

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer: **88118719.9**

⑤① Int. Cl.4: **F04C 29/10 , F02B 33/36**

⑱ Anmeldetag: **10.11.88**

③① Priorität: **02.02.88 DE 3803044**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.08.89 Patentblatt 89/32

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT SE

⑦① Anmelder: **MAN Gutehoffnungshütte**
Aktiengesellschaft
Bahnhofstrasse, 66 Postfach 11 02 40
D-4200 Oberhausen 11(DE)

⑦② Erfinder: **Buthmann, Peter, Dr.-Ing.**
Am Wildgatter 35
D-4650 Gelsenkirchen(DE)
Erfinder: **Heinz, Arno, Dipl.-Ing.**
Württembergstrasse 37
D-4200 Oberhausen 11(DE)

⑤④ **Schiebergeregelte Schraubenrotormaschine und damit ausgerüsteter aufgeladener Verbrennungsmotor.**

⑤⑦ Im Ansaugweg eines Verbrennungsmotors wird als Lader eine schiebergeregelte Schraubenrotormaschine eingesetzt, wobei der vom Gaspedal od.dgl. betätigbare Schieber die Funktion einer Drosselklappe ausübt und die Verbindung zwischen dem Niederdruckstutzen und dem Arbeitsraum der Schraubenrotormaschine vollständig verschließen bzw. mehr oder weniger freigeben kann.

EP 0 326 663 A2

Schiebergeregelte Schraubenrotormaschine und damit ausgerüsteter aufgeladener Verbrennungsmotor

Die Erfindung betrifft einen aufgeladenen Verbrennungsmotor mit im Ansaugweg angeordnetem Kompressor. Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine schiebergeregelte Schraubenrotormaschine, die insbesondere zur Verwendung als Auflader bei einem Verbrennungsmotor der vorgenannten Art verwendbar ist.

Für die Aufladung, d.h. für die Vorverdichtung der Verbrennungsluft bei einem Verbrennungsmotor kommen Kompressoren der verschiedensten Bauart in Frage, unter anderem auch Schraubenrotormaschinen (im folgenden Schraubenkompressor genannt). Bisher bekannte Schraubenkompressoren sind aber zur Verwendung als Auflader nicht ohne weiteres geeignet, da hierbei einige Nachteile auftreten:

Wird die Verbrennungsluft des Motors im Drossel- sowie im Kompressionsbetrieb durch den Lader geführt, muß bei beiden Betriebsarten die Laderleistung der Kurbelwelle des Motors entnommen werden. Im gedrosselten Betrieb muß darüber hinaus der Druck vor dem Lader entsprechend dem eingebauten Druckverhältnis des Laders abgesenkt werden, um nach dem Lader den geforderten Saugdruck des Motors bereitstellen zu können. Diese Druckabsenkung führt zu einer relativ hohen Verlustleistung, die vom Motor aufgebracht werden muß.

Wird im gedrosselten Betriebszustand der Lader z.B. durch einen Bypass umgangen und erst im Kompressionsbetrieb über eine Kupplung zugeschaltet, was einen erheblichen Regel- und Bauaufwand erfordert, ergibt sich ein sprunghafter Drehmomentanstieg des Motors bei Zuschaltung des Laders.

Darüber hinaus hat der Motor nach wie vor die an der Drosselklappe entstehenden Verluste aufzubringen.

Aus DE-AS 1 293 384 ist eine schiebergeregelte Schraubenrotormaschine von der im Oberbegriff des Anspruchs 2 an gegebenen Art bekannt. Durch axiale Verstellung des Schiebers kann dabei der Zeitpunkt, an welchem sich die von den ineinandergreifenden Rotoren und der Gehäusewand umschlossenen Verdichterkammern vom Niederdruckeinlaß abtrennen, verändert werden, wodurch die Durchsatzleistung der Maschine bzw. auch das Nenndruckverhältnis verändert werden kann. Hierbei kann jedoch der Ansaugquerschnitt der Schraubenrotormaschine nur verändert, aber nicht völlig geschlossen werden. Bei Verwendung einer solchen Maschine als Auflader eines Verbrennungsmotors wäre deshalb immer noch ein zusätzliches Drosselelement zum Verändern der Ansaugmenge

des Verbrennungsmotors, z.B. die übliche Drosselklappe, erforderlich.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen aufgeladenen Verbrennungsmotor, sowie eine als Auflader für einen solchen Motor verwendbare Schraubenrotormaschine anzugeben, durch die ohne großen Bau- und Regelaufwand die im gedrosselten Betrieb entstehenden Verluste sowohl des Aufladers als auch der bisher erforderlichen Drosselklappe reduziert werden. Ferner soll sich ein stetiger Drehmomentverlauf des Motors beim Übergang vom gedrosselten zum aufgeladenen Betriebszustand ergeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch den im Anspruch 1 gekennzeichneten aufgeladenen Verbrennungsmotor bzw. durch die im Anspruch 2 gekennzeichnete Schraubenrotormaschine. Die Unteransprüche geben weitere vorteilhafte Ausgestaltungen an.

Kern der Erfindung ist die Lehre, den auf der Saugseite eines Schraubenkompressors vorgesehenen Schieber anstelle der Drosselklappe herkömmlicher Saugmotoren zu verwenden und entsprechend zu betätigen.

Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen schiebergesteuerten Schraubenkompressor gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 und 3 Schnitte gemäß den Linien A-A bzw. B-B von Fig. 1;

Fig. 4 eine Schemadarstellung eines mit dem Schraubenkompressor nach Fig. 1 bis 3 als Auflader ausgerüsteten Verbrennungsmotors;

Fig. 5 ein Diagramm, das die Abhängigkeit des Zellenvolumens in Abhängigkeit von der Winkelstellung der Schraubenrotoren wiedergibt;

Fig. 6 ein Druck-Volumen-Zustandsdiagramm der Schraubenrotormaschine;

Fig. 7, 8 und 9 vereinfachte Schnittdarstellungen ähnlich

Fig. 1 von Schraubenrotormaschinen mit geänderter Konstruktion des Schiebers.

Die in Fig. 1 bis 3 dargestellte Schraubenrotormaschine 1 hat einen Schraubenrippenrotor oder Hauptläufer 2 und einen Schraubennutenrotor oder Nebenläufer 3, die achsparallel und miteinander kämmend in dem von zwei sich schneidenden Kreiszylindern gebildeten Arbeitsraum eines Gehäuses 13 angeordnet sind. Bei dem Ausführungsbeispiel ist der Hauptläufer 2 angetrieben, und der Antrieb wird über die Synchronisierzahnäder 10 und 9 auf den Nebenrotor 3 übertragen. Es ist aber

auch möglich, den Nebenläufer 3 anzutreiben, und ferner kann das Synchronisiergetriebe 10, 9 weggelassen und der Antrieb direkt über die ineinandergreifenden Rotorflanken von dem einen auf den anderen Läufer übertragen werden.

In den Arbeitsraum des Gehäuses 13 münden auf der einen Gehäusesseite der Saugstutzen 7 und auf der anderen Gehäusesseite der Druckstutzen 8. Der Arbeitsraum des Gehäuses ist an dem dem Saugstutzen zugeordneten Ende durch die niederdruckseitige Arbeitsraumstirnwand 12 und an dem dem Druckstutzen 8 zugeordneten Ende durch die hochdruckseitige Arbeitsraumstirnwand 11 abgeschlossen.

Auf der dem Saugstutzen 7 zugewandten Gehäusesseite wird die Umfangswandung des Arbeitsraums im Verschneidungsbereich der beiden Kreiszylinder durch einen axial verschieblich geführten Schieber 4 gebildet. Durch Axialverstellung des Schiebers 4 kann die Verbindung des Saugstutzens 7 zum Arbeitsraum des Gehäuses 13 vollständig verschlossen bzw. mehr oder weniger freigegeben werden. An seiner in Schließrichtung vorne liegenden Stirnfläche hat der Schieber 4 eine schwalbenschwanzartige Kontur, die durch die Linie 4a in Fig. 2a angedeutet ist, und die an den Verlauf der schraubenförmigen Kopf- oder Gratlinien von zwei ineinandergreifenden Haupt- und Nebenrotorrippen im Bereich der Schieberöffnung angepaßt ist. Damit der Schieber 4 trotz dieser schwalbenschwanzartig ausgekerbten Stirnseite die Verbindung zum Saugstutzen 7 vollständig verschließen kann, muß der Schieber 4 so weit über die niederdruckseitige Stirnwand 12 des Arbeitsraums hinausbewegt werden können, bis auch die durch den stirnseitigen Zwickel des Schiebers 4 entstehende Öffnung zwischen Saugstutzen 7 und Arbeitsraum geschlossen ist. In Fig. 2 ist die Lage der Stirnfläche des Schiebers 4 bei vollständig geschlossener Stellung durch die gestrichelte Linie 4b angedeutet. Die niederdruckseitige Stirnwand 12 des Arbeitsraums muß deshalb eine die vollständige Schließbewegung des Schiebers 4 gestattende Ausnehmung oder Tasche aufweisen, während die Öffnungsbewegung des Schiebers durch eine entsprechende Ausnehmung in der hochdruckseitigen Stirnwand 11 ermöglicht wird.

Der Schieber 4 wird durch eine in seinem Inneren angeordnete Schraubenfeder 5 selbsttätig in seine Schließlage gedrückt. Er kann entgegen der Kraft der Feder 5 durch eine Zugvorrichtung 6, z.B. einen Bowdenzug, in Öffnungsrichtung bewegt werden, um die Verbindung des Saugstutzens 7 zum Arbeitsraum mehr oder weniger, gegebenenfalls bis zum vollen Maximalwert, freizugeben.

Fig. 4 zeigt schematisch die Anordnung einer Schraubenrotormaschine 1 als Lader in dem vom Luftfilter 17 zu den Zylinderräumen eines z.B. vier-

zylindrigen Verbrennungsmotors 20 führenden Luftansaugsystem. Mit 18 ist die vom Luftfilter 17 kommende Saugleitung des Laders 1 und mit 19 die von diesem beaufschlagte Saugleitung zum Verbrennungsmotor 20 bezeichnet. Der Lader 1 wird über z.B. einen Riemenantrieb 22 von der Kurbelwelle des Motors 20 angetrieben. 23 ist die Abgasleitung des Verbrennungsmotors. Der Schieber 4 des Laders 1 wird über die Zugvorrichtung 6 durch das Gaspedal 21 des Verbrennungsmotors 20 gesteuert. Außer über die vom Schieber 4 gesteuerte Öffnung sowie die maschinenbedingten Leckspaltflächen des Aufladers 1 besteht keine weitere Verbindung von der Ansaugleitung 18 zum Arbeitsraum des Laders 1 und von da zu der vom Lader 1 beaufschlagten Leitung 19. Ferner ist in dem über die Leitungen 18, 19 verlaufenden Ansaugweg des Motors 20 außer dem Schieber 4 kein weiteres Drosselorgan, z.B. in Form der üblichen Drosselklappe, vorgesehen. Der Schieber 4 übernimmt die Funktion der Drosselklappe, so daß er z.B. über das Gaspedal 21 geöffnet und beim Loslassen des Gaspedals durch die Feder 5 (Fig. 1) selbsttätig geschlossen wird.

Durch die Kombination aller dieser Konstruktionsdetails ist es möglich, die geregelte Schraubenrotormaschine 1 sowohl als Kompressor (Schieber 4 voll geöffnet) sowie als kombinierten Expander und Kompressor (Schieber 4 teilweise geöffnet oder geschlossen) zu betreiben.

Der Betrieb als Expander ist nur dann sinnvoll möglich, wenn die Arbeitsräume auf der Saugseite der Schraubenrotormaschine 1 genauso dicht sind, wie auf der Druckseite. Diese Dichtheit wird durch die gleiche, zweckmäßigerweise aus Zykloiden aufgebaute Profilform der vor- und nachlaufenden Flanken der Rotorzähne erreicht, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist.

Die Funktionsweise dieses geregelten Schraubenladers, durch den im gedrosselten Betrieb Arbeit zurückgewonnen werden kann, wird anhand der Volumenkurve in Fig. 1 und des p-V-Diagramms in Fig. 2 beschrieben.

Während der herkömmliche Schraubenlader die Luft ansaugt, bei Erreichen des maximalen Zellvolumens (Punkt Z in Fig. 1) die Arbeitsräume schließt, bis zum Erreichen der Auslaßsteuerkanten das Volumen verkleinert (Punkt 2 in Fig. 1) und anschließend die Luft ausschleibt, besteht beim geregelten Schraubenlader die Möglichkeit, das Schließen der Arbeitsräume zum Saugraum hin, je nach Schieberstellung, zwischen dem minimalen (Punkt 1) und maximalen Zellvolumen (Punkt Z) zu variieren.

Ist der Steuerschieber teilweise geschlossen, ergibt sich ein Zustandsverlauf entsprechend der Kurve I in Fig. 2. Beim Erreichen des Volumens V_1 werden die Arbeitsräume zur Umgebung hin ge-

geschlossen. Im Anschluß daran wird die angesaugte Luft solange expandiert, bis das maximale Zellvolumen $V_{\max}$ erreicht ist. Die in Fig. 2 punktiert dargestellte Fläche stellt die Arbeit dar, die durch die Expansion abgegeben wird. Nach Erreichen des maximalen Zellvolumens wird die Luft solange komprimiert, bis das durch die eingebauten Steuerkanäle vorgegebene Volumen V_2 erreicht ist.

Die durch die Kompression aufgenommene Arbeit entspricht der in Fig. 2 schraffierten Fläche.

Die durch den geregelten Schraubenlader zurückgewonnene Arbeit entspricht damit der Fläche zwischen den Punkten A-B-C-D im p-V-Diagramm in Fig. 2.

Ist der Schieber im Kompressionsbetrieb (Zustandsverlauf entsprechend der Kurve II in Fig. 2) voll geöffnet, findet keine Expansion statt, und die vom Kompressor aufgenommene Arbeit entspricht im p-V-Diagramm in Fig. 2 der Fläche zwischen den Punkten A-E-F-G.

Der Ersatz der Drosselklappe durch einen Schieber sowie der damit verbundene Arbeitsrückgewinn kann allerdings nur dann optimal erreicht werden, wenn durch den Schieber und die Rotorgeometrie die Arbeitsräume des Schraubenladers auf der Saug- und Druckseite, abgesehen von den maschinenbedingten Leckspalten, vollständig abgeschlossen werden und der Schieber darüber hinaus alle Funktionen der Drosselklappe, wie z.B. das vollständige Schließen bei Entladung der Zugvorrichtung oder den kontinuierlichen Übergang vom Drossel- zum Kompressionsbetrieb über nimmt.

Bei herkömmlichen Steuerschiebern ist zwar die Regulierung der Luftmenge in bestimmten Bereichen möglich, eine vollständiges, kontinuierliches Schließen der Arbeitsräume sowie Arbeitsrückgewinn jedoch nicht.

Das selbständige Schließen des Schiebers 4 bei Entlastung der Zugvorrichtung 6 kann entsprechend der schematischen Darstellung in Fig. 7 und der konstruktiven Ausführung in Fig. 1 durch eine oder mehrere Federn 5 erreicht werden, die gegen die Zugvorrichtung 6, die z.B. als Bowdenzug ausgebildet sein kann, arbeiten.

Anstatt des Federsystems kann auch ein hydraulisches Rückstellsystem entsprechend der schematischen Darstellung in Fig. 8 benutzt werden, wobei die Schieberrückstellung z.B. durch die Druckerhöhung des im Schieber befindlichen Öls erfolgt.

Erfolgt der Antrieb des Schiebers entsprechend Fig. 9 über einen Elektromotor 14 und z.B. ein Zahnrad 15 auf der Motorwelle und eine Zahnstange 16 auf dem Schieber 4, so kann auch die Zugvorrichtung entfallen, wenn der Schieber 4 über den Elektromotor, der z.B. in Abhängigkeit von der Gaspedalstellung eines Fahrzeugs geregelt wird, in beide Richtungen (Öffnen oder Schließen) bewegt

werden kann.

Um eine möglichst leichte Betätigung des Schiebers 4 z.B. über das Gaspedal eines Fahrzeugs zu erreichen, kann es notwendig werden, die Gleitflächen des Schiebers mit Gleitlack oder ähnlichen, den Reibungskoeffizienten herabsetzenden Beschichtungen zu versehen.

Das Drehmoment zwischen Haupt- 2 und Nebenrotor 3 kann entweder über das Synchronisationsgetriebe 9, 10 oder über den Profilbereich der Rotoren des Schraubenladers übertragen werden, um eine kürzere Bauweise zu erzielen. Bei der Leistungsübertragung über den Profilbereich der Rotoren ist es zur Verringerung des Verschleißes vorteilhaft, die Rotoren zu härten oder zu beschichten.

Bei dem in Fig. 4 schematisch dargestellten Verbrennungsmotor 20 handelt es sich vorzugsweise um einen Dieselmotor oder um einen Ottomotor mit Einspritzung, so daß der Lader 1 nur die Ansaugluft verdichtet. Es ist aber auch denkbar, den erfindungsgemäß ausgebildeten Schraubenkompressor als Auflader auch bei einem Vergasermotor derart einzusetzen, daß er das vom Vergaser kommende Gemisch vorverdichtet.

Bei der in Fig. 4 dargestellten bevorzugten Ausführungsform wird der Lader 1 von der Kurbelwelle des Motors 20 über die Transmission 22 ständig angetrieben. Es ist aber auch denkbar, den Lader über eine ein- und auskuppelbare Transmission nur bedarfsweise zuzuschalten.

Ansprüche

1. Aufgeladener Verbrennungsmotor mit im Ansaugweg angeordnetem Kompressor, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressor als Schraubenrotormaschine (1) ausgebildet ist und auf seiner Saugseite einen Schieber (4) aufweist, durch den der Ansaugquerschnitt der Schraubenrotormaschine vollständig verschließbar oder geregelt freigebbar ist, und daß der Schieber (4) das die Ansaugmenge des Motors (20) steuernde Drosselorgan darstellt und vom Gaspedal (21) od.dgl. Leistungssteuerglied des Motors (20) betätigbar ist.

2. Schiebergeregelter Schraubenrotormaschine, insbesondere zur Verwendung als Lader bei einem Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, mit mindestens zwei mit ihren Schraubenrippen und -nuten ineinandergreifenden Schraubenrotoren, die in den von achsparallelen und einander durchdringenden Zylinderbohrungen gebildeten und von Stirnwänden begrenzten Arbeitsraum eines Gehäuses angeordnet sind, wobei das Gehäuse je einen in den Arbeitsraum mündenden Niederdruckstutzen und Hochdruckstutzen sowie einen parallel zu den Rotorachsen verschiebbar gelagerten Schieber auf-

weist, der einen Teil der Umfangswand des Arbeitsraums auf der dem Niederdruckstutzen zugeordneten Seite bildet und je nach seiner Stellung den Strömungsweg vom Niederdruckstutzen in den Arbeitsraum mehr oder weniger freigibt, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verbindung vom Niederdruckstutzen (7) zum Arbeitsraum durch den Schieber (4) vollständig verschließbar ist. 5

3. Schraubenrotormaschine nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Schieber (4) 10 auf seiner in Schließrichtung vorne liegenden Stirnseite eine Kontur (4a) hat, die dem Verlauf der Kopflinien der ineinandergreifenden Rotorzähne im Bereich der Schieberöffnung entspricht, und daß der Schieber (4) durch eine Ausnehmung in der 15 niederdruckseitigen Stirnwand (12) so weit über diese hinausbewegbar ist, bis die durch den Zwickel der Schieberkontur gebildete Öffnung zwischen Niederdruckstutzen (7) und Arbeitsraum geschlossen ist. 20

4. Schraubenrotormaschine nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Schraubenrippen und Schraubennuten der beiden Rotoren (2, 3) jeweils symmetrische Profilformen mit gleich ausgebildeter vorund nachlaufender Flanke aufweisen. 25

5. Schraubenrotormaschine nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Schieber (4) durch eine Rückstellereinrichtung (5) in seiner Schließstellung gehalten und mittels einer Stellvorrichtung (6) entgegen der Rückstellkraft in Öffnungsrichtung bewegbar ist. 30

35

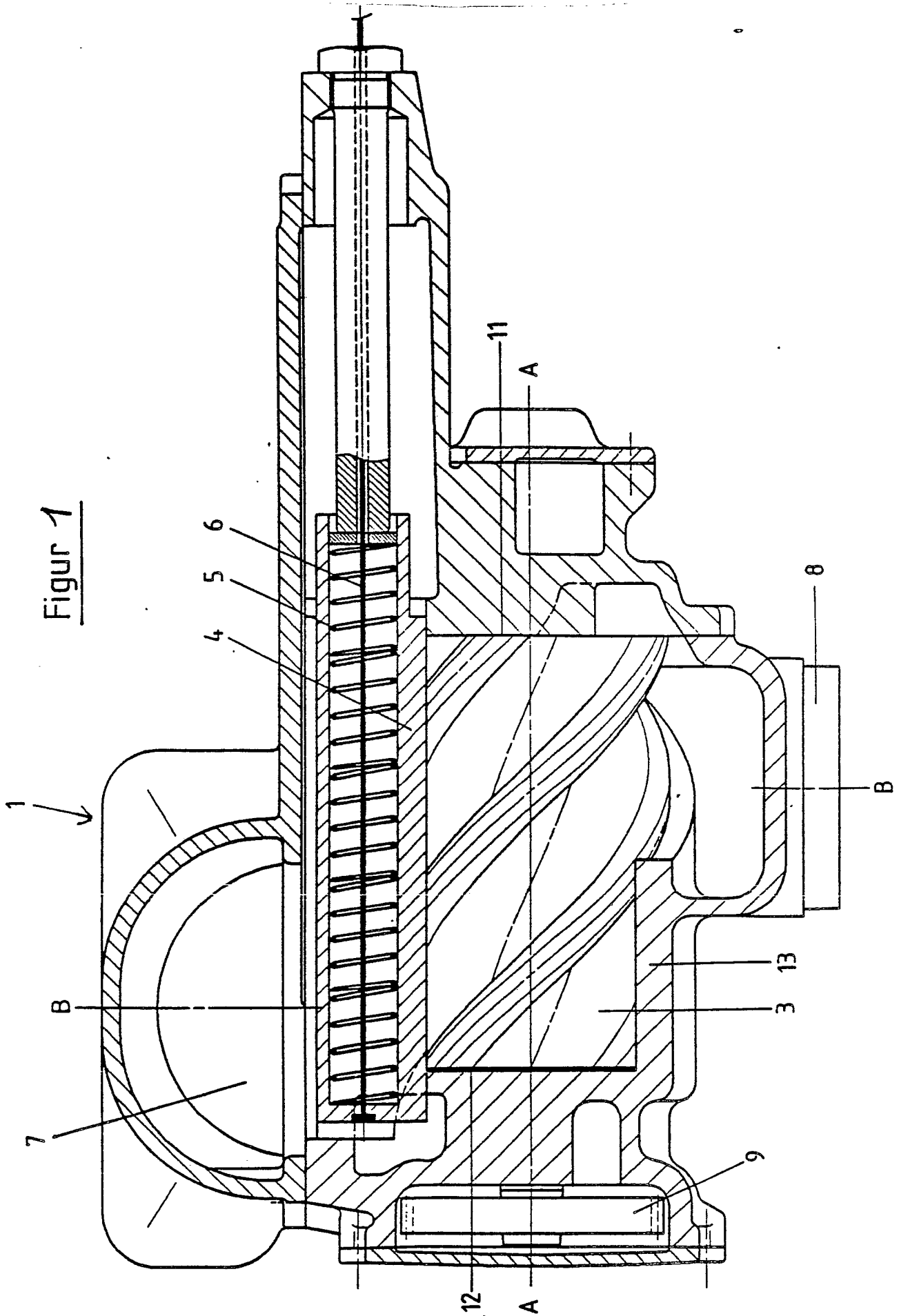
40

45

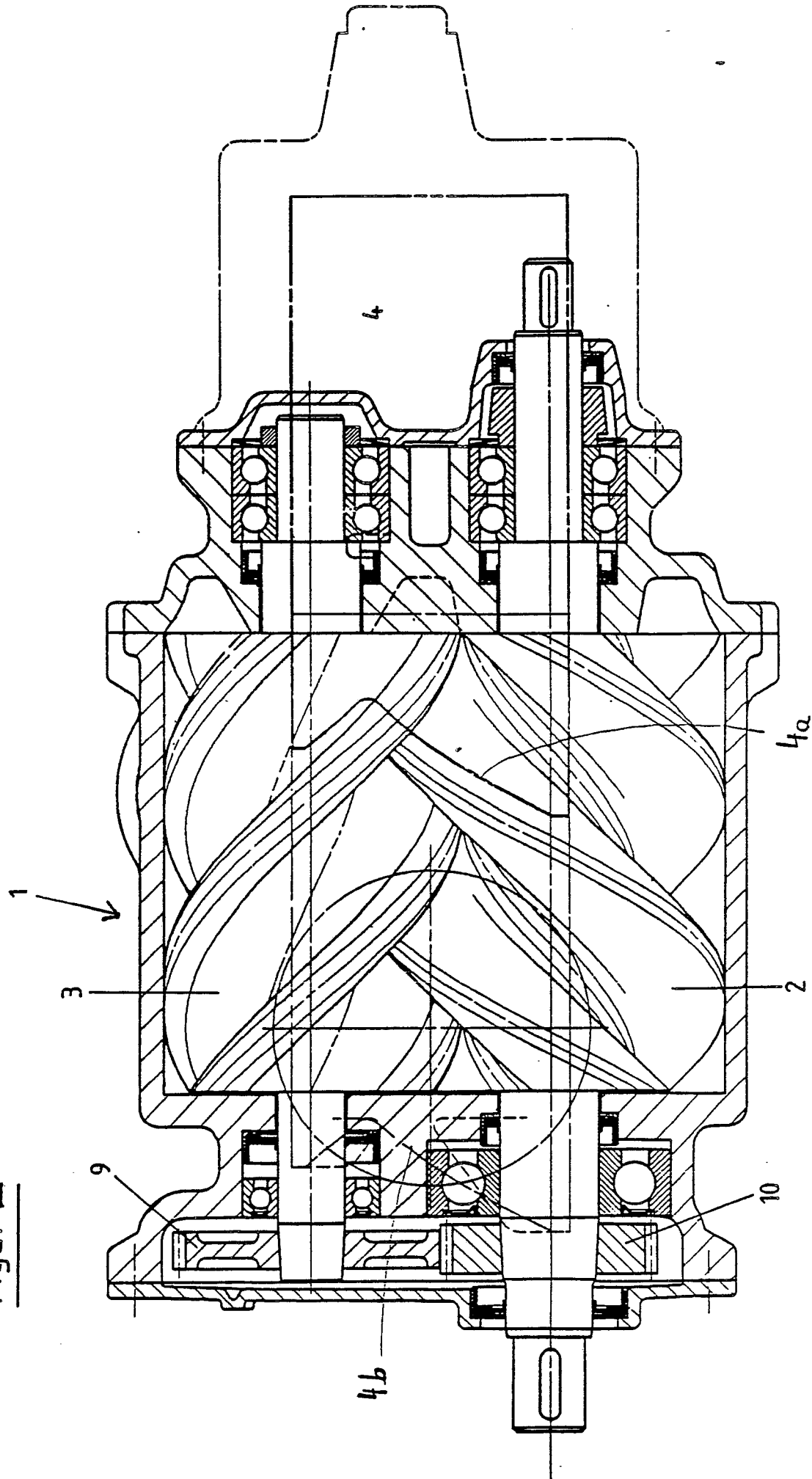
50

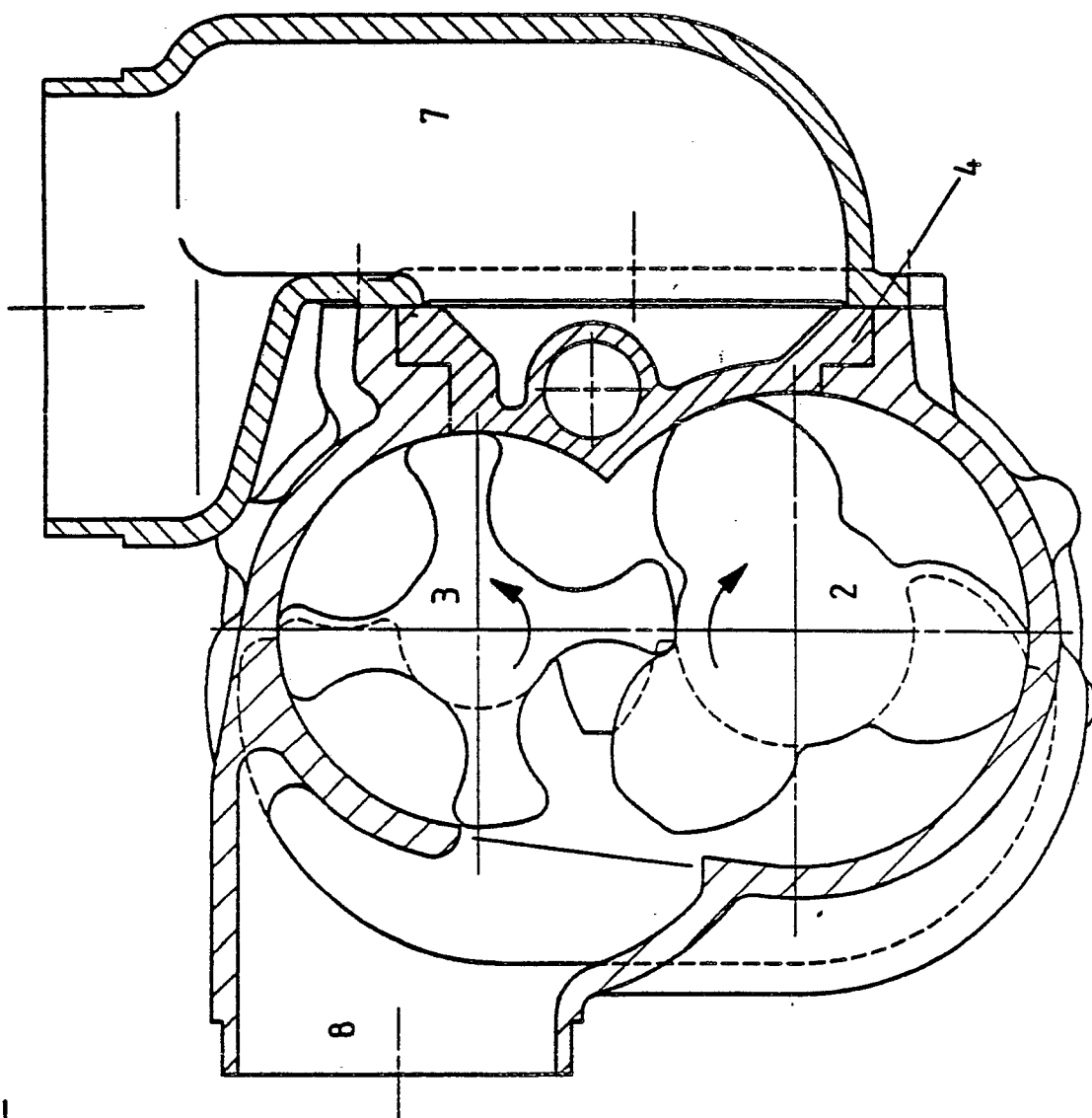
55

5

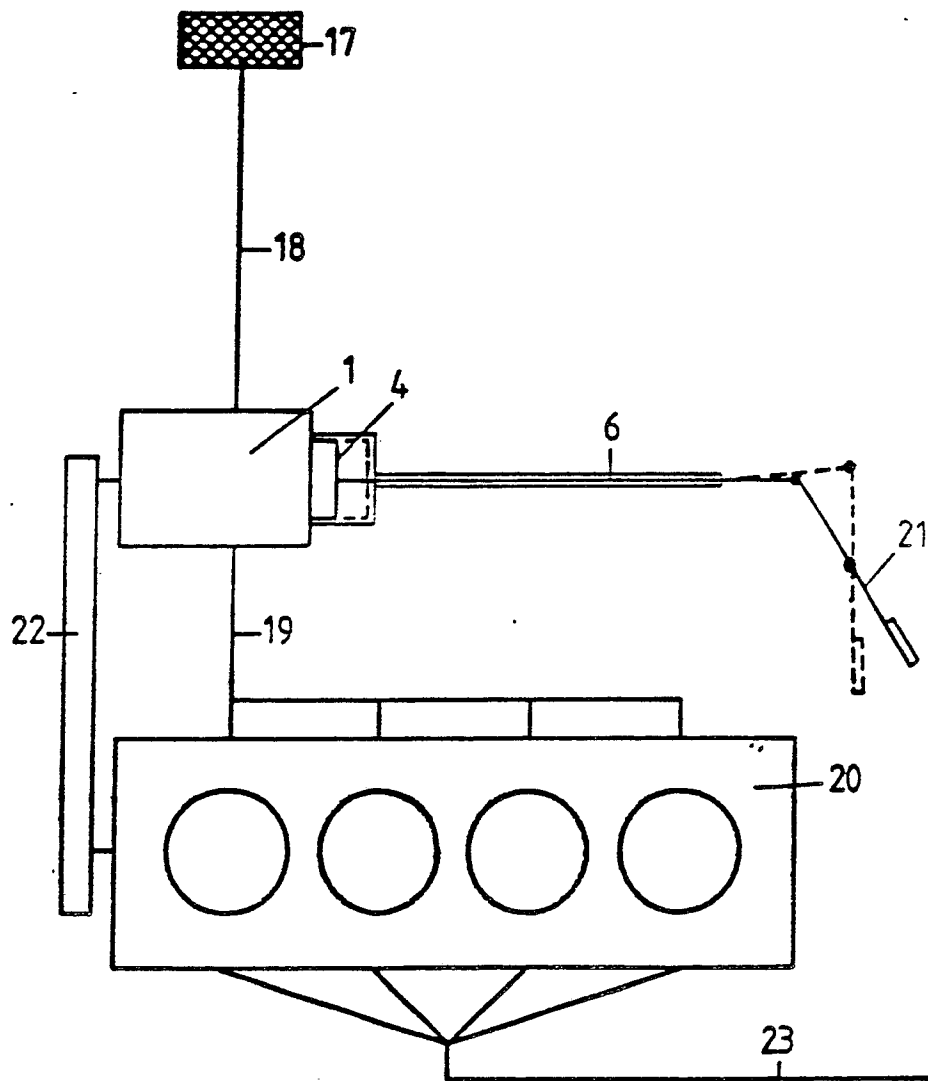


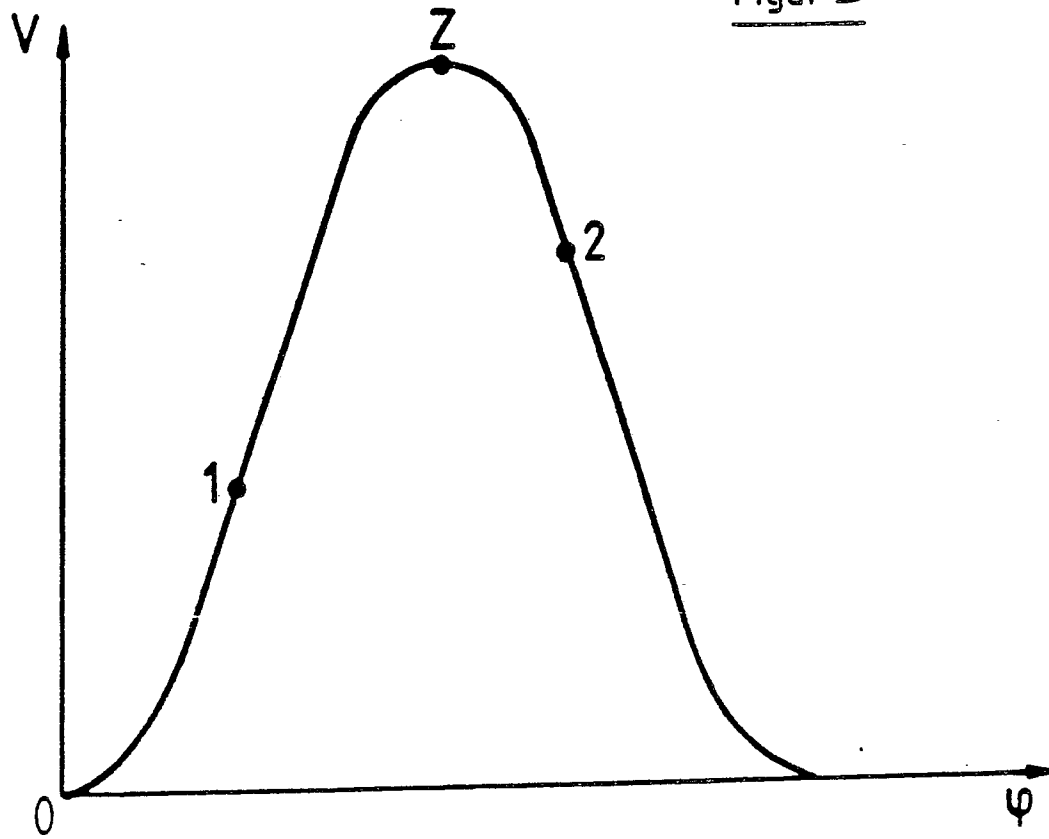
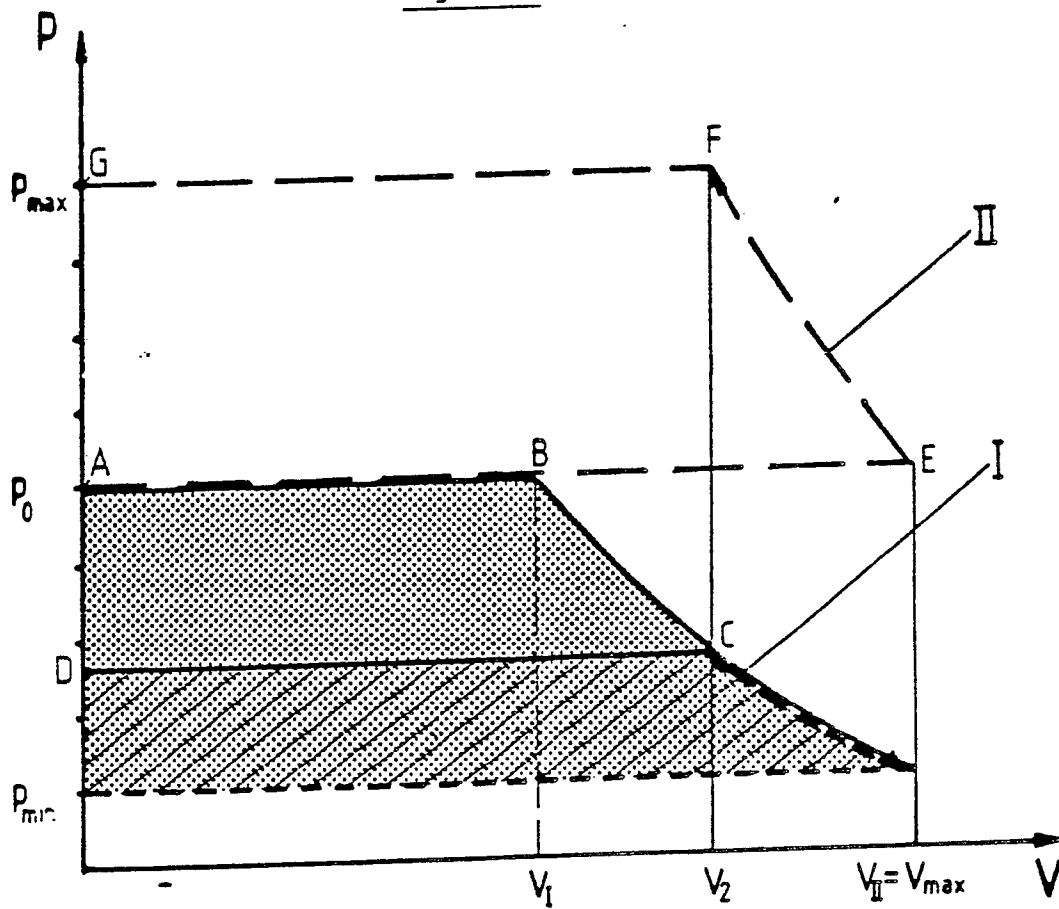
Figur 2



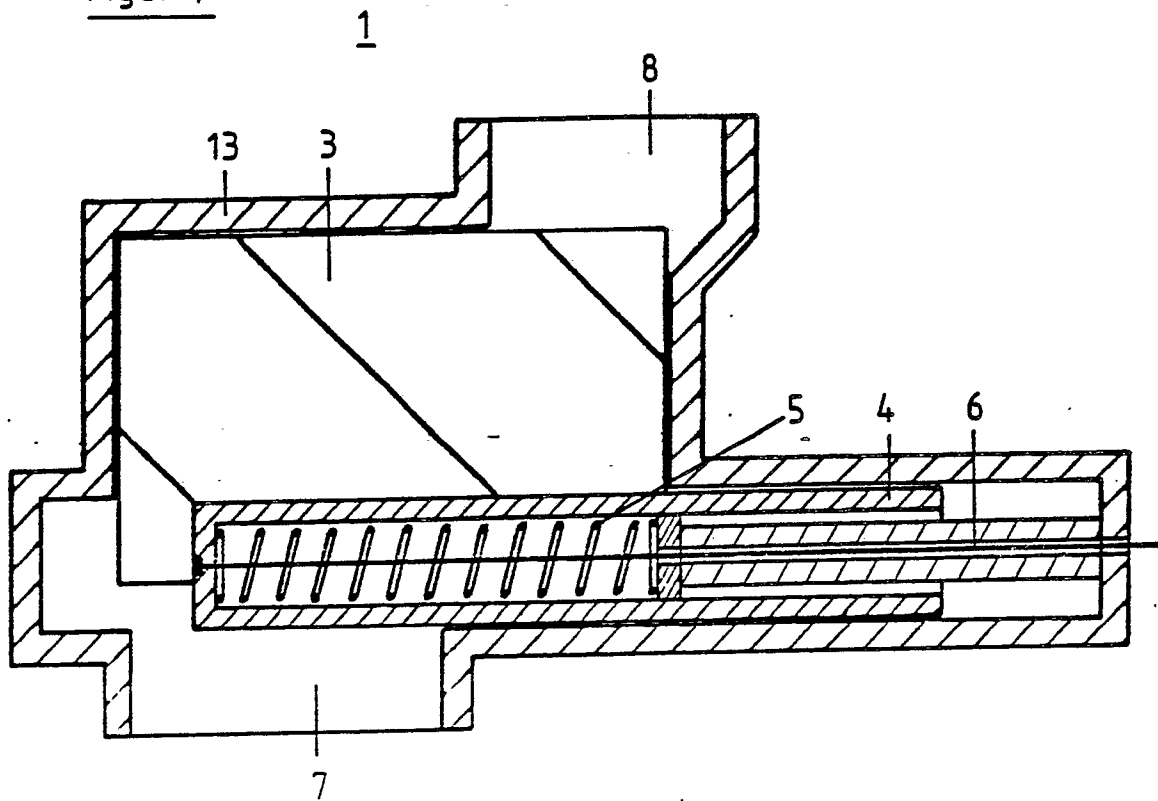


Figur 3

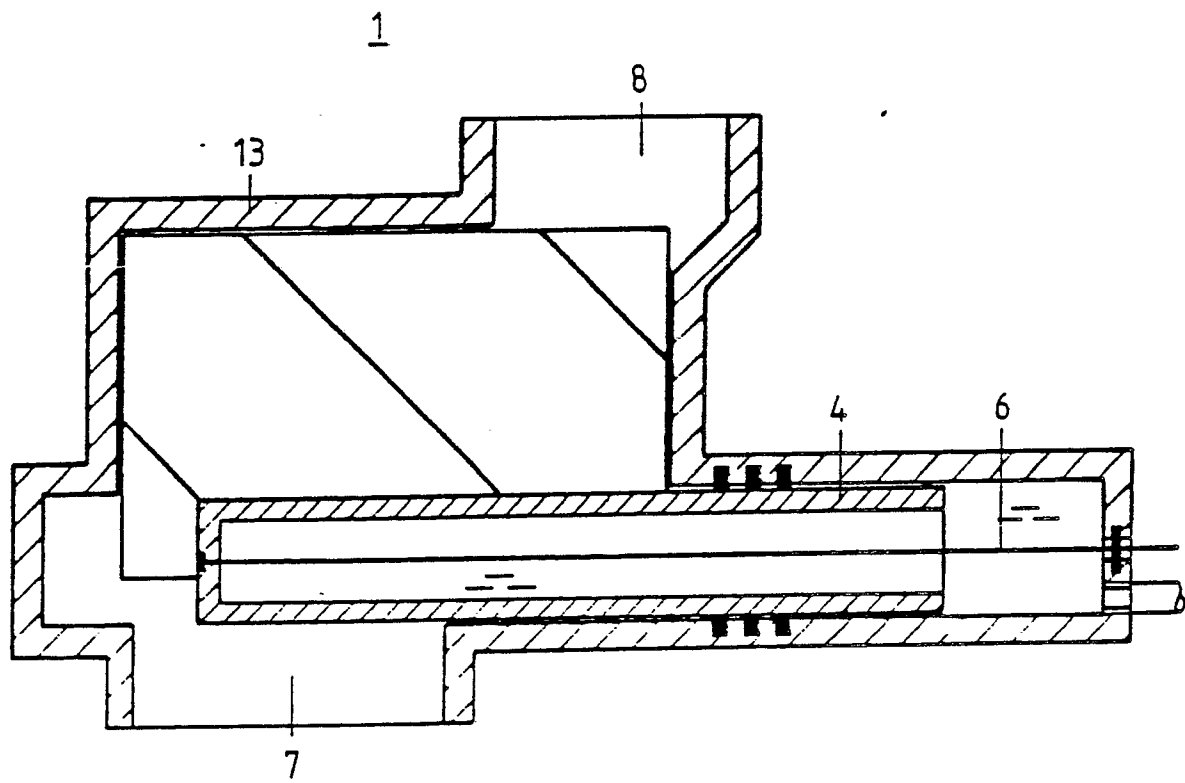
Figur 4

Figur 5Figur 6

Figur 7



Figur 8



Figur 9

1

