



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20141069

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

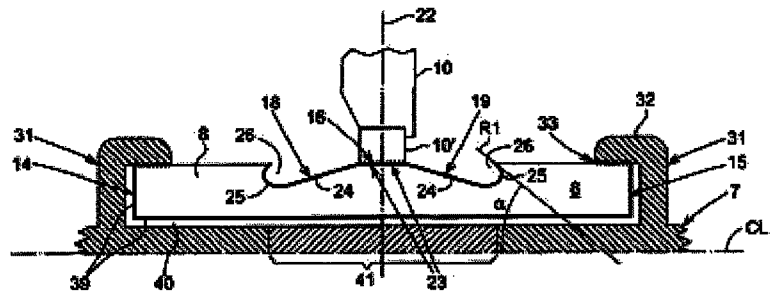
*H01B 17/26 (2006.01)*  
*H02G 15/064 (2006.01)*  
*H02G 15/103 (2006.01)*  
*H02G 15/184 (2006.01)*

## Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20141069	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2014.09.01	(85)	Videreføringssdag
(24)	Løpedag	2014.09.01	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2016.03.02		
(73)	Innehaver	Vetco Gray Scandinavia AS, Postboks 423, 1302 SANDVIKA, Norge		
(72)	Oppfinner	Erik Raad, Nilserudkleiva 4, 0874 OSLO, Norge Jan-Erik Elnan-Knutsen, Omsens gate 11 A, 0478 OSLO, Norge Gorm Sande, Juterudåsen 42 A, 1341 SLEPENDEN, Norge Svein Tryti, Solstadveien 44 A, 1395 HVALSTAD, Norge		
(74)	Fullmektig			

(54) **Benevnelse** Høyspenningspenetrator med elektrisk feltstyring  
(57) **Sammendrag**

En elektrisk penetratorsammenstilling er vist, konfigurert til å føre elektrisk spenning og strøm gjennom en vegg som skiller et første volum fra et andre volum, som kan ha forskjellig trykk og/eller kan være fylt med forskjellig fluid. Penetratoren omfatter en vegg eller romdeling (10, 10') som har en gjennomgående åpning. En elektrisk leder (7) som er omgitt av et rørformet isolatorlegeme (8) passerer gjennom åpningen i vegg. Et ledende eller halvledende belegg (18, 19) er innrettet på utsiden av isolatorlegemet slik at belegget omslutter isolatorlegemet over en del av dets lengde, idet belegget er i elektrisk kontakt med vegg og den belagte delen av isolatorlegemet er formet for å forskyve det elektriske feltet omkring lederen vekk fra vegg og redusere elektrisk feltstyrke omkring isolatorlegemet ved å øke den elektriske feltstyrken inne i isolatorlegemet.



## **Høyspenningspenetrator med elektrisk feltstyring**

### Teknisk område for oppfinnelsen

Foreliggende oppfinnelse vedrører elektriske konnektorer som er konstruert til å føre spenning og strøm til elektrisk utstyr, slik som kompressor- og pumpemotorer, koblingsutstyr bryterutstyr, undersjøiske frekvensomformere (Variable Speed Drive - VSD) og transformatorer osv., som typisk er installert inne i en kapsling der det innvendige trykket er det samme som eller forskjellig fra omgivelsestrykket. Spesielt vedrører oppfinnelsen en penetrator som fører elektrisk kraft gjennom en barriere som skiller volumer under samme eller forskjellig trykk.

### Bakgrunn for oppfinnelsen og tidligere kjent teknikk

Elektriske konnektorer brukes både på overflaten og undersjøisk til å føre elektrisk kraft til elektrisk utstyr som er installert i kontrollert miljø for å unngå risiko for elektriske utladninger og kortslutninger. Utstyret det gjelder kan for eksempel være omformere for strøm eller spenning, transformatorer, motorer, kraftdistribusjonsmoduler osv. med tilførselsspenninger i størrelsesorden 1 000-10 000 V eller høyere. Med formålet å unngå elektrisk utladning kan det elektriske utstyret være installert i en kapsling fylt med gass eller væske som gir den dielektriske holdfastheten som kreves for å forhindre at det skjer elektriske utladninger mellom strukturer på ulikt elektrisk potensial. I applikasjoner på overflaten blir elektrisk utstyr og kapsling typisk holdt under et trykk som er lik eller høyere enn trykket på utsiden av kapslingen, og ofte under et trykk som er betraktelig høyere enn det atmosfæriske trykket på havnivå. Imidlertid er det slik at i undersjøiske applikasjoner, der elektrisk utstyr og kapsling kan være plassert på dybder ned til 1 000 m eller mer, blir kapslingen typisk holdt under et trykk som er lik eller lavere enn trykket på utsiden av kapslingen. De kapslingene det her gjelder kan i mange tilfeller betraktes som trykkbeholdere der det eksterne

trykket utenfor kapslingen kan være betraktelig høyere enn det interne trykket, eller omvendt.

Oppgaven med å lede høyspent elektrisk kraft til utstyr  
5 installert i en kapsling, medfører en rekke problemer og  
utfordringer. Blant disse er oppgaven med å sikre en tett og  
lekkasjefri gjennomføring av en leder gjennom en vegg som  
skiller det indre rommet og trykket i kapslingen fra trykket i  
10 omgivelsene. En annen utfordring er å imøtekomme behovet for  
et arrangement som forhindrer elektrisk utladning mellom  
lederen og nærliggende mekaniske strukturer på annet  
potensial, som regel jordpotensial, der lederen passerer  
gjennom veggen i kapslingen. Det kan med andre ord oppstå  
15 svært høye elektriske feltstyrker når en kraftførende leder er  
i nærheten av materiale på jordpotensial, noe som kan føre til  
elektriske utladninger.

For dette formålet er elektriske penetratorer blitt konstruert  
for gjennomføring av en leder gjennom en vegg eller romdeling  
20 som også tjener som barriere mellom volumer under forskjellig  
trykk. Penetratoren tillater én eller flere ledere å passere  
gjennom veggen eller romdelingen i en tank, en beholder eller  
vilkårlig form av kapsling, og isolerer lederen fra veggen  
eller romdelingen. Et middel til fastgjøring, slik som en  
25 flens eller annen festeinnretning, vil vanligvis utgjøre en  
del av penetratoren. Et annet vanlig brukt navn på en  
penetrator er 'gjennomføring'.

Penetratoren er en innretning eller sammenstilling der en  
30 leder er fastgjort i et termineringsarrangement som er  
innrettet beskyttet inne i en metallkapsling. Denne  
metallkapslingen er vanligvis et i hovedsak sylindrisk hus,  
der den uisolerte enden av lederen er fastgjort i et  
isolatorlegeme som er fiksert i huset. Det er innrettet en  
35 stiv lederpinne som stikker ut fra isolatorlegemet og dermed  
passerer gjennom en vegg eller romdeling som dekker og  
beskytter komponentene i ledertermineringen inne i  
penetratorkapslingen. Lederpinnen løper elektrisk isolert

gjennom en åpning i nevnte vegg, idet elektrisk isolasjon er oppnådd ved hjelp av et rørformet isolatorlegeme som omgir lederpinnen. Det rørformede isolatorlegemet er utformet slik at det passer til omkretsen av åpningen gjennom veggen.

5

Et penetratorhuset er typisk innrettet dersom en kabel eller annen leder omsluttet av en jordet skjerm blir brukt. Huset utgjør da en barriere slik at innsiden av huset kan bli fylt med et dielektrisk fluid. I tillegg sørger huset for  
10 jordforbindelse mellom kabelskjermen og penetratorveggen.

I en fremre ende av penetratorhuset kan huset, dersom det passer, være utformet eksternt med en radielt fremskytende flens som har festemiddel, som hull for bolter eller  
15 tilsvarende, som tillater at penetratoren kan monteres på kapslingen. Nevnte flens kan også være en integrert omkretsmessig del av veggen. En tetningsring er typisk innrettet til å bli klemt mellom flensen på penetratorhuset og en tilsvarende flens innrettet på kapslingen som rommer det  
20 elektriske utstyret.

Ettersom penetratorsammenstillingen er montert på kapslingen virker nevnte vegg eller romdeling som en fysisk barriere mellom volumet av gass eller væske som fyller rommet inne i  
25 kapslingen og et volum av gass eller væske som fyller rommet inne i penetratoren. De innvendige volumene i kapslingen og penetratoren kan ha samme trykk, men har vanligvis forskjellig trykk. Ett eller begge volumer kan være regulert av midler for kompensering av det interne trykket i forhold til trykket i et  
30 omgivende medium, slik som havvann. På dybder som f.eks. 1 000 m under havflaten er trykket utenfor penetratoren og kapslingen om lag 100 bar, så det er innlysende at veggen og gjennomføringen av lederen krever at det legges vekt på god konstruksjon og ytelse.

35

### Sammenfatning av oppfinnelsen

Et mål med foreliggende oppfinnelse er å sørge for kontroll av det elektriske feltet inne i en elektrisk høyspenningspenetrator.

5

Et annet mål med foreliggende oppfinnelse er å skaffe en elektrisk penetrator som sikrer gass- og væsketett gjennomføring av elektrisk kraft gjennom veggen på en kapsling som inneholder elektrisk utstyr.

10

Et annet mål med foreliggende oppfinnelse er å skaffe en elektrisk penetrator som forhindrer eller i det minste begrenser elektriske utladninger ved gjennomføringen av en leder gjennom veggen på en kapsling som inneholder elektrisk utstyr.

15

Ett eller flere av målene med oppfinnelsen blir oppfylt ved en kombinasjon av isolatorgeometri med ledende eller halvledende belegg som beskrevet her.

20

Nærmere bestemt blir ett eller flere av disse målene oppfylt i en elektrisk penetratorsammenstilling som er konfigurert til å føre spenning og strøm gjennom en vegg som skiller et første volum og et andre volum, der penetratoren omfatter:

25

- en vegg eller romdeling med en gjennomgående åpning, der veggen er på et første potensial og virker som en fysisk barriere som separerer et internt kapslingsvolum og et eksternt volum med samme eller ulikt trykk,

30

- en elektrisk leder på et andre potensial som passerer gjennom åpningen i veggen,

- et rørformet isolatorlegeme som omslutter lederen,

- et ledende eller halvledende belegg på utsiden av isolatorlegemet, der belegget omslutter isolatorlegemet langs en del av lengden og belegget er i elektrisk kontakt med

35

veggen, idet den belagte delen av isolatorlegemet er utformet for å forskyve det elektriske feltet rundt lederen vekk fra veggen og redusere den elektriske feltstyrken rundt

isolatorlegemet ved å øke den elektriske feltstyrken inne i isolatorlegemet.

Veggen kan i denne sammenhengen betraktes som en romdeling som skiller første og andre volum som kan ha samme eller forskjellig trykk. Veggen det gjelder kan være et strukturelement av penetratoren, og i såfall kan veggen være en integrert del av penetratoren, eller en separat del som kan kobles til penetratoren. I visse utførelser utgjør veggen en gass- og væsketett barriere mellom det interne volumet i et penetratorhus og det interne volumet i en kapsling som rommer det elektriske utstyret som skal forsynes. Veggen kan valgfritt inkludere en monteringsflens som penetratoren kan fastgjøres til kapslingen med.

Utførelser av oppfinnelsen omfatter et isolatorlegeme laget av keramikk som har et påført metallbelegg.

Andre utførelser av oppfinnelsen omfatter et isolatorlegeme laget av polymermateriale, slik som f.eks. epoxy eller PEEK.

Belegget kan påføres i form av et lag eller en film av ledende eller halvledende materiale som dekker overflaten på isolatorlegemet. Belegget kan være et enkelt lag eller et sammensatt lag bygget av to eller flere lag av materiale innrettet på den utvendige overflaten på isolatorlegemet.

Et ledende eller halvledende belegg kan alternativt foreligge i form av korn av materiale med ledende egenskaper innbakt i et område nær overflaten på et isolatorlegeme laget av keramikk, eller laget av et varmeherdet harpiks slik som f.eks. epoxy.

Passende materiale for å danne et ledende belegg er et metall eller metallegering, slik som f.eks. molybdenmangan eller nikkel.

Passende materiale for å danne et halvledende belegg kan være et elementært halvledermateriale slik som karbon eller silisiumkarbid, eller f.eks. en komponenthalvleder.

5 Oppfinnelsen er ikke begrenset til de nevnte materialene, som bare er nevnt som eksempler. Annet metall, metallegeringer eller halvledermaterialer enn dem som er nevnt kan alternativt brukes til å danne det ledende eller halvledende belegget, slik det blir vist i foreliggende beskrivelse.

10

I én fordelaktig utførelse er det ledende belegget en metallfilm som blir påført et rørformet isolatorlegeme laget av keramikk. Metallbelegget kan bli påført f.eks. ved en prosess hvor metallet blir pådampet (Physical Vapour  
15 Deposition - PVD).

En gass- og væsketett gjennomføring av lederen og isolatorlegemet kan oppnås ved å forbinde utsiden av isolatorlegemet med omkretsen av åpningen gjennom veggen.

20

En gass- og væsketett gjennomføring av lederen i isolatorlegemet kan likedan oppnås ved å forbinde utsiden av isolatorlegemet med omkretsen av en åpning ved hjelp av en separat adapter, slik som en ringformet adapter, som er  
25 innrettet til å lukke et gap mellom utsiden av isolatorlegemet og omkretsen av åpningen gjennom veggen. I begge tilfeller, dvs. med eller uten adapter, kan gass- og væsketett binding oppnås ved enten sveising, hardlodding, lodding, liming eller påkrymping.

30

For eksempel kan en adapterring som er beregnet på å bli boltet til veggen være forbundet med det keramiske isolatorlegemet ved hjelp av hvilken som helst av de ovenfor nevnte forbindingsprosesser.

35

Belegget kan påføres for å strekke seg symmetrisk på hver side av et symmetriplan plassert i veggen.

Lengden eller utstrekningen av belegget i lengderetningen av isolatorlegemet er imidlertid sterkt avhengig av veggens konstruksjon og geometri og av isolatorlegemet. Ved påføring av belegget må det vurderes om det skal tas hensyn til

5 elektriske egenskaper i dielektriske media som er brukt på hver side av veggen, slik som f.eks. isolasjonsolje/-isolasjonsgass, mineralolje/syntetisk ester, SF<sub>6</sub>-gass/-nitrogen. Av denne grunn kan belegget bli påført asymmetrisk for å strekke seg i ulike lengder på fremre og bakre side

10 (utsiden og innsiden) av veggen.

Form og lengde på belegget avhenger også sterkt av isolatorlegemets konstruksjon og geometri. I dette aspektet ser en spesielt for seg at belegget blir påført på utsiden av

15 et i det minste delvis rotasjonssymmetrisk isolatorlegeme, der geometrien av isolatorlegemet er konstruert til å holde det elektriske feltet innenfor den belagte lengden av isolatorlegemet. Dette kan oppnås i flere utførelser, slik det blir nærmere forklart nedenfor.

20 Det er fordelaktig og foretrukket at den belagte geometrien ender i en kurvet overflate som skjærer konkavt inn i omkretsen av isolatorlegemet.

25 Nærmere bestemt omfatter i én utførelse den belagte geometrien en konisk del som konvergerer mot en ende av isolatorlegemet, idet den koniske delen i den smale enden som vender mot enden av isolatorlegemet går over i et spor i omkretsen, åpen hovedsakelig i radiell retning.

30 I én utførelse er sporet innrettet til å åpne i en vinkel som er skråstilt mot den brede enden av den koniske delen, idet skråstillingen utgjør 45-90° i forhold til en langsgående senterakse i penetratoren. Med andre ord er sporet i denne

35 utførelsen skråstilt mot veggen når isolatorlegemet og lederen er montert i åpningen gjennom veggen.

I en annen utførelse omfatter den belagte geometrien en rett sylinderdel som strekker seg mot en ende av isolatorlegemet, idet sylinderdelen er avsluttet med et spor rundt omkretsen som er åpen hovedsaklig i radiell retning i periferien av  
5 isolatorlegemet.

I én utførelse er nevnte spor innrettet til å åpne i en vinkel som er skråstilt mot veggen, der skråstillingen og en perpendikulær til den langsgående senteraksen danner en vinkel  
10 på  $0-45^\circ$ .

I andre utførelser omfatter den belagte geometrien en del som strekker seg mot en ende av isolatorlegemet, idet den belagte delen avsluttes i et fast, ledende eller halvledende,  
15 toroidformet legeme som løper forsenket langs periferien av isolatorlegemet.

I de utførelsene som er vist kan den belagte geometrien på en bakre del av isolatorlegemet være et identisk eller nesten  
20 identisk speilbilde av den belagte geometrien på en fremre del av isolatorlegemet, der bakre og fremre deler her betyr de delene av isolatorlegemet som er skilt av veggen i montert posisjon.

25 De refererte geometriene kan også, og alternativt, bli kombinert slik at den belagte geometrien på bakre del er forskjellig fra den belagte geometrien på fremre del av isolatorlegemet.

30 Av den følgende beskrivelsen vil det fremgå at en felles egenskap ved utførelsene som er vist, er at den belagte geometrien ender i en radius som skjærer konkavt inn i periferien av isolatorlegemet.

35 Isolatorlegemet kan være forbundet med lederen i en produksjonsteknikk med støpeform eller presstøpeform der isolatorlegemet bli formet direkte rundt lederen.

Alternativt og foretrukket blir isolatorlegemet ferdigstilt separat fra lederen og forbundet med lederen i en senere prosess.

5 Sammenstilling av separat tilvirket isolatorlegeme og leder kan oppnås ved en forbindingsprosess med enten sveising, hardlodding, lodding, påkrymping eller liming slik at isolatorlegeme og leder blir forbundet mekanisk, direkte eller indirekte.

10

Sammenstillingen av isolatorlegeme og leder kan oppnås ved å koble de to sammen i koblingspunkter med begrenset plassering ved endeområdene på isolatorlegemet og lederen. Med andre ord kan isolatorlegemet og lederen være koblet sammen mekanisk og  
15 tett i begge ender av isolatorlegemet ved hjelp av en passende forbindingsprosess slik som sveising, hardlodding, lodding, liming eller påkrymping.

I ferdig montert stand vil isolatorlegemet omslutte lederen mens det danner et ringformet gap rundt lederen når de to blir  
20 forbundet. Etter fullført sammenstilling utgjør gapet et lukket volum som holder atmosfærisk trykk eller et trykk lavere enn trykket på hver side av veggen.

25 Sammenstilling av det separat klargjorte isolatorlegemet og lederen kan alternativt oppnås ved mekanisk sammenkobling og tetting av disse to i begge ender av isolatorlegemet ved hjelp av en tett boltet forbindelse.

30 For å unngå elektriske utladninger i det ovennevnte gapet kan et halvledende eller ledende belegg være påført på den innvendige flaten av isolatorlegemet, dvs. mellom lederen og isolatorlegemet.

35 I isolatorlegemet som er klargjort separat blir det halvledende eller ledende belegget påført på den innvendige flaten av det rørformede legemet, slik at belegget således vender mot lederen. Gapet som er nevnt ovenfor er da dannet

mellom den metalliserte indre overflaten av det rørformede isolatorlegemet og den ytre overflaten på lederen.

Lederen kan kobles til en ende av isolatorlegemet via et adapterkoblingselement som er tilpasset for å forbindes til både keramikk og metall. Dette adapterelementet kan være laget av et metall eller en metallegering med lav utvidelseskoeffisient, som passer for keramikk-til-metall-forbindelsesapplikasjoner. Eksempler på passende materiale er titan eller nikkel-jern-legeringer.

Det er videre antatt at et ekstra adapterelement, laget av et lavekspansjonsmetall eller en metallegering som er egnet for både sveising og hardlodding, kan plasseres mellom adapterelement og leder. For å skille mellom adapterelementene i denne beskrivelsen kalles det sistnevnte for "sveis"-adapterelement.

For å kompensere for ulik termisk ekspansjon i isolatorlegemematerialer og ledermaterialer, kan lederen være sammensatt av to eller flere lederlengder som er forbundet i en fleksibel forbindelse, slik som en aksielt glidende forbindelse.

Det er videre antatt at en adapterring er forbundet med den eksterne kontaktoverflaten på isolatorlegemet ved hjelp av hvilken som helst passende forbindingsprosess, slik som hardlodding, lodding, liming eller påkrymping.

Adapterringen kan være innrettet for bolting eller sveising til veggen på penetratorsammenstillingen.

Adapterringen og veggen kan alternativt være sammenkoblet mekanisk og tett ved bruk av en metalltetning og en boltet forbindelse.

35

I én utførelse av den elektriske penetratoren er en bakre ende av lederen koblet til en kabeltermineringsinnretning som er plassert i et trykksatt og/eller trykkkompensert penetratorhus,

mens en fremre ende av lederen rager gjennom en vegg som  
tetter penetratorhuset i en fremre ende av penetratoren.

5 Ytterligere detaljer og aspekter ved foreliggende oppfinnelse  
vil bli diskutert nedenfor i den detaljerte beskrivelsen.

#### Kort beskrivelse av tegningsfigurene

Utførelser av oppfinnelsen vil bli nærmere forklart nedenfor  
med henvisning til de vedlagte tegningsfigurene.

10 Tegningsfigurene viser følgende:

Figur 1 viser tre konnektorsammenstillinger som hver  
inneholder en elektrisk penetrator, vist i perspektiv, klar  
til å koble sammen med elektrisk utstyr som er installert i en  
15 kapsling,

Figur 2 viser et snitt gjennom en fremre detalj av en  
elektrisk penetrator på en større skala,

20 Figur 3 er et lengdesnitt gjennom en del av penetratoren og  
omfatter et rørformet isolatorlegeme konstruert som elektrisk  
skille for en leder fra nærliggende strukturer på et annet  
potensial i den elektriske penetratoren,

25 Figur 4 er et skjematisk lengdesnitt som viser gjennomføring  
av en leder gjennom vegg i en penetrator, og en geometri i  
en belagt overflate på isolatorlegemet,

Figur 5 er en skisse som viser en alternativ geometri i  
30 overflaten på isolatorlegeme og belegg,

Figur 6 er en annen skisse som viser en annen alternativ  
geometri i overflaten på isolatorlegeme og belegg,

35 Figur 7 er et utsnitt av høyre del av figur 4 som viser en  
alternativ forbindelse mellom en leder og isolatorlegemet som  
omgir den,

Figur 8 er en skisse i likhet med figur 7 som viser en annen alternativ forbindelse mellom leder og isolatorlegeme,

Figur 9 er et utsnitt av en del av den elektriske penetratoren som illustrerer det elektriske feltet (ekvipotensialt plott) som omgir lederen i én utførelse av den elektriske penetratoren, og

Figur 10 viser det elektriske feltet (ekvipotensialt plott) som omgir lederen i en annen utførelse av den elektriske penetratoren.

#### Detaljert beskrivelse av foretrukne utførelser

På figur 1 viser referansenummer 1 til ett eksempel av typen av kapslinger for elektrisk utstyr som er av interesse i forbindelse med foreliggende oppfinnelse. Kapslingen 1 kan tjene som beskyttende hus for en motor, en pumpe eller kompressor eller annet elektrisk utstyr som arbeider ved spenning og strøm som blir tilført via en elektrisk penetratorsammenstilling 2. Penetratorsammenstillingen eller penetratoren 2 er en kabelavslutningssammenstilling idet en leder fra enfasekabel 3 ender inne i et penetratorhus 4. Komponentene i kabeltermineringen i penetratorhuset vil være kjent for en fagperson og trenger ikke inngående forklaring i denne forbindelse for å forstå eller bruke oppfinnelsen.

En fremre ende av penetratorhuset fører et koblingsgrensesnitt i form av en flens 5 som har midler til å koble penetratoren til én av en gruppe seter 6 som er dannet på kapslingen 1 for å kunne kobles til penetratoren. Tre seter 6 kan være innrettet på kapslingen 1 for tilførsel av trefase høyspenning til utstyret inne i kapsling 1.

Det presiseres imidlertid at foreliggende oppfinnelse ikke er begrenset til den penetratorkonstruksjonen som er illustrert og beskrevet med henvisning til figur 1, som bare er ett

eksempel på en penetrator som kan implementeres av foreliggende oppfinnelse.

Figur 2 viser et utsnitt av fremre ende av en penetrator-sammenstilling, slik som f.eks. penetratoren 2 på figur 1.

En lederpinne 7 rager ut i fremre ende av penetratoren for kobling til en leder som strekker seg i motsatt retning fra sitt festepunkt i kapslingen. Lederpinnen 7 er omgitt av et isolatorlegeme 8 som sørger for avstand til og elektrisk isolasjon mot nærliggende strukturer på annet potensial, typisk på jordpotensial, i penetratorsammenstillingen. Nærmere bestemt sørger isolatorlegemet 8 for elektrisk isolert gjennomføring av lederpinnen 7 gjennom en åpning 9 i en vegg eller romdeling 10 som lukker det indre av penetratorhuset 4 i fremre ende av penetratoren. I denne sammenhengen er fremre ende av penetratoren den enden som vender mot det elektriske utstyret som skal tilføres elektrisk kraft via penetratoren.

I tilkoblet tilstand der penetratoren er koblet til kapslingen tjener vegg 10 som en fysisk barriere som skiller det innvendige volumet i kapslingen 1 fra det innvendige volumet i penetratoren 2. Disse volumene kan være under samme trykk, men de dielektriske media som fyller volumene blir som oftest holdt på forskjellig trykk, for å undertrykke eller unngå elektriske utladninger mellom strukturer på ulike potensialer.

For å forhindre dielektriske media og trykk fra å lekke mellom de to volumene kan isolatorlegemet og lederpinnen være festet på plass ved hjelp av en monteringsring eller adapterelement 10' som passer rundt sylinderflaten på isolatorlegemet.

I den utførelsen som er illustrert på figur 2 er monteringsflensen 5 en integrert og periferisk del av vegg 10. Flensen 5 har på forsiden et ringformet spor 12 for opptak av en tetningsring (ikke vist). Flere tetninger 12a, 12b og 12c er brukt etter behov for å sørge for gass- og væsketette grensesnitt som tjener som fysiske barrierer som skiller

volumene på hver side av respektive vegg. Tetningene kan f.eks. være utført som metalltetninger, eller polymertetninger i form av O-ringer.

5 Figur 3 viser en annen skisse av utførelsen av isolatorlegemet 8. Isolatorlegemet 8 på figur 3 er et rørformet, rotasjons-symmetrisk element som omfatter en indre omkrets og flate 13 som definerer en passasje for en lederpinne 7 som skal gå gjennom isolatorlegemet. Nærmere bestemt passerer lederpinne 7  
10 gjennom isolatorlegemet 8 mellom en indre eller bakre ende 14 og en ytre eller fremre ende 15 på isolatorlegemet, idet lederpinnen strekker seg forbi endene 14 og 15 på isolatorlegemet.

15 En kontaktflate 16 er dannet på en sylindrisk del i utvendig omkrets eller overflate på isolatorlegemet. Kontaktflaten 16 har omkretslengde og diameter som er tilpasset for å passe nøyaktig til omkretsen og diameteren på åpningen gjennom veggen 10. Kontaktflaten 16 kan alternativt bli tilpasset til  
20 periferi og diameter på en tilsvarende åpning gjennom adapterelementet 10', dersom det passer. Med henvisning til figur 2 kan en kontaktflate 16 bli dannet på en radielt fremstikkende lengde eller skulder 17 som rager over flaten på isolatorlegemet på hver side av skulderen.

25 Kontaktflaten 16 kan eventuelt ha et ledende eller halvledende eller metallisk belegg, slik det diskuteres videre nedenfor. I alle tilfeller er kontaktflaten 16 tilpasset til å feste isolatorlegemet og lederen i åpningen gjennom veggen eller i  
30 åpningen gjennom en adapterring, dersom det passer, ved hjelp av en passende forbindingsprosess slik som hardlodding, lodding, påkrymping eller liming. Kontaktflaten 16 blir fortrinnsvis dannet på en metallisert del av utsiden på isolatorlegemet 8.

35 Isolatorlegemet 8 er utført med en spesiell geometri i sin ytre periferi. Denne geometrien er spesielt tenkbar og konstruert til å modifisere form og intensitet hos det

elektriske feltet som danner seg omkring lederpinnen når strøm blir matet gjennom lederpinnen under høy spenning. Den spesielle geometrien omfatter lengder/flater 18 og 19 som er belagt med ledende eller halvledende materiale påført på utsiden av isolatorlegemet, eller som er lagt inn i overflaten på isolatorlegemet, slik at belegget strekker seg mot indre/bakre ende 14 og/eller ytre/fremre ende 15 på isolatorlegemet. De ledende eller halvledende belagte lengdene eller overflatene 18 og 19 er avsluttet med radii 20 og 21 som er forsenket i isolatorlegemet 8 i form av konkave utsparinger.

Figur 4 viser én utførelse av den belagte ytre geometrien av isolatorlegemet 8. I denne utførelsen omfatter belegget lengde av isolatorlegemet identiske geometrier på bakre og fremre sider av et symmetriplan 22.

Symmetriplanet 22 kan være plassert i veggen og i såfall krysse kontaktflaten 16 som illustrert på figur 4. I andre utførelser kan geometrien være symmetrisk tilført i forhold til et symmetriplan som er plassert på utsiden av veggen eller kontaktflaten 16.

Hermed omfatter den belagte geometrien på hver side av symmetriplanet 22 en belagt del 23. Den belagte delen 23 kan inkludere kontaktflaten 16, men trenger ikke være identisk i lengde og kan således strekke seg lenger mot én eller begge ender av isolatorlegemet.

Grensene til den belagte delen 23 konvergerer en belagt konisk del 24 mot enden 14 og/eller 15 på isolatorlegemet. I den smale enden går den koniske delen 24 over i en konkav utsparing eller et spor 25 som løper rundt ytterflaten av isolatorlegemet 8, og som åpner stort sett i en radiell retning. Nærmere bestemt kan munningen 26 av sporet være rettet i en radiell retning  $R_1$  som er orientert i en vinkel  $\alpha$  i forhold til en langsgående senterakse CL på penetratoren, slik at munningen 26 blir vendt mot symmetriplanet 22 og

dermed i montert posisjon står skrått rettet mot veggen 10. Sporet 25 kan være innrettet til å åpne i en vinkel  $\alpha$  som er skråstilt mot veggen 10 idet hellingen  $\alpha$  utgjør om lag  $45-90^\circ$  i forhold til den langsgående senteraksen CL på penetratoren, eller med andre ord en helling  $\alpha$  som er i hovedsak lik  $45^\circ$  eller større enn  $45^\circ$  eller i hovedsak  $90^\circ$  eller mindre enn  $90^\circ$  i forhold til senteraksen CL. Slik uttrykket «hovedsakelig radiell» er brukt her, gjelder det en orientering som ligger innenfor dette vinkelområdet.

Figur 5 viser en annen utførelse av den belagte ytre geometrien på isolatorlegemet 8. I utførelsen på figur 5 omfatter den belagte geometrien en belagt sylindrisk del 27. Den belagte sylindriske delen 27 kan være en forlenging 27 av den belagte sylindriske delen 23, som valgfritt inkluderer kontaktflaten 16. Den belagte sylindriske lengden 27 er avsluttet i en konkav utsparing eller et spor 28 rundt omkretsen, med åpning hovedsakelig i radiell retning i periferien av isolatorlegemet. Nærmere bestemt kan sporet 28 være orientert slik at den åpner i en radiell retning R2 som er hovedsakelig perpendikulær på senteraksen CL, som illustrert på figur 5. Slik det blir brukt her gjelder uttrykket «hovedsakelig perpendikulær» en orientering som kan være skråstilt mot veggen 10, idet avviket fra perpendikulæren kan utgjøre om lag  $0-45^\circ$ , eller med andre ord en skråstilling som er hovedsakelig lik  $0^\circ$  eller større enn  $0^\circ$ , eller hovedsakelig lik  $45^\circ$  eller mindre enn  $45^\circ$  i forhold til perpendikulæren. Slik uttrykket er brukt her gjelder «hovedsakelig radiell» en orientering som ligger innenfor dette vinkelområdet. Sporet 28 kan være utformet med et halvsirkelformet tverrsnitt.

Alle henvisninger til orienteringen av munningen mot henholdsvis sporet 25 og 28 skal oppfattes i forhold til en linje som krysser senteraksen CL med en skråstilling som sammenfaller med posisjonen og orienteringen av omkretsen av sporet i munningen, som illustrert på figurene 3, 4 og 5.

Enda en annen utførelse av den belagte ytre geometrien er vist på figur 6. I utførelsen på figur 6 omfatter den belagte geometrien en belagt del 29. Den belagte delen 29 kan være en forlengelse 29 av den belagte sylindriske delen 23 som  
5 valgfritt inkluderer kontaktflaten 16. Den belagte lengden 29 er avsluttet i et massivt toroidisk legeme 30 av ledende eller halvledende materiale, som løper forsenket i den ytre overflaten og periferien av isolatorlegemet. Den forsenkede delen av toroidlegemet 30 danner en forsenket konkav radius i  
10 enden av den belagte geometrien.

Hvilken som helst av utførelsene som er diskutert ovenfor kan inkludere separat tilvirkede isolatorlegemer og lederpinner som er innrettet for montering i en påfølgende  
15 ferdigbearbeidingsprosess. For dette formålet kan lederpinnen 7 være innrettet med et monteringsmiddel 31 med hvilket lederpinnen kan bli mekanisk koblet til isolatorlegemet. Monteringsmiddelet kan ha form av en hylse 31 som blir ført konsentrisk rundt lederpinnen 7, fastgjort til lederpinnen via  
20 en radiell forlengelse fra overflaten på lederpinnen.

I utførelsen vist på figur 4 omfatter hylsen 31 en lengde 32 som strekker seg over isolatorlegemet i et konsentrisk og overlappende forhold. Isolatorlegemet kan være forbundet med  
25 den overlappende lengden av hylsen 31 ved hjelp av lodding, hardlodding eller liming i grensesnittet 33 mellom isolatorlegemet og muffen 31.

I utførelsen på figur 7 omfatter den overlappende lengden av  
30 hylsen 31 et separat adapterelement 34 som strekker seg over isolatorlegemet i et overlappende forhold. Adapterelementet 34 kan være forbundet til hylsen 31 ved lodding, hardlodding eller sveising i grensesnittet 35 mellom adapterelementet 34 og hylsen 31. Isolatorlegemet kan være forbundet til det  
35 overlappende adapterelementet 34 ved lodding, hardlodding eller liming i grensesnittet 33 mellom isolatorlegemet og adapterelementet 34. Spesielt kan elementet 34 være tilpasset

for å forbindes til både et keramisk isolatorlegeme og til en metalleder.

I utførelsen på figur 8 omfatter den overlappende lengden av hylsen 31 et ekstra adapterelement 36 som er plassert mellom adapterelementet 34 og hylsen 31. Det ekstra adapterelementet 36 kan anses som et sveis-adapterelement som er egnet til å forbindes med adapterelementet 34 og muffen 31 ved lodding, hardlodding eller sveising i grensesnittene 37 og 38. Som i foregående utførelser kan isolatorlegemet være forbundet til det overlappende adapterelementet 34 ved lodding, hardlodding eller liming i grensesnittet 33 mellom isolatorlegemet og adapterelementet 34. Adapterelement 34 og sveis-adapterelement 36 kan begge inkludere et metall eller en metallegering med lav utvidelseskoeffisient, slik som f.eks. titan eller en nikkel-jernlegering.

I utførelsene ovenfor er form og utstrekning av den belagte geometrien konstruert til å fokusere det elektriske feltet inne i isolatorlegemet for den overtrukne lengden, som illustrert på figurene 9 og 10. En egenskap som er felles for utførelsene er de forsenkede radii 20 og 21, eller den forsenkede omkretsen av legemet 30, som avslutter de belagte lengdene/overflatene på isolatorlegemet 8. De avrundede geometriene påvirker også grensene til det elektriske feltet F der det forlater isolatorlegemet utenfor de belagte områdene. Belegg og geometri i kombinasjon, påført under hensyn til den omgivende veggstrukturen, styrer det elektriske feltet slik at det blir laget/opprettet en avstand fra veggen 10, 10' som er tilstrekkelig til å forhindre at det oppstår elektriske utladninger. Med andre ord fokuserer og flytter den belagte geometrien det elektriske feltet i retning mot endene av isolatorlegemet, vekk fra veggen når isolatorlegemet er montert i penetratoren.

35

Som et resultat av bruken av adapterelementet 34, det ekstra adapterelementet 36 og lederen av ulike materialer, kan prosessen med sammenstilling optimaliseres ved passende valg

av forbindingsprosess i grensesnittene mellom isolatorlegemet, adapterelementet(-ene) og lederen. For eksempel kan det ekstra sveis-adapterelementet 36 bli hardloddet til lederen 7 og sveiset til adapterelementet 34, som i sin tur kan bli  
5 hardloddet til isolatorlegemet 8. På denne måten trenger ikke hele lederen være involvert i f.eks. sveising eller hardlodding.

For å unngå at det oppstår elektriske utladninger mellom  
10 lederen 7 og isolatorlegemet 8, kan det elektriske feltet være ytterligere styrt inne i isolatorlegemet når dette blir dannet med et metallbelegg 39 på sin innerflate som er vendt mot lederen i sammenstilt tilstand. Den metalliserte innerflaten vil ligge på samme elektriske potensial som lederen, slik at  
15 en unngår elektrisk felt i det ringformede gapet 40 som er dannet mellom isolatorlegemet og lederen ved sammenstillingen. Det ringformede gapet 40 vil bli hermetisk lukket med atmosfærisk trykk, typisk på om lag 1 bar når lederen og isolatorlegemet blir montert.

20 I utførelser der lederen 7 er knyttet til begge ender 14, 15 av isolatorlegemet 8, kan ulike termiske egenskaper hos ledermaterialet og isolatormaterialet kreve et fleksibelt ledd mellom delene av en tokomponentleder for å kompensere for  
25 forskjell i termisk utvidelse. For eksempel kan et fleksibelt ledd være plassert i en sentral region av lederen som illustrert ved henvisningsnummer 41 på figur 4. Det fleksible leddet kan være utført som en glidende forbindelse, slik som en teleskopisk kobling.

30 Følgelig vil, i visse fordelaktige utførelser, den nye konstruksjonen av en keramisk barriere gjøre det mulig å utvikle svært pålitelige barrierer for høy trykkdifferanse til utstyr slik som kompressorer, pumper og bryterutstyr.

35 Utførelser av oppfinnelsen utnytter en optimalisert geometri i kombinasjon med styrken av et keramisk materiale for å tillate høyspent (> 3 kV) elektrisk ytelse i samsvar med de stringente

kravene til elektriske penetratorer, både for applikasjoner på overflaten og undersjøisk. To hovedfaktorer sørger for dette:

- geometri og form av det metalliserte området på ytterflaten av isolatorlegemet er konstruert slik at de elektriske feltene blir ledet i retning av isolatorlegemet, og
- metallisering av et keramisk materiale med et ledende materiale i det følsomme grensesnittet mellom den spenningsførende lederen og isolatorlegemet, og mellom isolatorlegemet og det jordede huset. Metalliseringen danner en hulromsfri forbindelse mellom det ledende belegget og isolatormaterialet.

Blant fordelene som foreliggende oppfinnelse tilbyr, er f.eks.: i) et kjemisk inert og gasstett grensesnitt, ii) evne til høye trykkdifferanser, iii) drift i hydrokarbonomgivelser og iv) fremragende elektriske egenskaper.

Basert på beskrivelsen som er gitt ovenfor vil de vedlagte patentkravene dekke løsninger og utførelser som er beskrevet i detalj samt hvilken som helst modifikasjon som kan utledes av dette, uten å gå bort fra lærdomene som fremgår av beskrivelsen.

**Patentkrav**

1. Elektrisk penetratorsammenstilling konfigurert til å føre elektrisk spenning og strøm gjennom en vegg som atskiller et første volum og et andre volum, der penetratoren omfatter:

5 - en vegg eller romdeling (10, 10') som har en gjennomgående åpning (9), idet veggen har et første potensial og virker som fysisk barriere som separerer det første volumet fra det andre volumet med like eller forskjellig trykk,

- en elektrisk leder (7) med et andre potensial, som passerer åpningen gjennom veggen,

10 - et rørformet isolatorlegeme (8) som omslutter lederen (7),

- et ledende eller halvledende belegg (16, 18, 19, 23, 24, 27, 29) på utsiden av isolatorlegemet, der belegget omslutter isolatorlegemet over en del av dets lengde, og belegget er i elektrisk kontakt med veggen (10, 10'), idet den belagte delen av isolatorlegemet er formet slik at det elektriske feltet (F) omkring lederen blir forskyvet vekk fra veggen (10, 10') og den elektriske feltstyrken rundt isolatorlegemet blir redusert ved å øke den elektriske feltstyrken inne i isolatorlegemet.

20 2. Penetrator i henhold til krav 1, idet belegget blir påført utsiden av en rotasjonssymmetrisk del av isolatorlegemet, idet isolatorlegemet har en geometri som er konstruert til å holde det elektriske feltet innenfor isolatorlegemet så langt dette er belagt.

25 3. Penetrator i henhold til krav 2, idet den belagte geometrien ender i en kurvet flate (20, 21, 25, 28, 30) som skjærer konkavt inn i periferien av isolatorlegemet.

30 4. Penetrator i henhold til krav 3, der den belagte geometrien omfatter en konisk del (24) som konvergerer mot en ende av isolatorlegemet, og den koniske delen i den smale enden som vender mot enden av isolatorlegemet går over til et spor (25) rundt omkretsen idet sporet åpner hovedsakelig i radiell retning (R1).

35

5. Penetrator i henhold til krav 4, idet sporet (25) er innrettet slik at den åpner i en vinkel ( $\alpha$ ) som er skråstilt mot veggen, med en helling på 45-90° i forhold til en langsgående senterakse (CL) i penetratoren.

5

6. Penetrator i henhold til krav 3, idet den belagte geometrien omfatter en rett sylinderdel (27) som strekker seg mot en ende av isolatorlegemet, der sylinderdelen slutter i et spor (28) langs omkretsen som åpner hovedsakelig i radiell retning (R2) i periferien av isolatorlegemet.

10

7. Penetrator i henhold til krav 6, idet sporet (28) er innrettet til å åpne i en vinkel som er skråstilt mot veggen, der hellingen fra en perpendikulær til langsgående senterakse (CL) utgjør 0-45°.

15

8. Penetrator i henhold til hvilket som helst av kravene 3-7, idet den belagte geometrien omfatter en del (29) som strekker seg mot en ende av isolatorlegemet, idet den belagte delen (29) slutter i et massivt ledende eller halvledende toroidisk legeme (30) som løper forsenket i periferien av isolatorlegemet.

20

9. Penetrator i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet isolatorlegemet er et keramisk legeme og belegget er et metallbelegg.

25

10. Penetrator i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet den indre overflaten av isolatorlegemet (8) er forsynt med et elektrisk ledende eller halvledende belegg (39) som vender mot lederen (7).

30

11. Penetrator i henhold til krav 10, idet et gap (40) er dannet mellom den metalliserte indre overflaten (39) av isolatorlegemet og den ytre overflaten av lederen (7).

35

12. Penetrator i henhold til krav 11, idet gapet (40) er et innelukket volum som holder atmosfærisk trykk, eller et trykk som er lavere enn trykket på begge sider av veggen.

13. Penetrator i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet isolatorlegemet (8) og lederen (7) er direkte eller indirekte sammenkoblet mekanisk og tett i begge ender (14, 15) av isolatorlegemet ved hjelp av enten sveising, 5 hardlodding, lodding, liming eller påkrymping.

14. Penetrator i henhold til hvilket som helst av kravene 1-12, idet isolatorlegemet (8) og lederen (7) er forbundet mekanisk og tett i begge ender (14, 15) av isolatorlegemet 10 ved en tett boltet forbindelse.

15. Penetrator i henhold til hvilket som helst av kravene 1-13, idet lederen (7) er koblet til en ende på isolatorlegemet (8) via et sammenkoblingsadapterelement (34) som er tilpasset 15 for forbindelse både til et keramisk materiale og til metall.

16. Penetrator i henhold til krav 15, idet adapterelementet (34) er tilvirket av et metall eller en metallegering med lav utvidelseskoeffisient som passer for keramikk-til-metall- 20 forbindelser.

17. Penetrator i henhold til krav 15 eller 16, idet et sveise-adapterelement (36) av et metall eller en metallegering med lav utvidelseskoeffisient som passer for sveising eller 25 hardlodding, blir plassert mellom adapterelementet (34) og lederen (7).

18. Penetrator i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet lederen (7) består av to lederlengder som er 30 forbundet i en fleksibel forbindelse (41), slik som en aksielt glidende forbindelse.

19. Penetrator i henhold til hvilket som helst av kravene 1-18, idet en adapterring (10') er forbundet med en ekstern 35 kontaktflate (16) på et keramisk isolatorlegeme (8) ved hjelp av enten hardlodding, lodding, liming eller påkrymping.

20. Penetrator i henhold til krav 19, idet adapterringen (10') er sveiset til veggen (10).

21. Penetrator i henhold til krav 19, idet adapterringen (10') og veggen (10) er forbundet mekanisk og tettet ved hjelp av en  
5 metalltetning og en boltet forbindelse.

22. Penetrator i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet en bakre ende av lederen er koblet til en  
10 kabeltermineringsinnretning plassert i et trykksatt og/eller trykkkompensert penetratorthus (4), mens en fremre ende av lederen rager gjennom en vegg (10) som tetter penetratortuset i en fremre ende av penetratoren.

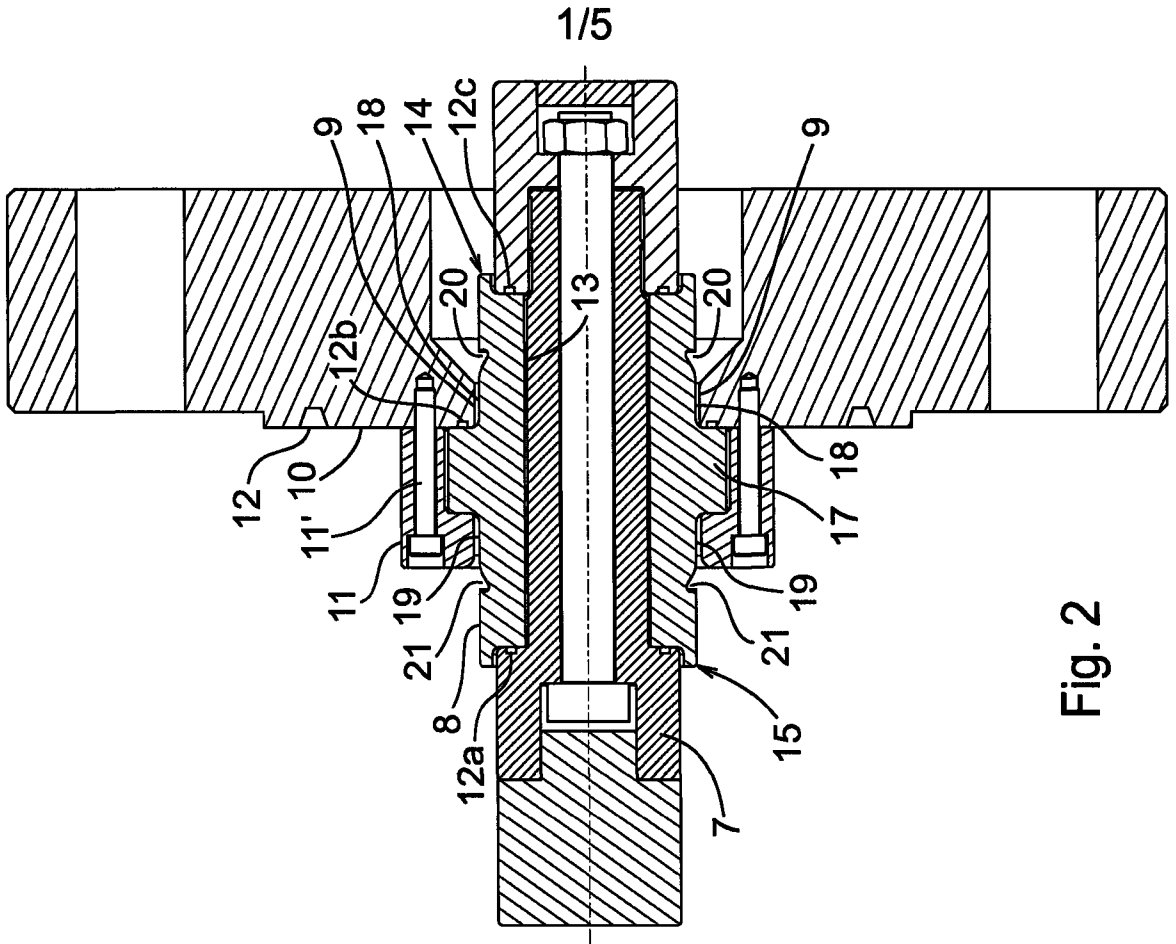


Fig. 2

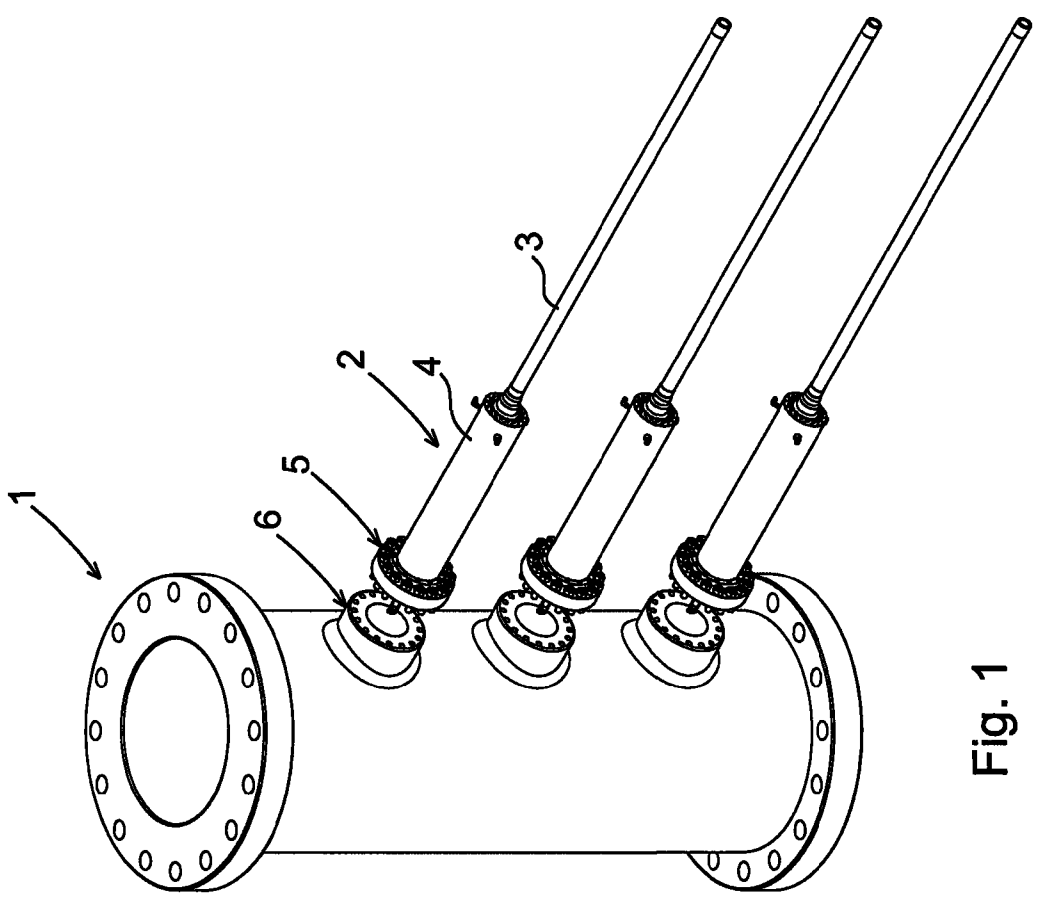
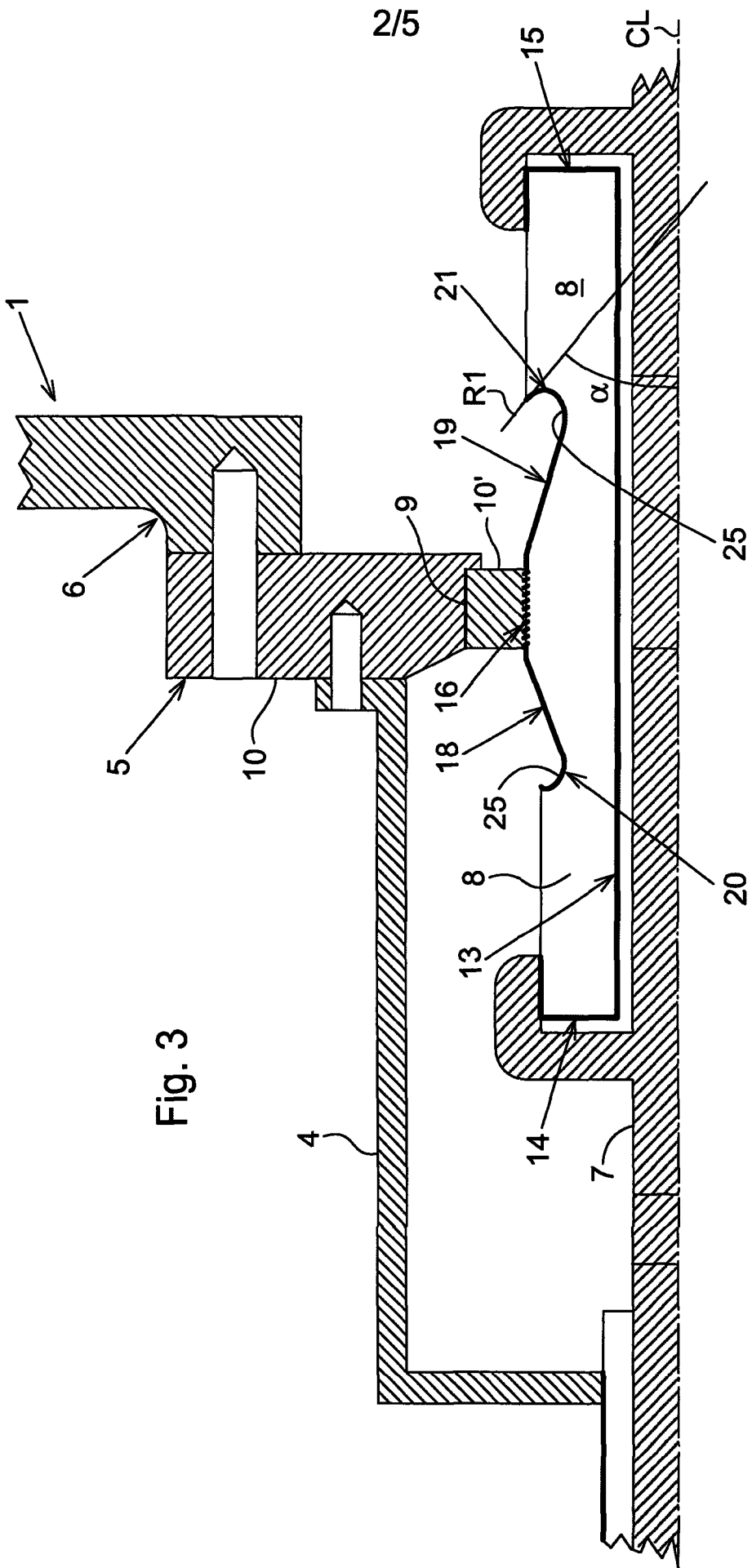


Fig. 1



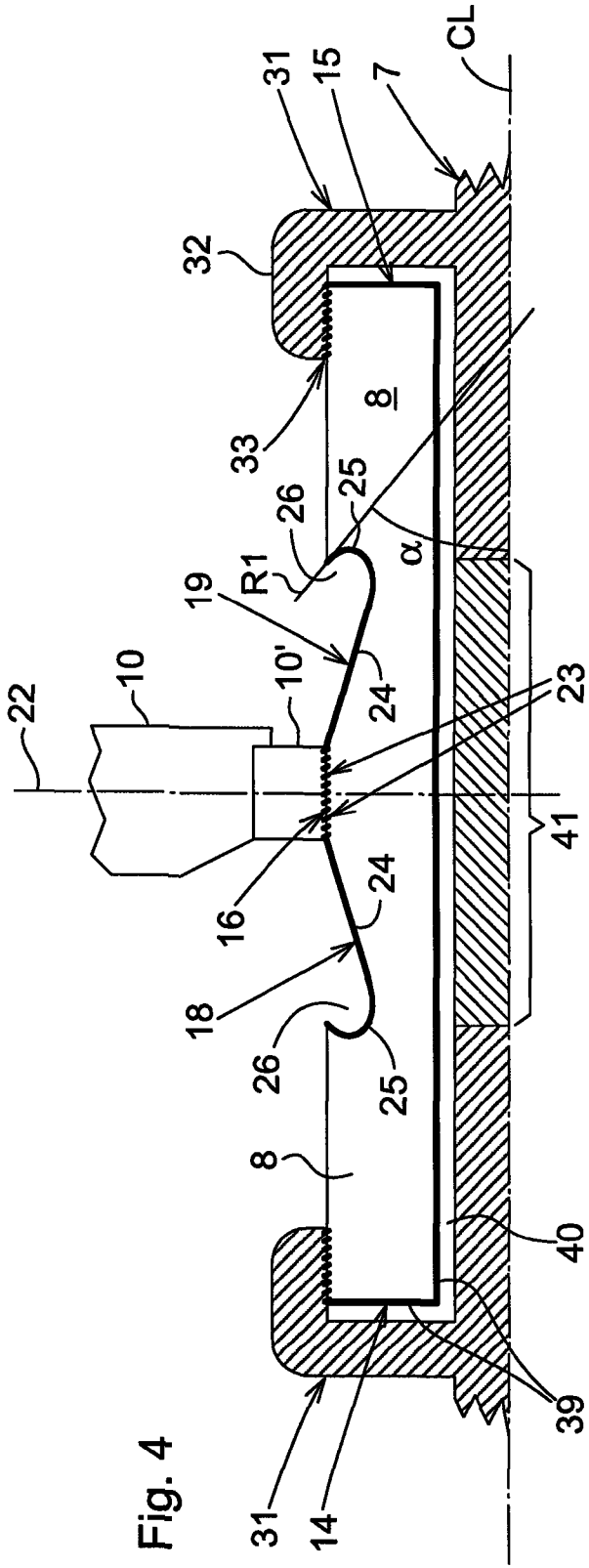


Fig. 4

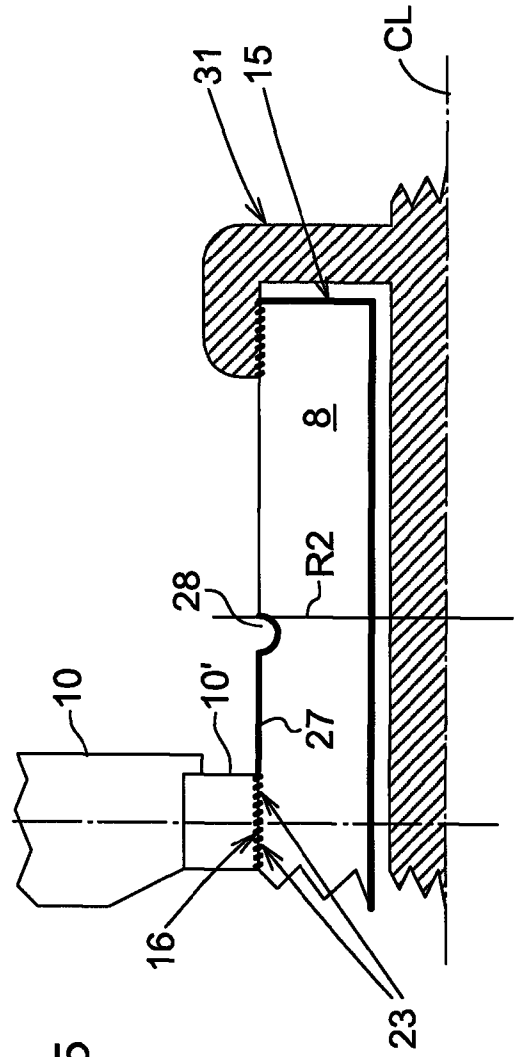


Fig. 5

Fig. 6

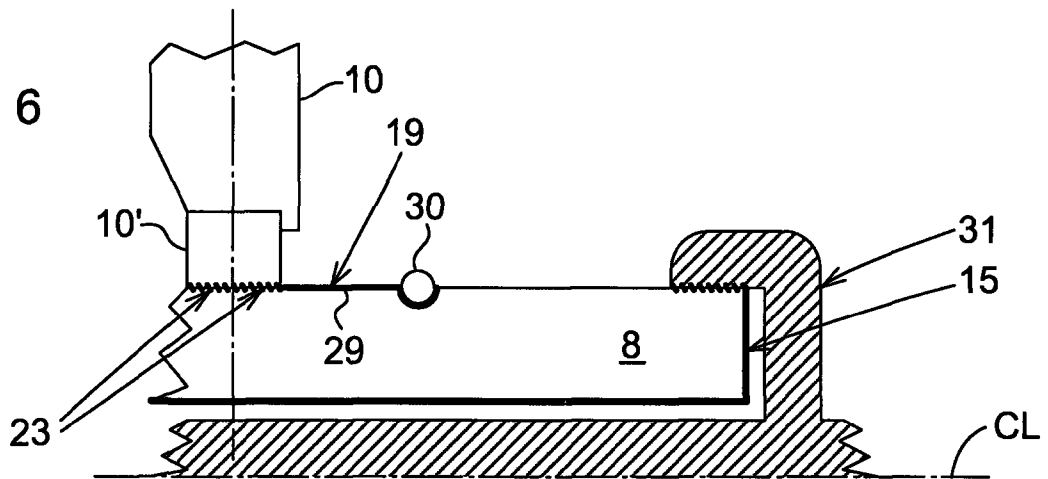


Fig. 7

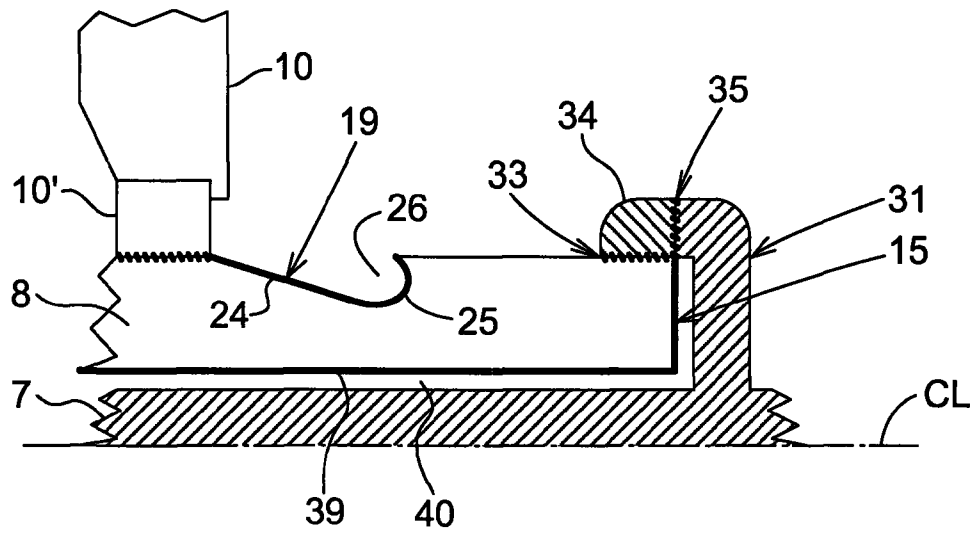
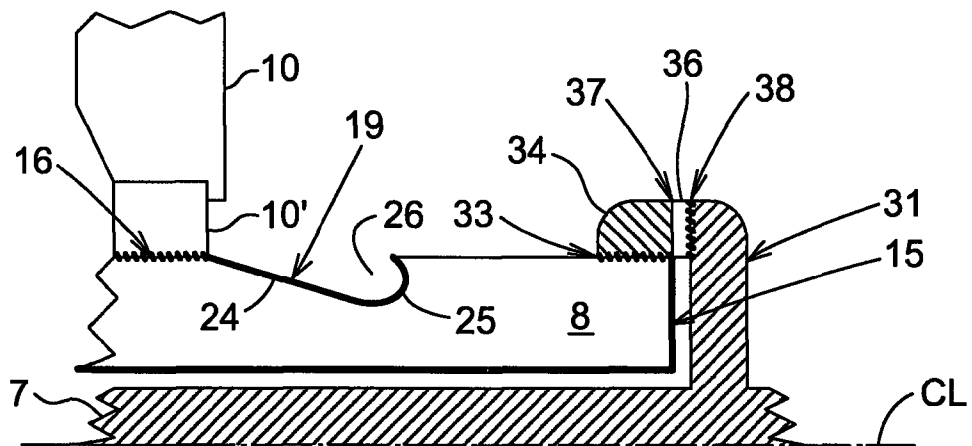


Fig. 8



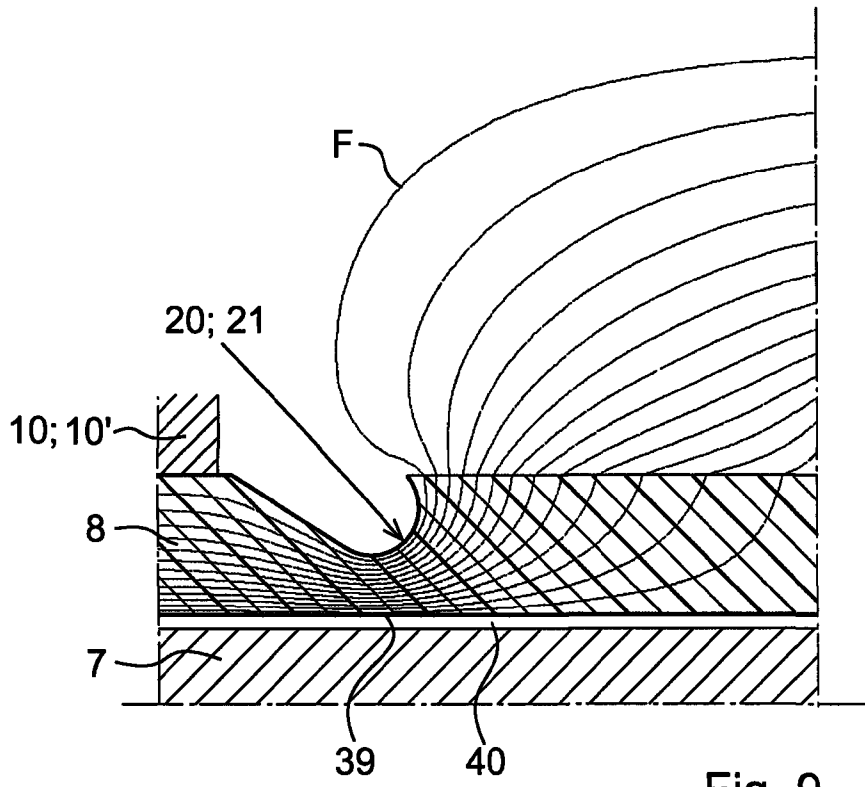


Fig. 9

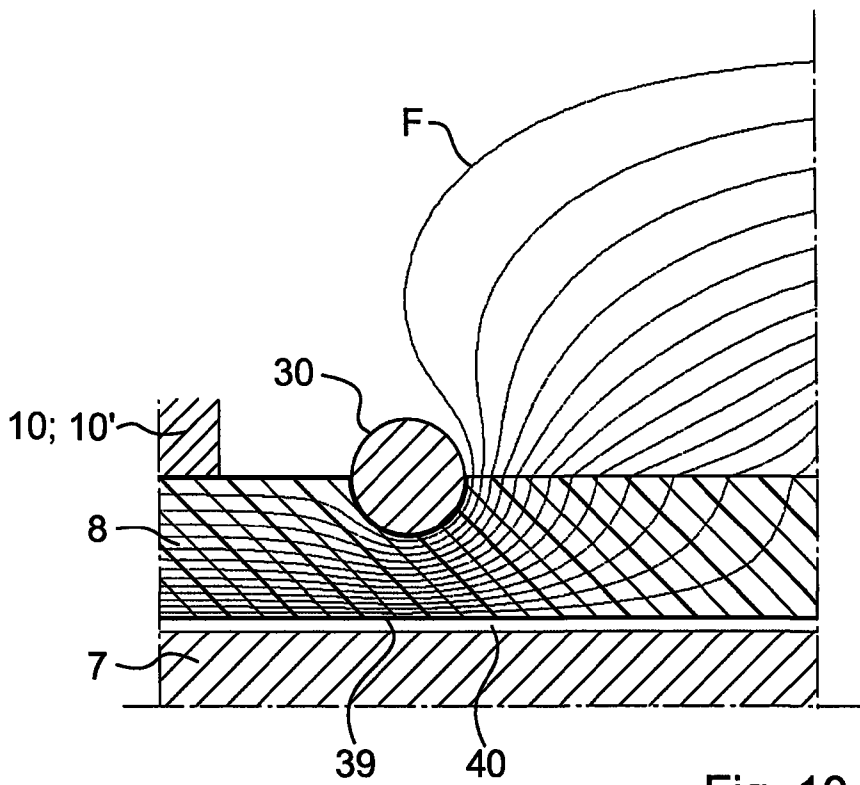


Fig. 10