NORGE
[NO]

STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

[B] (11) **UTLEGNINGSSKRIFT** Nr. 146169

(51) Int. Cl.³ F 16 K 31/36, F 15 B 13/042,
E 21 B 35/00

(21) Patentsøknad nr. 783434

(22) Inngitt 10.10.78

(24) Løpedag 10.10.78

(41) Alment tilgjengelig fra 18.04.79
(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 03.05.82

(30) Prioritet begjært 13.10.77, USA, nr. 841940

(54) Oppfinnelsens benevnelse

Servoventil.

(71)(73) Søker/Patenthaver

BAKER CAC, INC.,
P.O. Box 37069,
Houston, TX 77036,
USA.

(72) Oppfinner

NEIL M. AKKERMAN,
STEPHEN R. FOSTER,
KIP B. GOANS,
alle: New Orleans, LA,
USA.

(74) Fullmektig

A/S Oslo Patentkontor Dr. ing. K. O. Berg, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner

BRD (DE) patent nr. 1177438, 1258222
USA (US) patent nr. 3007492

Foreliggende oppfinnelse vedrører en servoventil for styring av strømning fra en første fluidkilde og med evne til å reagere på et trykkovervåket fluid (ML), særlig i forbindelse med betjening av en hovedventil i et hydraulisk system som igjen omfatter en ventilstyreledning (CL), en tilførselsledning (SL) samt en avlastningsledning (BL), omfattende et hus (100-102); en ventilinnretning i huset som har ventilseter (138,143); fritt bevegelige sfæriske innretninger (126,130) nær ventilinnretningen som danner ventillegemer og som kan ligge tettende mot ventilsetene (138,143) og kan fjernes fra disse for valgfritt å åpne og lukke ventilinnretningen for å styre fluidstrømning derigjennom; en sleideformet innretning (114) som er skyttelbar i minst én av en lineær og roterende retning i huset (101,102) for selektiv bevegelse av ventillegemene (126,130); og et antall tetninger (123) som er festet mellom huset (101,102) og den sleideformede innretning (114) for å forhindre fluidforbindelse derimellom og for å danne strømningskanaler (134A-B) i huset og den sleideformede innretning, hvilken sleideformede innretning (114) er forskyvbar i både en første og en andre retning.

Som en sikkerhetsforanstaltning kreves det at olje- og gassbrønner skal inneholde én eller flere sikkerhetsventiler under overflaten, hvilke sikkerhetsventiler vanligvis er av kulekonstruksjon og beveges mellom åpen og lukket stilling ved å variere hydrauliske styretrykk. Sikkerhetsventilene beveges til lukket stilling når registreringsanordninger i brønnens umiddelbare nærhet reagerer på en ufordelaktig tilstand, såsom en økning i temperatur i tilfelle av en brann, eller ved unormal økning eller minskning av brønnens produksjonsstrøm ved tilstopping eller brist i strømningsledningen. Monitoranordningen overfører det unormale signal til en anordning som bevirker automatisk avlastning av hydraulisk styretrykk til sikkerhetsventilen, og sikkerhetsventilen beveges til lukket stilling.

De servoorganer som tidligere har vært benyttet, har innbefattet trykkubalanserte seteventilmekanismer fordi sleideventiler har metallhylser med meget fine toleranser som resulterer i

høy friksjon over ventilen når ventillegemet løftes i forhold til setet. Det ville således være ønskelig å ha en ventilmekanisme som ikke utsettes for friksjon når ventillegemet beveges i forhold til setet.

Noen tidligere kjente styrereleer er trykkubalanserte og krever et pneumatisk signal for å påvirke hydrauliske trykk til sikkerhetsventilen ned i brønnhullet. I disse systemer benytter man vanligvis brønnen som pneumatisk kilde, slik at når brønnen stenges, er der ingen kilde for styrefluid for på nytt å åpne ventilen. Dette har medført nødvendigheten av å benytte mekaniske opphevelsesmekanismer eller håndpumper for å aktivere systemet for igjen å føre ventilen til åpen stilling. Dersom de ikke frigjøres mekanisk, vil slike oppstartingsmetoder sette hele sikkerhetssystemet ut av kraft.

Flere hittil kjente og benyttede mekaniske ventilmekanismer har krevet innlemming av mange ventiler og kompliserte koblinger. Det store antall ventiler har vært benyttet til å tilpasse mange følersignal, vanligvis én ventil pr. signal som et minimum. I disse systemer kreves det manuelle ventiler for å forbigå følesignaler for oppstarting. Videre kreves det andre manuelle ventiler for å stenge systemet. Ofte kreves det håndpumper eller mekaniske opphevelsesmekanismer for å starte opp anlegget. Disse ventilsystemene er ikke bare kompliserte, men de er dyre, gir hyppige serviceproblemer, og på grunn av sin kompleksitet har de en større sannsynlighet for havari og er dermed upålitelige. Noen tidligere kjente ventilinnretninger har benyttet sfæriske elementer som stort sett tjener som ventillegemer som er valgfritt bevegelige mot og bort fra et nærliggende sete ved hjelp av et sleideelement som skytles for å påvirke et sfærisk element. Eksempelvis viser US patent nr. 2 574 335 to sett kuleelementer som hvert åpnes og lukkes samtidig av en fluidtrykkdrevet anordning for styresystemer. Skyttelanordningen omfatter en konisk bæreflate som beveger en første kule på en konisk eller avskrådd flate for å bevege en større kule på denne mellom åpen og lukket stilling i strømningskanaler.

US patent nr. 2 891 518 benytter kuleelementer som vanligvis ikke er fritt bevegelige eller kan bringes til tettende kontakt med et sete av differensialtrykk som forårsakes av fluidstrømning.

US patent nr. 2 967 544 er også typisk for den kjente teknikk og benytter et sfærisk element som ventillegeme. Dette patent benytter sammentrykkede fjærelementer og en mekanisk innretning for å bevege kulene mellom åpen og lukket stilling i forhold til sine porter. Kuleelementene bæres ikke av en sleide som er skyttelbevegelig eller beveges frem og tilbake.

US patent nr. 3 053 279 viser en retningsventil som inneholder flere kuleelementer som beveges av en sleide for å styre strømning fra en andre kanal til en første kanal. I en stilling av sleiden er alle kulene anbringbare mot hvert sitt sete. Ventilen benyttes til å styre strømning fra en andre kanal til en første kanal, og strømmen mellom disse styres av posisjonen av en kule i den førstnevnte kanal.

US patent nr. 3 007 492 viser en styreventil stort sett av den innledningsvis nevnte type. Her er styreventilens sleide påvirket av en fjær på den ene side og av det overvåkede fluidtrykk på den annen side, og ved ubalanse mellom fjærkraften og fluidtrykket vil sleiden beveges til den ene eller annen side. Styreventilen er innrettet til å stenge hovedventilen dersom det overvåkede trykk endrer seg utover forutbestemte grenser. Dersom det overvåkede trykk deretter endrer seg tilbake til normalverdien, vil styreventilen bevirke at hovedventilen automatisk åpnes igjen, noe som i enkelte anvendelser kan være meget uheldig. Anordningens anvendelsesmuligheter begrenses ytterligere ved at den benytter det overvåkede fluid som trykkilde. Videre kreves et bypass rundt hovedventilen for å muliggjøre opprinnelig åpning av denne, idet styreventilen ikke er manuelt betjenbar.

Foreliggende oppfinnelse tar sikte på å unngå ovennevnte mangler og ulemper og tilveiebringer en servoventil av den innledningsvis nevnte type som er karakterisert ved at tetningene

har en slik posisjon i forhold til hverandre og til styre- og tilførselsledningene at trykk etter forskyvning i én av nevnte første og andre retning stort sett utlignes gjennom nevnte strømningskanaler, hvorved den sleideformede innretning er statisk stabilisert i huset, og at når den sleideformede innretning forskyves i den andre av nevnte første og andre retning, oppstår et differensialtrykk over en av nevnte tetninger for å tvinge og holde den sleideformede innretning i nevnte andre retning, og at den videre omfatter en sperreinnretning for inngrep med den sleideformede innretning i en av nevnte første og andre stillinger, hvilken sperreinnretning er bevegbar som et resultat av forutbestemt trykkvariasjon i nevnte overvåkede fluid for å frigjøre den sleideformede innretning. Ytterligere fordelaktige trekk ved oppfinnelsen er angitt i de uselvstendige krav.

Foreliggende oppfinnelse tillater således forskyvning av sleideelementet som reaksjon på unormalt trykk i et overvåket fluid for å blokkere og avlaste styrefluid uten å affisere de manuelle styremuligheter. Videre krever foreliggende oppfinnelse ikke bypass-ventiler, mekaniske opphevelsesanordninger eller håndpumper for oppstarting av systemet. Dertil baserer foreliggende oppfinnelse seg ikke på trykkubalanserte seteventilmekanismer, men gir en bistabil ventil som tåler å utsettes for høye trykk. Videre tillater foreliggende oppfinnelse lett manuell eller mekanisk skytling av sleideinnretningen til enhver tid.

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en styreventilinnretning som overvåker ledningstrykk som skriver seg fra en brønn eller annen strømningsledningstilstand og automatisk blokkerer og avlaster instrumenttrykk når forutbestemte øvre eller nedre ledningstrykkgrenser passeres. Foreliggende apparat tolererer høye instrumenttrykk, eksempelvis 700 bar, og dette trekk tillater retningsstyring av et brønnhodesikkerhetssystem, inklusive sikkerhetsventiler under overflaten, uten å gjøre bruk av separate hydrauliske eller pneumatiske kraftkilder og disses tilgrensende utstyr. Når det registrerte trykk befinner seg mellom de forutbestemte grenser, pådras

styrefluidtrykket til nedstrømssikkerhetssystemet for å betjene og holde det i åpen stilling. Når det registrerte trykk ikke befinner seg mellom de forutbestemte grenser og er over eller under disse grenser, blokkeres styrefluidtrykket i anordningen og fluid avlastes fra den styrte anordning. Trykkgrensene etableres ved valg av størrelsen av følerstempelet og skruejustering av den respektive motvirkende fjærkraft.

Foreliggende oppfinnelse benytter en ventilanordning som fortrinnsvis har flere ventilseter i et hus. En sleide er skyttelbar nær ventilsetene ved manuell eller mekanisk bevegelse til flere stillinger og reagerer på trykkvariasjon i det overvåkede fluid for å skytle sleiden til en andre stilling. Sleiden er forskyvbar til en stilling hvor trykket er stort sett utlignet i strømningskanalene og sleiden er statisk stabilisert i denne stilling. Når sleiden forskyves til en annen stilling, dannes det et differensialtrykk over tetningene, hvilket differensialtrykk holder sleiden i denne stilling. En betjeningsstang er anordnet for å skytle sleiden i en retning til en stilling. Et stempel er anordnet for å forskyve stangen og skytle sleiden ved en forutbestemt økning og/eller minskning i trykk i det overvåkede fluid. Apparatet kan kalibreres etter ønske for å reagere på høye og/eller lave trykktoleranser for å bevirke skytling av sleiden og bevegelse av kulene i forhold til setene for derved å bevirke endring av strømningskanalene for valgfritt å åpne og lukke en sikkerhetsventil under overflaten.

Til bedre forståelse av oppfinnelsen skal den nå beskrives nærmere under henvisning til det utførelseseksempel som er vist på tegningene.

Fig. 1A og 1B utgjør tilsammen et lengdesnitt gjennom en servoanordning ifølge oppfinnelsen etter montering til eksterne ledninger, idet snittet viser en stang som er innsatt for å presse en sperremutter og sleideinnretning i stilling og en sperretapp i inngrep i sperremutteren, før innledende betjening av servoanordningen.

Fig. 2A og 2B viser lengdesnitt av servoanordningen i likhet med fig. 1A og 1B, når brønnstrømningsledningen befinner seg innenfor det normale operasjonsområde, idet strømningsbanen fra tilførselsledningen til sikkerhetsventilen er vist ved piler.

Fig. 3A og 3B utgjør tilsammen lignende snitt som de foregående figurer og illustrerer stillingen av servoanordningens komponenter når trykket i brønnstrømningsledningen overskrider normalt operasjonsområde, idet strømningskanalen gjennom sleideventilinnretningen er angitt med piler for avlastning av styrefluid fra sikkerhetsventilen gjennom servoanordningen for lukking av sikkerhetsventilen.

Fig. 4A og 4B utgjør sammen en lignende illustrasjon av servoanordningen i stilling etter registrering av trykk i strømningsledningen under det normale operasjonsområde, med kanalen gjennom sleideventilhuset illustrert med piler som indikerer at styretrykk fra sikkerhetsventilen avlastes gjennom servoanordningen for lukking av sikkerhetsventilen.

Fig. 5 er et snitt langs linjen 5-5 på fig. 1A og viser kuleelementer i forhold til avlastningsinnretningen, idet én av kulene holdes i tettende kontakt med setet av avlastningsinnretningen, og viser videre vinkelforholdet mellom passasjen over de sfæriske elementer og avlastningsporten.

Fig. 6 er et snitt i likhet med fig. 5 og er tatt langs linjen 6-6 på fig. 1A for å vise stillingen av kulene i forhold til tilførselsdysen, idet alle kulene holdes borte fra tilførselsdysesetet for å gi fluidumforbindelse derigjennom.

Som vist på tegningene, omfatter servoanordningen P et avlangt hus 100 som i sin tur omfatter et sperreinnretningshus 101, et sleideventilhus 102, og øvre og nedre fjærhuselementer, hhv. 103 og 104, idet husene 103 og 104 er adskilt ved hjelp av et forbindende trykkammerhus 105.

Sperrehuset 101 er festet til sleideventilhuset 102 ved hjelp

av gjenger 106. Et elastomert tetningselement 107 som hviler i en sporforsynt boring 108 i sperrehuset 101, forhindrer fluidforbindelse mellom huset 101 og sleideventilhuset 102. Ved den øvre ende av sperrehuset 101 befinner det seg en sirkulær boring eller åpning 101A for gjennomføring av en sperremutter 109 som i sin tur opptar et avlangt element 110A med gjenger 111 for befestigelse av en håndbetjenbar, halvrund knapp 112 som rager ut av elementet 110A. Et lignende avlangt element 110B er innskrudd i sperremutteren 109 ved dens nedre flate 113 og fortsetter i en styresleide 114, som beskrives nedenfor.

En åpning eller boring 115 er dannet i sperrehuset 101 på en av dettes sider for valgfri gjennomføring av et stangorgan R som benyttes til å tvinge sperremutteren 109 og sleiden 114 i utgangsoperasjonsstilling. Stangen R opptas i et tilsvarende spor 116 i sperremutterens 109 ytterflate.

På motsatt side av åpningen 115 er det i sperrehuset 101 anordnet en sperreinnretning 117 som er festet til sperrehuset 101 ved hjelp av gjenger 118. Sperreinnretningen 117 inneholder en avlang, innadragende låsetapp 119 som vanligvis tvinges utad i forhold til sperrehuset 101 ved hjelp av et fjærelement 120. Dette fjærelement ligger an mot en ring 121 på sperretappene 119. En låsering 122 er plassert i et spor 122A i sperreinnretningen 117 for anslag mot ringen 121 når sperretappen 119 befinner seg i ytre stilling bevirket av fjærens 120 kraft som virker mot ringen 121 og således presser låsetappen 119 utad og bort fra sperrehuset 101. Sperretappen 119 har en indre ende 119A som rager ut gjennom en boring 117A i sperreinnretningen 117. Denne indre enden 119A opptas i et spor 116A på ytterflaten av sperremutteren 109, idet sporet 116A egentlig utgjør en side av sporet 116, slik at sporene 116A og 116 strekker seg kontinuerlig rundt mutteren 109. En oppadvendende skulder 109A dannes av sporets 116 og 116A nedre skulder i sperremutteren 109 for samvirkning med den indre ende 119A av sperretappen 119.

Den ytre ende 119B av sperretappen 109 befinner seg utenfor sperreinnretningslegemet 119 og kan manuelt påvirkes av en operatør for innføring av sperretappen 119 i sporet 116A.

Sleideventilhuset 102 opptar styresleiden 114 som bæres av tappen 110B. Sleiden 114 har øvre, midtre og nedre T-tetninger 123 i respektive spor 124, hvilke tetninger glir langs den glatte innerflate 102A av sleideventilhuset 102 og forhindrer fluidforbindelse mellom sleiden 114 og sleideventilhuset 102 på sine respektive steder. En første føring 125 er anordnet på sleiden 114 for at flere kuler 126 skal kunne bevege seg fritt rundt denne. Føringen 125 har en øvre skulder 127 og en nedre skulder 128 for å styre kulenes 126 bevegelse rundt innerflaten 102A av sleideventilhuset 102 og i føringen 125. En lignende og andre føring 129 er dannet i sleiden 114 ovenfor føringen 125, og føringen 129 opptar flere lignende kuleelementer 130. Føringen 129 har en øvre skulder 131 og en nedre skulder 132 for å styre kulene 130 langs innerflaten 102A av sleideventilhuset 102. Den sentrale og nedre T-tetning 123 danner derimellom et første fluidutstrømningskammer, mens den sentrale og nedre T-tetning 123 danner derimellom et andre eller øvre fluidutstrømningskammer over sleiden 114.

Sleideventilhuset 102 har i den ene side en tilførselstapp 134 som er festet i sleideventilhuset 102 ved hjelp av gjenger 135. En elastomer ring 136 strekker seg rundt tilførselstappen 134 i et spor 137 for å forhindre fluidforbindelse mellom tilførselstappen 134 og sleideventilhuset 102. Et lignende ringformet element 136A i et spor 137A befinner seg også på tilførselstappen 134 nær gjengene 135 for å forhindre fluidforbindelse mellom tilførselstappen 134 og huset 102. Tilførselstappen 134 har ved sin indre ende et sporforsynt sete 138 som valgfritt opptar et parti av overflaten på kuleelementet 126 etter betjening av sleiden 114. Setet 138 åpner mot det indre av tilførselstappen 134, hvilket indre dannes av en fluidkanal 134A som alltid står i forbindelse med en kanal 134B på tvers av denne i sleideventilhuset 102.

Sleideventilhuset 102 opptar også en avlastningsinnretning

139 som er festet til huset 102 ved hjelp av gjenger 142. Avlastningsinnretningen 139 er ved sin ytre ende tilkoblet en avlastningsledning BL og har en strømningskanal 139A som forbinder avlastningsledningen BL og en indre strømningskanal 134C rundt sleiden 114. Avlastningsinnretningen 139 har ved sin indre ende et åpent sete 143 av samme utformning som setet 138, og setet 143 kan avstenges ved hjelp av ett av kuleelementene 130 ved bevegelse av sleiden 114, som beskrevet nedenfor. En elastomer ring 141 i et tilsvarende spor 141A på avlastningsinnretningen 139 forhindrer fluidforbindelse mellom avlastningsinnretningen 139 og sleideventilhuset 102.

På motstående side av avlastningsinnretningen 139 og tilførselstappen 134 befinner det seg en gjenget boring 133 for opptagelse av en tilførselsledning SL. En lignende gjenget boring 144 er også anordnet i sleideventilhuset 102 for opptagelse av en ventilstyreledning CL.

Sleideventilhuset 102 er festet til det øvre fjærhus 103 ved hjelp av gjenger 148. Husene 102 og 103 er videre forankret til hverandre ved hjelp av settskruer 145 som er skrudd inn i gjenger 146 i huset 103. Settskruene 145 hviler mot en skrådd skulder 147 på sleideventilhuset 102 slik at husene 103 og 102 kan dreies i forhold til hverandre for lett befestigelse av strømningsovervåkningsledningen ML, tilførselsledningen SL og ventilstyreledningen CL. En lignende settskrue 150 er festet i huset 103 ved hjelp av gjenger 151, hvilken settskrue 150 står i kontakt med den glatte ytterflate 152 av en stopperanordning 149 i huset 103 og er festet til dette ved hjelp av gjenger 148.

Det øvre fjærhus 103 opptar stopperanordningen 149 i sitt indre, hvilken stopperanordning har en sentral boring 153 for opptagelse av en betjeningstapp 154 som har en ytre utragende ende 155 som strekker seg ut fra den øvre ende 156 av stopperanordningen 149 for valgfri innvirkning på den nedre ende 114A av sleiden 114. Betjeningstappen 154 er en fremspringende, avlang forlengelse av et betjeningshovedlegeme 161 som

befinner seg i det indre av det øvre fjærhus 103. Hovedlegemet 161 opptar i en nedre boring 163 en betjeningsstang 164 som er bevegelig i hovedlegemet 161 og i boringen 163 i dennes ende 162. Stopperanordningen 149 har en nedre ende 149A som tjener til å begrense den oppadgående bevegelse av hovedlegemet 161 ved svært høye trykk, idet hovedlegemets øvre ende 161A kommer i kontakt med den nedre ende 149A i slike tilfeller.

Det øvre fjærhus 103 inneholder også en skruefjær 160, hvis øvre ende 160A hviler mot en fjærjusteringsmutter 158 som er festet ved hjelp av gjenger 157 til stopperen 149. En boring 159 forløper sideveis gjennom mutteren 158 for opptagelse av en justeringsstang (ikke vist) gjennom vinduet 156 i det øvre hus 103 for valgfri innstilling av kompresjonskraften av fjæren 160. Den nedre ende 168 av fjæren hviler mot et nedre fjærholderelement 167 som har en sentral boring 169 for opptagelse av betjeningsstangen 164.

Det øvre fjærhus 103 er festet til det nedenfor liggende trykk-kammerhus 105 ved hjelp av gjenger 166. Trykkammerhuset 105 inneholder et høytrykks-stempelorgan 170 som er forsynt med en sentral boring 177 av samme diameter som boringen 169 i fjærholderen 167. Høytrykks-stempelet 170 opptas i den sentrale boring 170A av en stempelmansjett 170B. Den øvre ende 179 av mansjetten 170B og den øvre ende 179A av stempelet 170 står vanligvis i kontakt med den nedre flate på fjærholderen 167. En T-tetning 171 inneholdes i et spor 172 i mansjetten 170B for å forhindre fluidforbindelse mellom mansjetten 170B og trykkammerhuset 105, og en lignende T-tetning 173 er anordnet i et spor 174 for å forhindre fluidforbindelse mellom mansjetten 170B og høytrykksstempelet 170, idet høytrykksstempelet 170 kan gli langs mansjetten 170B. En lignende T-tetning 175 inneholdes i et spor 176 for å forhindre fluidforbindelse mellom høytrykksstempelet 170 og betjeningsstangen 164, idet betjeningsstangen 164 kan gli i boringen 177 av stempelet 170 under servoanordningens P funksjon.

Trykkammerhuset 105 har på en side en gjenget boring 181 som

vanligvis opptar en massiv og avtettet plugg 182. Til side for den gjengede boring 181 befinner det seg en lignende gjenget boring 186 som opptar en strømningsovervåkningsledning ML. Innvendig mellom de gjengede boringer 181 og 186 befinner det seg et trykkammer 180 rundt betjeningsstangens 164 ytre, idet T-tetninger 173, 171 og 175 danner den øvre ende av trykkammeret 180.

Trykkammerhuset 105 inneholder også et lavtrykksstempelelement 183 som i sin sentrale boring 187 glidbart opptar betjeningsstangen 164. Et T-tetningselement 184 befinner seg i et spor 185 i lavtrykksstempelet 183 for å forhindre fluidforbindelse mellom stempelet 183 og huset 105, idet stempelet 183 kan gli langs det indre av huset 105. Et O-ringelement 188 ligger i et spor 189 på betjeningsstangen 164 for å forhindre fluidforbindelse mellom stangen 164 og stempelet 183. Ringen 188 og T-ringen 184 danner den nedre ende av trykkammeret 180.

Betjeningsstangen 164 rager gjennom stempelet 183 og gjennom en boring 193 i en nedre fjærplate 192. Betjeningsstangen 164 omfatter en tapp 190 som er forsynt med gjenger 191 for befestigel i boringen 193 i fjærplaten 192 for å gi justeringsmulighet for trykkraften som utøves av et nedre fjærelement 196 og for å tillate riktig montering av apparatets deler. Tappen 190 og fjærplaten 192 er sikkert festet ved hjelp av en låsemutter 190A.

Stempelelementet 183 er forsynt med et ytre fremspring 183A som sammen med en skulder 104A på huset 104 danner en begrensning for stempelelementets 183 nedadgående bevegelse.

Trykkammeret 105 er festet til et nedre fjærhus 104 ved hjelp av gjenger 195. Huset 104 inneholder en sammentrykket fjær 196 hvis øvre ende hviler mot en skulder 194 på fjærplaten 192. Den nedre ende 199 av fjæren 196 hviler på en lignende skulder 198 på et fjærholderelement 197. Fjærholderelementet 197 opptar en justeringsskrue 200 som er ført inn gjennom den nedre ende 202 av fjærhuset 104 ved hjelp av gjenger 201. Justeringsskruen 200 kan dreies med eller mot urviseren i

fjærhuset 104 for å justere trykkraften av fjæren 196.

Det indre 203 av det nedre fjærhus 104 og det indre 204 av det øvre fjærhus 103 befinner begge seg stort sett ved atmosfærisk trykk og er operativt forbundet med sine respektive stempler 183 og 170 for dannelse av differensialtrykk over disse.

Når det gjelder anordningens funksjon skal det først henvises til fig. 1A og 1B. Der er tilførselsledningen SL, ventilstyreledningen CL, avlastningsledningen BL og strømningsovervåkningsledningen ML hver vist festet til huset 100 i respektive boringer.

Før servoanordningen P mottar styrefluid eller overvåkningstrykk og før servoanordningen P innstilles for innledende aktivering, tvinger fjæren 196 fjærplaten 192 i kontakt med enden 183A av lavtrykksstempelet 183. Betjeningsstangen 164, som er festet til fjærplaten 192 og som tett inneholdes i boringen 163 i betjeningshovedlegemet 161, bringer enden 155 av betjeningstappen 154 i kontakt med den nedre ende 114A av sleiden 114, slik at sleiden 114 plasseres slik i sleideventilhuset 102 at skulderen 127 befinner seg tilstrekkelig unna setet 138 av tilførselstappen 134 til at kulene 126 kan passere tilførselstappen 134. Med sleiden 114 i stilling som beskrevet ovenfor vil fluid fra tilførselsledningen SL bli forhindret fra å strømme gjennom føringen 125 og inn i kanalen 134A av tilførselstappen 134 fordi fluidstrømmen vil bringe en av kulene 126 til å legge seg tettende an mot setet 138, idet trykket rundt sleiden 114 i føringen 125 mellom den sentrale og nedre T-tetning 123 er betydelig større enn atmosfæretrykket i kanalen 134A. Således er det nødvendig å forskyve sleiden 114 for å gjøre det mulig for én av kulene 130 å blokkere avlastningsinnretningen 139 og forhindre at én av kulene 126 legger seg tettende mot setet 138 i tilførselstappen 134, slik at fluidstrømning gjennom servoanordningen P kan aktivere sikkerhetsventilen under overflaten.

For å bevege sleiden 114 til en stilling som gjør at servo-

anordningen P automatisk mottar fluid i tilførselsledningen SL for overføring gjennom denne til ventilstyreledningen CL, innsettes innstillingsstangen R gjennom åpningen 115 i sperrehuset 101, idet enden av stangen R plasseres i sporet 116 i sperremutteren 109 for å utøve og overføre en nedadrettet kraft på sperremutteren 109 og sleiden 114. Når denne nedadrettede kraft utøves på sleiden 114, tvinges betjeningstappen 154, betjeningshovedlegemet 161 og betjeningsstangen 164 nedover mot kraften av fjæren 196. Fjæren 196 vil være i kontakt med fjærplaten 192, og denne vil fortsette å være i kontakt med den nedre ende av lavtrykksstempelet 183. Enden 155 av betjeningstappen 154 vil fremdeles befinne seg i kontakt med den nedre ende 114A på sleiden 114 på grunn av den nedadrettede kraft som utøves på sperremutteren 109 av stangen R og på grunn av den oppadrettede kraft som skyldes fjærens 196 innvirkning på betjeningsstangen 164 via de samvirkende deler. Samtidig med at kraft utøves på stangen R, vil sporet 116A på sperremutteren 109 og boringen 117A i sperreinnretningslegemet 117 innrettes sideveis med hverandre. En operatørs håndbak eller finger kan så plasseres mot en ytre ende 119B av sperretappen 119 og utøve en innadrettet kraft på sperretappen 119 som overvinner fjæren 120 slik at sperretappen 119 beveges innover og inn i sporet 116A. I denne stilling kan stangen R fjernes fra sporet 116. Når den nedadrettede kraft som tidligere er blitt overført av stangen R til sperremutteren 109 fjernes, vil fjæren 196 bli i stand til å presse betjeningsstangen 164 og dens samvirkende deler til å bevege sleiden 114 og sperremutteren 109 et lite stykke oppover slik at den indre ende 119A av sperretappen 119 kommer til å hvile mot sperremutteren 109 ved skulderen 109A for å forhindre videre oppadgående bevegelse av sleiden 114.

Som vist på fig. 1A er sleiden 114 i denne stilling låst, og skulderen 127 er blitt beveget henover tilførselstappen 134 for å forhindre kulene 126 fra å bevege seg til kontakt med setet 138 av tilførselstappen 134. Videre er skuldrene 131 og 132 plassert inntil avlastningsinnretningen 139 og setet 143 slik at når fluid og trykk overføres i kanalen 134C, vil én av kulene 130 legge seg tettende an mot setet 143 og

forhindre fluidpassasje gjennom avlastningsinnretningen 139.

Før eller etter at servoanordningen P er blitt innstilt for innledende aktivering, er tilførselsledningen SL, ventilstyreledningen CL, avlastningsledningen BL og strømningsovervåkningsledningen ML hver blitt festet i huset 100 i respektive gjengede boringer. Overføring av styretrykk tillates deretter fra en tilførselskilde (ikke vist) gjennom tilførselsledningen SL, inn i den gjengede boring 133, rundt føringen 125 mellom den midtre og nedre T-tetning 123, deretter gjennom det åpne sete 138 i tilførselstappen 134 og inn i kanalen 134A, hvoretter det fortsetter på tvers gjennom kanalen 134B, gjennom kanalen 134C over føringen 129 og mellom den midtre og øvre T-tetning 123, gjennom den gjengede boring 144 og inn i ventilstyreledningen CL for deretter å overføres gjennom ledningen CL til sikkerhetsventilen under overflaten i en brønn for å føre sikkerhetsventilen til åpen stilling og dermed tillate brønnproduksjons-strømning gjennom sikkerhetsventilen. Fluid og trykk forhindres fra å passere gjennom avlastningsinnretningen 139 ved det tettende pådrag av én av kulene 130 mot setet 143 i avlastningsinnretningen 139.

Det skal understrekes at sleiden 114 ikke vil forskyve seg lengdeveis i noen retning når fluid og trykk kommer fra tilførselsledningen SL gjennom sleideventilhuset 102 til ventilstyreledningen CL, og at sperretappen 119 fremdeles befinner seg i låst stilling med sperremutteren 109, idet betjeningstappen 154 har sin ende 155 i kontakt mot den nedre ende 114A av sleiden 114.

Etter at sikkerhetsventilen under overflaten er blitt beveget til åpen stilling som resultat av tilførsel av styrefluid, tillates brønnen å produsere og vil være forbundet ved hjelp av strømningsovervåkningsledningen ML med trykkammeret 180 i servoanordningen P via den gjengede boring 186. Når trykkammeret 180 mottar fluid og trykk, bringes lavtrykksstempelet 183 til å bevege seg nedad, idet den nedre ende av stempelet 183 fortsatt befinner seg i kontakt med fjærplaten 192 slik at kraften fra fjæren 196 overvinnes og fjæren 196 trykkes

noe sammen. Nedadgående bevegelse av lavtrykksstempelet 183 vil opphøre når fremspringet 183A støter an mot skulderen 104A.

Selv om brønntrykket som overføres gjennom strømningsovervåkningsledningen ML, befinner seg i sitt normale operasjonsområde, vil bevegelsen av stempelet 183 forårsake en liten nedadrettet forskyvning av fjærplaten 192. Således vil betjeningsstangen 164, betjeningshovedlegemet 161 og betjeningstappen 154 som bæres med fjærplaten 192, bevege seg litt nedover slik at enden 155 av betjeningstappen 154 ikke lenger ligger i kontakt med den nedre ende 114A av sleiden 114. Når enden 155 ikke lenger har kontakt med den nedre ende 114A av sleiden 114, opphører den kraft som tvinger sleiden 114 mot sperretappen 119. Dermed virker fjæren 120 i sperreinnretningslegemet 117 på ringen 121 og forskyver sperretappen 119 sideveis ut av sporet 123. Sleiden 114 og sperremutteren 109 frigjøres således fra låst stilling med sperreinnretningen uten å affisere stillingen av skuldrene 131, 132 og 127 i forhold til tilførselstappen 134 og avlastningsinnretningen 139. Strømningsbanen for fluidet som overføres fra tilførselsledningen SL gjennom sleideventilhuset 102 og gjennom ventilstyreledningen CL blir således ikke affisert så lenge trykket i trykkammeret 180 opprettholdes innenfor det normale operasjonsområde for brønnstrømningen. Denne stilling av delene av servoanordningen P under normal brønnfunksjon er vist på fig. 2A og 2B.

Det skal bemerkes at sleiden 114 er utbalansert mot enhver betydelig lengdeveis bevegelse, enten oppad eller nedad, fordi det ikke er noe differensialtrykk over den sentrale T-tetning 123 da øket styrefluid og trykk overføres i hver av føringene 125 og 129 og i det øvre kammer definert av første eller øvre T-tetning og den sentrale T-tetning og det nedre kammer definert mellom den sentrale T-tetning og den nedre T-tetning som her er betegnet med 123. Imidlertid kan sleiden 114 forskyves manuelt eller mekanisk til enhver tid for å reversere strømningen for lukking av sikkerhetsventilen under

overflaten. I det tilfelle at trykket fra brønnstrømningsledningen overskrider en forutbestemt verdi tilsvarende kalibreringen av fjæren 160, vil trykket i kammeret 180 øke. Siden det normale funksjonstrykket vil bringe lavtrykksstempelet 183 til å bevege seg nedad inntil anslaget 183A kommer i kontakt med skulderen 104A og således forhindrer ytterligere nedadgående bevegelse av stempelet 183, vil imidlertid trykket i kammeret 180 nå utøves på flaten 178 av høytrykksstempelet 170. Når trykket øker i kammeret 180, vil stempelet 170 gli langsetter oppover i boringen 177 rundt betjeningsstangen 164. Fjærholderen 167, som tvinges mot den øvre ende 179 av stempelet 170 av kraften som utøves gjennom fjæren 160, overfører nå denne oppadgående bevegelse til betjeningshovedlegemet 161, idet den nedre ende 161A av hovedlegemet 161 står i kontakt med fjærholderen 167. Således blir betjeningshovedlegemet 161 og betjeningstappen 154 forskjøvet langsetter oppad, boringen 163 strekker seg oppad og bort fra enden 162 av stangen 164, og enden 155 av tappen 154 vil komme i kontakt med den nedre ende 114A av sleiden 114, hvorved sleiden 114 forskyves tilsvarende oppover. Denne bevegelse av sleiden 114 vil forårsake en tilsvarende oppadbevegelse av skulderen 127 i forhold til tilførselstappen 134. Videre vil skuldrene 131 og 132 nær kulen 130 beveges tilsvarende oppover i forhold til avlastningsinnretningen 139, idet den nedre skulder 132 bringer med seg den av kulene 130 som tidligere har ligget tettende an mot setet 143. Forskyvning av sleiden 114 bevirker at skulderen 132 beveger den tettende kule 130 og fjerner den fra sitt sete 143, slik at kanalen 134C settes i forbindelse med kanalen 139A i avlastningsinnretningen 139. Siden avlastningsinnretningen 130 befinner seg hovedsakelig ved atmosfæretrykk og kanalen 134C har inneholdt styrefluidundertrykk, vil strømningen av fluid i kammeret mellom den øvre og nedre T-tetning 123 reverseres, og fluid overføres nå til sleideventilhuset 102 fra sikkerhetsventilen i brønnhullet gjennom styreledningen CL, gjennom den gjengede boring 144, gjennom kanalen 134C, deretter gjennom setet 143, inn i kanalen 134B og til avlastningsledningen BL slik at sikkerhetsventilen under overflaten føres til lukket stilling for å stenge brønnen. Når reversert strømning star-

tes gjennom avlastningsinnretningen 139, vil trykket i kanalene 134A og 134B synke og forårsake at én av kulene 126 vil oppsøke og tette mot setet 138 i tilførselstappen 134 for således å isolere styretrykk i tilførselsledningen SL fra det fluid som dumpes fra ventilstyreledningen CL gjennom avlastningsinnretningen 139. Sleiden 114 vil forbli i stilling inntil den forskyves manuelt for fornyet åpning av sikkerhetsventilen under overflaten.

Forskyvning av sleiden 114 oppad hjelpes av differensialtrykket som nå består over den sentrale T-tetning 123 fordi trykket mellom den sentrale T-tetning 123 og den nedre T-tetning 123 fremdeles er lik trykket i tilførselsledningen SL, mens trykket mellom den øvre T-tetning 123 og den midtre T-tetning 123 har sunket og er stort sett lik atmosfæretrykket. Sleiden 114 forskyves oppad inntil anslaget 114B kommer i kontakt med den utadragende skulder 101B på sperrehuset 101. Denne stilling er vist på fig. 3A og 3B.

I det tilfelle at brønntrykket minker under det normale operasjonsområde, som definert ved kalibreringen av fjæren 196, vil trykket i kammeret 180 minke, og kompresjonskraften i fjæren 196 vil nå overskride kraften som dannes over trykkstempelet 183 slik at fjæren 196 vil kunne virke på fjærplaten 192 og stempelet 183 og forskyve betjeningsstangen 164, betjeningshovedlegemet 161 og betjeningstappen 154 mot sleiden 114. Etterhvert som trykket fortsetter å synke vil fjæren 196 ekspandere ytterligere, og fjærplaten 192 og stempelet 183 vil fortsette å bevege seg oppad slik at enden 155 av betjeningstappen 154 vil komme i kontakt med den nedre ende 114A av sleiden 114. Skulderen 132 hviler mot ytterflaten av den tettende kule 130 som befinner seg i tettende kontakt med setet 143, og kontakten mellom skulderen 142 og den tettende kule 130 vil fjerne kulen 130 fra sitt sete 143 når sleiden 114 fortsatt blir forskjøvet oppover.

Samtidig med forskyvningen av skulderen 132 tillates skulderen 127 inntil kulen 126 å bevege seg oppad og bort fra tilførselstappen 134. Når den tettende kule 130 fjernes fra

setet 143 vil trykket i strømningsbanen i kammeret i sleiden 114 mellom den øvre og midtre T-tetning 123 synke fordi kanalen 139A settes i forbindelse med kanalen 134C i sleiden 114. Strømningen overføres så fra sikkerhetsventilen under overflaten gjennom ventilstyreledningen CL, gjennom kanalen 134C, gjennom det åpne sete 143, deretter gjennom kanalen 139A og ut gjennom avlastningsinnretningen 139, og sikkerhetsventilen under overflaten føres til lukket stilling. Når den tettende kule 130 fjernes fra sitt sete 143, vil den begynnende reverserte strømning forårsake at én av kulene 126 oppsøker og legger seg tettende an mot setet 138 i tilførselstappen 134 for således å isolere styretrykket i tilførselsledningen SL fra kanalen 134A. Også i denne stilling dannes et differensialtrykk over den midtre T-tetning 123, idet trykket i kammeret mellom den midtre tetning 123 og den nedre tetning 123 utgjøres av trykket i tilførselsledningen SL, og idet trykket i kammeret mellom den midtre T-tetning 123 og den øvre T-tetning 123 er det lavere eller stort sett atmosfæriske ventilasjonstrykk. Dette differensialtrykk over den midtre T-tetning 123 vil forårsake fortsatt pressing av sleiden 114 oppad inntil anslaget 114B kommer i kontakt med skulderen 101B på sperrehuset 101 for således å forhindre videre oppadgående bevegelse av sleiden 114, og sleiden vil holdes i denne stilling inntil den manuelt beveges for fornyet åpning av sikkerhetsventilen under overflaten.

Det skal påpekes at forskyvning av sleiden 114 i den retning som reverserer normal fluidstrømning gjennom servoanordningen P når anordningen P registrerer trykk som enten er over eller under det normale funksjonsområde, ikke automatisk er reverserbar. Dvs., når sleiden 114 er blitt forskjøvet for å reversere strømmen, vil den ikke automatisk forskyves til en stilling som tillater påfølgende strømning fra tilførselsledningen SL gjennom sleideventilhuset 102 og til ventilstyreledningen CL. Dette er et enestående trekk ved foreliggende oppfinnelse og er innført som en sikkerhetsforanstaltning for å sikre mot utilsiktet bevegelse av sleiden når en utolerabel trykkvariasjon er blitt registrert for å sikre utilsiktet fornyet åpning av sikkerhetsventilen i brønnen.

Når servoanordningen P opprinnelig er aktivert og sperretappen 119 er blitt ført tilbake og frigjort fra sperremutteren 109, kan sleiden 114 manuelt forskyves i begge retninger for å tillate strømning gjennom sleideventilhuset 102 for å åpne eller lukke ventilen under overflaten på et hvilket som helst tidspunkt ved betjening av knappen 112 og sleiden 114 ved at en operatør enten trekker eller skyver knappen 112 inntil kontakt oppstår mellom anslaget 114B og skulderen 101B, hhv. at kontakt oppstår mellom anslaget 114B og sleideventilhuset 102.

Fjæren 160, som danner de øvre grenser av det normale trykkoperasjonsområde, kan kalibreres på ethvert tidspunkt ved å sette inn et stangelement gjennom vinduet 165 i det øvre fjærhus 103 og inn i boringen 159 for å dreie fjærjusteringen 158 med eller mot urviseren for å forlenge eller forkorte fjæren 160. Fjæren 196, som definerer den nedre begrensning av det normale funksjonsområde, kan også kalibreres ved rotasjon av justeringsskruen 200 med eller mot urviserne for således å heve eller senke fjærholderen 197.

Det skal påpekes at servoanordningen lett kan tilpasses enten ved hydraulisk eller pneumatisk trykk i både sleideventilen og servoanordningen.

Selv om oppfinnelsen i det foregående er beskrevet i detalj i forbindelse med et spesielt utførelseseksempel, vil det forstås at dette kun er gjort av illustrasjonshensyn og at oppfinnelsen ikke nødvendigvis er begrenset til dette siden alternative utførelser og bruksfremgangsmåter vil være innlysende for fagmannen i lys av denne beskrivelse. Man har således tenkt seg modifikasjoner av oppfinnelsen som ikke avviker fra oppfinnelsens idé.

P a t e n t k r a v

1. Servoventil for styring av strømning fra en første fluidkilde og med evne til å reagere på et trykkovervåket fluid (ML), særlig i forbindelse med betjening av en hovedventil i et hydraulisk system som igjen omfatter en ventilstyreledning (CL), en tilførselsledning (SL) samt en avlastningsledning (BL), omfattende et hus (100-102); en ventilinnretning i huset som har ventilseter (138,143); fritt bevegelige sfæriske innretninger (126, 130) nær ventilinnretningen som danner ventillegemer og som kan ligge tettende mot ventilsetene (138, 143) og kan fjernes fra disse for valgfritt å åpne og lukke ventilinnretningen for å styre fluidstrømning derigjennom; en sleideformet innretning (114) som er skyttelbar i minst én av en lineær og roterende retning i huset (101, 102) for selektiv bevegelse av ventillegemene (126, 130); og et antall tetninger (123) som er festet mellom huset (101, 102) og den sleideformede innretning (114) for å forhindre fluidforbindelse derimellom og for å danne strømningskanaler (134A-B) i huset og den sleideformede innretning, hvilken sleideformet innretning (114) er forskyvbar i både en første og en andre retning, k a r a k t e r i s e r t v e d at tetningene (123) har en slik posisjon i forhold til hverandre og til styre- og tilførselsledningene at trykk etter forskyvning i én av nevnte første og andre retning, stort sett utlignes gjennom nevnte strømningskanaler (134A-B), hvorved den sleideformede innretning (114) er statisk stabilisert i huset, og at når den sleideformede innretning (114) forskyves i den andre av nevnte første og andre retning, oppstår et differensialtrykk over en av nevnte tetninger (123) for å tvinge og holde den sleideformede innretning (114) i nevnte andre retning, og at den videre omfatter en sperreinnretning (119) for inngrep med den sleideformede innretning (114) i én av nevnte første og andre stilling, hvilken sperreinnretning (119) er bevegelig som et resultat av forutbestemt trykkvariasjon i nevnte overvåkede fluid (ML) for å frigjøre den sleideformede innretning (114).

2. Servoventil ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at når nevnte differensialtrykk består, er den sleideformede innretning (114) forskyvbar i nevnte ene av første og andre retning kun ved manuell eller mekanisk bevegelse av den sleideformede innretning (114).

3. Servoventil ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den sleideformede innretning (114) er innrettet til å forbli i nevnte ene av første og andre stilling etter frigjøring fra sperreinnretningen (119).

4. Servoventil ifølge et foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter en styrestanginnretning (154, 161, 164) som valgfritt kan bringes i forbindelse med den sleideformede innretning (114) for skytling av denne til en av nevnte første og andre stilling; og en stempelinnretning (170, 183) for forskyvning av nevnte stanginnretning for å skytle den nevnte sleideformede innretning (114).

5. Servoventil ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at stempelinnretningen (174, 183) er innrettet til å reagere på i det minste én av en forutbestemt økning og minskning i trykk i nevnte overvåkede fluid for forskyvning av nevnte stanginnretning (154, 161, 164) for å skytle den sleideformede innretning (114).

6. Servoventil ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at stempelinnretningen (174, 183) er innrettet til å reagere både på økning og minskning av forutbestemt trykk av nevnte overvåkede fluid for forskyvning av stanginnretningen (154, 161, 164) for å skytle den sleideformede innretning (114).

7. Servoventil ifølge krav 5 eller 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter midler (160, 196) i huset (100) for valgfritt å motstå reaksjon av stempelinnretningen (174, 183) på trykkvariasjoner i det overvåkede fluid.

8. Servoventil ifølge krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter midler (158, 200) for selektiv kalibrering for å definere minst en høy eller lav trykkvariasjon i nevnte overvåkede fluid, hvorved bevegelse av stempelinnretningen (174, 183) motstås inntil nevnte definerte trykkvariasjon i nevnte overvåkede fluid påtreffes.

146169

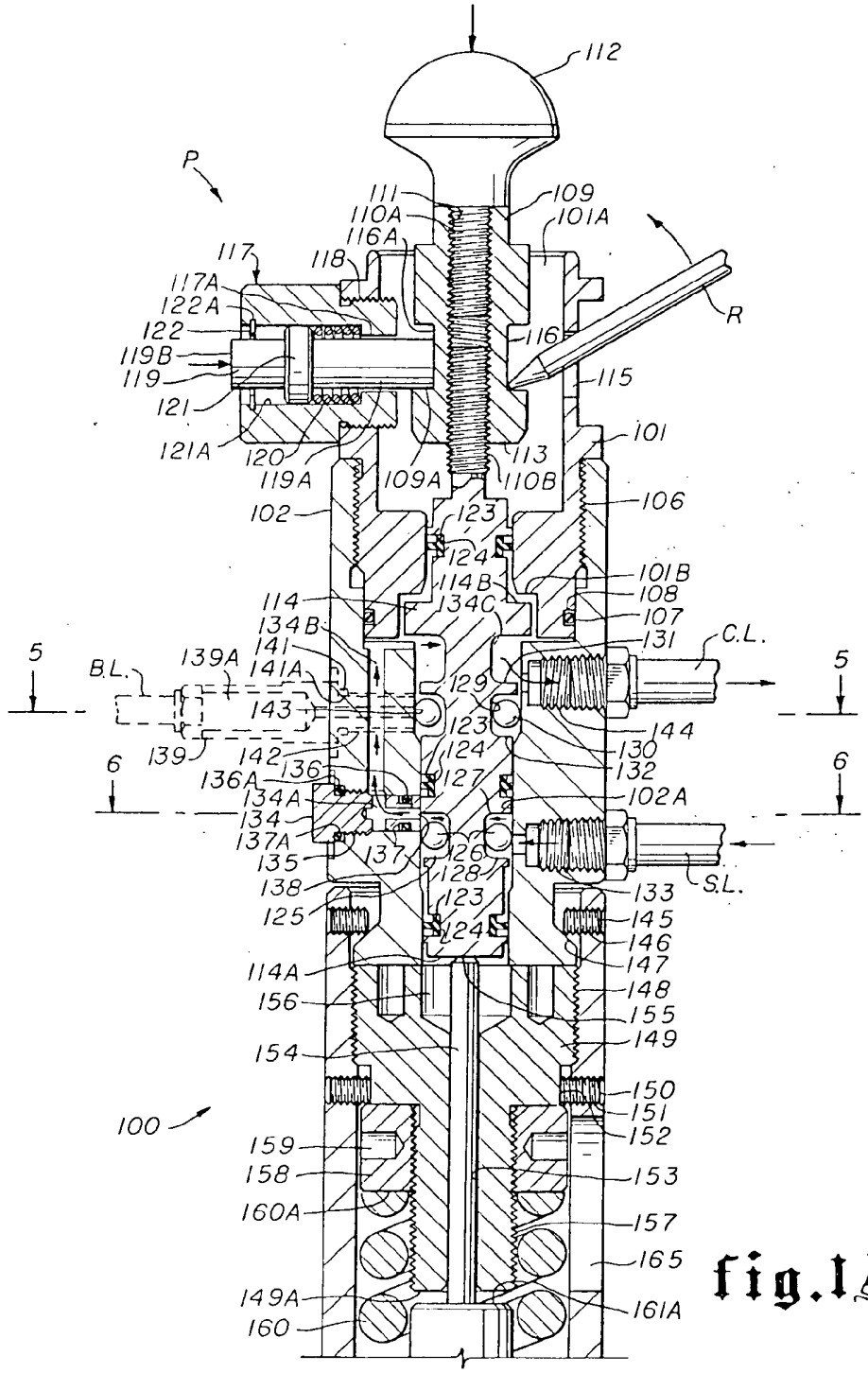


fig.1A

146169

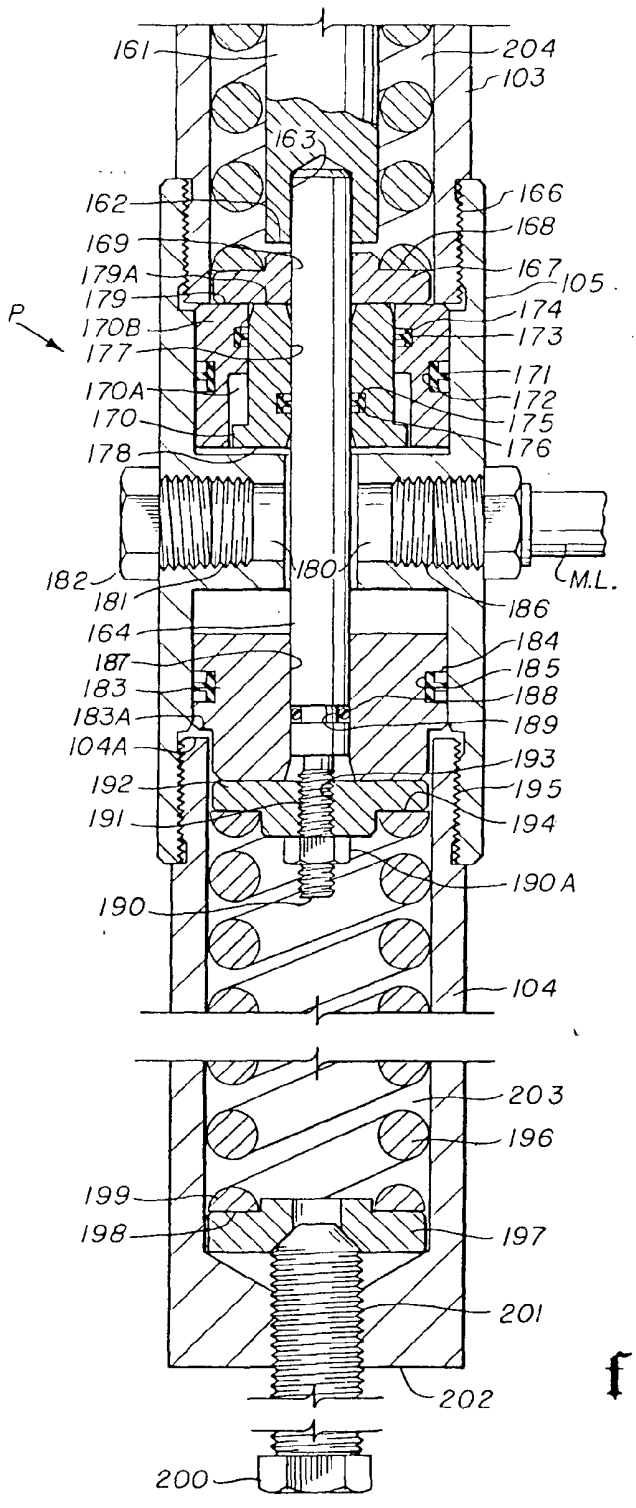


fig.1B

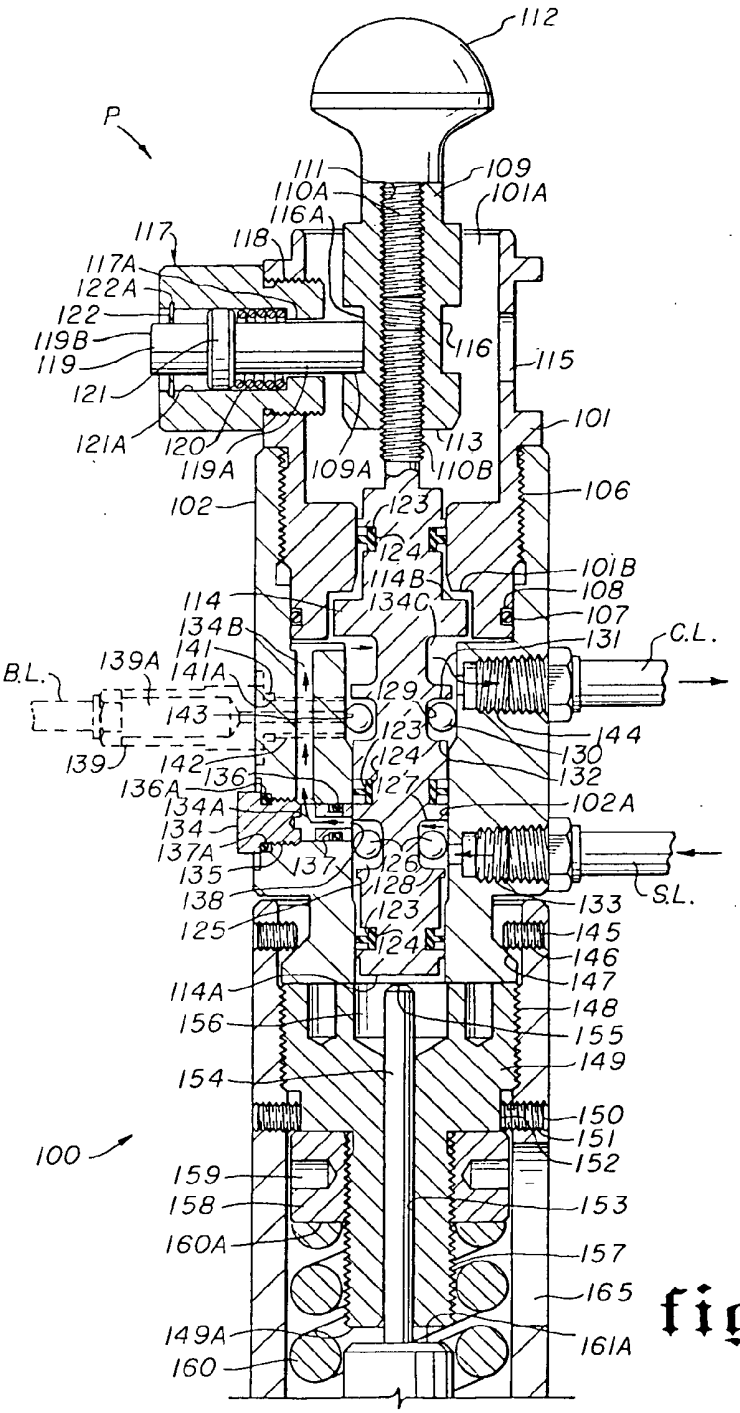

112
P
111
110A
116A
109
101A
117
118
117A
122A
122
119B
119
121
121A
120
119A
109A
110B
116
115
101
113
106
102
123
124
101B
114B
108
114
134C
107
134B
131
C.L.
141
139A
141A
B.L.
129
143
123
144
139
142
124
130
136
127
132
136A
102A
134A
134
137A
137
126
S.L.
135
128
133
138
123
145
125
124
146
147
114A
148
156
155
149
154
150
151
100
152
159
153
158
160A
157
165
149A
161A
160

fig.2A

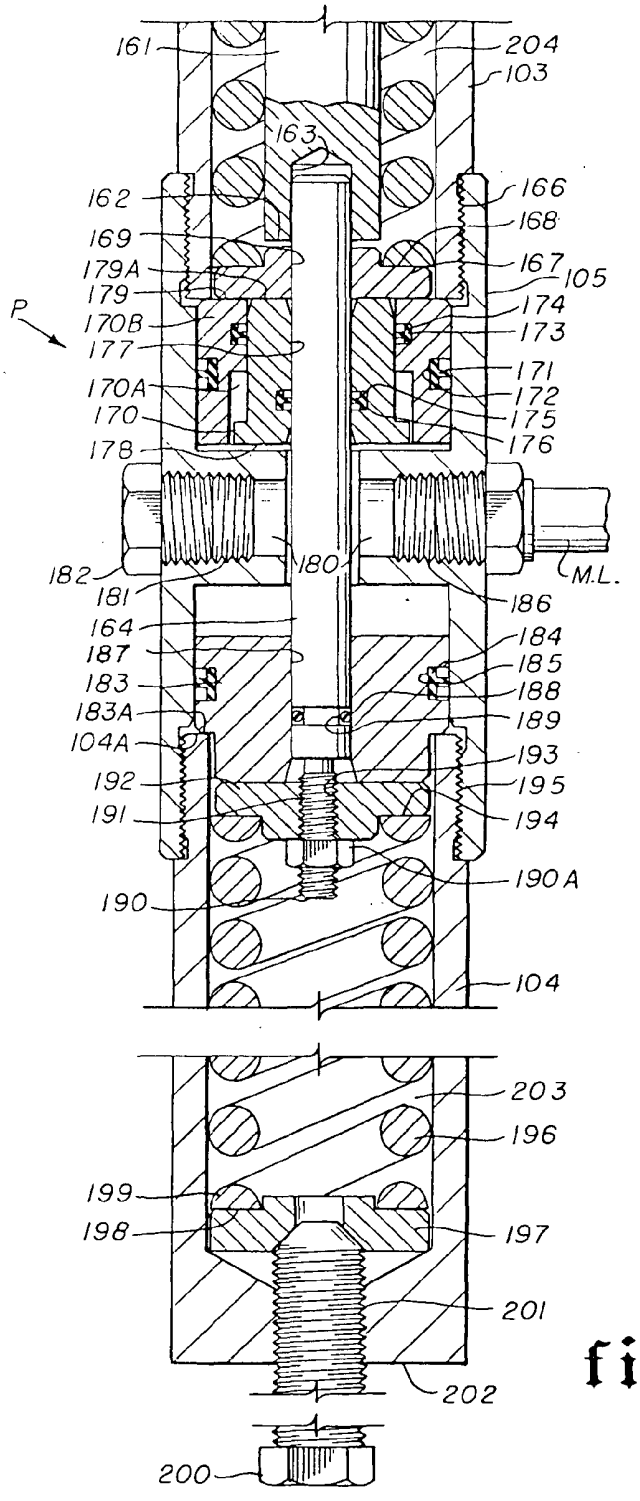

161
204
103
163
162
166
168
169
167
105
179A
179
174
P
170B
173
177
171
170A
172
170
175
178
176
182
180
M.L.
181
186
164
184
187
185
183
188
183A
189
104A
193
192
195
191
194
190A
190
104
203
196
199
198
197
201
202
200

fig.2B

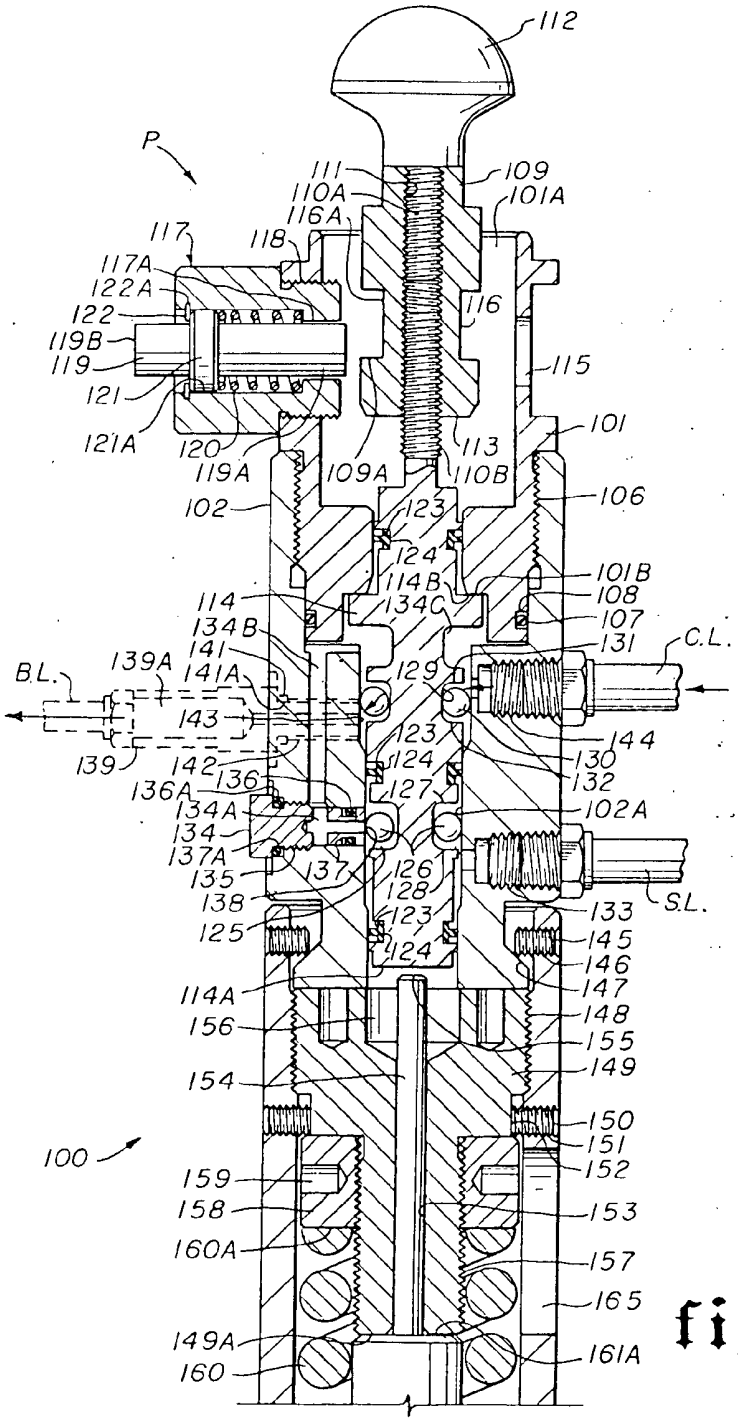

112
P
111
110A
116A
109
101A
117
118
117A
122A
122
119B
119
121
121A
120
119A
109A
116
115
113
110B
101
106
102
123
124
114B
101B
108
114
134C
107
134B
141
131
C.L.
139A
141A
B.L.
129
143
123
144
139
142
124
130
136
132
136A
127
134A
102A
134
137A
137
126
135
128
S.L.
138
123
133
125
124
145
146
114A
147
156
148
155
154
149
150
100
151
159
152
158
153
160A
157
165
149A
161A
160

fig.3A

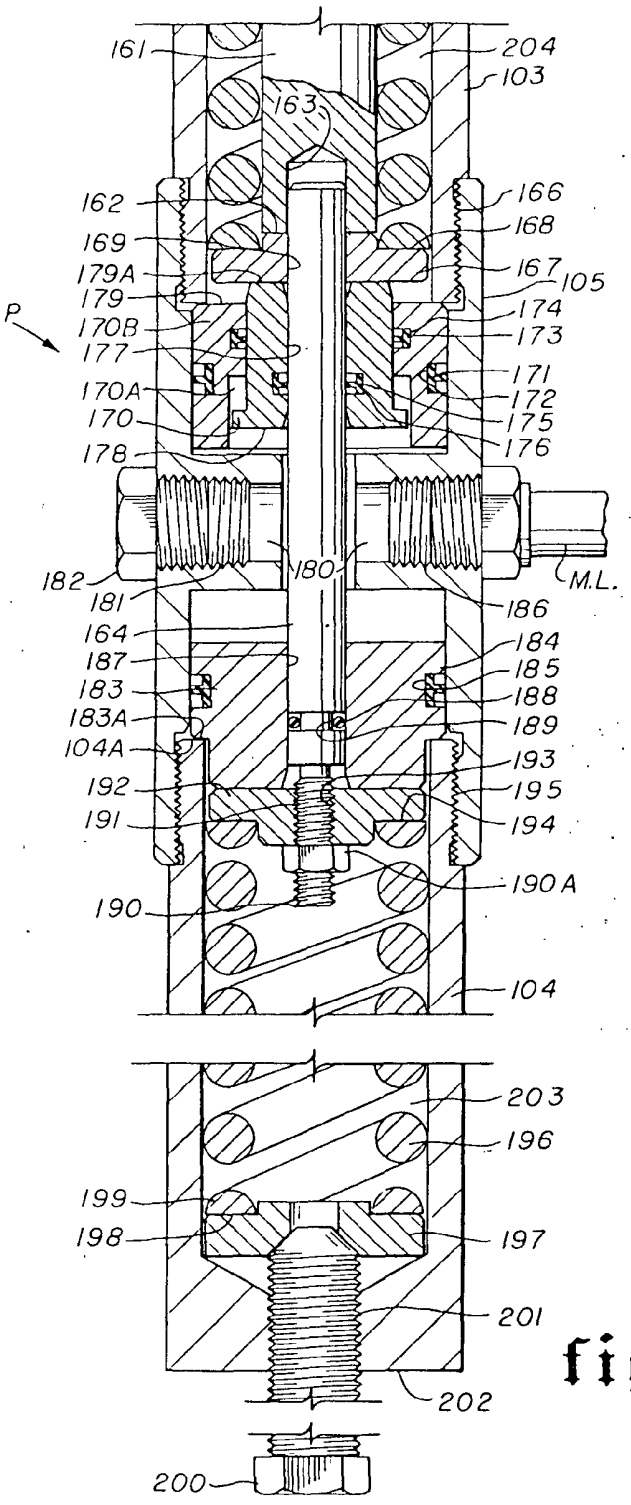

161
204
103
163
162
166
168
169
167
105
179A
179
174
P
170B
173
177
171
170A
172
170
175
178
176
182
180
M.L.
181
186
164
184
187
185
183
188
183A
189
104A
193
192
195
191
194
190A
190
104
203
196
199
198
197
201
202
200

fig.3B

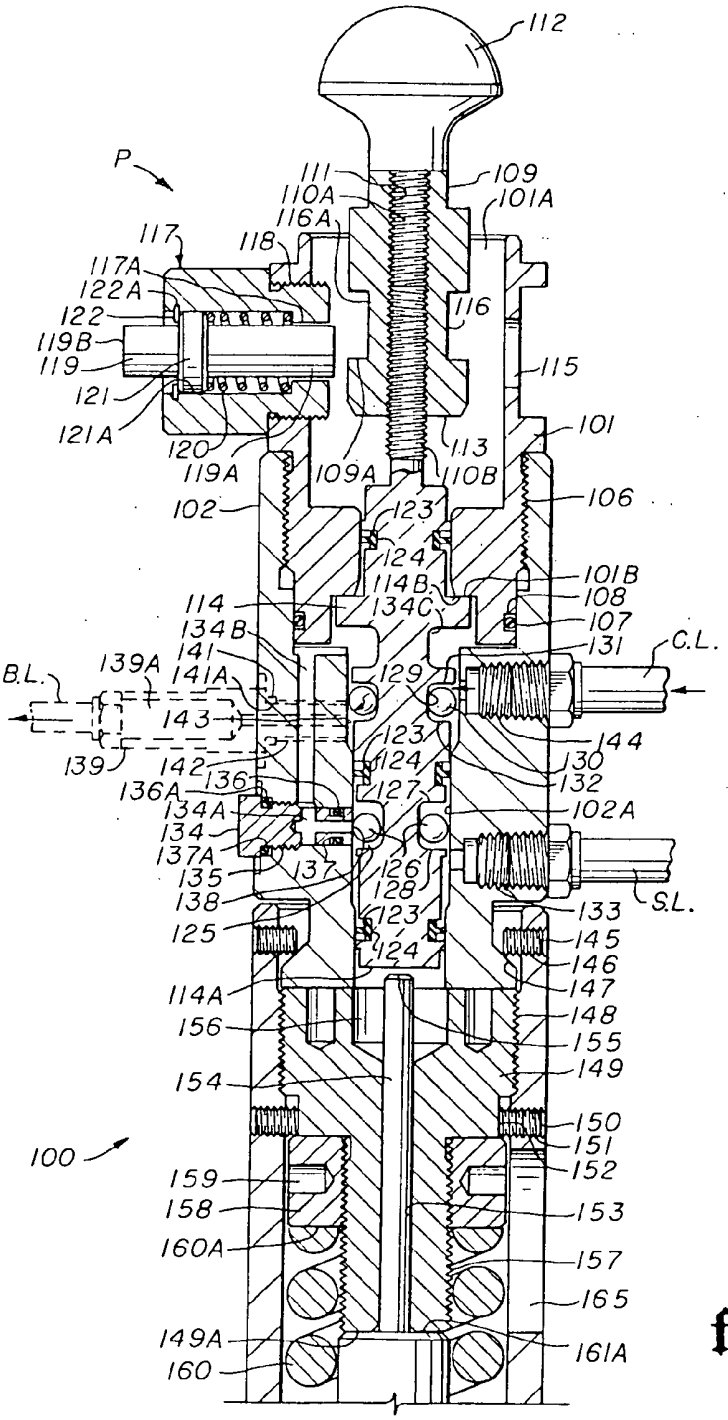

112
P
111
110A
116A
109
101A
117
118
117A
122A
122
119B
119
121
121A
120
119A
109A
110B
113
116
115
101
106
102
123
124
114B
101B
108
107
131
C.L.
114
134C
134B
141
139A
141A
B.L.
143
139
142
136
136A
134A
134
137A
135
138
125
129
123
124
127
126
128
123
124
144
130
132
102A
133
145
146
147
148
155
149
150
151
152
153
157
165
161A
S.L.
114A
156
154
100
159
158
160A
149A
160

fig.4A

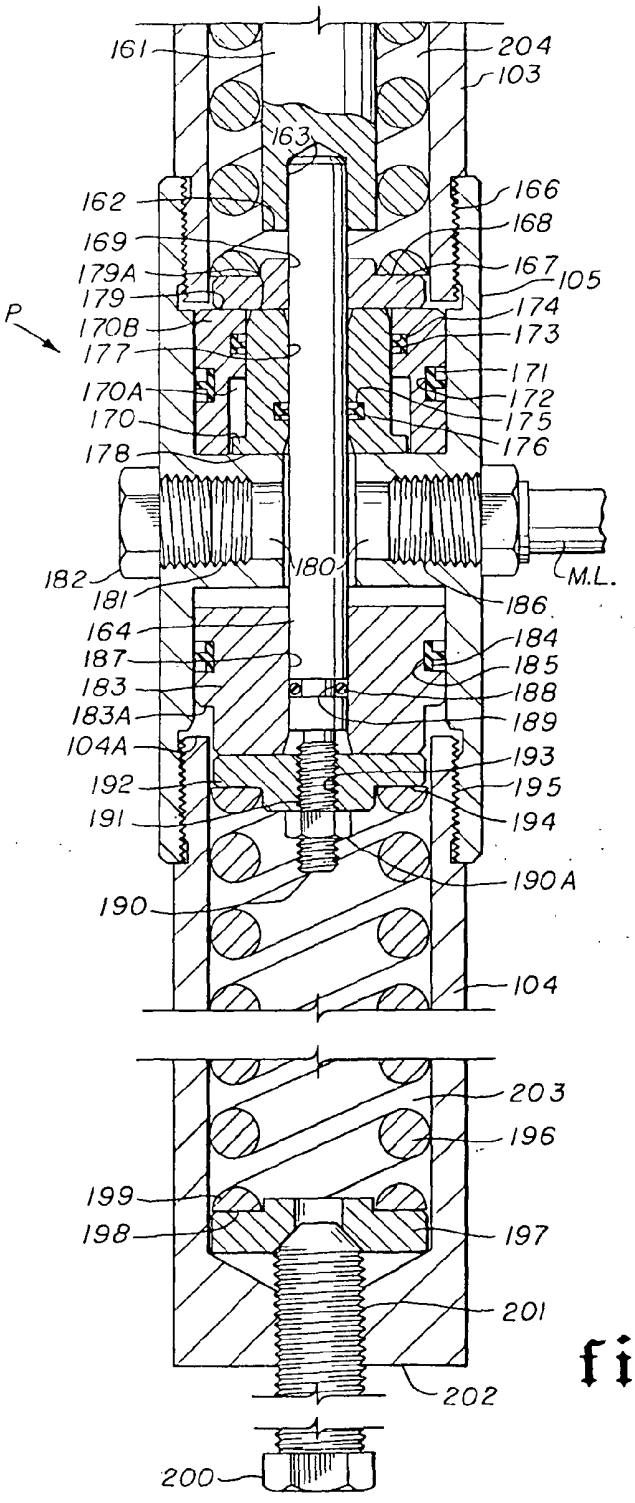

161
204
103
163
162
166
168
169
167
179A
105
179
174
P
170B
173
177
171
170A
172
175
170
176
178
182
180
M.L.
181
186
164
184
187
185
183
188
183A
189
104A
193
192
195
191
194
190A
190
104
203
196
199
198
197
201
202
200

fig.4B

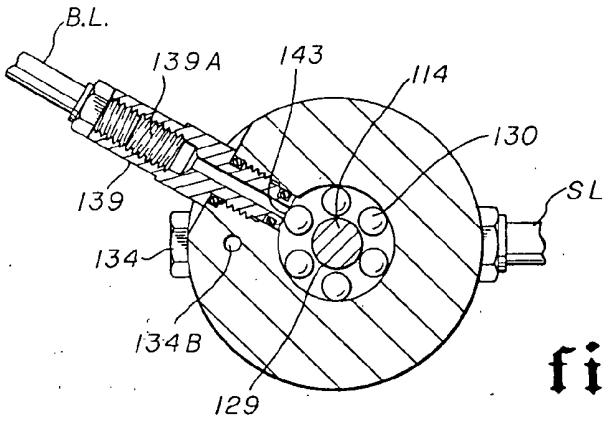


fig.5

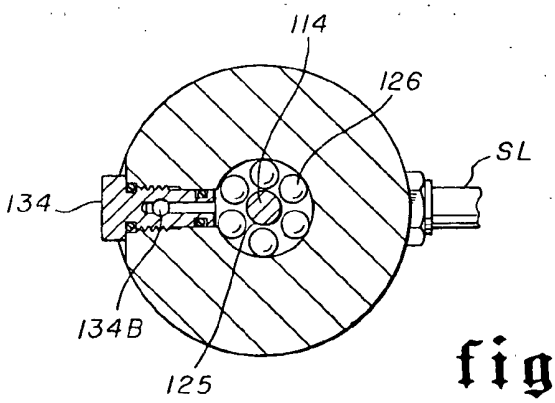


fig.6