



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 656 029 A5

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>: H 02 H 7/22

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑲ Gesuchsnummer: 8212/81

⑳ Anmeldungsdatum: 22.12.1981

㉑ Priorität(en): 26.12.1980 JP 55-188890  
26.12.1980 JP 55-188896

㉒ Patent erteilt: 30.05.1986

㉓ Patentschrift veröffentlicht: 30.05.1986

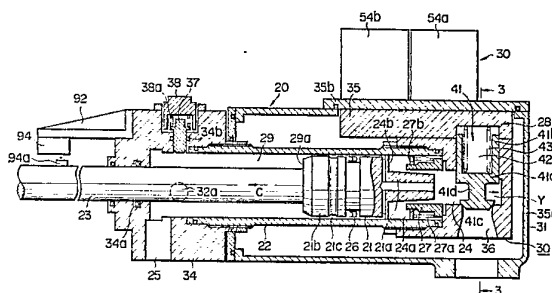
㉔ Inhaber:  
Tokyo Shibaura Denki Kabushiki Kaisha,  
Kawasaki-shi/Kanagawa-ken (JP)

㉕ Erfinder:  
Kobayashi, Yoshikata, Isogo-ku/Yokohama-shi  
(JP)

㉖ Vertreter:  
E. Blum & Co., Zürich

⑤④ **Hydraulisch betriebene Abschaltvorrichtung für eine elektrische Schaltanlage.**

⑤⑦ Die Abschaltvorrichtung hat einen Differentialkolben (21) zur Betätigung einer Schalteinheit und ein Einschalt- und Abschaltvorsteuerventil (54b, 54a) zur Betätigung des Differentialkolbens (21). Ein durch die Vorsteuerventile (54b, 54a) betätigbares Steuerventil enthält zwei Kolbenabschnitte und treibt ein Zwischenventil (28), das den Differentialkolben antreibt (21). Das Steuerventil kann ferner eine Schnellabschaltung durchführen und einen bestimmten Vorgang vollenden, selbst wenn ein impulsförmiges Signal zur Betätigung der Vorsteuerventile (54a, 54b) angewendet wird oder während des Vorganges ein Druckabfall auftritt. Durch die Anwendung eines Hilfsventils und eines Hilfsschalters (94) wird eine Doppelschaltung und das Pumpen verhindert sowie eine bevorzugte Abschaltfunktion ermöglicht.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Hydraulisch betriebene Abschaltvorrichtung für eine elektrische Schaltanlage, gekennzeichnet durch einen Zylinder (22), in welchen eine Arbeitsflüssigkeit eingelassen wird, durch einen Block (34, 35) zum Halten des Zylinders (22), durch einen Differentialkolben (21), der in dem Zylinder (22) in axialer Richtung hin- und her bewegbar angeordnet ist und mit der Stirnseite eine vordere Kammer (29), in die eine Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit einleitbar ist, und mit der Rückseite eine hintere Kammer (24) bestimmt, wobei der Differentialkolben (21) eine vordere Arbeitsfläche (29a), die der vorderen Kammer an der Stirnseite gegenüberliegt, und eine hintere Arbeitsfläche (24b) aufweist, die der hinteren Kammer (24) an der Rückseite gegenüberliegt, durch eine Schalteinheit (10), die durch den Differentialkolben (21) betätigt wird, um einen elektrischen Schaltkreis zu- und abzuschalten, durch ein Steuerventil (46) mit einem Ventilstößel (46a), der in eine im Block (34, 35) bestimmten Steuerkammer (52) eingesetzt ist, wobei die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit in die hintere Kammer (24) eingelassen oder aus der hinteren Kammer ausgelassen werden kann, um den Differentialkolben (21) vor und zurückzuschieben, wobei der Ventilstößel (46a) so montiert ist, dass er in der mit der hinteren Kammer kommunizierenden Steuerkammer (52) in die eine oder andere Richtung verschiebbar ist, wobei eine Speisequelle (40) für die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit und ein Niederdruck-Ablauftank (31) mittels einem ersten, zweiten, bzw. dritten Durchlass (50a, 49a, 51) verbunden sind, wobei der Ventilstößel (46a) einen ersten und zweiten Kolbenabschnitt (46b, 46c) aufweist, die auf einer gemeinsamen geraden Mittellinie liegen und an der Seite der einen oder andern Richtung, bzw. Kammer zum Ein- und Abschalten (52a, 52b) in der Steuerkammer (52) einer auf der einen Richtungsseite des ersten Kolbenabschnittes (46b) und der andere an der anderen Richtungsseite des zweiten Kolbenabschnittes (46c) angeordnet sind, so dass der erste Kolbenabschnitt (46b) den ersten und zweiten Durchlass (50a, 49a) verbindet und der zweite Kolbenabschnitt (46c) den dritten Durchlass (51) vom ersten und zweiten Durchlass (50a, 49a) absperrt, wenn der Ventilstößel (46a), in die eine Richtung verschoben ist, und dass der zweite Kolbenabschnitt (46c) den ersten und dritten Durchlass (50a, 51) verbindet und der erste Kolbenabschnitt (46b) den zweiten Durchlass (49a) vom ersten und dritten Durchlass (50a, 51) absperrt, wenn der Ventilstößel (46a) in die andere Richtung verschoben ist, und wobei der Ventilstößel (46a) Durchlässe (46g, 46e) enthält, um die durch den zweiten Durchlass (49a) in die Ein- und Abschaltkammer (52a, 52b) eingelassene Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit ablaufen zu lassen, durch ein Vorsteuerventil zum Einschalten (54b), das in einem der Einschaltkammer (52a) und den Ablauftank (31) verbindenden Durchlass angeordnet ist und die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit in die Einschaltkammer (52a) ausströmen lässt, um den Steuerventilstößel (46a) in die eine Richtung zu verschieben, wenn ein Einschaltbefehl anliegt, und durch ein Vorsteuerventil zum Abschalten (54a), das in einem der Abschaltkammer (52b) und den Ablauftank (31) verbindenden Durchlass angeordnet ist und die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit in die Abschaltkammer (52b) ausströmen lässt, um den Steuerventilstößel (46a) in die andere Richtung zu verschieben, wenn ein Abschaltbefehl anliegt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Feder (88) in der Einschaltkammer (52a) vorgesehen ist, um den Steuerventilstößel (46a) in die andere Richtung zu drücken.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kolbenabschnitt (46b) einen Steuerschieber (110) enthält, der einstückig mit dem ersten Kolbenabschnitt (46b) auf der Seite des zweiten Kolbenabschnittes ausgebildet ist, um zu verhindern, dass die durch den zweiten Durchlass (49a) in die Speisequelle (40) eingelassene Hochdruck-

Arbeitsflüssigkeit aus dem dritten Durchlass (51) ausströmen kann.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser des Steuerventilstößels (46a), der den Steuerschieber (110) bildet, grösser ist als der Durchmesser eines mit dem zweiten Kolbenabschnitt (46c) zusammenwirkenden Ventilsitzes (108) und der Durchmesser des Steuerventilstößelabschnittes, der in die Abschaltkammer (52b) ragt, zwischen den beiden Durchmessern liegt, so dass der Steuerventilstößel (46a) automatisch in eine Position, die dem Einschalt- oder Ausschaltvorgang entspricht, verschoben werden kann, selbst wenn das Anlegen des Einschalt- oder Abschaltbefehls in der Mitte unterbrochen wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Zwischenventil (28) vorgesehen ist, das in den ersten Durchlass (50a) eingesetzt ist, so dass es mit der Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit versorgt wird, um die hintere Kammer (24) mit der Speisequelle (40) zu verbinden, während der Steuerventilstößel (46a) in die eine Richtung verschoben wird, und die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit in die hintere Kammer (24) ausströmen zu lassen, um die hintere Kammer (24) mit dem Ablauftank (31) zu verbinden, während der Steuerventilstößel (46a) in die andere Richtung verschoben wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hilfsventilstößel (60a) vorgesehen ist, der in eine im Block (35) ausgebildete Hilfskammer (56) geradlinig verschiebbar eingesetzt ist, dass die Hilfskammer (56) eine Hilfseinschalt- und Hilfsabschaltkammer (56a, 56b) aufweist, die angrenzend an die Stirnseiten des Hilfsventilstößels (60a) der einen, bzw. der anderen Richtung erstrecken, dass die Hilfsabschaltkammer (56b) eine Öffnung für einen Durchlass (63) hat, der zur hinteren Kammer (24) führt, dass die Hilfseinschaltkammer (56a) eine Öffnung für einen Durchlass (55b) hat, der zum Einschaltvorsteuerventil (54b) führt, wobei eine Öffnung für den Durchlass (55a), der zur Einschaltkammer (52a) führt, durch den Hilfsventilstößel (60a) geschlossen ist, wenn der Hilfsventilstößel (60a) in der einen Richtung verschoben ist, und wobei die Einschaltkammer (52a) über einen im Block (35) ausgebildeten Leckdurchlass (64) mit der Hilfseinschaltkammer (56a) kommuniziert, wobei der Hilfsventilstößel (60a) durch die Druckdifferenz zwischen beiden Seiten in der einen Richtung verschoben wird, um die Arbeitsflüssigkeit aus der Einschaltkammer (52a) nur durch den Leckdurchlass (64) auszulassen, wenn das Einschaltvorsteuerventil (54b) betätigt ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen Hilfsschalter (94), der mit einer im Hilfsabschaltventil (54a) vorgesehenen Erregungsspule (69) in Serie geschaltet ist, der nur am Ende des Einschaltvorganges des Differentialkolbens (21) schliessbar ist.

Die Erfindung betrifft eine hydraulisch betriebene Abschaltvorrichtung für eine elektrische Schaltanlage.

Mit der Entwicklung von Hochleistungs-Höchstspannungsübertragungssystemen ergibt sich ein grösserer Bedarf an Hochleistungs-Schaltvorrichtungen. Um diesem Bedarf gerecht zu werden, wurden SF<sub>6</sub>-Schaltvorrichtungen und Druckluftschalter entwickelt. Da die Leistungsfähigkeit der Übertragungssysteme gesteigert worden ist, sind die für den Schaltvorgang erforderlichen Antriebskräfte im stärkeren Mass erhöht worden. Wird z.B. Druckluft als Antriebsmittel angewendet, so sind der Druckbehälter, der Zylinder und verschiedene andere Teile einer derartigen Schaltvorrichtung sehr gross und es werden Schalldämpfer erforderlich, um die Schaltgeräusche zu dämpfen.

Ziel der Erfindung ist es, eine Abschaltvorrichtung mit einer kompakten, starken Antriebseinheit für eine elektrische

Schaltanlage zu schaffen, bei der die Schallgeräusche reduziert sind.

Dieses Ziel wird erfindungsgemäss mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 erreicht.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung kann ferner mit einem Hilfsventil und Hilfsschalter versehen werden. Zusammen mit dem Hilfsschalter kann das Hilfsventil der Vorrichtung eine die gleichzeitige Erregung verhindernde Funktion, um die gleichzeitige Umschaltung der Durchlasse zu verbinden, ungeachtet dessen, dass diese Befehle gleichzeitig anliegen, eine das Pumpen verhindernde Funktion, um eine fortlaufende automatische Wiederholung des Ein- und Abschaltvorganges zu verhindern, und eine die Abschaltung bevorzugende Funktion geben, um die Einschaltung nach erfolgter Abschaltung zu verhindern, trotzdem der Einschaltbefehl während des Abschaltvorganges anliegt. Die Abschaltung erfolgt automatisch, um die Funktion der Vorrichtung nach erfolgter Einschaltung zu stoppen, wenn der Abschaltbefehl während des Einschaltvorganges anliegt.

Bei der Abschaltvorrichtung in der vorstehend beschriebenen Ausführung mit hydraulischer Antriebseinrichtung ist die Antriebseinheit für den Schaltteil kompakt und stark ausgebildet und sehr geräuscharm. Die Anwendung des Steuerventils, des Hilfsventils und des Hilfsschalters versieht die erfindungsgemässe Vorrichtung mit den für eine Abschaltvorrichtung wesentlichen Funktionen.

Im folgenden sind Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1, ein Blockschema eines Ausführungsbeispieles einer hydraulisch betriebenen Abschaltvorrichtung,

Fig. 1A, ein Blockschema eines anderen Ausführungsbeispieles einer hydraulisch betriebenen Abschaltvorrichtung,

Fig. 2, einen Schnitt der einen Antriebseinheit und Teile einer Steuereinheit der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung,

Fig. 3A, 3B und 3C, Schnitte entlang der Linie 3-3 in Fig. 2, die drei Funktionsschritte einer Bewegung eines Zwischenventils darstellen,

Fig. 4A, 4B, 4C und 4D, Schnitte entlang der Linie 4-4 in Fig. 3A, die vier Funktionsschritte eines Steuerventils und eines Hilfsventils darstellen,

Fig. 5, einen Schnitt eines Vorsteuerventils für das Ein- und Abschalten, das in Fig. 2 dargestellt ist,

Fig. 6, ein Zeitdiagramm der Funktionen der verschiedenen Hauptteile der Vorrichtung,

Fig. 7A, 7B und 7C, vergrössert dargestellte Schnitte entlang der Linie 7-7 in 4A, die die Ausführung des in Fig. 4A gezeigten Steuerventils ausführlich und drei Funktionsschritte desselben darstellen.

Fig. 7D, im Einzelnen die innere und äussere Umfangsfläche des in den Fig. 7A-7C gezeigten Steuerventils und

Fig. 8, ein Schema eines Schaltkreises für das in Fig. 2 dargestellte Vorsteuerventil und den in Fig. 5 dargestellten Hilfsschalter.

Fig. 1 ist ein Blockschema, das den Aufbau eines Ausführungsbeispieles einer hydraulisch betriebenen Abschaltvorrichtung 13 zeigt. Die Abschaltvorrichtung 13 hat eine Schalteinheit 10, die feststehende und bewegliche Kontakte 11 und 12 aufweist. Der bewegliche Kontakt 12 ist an einem Differentialkolben 21 befestigt, der in einer Antriebseinheit 20 enthalten ist. Neben der Schalteinheit 10 und der Antriebseinheit 20 ist die Abschaltvorrichtung 13 mit einer Steuereinheit 30 versehen, die mit der Antriebseinheit 20 zusammenwirkt.

Zusammen mit einem Sammelbehälter 30 bildet eine Pumpe 40 eine Speisequelle, um eine Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit über Durchlässe 25 und 32 der Antriebseinheit 20 und der Steuereinheit 30 zuzuführen. Die aus der Vorrichtung 13 abgelassene Arbeitsflüssigkeit wird zur Wiederverwendung einem Ab-

lauftank 31 zugeleitet. In der Fig. 1 ist zur Vereinfachung der Darstellung der Ablauftank 31 in einer beliebigen Lage dargestellt. In der Nähe des Differentialkolbens 21 ist ein Zwischenventil 21 angeordnet, so dass der auf die rechte oder rückwärtige Seite des Differentialkolbens 21 einwirkende Druck der Arbeitsflüssigkeit geändert werden kann, wenn das Zwischenventil 28 geschaltet wird. Ein in der Steuereinheit 30 enthaltenes Steuerventil 46 wird betätigt, wenn ein Vorsteuerventil 54a zum Abschalten oder ein Vorsteuerventil 54b zum Einschalten betätigt wird, und treibt das Zwischenventil 28 an, um den Differentialkolben 21 hin- oder herzubewegenden und dadurch die Schalteinheit zu schliessen oder zu öffnen. Die Vorsteuerventile 54a und 54b sind Magnetventile, an die über die elektrischen Leitungen A und B Steuersignale anlegbar sind. Ein Hilfsventil 60 wirkt mit einem Hilfsschalter 94 zusammen. Der Hilfsschalter 94 wird geschlossen, wenn der Differentialkolben 21 in seine vorderste Stellung verschoben wird. Das Steuerventil 46 und das Hilfsventil 60 bewirken die Funktionen der Abschaltvorrichtung. Falls die Betriebszustände der Abschaltvorrichtung es erlauben, kann auf das Hilfsventil 60 verzichtet werden, um die Ausführung zu vereinfachen. In Fig. 1A ist eine solche Ausführung dargestellt. Nachfolgend werden die Ausführung und Funktion verschiedener Teile der Vorrichtung 13 ausführlich beschrieben.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt der Antriebseinheit 20 und einen Teil der Steuereinheit 30, d.h. das Zwischenventil 28. Die Fig. 3A bis 3C zeigen Schnitte entlang der Linie 3-3 in Fig. 2, während die Figuren 4A-4D Schnitte entlang der Linie 4-4 in Fig. 3A darstellen. Die Buchstaben A, B, C und D kennzeichnen die Schaltzustände des Zwischenventils 28, des Steuerventils 46 und des Hilfsventils 60 zu Beginn des Einschaltvorganges, unmittelbar nach Beendigung des Einschaltvorganges, bzw. beim Abschluss des Abschaltvorganges der Vorrichtung 13.

Wie Fig. 2 zeigt ist der Differentialkolben 21 mit einer Kolbenstange 23 versehen, an deren freiem Ende der bewegliche Kontakt 12 befestigt ist. Der Kolben 21 ist in einem Zylinder 22 eingesetzt, wobei zwischen diesem eine Dichtung 26 eingelegt ist. Das vordere und hintere Ende des Zylinders 22 sind durch Blöcke 34, bzw. 35 abgeschlossen und die Kolbenstange 23 ist mittels einer im Block 34 vorgesehenen Dichtung 34a abgedichtet. Zwischen den Blöcken 34 und 35, bzw. um den Block 35 sind Deckel 35a und 35b angeordnet und auf dem Deckel 35b ist ein Vorsteuerventil 54a zum Abschalten und ein Vorsteuerventil zum Einschalten montiert. Vor, bzw. hinter dem Differentialkolben 21 sind Pufferkolben 21b und 21a vorgesehen. In dem Zylinder 22 ist ein Pufferring 27 hin- und herbewegbar angeordnet und wird durch eine Feder 27a mit einer Stirnseite gegen den Block 35 gedrückt. Die Feder 27a ist im Zylinder 22 befestigt. Zwischen dem Vorderteil des Zylinders 22 und der Kolbenstange 23 wird eine Vorderkammer 29 gebildet, während am hinteren Teil des Zylinders 22 eine Hinterkammer 24 gebildet wird. Die Arbeitsfläche 29a des Differentialkolbens 21, auf die der Druck aus der Vorderkammer 29 einwirkt, ist kleiner als die Arbeitsfläche 29b des Differentialkolbens 21, auf die der Druck aus der Hinterkammer 24 einwirkt. Der Block 34 ist mit einem Durchlass 25 versehen und die Vorderkammer kommuniziert über den Durchlass 25 mit dem Sammelbehälter 33 und der Pumpe 40. Ein gestrichelt dargestellter Kreis 32a stellt eine Öffnung dar, in welche der Durchlass 32, der die Vorderkammer 29 und das Zwischenventil 28 im Block 35 verbindet, in die Vorderkammer 29 mündet. Ist der Differentialkolben 21 beim Einschaltvorgang der Vorrichtung 13 im wesentlichen in seine vorderste Stellung verschoben, sperrt der Pufferkolben 21b die Öffnung 32a ab, um die Vorderkammer 29 vom Zwischenventil 28 abzusperrn und die Vorwärtsbewegung des Differentialkolbens 21 wird geprüft.

Im Block 35 ist auch ein Stössel 37 vorgesehen, der durch eine Dichtung 34b abgedichtet und radial bezüglich dem Zylinder

22 verschiebbar ist. Die Spitze des Stössels 37 kann in die Vorderkammer 29 hineinragen, wobei eine Feder 38a, die in einem im Block 34 befestigten Gehäuse 38 sitzt, auf den Stössel 37 drückt. Ist die von dem Druck der Arbeitsflüssigkeit in der Vorderkammer 29 auf den Stössel 37 einwirkende Kraft grösser als die Federkraft wird die Spitze des Stössels nicht mehr in die Kammer 29 hineinragen. Wird andererseits der Flüssigkeitsdruck in der Kammer 29 herabgesetzt, wird der Stössel 37 in eine am Umfang des Differentialkolbens 21 ausgebildete Rille 29c eingreifen, um die Bewegung des Differentialkolbens 21 zu prüfen, da der Stössel 37 der Rille 29c gegenüberliegt, wenn der Differentialkolben 21 in die vorderste Stellung verschoben ist.

Der Druck innerhalb der Kammer 29 steigt dann an, um den Stössel 37 in das Gehäuse 38 zu drücken, wodurch der Differentialkolben 21 zurück und weg verschoben werden kann.

Wie Fig. 1 zeigt, enthält die Steuereinheit 30 das Zwischenventil 28 (Fig. 2 und 3A), das ein Haupteinschaltventil 44 und ein Hauptabschaltventil 41, das Steuerventil 46 (Fig. 4A), das Hilfsventil 60 (Fig. 4A) und die Vorsteuerventile 54a und 54b (Fig. 2 und 5) umfasst. Die Ausführung dieser Ventile sind in den Figuren 2, 3A, 4A und 5 dargestellt.

Ein das Hauptabschaltventil 41 bildender Teil 4A besteht aus einem Kolben 41b, einem Ventilkegel 41c und einem Verbindungsteil 41d, wie Fig. 3A zeigt. In der Druckkammer 42 ist eine Rückstellfeder 42 angeordnet, welche den Teil 41a nach unten drückt. Der Ventilkegel 41c arbeitet mit einem Ventilsitz 41c im Block 35 zusammen. Der Verbindungsteil 41d liegt in der Hinterkammer 24, in welche die Arbeitsflüssigkeit eingespritzt wird, um den Differentialkolben 21 vorwärts zu drücken. Der Aussendurchmesser des Kolbens 41b ist grösser als der Durchmesser des Ventilsitzes 41c. Wird der Arbeitsflüssigkeitsdruck in der Druckkammer 42 herabgesetzt, um das Hauptabschaltventil 41 gegen die Kraft der Feder 43 anzuheben, kann die Hinterkammer 24 über den Durchlass 36 mit dem Ablauftank 31 verbunden werden.

Fig. 31 ist ein Schnitt entlang der Linie 3-3 in Fig. 3A. Ein das Haupteinschaltventil 44 bildender Teil ist vertikal verschiebbar in eine Stellung neben dem Hauptabschaltventil 41 im Block 35 angeordnet. Dieser Teil besteht aus einem Kolben 44b, einem Ventilkegel 44c und einem Verbindungsteil 44d, der den Kolben und Ventilkegel verbindet. Der Ventilkegel 44c ragt in eine Druckkammer 32b, die über den Durchlass 32 (Fig. 1) mit der Vorderkammer 29 in Verbindung steht, und wird durch eine Druckfeder 45, die in der Druckkammer 32b sitzt, nach oben gedrückt. Der Kolben 44b ragt in eine Kammer, in der die Arbeitsflüssigkeit unter dem gleichen Druck steht wie die Flüssigkeit in der Druckkammer 42. Der Verbindungsteil 44d liegt innerhalb der Hinterkammer 24. Wird der Ventilkegel 44c vom Ventilsitz 44c abgehoben, so wird die Druckkammer 32b mit der Hinterkammer kommunizieren. Da zwischen dem Kolben 44b mit einem diesen umschliessenden zylindrischen Loch 44f keine Dichtung vorgesehen ist, dringt ein kleiner Anteil der Arbeitsflüssigkeit in der Hinterkammer 24 in die Druckkammer 42, und zwar durch einen engen Spalt zwischen dem Kolben 44b und dem zylindrischen Loch 44f. Der obere und untere Kreis, die im wesentlichen auf einer senkrechten Linie liegend im rechten Teil des Blockes 35 in Fig. 3A dargestellt sind, kennzeichnen die Lage des Hilfsventils 60, bzw. des Steuerventils 46.

Das in Fig. 4A dargestellte Steuerventil 46 enthält einen Ventilstössel 46a, der in eine im Block 35 ausgebildete Steuerkammer 52 eingesetzt ist. Rechts und links vom Ventilstössel 46a werden in der Kammer 52 eine Kammer 52a zum Einschalten (Einschaltkammer) und eine Kammer 52b zum Abschalten (Abschaltkammer) gebildet. Die Einschaltkammer 52a steht über einen Durchlass 55a mit dem Vorsteuerventil 54b zum Einschalten in Verbindung während die Abschaltkammer 52 über einen Durchlass 53 mit dem Vorsteuerventil 54a zum Abschalten in Verbindung steht. Der Ventilstössel

46a des Steuerventils 46 ist mit einem ersten und zweiten Kolbenabschnitt 46b und 46c versehen, die auf der rechten und linken Seite von Fig. 4A ausgebildet sind. Diese Kolbenabschnitte 46b und 46c sind durch einen Verbindungsteil 46d mit kleinerem Durchmesser miteinander verbunden. Der rechte Endabschnitt des zweiten Kolbenabschnittes 46c wird von einer Dichtung 47 umschlossen, die im Block 35 befestigt ist, so dass die Arbeitsflüssigkeit auf jeder Seite der Dichtung 47 den zweiten Kolbenabschnitt 46c nicht passieren kann. Die Mantelfläche des Steuerventilstössels 46a und die Innenfläche der Steuerkammer 52, die komplizierte Formen haben, sind in den Figuren 9A bis 4D vereinfacht und in den Figuren 7A bis 7C im Detail dargestellt. Die in den Figuren 7A bis 7D dargestellten Schnitte sollen einen zweiten Durchlass 49a, der die Druckkammer 32b unterhalb des Ventilsitzes 44c des Haupteinschaltventils 44 (Fig. 3A) mit der Steuerkammer 52 verbindet, und einen ersten Durchlass 50a (Fig. 1) zeigen, der die Druckkammer 42 des Hauptabschaltventils 41 (Fig. 3A) mit der Steuerkammer 52 verbindet.

Die komplizierte Form der Steuerkammer 52 und des Steuerventilstössels 46a sind in der vergrössert dargestellten Ansicht von Fig. 7D gezeigt. Die Fig. 7D soll nur die Ausbildung zeigen und die Schaffur sowie die Dichtungen und Federn, die in den Figuren 7A bis 7D vorhanden sind, sind in Fig. 7D der vereinfachten Darstellung wegen weggelassen. In Fig. 7D hat die innere Mantelfläche der Steuerkammer 52 einen inneren Mantelflächenabschnitt 100a an der linken Seite, einen inneren Mantelflächenabschnitt 101a, der eine Flüssigkeitskammer 49 bildet, und innere Mantelflächenabschnitte 102a, 103a und 104a, die vom Flächenabschnitt 101a nach rechts reichen und nacheinander im Durchmesser verringert sind. Die innere Mantelfläche der Steuerkammer 52 enthält ferner einen inneren Mantelflächenabschnitt 105a, der eine Flüssigkeitskammer 48 aus rechten, dem nächsten Flächenabschnitt 104a bestimmt, eine Rille 47a, in der eine Dichtung 47 (Fig. 4A) sitzt und einen inneren Mantelflächenabschnitt 109a, der bis zur Abschaltkammer 52b reicht.

Andererseits hat die Mantelfläche des in die Steuerkammer 52 eingesetzten Steuerventilstössels 46a einen Mantelflächenabschnitt 100b an der linken Seite in Fig. 7D und gleitet von Seite zu Seite an dem inneren Mantelflächenabschnitt 100a, eine Kegelmantelfläche 101b oder Ventilsitz des ersten Kolbenabschnittes 46b, welche anschliessend an den Flächenabschnitt 100b zur rechten Seite hin verjüngt ist, um an einen ersten Ventilsitz 106, der am linken Ende des inneren Mantelflächenabschnittes 102a ausgebildet ist, anstösst, wenn der Steuerventilstössel 46a nach rechts verschoben wird, einen Mantelflächenabschnitt 102b, der angrenzend an dem Flächenabschnitt 101b eine Flüssigkeitskammer 107 zwischen sich und dem inneren Mantelflächenabschnitt 102a und ausserdem einen engen Restriktionsabschnitt oder ein Trommelventil 110 zwischen sich und dem inneren Mantelflächenabschnitt 103 bildet, wenn der Steuerventilstössel 46a nach rechts verschoben ist, einen Mantelflächenabschnitt 103 enger als der Flächenabschnitt 102b, einen Mantelflächenabschnitt 104b, der den Verbindungsteil 46d und eine Flüssigkeitskammer 50 zwischen sich und dem inneren Mantelflächenabschnitt 104a bildet, eine Kegelfläche 105b oder einen Ventilkegel des zweiten Kolbenabschnittes 46c, welcher angrenzend an den Flächenabschnitt 104b sich nach rechts hin erweitert, um an einen zweiten Ventilsitz 108, der an der rechten Seite des inneren Mantelflächenabschnittes 104a gebildet ist, anzuliegen, wenn der Steuerventilstössel 46a nach links verschoben ist, und einen Mantelflächenabschnitt 109b, der weiter als der Flächenabschnitt 104b ist und bis zur Abschaltkammer 52b reicht. Der Steuerventilstössel 46a ist mit einem Durchlass 46c, der die Abschaltkammer 52b und die Flüssigkeitskammer 49 verbindet und eine Einschnürung 46f hat, und mit einem Durchlass 46a versehen, der die Einschaltkammer 52a und die Flüssigkeits-

kammer 49 verbindet und eine Einschnürung hat. Die Einschaltkammer 52a steht über den Durchlass 55a mit dem Hilfsventil 60 in Verbindung. Die Flüssigkeitskammer 49 steht über den zweiten Durchlass 49a mit der Druckkammer 32b in Verbindung. Die Flüssigkeitskammer 50 steht über den ersten Durchlass 50a, bzw. einen dritten Durchlass 51 mit der Druckkammer 42 und dem Ablauftank 31 in Verbindung. Ferner steht die Abschaltkammer 52b über den Durchlass 53 mit dem Abschaltvorsteuerventil 54a in Verbindung. Für die nachfolgende Erläuterung der Funktion der Vorrichtung werden die Durchmesser des Mantelflächenabschnittes 102, des inneren Mantelflächenabschnittes 104a und des Mantelflächenabschnittes 109b mit EE, BB, bzw. AA bezeichnet. Bewegt sich der Steuerventilstößel 46a in der Steuerkammer 52 nach links, stösst der Ventilkegel 105b an den zweiten Ventilsitz 108 an, und unterbricht die Verbindung zwischen den Flüssigkeitskammern 50 und 48, während der Ventilkegel 101b vom ersten Ventilsitz 106 abgehoben wird, so dass die Flüssigkeitskammern 49 und 107 miteinander in Verbindung stehen. Die Flüssigkeitskammer 48 ist eine Kammer, die zwischen dem inneren Mantelflächenabschnitt 105a und dem Mantelflächenabschnitt 109b gebildet ist und über den Durchlass 51 mit dem Ablauftank 31 in Verbindung steht. Bewegt sich andererseits der Steuerventilstößel 46a nach rechts werden die Flüssigkeitskammern 50 und 48 miteinander verbunden und die Flüssigkeitskammer 49 wird von der Flüssigkeitskammer 107 abgetrennt.

Das in den Figuren 4A bis 4D dargestellte Hilfsventil 60 ist in einer Hilfskammer 56 angeordnet, die im wesentlichen parallel zur Steuerkammer 52 im Block 35 ausgebildet ist. An der rechten, bzw. linken Seite des Hilfsventils 60 ist eine Hilfskammer 56a zum Einschalten (oder Hilfseinschaltkammer) und eine Hilfskammer 56b zum Ausschalten (oder Hilfsabschaltkammer) gebildet. Die die Hilfskammer 56 bestimmende innere Umfangsfläche des Blockes enthält einen inneren Mantelflächenabschnitt 120a, an der linken Seite der Kammer 56, einen inneren Mantelflächenabschnitt 122c, der enger als der Flächenabschnitt 120a ist und einen inneren Mantelflächenabschnitt 124a, der weiter als der Flächenabschnitt 120a ist. Eine Dichtungsrille 126, in die eine Dichtung 59 eingelegt ist, ist in jenem Bereich des Flächenabschnittes 124a ausgebildet, der an die Hilfsabschaltkammer 56b angrenzt. Ein Hilfsventilstößel 60a ist axial verschiebbar in der Hilfskammer 56 angeordnet. Der Hilfsventilstößel 60a besteht aus einem Kolben 60b, der am Flächenabschnitt 124a gleitet, und einer Kolbenstange 60c, die vom Kolben 60b nach links absteht und am Flächenabschnitt 122a gleitet. Eine an dem Flächenabschnitt 124a verschiebbare Dichtung 128 ist am Kolben 60b befestigt und in der Hilfsabschaltkammer 56b ist eine Feder 62 angeordnet, um den Hilfsventilstößel 60a nach links zu drücken. Der mit der Einschaltkammer 52a des Steuerventils 46 kommunizierende Durchlass 55a mündet nahe am linken Ende des Flächenabschnittes 122a und in der Nähe der Mündung des Durchlasses 55a ist ein enger Leckdurchlass 64 ausgebildet, der den Durchlass 55a mit der Hilfseinschaltkammer 56a verbindet. Die Hilfsabschaltkammer 56b an der rechten Seite in Fig. 4A kommuniziert über einen Durchlass 63 (Fig. 4A und 1) mit der hinteren Kammer 24 (Fig. 3A). Der Durchlass 63 ist im Blockschema von Fig. 1 gezeigt und Fig. 4A zeigt nur die Mündung des mit der Hilfsabschaltkammer 56a in Verbindung stehenden Durchlasses 63. Der Durchlass 55b auf der linken Seite in Fig. 4A verbindet das Einschaltvorsteuerventil 54b und die Hilfseinschaltkammer 56a. In der Kolbenstange 60c ist eine Bohrung 66 vorgesehen, die sich in Längsrichtung erstreckt und die Hilfseinschaltkammer 56a mit einer Flüssigkeitskammer 65 verbindet, die zwischen der Kolbenstange 60c und dem Mantelflächenabschnitt 124a gebildet ist.

Fig. 5 zeigt den inneren Aufbau des Abschalt- und Einschaltvorsteuerventils 54a und 54b, die am Deckel 35b montiert

sind. Die Vorsteuerventile 54a und 54b sind Magnetventile. Diese Magnetventile schliessen und öffnen den Durchlass 53, der die Abschaltkammer 52b des Steuerventils 46 mit dem Ablauftank 31 verbindet, und den Durchlass 55b, der die Hilfseinschaltkammer 56a des Hilfsventils 60 mit dem Ablauftank 31 verbindet, und zwar entsprechend den anliegenden Signalen. Die Vorsteuerventile 54a und 54b sind sowohl mechanisch wie elektrisch gleich ausgeführt und funktionieren in der gleichen Weise. Sie haben aber unterschiedlich bemessene Durchlässe. Demzufolge wird nur das Abschaltvorsteuerventil 54a nachfolgend beschrieben. Eine Spule 66a enthält ein Joch 67, einen Kern 68, eine Erregerwicklung 69, einen Stößel 70 und einen Deckel 71 und ist auf einer Grundplatte 80 montiert. Der Stößel 70 wird nach links bewegt, wenn die Erregerwicklung 69 mit Strom versorgt wird. Die gleiche Aktion kann auch erzielt werden, wenn der Kern 68 durch die im Deckel 70 ausgebildete Öffnung 71a nach links gedrückt wird.

An einem Stift 81, der an der Grundplatte 80 befestigt ist, ist ein Hebel 82 drehbar angeordnet. Wird der Hebel 82 durch den Stößel 70 nach links gedrückt dreht dieser im Uhrzeigersinn, um einen Ventilstößel 84 mit einem am Hebel 82 vorgesehenen vorspringenden Abschnitt 82 anzuheben. Der Ventilstößel 84 hat einen konischen Abschnitt 84a an seinem unteren Ende, der mit einem an einem Ringteil 84b ausgebildeten Ventilsitz 85 zusammenwirkt, um den Durchlass 53 zu öffnen und zu schliessen. Der konische Abschnitt 84 wird durch eine Feder 86 nach unten gegen den Ventilsitz 85 gedrückt, um den Durchlass 53 zu schliessen, wenn die Spule 66a nicht erregt wird, wird der Ventilstößel 84 nach oben gezogen, um den Durchlass 53 über eine Flüssigkeitskammer 87 mit dem Ablauftank 31 zu verbinden. In Fig. 5 bezeichnet die Bezugszahl 90 den Durchlass der die Flüssigkeitskammer 87 und den Ablauftank 31 verbindet (siehe Fig. 1 und 1A).

Wie Fig. 2 zeigt ist an der linken Stirnseite des Blockes 34 ein Arm befestigt, an dem der Hilfsschalter 84 befestigt ist. Der Hilfsschalter 84 wird eingeschaltet, wenn die Kolbenstange 23 einen bestimmten Hub nach links ausgeführt hat. Der Hilfsschalter 94 kann eine bekannte Ausführung haben und ein elektrischer oder optischer Schalter sein. Auf der Kolbenstange 23 ist ein Element 94a befestigt, um den Hilfsschalter 94 zu betätigen. Fig. 8 zeigt einen elektrischen Schaltkreis für das Abschalt- und Einschaltvorsteuerventil 54a und 54b. An den Klemmen 96a, bzw. 96b ist das Abschalt- und Einschaltbefehlssignal anlegbar. Das Einschaltvorsteuerventil 54b tritt unmittelbar nachdem der Einschaltbefehl an die Klemme 86b angelegt ist in Funktion. Sobald der Ausschaltbefehl an der Klemme 96a anliegt, funktioniert das Vorsteuerventil 54a nur während der Hilfsschalter 94 geschlossen ist. Nämlich das Vorsteuerventil 54a kann nur nach Beendigung des Einschaltvorganges oder einem diesem Zustand gleichenden Zustand betätigt werden. Nachfolgend wird die Funktion der Abschaltvorrichtung beschrieben. Die hydraulisch betriebene Abschaltvorrichtung 13 hat zwei stabile Stellungen oder Zustände. In einer dieser Stellungen ist der Differentialkolben 21 und somit die Kolbenstange in der linken Stellung und die Schalteinheit 13 ist geschlossen. In der andern Stellung ist der Differentialkolben 21 und die Kolbenstange 23 in der rechten Stellung und die Schalteinheit 10 ist offen. Verschiebung zwischen diesen zwei Stellungen würde durch Betätigung des Abschalt- und Einschaltvorsteuerventils 54a und 54b erreicht. Die Funktion der Verschiebung wird später beschrieben. Zuerst wird der beim Auszustand der Schalteinheit 10 beschrieben.

Ist die Vorrichtung 13 ausgeschaltet steht die in Fig. 2 dargestellte hintere Kammer 24 unter keinem oder niedrigem Druck. Die Druckkammer steht auch unter niedrigem Druck, da an der Kolbenstange 41b des Hauptabschaltventils 41 und der Kolbenstange 44b des Haupteinschaltventils keine Dichtungen vorgesehen sind, so dass eine minimale Leckage auftreten

kann. Die Fig. 4D zeigt einen Zustand, in welchem das Steuerventil 46 und das Hilfsventil 60 offen sind. In dieser Lage ist der Steuerventilstößel 46a nach rechts verschoben und die Druckkammer 42 des Hauptabschaltventils 41, der Durchlass 50a und die Flüssigkeitskammer 50 des Steuerventils 46 stehen mit dem Ablauftank 31 in Verbindung und stehen unter niedrigem Druck. Die Hilfsabschaltkammer 50b des Hilfsventils 60 steht über dem Durchlass 63 mit der hinteren Kammer 24 in Verbindung und somit unter niedrigem Druck.

Die anderen Durchlässe und Kammern stehen alle unter hohem Druck, der im wesentlichen von der Pumpe 40, die als Speisequelle dient, aufgebaut wird.

Wird das Einschaltbefehlssignal, das die Erregerwicklung 69 des Einschaltvorsteuerventils 54b erregt, angelegt, um die Vorrichtung 13 in den vorstehend genannten Auszustand zu schalten, wird das Einschaltvorsteuerventil 54b betätigt, um die Einschaltkammer 52a, den Durchlass 55a, die Hilfseinschaltkammer 56a, den Durchlass 55b und die Flüssigkeitskammer 87 (Fig. 5) mit dem Ablauftank 31 zu verbinden. Bevor des Einschaltbefehlssignal abgegeben wird, wird der Steuerventilstößel 56a des Steuerventils 46 nach links verschoben und die Abschaltkammer 52b steht unter hohem Druck. Wird der Einschaltbefehl abgegeben, um den Druck innerhalb der Einschaltkammer 52a herabzusetzen, wird der Steuerventilstößel 46a nach links verschoben. Die Kammer 52b steht unter hohem Druck im Auszustand, weil die der Druckkammer 32b unter hohem Druck stehende Arbeitsflüssigkeit durch die Verengung 46f und den Durchlass 46e in die Einschaltkammer 52b eingelassen wird, da der Steuerventilstößel 46a wie in den Fig. 4D und 7D dargestellt ist, in der rechten Stellung steht, so dass der erste Ventilsitz 106 und der Ventilkegel 101b im Kontakt sind, um Verbindung zwischen dem ersten und dritten Durchlass 49a und 51 zu unterbrechen. Ferner steht die Druckkammer 32b unter hohem Druck, weil sie über den Durchlass 32 (Fig. 1) mit der vorderen Kammer 29 in Verbindung steht, welche über den Durchlass 25 und die Pumpe 40 mit unter hohem Druck stehender Arbeitsflüssigkeit gespeist wird.

Wird der Steuerventilstößel 46a nach links verschoben, um das Steuerventil 46 in den in Fig. 4A gezeigten Zustand zu bringen, kann die aus der Hochdruckkammer 32b über den zweiten Durchlass 49a an das Steuerventil 46 abgegebene Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit nicht an den Ablauftank 31 abgegeben werden, und zwar, weil der zweite Ventilsitz 108 (Fig. 7D) und der Ventilkegel 105b in Kontakt stehen. Deshalb wird die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit über die Flüssigkeitskammer 50 und den ersten Durchlass 50a, dem Hauptabschaltventil 41 zugeführt. In diesem Zustand ist der Druck innerhalb der Druckkammer 42 und 32b im wesentlichen gleich. Da jedoch der Durchmesser des Ventilsitzes 44e, der zwischen der Druckkammer 32b und der hinteren Kammer 24 gebildet ist, kleiner ist als der Durchmesser des Kolbens 44b, wird das Haupteinschaltventil 44 geöffnet, wie in Fig. 3B dargestellt ist, so dass die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit in der Druckkammer 32b in die hintere Kammer 24 strömen kann, wodurch der Differentialkolben 21 nach links oder in die durch den Pfeil C in Fig. 2 dargestellte Richtung verschoben werden kann.

Das Hilfsventil 60 wird zusammen mit dem Steuerventil 46 angetrieben. Die in die hintere Kammer 24 eingelassene Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit wird somit über den Durchlass 63 in die Hilfsabschaltkammer 56b eingelassen. Da der Druck innerhalb der Hilfseinschaltkammer 56a durch die Betätigung des Einschaltvorsteuerventils 54b herabgesetzt wird, wird der Hilfsventilstößel 60a durch die Druckdifferenz innerhalb der Kammern 56a und 56b und der Aktion der Druckfeder 62 nach links verschoben (Fig. 4B). Nach einer derartigen Verschiebung wird der Hilfseinschaltkammer 56a die Einschaltkammer 52a verbindende Durchlass 55a durch die Kolbenstange 60c geschlossen, so dass die Kammer 56a und der Durchlass 55a nur über den

Leckdurchlass 64 kommunizieren können. Die Flüssigkeitskammer 49 des Steuerventils 46 wird über den zweiten Durchlass 49a mit unter hohem Druck stehende Arbeitsflüssigkeit gespeist und die Arbeitsflüssigkeit strömt über den Durchlass 46g in die Einschaltkammer 52a. Da der Durchlass 56g eine grössere Querschnittsfläche hat als der Leckdurchlass 64 wird in diesem Fall der Druck innerhalb der Einschaltkammer 52a im wesentlichen den gleichen Wert wie der hohe Druck innerhalb der Flüssigkeitskammer 49 annehmen.

Wird das Einschaltvorsteuerventil 54b entregt, wird der kegelförmige Abschnitt 84a des Ventilstößels 84 durch die Wirkung der Feder 86 abgesenkt und stösst gegen den Ventilsitz 85, so dass die Verbindung zwischen den Durchlässen 55b und 90 (Fig. 5) unterbrochen ist. Dadurch nimmt der Druck im Durchlass 55b und der Hilfseinschaltkammer 56a in der Bohrung 66 und in der Flüssigkeitskammer 65 im wesentlichen den gleichen Wert an, wie der hohe Druck im Durchlass 55a und in der Einschaltkammer 52a, und durch die aus dem Leckdurchlass 64 einfließende Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit auch in der Druckkammer 32b einströmen.

Beim Einschaltvorgang wird der Differentialkolben 21 in Fig. 2 nach links verschoben und verengt die Öffnung 32a am linken Ende des Hubes, wodurch der Fluss der Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit die Druckkammer 32b und die hintere Kammer 24 gedrosselt wird. Die Verengung der Öffnung 32a erzeugt einen Puffereffekt für den Differentialkolben 21 am Ende der Bewegung. Ist der Einschaltvorgang beendet wird der Fluss der Arbeitsflüssigkeit aus der Druckkammer 32b in die hintere Kammer 24 unterbrochen, so dass das Haupteinschaltventil 44 vollkommen durch die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit umgeben ist.

Beim Abschalten der Schalteinheit 10 wird das Abschaltvorsteuerventil 54a angetrieben, um die Abschaltkammer 54b des Steuerventils 46 mit dem Ablauftank 31 zu verbinden. Durch diesen Vorgang werden die Drücke in der Einschalt- und Abschaltkammer 52a und 52b hoch, bzw. niedrig sein, so dass der Steuerventilstößel 46a, wie in Fig. 4c dargestellt ist, nach rechts verschoben wird. Durch diese Verschiebung wird die Druckkammer 42 des Hauptabschaltventils 41, der erste Durchlass 50a, die Flüssigkeitskammer 50 im Steuerventil 46 und der dritte Durchlass 51 mit dem Ablauftank 31 verbunden, um den Flüssigkeitsdruck abzusinken. Zu diesem Zeitpunkt ist der im Ober- und Unterteil des Hauptabschaltventils 41 anliegende Druck niedrig und nur der Verbindungsabschnitt 41d innerhalb der hinteren Kammer 24 ist einem hohen Druck ausgesetzt. Da jedoch der Aussendurchmesser des gleitenden Teils des Hauptabschaltventils 41 grösser ist als der Durchmesser des Ventilsitzes 41e, der durch die hintere Kammer 24 und den Durchlass 36 bestimmt ist, wird das Hauptabschaltventil 41 nach oben verschoben, wie das in Fig. 3C dargestellt ist, um die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit in der hinteren Kammer durch den Durchlass 36 in den Ablauftank 31 abzulassen. Somit wird der Druck innerhalb der hinteren Kammer 24 herabgesetzt. Durch die von der Pumpe 40 in die vordere Kammer 29 geförderte Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit wird demzufolge der Differentialkolben 21 nach rechts verschoben. Der Druck innerhalb der Hilfsabschaltkammer 56b des Hilfsrelais 60, die über den Durchlass 63 mit der hinteren Kammer 24 in Verbindung steht, wird herabgesetzt. Andererseits wird der Druck innerhalb der Hilfseinschaltkammer 56 und der Flüssigkeitskammer 65 durch die durch den Durchlass 55a und den Leckdurchlass 64 zugeführte Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit vorher erhöht, wenn der Hilfsventilstößel 60a sich in der linken Stellung befindet. Der Hilfsventilstößel 60 wird somit gegen die Kraft der Druckfeder 62 durch die Differenz des an beiden Stirnseiten des Ventilstößels 60a anliegenden Druckes nach rechts verschoben.

Wird der Differentialkolben 21 nach rechts verschoben, fließt die Arbeitsflüssigkeit in einer Abschaltkammer 24a, die

durch den Differentialkolben 21, dem Pufferkolben 21a und dem Pufferring 27 (Fig. 2) gebildet wird, in der hinteren Kammer 24 zurück. Gleichzeitig erzeugt ein Spalt, der zwischen der Mantelfläche des Pufferkolbens 21a und der inneren Mantelfläche des Pufferrings 27 gebildet wird, einen ausreichenden Drosselungs-  
effekt nahe am Ende der nach rechts gerichteten Verschiebung des Differentialkolbens 21. Dieser Drosselungseffekt verhindert ein plötzliches Abstoppen des Differentialkolbens.

Fig. 6 zeigt die zeitliche Beziehung des Funktionsablaufes zwischen den verschiedenen Teilen der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung. In Fig. 6 zeigt die Kurve (a) die Verschiebung des Einschaltvorsteuerventils. Die Kurve (b), die Verschiebung des ersten Kolbenabschnittes 46b des Steuerventils 46. Die Kurve (c) die Verschiebung des zweiten Kolbenabschnittes 46c des Steuerventils 46. Die Kurve (d) die Verschiebung des Haupteinschaltventils 44. Die Kurve (e) die Verschiebung des Differentialkolbens 21. Die Kurve (f) die Verschiebung des Hilfsventilstößels 60a, die Kurve (g) die Verschiebung des Abschaltvorsteuerventils 54a, die Kurve (h) die Verschiebung des Hauptabschaltventils 41, die Kurve (i) die Druckänderung innerhalb der Einschaltkammer 52a und die Kurve (j) die Druckänderung innerhalb der Abschaltkammer 52b. Im folgenden werden die Kurven (a) bis (j) nacheinander erläutert.

Wird ein Einschaltbefehl abgegeben, wird das Einschaltvorsteuerventil 54b geöffnet. Dieser Vorgang ist durch den Übergang von a1 nach a2 in Kurve (a) dargestellt. Eine Änderung im Niveau jeder geraden Linie stellt somit eine Aktion oder Reaktion des entsprechenden Teiles oder eine Änderung oder Wiederherstellung des Druckes innerhalb des Teiles dar. Wird das Einschaltvorsteuerventil 54b betätigt, wird der Druck innerhalb der Einschaltkammer 52a von i1 nach i2 herabgesetzt, um den ersten Kolbenabschnitt 46b zu öffnen [der Pegel der Kurve (b) verschiebt sich von b1 nach b2 des nachfolgend mit b1 → b2 bezeichnet wird], und um den zweiten Kolbenabschnitt 46c (c1 → c2) gleichzeitig zu schliessen. Das Haupteinschaltventil 44 öffnet sich dann (d1 → d2), die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit wird der hinteren Kammer 24 zugeführt, und der Differentialkolben 21 schiebt sich zur Einschaltseite (e1 → e2, d.h. nach links in Fig. 2). Das Hilfsventil 60 verschiebt sich im wesentlichen gleichzeitig zur Einschaltseite (f1 → f2). Durch eine solche Verschiebung wird der Durchlass 55a geschlossen und der Druck innerhalb der Einschaltkammer 52a steigt durch die durch den Durchlass 46g einströmende Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit an (i3 → i4).

Nachfolgend wird die Abschaltung der Vorrichtung 13 beschrieben. Wird der Abschaltbefehl an die Vorrichtung 13 angelegt, wird das Abschaltvorsteuerventil 54a geöffnet (g1 → g2), der Druck innerhalb der Abschaltkammer 52b wird herabgesetzt (j1 → j2) und der Steuerventilstößel 46a wird in Fig. 4A nach rechts verschoben (c3 → c4). Durch diese Verschiebung des Steuerventilstößels 46a wird das Haupteinschaltventil 44 geschlossen (d3 → d4) und die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit in der hinteren Kammer 24 fließt durch den Durchlass 36 in den Ablauftank 31 ab. Dadurch bewegt sich der Differentialkolben 21 in Fig. 2 nach rechts oder zur Abschaltseite (e3 → e4).

Bei diesem Vorgang ist zu beachten, dass während und nachdem der Abschaltbefehl an der Vorrichtung 13 anliegt, und der Einschaltbefehl weiterhin anliegt, der Hilfsventilstößel 60a in Fig. 4A überhaupt nicht nach links verschoben wird, d.h. es wird kein Einschaltvorgang eingeleitet. Sobald jedoch der Einschaltbefehl abgeschaltet wird, um das Einschaltvorsteuerventil 54b abzuschalten (a3 → a4) wird die Verbindung zwischen der Hilfeinschaltkammer 56a und dem Ablauftank 31 unterbrochen, so dass die Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit durch den Leckdurchlass 64 in die Hilfeinschaltkammer 56a einströmen kann. Da der Druck innerhalb der Hilfsabschaltkammer 56b sowie der Druck innerhalb der hinteren Kammer 24 niedrig ist, wird der Hilfsventilstößel 60a in Fig. 4A nach rechts verschoben

(f3 → f4), wodurch die Vorrichtung 13 auf den Einschaltbefehl anspricht. Mit anderen Worten, sobald der Abschaltbefehl anliegt wird die Vorrichtung zwangsweise abgeschaltet, selbst wenn der Einschaltbefehl abgegeben wird und der Einschaltvorgang ist immer ausführbar, ausser der Einschaltbefehl ist einmal unterbrochen und erscheint dann wieder.

Mit Bezug auf die Figuren 7A bis 7C wird erläutert, wie die Vorrichtung Einschalt- und Abschaltvorgänge bei stufenförmigen oder impulsförmigen Befehlssignalen durchführen kann.

Zuerst wird der Fall beschrieben, bei dem der Einschaltbefehl bis zur Beendigung des Vorganges anliegt. In diesem Zustand hat der zweite Kolbenabschnitt 46c geschlossen und die Flüssigkeitskammer 50 steht unter hohem Druck. Wird der Druck innerhalb der Abschaltkammer 52b durch den Abschaltbefehl herabgesetzt, verschiebt sich der Steuerventilstößel 46a nach rechts und schliesst den ersten Kolbenabschnitt 46b (Fig. 7C). Fig. 7B zeigt einen Zustand, bei dem der Steuerventilstößel 46a auf halbem Wege zwischen diesen in den Fig. 7A und 7C dargestellten Stellungen angeordnet ist. Verschiebt sich der Steuerventilstößel 46a allmählich nach links wird die Verbindung zwischen der Flüssigkeitskammer 50 und dem dritten Durchlass 51 allmählich verbessert. Druck innerhalb der Flüssigkeitskammer 50 und somit der Druck innerhalb der Druckkammer 42 des Hauptabschaltventils 41 werden deshalb allmählich abgesenkt, wenn der Steuerventilstößel 46a nach links vorgeschoben wird. Liegt der Abschaltbefehl ununterbrochen an wird der Druck innerhalb der Abschaltkammer 52b und der Flüssigkeitskammer 50 gesenkt, so dass der Steuerventilstößel 46a offensichtlich in die in Fig. 7C dargestellte Lage geordnet wird.

Wird der Abschaltbefehl in der Mitte des Abschaltvorganges geschaltet, d.h. dem in Fig. 7B dargestellten Zustand, ist das Abschaltvorsteuerventil 54a geschlossen und der Abfluss der Arbeitsflüssigkeit aus der Abschaltkammer 52b wird unterbrochen. Bei der vorstehend beschriebenen Vorrichtung ist die Einströmfläche aus der Flüssigkeitskammer 49 zur Flüssigkeitskammer 107, d.h. die Fläche des ersten Kolbenabschnittes 46b, breiter als die Ausströmfläche aus der Flüssigkeitskammer 107 zur Flüssigkeitskammer 50, d.h. die Durchlassfläche eines Steuerschiebers 110, der zwischen dem inneren Mantelflächenabschnitt 103a und dem Mantelflächenabschnitt 102b gebildet ist, so dass der Druck innerhalb der Flüssigkeitskammer 49 und 107 ansteigt. In diesem Zustand ist die Kraft um den Steuerventilstößel 46a nach links zu verschieben, gleich dem Produkt, aus einem hohen Druck  $P_o$  und der Differenz zwischen den Flächen SE eines Kreises, der durch den Durchmesser EE (Fig. 7A) des Mantelflächenabschnittes 102b des Steuerventilstößels 46a gebildet wird, und der Fläche SA eines Kreises, der durch den Durchmesser AA (Fig. 7A) des Mantelflächenabschnittes 109 gebildet wird. Da die Fläche SE grösser ist als die Fläche SA wird der Steuerventilstößel 46a durch eine Kraft  $F_1$ , die sich nach der Formel  $F_1 = (SE - SA) \times P_o$  ergibt nach rechts gedrückt, um den in Fig. 7C dargestellten Auszustand zu erhalten. Die Kraft  $F_1$  wird unter der Annahme berechnet, dass der Druck innerhalb der Abschaltkammer 52b und den Flüssigkeitskammern 49 und 107 gleich dem hohen Druck  $P_o$  sind, so dass der Druck innerhalb der Flüssigkeitskammer 50 O ist.

Es wird nun ein Fall angenommen, bei dem der Einschaltbefehl dem in Fig. 7C dargestellten Auszustand angelegt wird und Einschaltbefehl unterbrochen wird, wenn der Ventilstößel 46a um einen Teil seines Hubes verschoben ist. In Fig. 7C steht die Flüssigkeitskammer 50 mit dem Ablauftank 31 über den dritten Durchlass 51 in Verbindung und steht unter niedrigem Druck, während in Fig. 7B der Durchfluss zwischen der Flüssigkeitskammer 50 und dem Durchlass 51 gedrosselt wird, um den Druck innerhalb der Flüssigkeitskammer 50 anzuheben. Eine solche Druckanhebung wird beschleunigt, wenn der Steuerventilstößel 46a sich nach links verschiebt. Ist der Steuerventilstößel 46a verschoben, so dass der Durchfluss der Arbeitsflüssig-

keit, die durch den zweiten Durchlass 59a in die Durchlässe 49 und 107 eingeleitet wird, grösser wird als der Durchfluss der Arbeitsflüssigkeit, die aus der Flüssigkeitskammer 49 und 107 in die Flüssigkeitskammer 50 ausfliesst, wird der Druck innerhalb der Flüssigkeitskammern 49 und 107 im wesentlichen auf den Wert des hohen Druckes  $P_o$  angehoben. Ist der Druck innerhalb der Flüssigkeitskammer 50 mit  $P$  gegeben, wird der Steuerventilstößel 46a durch den hohen Druck  $P_o$  aus der Abschaltkammer 52a und den Flüssigkeitskammern 49 und 107 und dem Druck  $P$  aus der Flüssigkeitskammer 50 beaufschlagt. Dadurch enthält die axial auf den Steuerventilstößel 46a drückende Kraft eine rechtsgerichtete Kraft  $F_1 = (SE - SA) \times P_o$ , basierend auf dem hohen Druck  $P_o$  und eine nach links gerichtete Kraft  $F_2 = (SE - SB) \times P$  basierend auf dem Druck  $P$ . Hier ist  $SB$  die Fläche eines Kreises, der durch den Durchmesser  $BB$  des inneren Mantelflächenabschnittes 104a bestimmt ist. Fläche  $SB$  wird hier verwendet, weil die Flüssigkeitskammer 50 unter dem Druck  $P$  und die Flüssigkeitskammer 48 mit dem Druck  $O$  an der linken und rechten Seite eines engen Durchlasses liegen, der zwischen dem zweiten Ventilsitz 108 und dem Ventilkegel 105b in Fig. 7B definiert wird. Der Steuerventilstößel 46a bewegt sich automatisch nach links, um die in Fig. 7A dargestellte Einschaltstellung zu erreichen, wenn  $F_2$  grösser wird als  $F_1$ , d.h. wenn der Druck  $P$  innerhalb der Flüssigkeitskammer 50  $P > \frac{SE - SA}{SE - SB} \cdot P_o$  beträgt.

Die Zeiten, wenn der Druck innerhalb der Flüssigkeitskammer 107 im wesentlichen gleich gross  $P_o$  beim Abschaltvorgang wird und wenn der Druck  $P$  innerhalb der Flüssigkeitskammer 50 den durch  $P > \frac{SE - SA}{SE - SB} \cdot P_o$  gegebenen Wert beim Einschaltvorgang annimmt, sind extrem kurz. Eine Bedienungsperson kann demzufolge Einschalt- und Abschaltvorgänge ohne Fehlbetätigung vornehmen, selbst wenn Druckknöpfe oder Ähnliches nach dem Niederdrücken automatisch die ursprüngliche Stellung annehmen, um Einschalt- und Abschaltsignale abzugeben.

Im folgenden wird erläutert, wie die Vorrichtung 13 sofort in Betrieb gesetzt wird, wenn der Abschaltbefehl angelegt wird. Das Hauptmerkmal dieser Konstruktion liegt darin, dass der Unterschied zwischen den Durchmessern des Mantelflächenabschnittes 102b des Steuerventilstößels 46a und dem inneren Mantelflächenabschnitt 103a des Blockes 35 klein ist. Wird der Steuerventilstößel 46a in Abhängigkeit des Abschaltbefehls, aus der in Fig. 7A dargestellten Stellung nach rechts verschoben, liegen sich die Mantelflächenabschnitte 103a und 103b einander gegenüber, wie das in Fig. 7B und 7C dargestellt ist, dadurch entsteht in diesem Bereich ein Drosselungseffekt, wodurch der Zufluss aus der Flüssigkeitskammer 107 zur Flüssigkeitskammer 50 verringert wird. In diesem Zustand bilden die Mantelflächenabschnitte 103a und 103b den Steuerschieber. Da die Arbeitsflüssigkeit unter Druck aus der Flüssigkeitskammer 50 in den Ablauftank 31 ausfliesst, wird der Druck innerhalb der Flüssigkeitskammer 50 drastisch herabgesetzt, um den Druck innerhalb der Druckkammer 42 schnell zu verringern. Dadurch wird das Hauptabschaltventil 41 unmittelbar geöffnet und der Abschaltvorgang setzt sofort ein. Somit kann der Abschaltvorgang vollständig durchgeführt werden, bevor das Steuerventil 46 vollständig umgeschaltet hat.

Die Vorrichtung 13 ist so konstruiert, dass der Steuerventilstößel 46a seine Funktion in der Mitte nicht abbricht, selbst wenn der Druck innerhalb des Steuerventils während des Vorganges abfällt. Damit bei einer derartigen Ausführung die Verschiebung des Steuerventilstößels 46a während des Einschalt- und Abschaltvorganges zum Stillstand kommt fließt die Arbeitsflüssigkeit aus dem Durchlass 49 über die Flüssigkeitskammer 50 in den Durchlass 51, der mit dem Ablauftank 31 in Verbindung steht. Dies bedeutet, dass die von der Pumpe 40 abge-

gebene Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit in den Ablauftank 31 abfließt, und dadurch der Steuerventilstößel 46a nicht verschoben wird. Um zu verhindern, dass der Steuerventilstößel 46a auf diese Weise stoppt, ist in der Einschaltkammer 52a eine Feder der 88 vorgesehen (Fig. 7A, 7B und 7C). Die Feder drückt gegen den Steuerventilstößel 46a und verschiebt ihn nach rechts in die Ausstellung, wie das in Fig. 7C dargestellt ist. Findet sich der Steuerventilstößel 46a in dieser Stellung, sind die Flüssigkeitskammer 49 und die Einschalt- und Abschaltkammer 52a und 52b mit der Hochdruck-Arbeitsflüssigkeit aus der Flüssigkeitskammer 32b gefüllt.

Nachfolgend werden verschiedene Funktionen der Vorrichtung 13 beschrieben. Dazu gehören die Verhinderung einer Pumpwirkung und einer gleichzeitigen Erregung sowie die bevorzugte Abschaltung.

Fig. 4B zeigt die Arbeitsstellung des Steuerventils und des Hilfsventils 60 nachdem der Einschaltvorgang an der Vorrichtung 13 beendet ist. Werden in diesem Zustand Einschalt- und Abschaltbefehle gleichzeitig angelegt, werden das Einschalt- und Abschaltvorsteuerventil 54b und 54a gleichzeitig geöffnet und die Durchlässe 55b und 53 werden gleichzeitig mit dem Ablauftank 31 verbunden, um den Innendruck herabzusetzen. Wird der Druck innerhalb der Durchlässe 55b und 53 niedrig, bewegt sich der Hilfsventilstößel 60a nach links oder bleibt stehen, um den Durchlass 55a abzusperren, wodurch die Einschaltkammer 52a nur über den engen Leckdurchlass 64 mit der Hilfseinschaltkammer 56a in Verbindung steht. Solange wie das Einschaltvorsteuerventil 54a angetrieben wird bleibt die Hilfseinschaltkammer 56a unter niedrigem Druck. Da der Durchlass 46g und des Steuerventilstößels 46a weiter ist als der Leckdurchlass 64, wird der Druck innerhalb der Abschaltkammer 52b kaum verringert. Da die Abschaltkammer 56b direkt mit dem Durchlass verbunden ist, wird diese jedoch unter niedrigem Druck gehalten solange das Abschaltvorsteuerventil 54a angetrieben wird. Dadurch verschiebt sich das Steuerventil 46 in Fig. 4B nach rechts. Somit wird die Vorrichtung 13 abgeschaltet und in diesem Zustand gehalten. Bleibt jedoch der Hilfsventilstößel 60a in der in Fig. 4B dargestellten Stellung ohne sich nach rechts zu bewegen, steht die Hilfseinschaltkammer 56a, die direkt mit dem Durchlass 55b verbunden ist, unter niedrigem Druck. Die Vorrichtung 13 kann durch einmaliges Unterbrechen und Wiederanlegen des Einschaltbefehles eingeschaltet werden. Wird der Einschaltbefehl unterbrochen, wird der Druck innerhalb der Hilfseinschaltkammer 56a durch die Wirkung der über den Leckdurchlass 64 aus der Einschaltkammer 52a einströmenden Arbeitsflüssigkeit erhöht werden und dadurch der Hilfsventilstößel 60a nach rechts verschoben werden. Dadurch kann, wie in Fig. 4D dargestellt ist, die Einschaltkammer 52a über den Durchlass 55a mit der Hilfseinschaltkammer 56a verbunden werden. Wird das Einschaltvorsteuerventil 54b angetrieben, wird der Druck innerhalb der Einschaltkammer 52a herabgesetzt, das Steuerventil 46 wird zur Einschaltung der Vorrichtung 13 nach links verschoben. Selbst wenn in diesem Einzustand der Einschalt- und Abschaltbefehl gleichzeitig anliegt, besteht keine Möglichkeit, dass der Abschalt- und Einschaltvorgang automatisch am Ende des Einschaltvorganges wiederholt wird. D.h. es erfolgt kein Pumpen an der Vorrichtung 13.

Der Hilfsschalter 94 ist so ausgelegt, dass er durch das Element 94a nur dann betätigt wird, wenn die Kolbenstange 23 im wesentlichen die äusserste linke Stellung in Fig. 2 beim Einschaltvorgang der Vorrichtung 13 erreicht hat. Da die Vorrichtung 13 ausgeschaltet ist, arbeitet das Abschaltvorsteuerventil 54a nicht, selbst wenn an der Klemme 96a (Fig. 8) der Abschaltbefehl anliegt, und nur das Einschaltvorsteuerventil 54b kann auf den Einschaltbefehl ansprechen. Wenn der Einschalt- und Abschaltbefehl bei geschlossenem Hilfsschalter 94 nach Beendigung des Einschaltbefehls anliegen, wird der Durchlass

55a durch den Hilfsventilstößel 60a geschlossen. In diesem Fall ist nur der Abschaltbefehl wirksam, die Vorrichtung wird abgeschaltet, d.h. es wird eine Doppelerregung verhindert.

Wird der Abschaltbefehl während des Einschaltvorganges angelegt, wird ausserdem der Hilfsschalter 94 beim Einsetzen der Verschiebung der Kolbenstand 23 geschlossen, um die Vorrichtung 13 für die Abschaltung vorzubereiten. Sobald die Abschaltung freigegeben ist wird der auf den Einschaltbefehl ansprechende Einschaltvorgang blockiert, selbst wenn der Einschaltbefehl weiterhin anliegt. Wird andererseits ein Einschaltbefehl während des Abschaltvorganges angelegt, sperrt der

Kolben 60b des Hilfsventils 60 die Verbindung zwischen Durchlass 55a und Flüssigkeitskammer 56a, wie das in Fig. 4c gezeigt ist, so dass der Einschaltvorgang nicht einsetzen kann. Nachdem das Hilfsventil 60 nach rechts verschoben ist, erfolgt eine Einschaltung der Vorrichtung nur dann, wenn der Einschaltbefehl anliegt. Wie vorstehend beschrieben, wird die Vorrichtung 13 nicht abschalten, wenn der Abschaltbefehl während des Einschaltvorganges angelegt wird und wenn der Einschaltbefehl während des Abschaltvorganges angelegt wird. Um danach die Vorrichtung 13 einzuschalten, ist es erforderlich, einen neuen Einschaltbefehl anzulegen.



FIG. 2

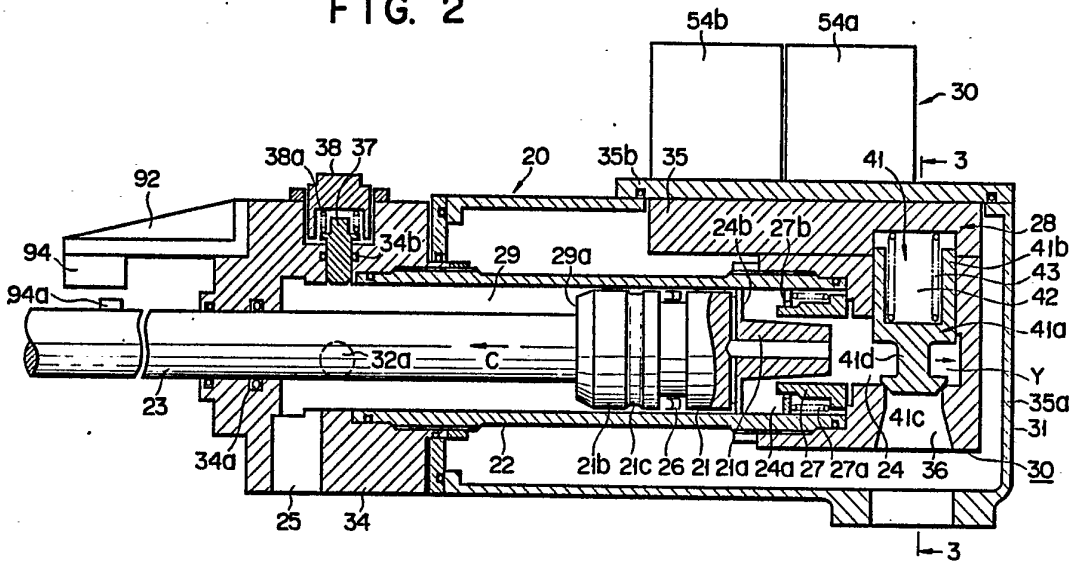


FIG. 5

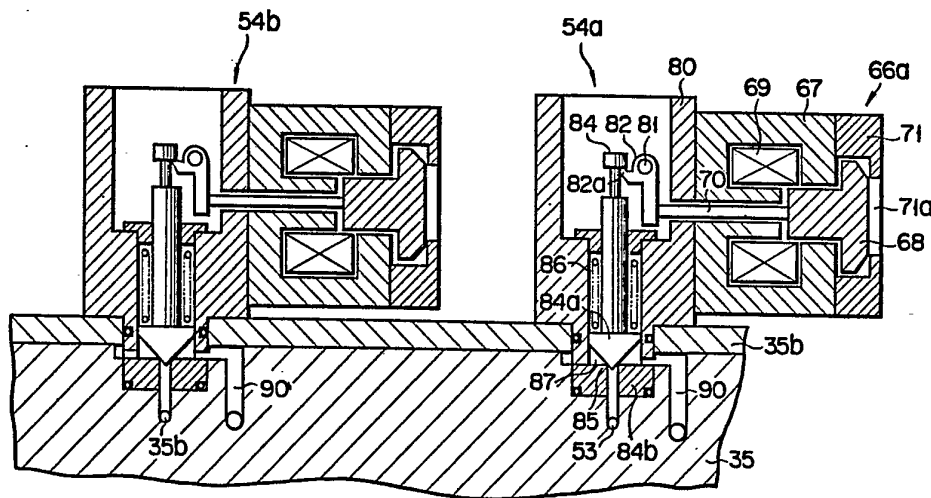


FIG. 3C

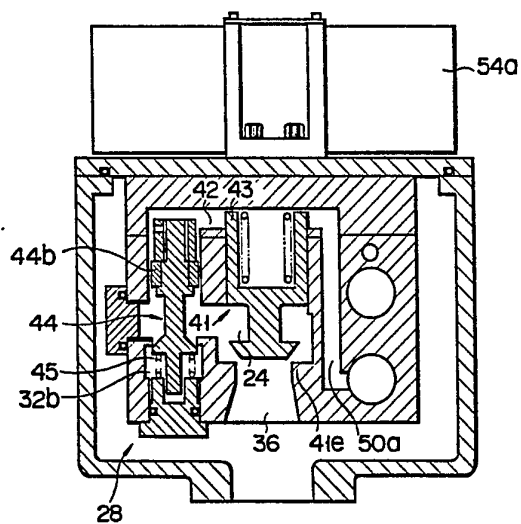


FIG. 6

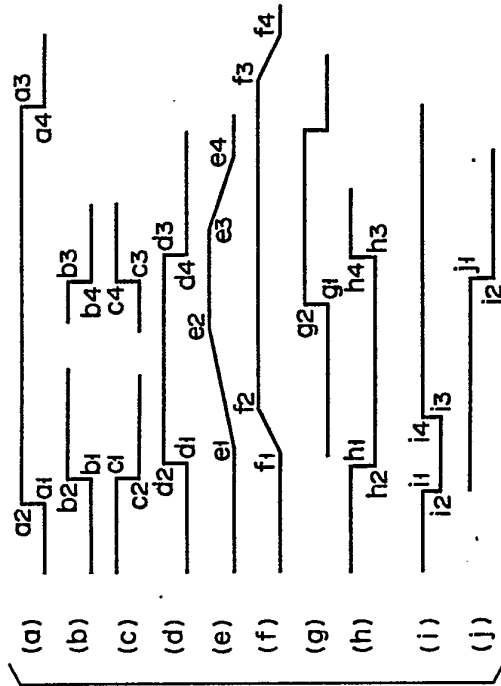


FIG. 8

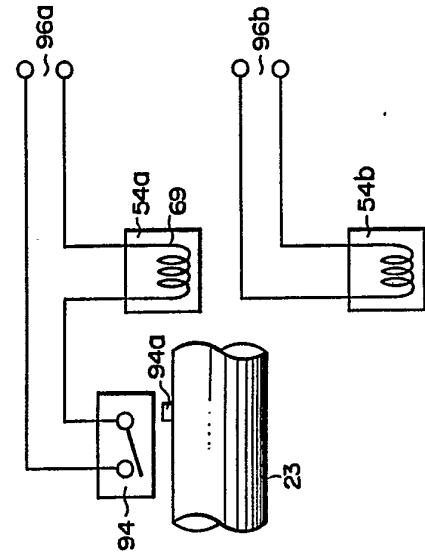


FIG. 3A

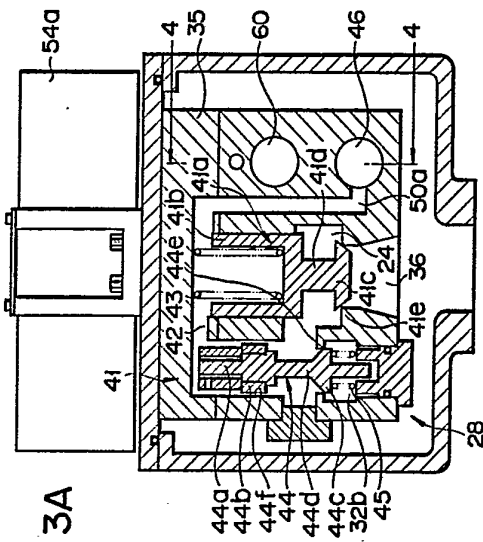


FIG. 3B

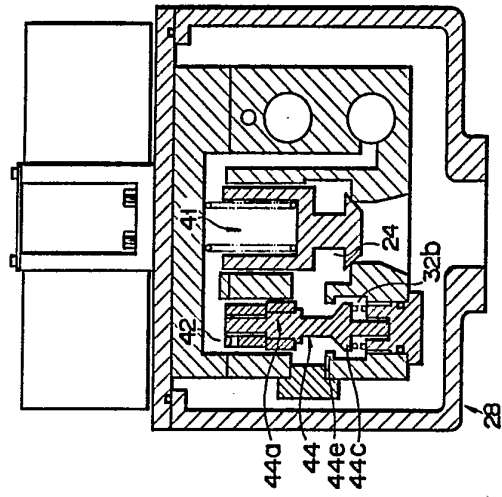
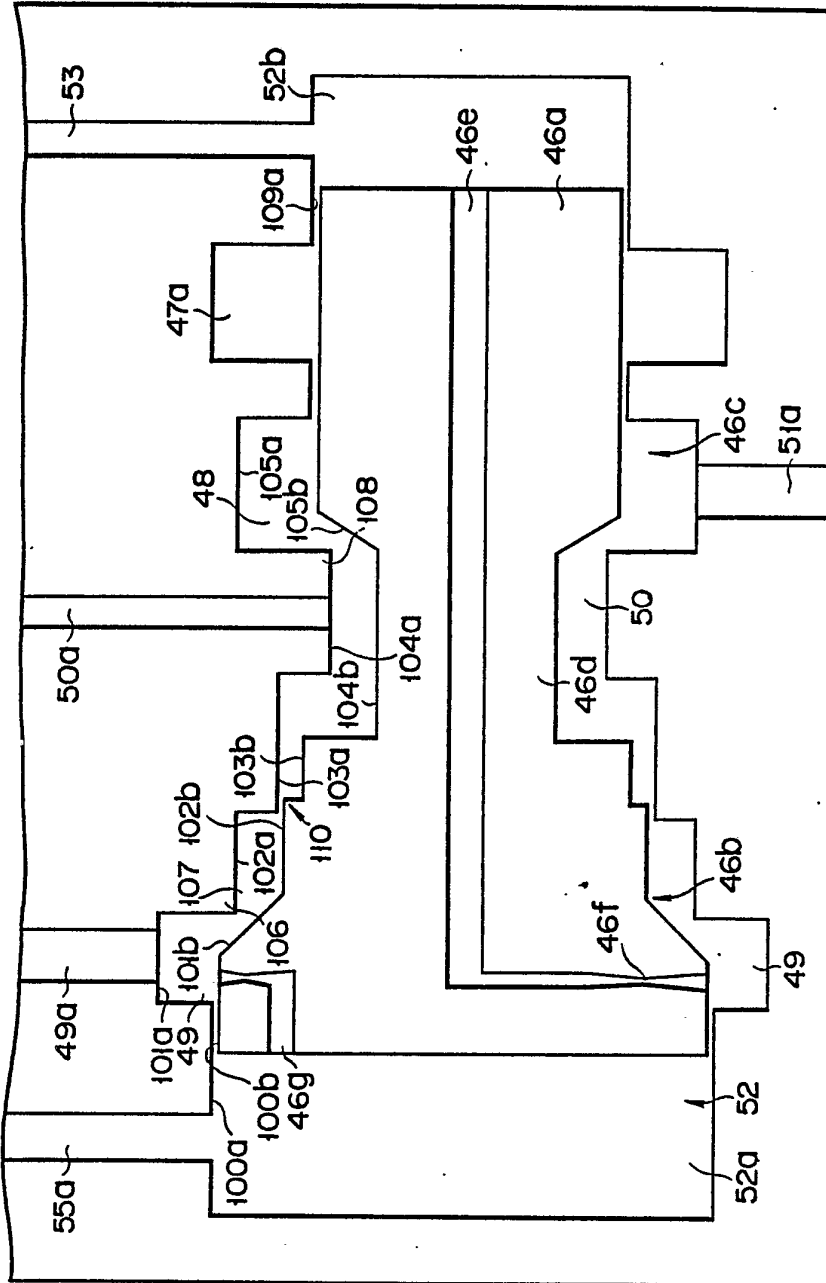


FIG. 7D





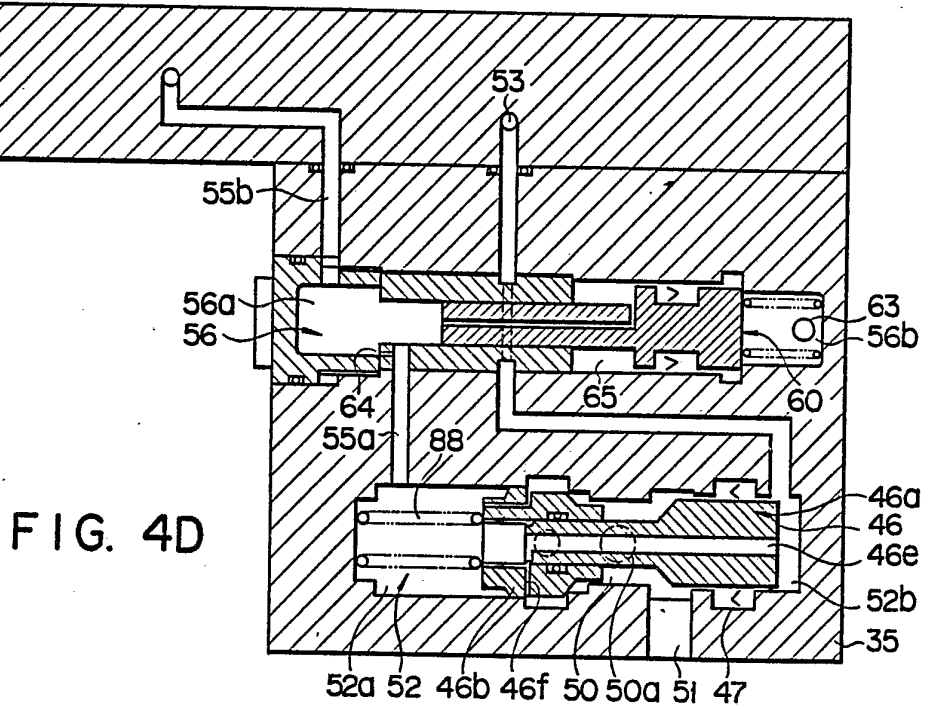
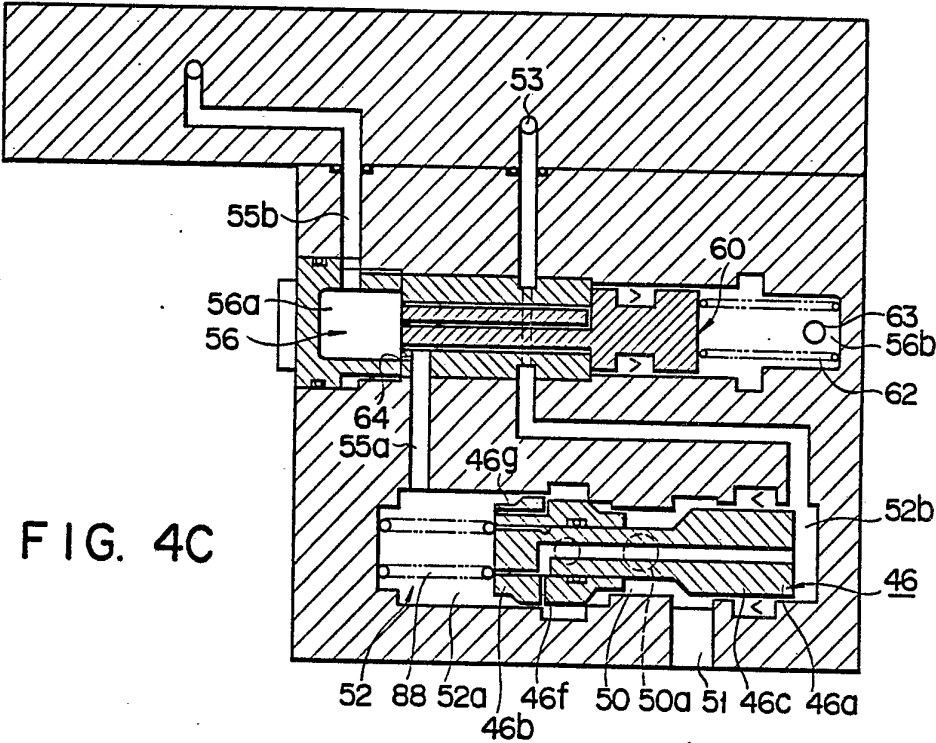


FIG. 7A

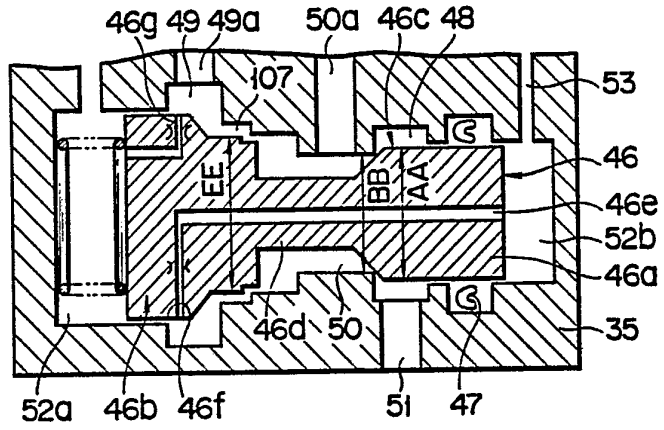


FIG. 7B

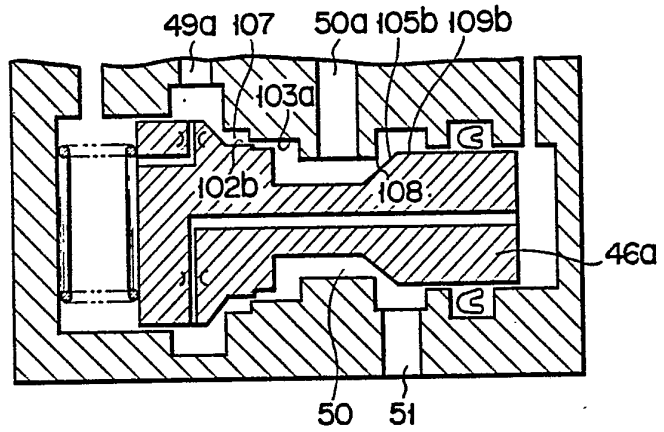


FIG. 7C

