

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication:

**0 056 916
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45)

Date de publication du fascicule du brevet:
27.08.86

(51)

Int. Cl.⁴: **F 02 M 47/02**

(21)

Numéro de dépôt: **81401902.2**

(22)

Date de dépôt: **01.12.81**

(54)

Dispositif d'injection de carburant pour moteur à combustion interne.

(30)

Priorité: **15.01.81 FR 8100679**

(43)

Date de publication de la demande:
04.08.82 Bulletin 82/31

(45)

Mention de la délivrance du brevet:
27.08.86 Bulletin 86/35

(84)

Etats contractants désignés:
AT DE GB IT

(56)

Documents cités:
**EP - A - 0 032 171
DE - A - 2 558 789
DE - A - 2 759 187
DE - A - 2 809 762
FR - A - 2 140 018
FR - A - 2 140 063
US - A - 3 983 855**

(73)

Titulaire: **REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT,
Boîte postale 103 8-10 avenue Emile Zola,
F-92109 Boulogne-Billancourt (FR)**

(72)

Inventeur: **Jourde, Jean-Pierre, 30, route de L'église,
F-69300 Caluire (FR)**

EP 0 056 916 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention a pour objet un dispositif d'injection de carburant pour moteur à combustion interne en particulier pour moteur Diesel, permettant à la fois un prédosage de la quantité de carburant injecté par cylindre et une amplification de la pression d'injection. La commande du dispositif d'injection peut se faire de manière aisée par des moyens électroniques.

L'injection de carburant à pression constante en particulier dans les moteurs Diesel, nécessite la présence de carburant à haute pression autour de l'aiguille d'injection afin de permettre l'obtention d'une haute pression d'injection dès l'ouverture de l'aiguille. Cette haute pression autour de l'aiguille à la fermeture de l'injecteur entraîne un risque d'injections parasites dues à des phénomènes de rebond de l'aiguille de l'injecteur. Par ailleurs, dans les systèmes d'injection à pression constante, on rencontre des difficultés pour la mise au point d'un organe unique de commande de la pression d'asservissement de l'aiguille d'injection, qui soit suffisamment rapide pour assurer une bonne régularité dans les mouvements de l'aiguille de l'injecteur pour les faibles quantités de carburant injecté. Il est également nécessaire de prévoir, dans les systèmes d'injection à pression constante, un organe limiteur de débit afin d'éviter tout afflux de carburant dans la chambre de combustion en cas de défaillance de l'injecteur.

Lorsque le système d'injection comprend des moyens de prédosage avec amplification de pression au moyen d'un piston différentiel, on constate que la pression d'injection est fonction, pour les faibles charges, de la quantité injectée, en raison du temps de réponse des pistons de commande et de refoulement du carburant dans l'injecteur.

Le document DE-A-2 558 789 décrit un dispositif d'injection de carburant pour moteur à combustion interne comprenant: une chambre d'injection obturée par une aiguille soumise à l'action d'un ressort de fermeture et de la pression régnant dans une chambre de décharge; un système de commande à deux pistons différentiels solidaires comprenant un piston de refoulement délimitant une chambre de dosage en communication avec la chambre d'injection et alimentée en carburant à une pression intermédiaire de gavage; un piston de commande de section supérieure à celle du piston de refoulement délimitant une chambre de commande pouvant être soumise à une haute pression de commande par l'intermédiaire d'un système d'électrovanne; et des moyens de commande. Ces moyens peuvent contrôler l'ouverture de l'aiguille précitée et la chambre de décharge est soumise à la pression de commande.

Le document DE-A-2 759 187 décrit un dispositif d'injection de carburant similaire. Ce dispositif comprend des moyens de commande pour décharger une chambre de décharge lorsque le carburant dosé a été soumis à la pression d'injection. Ce dispositif est construit de telle façon qu'avant l'injection, l'aiguille reste dans la position de fer-

meture, lorsque la chambre d'injection est à la pression d'injection régnant dans la chambre de dosage.

La présente invention a pour objet un dispositif d'injection de carburant qui réunissent les avantages de l'injection à pression constante et de l'injection prédosée. Suivant une particularité essentielle de l'invention, ce dispositif présente des moyens de commande pour décharger une chambre de décharge qui comprennent un distributeur à tiroir piloté par la haute pression de commande et par la pression régnant dans une chambre de dosage; le tiroir du distributeur est soumis d'une part, à l'action de la haute pression de commande régnant dans une première chambre de pilotage et d'autre part, à l'action de la pression régnant dans une deuxième chambre de pilotage, celle-ci communiquant avec un passage bas débouchant dans la chambre de dosage et pouvant être obturé par un piston de refoulement et avec un passage haut communiquant avec la basse pression d'un réservoir et pouvant être obturé par le piston de refoulement, l'un des deux passages précités étant dégagé quelle que soit la position du piston de refoulement.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée d'un mode de réalisation préféré faite à partir des dessins annexés, sur lesquels les figures 1 à 4 illustrent différentes phases de fonctionnement de ce mode de réalisation à partir d'un schéma hydraulique.

Tel qu'il est illustré sur la fig. 1, le dispositif d'injection selon l'invention comprend un injecteur 1 muni d'une aiguille d'injection 2 capable d'entrer en contact avec son siège 3 afin d'obturer le passage (diamètre Ss) vers les orifices d'injection 4. Une chambre d'injection 5 entoure l'aiguille d'injection 2 et permet l'alimentation du carburant à injecter. L'aiguille 2 de l'injecteur 1 est solidaire d'un poussoir 6 par l'intermédiaire d'une partie 7 de plus grand diamètre Sa. L'extrémité du poussoir 6 opposée à l'aiguille 2 agit sur un piston de pilotage 8 (diamètre Sd) délimitant une chambre de décharge 9. Un ressort de compression 10 agit en outre par l'intermédiaire de l'épaulement 11 sur l'aiguille 2 dans le sens tendant à fermer le passage vers les orifices d'injection 4.

Un système de commande 12 à deux pistons différentiels solidaires l'un de l'autre est monté sur le porte-injecteur non représenté sur la figure. Le système de commande 12 comprend un piston de refoulement 13 de section S_r délimitant une chambre de dosage 14. Le piston 13 est solidaire d'une tige 15 qui agit à la partie inférieure d'un piston de commande 16 de section S_c supérieure à la section S_r du piston de refoulement 13. Le piston de commande 16 délimite une chambre de commande 17. Un distributeur à tiroir 18 comporte un tiroir muni de deux portions 19 et 20 de plus grand diamètre reliées par une tige 21 qui se déplace dans un corps présentant trois chambres 22, 23 et 24 délimitées par des portées de l'alésage dudit corps. Par ailleurs, deux chambres d'extrémité 25 et 26 peuvent être soumises à une pression agissant sur l'une ou l'autre des extrémi-

tés du tiroir du distributeur 18. Un ressort de compression 27 est monté dans la chambre d'extrémité 25.

Le carburant, par exemple du gas-oil dans le cas d'un moteur Diesel, se trouve à la pression atmosphérique dans le réservoir 28. Il est aspiré par une pompe basse pression 29 fournissant une pression maintenue constante par le régulateur 30 monté entre la sortie de la pompe 29 et le retour au réservoir 28. Une pompe haute pression 31 est gavée par la pompe basse pression 29 et met le carburant à la haute pression constante P_c qui peut atteindre 200 bars et qui est la pression de commande. La pression de commande est maintenue constante par deux dispositifs régulateurs placés en série 32 et 33 entre la sortie de la pompe haute pression 31 et le retour au réservoir 28. La pression constante apparaissant entre les deux régulateurs 32 et 33 est une pression intermédiaire P_g , dite pression de gavage inférieure à la haute pression de commande P_c . Le carburant à la pression de gavage peut donc pénétrer par un ajutage d'amortissement 34 et un clapet antiretour 35 monté dans la canalisation 36 jusque dans la partie basse de la chambre de dosage 14.

Le carburant à la haute pression de commande P_c alimente par la canalisation 37 un accumulateur hydraulique 38, la chambre 22 du distributeur à tiroir 18 ainsi que la chambre d'extrémité 26 du même distributeur par l'intermédiaire d'une électrovanne à trois voies 39 montée dans la canalisation de dérivation 40. Le carburant à haute pression peut passer de la chambre 22 dans la chambre 23 selon la position du tiroir et alimenter par la canalisation 41, la chambre de commande 17 du système de commande 12 à piston différentiel.

Le carburant à la haute pression de commande P_c est également amené par la canalisation 42 à un distributeur à tiroir 51.

La partie basse de la chambre de dosage 14 est reliée par la canalisation 45, 46 à la chambre d'injection 5.

La chambre d'extrémité 25 du distributeur 18 est reliée par la canalisation 47 à la canalisation 48 de retour au réservoir 28. Il en est de même de la chambre 24 du distributeur 18 par l'intermédiaire d'un gicleur d'amortissement 49. Le côté tige du piston de commande 16 est également relié par la canalisation 48a, 48 au réservoir 28. Il en est de même du côté tige du piston de pilotage 8 de l'injecteur 1 par la canalisation 8a ainsi que de la troisième voie de l'électrovanne à trois voies 39 par la canalisation 48.

L'alésage à l'intérieur duquel peut se déplacer le piston de refoulement 13 comporte dans sa partie basse une ouverture communiquant avec la canalisation 45 et dans sa partie haute une ouverture communiquant avec une canalisation 50. L'écartement de ces deux ouvertures est tel qu'en position de repos, le piston de refoulement 13 découvre l'ouverture de la canalisation 50 et obture l'ouverture de la canalisation 45. Les deux canalisations 45 et 50 sont connectées à la chambre d'injection 5. En position de repos, la canalisation 50 et de ce fait la chambre d'injection 5 se

trouvent en communication avec le côté tige du piston de commande 16 c'est-à-dire avec la basse pression du réservoir de fluide 28 par l'intermédiaire de la canalisation de retour 48a, 48.

Le tiroir du distributeur 51 comporte deux portions de plus grand diamètre 52 et 53 reliées entre elles par une tige 54 et se déplace dans un alésage comportant trois chambres 55, 56 et 57 délimitées par des portées ainsi que deux chambres de pilotage 58 et 59 pour le déplacement du tiroir. La première chambre de pilotage 58 est reliée à la haute pression de commande par la canalisation 61 qui est elle-même connectée à la canalisation 42. La canalisation 60 permet en outre de véhiculer le carburant à la haute pression de commande P_c jusque dans la chambre 57.

La chambre 55 est reliée au réservoir 28 par l'intermédiaire de la canalisation 62 qui renferme un gicleur d'amortissement à restriction variable 63 et de la canalisation 43a. La canalisation 64 relie la chambre 56 à la chambre de décharge 9 de l'injecteur 1.

La deuxième chambre de pilotage 59 communique par la canalisation 65 avec un passage bas 66 débouchant dans la chambre de dosage 14 et pouvant être obturé par le piston de refoulement 13 lors de son mouvement vers le bas. La canalisation 65 communique également avec un passage haut 67 qui communique avec le côté tige du piston de commande 16 et par la canalisation 48a et 48 avec le réservoir 28. Le passage 67 peut être obturé par le piston de refoulement 13 dans son mouvement vers le haut. L'écartement des passages haut et bas 66 et 67 ainsi que la hauteur du piston 13 sont choisis de sorte que l'un des deux passages soit toujours dégagé quelle que soit la position du piston de refoulement 13. Par ailleurs, les orifices des conduits 45 et 50 qui relient la chambre d'injection 5 respectivement à la chambre de dosage 14 et au réservoir par l'intermédiaire de la canalisation 48a, sont chacun décalés vers le bas par rapport aux orifices des passages bas et haut 66 et 67. De cette manière, les orifices des conduits 45 et 50 sont obturés par le piston de refoulement 13 dans son mouvement soit le haut, soit vers le bas, après les passages bas et haut 66 et 67 respectifs. C'est ainsi que dans son mouvement vers le bas, le piston de refoulement 13 obture tout d'abord l'orifice communiquant avec la canalisation 66 du passage bas, puis lorsqu'il poursuit son mouvement vers le bas, l'orifice communiquant avec la canalisation 45. De la même manière, lorsque le piston de refoulement 13 se déplace vers le haut, il obture tout d'abord l'orifice de la canalisation 50 puis l'orifice du passage haut 67.

Dans la position de repos représentée sur la fig. 1, la deuxième chambre de pilotage 59 du distributeur à tiroir 51 se trouve en communication avec la basse pression du réservoir de fluide 18 par les canalisations 65 et 67 qui la font communiquer avec les canalisations 48a et 48 et le réservoir 28. Dans cette position en effet, le piston de refoulement 13 découvre l'orifice du passage haut 67. La haute pression de commande P_c régnant

dans la première chambre de pilotage 58 entraîne un déplacement du tiroir du distributeur 51 mettant en communication les chambres 56 et 57. La haute pression de commande P_c provenant de la canalisation 60 règne donc par la canalisation 64 dans la chambre de décharge 9. Il en résulte que l'aiguille 2 de l'injecteur 1 est en position fermée.

La fig. 2 illustre la phase de prédosage qui se fait par une action de commande sur l'électrovanne à trois voies 39.

L'ouverture de l'électrovanne 39 permet le déplacement du tiroir du distributeur 18 et le remplissage de la chambre de dosage 14 à la pression de gavage P_g , le piston différentiel 12 se déplaçant vers le haut. Pendant cette phase, on notera que la deuxième chambre de pilotage 59 se trouve soumise à la pression de gavage P_g qui règne dans la chambre de dosage 14 par l'intermédiaire du passage bas 66 et de la canalisation 65.

La quantité dosée se trouvant à la fin de cette étape dans la chambre de dosage 14 est proportionnelle au temps d'ouverture de l'électrovanne 39.

La fig. 3 illustre la phase d'injection. Dès que l'électrovanne 39 revient dans sa position initiale ce qui entraîne également le retour en position de repos du tiroir du distributeur 18, la haute pression de commande P_c s'établit dans la chambre de commande 17. La pression P_c qui règne dans la chambre de dosage 14 croît progressivement. Dès que cette pression devient supérieure à la haute pression de commande P_c , le tiroir du distributeur 51 est amené à se déplacer sous l'action de la pression supérieure régnant dans la deuxième chambre de pilotage 59. Ce mouvement illustré sur la fig. 3 met en communication les chambres 55 et 56 du distributeur à tiroir 51. La pression régnant dans la chambre de décharge 9 peut donc chuter par l'intermédiaire des canalisations 64 et 62 et l'ajutage variable 63.

Compte tenu des temps de retard des différents tiroirs mobiles du distributeur 51 et du distributeur 18, la pression d'injection $P_i = P_c \times S_c/S_i$ se trouve établie avant l'ouverture de l'aiguille 2 de l'injecteur qui se déplace sous l'action de cette pression régnant dans la chambre d'injection 5.

La fig. 4 illustre la phase correspondant au début de la fin de l'injection. Dans son mouvement vers le bas, le piston 13 découvre tout d'abord le passage haut 67. En même temps il obture le passage bas 66. A ce moment l'ouverture de la canalisation 50 est encore obturée tandis que l'ouverture de la canalisation 45 est découverte permettant la poursuite de l'injection. La haute pression de commande P_c régnant dans la première chambre de pilotage 58 devient donc à nouveau prépondérante sur la pression régnant dans la deuxième chambre de pilotage 59 qui se trouve reliée par les canalisations 48a et 48 au réservoir 28. Le tiroir du distributeur 51 se déplace donc à nouveau vers sa position de repos mettant en communication les chambres 56 et 57 et permettant à la haute pression de commande P_c de péné-

trer à nouveau dans la chambre de décharge 9. Il en résulte un effort complémentaire à la fermeture de l'aiguille 2 de l'injecteur, effort qui est favorable à une fin d'injection très nette. Lors de la poursuite de son mouvement vers le bas le piston 13 découvre ensuite l'ouverture de la canalisation 50 permettant la décharge de la chambre d'injection 5 et le déplacement de l'aiguille 2 vers sa position de fermeture.

Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant pour moteur à combustion interne comprenant: une chambre d'injection (5) obturée par une aiguille soumise à l'action d'un ressort de fermeture et de la pression dans une chambre de décharge (9); un système de commande à deux pistons différentiels solidaires (12) comprenant:

– un piston de refoulement (13) délimitant une chambre de dosage (14) en communication avec la chambre d'injection (5) et alimenté en carburant à une pression intermédiaire de gavage;

– un piston de commande (16) de section supérieure à celle du piston de refoulement (13) délimitant une chambre de commande (17) pouvant être soumise à une haute pression de commande par l'intermédiaire d'un système d'électrovanne à trois voies;

– et des moyens de commande pour décharger la chambre de décharge (9) lorsque la quantité de carburant dosée a été soumise à la pression d'injection par l'action de la haute pression de commande sur le piston de commande (16);

les dimensions de ladite chambre de décharge (9) ainsi que les caractéristiques de l'injecteur (1) étant telles qu'avant l'injection, l'aiguille (2) reste en position de fermeture, lorsque la chambre d'injection (5) est à la pression d'injection régnant dans la chambre de dosage (14), la haute pression de commande s'exerçant sur le piston de commande (16) et la chambre de décharge (9) étant soumise à la pression de commande; la section (S_d) de la chambre de décharge (9) où s'exerce la pression de commande et le ressort de fermeture (10) de l'injecteur étant telles que les forces qui en résultent tendant à maintenir l'aiguille en position de fermeture soient supérieures à la force tendant à ouvrir l'aiguille et résultant de l'action de la pression d'injection dans la chambre de dosage (14), dispositif caractérisé par le fait que les moyens de commande pour décharger la chambre de décharge (9) comprennent un distributeur à tiroir (51) piloté par la haute pression de commande et par la pression régnant dans la chambre de dosage (14), et que le tiroir du distributeur (51) est soumis d'une part à l'action de la haute pression de commande régnant dans une première chambre de pilotage (58) et d'autre part à l'action de la pression régnant dans une deuxième chambre de pilotage (59), la deuxième chambre communiquant avec un passage bas (66) débouchant dans la chambre de dosage (14) et pouvant être obturé par le piston de refoulement (13) et avec un passage haut (67) communiquant avec la basse

pression du réservoir et pouvant être obturé par le piston de refoulement (13), l'un des deux passages précités étant dégagé quelle que soit la position du piston de refoulement (13).

2. Dispositif d'injection selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les orifices des conduits (45, 50) reliant la chambre d'injection respectivement à la chambre de dosage (14) et à la décharge (28) sont obturés par le piston de refoulement (13) respectivement après les passages haut et bas précités (67, 66).

Claims

1. A fuel injection arrangement for an internal combustion engine comprising: an injection chamber (5) which is closed by a needle subjected to the force of a closure spring and the pressure in a discharge chamber (9); a control system (12) having two differential pistons which are fixed with respect to each other and comprising:

- a delivery piston (13) delimiting a metering chamber (14) communicating with the injection chamber (5) and supplied with fuel at an intermediate feed pressure;

- a control piston (16) which is larger in section than the delivery piston (13), delimiting a control chamber (17) which can be subjected to a high control pressure by means of a three-way electrically operated valve system; and

- control means for discharging the discharge chamber (9) when the metered amount of fuel has been subjected to the injection pressure by the action of the high control pressure on the control piston (16);

the dimensions of said discharge chamber (9) and the characteristics of the injector (1) being such that prior to injection the needle (2) remains in the closure position, when the injection chamber (5) is at the injection pressure obtaining in the metering chamber (14), the high control pressure being applied to the control piston (16) and the discharge chamber (9) being subjected to the control pressure; the section (S_d) of the discharge chamber (9) where the control pressure occurs and the closure spring (10) of the injector being such that the forces which result therefrom tending to hold the needle in the closure position are greater than the force tending to open the needle and resulting from the action of the injection pressure in the metering chamber (14), the arrangement being characterised in that the control means for discharging the discharge chamber (9) comprise a sliding spool-type distributor (51) which is pilot-controlled by the high control pressure and by the pressure obtaining in the metering chamber (14) and that the spool of the distributor (51) is subjected on the one hand to the action of the high control pressure obtaining in a first pilot-control chamber (58) and on the other hand to the action of the pressure obtaining in a second pilot-control chamber (59), the second chamber communicating with a lower passage (66) opening into the metering chamber (14) and being capable of being closed by the delivery piston (13) and with an

upper passage (67) communicating with the low pressure of the tank and being capable of being closed by the delivery piston (13), on of the said two passages being opened irrespective of the position of the delivery piston (13).

2. An injection arrangement according to claim 1 characterised in that the orifices of the conduits (45, 50) connecting the injection chamber respectively to the metering chamber (14) and to the discharge (28) are closed by the delivery piston (13) respectively after said upper and lower passages (67, 66).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Brennstoffeinspritzung in einen Verbrennungsmotor mit: einer Einspritzkammer (5), die von einer Nadel verschlossen ist, welche unter der Wirkung einer Schliessfeder und des Drucks in einer Auslasskammer (9) steht; einer Steueranordnung mit zwei miteinander verbundenen Differentialkolben (12), die aufweist:

- einen Füllkolben (13), der eine Dosierkammer (14) begrenzt, die in Verbindung mit der Einspritzkammer (5) steht und die mit Brennstoff bei einem mittleren Fülldruck versorgt wird;

- einen Steuerkolben (16), dessen Querschnitt grösser als derjenige des Füllkolbens (13) ist und der eine Steuerkammer (17) begrenzt, die mittels eines Dreiwege-Elektroventils mit einem hohen Steuerdruck beaufschlagt werden kann; und

- mit einer Steueranordnung zum Entleeren der Auslasskammer (9), wenn die Menge des dosierten Brennstoffs mit dem Einspritzdruck beaufschlagt ist mittels des hohen Steuerdrucks auf den Steuerkolben (16);

wobei die Abmessungen der genannten Auslasskammer (9) sowie die Eigenschaften der Einspritzdüse (1) derart sind, dass vor dem Einspritzen die Nadel (1) in Schliessstellung verbleibt, wenn die Einspritzkammer (5) mit dem Einspritzdruck beaufschlagt ist, der in der Dosierkammer (14) herrscht, wobei der hohe Steuerdruck den Steuerkolben (16) beaufschlagt und der Steuerdruck in der Auslasskammer (9) herrscht; dass der Querschnitt (S_d) der Auslasskammer (9), in der der Steuerdruck herrscht und die Schliessfeder (10) des Einspritzventils derart sind, dass die daraus resultierenden Kräfte, die dazu neigen, die Nadel in Schliessstellung zu halten, grösser als die Kraft sind, die zum Öffnen der Nadel neigt und die auf der Wirkung des Einspritzdrucks in der Dosierkammer (14) stammt, dadurch gekennzeichnet, dass die Steueranordnung zum Entleeren der Auslasskammer (9) einen Schiebeverteiler (51) aufweist, der vom hohen Steuerdruck gesteuert ist sowie von dem in der Dosierkammer (14) herrschenden Druck und dass der Schieber des Verteilers (51) einerseits unter der Wirkung des hohen Steuerdrucks steht, der in einer ersten Steuerkammer (58) herrscht und andererseits unter der Wirkung des in einer zweiten Steuerkammer (59) herrschenden Drucks steht, wobei die zweite Kammer mit einem unteren Durchlass (66) in Verbindung steht, der in der Dosierkammer (14)

mündet und vom Füllkolben (13) verschlossen werden kann und mit einem oberen Durchlass (67) in Verbindung steht, der mit dem Niederdruck des Behälters in Verbindung steht und durch den Füllkolben (13) verschlossen werden kann, wobei einer der beiden genannten Durchlässe frei bleibt bei beliebiger Stellung des Füllkolbens (13).

5

2. Einspritzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungsöffnungen (45, 50), welche die Einspritzkammer mit der Dosierkammer (14) bzw. dem Auslass (28) verbinden, vom Füllkolben (13) verschlossen werden nach den genannten oberen bzw. unteren Durchlässen (67, 66).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

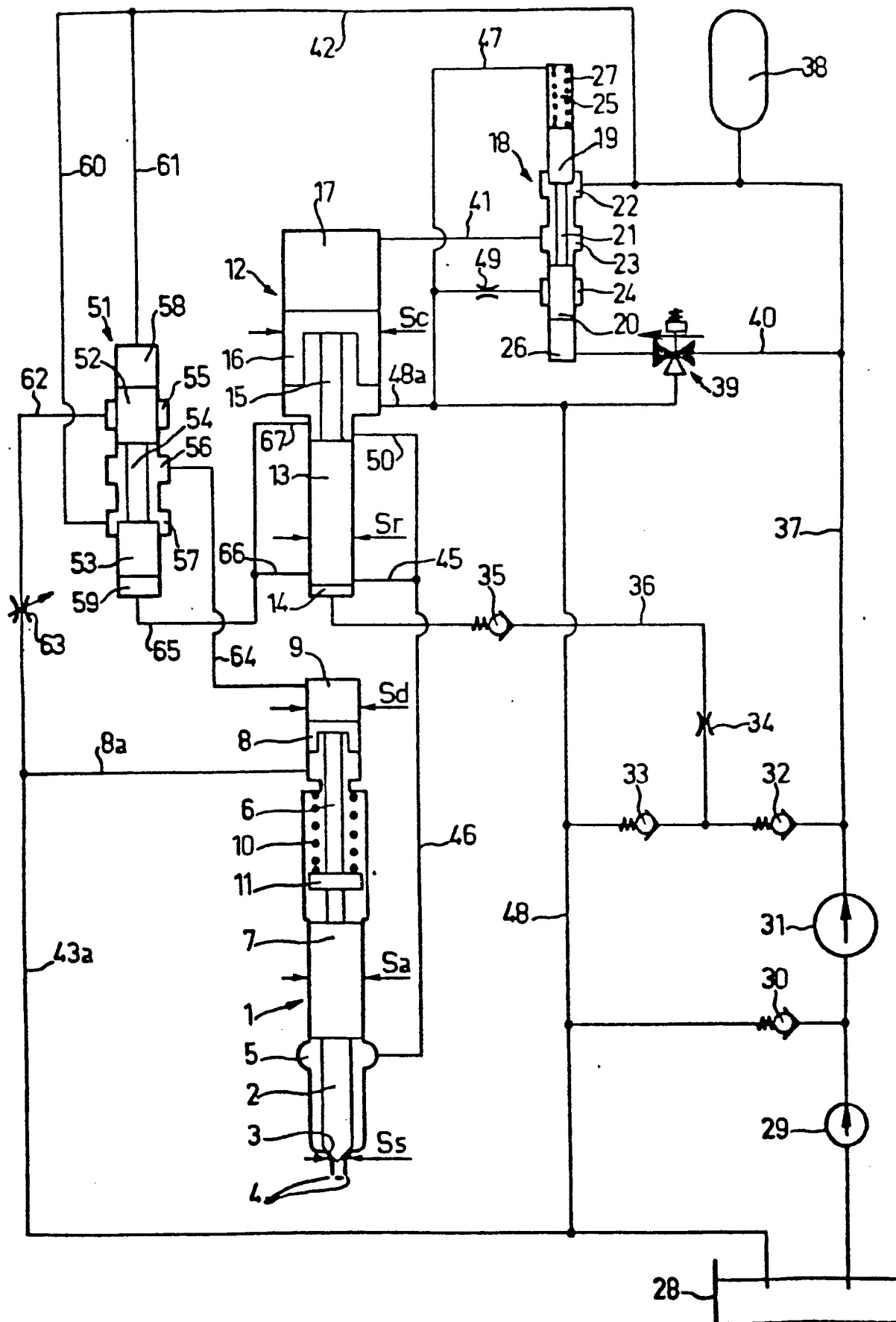
FIG. 1

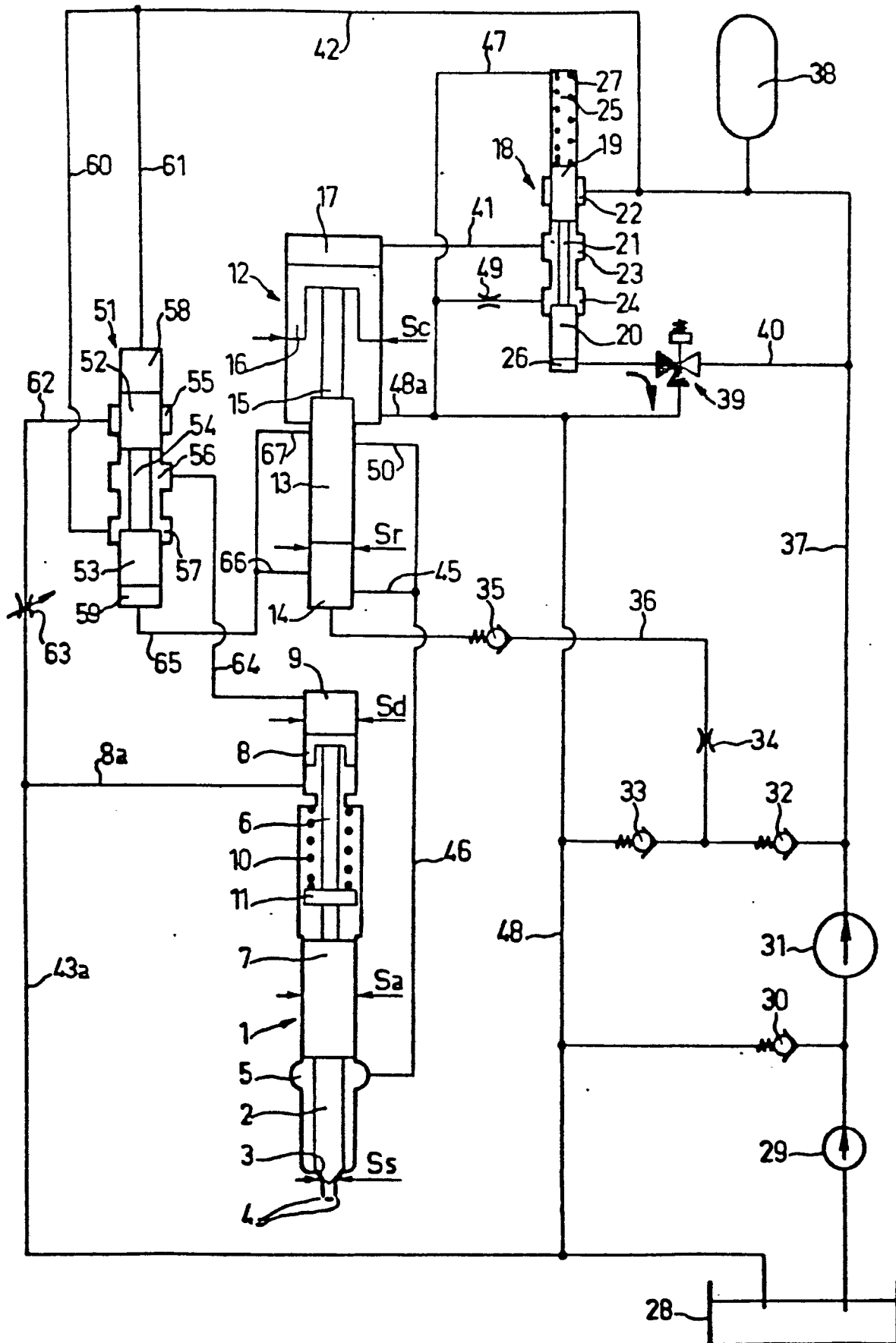
FIG. 2

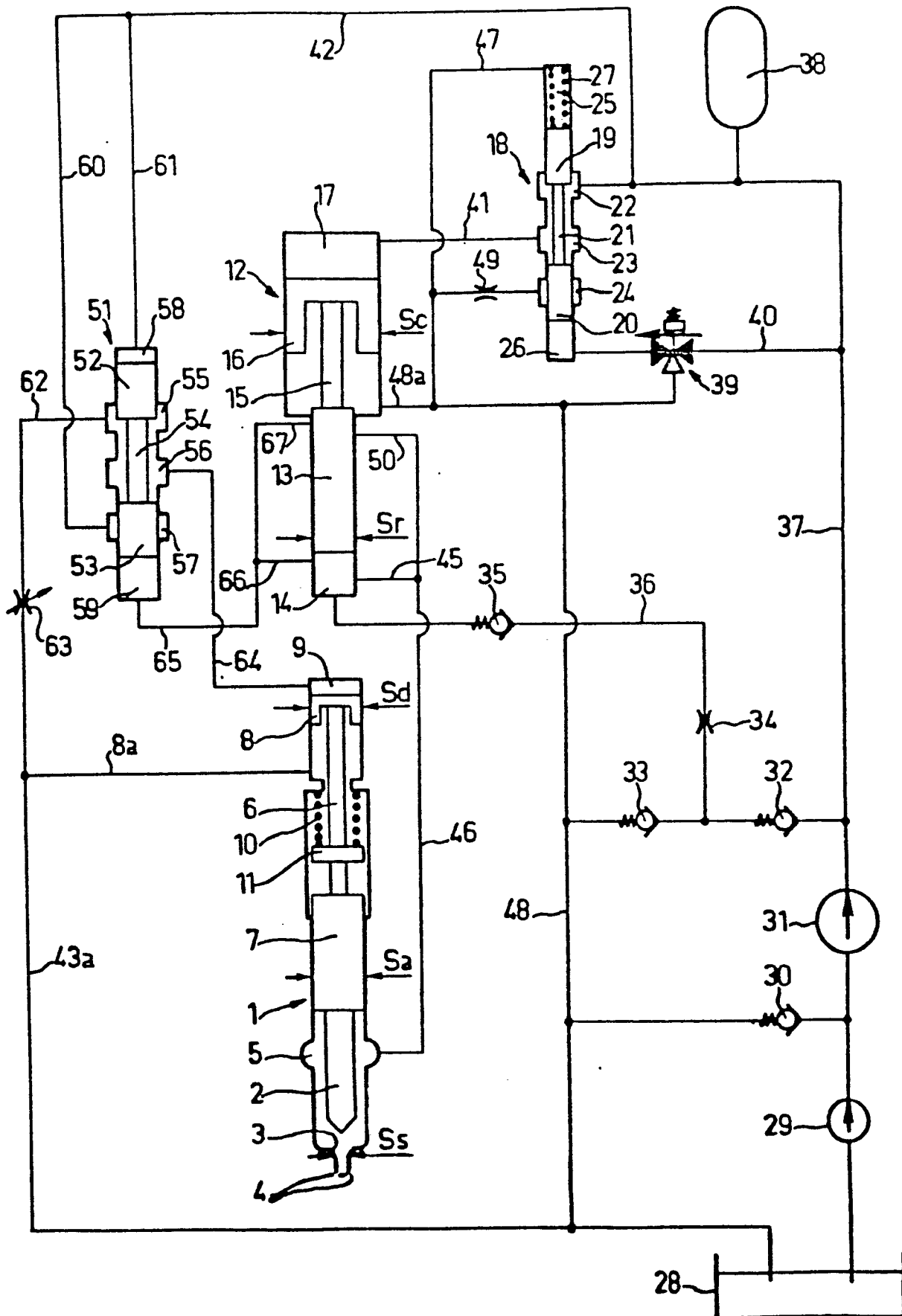
FIG. 3

FIG. 4