



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 076 176 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.02.2001 Patentblatt 2001/07

(51) Int. Cl.⁷: **F02M 63/02**, F02M 37/08

(21) Anmeldenummer: **00117010.9**

(22) Anmeldetag: **08.08.2000**

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

(30) Priorität: **10.08.1999 DE 19937673**

(71) Anmelder:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Hummel, Helmut**
92277 Hohenburg (DE)
• **Klesse, Christoph**
93086 Wörth an der Donau (DE)
• **Rübling, Klaus**
93053 Regensburg (DE)
• **Zander, Eckbert**
93105 Tegernheim (DE)
• **Taudt, Christian**
93105 Tegernheim (DE)

(54) **Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine**

(57) Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine, mit einer Vorförderpumpe (1) zur Förderung von Kraftstoff aus einem Kraftstofftank (2), einer der Vorförderpumpe (1) stromabwärts nachgeordneten Hochdruckpumpe (3) zur Erzeugung des für Einspritzung des Kraftstoff in einen Brennraum der Brennkraftmaschine erforderlichen Einspritzdrucks, einem zwischen der Vorförderpumpe (1) und der Hochdruckpumpe (3) angeordneten Volumenstromregelventil (14) zur Steuerung des der Hochdruckpumpe (3) zugeführten Kraftstoffstroms, wobei das Volumenstromregelventil (14) zwi-

schen einer geöffneten Stellung und einer mindestens teilweise geschlossenen Stellung steuerbar und in Verbindung mit der Vorförderpumpe (1) so ausgelegt ist, daß der Kraftstoffstrom durch das Volumenstromregelventil (14) in der geöffneten Stellung des Volumenstromregelventils (14) im wesentlichen gleich dem maximalen Kraftstoffbedarf der Einspritzanlage ist, um eine überschüssige Kraftstoffzuführung zu der Hochdruckpumpe (3) zu vermeiden.

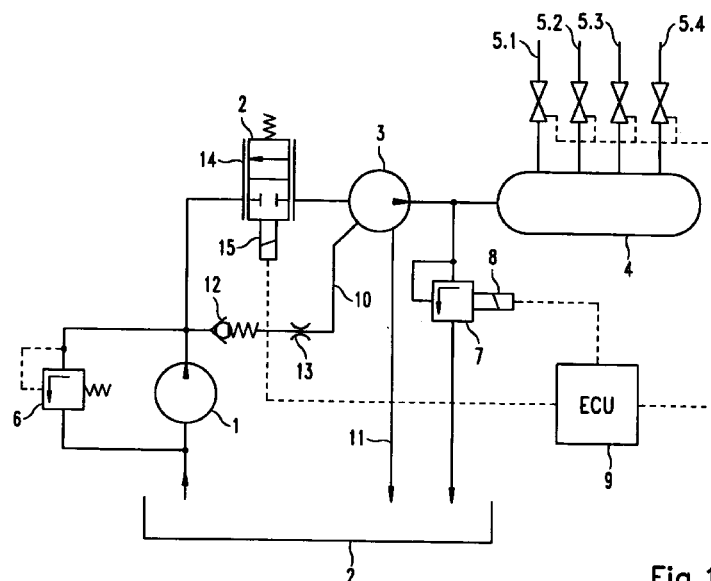


Fig.1

EP 1 076 176 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Herkömmliche Common-Rail-Einspritzanlagen für Dieselmotoren weisen üblicherweise eine Vorförderpumpe auf, die Kraftstoff aus einem Kraftstofftank fördert und an eine Hochdruckpumpe weiterleitet, die den zur Einspritzung des Kraftstoffes in die Brennräume des Dieselmotors erforderlichen hohen Einspritzdruck erzeugt. Ausgangsseitig ist die Hochdruckpumpe mit einem Druckspeicher (englisch: common rail) verbunden, aus dem mehrere Injektoren den einzuspritzenden Kraftstoff beziehen.

[0003] Zwischen der Hochdruckpumpe und dem Druckspeicher ist weiterhin ein Hochdruckregelventil angeordnet, das beim Überschreiten eines vorgegebenen Maximaldrucks einen Kraftstoffnebenstrom abzweigt und in den Kraftstofftank zurückführt, bis der Kraftstoffdruck wieder auf den vorgegebenen Maximaldruck gesunken ist. Nachteilig an dieser Art der Druckregelung an der Ausgangsseite der Hochdruckpumpe ist jedoch, daß der über das Hochdruckregelventil in den Kraftstofftank zurückgeführte Kraftstoff zuvor verdichtet wurde und deshalb sehr heiß ist, und daß der energetische Wirkungsgrad ungünstig ist.

[0004] Es besteht deshalb das Bestreben, der Hochdruckpumpe nur soviel Kraftstoff zuzuführen, wie die Hochdruckpumpe bei der jeweiligen Drehzahl tatsächlich benötigt. Es ist weiterhin bekannt, zwischen der Vorförderpumpe und der Hochdruckpumpe ein Volumenstromregelventil anzuordnen, das als Servoventil mit einem stufenlos einstellbaren Drosselquerschnitt ausgebildet ist, wobei der Drosselquerschnitt des Volumenstromregelventils von einer elektronischen Steuereinheit so eingestellt wird, daß die Hochdruckpumpe nur soviel Kraftstoff erhält, wie der tatsächlichen Förderleistung der Hochdruckpumpe bei der jeweiligen Drehzahl entspricht. Nachteilig an dieser Art der Drucksteuerung ist jedoch, daß ein relativ hoher Vordruck von der Vorförderpumpe bereitgestellt werden muß, damit die Hochdruckpumpe bei jeder Drehzahl mit dem ihrer Förderleistung entsprechenden Kraftstoff versorgt werden kann.

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, die mit einem möglichst geringen Vordruck der Vorförderpumpe auskommt.

[0006] Die Aufgabe wird - ausgehend von der vorstehend beschriebenen bekannten Einspritzanlage - gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Die Erfindung umfaßt die allgemeine technische Lehre, den der Hochdruckpumpe zuzuführenden Kraftstoffstrom nicht mehr - wie bisher - nach der maximalen Förderleistung der Hochdruckpumpe bei der

jeweiligen Drehzahl zu bemessen, sondern an dem tatsächlichen Kraftstoffbedarf der Einspritzanlage bei der jeweiligen Drehzahl auszurichten.

[0008] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß das Volumenstromregelventil in Verbindung mit der Vorförderpumpe so ausgelegt ist, daß der Kraftstoffstrom durch das Volumenstromregelventil in der geöffneten Stellung des Volumenstromregelventils im wesentlichen gleich dem maximalen Kraftstoffbedarf der Einspritzanlage ist, um eine überschüssige Kraftstoffzuführung zu der Hochdruckpumpe zu vermeiden.

[0009] Eine Möglichkeit hierzu besteht in der Verwendung einer kleineren Vorförderpumpe mit einem niedrigeren Vordruck, wobei der von der Vorförderpumpe erzeugte Vordruck so bemessen ist, daß der Kraftstoffstrom durch das Volumenstromregelventil in der geöffneten Stellung des Volumenstromregelventils im wesentlichen gleich dem maximalen Kraftstoffbedarf der Einspritzanlage ist.

[0010] Eine andere Möglichkeit besteht darin, ein Volumenstromregelventil zu verwenden, das in der geöffneten Stellung einen verringerten Drosselquerschnitt aufweist, wobei der Drosselquerschnitt in der geöffneten Stellung des Volumenstromregelventils so bemessen ist, daß der Kraftstoffstrom durch das Volumenstromregelventil in der geöffneten Stellung im wesentlichen gleich dem maximalen Kraftstoffbedarf der Einspritzanlage ist.

[0011] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigten:

Figur 1 eine Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine sowie

Figur 2 ein Kennlinienfeld der Einspritzanlage.

[0012] Die in Figur 1 schematisch dargestellte Einspritzanlage dient zur Kraftstoffversorgung eines Vierzylinder-Dieselmotors, wobei der Dieselmotor zur Vereinfachung nicht dargestellt ist. Zur Kraftstoffförderung weist die dargestellte Einspritzanlage zunächst eine elektrisch betriebene Vorförderpumpe 1 auf, die Kraftstoff aus einem Kraftstofftank 2 abpumpt und an eine Hochdruckpumpe 3 weiterleitet, die den zur Einspritzung von Kraftstoff in die Brennräume des Dieselmotors erforderlichen Einspritzdruck erzeugt. Die Hochdruckpumpe 3 ist als Radialkolbenpumpe mit drei Zylindern angeordnet, jedoch sind auch andere Ausführungsformen der Hochdruckpumpe 3 denkbar. Ausgangsseitig ist die Hochdruckpumpe 3 mit einem Druckspeicher 4 (englisch: common rail) verbunden, aus dem vier Injekten 5.1 bis 5.4 den einzuspritzenden Kraftstoff beziehen. Die Injektoren 5.1 bis 5.4 werden beispielsweise von einer elektronischen Steuereinheit 9 (ECU) angesteuert.

[0013] Zur Drucksteuerung weist die dargestellte

Einspritzanlage zunächst ein Vordruckregelventil 6 auf, das parallel zu der Vorförderpumpe 1 geschaltet ist und beim Überschreiten eines vorgegebenen maximalen Vordrucks einen Teil des von der Vorförderpumpe 1 geförderten Kraftstoffstroms an die Ansaugseite der Vorförderpumpe 1 zurückführt, wobei das Vordruckregelventil 6 als Differenzdruckventil ausgebildet ist und somit ohne externe Steuerung arbeitet.

[0014] Weiterhin weist die Einspritzanlage zur Drucksteuerung ein Hochdruckregelventil 7 auf, das zwischen der Hochdruckpumpe 3 und dem Druckspeicher 4 angeordnet ist und einen Teil des von der Hochdruckpumpe 3 geförderten Kraftstoffstroms in den Kraftstofftank 2 zurückführen kann. Die mechanische Ansteuerung des Hochdruckregelventils 7 erfolgt durch ein elektromagnetisches Stellglied 8, das mit der elektronischen Steuereinheit 9 (ECU - Electronic Control Unit) verbunden ist, wobei die elektronische Steuereinheit 9 die Steuerung der gesamten Einspritzanlage übernimmt und hierzu als Eingangsgrößen unter anderem die Drehzahl der Brennkraftmaschine, den Phasenwinkel der Antriebswelle der Hochdruckpumpe 3 und andere Systemgrößen erhält.

[0015] Zwischen der Vorförderpumpe 1 und der Hochdruckpumpe 3 zweigt eine Spülleitung 10 ab, die ausgangsseitig mit dem Gehäuse der Hochdruckpumpe 3 verbunden ist, um die Hochdruckpumpe 3 während des normalen Betriebs mit Kraftstoff zu spülen, was eine Kühlung und Schmierung der Hochdruckpumpe 3 bewirkt. Anschließend verläßt der über die Spülleitung 10 zugeführte Kraftstoff wieder die Hochdruckpumpe 3 und wird über eine Rückführleitung 11 in den Kraftstofftank 2 zurückgeführt.

[0016] Problematisch an der Spülung der Hochdruckpumpe 3 mit Kraftstoff ist bekanntermaßen die Tatsache, daß der über die Spülleitung 10 abgezweigte Kraftstoffstrom den Druckaufbau während des Anlaufvorganges der Brennkraftmaschine verzögert, so daß diese relativ schlecht anspringt. In der Spülleitung 10 ist deshalb ein Rückschlagventil 12 angeordnet, das erst öffnet, wenn die Vorförderpumpe 1 einen Druck aufgebaut hat, der zum Betrieb der Hochdruckpumpe 3 ausreicht. Weiterhin ist in der Spülleitung 10 eine Drossel 13 angeordnet, die beim normalen Betrieb der Einspritzanlage den über die Spülleitung 10 abzweigenden Kraftstoffstrom begrenzt.

[0017] Schließlich ist zwischen der Vorförderpumpe 1 und der Hochdruckpumpe 3 ein Volumenstromregelventil 14 angeordnet, das mechanisch von einem elektromagnetischen Stellglied 15 angetrieben wird, wobei das elektromagnetische Stellglied 15 durch die elektronische Steuereinheit 9 angesteuert wird. Das Volumenstromregelventil 14 ermöglicht eine stufenlose Einstellung des Drosselquerschnitts zwischen der Vorförderpumpe 1 und der Hochdruckpumpe 3, um den der Hochdruckpumpe 3 zugeführten Kraftstoffstrom an die jeweilige Förderleistung der Hochdruckpumpe 3 anzupassen. Die niederdruckseitige Regelung durch das

Volumenstromregelventil ist gegenüber der hochdruckseitigen Druckregelung durch das Hochdruckregelventil 7 vorteilhaft, da eine hochdruckseitige Rückführung von verdichtetem und erhitztem Kraftstoff energieökonomisch nachteilig ist.

[0018] Wichtig ist hierbei, daß sich das Volumenstromregelventil 14 durch die elektronische Steuereinheit 9 von einer geöffneten Stellung in eine mindestens teilweise geschlossene Stellung steuern läßt, wobei der Drosselquerschnitt des Volumenstromregelventils 14 in dessen geöffneten Stellung im wesentlichen so groß ist, daß der maximale Kraftstoffbedarf der Einspritzanlage durch das Volumenstromregelventil 14 fließen kann. Der maximale Durchfluß durch das Volumenstromregelventil 14 wird also im Gegensatz zu der eingangs beschriebenen bekannten Einspritzanlage nicht nach der maximalen Förderleistung der Hochdruckpumpe 3 bemessen, sondern an dem maximalen Kraftstoffbedarf der Einspritzanlage ausgerichtet.

[0019] Zur Erläuterung dieses Zusammenhangs wird im folgenden auf Figur 2 verwiesen, in der die Förderleistung Q der Hochdruckpumpe 3 in Abhängigkeit der Drehzahl n der Brennkraftmaschine dargestellt ist. Die theoretische Förderleistung der Hochdruckpumpe 3 ist in einer ersten Kennlinie 16 in Abhängigkeit von der Drehzahl n der Brennkraftmaschine aufgeführt. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, daß die theoretische Förderleistung der Hochdruckpumpe 3 mit der Drehzahl n linear zunimmt.

[0020] Weiterhin ist aus dem in Figur 2 dargestellten Diagramm die Durchflußkennlinie VCV_{alt}^{max} des Volumenstromregelventils 14 bei einer herkömmlichen Einspritzanlage dargestellt, wobei diese Kennlinie den Kraftstoffdurchfluß durch das Volumenstromregelventil 14 in dessen geöffneter Stellung wiedergibt. Es ist erkennbar, daß die Durchflußkennlinie des Volumenstromregelventils 14 bei einer herkömmlichen Einspritzanlage an der Förderleistung der Hochdruckpumpe 3 bei Nenndrehzahl n ausgerichtet ist.

[0021] Weiterhin zeigt das Diagramm eine Kennlinie 17, die den tatsächlichen Kraftstoffbedarf der Einspritzanlage in Abhängigkeit von der Drehzahl n wiedergibt. Der Kraftstoffbedarf der Einspritzanlage ist bei Nenndrehzahl n_{NENN} maximal (MAX). Es ist ersichtlich, daß das Volumenstromregelventil 14 bei einer herkömmlichen Einspritzanlage erheblich abdrosseln muß, damit eine überschüssige Kraftstoffzuführung zu der Hochdruckpumpe 3 vermieden wird, beispielsweise Drosseln von VCV_{alt}^{max} auf MAX bei Nenndrehzahl n_{NENN} .

[0022] Schließlich zeigt das Diagramm eine Kennlinie VCV_{neu}^{max} , die den Kraftstoffdurchfluß durch das Volumenstromregelventil 14 bei einer erfindungsgemäßen Einspritzanlage im geöffneten Zustand des Volumenstromregelventils 14 wiedergibt. Hierbei ist ersichtlich, daß der Kraftstoffdurchfluß durch das Volumenstromregelventil 14 im geöffneten Zustand des Volumenstromregelventils 14 gleich dem maximalen

Kraftstoffverbrauch MAX der Einspritzanlage ist, so daß eine überschüssige Kraftstoffzuführung zu der Hochdruckpumpe 3 mit der Notwendigkeit einer hochdruckseitigen Abregelung durch das Hochdruckregelventil 7 vermieden wird.

5

[0023] Durch Anpassen des maximalen Querschnitts des Volumenstromregelventils 14 an den maximalen Kraftstoffverbrauch MAX kann der von der Vorförderpumpe 1 erzeugte Vordruck geringer gewählt werden. Vorzugsweise beträgt der von der Vorförderpumpe 1 erzeugte Vordruck weniger als 4 bar, so daß vorteilhaft auch elektrisch angetriebene Vorförderpumpen eingesetzt werden können.

10

[0024] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

15

20

Patentansprüche

1. Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine, mit

einer Vorförderpumpe (1) zur Förderung von Kraftstoff aus einem Kraftstofftank (2),

25

einer der Vorförderpumpe (1) stromabwärts nachgeordneten Hochdruckpumpe (3) zur Erzeugung des für Einspritzung des Kraftstoff in einen Brennraum der Brennkraftmaschine erforderlichen Einspritzdrucks,

30

einem zwischen der Vorförderpumpe (1) und der Hochdruckpumpe (3) angeordneten Volumenstromregelventil (14) zur Steuerung des der Hochdruckpumpe (3) zugeführten Kraftstoffstroms, wobei das Volumenstromregelventil (14) zwischen einer geöffneten Stellung und einer mindestens teilweise geschlossenen Stellung steuerbar ist,

35

40

dadurch gekennzeichnet,

daß das Volumenstromregelventil (14) in Verbindung mit der Vorförderpumpe (1) so ausgelegt ist, daß der Kraftstoffstrom durch das Volumenstromregelventil (14) in der geöffneten Stellung des Volumenstromregelventils (14) im wesentlichen gleich dem maximalen Kraftstoffbedarf der Einspritzanlage ist.

45

50

2. Einspritzanlage nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Vorförderpumpe (1) elektrisch betrieben ist.

55

3. Einspritzanlage nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß der von der Vorförderpumpe (1) erzeugte Vordruck kleiner als 4 bar ist.

4. Einspritzanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Drosselquerschnitt des Volumenstromregelventils (14) in der geöffneten Stellung einstellbar ist, um eine Anpassung an den maximalen Kraftstoffbedarf oder an den von der Vorförderpumpe (1) erzeugten Vordruck zu ermöglichen.

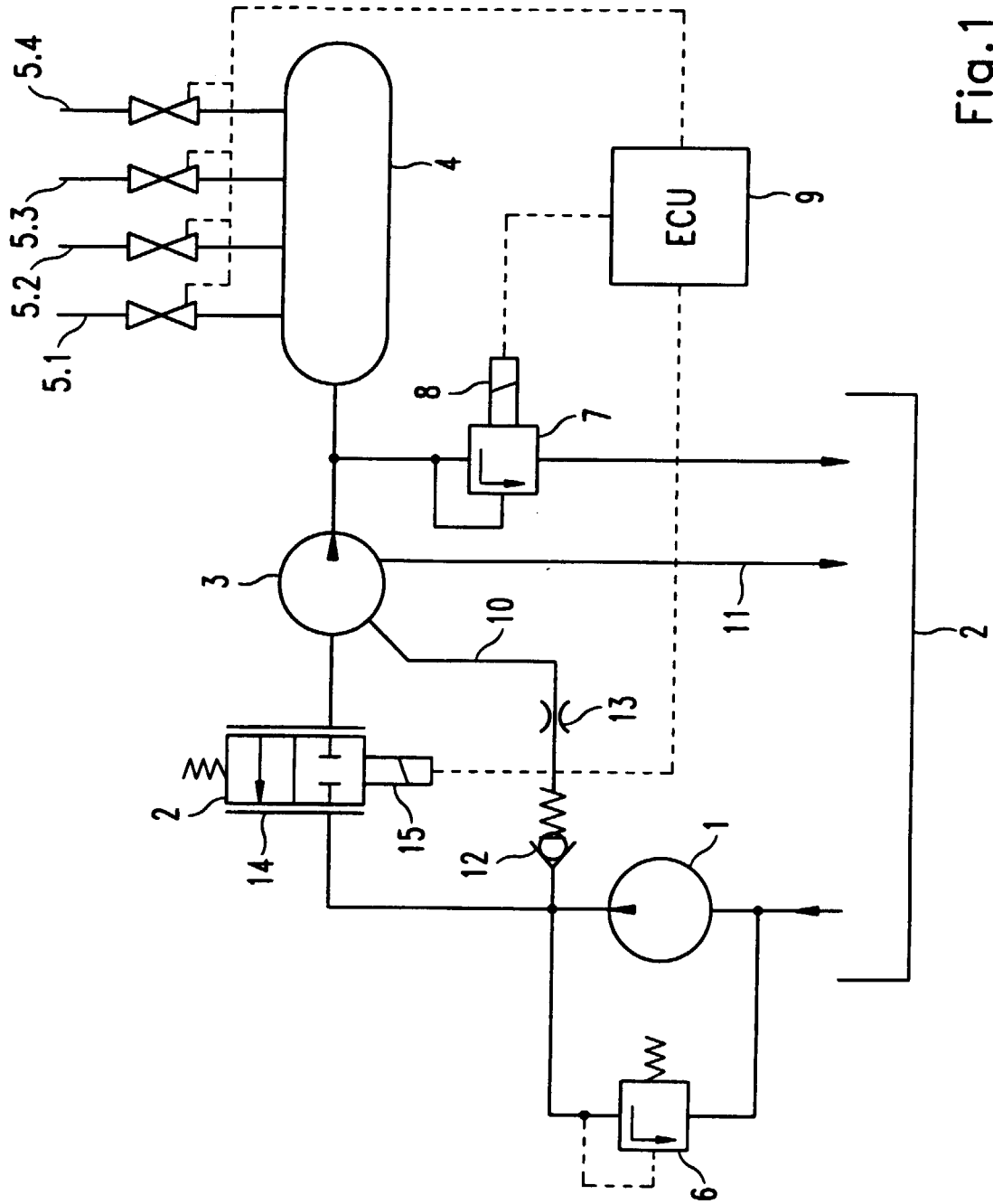


Fig.1

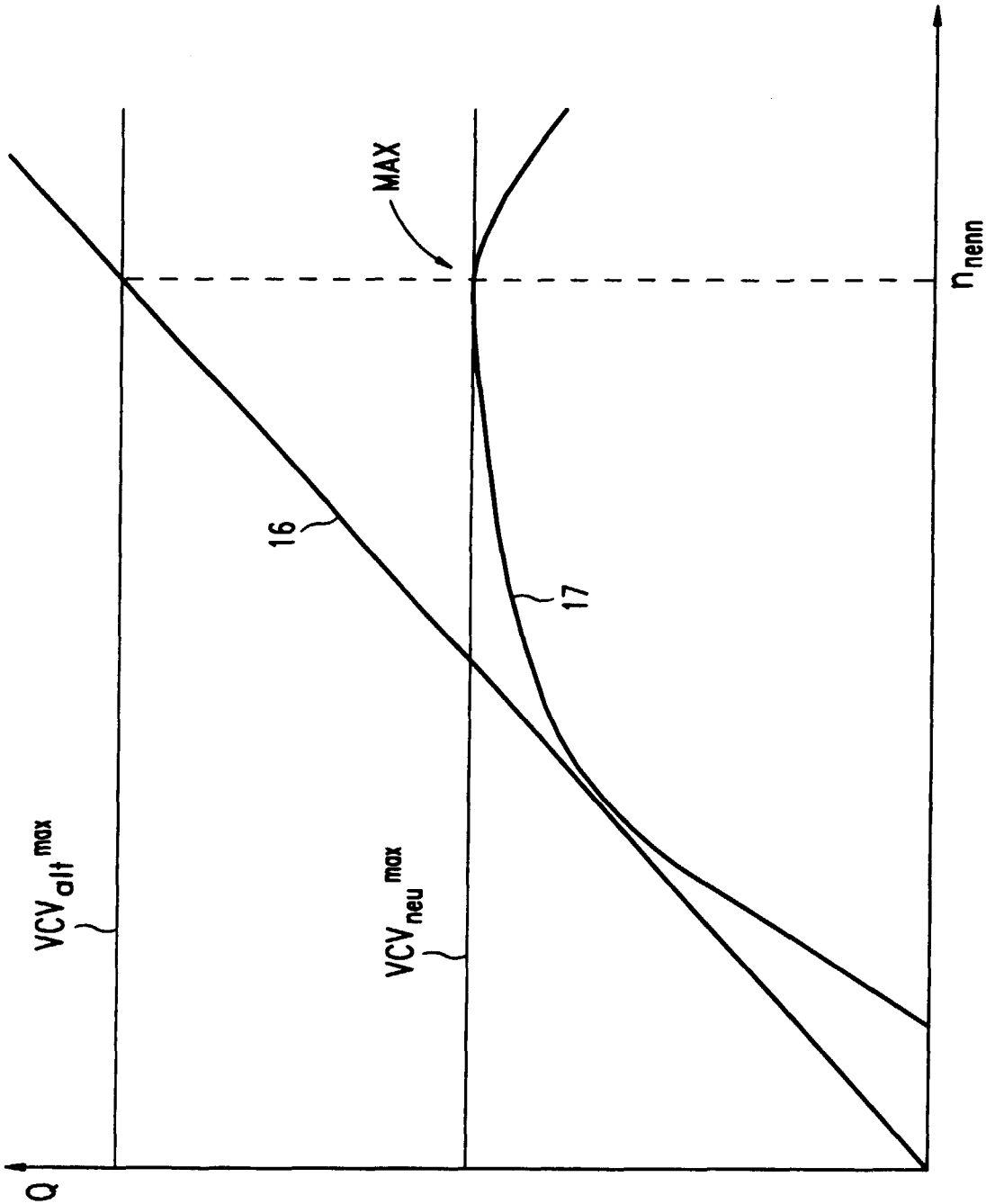


Fig.2