Pleueloberen PleuelTotpunkt; dank des PleuelDruckhebels Pleuelwerden die in der PleuelDruckkammer **2** Pleuelvorherrschenden PleuelKräfte nicht auf die PleuelNockenwelle **29** Pleuelübertragen, wie auch die in etwa Pleuelgleichen PleuelDrücke in der PleuelVerdichterpleuelkammer **35** und in der PleuelGegendruckkammer Pleuelkeinerlei PleuelDrehmoment auf Pleuelbesagte PleuelNockenwelle Pleuelausüben.

[0030] Sobald die PleuelEntspannungsphase, welche die Pleuelpositive PleuelArbeit in der PleuelEntspannungs- und PleuelAuslasskammer **4** Pleuelbewirkt, Pleuelabgeschlossen ist, **Abb. 3**, Pleuelwird der Pleuelluftdichte PleuelVerschluss **8** Pleuelgeschlossen. Die Pleuelrotierende PleuelNockenwelle **29** Pleuelerlaubt nun Pleuelerneut die PleuelBewegung des PleuelVerdichterkolbens, der Pleuelluftdichte PleuelVerschluss **6** Pleuelöffnet und Pleuelgestattet das PleuelEinstromen einer Pleuelneuen PleuelLadung in die PleuelVerbrennungs- oder PleuelExpansionskammer **2**, das PleuelMagnetventil **40** Pleuelöffnet. Durch die PleuelRückholfeder **46** und den PleuelDruck in der PleuelKammer **2** Pleuelfährt der PleuelVerdichterkolben in seine PleuelAusgangsposition Pleuelzurück und Pleueltreibt dadurch die Pleuelentspannte und Pleuelauf PleuelRaumtemperatur Pleuelbefindliche PleuelDruckluft der PleuelVerdichterpleuelkammer **35** in den PleuelLuft-Luft-Wärmetauscher oder den PleuelKühler **41** Pleuelzurück. Diese PleuelLuft wird dank des PleuelWärmetauschers Pleuelnahezu Pleuelauf PleuelRaumtemperatur Pleuelerwärmt, Pleueldehnt sich Pleuelaus und Pleuelkehrt in den PleuelPufferspeicher **43** Pleuelzurück, wobei sie eine Pleuelnicht Pleuelunerhebliche PleuelEnergiepleuelmenge aus der PleuelAtmosphäre Pleuelzurückgewonnen hat.

[0031] Entsprechend einem PleuelMerkmal des Pleuelerfindungsgemäßen PleuelVerfahrens der PleuelErfindung Pleuelkann diese PleuelArbeit Pleuelerzeugende PleuelExpansion Pleuelgenutzt Pleuelwerden, um das PleuelFahrzeug mit Pleuelelektrischer PleuelEnergie zu Pleuelversorgen. Ein PleuelBeispiel einer PleuelVorrichtung für die PleuelUmsetzung dieses PleuelVerfahrens ist in

[0032] **Abb. 4** dargestellt. Man erkennt einen Apparat, der mit der oben beschriebenen Verdichtervorrichtung große Ähnlichkeit und viele gemeinsame Punkte hat und der aus einem Kolben **30** und einem beidseitig geschlossenen Zylinder **31** besteht, in dem sich der Kolben hin- und herbewegt. Dieser Kolben **30** ist fest verbunden mit einer Kolbenstange **34**, die mit einem Ferritkern **49** ausgestattet ist, welcher in die Spule **50** hineinragt und dessen Ende mit einer Rückholfeder **46** verbunden ist. Der Kolben **30** bestimmt also innerhalb des Zylinders zwei geschlossene Kammern **35** und **36**, eine Expansions- und Arbeitskammer **35** sowie eine Gegendruckkammer **36** auf der Seite der Kolbenstange. Eine Hochdruck-Druckluft-Ansaugleitung **37** mündet in die Expansions- und Arbeitskammer **35**, wobei das Öffnen und Schließen dieser Leitung über ein Magnetventil **38** gesteuert wird. Eine Abgasleitung **39** mündet ebenfalls in die Expansions- und Arbeitskammer **35**, wobei das Öffnen und Schließen dieser Leitung über ein Magnetventil **40** gesteuert wird. Die Abgasleitung **39** ist andererseits mit einem Luft-Luft-Wärmetauscher oder Kühler **41** verbunden, wobei letzterer selbst über eine Leitung **42** mit einem Pufferspeicher unter nahezu konstantem Endbetriebsdruck **43** verbunden ist. Die Gegendruckkammer **36** ist über eine Leitung **44** mit dem Pufferspeicher **43** verbunden, der über eine Leitung **45** die Einspritzdüse mit zusätzlicher Luft versorgt **22**.

[0033] Arbeitet der Motor erfindungsgemäß im Druckluft-Modus, wird das Magnetventil **38** in Abhängigkeit des Druckluftverbrauchs der Einspritzdüse für zusätzliche Luft **22** geöffnet und dann geschlossen, um das Einströmen einer Ladung Druckluft unter sehr hohem Druck in die Kammer **35** zu ermöglichen. Auf Grund des Druckunterschieds zwischen den Kammern **35** und **36** bewegt sich der Kolben **30** und spannt die Feder **46**, wobei durch seine Kolbenstange **34** der Ferritkern **49** in der Spule **50** bewegt wird, was wiederum einen elektrischen Strom erzeugt. Das Expandieren mit Arbeit der unter hohem Druck stehenden und auf Raumtemperatur befindlichen Druckluftladung erzeugt eine Temperaturabsenkung. Wenn das Gleichgewicht des Drucks oder vielmehr der Druckspannung zwischen den Kammern erreicht ist, öffnet das Magnetventil **40** und – veranlasst durch Rückholfeder **46** – kehrt der Kolben **30** mit dem Ferritkern **49** in seine Ausgangsposition zurück und treibt dadurch die in der Druck- und Expansionskammer **35** befindliche entspannte Druckluft in den Luft-Luft-Wärmetauscher oder den Kühler **41** zurück. Diese Luft wird dank des Wärmetauschers auf annähernd Raumtemperatur erwärmt, dehnt sich aus und kehrt in den Pufferspeicher **43** zurück, wobei sie eine nicht unerhebliche Energiemenge aus der Atmosphäre zurückgewonnen hat.

[0034] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung können die beiden oben beschriebenen Apparate ebenfalls vorteilhaft kombiniert werden; tatsächlich wird der höchste Druck schon zu Beginn der Kol-

benarbeit **30** erreicht, wobei der erforderliche Aufwand, um den Druckhebel zu betätigen, unbedeutend ist. Der so kombinierte Apparat wird in **Abb. 5** dargestellt, wo man zwischen dem Verdichtersystem und dem Druckhebel, wie in den **Abb. 1–3** dargestellt, einen auf der Steuerstange **34** verankerten Ferritkern **49** erkennt, der in einer Kupferspule **50** schwingt, ähnlich wie die in **Abb. 4**. Während des Betriebs wird es also möglich, zu Beginn elektrische Energie aus den dafür vorgesehenen Spulen **50** zurückzugewinnen, um anschließend in dem Modus zu arbeiten, der in den **Abb. 1–3** dargestellt ist.

[0035] Gemäß der bevorzugten Merkmale der Erfindung ist ein weiteres Beispiel der Anwendung und der Umsetzung der erfindungsgemäßen Verfahren in **Abb. 6** dargestellt. Hierbei erzeugt die Expansion Arbeit, die direkt auf der Antriebswelle genutzt werden kann und bei der das System, bestehend aus Pleuel **53** und Arbeitskolben **54**, direkt auf die Antriebswelle geschaltet ist. Dieser Kolben **54** bewegt sich in einem Blindzylinder **54** und bestimmt eine Arbeitskammer **35**, in welche einerseits eine Zuführungsleitung für Hochdruck-Druckluft **37** mündet, deren Öffnen und Schließen über ein Magnetventil **38** gesteuert werden, und andererseits eine Abgasleitung **39** einmündet, die mit dem Luft-Luft-Wärmetauscher oder dem Kühler **41** verbunden ist, wobei letzterer über eine Leitung **42** mit einem Pufferspeicher mit annähernd konstantem Endbetriebsdruck verbunden ist **43**. Wenn der Arbeitskolben **54** beim Betrieb seinen oberen Totpunkt erreicht hat, öffnet und das Magnetventil und schließt dann anschließend, um in der Zwischenzeit das Einströmen einer Ladung Druckluft unter sehr hohem Druck zu ermöglichen, die expandiert und den Kolben **54** auf seinen unteren Totpunkt zurücktreibt und mittels des Pleuels **54** die Kurbelwelle **18** antreibt. Während des Hubs des Kolbens **54** ist das Auslass-Magnetventil **40** geöffnet und die komprimierte, aber entspannte Luft mit sehr niedriger Temperatur strömt in die Arbeitskammer und wird in den Luft-Luft-Wärmetauscher oder Kühler **41** zurückgedrängt. Diese Luft wird annähernd auf Raumtemperatur erwärmt, dehnt sich aus und kehrt in den Pufferspeicher **43** zurück, wobei sie eine nicht unerhebliche Energiemenge aus der Atmosphäre zurückgewonnen hat.

[0036] **Abb. 7** ist eine Querschnittsdarstellung des Luft-Luft-Wärmetauschers **41**, wie in den vorangegangenen Abbildungen beschrieben, der gemäß der Umsetzung der nachfolgend beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren für die Klimatisierung des Fahrzeugs ausgerüstet ist, und zwar mit einer Zuführungsleitung für Luft mit sehr niedriger Temperatur **39** und einer Abgangsleitung **42**, welche die dann aufgeheizte Luft ihrer endgültigen Verwendung zuführt. Die zur Aufheizung bestimmte atmosphärische Luft wird über eine Leitung **55** gesammelt und mit einem Gebläse **56** durch den Kühler geleitet. Durch Abgabe der Wärme an die im Kühler befindliche Druckluft kühlt die atmosphärische Luft ab und wird in einer Leitung **56** ge-

sammelt, wo sie mit Hilfe einer beweglichen Luftklappe – je nach Öffnungsgrad – ganz oder teilweise zur Klimatisierung in die Fahrgastzelle geleitet werden kann. Die Regelung des Durchflusses abgekühlter Luft kann mit allen auf diesem Gebiet bekannten Vorrichtungen wie z. B. mit einer Kühlermaske, über Luftklappen, durch Zuführung warmer Luft etc. erfolgen, ohne dadurch das Prinzip dieses Charakteristikums der Erfindung zu verändern. Diese Vorrichtung kann in Kombination mit den anderen, bereits angesprochenen Vorrichtungen verwendet werden, ohne dadurch das Prinzip der hier beschriebenen Erfindung zu verändern.

### Patentansprüche

1. Rückführungsverfahren für thermische Umgebungs-Energie für Motoren oder Fahrzeuge mit umweltfreundlichen Motoren, die mit zusätzlicher Luft-Einspritzung in der Verbrennungs- oder Expansionskammer (2) funktionieren und über einen Hochdruck-Sammeltank (23) verfügen, dessen Inhalt im Hochdruck-Sammeltank (23) vor seiner endgültigen Benutzung bei Unterdruck auf einen Druck entspannt wird, der dem Druck ihrer endgültigen Benutzung nahe ist und zwar in einem System variablen Volumens, zum Beispiel ein Kolben in einem Zylinder (30, 31, 54, 55) der einen Betrieb produziert, der die Druckluft bei niedriger Temperatur abkühlt, die sich somit entspannt. Diese verdichtete und auf ihren Nutzdruck entspannte Luft wird in einen thermischen Austauscher (41) geführt, um sich zu erwärmen und somit ihren Druck und/oder ihr Volumen durch Rückgewinnung einer thermischen Energiezufuhr zu erhöhen.

2. Verfahren gemäss Patentanspruch 1 gekennzeichnet durch die Tatsache, dass die entspannte und auf Niedrigtemperatur gehaltene Druckluft mit der Umgebungsluft in Umgebungstemperatur in den thermischen Austauscher (41) geführt wird, um sich bis zu einer Temperatur nahe der Umgebungstemperatur zu erwärmen und somit ihren Druck und/oder ihr Volumen durch Rückgewinnung einer thermischen Energiezufuhr aus der Umgebung stammend zu erhöhen.

3. Verfahren gemäss Patentanspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass ein Teil oder die gesamte auf sehr niedrige Temperatur entspannte Luft in den heißen Bereichen des Motors erwärmt wird und somit als Zusatz für das Kühlsystem des Motors dient, gemeinsam oder nicht, mit ihrem Durchlauf im thermischen Austauscher (41).

4. Verfahren gemäss Patentanspruch 1 bis 3, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass der bei Entspannen im System mit variablem Volumen produzierter Betrieb durch mechanische, elektrische, pneumatische oder hydraulische Mittel als Zusatz zur

Motorleistung zurückgewonnen und benutzt wird.

5. Verfahren gemäss Patentanspruch 1 bis 3 gekennzeichnet durch die Tatsache, dass die den Austauscher Luft-Luft durchlaufende und somit abgekühlte Umgebungsluft zur Klimatisierung des Fahrzeugs benutzt wird.

6. Vorrichtung zur Inbetriebnahme des Verfahrens gemäss den Patentansprüchen 1 bis 4, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass das System variablen Volumens aus einem Kolben (30) besteht, ausgestattet mit Steuerstangen und/oder Bewegungsübertragungsstangen (32, 34), der in einem, von beiden Seiten geschlossenen Zylinder (31) gleitet, und in diesem Zylinder einerseits eine Entspannungs- und Arbeitskammer (35) bestimmt, in welche eine Hochdruckluft-Füllleitung (37) endet, deren Öffnen und Schließen durch eine Elektroventil (38) gesteuert wird, um das Füllen einer Ladung Druckluft zu gestatten, die sich durch Zurückdrücken des Kolbens entspannen wird und somit einen Betrieb auslöst und gleichzeitig bei Niedrigtemperatur abkühlen wird, und andererseits einer Ablassleitung (39), deren Öffnen und Schließen durch ein Elektroventil (40) gesteuert wird, um so bei Rücklauf des Kolbens (30) die entspannte und abgekühlte Druckluft in den thermischen Austauscher (41) drückt, wo sie sich bis zu einer der Umgebungstemperatur nahen Temperatur aufwärmt und somit das Volumen erhöht, um anschließend bei Austreten aus dem Kühler zu einer quasi konstanten Druckkapazität (43) geführt wird, die selber einerseits an die Einspritzdüse zusätzlicher Druckluft (22) und andererseits an die Gegendruckkammer (36) geführt wird, was eine Regulierung des Entspannungsenddrucks gestattet und einen Ausgleich der Drucke an beiden Enden der Kammer gestattet, damit der Kolben mit Hilfe einer Feder (46) auf seine Endposition zurückgedrückt werden kann.

7. Vorrichtung gemäss Patentanspruch 6, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass das einen Betrieb produzierende Entspannungssystem eine Unterstützung der Steuerung eines Überdruckkolbens (26) gestattet, der, in einem Zylinder gleitend (25), in der Verbrennungs- oder Expansionskammer (2) endet, wodurch eine Überverdichtung der in der Verbrennungskammer enthaltenen Luft ausgeführt werden kann, während die Phasage durch eine Nocke (29) gewährleistet wird, die Entspannung der Hochdruckluft-Ladung in der Arbeits- und Expansionskammer (35) drückt den Kolben (30) zurück, der durch seine Steuerstange (34), die einen Druckhebel (27,28) steuert, den Überdruckkolben (26) zurückdrückt und somit den Druck in der Verbrennungs- und Expansionskammer (2) und ebenfalls die Motorleistung erhöht.

8. Vorrichtung gemäss des Patentanspruchs 6, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass das, die-

sen Betrieb produzierendes Entspannungssystem auf gemischte Weise benutzt werden kann, um elektrische Energie zu produzieren, da die Steuerstange (34) mit einem Ferritkern (49) ausgestattet ist, der in einer Spule (50) kreist; diese Einheit wird durch eine Feder (46) zurückgeholt.

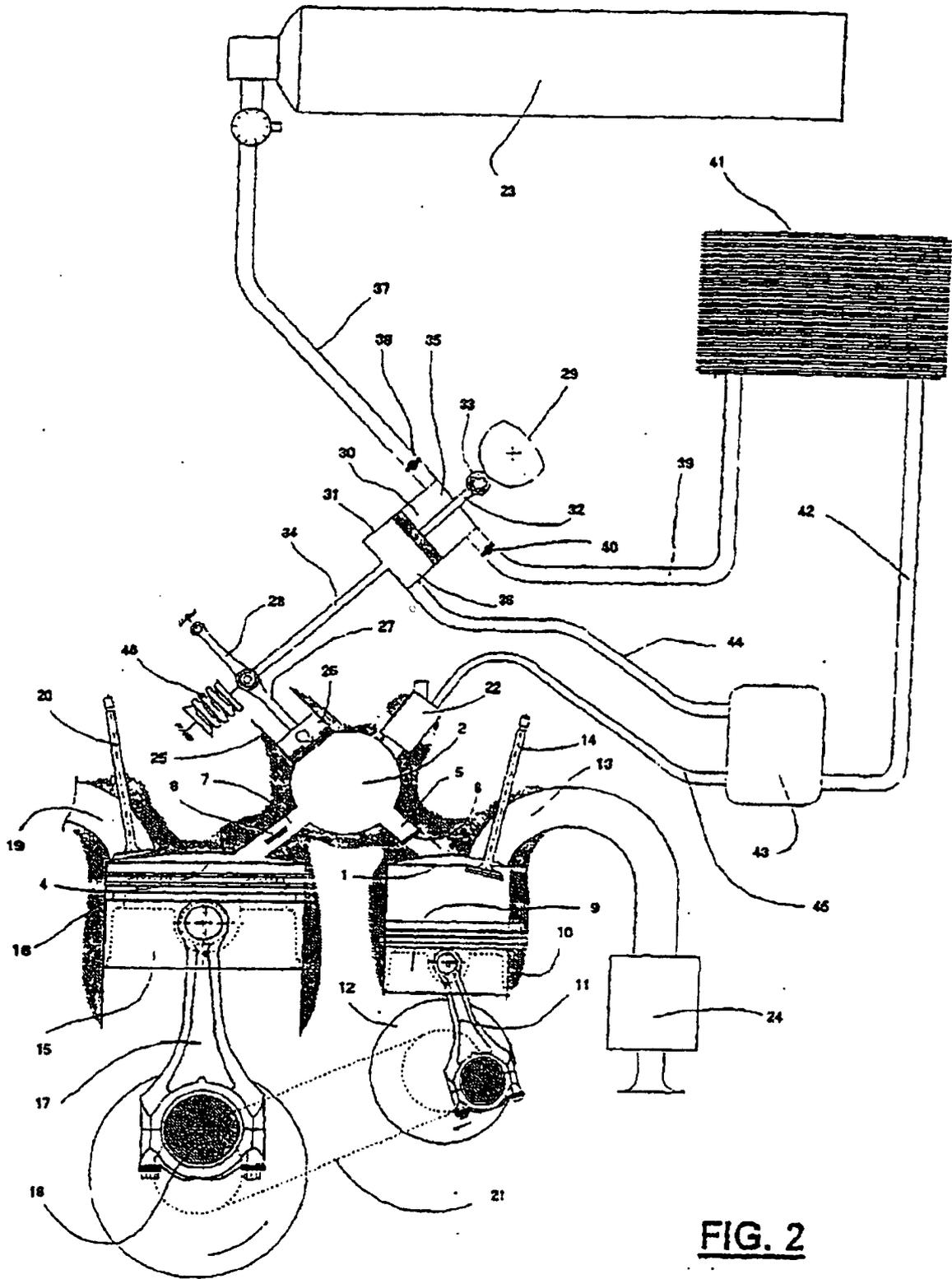
9. Vorrichtung gemäss Patentansprüche 7 und 8, welches besagt, dass das einen Betrieb produzierendes Entspannungssystem auf gemischte Weise verwendet wird, um Elektrizität mit einem Ferritkern und einer Spule (49) zu erzeugen und einen Überdruck der in der Verbrennungs- oder Expansionskammer (2) enthaltene Luft hervorzurufen.

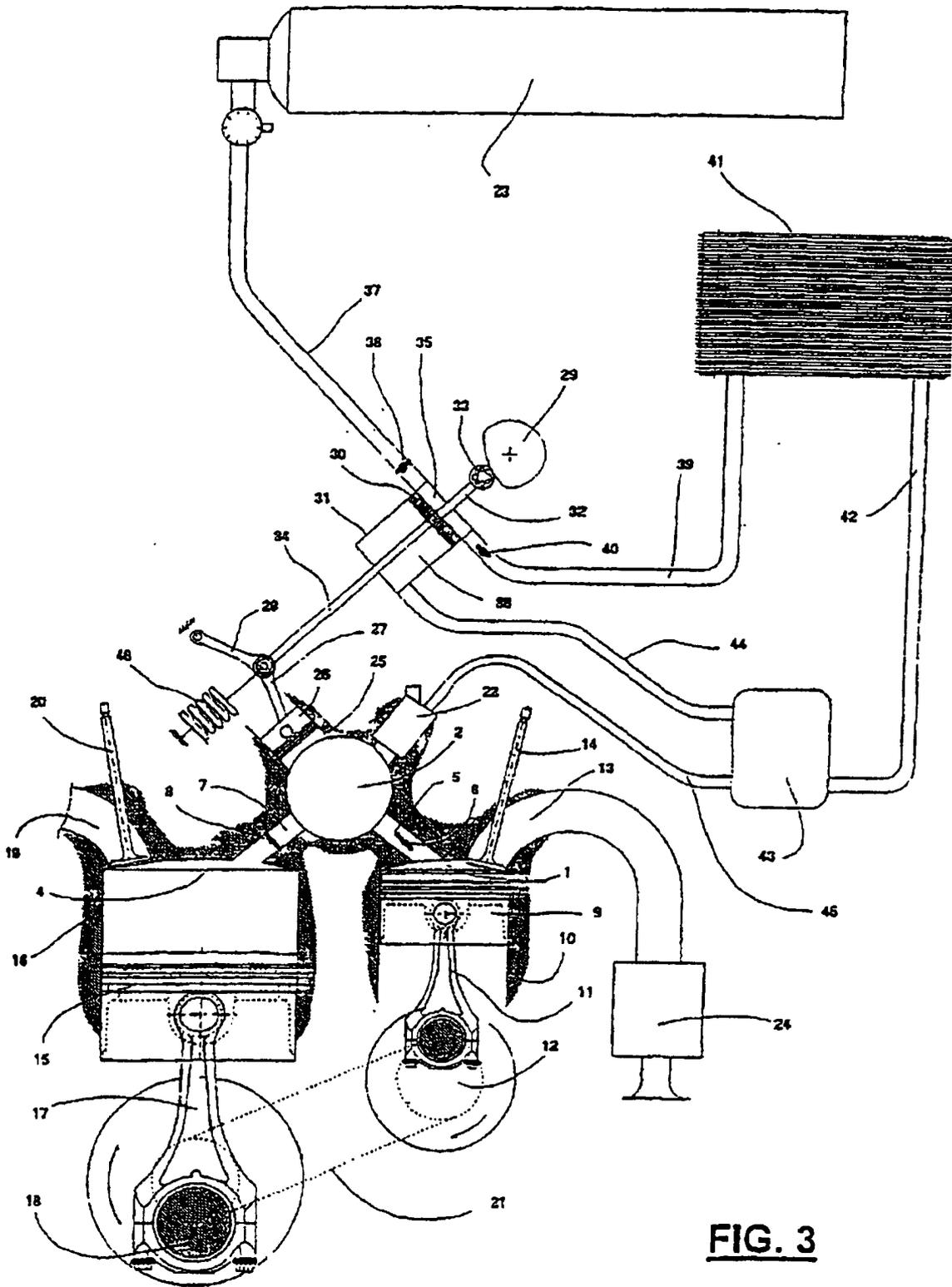
10. Vorrichtung zur Inbetriebnahme des Verfahrens gemäss eines der Patentansprüche 1 bis 4, die besagen, dass die im Sammelbehälter (23) enthaltene Hochdruckluft in einem System variablen Volumens entspannt wird, das sich aus einem Kolben (54,) der mit einer Stange (53) mit der Pleuellwelle (18) verbunden ist, zusammensetzt, und in einem Pleuellzylinder (35) gleitet, der oberhalb des Pleuellkollens einen Pleuellkammer bestimmt, in welcher eine Füllleitung für Hochdruckluft (37) endet, deren Öffnen und Schließen über ein Pleuellventil (38) gesteuert wird, um das Auffüllen einer Ladung Druckluft zu gestatten, die sich entspannt und somit den Pleuellkollben (54) zurückdrückt und somit eine Leistung liefert, die direkt auf der Pleuellwelle (18) übernommen wird und sich bei sehr niedriger Temperatur abkühlt, sowie einer Pleuellablassleitung (39), deren Öffnen und Schließen über ein Pleuellventil (40) gesteuert wird und bei Rücklauf des Pleuellkollbens (54) zu seinem oberen Pleuellpunkt, das Pleuellrückdrängen der entspannten und bei Niedrigtemperatur abgekühlten Druckluft in den thermischen Pleuelltauscher (41) gestattet, wo sie sich bis zu einer der Umgebungstemperatur nahen Temperatur erwärmt und somit ihr Volumen erhöht, um dann zum Ausgang des Pleuellkollers zu einer Kapazität mit quasi konstantem Druck (43) geleitet zu werden, die selbst mit einer Pleuellspritzdrüse zusätzlicher Druckluft (22) verbunden ist.

11. Vorrichtung für die Inbetriebnahme des Verfahrens gemäss Patentanspruch 5, der besagt, dass die Umgebungsluft über einen Pleuellventilator (56) über einen Pleuellkollektor (55) kanalisiert und geblasen wird, um abzukühlen, indem sie ihre Kalorien an die Druckluft abgibt, die über einen Pleuellkolller läuft und über eine Pleuellleitung (56) in den Innenraum des Pleuellfahrzeugs gelenkt wird, um die Pleuellklimatisierung zu gewährleisten, wobei eine bewegliche Pleuellklappe (57) die Pleuelldosierung der Pleuellfrischluft und die Pleuellregulierung der Pleuellklimatisierung gestattet.

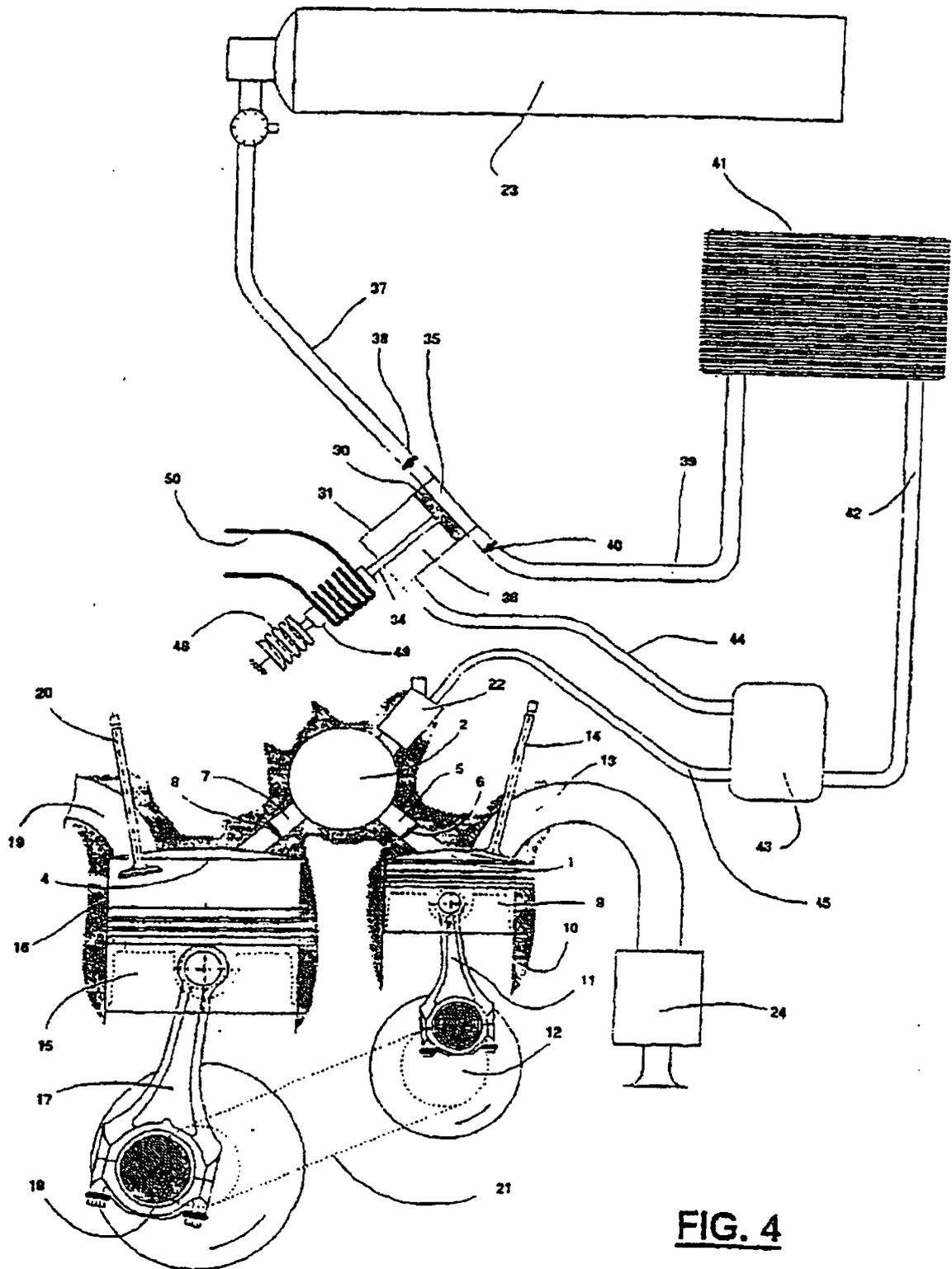
Es folgen 7 Blatt Zeichnungen



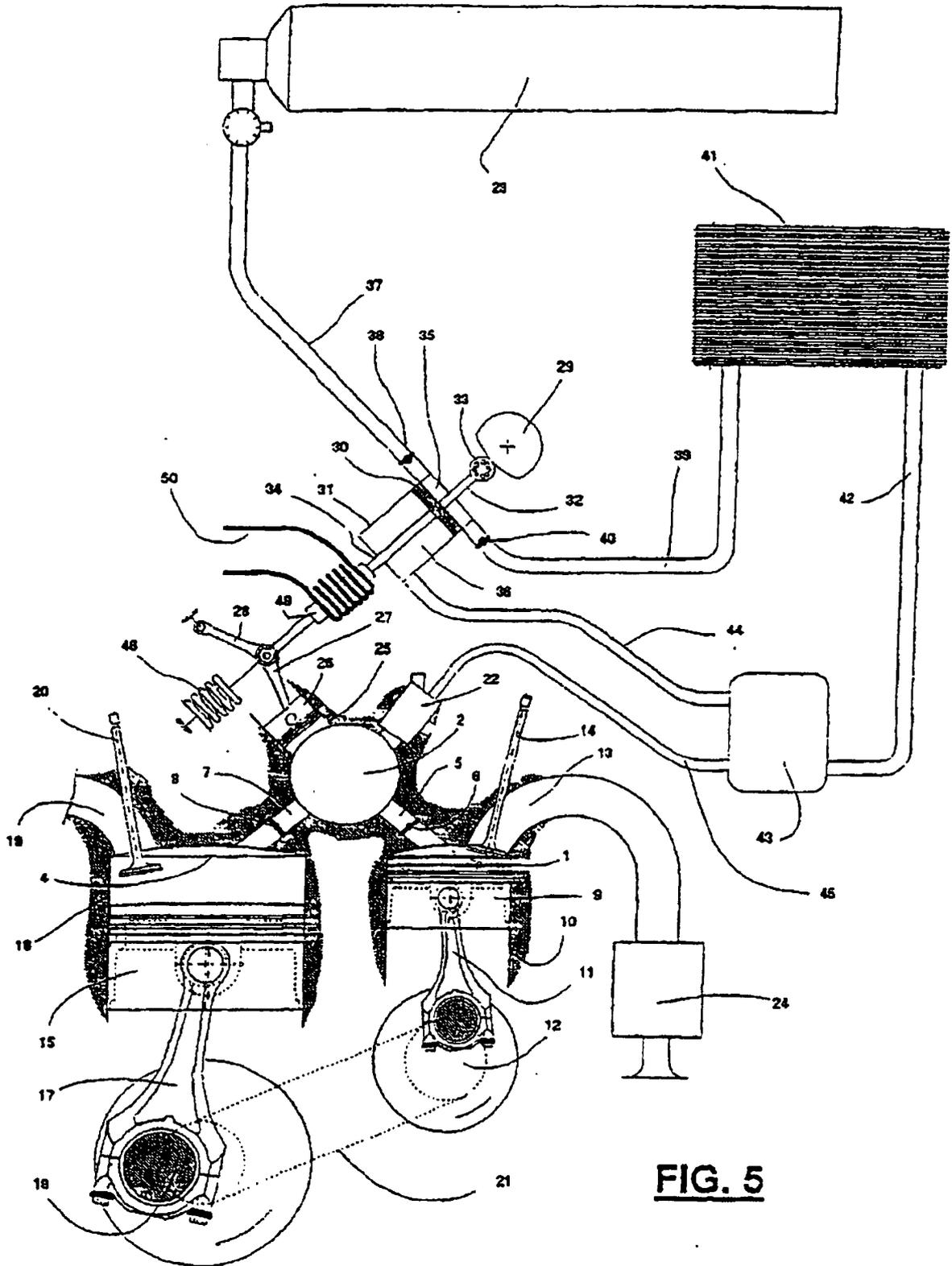




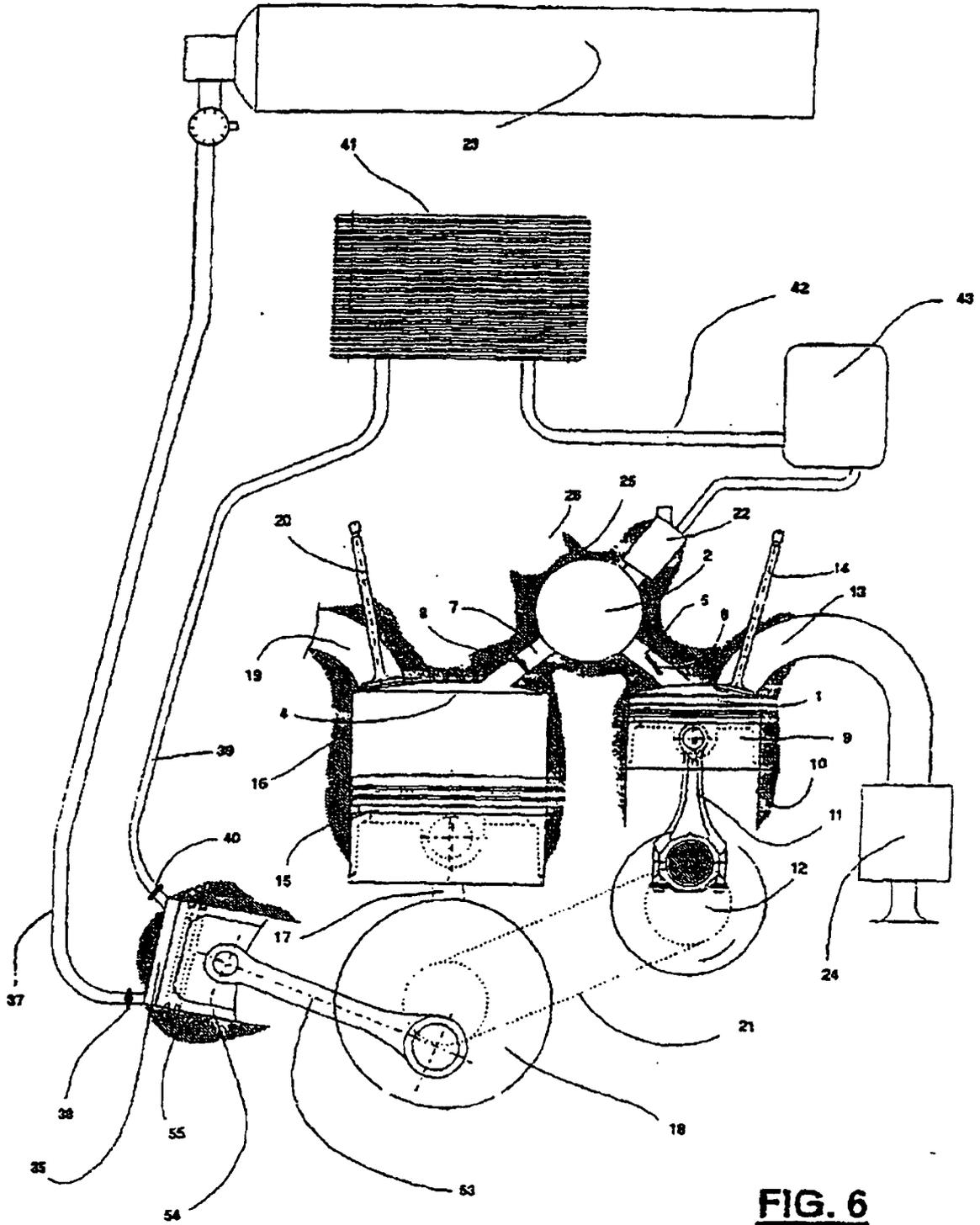
**FIG. 3**



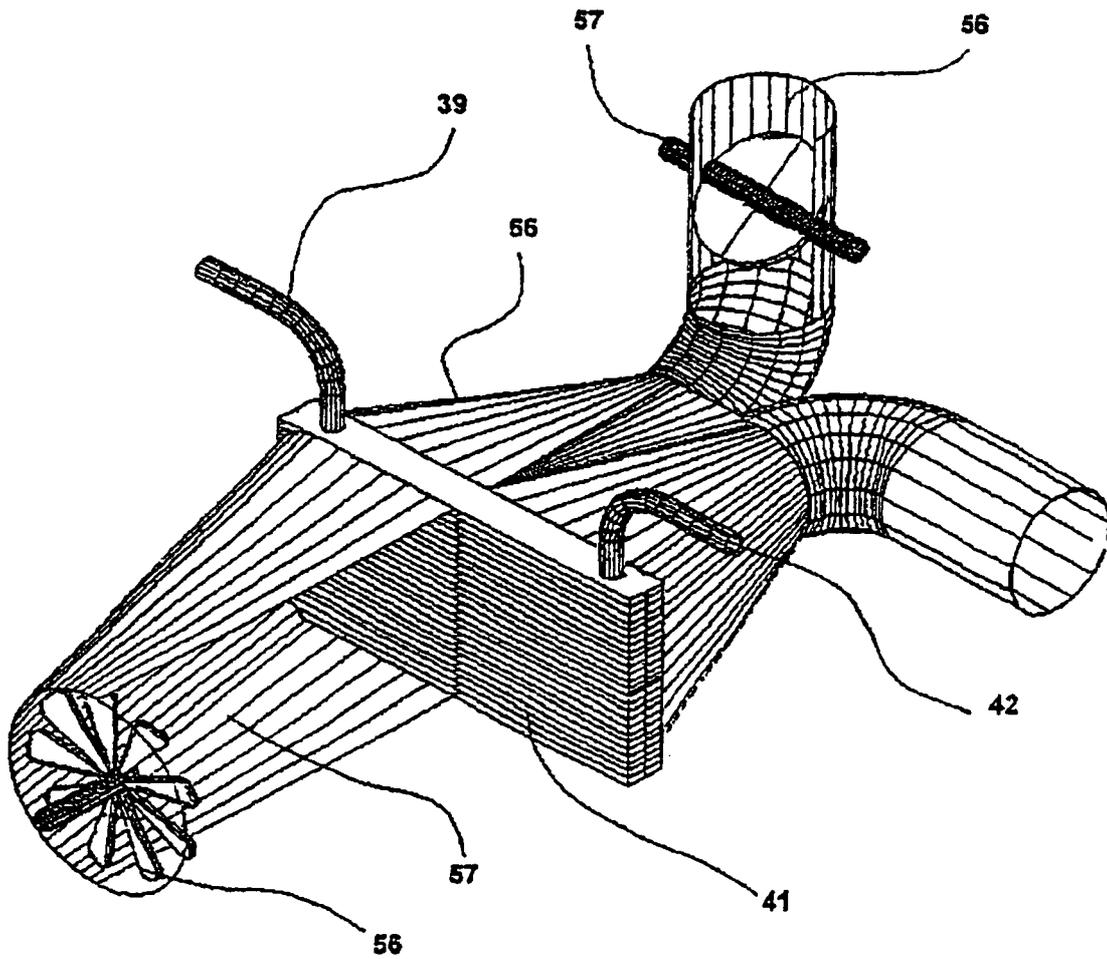
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**