



(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 393/97

(51) Int.Cl.⁶ : **F02M 21/02**

(22) Anmeldetag: 26. 6.1997

(42) Beginn der Schutzdauer: 15.12.1997

(45) Ausgabetag: 26. 1.1998

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

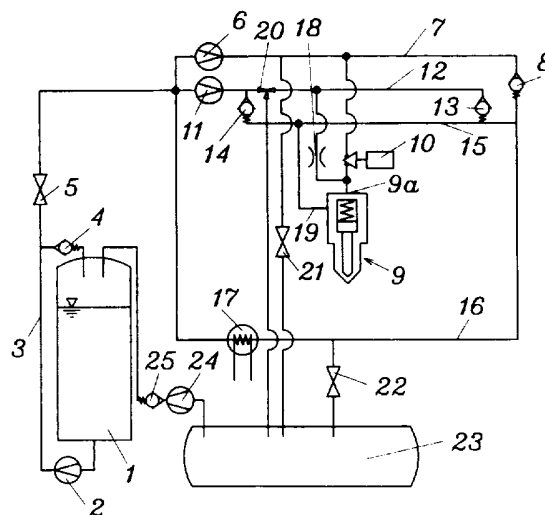
OFNER HERWIG DIPL.ING. DR.
STÜBING, STEIERMARK (AT).

(54) **EINSPRITZSYSTEM FÜR EINE MIT FLÜSSIGGAS BETRIEBENE BRENNKRAFTMASCHINE MIT INNERER VERBRENNUNG**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Einspritzsystem für eine mit Flüssiggas betriebene Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung mit einer Mehrzahl von Einspritzdüsen (9) zur direkten Einspritzung von Kraftstoff in die Zylinder der Brennkraftmaschine, welches Einspritzsystem aufweist:

- ein Kraftstoffversorgungssystem, in dem Kraftstoff unter einem Versorgungsdruck gehalten wird;
- eine Hochdruckpumpe (6), um Kraftstoff zur Verfügung zu stellen, der unter Einspritzdruck steht;
- eine Hochdruckleitung (7), die mit der Hochdruckpumpe (6) verbunden ist, um den unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoff den Einspritzdüsen (9) zuzuführen.

Ein sicherer Betrieb wird dadurch erreicht, daß weiters eine Steuerleitung (12) vorgesehen ist, die wahlweise mit den Einspritzdüsen (9) in Verbindung gebracht werden kann, wobei in der Steuerleitung (12) Kraftstoff mit einem gegenüber dem Versorgungsdruck erhöhten Druck vorliegt.



Die vorliegende Erfindung betrifft ein Einspritzsystem für eine mit Flüssiggas betriebene Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung mit einer Mehrzahl von Einspritzdüsen zur direkten Einspritzung von Kraftstoff in die Zylinder der Brennkraftmaschine, welches Einspritzsystem aufweist:

- ein Kraftstoffversorgungssystem, in dem Kraftstoff unter einem Versorgungsdruck gehalten wird;
- eine Hochdruckpumpe, um Kraftstoff zur Verfügung zu stellen, der unter Einspritzdruck steht;
- eine Hochdruckleitung, die mit der Hochdruckpumpe verbunden ist, um den unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoff den Einspritzdüsen zuzuführen.

Ein derartiges Einspritzsystem gibt ^{es} insbesondere zur Verwendung von Flüssiggaskraftstoffen mit hoher Cetanzahl, beispielsweise Dimethylether, welche bei Umgebungstemperatur einen Dampfdruck von weniger als 30 bar aufweisen und die als selbstzündende Kraftstoffe eingesetzt werden können. Aufgrund des hohen Dampfdruckes derartiger Flüssiggase muß das Einspritzsystem speziellen Anforderungen genügen.

Während des Betriebs von solchen Brennkraftmaschinen muß gewährleistet sein, daß es in den Einspritzdüsen nicht zu der Bildung von Dampfblasen kommt, da ansonsten die Förderung von Kraftstoff nicht mehr sichergestellt werden kann. Weiters müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, um ein Entweichen von Kraftstoff, besonders während des Stillstands der Brennkraftmaschine, zu verhindern, da ansonsten eine Explosionsgefahr drohen würde. Unter Umgebungsbedingungen verdampfen solche Kraftstoffe und können mit Luft ein explosives Gemisch bilden. Aus der DE 196 11 434 A der Anmelderin ist ein Einspritzsystem für solche Kraftstoffe bekannt, das nach dem COMMON RAIL-Prinzip ausgebildet ist. In einer gemeinsamen Verteilerschiene für alle Zylinder der Brennkraftmaschine wird Kraftstoff unter Einspritzdruck, also mit etwa 200 bis 250 bar, zu den einzelnen Einspritzdüsen geführt. Die Einspritzung selbst wird über Magnetventile gesteuert. Um die Einspritzdüsen während der Zeiträume, in denen keine Einspritzung erfolgt, nicht unter Einspritzdruck halten zu müssen, stehen die Hochdruckanschlüsse der Einspritzdüsen über eine entsprechende Drossel mit der Versorgungsleitung in Verbindung. Nach Beendigung des Einspritzvorganges kann sich daher der Druck in der Einspritzdüse vom Einspritzdruck (200 bis 250 bar) auf den Versorgungsdruck (etwa 10 bar) abbauen. Dadurch wird die Dichtungsproblematik und die Gefahr des Austretens von Kraftstoff aus den Einspritzdüsen vermieden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß der Kraftstoff in den Einspritzdüsen unter bestimmten Betriebsbedingungen, verdampfen kann, wobei die entstehenden Dampfblasen eine Störung des Einspritzvorganges bewirken.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, diesen Nachteil zu vermeiden und ein Einspritzsystem zu schaffen, das einen in jeder Hinsicht sicheren Betrieb gewährleistet. Dies bedeutet, daß einerseits das Austreten von Kraftstoff zuverlässig verhindert werden soll, und daß andererseits Kavitationseffekte oder Blasenbildungen in den Einspritzdüsen sicher vermieden werden.

Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß weiters eine Steuerleitung vorgesehen ist, die wahlweise mit den Einspritzdüsen in Verbindung gebracht werden kann, wobei in der Steuerleitung Kraftstoff mit einem gegenüber dem Versorgungsdruck erhöhten Druck vorliegt.

Wesentlich an der vorliegenden Erfindung ist es, daß zwischen dem Versorgungsdruck und dem Einspritzdruck ein weiteres Druckniveau eingeführt wird. Dadurch kann der Versorgungsdruck relativ niedrig gehalten werden, beispielsweise auf etwa 10 bar, und es kann dennoch in den Einspritzdüsen während der Zeiträume, in denen keine Einspritzung erfolgt, ein höheres Druckniveau aufrecht erhalten werden. Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch die Steuerleitung stets Kraftstoff gefördert wird, so daß die Steuerleitung selbst als Mittel zur Kühlung dient.

Insbesondere ist es günstig, wenn die Steuerleitung durch eine Kraftstoffmitteldruckpumpe mit Kraftstoff versorgt wird. Im Prinzip wäre es möglich, den Steuerdruck durch Drosselung aus dem Kraftstoffhochdrucksystem zu gewinnen. Dies stellt jedoch eine relativ große Belastung der Kraftstoffhochdruckpumpe dar und erfordert einen relativ großen Energieaufwand. Durch das Vorsehen einer eigenen Kraftstoffmitteldruckpumpe, ^{die} ~~der~~ einen Steuerdruck von vorzugsweise 20 bis 40 bar und besonders vorzugsweise 25 bis 35 bar herstellt, kann der Steuerdruck mit relativ geringem Energieeinsatz gewonnen werden. Weiters ist die Erwärmung des Kraftstoffs durch die Kraftstoffmitteldruckpumpe minimal.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, daß die Hochdruckleitung, die Steuerleitung und eine unter Versorgungsdruck stehende Zirkulationsleitung in einem gemeinsamen Bauteil angeordnet sind. Die Verteilerschiene, die die Kraftstoffhochdruckleitung enthält, wird durch diese Ausführung gleichsam als Wärmetauscher eingesetzt, da der Kraftstoff in der Versorgungsleitung und in der Steuerleitung eine niedrigere Temperatur aufweist als der Kraftstoff in der Hochdruckleitung. Auf diese Weise wird Kraftstoff geringerer Temperatur den Einspritzdüsen zur Einspritzung zugeführt, so daß deren thermische Belastung geringer wird. Die Gefahr von Blasenbildung wird dadurch weiter verringert.

Weiters kann vorgesehen sein, daß in der Steuerleitung eine Einrichtung vorgesehen ist, um den Steuerdruck betriebsmäßig verstellen zu können. Die Verstellung des Steuerdrucks kann beispielsweise in Abhängigkeit von der Temperatur der Einspritzdüsen oder von anderen

Parametern erfolgen. Auf diese Weise kann man erreichen, daß der Steuerdruck jeweils nur gerade so groß ist, daß ein Verdampfen von Kraftstoff in den Einspritzdüsen sicher verhindert werden kann.

In einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß für jede Einspritzdüse ein Dreiwegventil vorgesehen ist, das mit der Hochdruckleitung, der Steuerleitung und mit dem Kraftstoffzufuhranschluß der Einspritzdüse in Verbindung steht, und das in einer ersten Stellung die Hochdruckleitung mit dem Kraftstoffzufuhranschluß der Einspritzdüse verbindet, und das in einer zweiten Stellung die Steuerleitung mit dem Kraftstoffzufuhranschluß der Einspritzdüse verbindet. Auf diese Weise wird der Hochdruckanschluß der Einspritzdüsen nur während der Einspritzung mit Hochdruckkraftstoff beaufschlagt, ansonsten wird eine Verbindung mit der Steuerleitung hergestellt. Der Hochdruckanschluß wird dann abgesperrt.

Alternativ dazu kann vorgesehen sein, daß für jede Einspritzdüse ein Einspritzsteuerventil vorgesehen ist, das zwischen der Hochdruckleitung und dem Kraftstoffzufuhranschluß der Einspritzdüse angeordnet ist, und daß zwischen dem Kraftstoffzufuhranschluß jeder Einspritzdüse und der Steuerleitung eine Drossel angeordnet ist. Während des Einspritzvorganges öffnet das Einspritzsteuerventil, so daß die Einspritzdüse mit der Hochdruckleitung in direkter Verbindung steht. Die Drossel verhindert einen übermäßigen Druckabfall durch Ausströmen von Kraftstoff in die Steuerleitung. Der Einspritzvorgang wird dadurch beendet, daß das Einspritzsteuerventil schließt. Der Einspritzdruck in der Kraftstoffeinspritzdüse kann sich über die Drossel in die Steuerleitung abbauen. Nach Beendigung des Einspritzvorganges wird daher der Kraftstoff in der Einspritzdüse unter Steuerdruck gehalten.

In der Folge wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen die Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung und die Fig. 2 ein Detail einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung.

Bei der Ausführungsvariante von Fig. 1 liegt Kraftstoff in einem Kraftstoffvorratsbehälter 1 vor. Eine Kraftstoffniederdruckpumpe 2 fördert Kraftstoff in eine Versorgungsleitung 3, die über ein Druckbegrenzungsventil 4 auf einem Druck von etwa 10 bar gehalten wird. Ein Regelventil 5 ermöglicht die Regelung der Kraftstoffzufuhr. Eine Kraftstoffhochdruckpumpe 6 fördert Kraftstoff in eine Kraftstoffhochdruckleitung 7, in der Kraftstoff mit einem Druck von etwa 200 bar vorliegt. Ein Druckbegrenzungsventil 8 regelt diesen Kraftstoffdruck, der gleichzeitig den Einspritzdruck darstellt. In der Fig. 1 ist exemplarisch ein einzige Einspritzdüse 9 dargestellt. Es ist jedoch klar, daß entsprechend der Anzahl der Zylinder der Brennkraftmaschine mehrere/ solcher Einspritzdüsen 9 nebeneinander angeordnet sind. Für jede Einspritzdüse 9 ist ein Einspritzsteuerventil 10, das als elektromagnetisch betätigbares Ventil ausgebildet ist, vorgesehen. Während des Einspritzvorganges öffnet dieses Einspritzsteuerventil 10, um den Kraftstoffzufuhranschluß 9a der Einspritzdüse 9 mit Kraftstoff unter Ein-

spritzdruck zu versorgen. Weiters steht mit der Versorgungsleitung 3 eine Kraftstoffmitteldruckpumpe 11 in Verbindung, die eine Steuerleitung 12 mit Kraftstoff versorgt, der unter einem Druck von etwa 30 bar steht. Ein Druckbegrenzungsventil 13 dient zur Einstellung des Steuerdrucks. Gegebenenfalls kann das Druckbegrenzungsventil 13 steuerbar ausgeführt sein, um den Steuerdruck entsprechend der jeweils gegebenen Anforderungen einstellen zu können. Ein weiteres Druckbegrenzungsventil 14 dient zur Versorgung einer Zirkulationsleitung 15 mit Kraftstoff. Die Zirkulationsleitung 15 steht mit einer Rücklaufleitung 16 in Verbindung, in der ein Kraftstoffkühler 17 angeordnet ist. Stromabwärts des Kühlers 17 mündet die Rücklaufleitung 16 in die Versorgungsleitung 3 ein.

Der Kraftstoffzufuhranschluß 9a der Einspritzdüse 9 steht über eine Drossel 18 mit der Steuerleitung 12 in Verbindung. Über die Drossel 18 kann während der Zeiten, in denen keine Einspritzung erfolgt, der Druck in der Einspritzdüse 9 auf den Steuerdruck abgebaut werden. Eine Entlastungsleitung 19 der Kraftstoffeinspritzdüse 9 steht mit der Zirkulationsleitung 15 in Verbindung.

Ein Dreiwegeventil 20 dient einerseits zur Regulierung des Kraftstoffdurchflusses in der Steuerleitung 12 und in der Zirkulationsleitung 15 und andererseits dazu, ein Ablassen des Drucks in der Steuerleitung 12 während eines Stillstands der Brennkraftmaschine durchführen zu können. Ein Ablaßventil 21 dient zum Druckabbau in der Hochdruckleitung 7, und ein Ablaßventil 22 dient zum Druckabbau in der Rücklaufleitung 16. Durch diese Ventile 20, 21, 22 kann daher beim Abstellen der Brennkraftmaschine das gesamte Kraftstoffsystem drucklos gemacht werden. Der Kraftstoff wird aus diesen Ventilen 20, 21, 22 in einen „Purge-Tank“, einen drucklosen Speicher 23, abgelassen. Über eine Kraftstoffniederdruckpumpe 24 und ein Rückschlagventil 25 wird Kraftstoff aus diesem Behälter 23 in den Vorratsbehälter 1 rückgeführt.

Die Kraftstoffleitungen 7, 12 und 15 sind als Bohrungen in einer gemeinsamer Verteilerschiene ausgeführt. Dadurch ist ein intensiver Temperatúraustausch zwischen dem Kraftstoff, der ^{in der} Hochdruckleitung 7 vorliegt, mit dem Kraftstoff, der in der Steuerleitung 12 und der in der Zirkulationsleitung 15 vorliegt, möglich. Daher wird der durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 6 erwärmte Kraftstoff wirksam gekühlt. Es wäre an sich möglich, den Kraftstoff aus der Rücklaufleitung 16 direkt in den Vorratsbehälter 1 rückzuführen, um eine Durchmischung mit dem dort vorliegenden Kraftstoff zu erzielen.

Durch das Vorsehen des Kühlers 17 kann jedoch der Kraftstoff aus der Rücklaufleitung 16 wirksam abgekühlt werden und direkt der Hochdruckpumpe 6 bzw. der Mitteldruckpumpe 11 zugeführt werden. Die Fördermenge der Kraftstoffmitteldruckpumpe 11 wird so gewählt, daß Kraftstoff im Überschuß in die Steuerleitung 12 gefördert wird. Durch die entsprechende Einstellung der Druckbegrenzungsventile 13 und 14 wird in gleicher Weise eine dauernde

Durchströmung der Zirkulationsleitung 15 erreicht. Auf diese Weise kann die Kühlung des gesamten Systems intensiviert werden.

In der Fig. 2 ist ein Detail eines alternativen Einspritzsystems dargestellt. Dabei ist in der Fig. 2 nur der Bereich einer Einspritzdüse 9 dargestellt. Das übrige Einspritzsystem gleicht dem der Fig. 1. Ein elektromagnetisch betätigtes Dreiwegventil 26 regelt die Verbindung zwischen der Kraftstoffhochdruckleitung 7 und dem Kraftstoffzufuhranschluß 9a der Einspritzdüse 9. Während des Kraftstoffeinspritzvorganges wird die Verbindung des Anschlusses 9a mit der Kraftstoffhochdruckleitung 7 hergestellt. Eine Verbindungsleitung 27, die mit der Steuerleitung 12 kommuniziert, wird dabei abgesperrt. In der anderen Stellung des Dreiwegventils 26 wird eine Verbindung zwischen der Steuerleitung 12 über die Verbindungsleitung 27 mit dem Kraftstoffzufuhranschluß 9a der Einspritzdüse 9 hergestellt. Der Druck innerhalb der Einspritzdüse 9 fällt somit auf den Steuerdruck ab. Der mit der Kraftstoffhochdruckleitung 7 verbundene Anschluß des Ventils 26 wird dabei abgesperrt.

In den Fig. 1 und 2 ist zur Vereinfachung der Darstellung das Leckagesystem nicht dargestellt, das in der an sich bekannten Art ausgebildet ist. Bei dem Leckagesystem handelt es sich um eine Reihe von Leitungen, die direkt mit dem Speicher 23 in Verbindung stehen und die eine Druckentlastung für verschiedene Dichtungen und dergleichen gewährleisten.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, ein Kraftstoffeinspritzsystem für Kraftstoffe mit hohem Dampfdruck zur Verfügung zu stellen, bei dem das Auftreten von Dampfbläschen an kritischen Stellen sicher vermieden wird. Dieses Ziel wird bei der vorliegenden Erfindung dadurch erreicht, daß einerseits in den Einspritzdüsen der Ruhedruck über dem Versorgungsdruck gehalten wird und weiters dadurch, daß durch eine verstärkte Kraftstoffzirkulation eine verbesserte Kühlung des Einspritzsystems erreicht wird.

ANSPRÜCHE

1. Einspritzsystem für eine mit Flüssiggas betriebene Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung mit einer Mehrzahl von Einspritzdüsen (9) zur direkten Einspritzung von Kraftstoff in die Zylinder der Brennkraftmaschine, welches Einspritzsystem aufweist:
 - ein Kraftstoffversorgungssystem, in dem Kraftstoff unter einem Versorgungsdruck gehalten wird;
 - eine Hochdruckpumpe (6), um Kraftstoff zur Verfügung zu stellen, der unter Einspritzdruck steht;
 - eine Hochdruckleitung (7), die mit der Hochdruckpumpe (6) verbunden ist, um den unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoff den Einspritzdüsen (9) zuzuführen,**dadurch gekennzeichnet**, daß weiters eine Steuerleitung (12) vorgesehen ist, die wahlweise mit den Einspritzdüsen (9) in Verbindung gebracht werden kann, wobei in der Steuerleitung (12) Kraftstoff mit einem gegenüber dem Versorgungsdruck erhöhten Druck vorliegt.
2. Einspritzsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuerleitung (12) durch eine Kraftstoffmitteldruckpumpe (11) mit Kraftstoff versorgt wird.
3. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine unter Versorgungsdruck stehende Rücklaufleitung (16) vorgesehen ist, und daß in dieser Rücklaufleitung (16) ein Kraftstoffkühler (17) angeordnet ist.
4. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuerleitung (12) zur Kühlung ausgebildet ist, so daß in der Steuerleitung (12) Kraftstoff mit einer niedrigeren Temperatur vorliegt als in der Hochdruckleitung (7).
5. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hochdruckleitung (7), die Steuerleitung (12) und eine unter Versorgungsdruck stehende Zirkulationsleitung (15) in einem gemeinsamen Bauteil angeordnet sind.
6. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Steuerleitung (12) mindestens ein Druckbegrenzungsventil (13, 14) angeordnet ist, das den Steuerdruck auf einen Wert zwischen 20 und 40 bar, vorzugsweise zwischen 25 und 35 bar, einstellt.
7. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Steuerleitung (12) eine Einrichtung vorgesehen ist, um den Steuerdruck betriebsmäßig verstellen zu können.

8. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß für jede Einspritzdüse (9) ein Dreiwegventil (26) vorgesehen ist, das mit der Hochdruckleitung (7), der Steuerleitung (12) und mit dem Kraftstoffzufuhranschluß (9a) der Einspritzdüse (9) in Verbindung steht, und das in einer ersten Stellung die Hochdruckleitung (7) mit dem Kraftstoffzufuhranschluß (9a) der Einspritzdüse (9) verbindet, und das in einer zweiten Stellung die Steuerleitung (12) mit dem Kraftstoffzufuhranschluß (9a) der Einspritzdüse (9) verbindet.
9. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß für jede Einspritzdüse (9) ein Einspritzsteuerventil (10) vorgesehen ist, das zwischen der Hochdruckleitung (7) und dem Kraftstoffzufuhranschluß (9a) der Einspritzdüse (9) angeordnet ist, und daß zwischen dem Kraftstoffzufuhranschluß (9a) jeder Einspritzdüse (9) und der Steuerleitung (12) eine Drossel (18) angeordnet ist.
10. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß weiters eine Leckageleitung vorgesehen ist, in der Kraftstoff bei oder knapp über dem Umgebungsdruck vorliegt.

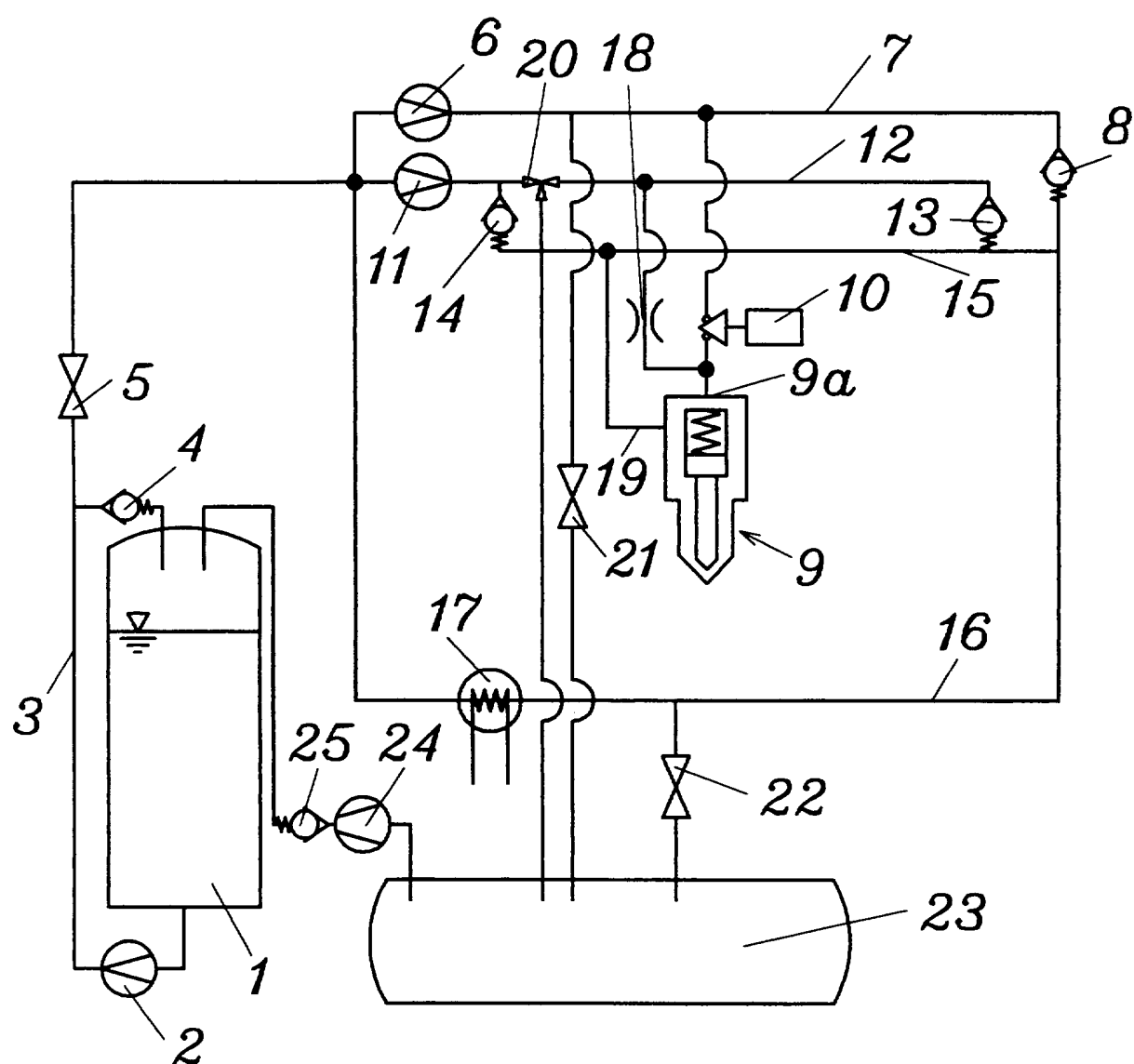
Fig. 1

Fig. 2

