



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 899 434 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.03.1999 Patentblatt 1999/09

(51) Int. Cl.⁶: **F02B 33/42**, F04F 11/02,
F01N 3/22

(21) Anmeldenummer: 97810614.4

(22) Anmeldetag: 29.08.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV RO SI

(72) Erfinder:
• **Martin, Roger**
5504 Othmarsingen (CH)
• **Wenger, Urs**
4900 Langenthal (CH)

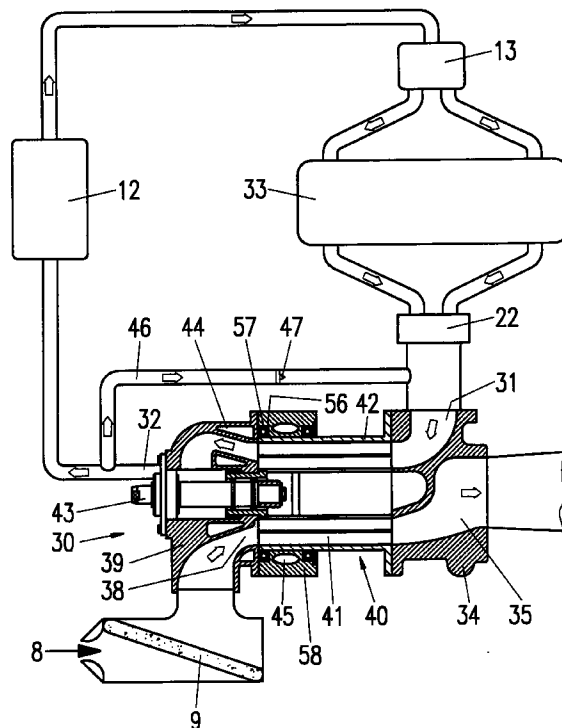
(71) Anmelder:
Swissauto Engineering S.A.
1037 Etagnières (CH)

(74) Vertreter:
AMMANN PATENTANWÄLTE AG BERN
Schwarztorstrasse 31
3001 Bern (CH)

(54) Gasdynamische Druckwellenmaschine

(57) Die gasdynamische Druckwellenmaschine, die bestimmt ist, einer Verbrennungsmaschine Ladeluft zuzuführen, weist einen Zellen (18, 41) aufweisenden Rotor (6, 40), einen Niederdruck-Frischluftezufuhrkanal (14, 38), einen zur Verbrennungsmaschine (1, 33) führenden Hochdruck-Ladeluftkanal (10, 32), einen von der Verbrennungsmaschine herkommenden Hochdruck-Abgaskanal (3, 31) und einen Niederdruck-Abgaskanal (4, 35) auf, wobei der Niederdruck-Abgaskanal (4, 35) und der Hochdruck-Abgaskanal (3, 31) in einem Gasgehäuse (5, 34) und der Niederdruck-Frischluftezufuhrkanal (14, 38) und der Hochdruck-Ladeluftkanal (10, 32) in einem Luftgehäuse (15, 39) angeordnet sind. Um einerseits die schädlichen Druckpulsationen zu beseitigen und andererseits den Kompressions-Wirkungsgrad zu erhöhen, ist zwischen dem Hochdruck-Ladeluftkanal (32) und dem Hochdruck-Abgaskanal (31) eine direkte Verbindungsleitung (46) angeordnet, die vorzugsweise ein Rückschlagventil (47) aufweist.

FIG. 2



EP 0 899 434 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine gasdynamische Druckwellenmaschine gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs. Eine solche Druckwellenmaschine ist aus dem Stand der Technik bekannt, beispielsweise aus der CH-A-681 738.

[0002] Da die Druckwellenmaschine nach Stand der Technik konzeptbedingt nur mit einem möglichst pulsationsfreien Gleichdrucksystem gute Wirkungsgrade liefert, wird vor der Druckwellenmaschine ein Volumen in den Abgassammler integriert, um die Motorpulsationen zu dämpfen. Ohne diese Dämpfung würden die harten Motorpulsationen vor allem bei tieferen Motordrehzahlen durch den Abgaskanal des Gasgehäuses der Druckwellenmaschine in den Rotor eindringen und den eigentlichen Druckwellenprozess der Druckwellenmaschine stören, was sich in einer deutlichen Verschlechterung der Wirkungsgrade und erhöhter Rezirkulation bemerkbar macht. Das im Abgassammler vor der Druckwellenmaschine integrierte, relativ grosse Volumen vermag nur einen Teil dieser Pulsationen zu dämpfen, nicht aber zu beseitigen. Ebenso hat ein solches Abgassammler-Volumen den Nachteil des grösseren Bauvolumens und der grösseren Wärmekapazität.

[0003] Die Standard-Druckwellenmaschine ist für hohe Ladedrücke und gute Wirkungsgrade stark füllungsabhängig. Bei tiefem Verbrennungsmotor-Durchsatz sinkt die Füllung im Rotor der Druckwellenmaschine und somit auch der Ladedruck. Die Maschine ist in diesem Kennfeldbereich eigentlich zu gross. Bei hohem Verbrennungsmotor-Durchsatz steigt die Füllung stark an und der Kompressionswirkungsgrad verschlechtert sich. In diesem Kennfeldbereich ist die Druckwellenmaschine also eigentlich zu klein.

[0004] Es ist von diesem Stand der Technik ausgehend Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Druckwellenmaschine anzugeben, die bei kleinerem Abgassammler-Volumen die schädlichen Pulsationen beseitigt und den Kompressions-Wirkungsgrad erhöht. Diese Aufgabe wird mit einer Druckwellenmaschine nach Anspruch 1 gelöst.

[0005] Weitere Vorteile und Ausführungsbeispiele der erfindungsgemässen Druckwellenmaschine sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0006] Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Figur 1 zeigt schematisch einen abgewinkelten zylindrischen Schnitt durch die Zellen eines Rotors einer Druckwellenmaschine gemäss Stand der Technik,

Figur 2 zeigt eine allgemeine Darstellung einer erfindungsgemässen gasdynamischen Druckwellenmaschine, und

Figur 3 zeigt in perspektivischer Sicht die gasdynamische Druckwellenmaschine gemäss Figur 2.

[0007] Der Einfachheit halber ist in der Abwicklung gemäss Figur 1 ein Druckwellen-Zyklus dargestellt und beschrieben, während in den Figuren 2 und 3 eine Zwei-Zyklusmaschine dargestellt ist. Die Erfindung ist jedoch von der Anzahl Druckwellen-Zyklen unabhängig, sie kann für Druckwellenmaschinen mit nur einem Zyklus oder aber mit zwei oder mehr Zyklen angewandt werden.

[0008] Figur 1 zeigt eine Abwicklung des Rotors einer Druckwellenmaschine gemäss Stand der Technik und man erkennt die Verbrennungsmaschine 1, die gasdynamische Druckwellenmaschine 2, den Hochdruck-Abgaskanal 3 und den Niederdruck-Abgaskanal 4 inklusive der Spülluft S, den Rotor 6 mit den einzelnen Zellen 18, den Frischlufteintritt 8, bzw. Niederdruck-Frischluftezufuhrkanal 14, den Hochdruck-Ladeluftkanal 10, der in den Ladeluftkanal 11 übergeht und zur Verbrennungsmaschine 1 führt.

[0009] In den Figuren 2 und 3 ist eine erfindungsgemässe gasdynamische Druckwellenmaschine dargestellt, an der eine Vielzahl von Verbesserungen durchgeführt worden sind, um insgesamt den Wirkungsgrad wesentlich zu erhöhen. Die Druckwellenmaschine 30 ist über den Hochdruck-Abgaskanal 31 und den Hochdruck-Ladeluftkanal 32 mit der schematisch dargestellten Verbrennungsmaschine 33 verbunden. Im Gasgehäuse 34 befindet sich ferner der Niederdruck-Abgaskanal 35, und es ist aus dieser Figur ersichtlich, dass die beiden Kanäle, d. h. der Hochdruck-Abgaskanal und der Niederdruck-Abgaskanal, im Gasgehäuse rotorseitig als sektorförmige Öffnungen mit je einer Öffnungskante 36, bzw. 37 münden. Man erkennt ferner den Rotor 40 mit seinen Zellen 41, wobei der Rotor in einem Mantel 42 angeordnet ist und beispielsweise durch einen Riemenantrieb 43 angetrieben wird.

[0010] Wie bereits eingangs erwähnt, muss das für die vorbekannten Druckwellenmaschinen verwendete Abgassammler-Volumen zur Dämpfung der Motorpulsationen relativ gross sein und vermag trotzdem nicht die schädlichen Pulsationen zu beseitigen. Die Druckwellenmaschine stellt ein offenes System dar, und das heisst, dass zwischen dem Abgasteil und dem Frischluftteil eine direkte Verbindung über den Rotor besteht. Dadurch werden aber auch die Motordruckpulsationen vom Abgas-Hochdruckteil auf den Frischluft-Hochdruckteil übertragen.

[0011] Durch eine direkte Frischluftzuführung in den Abgaskanal kann nun dieser Nachteil behoben werden. Man erkennt in den Figuren 2 und 3 die Verbindungsleitung 46, die vom Hochdruck-Ladeluftkanal 32 in den Hochdruck-Abgaskanal 31 führt. Dadurch werden die positiven Druckstösse im Hochdruck-Ladeluftkanal auf den Hochdruck-Abgaskanal übertragen. Die Verbindungsleitung enthält ein Rückschlagventil 47, das

gegebenenfalls mit einer elektronischen Regelung versehen ist. Dabei wirkt das Rückschlagventil als Regelung in dem Sinne, dass nur Druckstösse übertragen werden, deren energetisches Niveau höher liegt als der momentane Druck im Hochdruck-Abgaskanal. Damit werden vor allem die negativen Druckpulse, d. h. der Zustand des Quasi-Unterdruckes im Hochdruck-Abgaskanal, angehoben und das gesamte Druckniveau sowohl innerhalb des Hochdruck-Abgaskanals als auch des Hochdruck-Ladeluftkanals durch die Glättung der negativen Druckpulse angehoben. Dadurch kann das Druckniveau im Rotor vor dem Öffnen des Hochdruck-Abgaskanals deutlich angehoben werden, und die von dort eintreffenden Pulsationen werden gedämpft. Ausserdem verringert diese Massnahme die Einstromverluste des heissen Abgases in den Rotor, da der ganze Prozess gedämpft wird.

[0012] Eine weitere Verbesserung kann erzielt werden, falls die Abzweigung, die in Figur 2 oder 3 irgendwo zwischen der Hochdruck-Ladeluftkanal-Kante und dem Motoreinlass angeordnet ist, direkt nach der Öffnungskante des Hochdruck-Ladeluftkanals angeordnet wird. Diese Variante ist der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet.

[0013] Wie bereits erwähnt wurde, ist die Druckwellenmaschine nach Stand der Technik stark füllungsabhängig. Zusätzlich zur Reduzierung der Druckpulsationen, wie oben beschrieben, erlaubt das Vorsehen einer Verbindungsleitung die Rückführung von Ladeluft auf die Hochdruck-Abgasseite der Druckwellenmaschine, dadurch eine Erhöhung des Massendurchsatzes der Maschine und somit eine Erhöhung des Füllgrades, was sich in einer deutlichen Drucksteigerung bemerkbar macht. Eine zusätzliche Regelung der rückgeführten Frischluft-Hochdruckmenge mittels dem geregelten Rückschlagventil kann somit zur Ladedruckregelung im allgemeinen und beim Otto-Motor zusätzlich zur Leistungsregelung verwendet werden.

[0014] Das heisst mit anderen Worten, dass die Druckwellenmaschine zur Verbesserung des Kompressionswirkungsgrades bei höheren Motordurchsätzen etwas grösser dimensioniert werden kann, ohne bei tieferen Motordurchsätzen an Ladedruck zu verlieren. Dies kann beispielsweise auch dadurch geschehen, dass der Querschnitt des Verbindungskanals mittels einer geeigneten, bekannten Vorrichtung geregelt wird, wobei entweder das geregelte Rückschlagventil oder eine zusätzliche Querschnittsregelung eingesetzt werden kann. Dies ist besonders wirksam im unteren bis mittleren Drehzahl-, Temperatur- und Lastbereich des Verbrennungsmotors.

Patentansprüche

1. Gasdynamische Druckwellenmaschine, die bestimmt ist, einer Verbrennungsmaschine Ladeluft zuzuführen, mit einem Zellen (18, 41) aufweisenden Rotor (6, 40), einem Niederdruck-Frischlufztzu-

fuhrkanal (14, 38), einem zur Verbrennungsmaschine (1, 33) führenden Hochdruck-Ladeluftkanal (10, 32), einem von der Verbrennungsmaschine herkommenden Hochdruck-Abgaskanal (3, 31) und einem Niederdruck-Abgaskanal (4, 35), wobei der Niederdruck-Abgaskanal (4, 35) und der Hochdruck-Abgaskanal (3, 31) in einem Gasgehäuse (5, 34) und der Niederdruck-Frischlufztzufuhrkanal (14, 38) und der Hochdruck-Ladeluftkanal (10, 32) in einem Luftgehäuse (15, 39) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Verbindungsleitung (46) zwischen dem Hochdruck-Ladeluftkanal (32) und dem Hochdruck-Abgaskanal (31) aufweist.

2. Gasdynamische Druckwellenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsleitung (46) ein Rückschlagventil (47) aufweist, um zu verhindern, dass Abgas in die Ladeluft gelangt, und um die schädlichen Druckstösse auszufiltern.
3. Gasdynamische Druckwellenmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückschlagventil (47) über eine elektronische Schaltung gesteuert ist.
4. Gasdynamische Druckwellenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt der Verbindungsleitung (46) durch eine Regeleinrichtung veränderbar ist.
5. Gasdynamische Druckwellenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsleitung (46) nahe der Öffnungskante des Hochdruck-Ladeluftkanals (32) abzweigt.

FIG. 1

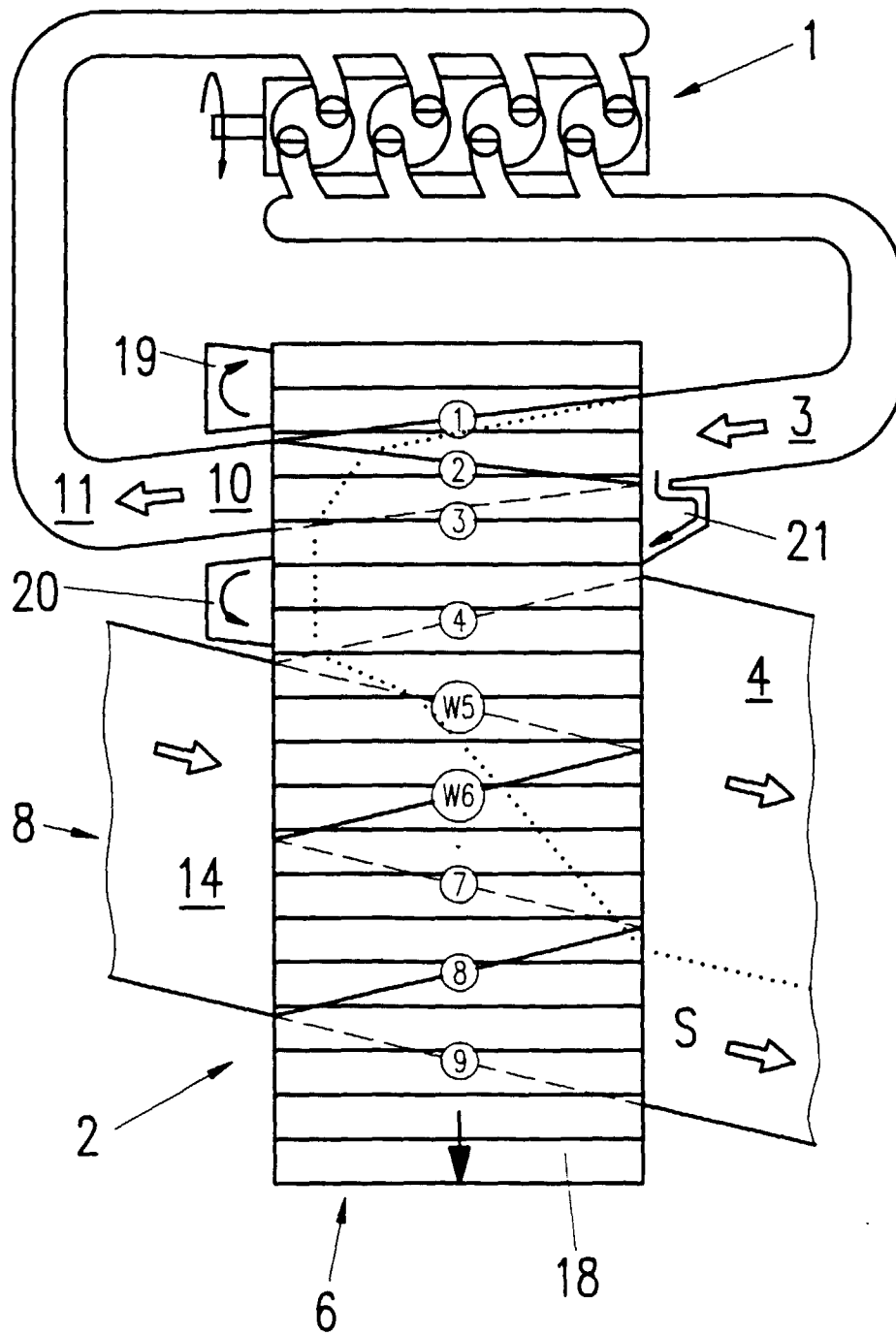


FIG. 2

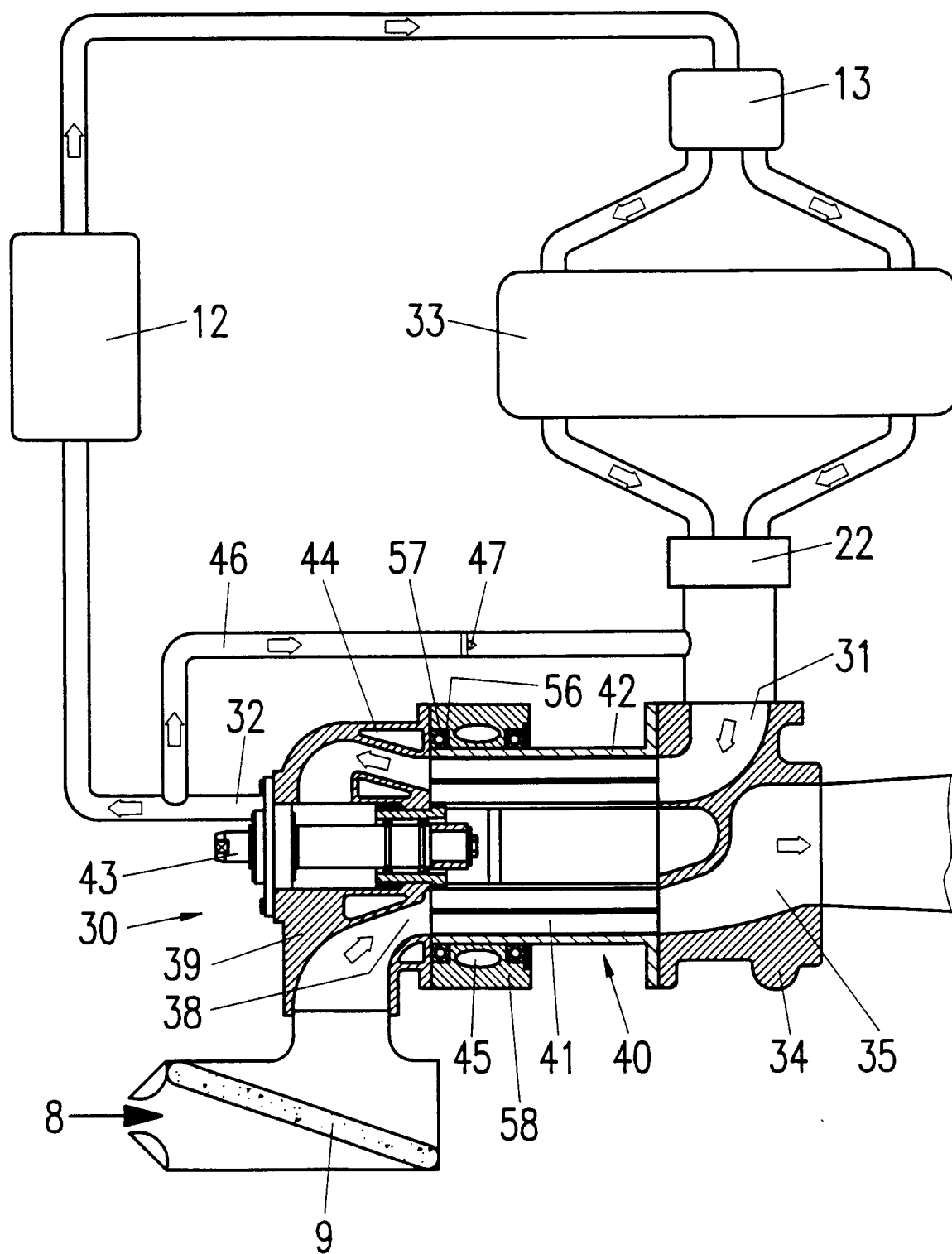
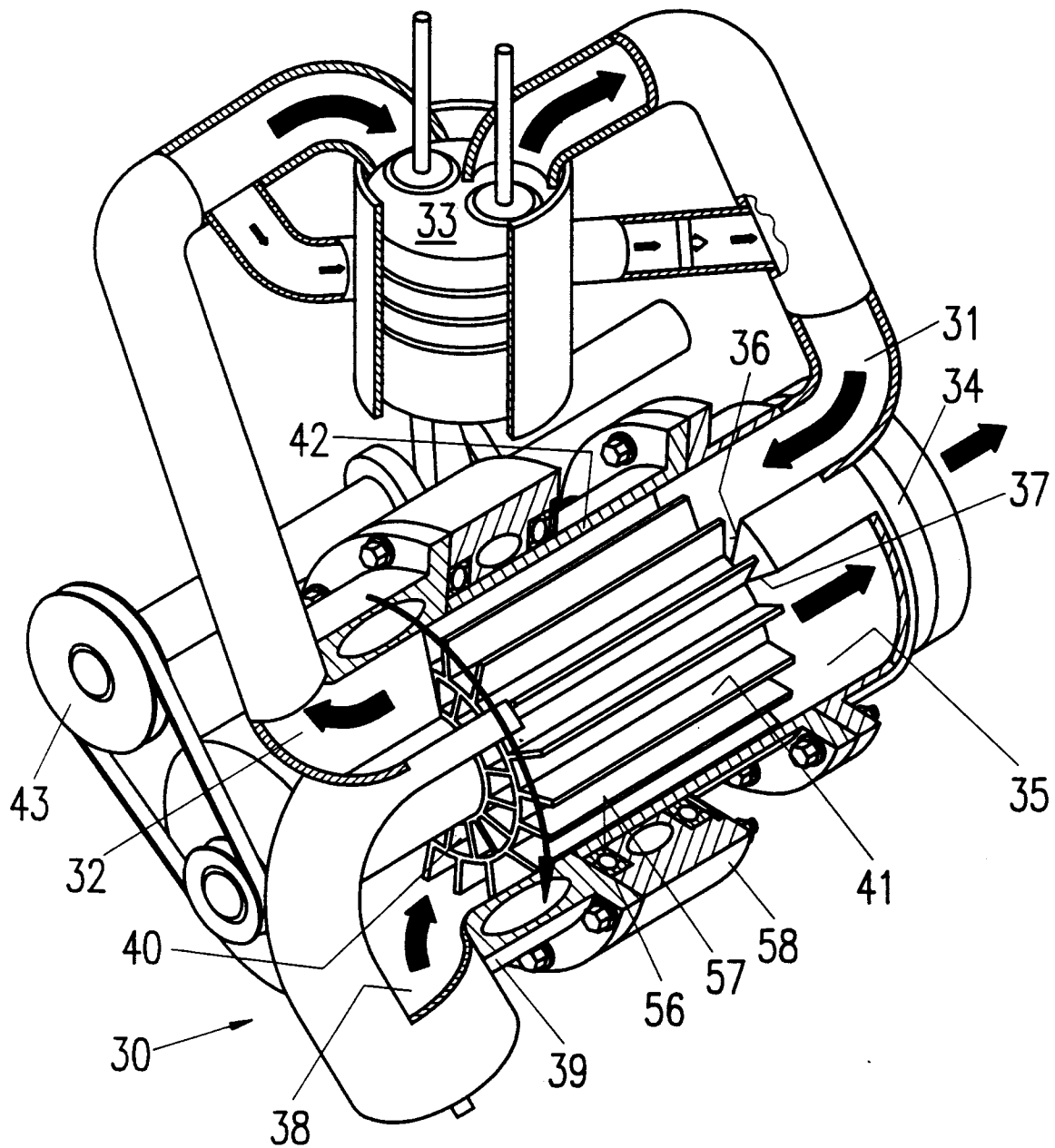


FIG. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 81 0614

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	WO 97 20134 A (BLANK OTTO ;BUHA GERALD (AT); MAYER ANDREAS (CH)) * Seite 9, Zeile 20 - Seite 10, Zeile 31; Abbildung 2 *	1-5	F02B33/42 F04F11/02 F01N3/22
X	US 5 284 123 A (DONES RAYMON P) * Spalte 4, Zeile 26 - Zeile 29; Abbildung 1 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 181 (M-492), 25.Juni 1986 & JP 61 028717 A (MAZDA MOTOR CORP), 8.Februar 1986, * Zusammenfassung *	1	
D,A	CH 681 738 A (COMPREX AG) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F02B F04F F01N
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 2.Februar 1998	Prüfer Sideris, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)