



(12) **PATENT**

(11) **345323**

(13) **B1**

NORGE

(19) NO

(51) Int Cl.

F03G 7/06 (2006.01)

B25J 9/10 (2006.01)

E21B 33/035 (2006.01)

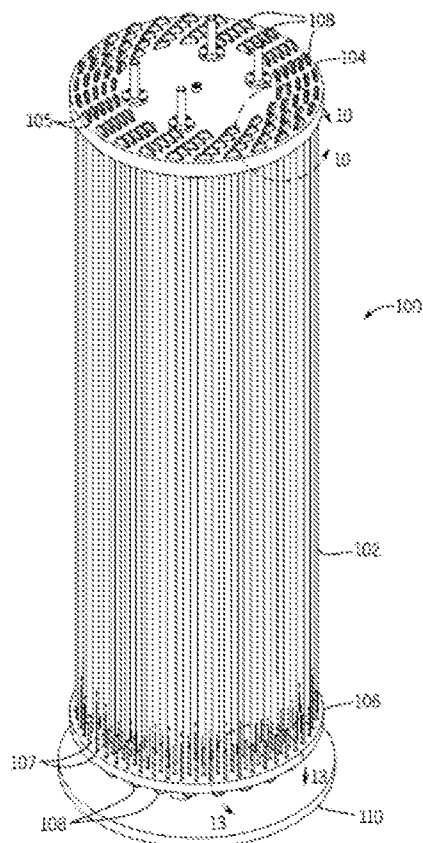
E21B 33/064 (2006.01)

E21B 41/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20130016	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2011.04.28 PCT/US2011/034361
(22)	Inng.dag	2013.01.04	(85)	Videreføringsdag	2013.01.04
(24)	Løpedag	2011.04.28	(30)	Prioritet	2010.07.22, US, 12/841,995
(41)	Alm.tilgj	2013.04.16			
(45)	Meddelt	2020.12.07			
(73)	Innehaver	University of Houston, c/o Cameron International Corporation, 1333 W Loop South, Suite 1700, TX77027 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Gangbing Song, 3031 E. Cedar Hollow Dr, TX77584 HOUSTON, USA Devendra Patil, 8181 Fannin St., Apt. # 1837, TX77054 HOUSTON, USA Garrett Lewis, 6005 Josephine St., TX77584 PEARLAND, USA			
(74)	Fullmektig	BRYN AARFLOT AS, Stortingsgata 8, 0161 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	Formminnelegeringsdrevet hydraulisk akkumulator som har aktueringsplater			
(56)	Anførte publikasjoner	US 2004/0106894 A1, US 5079920 A, US 3625002 A			
(57)	Sammendrag				

Et system inkluderer i visse utførelsesformer en akkumulator 100 som har en første plate 104 med et første mangfold av hull 105 og en andre plate 106 med et andre mangfold av hull 107. Den andre platen 106 er posisjonert ved en forskyvning fra den første platen 104, og den andre platen 106 kan beveges i forhold til den første platen 104 for å regulere et fluidtrykk. Akkumulatoren 100 inkluderer også mange formminnelegeringsvaiere 102 som strekker seg mellom de første og andre platene 104 og 106, hvori mangfoldet av formminnelegeringsvaiere 102 strekker seg gjennom det første og andre mangfoldet av hull 105 og 107.



BAKGRUNN

Denne seksjonen er tenkt å introdusere leseren for ulike aspekter av fag som kan være relatert til ulike aspekter av foreliggende oppfinnelse, som er beskrevet og/eller krevet under. Denne diskusjonen antas å være nyttig for å forsyne leseren med bakgrunnsinformasjon for å fremme en bedre forståelse av de ulike aspektene ved foreliggende oppfinnelse. Det skulle følgelig bli forstått at disse uttalelsene skal bli lest i dette lyset, og ikke som en innrømmelse av tidligere teknikk.

Dypvannsakкумуляtorer tilveiebringer en tilførsel av trykksatt arbeidsfluid for styringen og driften av undervannsutstyr, så som ved hydrauliske aktuatorer og motorer. Typisk undervannsutstyr kan inkludere, men er ikke begrenset til, blowout-ventiler (BOPer) som stenger av brønnboringen for å beskytte en olje- eller gassbrønn mot utilsiktede utslipp til miljøet, sluseventiler for strømningskontroll av olje eller gass til overflaten eller til andre undervannslokasjoner, elektro-hydrauliske kontrollkomponentgrupper, eller hydraulisk-aktuerte konnektorer og lignende anordninger.

US2004106894 A1 vedrører en nålløs injeksjonsanordning for medikamenter. US5079920 A vedrører en hydraulisk kraftomvandler med et formminne-materiale. Kraftomvandleren benytter hydrauliske enheter og et hydraulisk fluid. US 3625002 A vedrører en elektrisk aktuator for ventiler, regulatorer og lignende.

OPPSUMMERING AV OPPFINNELSEN

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer et system, som omfatter en akkumulator konfigurert til å lagre hydraulikkfluid for å operere undervannsutstyr, som angitt i det selvstendige krav 1. Videre tilveiebringes en fremgangsmåte for å aktuere en akkumulator konfigurert til å lagre hydraulisk fluid for å operere undervannsutstyr, som angitt i det selvstendige krav 13. Ytterligere utførelser av oppfinnelsen angis i de selvstendige kravene.

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

Ulike kjennetegn, aspekter og fordeler ved foreliggende oppfinnelse vil bli bedre forstått når den følgende detaljerte beskrivelse leses med referanse til de ledsagende figurer hvor like siffer representerer like deler gjennom alle figurene, hvori:

FIG. 1 er en skjematikk av en utførelsesform av en undervanns BOP stabel-sammenstilling som har én eller flere formminnelegerings- (SMA)-drevne hydrauliske akkumulatorer;

5 FIG. 2 er en skjematikk av en utførelsesform av en SMA vaier som blir brukt for å løfte en vekt;

FIG. 3 er en graf av en SMA som går over fra en Austenitt-fase til en Martensitt-fase og tilbake;

FIG. 4 er et perspektivrikk av en utførelsesform av en SMA-drevet hydraulisk akkumulator;

10 FIG. 5 er en skjematikk av en utførelsesform av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren ifølge FIG. 4 med en assosiert krafttilførsel, styringsenhet og sensor;

FIG. 6 er en skjematikk av en utførelsesform av et SMA-drevet drivverk konfigurert for å drive en mineralutvinningskomponent;

15 FIG. 7 er et perspektivrikk av en utførelsesform av en SMA-drevet hydraulisk akkumulator som har perforerte aktueringsplater, vaierledeanordninger og vaierklemmer;

FIG. 8 er et snittperspektivrikk av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren ifølge FIG. 7, som illustrerer en andel av SMA vaierne fjernet for å vise interne detaljer;

20 FIG. 9 er et tverrsnittsriss av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren ifølge FIG. 7;

FIG. 10 er et delvis perspektivrikk av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren ifølge FIG. 7 tatt innen linje 10-10, som illustrerer detaljer av vaierledeanordningene;

FIG. 11 er et perspektivrikk av en utførelsesform av en perforert topplate av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren ifølge FIG. 7, som illustrerer en vaierledeanordning vist i oppløste deler fra et par av vaieråpninger i den perforerte topplaten;

30 FIG. 12 er et perspektivrikk av en utførelsesform av en vaierledeanordning;

FIG. 13 er et delvis perspektivrikk av en utførelsesform av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren ifølge FIG. 7 tatt innen linje 13-13, som illustrerer detaljer av vaierklemmene;

FIG. 14 er et perspektivriiss av en utførelsesform av en perforert bunnplate av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren ifølge FIG. 7, som illustrerer en vaierledeanordning og en vaierklemme vist i oppløste deler fra vaieråpninger i den perforerte bunnplaten;

FIG. 15 er et perspektivriiss av en utførelsesform av en vaierklemme, som illustrerer et par av vaierklemmeplater og en isolerende vaiermansjett;

FIG. 16 er et perspektivriiss av en utførelsesform av én av vaierklemmeplatene ifølge FIG. 15; og

FIG. 17 er et toppriiss av en utførelsesform av vaierklemmen ifølge FIG. 15.

DETALJERT BESKRIVELSE AV SPESIFIKKE UTFØRELSESFORMER

Én eller flere spesifikke utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse vil bli beskrevet under. Disse beskrevne utførelsesformene er bare eksempelvis for foreliggende oppfinnelse. I tillegg, i et forsøk på å tilveiebringe en konsis beskrivelse av disse eksempelvis utførelsesformene, trenger ikke alle kjennetegn ved en faktisk implementering å være beskrevet i spesifikasjonen. Det skulle erkjennes at i utviklingen av en hvilken som helst slik faktisk implementering, som i et hvilket som helst engineering eller designprosjekt, må det bli gjort tallrike implementerings-spesifikke avgjørelser for å oppnå utviklernes spesifikke mål, så som etterlevelse med system-relaterte og forretnings-relaterte begrensninger, som kan variere fra én implementering til en annen. Det skulle dessuten bli erkjent at en slik utviklingsinnsats kunne være kompleks og tidkrevende, men ville ikke desto mindre være et rutineforetagende av design, fremstilling og tilvirkning for fagpersonene som har fordelen av denne redegjørelsen.

Når en introduserer elementer av ulike utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse, er artiklene “en,” “et,” “den/det” og “nevnte” tenkt å bety at det er ett eller flere av elementene. Begrepene “som omfatter,” “som inkluderer” og “som har” er tenkt å være inklusive og bety at det kan være ytterligere elementer andre enn de opplistede elementene. Dessuten er bruken av “topp,” “bunn,” “over,” “under” og variasjoner av disse begrepene gjort for bekvemmelighet, men krever ikke noen spesiell orientering av komponentene.

Akkumulatorer kan bli delt inn i en gasseksjon og en hydraulisk fluid seksjon som opererer på et felles prinsipp. Det generelle prinsippet er å forhåndsfylle gasseksjonen med trykksatt gass til et trykk ved eller litt under det forventede

minimumstrykket for å operere undervannsutstyret. Fluid kan bli tilsatt til akkumulatoren i den separate hydraulisk fluid seksjonen, noe som komprimerer gasseksjonen, og således øker trykket for den trykksatte gassen og det hydrauliske fluidet sammen. Det hydrauliske fluidet introdusert til akkumulatoren blir derfor lagret ved et trykk ekvivalent til for-fyllings-trykket og er tilgjengelig for å gjøre hydraulisk arbeid. Gass-fylte akkumulatorer brukt i undervannsmiljøer kan imidlertid undergå en reduksjon i effektivitet ettersom vanndybde øker. Dette effektivitetstapet skyldes, i det minste delvis, en økning av hydrostatisk spenning som virker på den forfylte gasseksjonen, som tilveiebringer kraften til akkumulatorene gjennom komprimerbarheten til gassen.

For-fyllings-gassen kan sies å virke som en fjær som blir presset sammen når gasseksjonen er ved sitt laveste volum og største trykk og frigitt når gasseksjonen er ved sitt største volum og laveste trykk. Akkumulatorer kan bli for-fylt i fraværet av hydrostatisk trykk og for-fyllingstrykket kan være begrenset ved trykkinnesluttingen og strukturelle designbegrensninger for akkumulatorbeholderen under overflate-omgivelsesbetingelser. Likevel, som beskrevet over, siden akkumulatorer blir brukt i dypere vann, avtar deres effektivitet ettersom utøvelse av hydrostatisk trykk forårsaker at gassen komprimeres, og etterlater et progressivt mindre volum av gass for å "lade" det hydrauliske fluidet. Gasseksjonen må følge lik bli designet slik at gassen fremdeles tilveiebringer nok kraft til å operere undervannsutstyret under hydrostatisk trykk selv ettersom det hydrauliske fluidet nærmer seg utslipp og gasseksjonen er ved sitt største volum og laveste trykk.

For eksempel kan akkumulatorer ved overflaten tilveiebringe 3.000 psi (pund per kvadrattomme) maksimal arbeidsfluidtrykk. I 1.000 fot av sjøvann, er omgivelsestrykket omtrent 465 psi. For at en akkumulator skal tilveiebringe et 3.000 psi differensiale ved 1.000 fot dybden, må den derfor faktisk være for-fylt til 3.000 psi pluss 465 psi, eller 3.465 psi. Ved litt over 4.000 fot vanndybde, er omgivelsestrykket nesten 2.000 psi. For-fyllingen ville derfor være krevet å være 3.000 psi pluss 2.000 psi, eller 5.000 psi. Med andre ord ville for-fyllingen være nesten det dobbelte av arbeidstrykket for akkumulatoren. Et hvilket som helst fluid introdusert for lagring kan forårsake at trykket overstiger arbeidstrykket og kan føre til akkumulatorsvikt. Således har akkumulatoren ved progressivt større hydrostatiske driftstrykk, større trykkinnesluttingskrav ved ikke-driftsmessige (f.eks. intet omgivelse hydrostatisk trykk) betingelser.

Gitt den begrensede strukturelle kapasiteten av akkumulatoren for å på sikker måte inneholde gass-for-fyllingen, kan operatører av denne typen utstyr bli tvunget til å arbeide innen effektivitetsbegrensninger for systemene. For eksempel, når dypvannssystemer er krevet for å utnytte hydrauliske akkumulatorer, vil operatører ofte legge ytterligere akkumulatorer til systemet. Noen akkumulatorer kan være fylt til 500 psi, 2.000 psi, 5.000 psi, eller høyere, basert på systemkrav. Ettersom utstyret innledende blir utplassert i vannet, kan alle akkumulatorer operere normalt. Ettersom utstyret blir utplassert i dypere vann (f.eks. ut over 1.000 fot), kan imidlertid akkumulatorene med den 500 psi for-fyllingen bli ineffektive på grunn av den hydrostatiske sammenpressingen av gassladningen. I tillegg, kan det hydrostatiske trykket virke på alle de andre akkumulatorene, og redusere deres effektivitet. Reduksjonen i effektivitet for de undervanns gassfylte akkumulatorene reduserer mengden og raten arbeid som kan bli utført ved dypere vanndybder. Som sådan, for undervannsutstyr designet til å fungere ut over 5.000 fot vanndybde, må mengden gassfylte akkumulatorer økes med 5 til 10 ganger. Tilleggsen av disse akkumulatorene øker størrelsen, vekten og kompleksiteten av undervannsutstyret, i tillegg til å generere hundrevis av potensielle ytterligere feilpunkter, alt dette øker kostnaden og den potensielle risikoen for utstyrssvikt.

De viste utførelsesformene er følgelig ikke avhengige av gass for å tilveiebringe kraft for akkumulatoren. Snarere vil formminnelegerings- (SMA) vaiere som virker i spenning på et stempel tilveiebringe kraften. I tillegg kan baksiden av stempelet bli balansert med det hydrostatiske trykket ved en hvilken som helst vanndybde. Dette kan bli oppnådd ved anvendelsen av en "sea chest", som er en gum-mibløre som overfører hydrostatisk trykk (fra vanndybden) til et fluid (f.eks. det dielektriske fluidet på baksiden av SMA akkumulatorstempelet) på den andre siden. Dette betyr at SMA materialet bare trenger å generere en redusert mengde kraft (sammenlignet med ikke-balanserte akkumulatorer) siden den ikke trenger å overkomme den hydrostatiske trykkbelastningen og det ikke oppleves noe tap av effektivitet på grunn av vanndybde. I tillegg er den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren ikke begrenset til konstant trykkytelse siden aktueringsstrømmen for SMA materialene kan bli justert. Dessuten kan kraftytelsen for SMA materialene bli justert uten behovet for pumper eller ventiler. Dette kan sørge for reguleringen av ytelsestrykk fra akkumulatoren, noe som videre øker fleksibiliteten av utstyret. I

tillegg kan lekkasjeveier bli betydelig redusert ved anvendelse av de viste utførelsesformene.

Den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren kan bli brukt i ulike typer utstyr. For eksempel avbilder FIG. 1 en undervanns BOP stabel-sammenstilling 10, som kan inkludere én eller flere store SMA-drevne hydrauliske akkumulatorer 12 og/eller én eller flere små SMA-drevne hydrauliske akkumulatorer 13. De små SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 13 kan fungere på lignende måte som de store SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene beskrevet heri, unntatt at de små SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 13 kan bli brukt for mindre størrelser og kapasiteter enn de store SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 12. Som illustrert, kan BOP stabel-sammenstillingen 10 være montert på en brønnhode-sammenstilling 14 på havbunnen 15. BOP stabel-sammenstillingen 10 kan være forbundet i linje mellom brønnhodesammenstillingen 14 og en flytende rigg 16 gjennom et undervannsstigerør 18. BOP stabel-sammenstillingen 10 kan tilveiebringe nød-fluidtrykkinnslutting i tilfelle en plutselig trykkbølge unnslipper brønnboringen 20. BOP stabel-sammenstillingen 10 kan derfor være konfigurert for å forhindre skade til den flytende riggen 16 og undervannsstigerøret 18 fra fluidtrykk som overstiger designkapasiteter. BOP stabel-sammenstillingen 10 kan også inkludere en BOP nedre stigerørpakke 22, som kan forbinde undervannsstigerøret 18 til en BOP pakke 24.

I visse utførelsesformer kan BOP pakken 24 inkludere en ramme 26, BOP-er 28 og SMA-drevne hydrauliske akkumulatorer 12, som kan bli brukt for å tilveiebringe backup hydraulisk fluidtrykk for å aktivere BOPene 28. De SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 12 kan være inkorporert i BOP pakken 24 for å maksimere det tilgjengelige rommet og etterlater vedlikeholdsrunder klare for å arbeide på komponenter av undervanns BOP pakken 24. De SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 12 kan være installert parallelt hvor svikten av en hvilken som helst enkelt SMA-drevet hydraulisk akkumulator 12 kan forhindre at de ytterligere SMA-drevne hydrauliske akkumulatorer 12 fungerer.

Generelt er SMAer materialer som har evnen til å vende tilbake til en forhåndsbestemt fasong når de varmes opp. Mer spesifikt, når SMAer er under deres transformasjonstemperatur, har de relativt lave tekniske strekkgrenser og kan bli deformert til og beholde en hvilken som helst ny fasong relativt enkelt. Når SMAer blir varmet opp over deres transformasjonstemperatur, undergår de imidlertid en

forandring i krystallstruktur, som forårsaker at de vender tilbake til deres opprinnelige fasong med mye større styrke enn fra deres lav-temperatur tilstand. I løpet av fasetransformasjoner kan SMAer enten generere en relativt stor kraft mot en hvilken som helst påtruffet motstand eller undergå en signifikant dimensjonsendring
5 når de ikke begrenses. Denne formminnekarakteristikken kan tilveiebringe en unik mekanisme for fjernaktuering.

Ett spesielt formminnemateriale er en legering av nikkel og titan kalt Nitinol. Denne spesielle legeringen er kjennetegnet ved, blant andre ting, lang tretthetslevedid og høy korrosjonsmotstand. Det kan derfor være spesielt nyttig som en aktu-
10 eringsmekanisme innen de strenge driftsbetingelsene påtruffet med undervanns-mineralutvinningsanvendelser. Som en aktuator, er det i stand til opp til omtrent 5 % strekkgjenvinning eller omtrent 500 MPa gjendannelse av spenning med mange sykluser, avhengig av materialsammensetningen. For eksempel, kan en Nitinol-vaier med 0,5 mm diameter generere så mye som omtrent 15 pund kraft.
15 Nitinol har også motstandsegenskaper som muliggjør at det blir aktuert elektrisk ved oppvarming. Med andre ord, når en elektrisk strøm føres direkte gjennom en Nitinol-vaier, kan den generere nok varme til å forårsake fasetransformasjonen. I tillegg kan det bli anvendt andre fremgangsmåter for oppvarming av SMA vaieren. Selv om Nitinol er ett eksempel på en SMA som kan bli brukt i de SMA-drevne
20 hydrauliske akkumulatorene 12 og 13 ifølge de viste utførelsesformene, kan hvilke som helst SMAer med passende overgangstemperaturer og andre egenskaper også bli brukt. I mange tilfeller kan overgangstemperaturen for SMAen være valgt slik at omgivende temperaturer i driftsmiljøet er godt under martensitt-transformasjonspunktet for det materialet. Som sådan kan SMAen bli aktuert bare med den
25 tiltenkte tilførselen av varme.

De unike egenskapene av SMAer gjør dem til et potensielt levedyktig valg for aktuatorer. For eksempel, sammenlignet med piezoelektriske aktuatorer, kan SMA aktuatorer tilby en fordel ved å være i stand til å generere større deformasjoner og krefter ved mye lavere driftsfrekvenser. I tillegg kan SMAer bli tilvirket til for-
30 skjellige fasonger, så som vaiere og tynne filmer. Spesielt kan SMA vaiere med diametere mindre enn 0,75 mm bli brukt for å danne tvunnede kabler for anvendelse i de SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 12. Følgelig kan SMA-drevne aktuatorer så som de SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 12 beskrevet heri bli brukt i utallige anvendelser. For eksempel kan SMA vaierne beskrevet under bli

brukt i SMA-drevne aktuatorer så som hydrauliske aktuatorer, pneumatiske aktuatorer, mekaniske aktuatorer og så videre. Som beskrevet heri, kan imidlertid bruken av SMA vaiere tilveiebringe spesielle fordeler i sfæren av undervannsutstyr, så som de SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 12 beskrevet i FIG. 1.

5 FIG. 2 viser en eksempelvis SMA vaier 30 som blir brukt for å løfte en vekt 32. Spesielt, når en flytter seg fra venstre mot høyre, illustrerer FIG. 2 en tidsserie hvorved en elektrisk strøm kan bli introdusert gjennom SMA vaieren 30 for å gradvis varme SMA vaieren 30 og så gradvis kjøle SMA vaieren 30. Spesielt, ved innledende tid t_0 , strømmer ingen elektrisk strøm gjennom SMA vaieren 30. Ved tid t_0 ,
10 kan SMA vaieren 30 være ved en temperatur under overgangstemperaturen for SMA vaieren 30. Som sådan, kan SMA vaieren 30 ha blitt strukket til en deformert fasong ved kraften utøvet til SMA vaieren 30 ved vekten 32. Med én gang elektrisk strøm blir utøvet til SMA vaieren 30, kan temperaturen av SMA vaieren 30 gradvis øke slik at overgangstemperaturen av SMA vaieren 30 kan bli oversteget. Når
15 dette forekommer, kan SMA vaieren 30 begynne å vende tilbake til dens forhåndsbestemte fasong slik at gravitasjonskraften utøvet ved vekten 32 kan overkommes, noe som resulterer i at SMA vaieren 30 løfter vekten 32, som vist ved tid t_1 . Ved et punkt, så som tid t_2 , kan kraften utøvet ved vekten 32 bli fullstendig overkommet slik at SMA vaieren 30 vender tilbake til dens forhåndsbestemte fasong.
20 Fra tid t_0 til tid t_2 , kan derfor SMA vaieren 30 bli varmet opp og, kan som et resultat, trekke seg sammen og overkomme kraften av vekten 32. Som beskrevet over, ettersom temperaturen av SMA vaieren 30 øker gjennom overgangstemperaturen, kan SMA vaieren 30 enten generere en relativt stor kraft mot en hvilken som helst påtruffet motstand (f.eks. mot kraften av vekten 32), undergå en signifikant dimensjonsendring når den ikke er begrenset (f.eks. løfte vekten 32), eller generere noe
25 kraft og undergå noe dimensjonsendring på samme tid (f.eks. løfte vekten 32 til en avstand under dens forhåndsbestemte tilstand).

Følgelig kan, ved tid t_3 , elektrisk strøm opphøre å strømme gjennom SMA vaieren 30. Med én gang den elektriske strømmen opphører å strømme gjennom
30 SMA vaieren 30, kan temperaturen av SMA vaieren 30 gradvis avta til under overgangstemperaturen av SMA vaieren 30. Når dette forekommer, kan kraften av vekten 32 begynne å deformere SMA vaieren 30, som vist ved tid t_4 . Ved et punkt, så som tid t_5 , kan kraften utøvet ved vekten 32 fullstendig overkomme SMA vaieren 30, og strekke den til den deformerte fasongen fra tid t_0 . Fra tid t_3 til tid t_5 ,

kan derfor SMA vaieren 30 bli avkjølt og kan, som et resultat, strekke seg på grunn av kraften av vekten 32. Ettersom temperaturen av SMA vaieren 30 avtar gjennom overgangstemperaturen, kan SMA vaieren 30 undergå en signifikant dimensjonsendring når den ikke er begrenset (f.eks. ved å tillate vekten 32 å senkes).

De unike egenskapene ved SMAer resulterer fra den reversible fasetransformasjonen mellom deres krystallstrukturer, for eksempel, den sterkere høytemperatur Austenitt-fasen og den svakere lavtemperatur Martensitt-fasen. FIG. 3 avbilder en SMA som går over fra Austenitt-fasen til Martensitt-fasen og tilbake. Når den avkjøles fra høytemperatur Austenitt-fasen 34, undergår SMA-en en transformasjon til en tvunnet Martensitt-fase 36. Den tvunnede Martensitt-fasen 36 kan enkelt bli deformert ved en ekstern kraft. Denne prosessen blir ofte kalt "de-tvining". Martensitt-fasen 38 blir så reversert når den de-tvunnede strukturen reverterer etter oppvarming til Austenitt-fasen 34. Den unike evnen av en reversibel krystallinsk fasetransformasjon muliggjør et SMA objekt enten å gjendanne sin innledende varme-behandlede fasong (opp til omtrent 5 % strekk) når varmet opp over en kritisk overgangstemperatur eller alternativt å generere høye gjenvinningsspenninger (over 500 MPa). Som vist i FIG. 3, utviser transformasjonen en hysteretisk effekt, ved at transformasjoner ved oppvarming og ved avkjøling ikke overlapper. Denne hysteretiske effekten kan det bli tatt hensyn til ved et tilbakekoplet reguleringssystem med passende hysteresekompensasjon for å oppnå høyere presisjon i enten et posisjonsstyrings- eller et kraftstyringssystem.

FIG. 4 avbilder en eksempelvis utførelsesform av en SMA-drevet hydraulisk akkumulator 12. Som illustrert kan den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 inkludere en ramme 40 som en stang 42 kan strekke seg gjennom. Minst én rammebærer 44 kan støtte stangen 42 innen rammen 40. Spesielt kan stangen 42 passere gjennom åpninger 46 i hver av rammebærerne 44. Mer spesifikt kan lineære opplagringer 48 støtte stangen 42 innen rammebærerne 44. Som sådan, kan de lineære opplagringene 48 muliggjøre aksial bevegelse langs en longitudinal akse 50 av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12.

I foreliggende kontekst, refererer begrepet "proksimal" generelt til ender av komponenter av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 som er nærmere til et fluidinnløp/utløp 52 av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12. Følgelig, refererer begrepet "distal" generelt til ender av komponenter av den SMA-

drevne hydrauliske akkumulatoren 12 som er lenger borte fra fluidinnløpet/utløpet 52 av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12.

5 Stangen 42 kan være forbundet ved en distal ende til et første endelokk 54 og ved en proksimal ende til et stempel 56. Stempelet 56 kan passe på innsiden og samsvare med en indre sylinder 58, og danne en hydraulisk forsegling som fluid 60 kan bli akkumulert innen. I tillegg kan stempelet 56 være konfigurert for å flytte seg aksialt innen den indre sylinderen 58 når stangen 42 flytter seg aksialt i den samme retningen, og derved regulere innervolumet av den indre sylinderen 58 som fluidet 60 akkumuleres innen. Den indre sylinderen 58 kan være forbundet 10 ved en distal ende til en proksimal rammebærer 44 og ved en proksimal ende til et andre endelokk 62. Fluidet 60 kan komme inn og strømme ut ved en proksimal seksjon av den indre sylinderen 58 via fluidinnløpet/utløpet 52. I tillegg kan, i visse utførelsesformer, den indre sylinderen 58 være radiallyt omgitt av en ytre sylinder 64 som kan isolere den indre sylinderen 58 fra strenge eksterne miljøbetingelser.

15 I visse utførelsesformer kan SMA vaiere 30 være viklet rundt de første og andre endelokkene 54, 62 som illustrert i FIG. 4. For eksempel kan SMA vaierne 30 danne mange kontinuerlige lengder av tvunnede eller flettede kabler som strekker seg fra det første endelokket 54 til det andre endelokket 62, vikles rundt det andre endelokket 62, strekker seg fra det andre endelokket 62 til det første endelokket 54, og vikles rundt det første endelokket 54. Som sådan, kan SMA vaierne 20 30 generelt være plassert på motsatte sider av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12. I andre utførelsesformer, kan imidlertid SMA vaierne 30 være plassert på alle sider av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12. I visse utførelsesformer, istedenfor anvendelse av SMA vaiere 30 som illustrert i FIG. 4, kan faktisk den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 utnytte tynne filmer av 25 SMA materiale, som kan strekke seg fra det første endelokket 54 til det andre endelokket 62. Andre arrangementer av SMA materiale kan dessuten bli nyttet.

I visse utførelsesformer kan måten som SMA vaierne 30 blir viklet rundt de første og andre endelokkene 54, 62 bli fremmet ved fasongen av de første og 30 andre endelokkene 54, 62, som vist i FIG. 4. Mer spesifikt kan tverrsnittet av de første og andre endelokkene 54, 62 være halvsirkelformet av natur, som vist. I tillegg kan i visse utførelsesformer, riller være ekstrudert i de utovervendte overflatene 66, 68 av henholdsvis de første og andre endelokkene 54, 62, som SMA vaierne 30 kan være festet innen. I tillegg kan, i visse utførelsesformer, SMA

vaierne 30 og/eller rillene være belagt med et egnet elektrisk ikke-ledende materiale for elektrisk isolering av SMA vaierne 30 fra resten av systemet (f.eks. for sikkerhet for operatørene og andre systemer). I visse utførelsesformer kan dessuten andre egnede festeanordninger bli brukt for å feste SMA vaierne 30 til de utover-

5 vendte overflatene 66, 68 av henholdsvis de første og andre endelokkene 54, 62.

Den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 kan være designet slik at normale driftstemperaturer er betydelig under overgangstemperaturen for SMA vaierne 30. Som sådan kan SMA vaierne 30 normalt bli tillatt å deformere når underkastet spesielle krefter. Spesielt kan fluidet 60 innen den indre sylindern 58 bli

10 trykksatt (f.eks. ved hydrauliske og hydrostatiske trykk). Trykket i fluidet 60 kan utøve aksiale krefter F_{aksial} på en proksimal flate 70 av stempelet 56 langs den longitudinale aksens 50. Disse aksiale kreftene F_{aksial} kan presse stempelet 56 til å flytte seg distalt langs den longitudinale aksens 50, som illustrert ved pil 72, noe som tillater at mer fluid 60 entrer den indre sylindern 58. Denne aksiale bevegelsen av

15 stempelet 56 kan også tvinge stangen 42 og det første endelokket 54 til å flytte seg distalt langs den longitudinale aksens 50. Det andre endelokket 62 kan imidlertid generelt forbli i en fiksert posisjon. Under normale driftstemperaturer, kan derfor SMA vaierne 30 som er viklet rundt de første og andre endelokkene 54, 62 av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 bli strukket som et resultat av de hydrauliske og/eller hydrostatiske trykkene av fluidet 60 innen den indre sylindern 58.

20 Denne strekkingen av SMA vaierne 30 kan spesielt generelt forekomme aksialt langs den longitudinale aksens 50, som igjen illustrert ved pil 72.

Med én gang en elektrisk strøm begynner å strømme gjennom SMA vaierne 30, kan imidlertid temperaturen innen SMA vaierne 30 begynne å øke. Ved et

25 punkt kan temperaturen overstige overgangstemperaturen for SMA materialet brukt i SMA vaierne 30. Med én gang overgangstemperaturen av SMA vaierne 30 er oversteget, kan SMA vaierne 30 begynne å trekke seg sammen mot deres forhandsbestemte fasong. Sammentrekningen av SMA vaierne 30 kan tvinge de første og andre endelokkene 54, 62 til å flytte seg sammen aksialt langs den longitudinale aksens 50. Mer spesifikt kan det andre endelokket 62 igjen generelt forbli i

30 dets fikserte posisjon mens det første endelokket 54 kan flytte seg aksialt mot det andre endelokket 62 (dvs. mot den proksimale enden av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12), som illustrert ved pil 74. Ettersom det andre endelokket 54 flytter seg aksialt nærmere den proksimale enden av den SMA-drevne

hydrauliske akkumulatoren 12, kan stangen 42 også flytte seg i den samme retningen aksialt og kan også begynne å tvinge stampelet 56 i den samme aksiale retningen. Som sådan kan stampelet 56 begynne å motvirke de aksiale kreftene F_{aksial} utøvet ved trykket av fluidet 60 innen den indre sylindren 58. Som sådan
5 kan stampelet 56 begynne å fortrenge fluidet 60 innen den indre sylindren 58, og forårsake at fluidet 60 strømmer ut gjennom fluidinnløpet/utløpet 52.

Ved et punkt, kan SMA vaierne 30 bli gjendannet til deres forhåndsbestemte fasong og videre oppvarming via elektrisk strøm trenger ikke lenger å forårsake at SMA vaierne 30 trekker seg videre sammen. I visse utførelsesformer kan
10 den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 være designet slik at den forhåndsbestemte fasongen av SMA vaierne 30 tilsvarer en lokalisering av stampelet 56 innen den indre sylindren 58 som kan forårsake at hovedsakelig alt volumet av fluidet 60 blir evakuert fra den indre sylindren 58. Likeledes, i visse utførelsesformer, kan den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 være designet slik at
15 den maksimale deformasjonsfasongen for SMA vaierne 30 tilsvarer en lokalisering av stampelet 56 innen den indre sylindren 58 som kan forårsake at hovedsakelig alt volumet av den indre sylindren 58 blir fylt med væsken 60. I andre utførelsesformer kan imidlertid den forhåndsbestemte fasongen og maksimale deformasjonsfasongen av SMA vaierne 30 tilsvare andre lokaliseringer av stampelet 56 innen den indre sylindren 58.
20

I visse utførelsesformer kan i tillegg den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 være designet noe forskjellig. For eksempel trenger i visse utførelsesformer den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 ikke å inkludere en stang 42 forbundet mellom det første endelokket 54 og stampelet 56. Snarere, i denne
25 utførelsesformen, kan det første endelokket 54 i steden være forbundet direkte til stampelet 56, som kan strekke seg distalt fra den indre sylindren 58 ved en viss mengde for å sørge for ekspansjon og sammentrekning av SMA vaierne 30. I visse utførelsesformer trenger faktisk den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 ikke å inkludere et første endelokk 54. Snarere kan SMA vaierne 30 være viklet
30 direkte rundt stampelet 56.

Mengden volum av fluid 60 som den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 kan være i stand til å fortrenge kan variere basert på den spesielle størrelsen av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12, typen fluid 60 brukt, trykket av fluidet 60, typen SMA materiale brukt for SMA vaierne 30, og så videre. I

tillegg, selv om beskrevet heri som å inkludere mange SMA vaiere, kan den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 faktisk inkorporere andre designer for SMA materialene som tilveiebringer aktueringskraften. For eksempel kan, i visse utførelsesformer, SMA materialene ha fasongen av kontinuerlige, tynne filmer som kan vikles rundt de første og andre endeløkkene 54, 62 av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12.

Som beskrevet over, kan den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 bli brukt i flere forskjellige undervannsapplikasjoner, så som BOP'er, sluseventiler eller hydraulisk aktuator og lignende anordninger. For eksempel, som illustrert i FIG. 1, kan BOP stabel-sammenstillingen 10 inkludere mange SMA-drevne hydrauliske akkumulatorer 12 som arbeider i parallell. De SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 12 beskrevet heri kan generelt operere ved lavere frekvenser enn konvensjonelle hydrauliske akkumulatorer. Siden de SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 12 virker i spenning på stempet 56 for å tilveiebringe kraft, ikke trenger å overkomme den hydrostatiske trykklasten og ikke opplever effektivitetstap på grunn av vannndybde, er imidlertid de SMA-drevne hydrauliske akkumulatorene 12 generelt mer effektive enn konvensjonelle hydrauliske akkumulatorer.

FIG. 5 er en eksempelvis utførelsesform av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 ifølge FIG. 4 med en assosiert krafttilførsel 76, styringsenhet 78 og sensor 80, som kan være en enkelt eller gruppe av trykk- og/eller fortrenghings- og/eller kraftsensorer. Som illustrert kan i visse utførelsesformer, SMA vaierne 30 av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 bli varmet opp med strøm fra krafttilførselen 76 via aktueringsvaiere 82. Krafttilførselen 76 kan enten være en alternerende strøm (AC) eller direkte strøm (DC) krafttilførsel. Generelt kan bruken av AC kraft være det enklere og rimeligere alternativet (f.eks. anvendelse av en transformator). Bruken av DC kraft kan imidlertid være det mer selvbevarende alternativet (f.eks. et batteri og kondensator) gitt den fjerne naturen av de fleste undervannsapplikasjoner.

I visse utførelsesformer kan tilførselen av strøm til SMA vaierne 30 via aktueringsvaierne 82 bli styrt ved styringsenheten 78. I visse utførelsesformer kan styringsenheten 78 inkludere en minneanordning og et maskin-lesbart medium med instruksjoner omkodet derpå for å bestemme hvor mye (hvis noen) strøm som skulle bli levert fra krafttilførselen 76 til SMA vaierne 30 av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12. I visse utførelsesformer kan styringsenheten 78 være

konfigurert for å motta tilbakemelding fra sensoren 80 knyttet til den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 og/eller applikasjonen (f.eks. BOP stabel-sammenstillingen 10 ifølge FIG. 1) som den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 blir brukt innen for å bestemme om, og hvor mye, strøm som skulle bli levert til SMA vaierne 30 via aktueringsvaierne 82. For eksempel kan, i visse utførelsesformer, styringsenheten 78 være konfigurert for å motta sensormålinger (f.eks. trykkmålinger, temperaturmålinger, strømningsratemålinger, fortrengningsmålinger og så videre) fra den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 og/eller applikasjonen som den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 blir brukt innen. Styringsenheten 78 kan bruke sensormålingene for å variere mengden strøm levert til SMA vaierne 30. I visse utførelsesformer kan styringsenheten 78 inneholde spesifikk kode for å bestemme et forhold mellom strømmen levert til SMA vaierne 30, temperaturen av SMA vaierne 30, mengden av deformasjon av SMA vaierne 30 som tilsvarer endringer i temperatur, og så videre. For eksempel, som beskrevet over, kan mengden deformasjon av SMA vaierne 30 avhenge av overgangstemperaturen av SMA materialet brukt for SMA vaierne 30.

Siden styringsenheten 78 kan være i stand til å regulere strømmen levert til SMA vaierne 30, er den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 ikke begrenset til konstant trykkytelse. Kraftytelsen av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 kan dessuten bli justert uten behovet for pumper eller ventiler, noe som blant annet øker fleksibiliteten av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 12 videre.

De viste utførelsesformene kan dessuten bli utvidet til å inkludere andre typer SMA-drevne drivverk konfigurert for å drive ulike mineralutvinningskomponenter. For eksempel er FIG. 6 en eksempelvis utførelsesform av et SMA-drevet drivverk 84 som kan bli brukt for å drive en mineralutvinningskomponent 86. En krafttilførsel 88, lignende krafttilførselen 76 illustrert i FIG. 5, kan være koplet til det SMA-drevne drivverket 84 og en styringsenhet 90, lignende styringsenheten 78 illustrert i FIG. 5, kan være konfigurert for å regulere kraften av det SMA-drevne drivverket 84 for å kontrollere en kraft generert ved det SMA-drevne drivverket 84 og sensor 92, lignende sensor 80 i FIG. 5, kan være koplet til mineralutvinningskomponenten 86 eller mellom mineralutvinningskomponenten 86 og det SMA-drevne drivverket 84. Som beskrevet over, kan kraften generert ved det SMA-drevne drivverket 84 være syklisk basert på utøvelsen av strøm fra krafttilførselen

88 til det SMA-drevne drivverket 84. Generelt kan det SMA-drevne drivverket 84 operere ved noe lavere frekvenser men kan, avhengig av den spesielle designen, være i stand til å generere høye krefter. For eksempel, i visse utførelsesformer, kan mineralutvinningskomponenten 86 være en fluidpumpe konfigurert til å bli drevet ved det SMA-drevne drivverket 84. Andre typer mineralutvinningskomponenter 86 som kan bli drevet ved det SMA-drevne drivverket 84 kan inkludere, men er ikke begrenset til, pumper, kompressorer, ventiler, akkumulatorer og så videre. I tillegg, kan andre typer utstyr, andre enn mineralutvinningsutstyr, også bli drevet ved det SMA-drevne drivverket 84 ved anvendelse av de viste teknikkene.

FIG. 7 er et perspektivriss av en annen utførelsesform av en SMA-drevet hydraulisk akkumulator 100 som har perforerte aktueringsplater, vaierledeanordninger og vaierklemmer. Som illustrert inkluderer den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 100 mange SMA vaiere 102 som strekker seg mellom en perforert topp aktueringsplate 104 og en perforert bunn aktueringsplate 106. Topp- og bunnplatene 104 og 106 er perforert med mange vaieråpninger 105 og 107, som fører SMA vaierne 102 frem og tilbake gjennom de respektive platene 104 og 106. Vaieråpningene 105 og 107 er konfigurert for å opprettholde en ønsket romlig avstand og innordning av SMA vaierne 102 mellom platene 104 og 106. I visse utførelsesformer kan en enkelt SMA vaier 102 sno seg frem og tilbake mellom topp- og bunnplatene 104 og 106. I den illustrerte utførelsesformen, snor imidlertid én SMA vaier 102 seg frem og tilbake mellom topp- og bunnplatene 104 og 106 for hvert sirkulære arrangement av vaieråpninger 105 og 107. Således inkluderer den illustrerte utførelsesformen en rekke SMA vaiere 102 for de fem konsentriske sirkulære arrangementer av SMA vaiere 102 som snor seg frem og tilbake mellom topp- og bunnplatene 104 og 106 (dvs. én SMA vaier 102 per sirkulære arrangement). Andre utførelsesformer kan inkludere flere eller færre sirkulære arrangementer av SMA vaiere 102. I tillegg, i videre utførelsesformer, kan SMA vaierne 102 være konfigurert i arrangementer av andre typer av innesluttete fasonger eller polygoner, så som kvadrater, rektangler, triangler, etc., så vel som andre typer arrangementer, så som Z-formede eller M-formede arrangementer, som ikke nødvendigvis danner en innesluttet fasong.

Ved topplaten 104 og bunnplaten 106, inkluderer akkumulatoren 100 mange isolerende vaierledeanordninger 108 for å gradvis vende SMA vaierne 102 inn og ut av vaieråpningene 105 og 107. Som diskutert under kan de isolerende

vaierledeanordningene 108 ha en krummet vei, så som en U-formet vei, som gradvis bøyer SMA vaieren 102 over en krumning på omtrent 180 grader. På denne måten, muliggjør de isolerende vaierledeanordningene 108 at SMA vaieren 102 strekker seg frem og tilbake flere ganger mellom topp- og bunnplatene 104 og 106, snarere enn å kreve et par av vaierklemmer ved motsatte ender av hver individuelle runde av SMA vaieren 102 mellom platene 104 og 106. For eksempel kan den illustrerte utførelsesformen inkludere ett par av vaierklemmer ved motsatte ender av hver SMA vaier 102 som definerer ett av de sirkulære arrangementer av SMA vaiere 102, mens de isolerende vaierledeanordningene 108 blir brukt mellom de motsatte endene av SMA vaieren 102.

I utførelsesformen ifølge FIG. 7, kan toppplaten 104 flyttes mens bunnplaten 106 forblir stasjonær. Spesielt er bunnplaten 106 fiksert til en grunnplate 110. Som diskutert under, blir et stempel i en stempel-sylinder sammenstilling drevet ved et hydraulisk og/eller hydrostatisk trykk av fluid, som derved driver platene 104 og 106 til å ekspandere bort fra hverandre på en måte som strekker SMA vaierne 102. Ettersom en elektrisk strøm begynner å strømme gjennom SMA vaierne 102, øker imidlertid temperaturen innen SMA vaierne 102 inntil den overstiger overgangstemperaturen for SMA materialet. Etter å ha oversteget overgangstemperaturen av SMA vaierne 102, kan SMA vaierne 102 begynne å trekke seg sammen mot deres forhåndsbestemte fasong og forårsake at topp- og bunnplatene 104 og 106 flytter seg mot hverandre. På denne måten driver sammentrekningsbevegelsen av platene 104 og 106 stampelet i stempel-sylinder sammenstillingen mot fluidtrykket.

FIG. 8 er et snittperspektivriiss av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 100 ifølge FIG. 7, som illustrerer en andel av SMA vaierne 102 fjernet for å vise interne detaljer. Som illustrert inkluderer akkumulatoren 100 en stempel-sylindersammenstilling 112 som har et stempel 111 plassert i en sylinder 113, og en forbindende stang-sammenstilling 115 koplet til stempel-sylinder sammenstillingen 112. Stempel-sylinder sammenstillingen 113 er koplet til bunnplaten 106, mens den forbindende stang sammenstillingen 115 er koplet til stempelet 111 og toppplaten 104. I den illustrerte utførelsesformen, inkluderer den forbindende stang sammenstillingen 115 en øvre forbindende stang 114 og en nedre forbindende stang 116 koplet sammen via en spennmutter 118. Likeledes, er den nedre forbindende stangen 116 koplet til stempelet 111 via en spennmutter 120. Den illustrerte

akkumulatoren 100 inkluderer også øvre og nedre avstandsstykkkestenger 122, avstandsstykkeplater 124 og 126 (FIG. 9), og en stempel-sylinder basis 128. Stempel-sylinderbasisen 128 fester stempel-sylinder sammenstillingen 112 til bunnplaten 106 via bolter 130.

5 Som diskutert under vil topplaten 104, den forbindende stang sammenstillingen 115 og stempelet 111 flytte seg sammen som respons til en fluidtrykkendring i cylinderen 113 og/eller en temperaturendring av SMA vaierne 102 tilstrekkelig til å trekke sammen SMA vaierne 102. I løpet av denne bevegelsen, er avstandsstykkkestengene 122 og avstandsstykkeplatene 124 og 126 fiksert i forhold
10 til bunnplaten 106 og cylinderen 113 av stempel-sylinder sammenstillingen 112, mens de også fører og begrenser et omfang av bevegelse av topplaten 104, den forbindende stang sammenstillingen 115 og stempelet 111. For eksempel støtter avstandsstykkkestengene 122 avstandsstykkeplatene 124 og 126 i stabile posisjoner i forhold til bunnplaten 106 og cylinderen 113, mens avstandsstykkeplatene
15 124 og 126 muliggjør passasje av den forbindende stang sammenstillingen 115. Ettersom den forbindende stang sammenstillingen 115 passerer gjennom avstandsstykkeplatene 124 og 126, er den forbindende stang sammenstillingen 115 generelt begrenset til bevegelse til en aksial retning. Som diskutert under, begrenser avstandsstykkkestengene 122 og avstandsstykkeplaten 126 aksial bevegelse
20 av topplaten 104 rettet innover mot bunnplaten 106. Avstandsstykkkestengene 122 (eller forlengelser) strekker seg imidlertid også gjennom topplaten 104, og muliggjør bevegelse av topplaten 104. Ettersom avstandsstykkkestengene 122 (eller forlengelser) passerer gjennom topplaten 104, er topplaten 104 generelt begrenset til bevegelse til en aksial retning. Drift av akkumulatoren 100 er diskutert i videre detalj under.
25

FIG. 9 er et tverrsnittsriss av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 100 ifølge FIG. 7, som illustrerer to av de fem sirkulære arrangementene av SMA vaiere 102 som strekker seg mellom platene 104 og 106. Som illustrert strekker SMA vaierne 102 seg oppover gjennom vaieråpningene 105 i topplaten 104, strekker seg langs en krumning av vaierledeanordningene 108, og strekker seg så nedover gjennom vaieråpningene 105 i topplaten 104 mot bunnplaten 106. Ved bunnplaten 106, strekker SMA vaierne 102 seg nedover gjennom vaieråpningene 107 i bunnplaten 106, strekker seg langs en krumning av vaierledeanordningene 108, og strekker seg så oppover gjennom vaieråpningene 107 i bunnplaten 106 mot
30

topplaten 104. I visse utførelsesformer kan akkumulatoren 100 inkludere en enslig kontinuerlig SMA vaier 102 (eller bunt av SMA vaiere) som snor seg oppover og nedover mellom topp- og bunnplatene 104 og 106 gjennom alle vaieråpningene 105 og 107 og assosierte vaierledeanordninger 108. I den illustrerte utførelsesfor-
5 men, kan imidlertid akkumulatoren 100 inkludere en kontinuerlig SMA vaier 102 (eller bunt av SMA vaiere) for hvert sirkulære arrangement av vaieråpninger 105 og 106 og assosierte vaierledeanordninger 108 i topp- og bunnplatene 104 og 106. Ved motsatte ender av hver SMA vaier 102 (eller bunt av SMA vaiere), inkluderer akkumulatoren 100 en vaierklemme.

10 I drift flytter topplaten 104 seg som svar til fluidtrykk i stempel-sylinder sammenstillingen 112 og/eller sammentrekning av SMA vaierne 102. Således flytter topplaten 104 seg med den forbindende stang sammenstillingen 115 og stempelet 111, mens avstandsstykkestengene 122 og avstandsstykkeplater 124 og 126 støtter og leder topplaten 104, stangsammenstilling 115 og stempel 111 for å sikre li-
15 neær bevegelse parallelt til SMA vaierne 102. For eksempel, inkluderer topplaten 104 stangåpninger 132 for å muliggjøre passasje av innordningsstenger 134 koplet til avstandsstykkestengene 122. Topplaten 104 inkluderer også hylser eller opplagringer 136 montert i stangåpningene 132 rundt innordningsstengene 134. De illustrerte opplagringene 136 er ringformede opplagringer med en sirkulær
20 flens eller rand 138 montert langs en toppoverflate 140 av topplaten 104. For eksempel, kan bolter strekke seg gjennom randen 138 inn i topplaten 104 for å feste opplagringene 136 til topplaten 104.

I den illustrerte utførelsesformen, forbindes innordningsstengene 134 til de øvre avstandsstykkestengene 122 via åpninger 142 i den øvre avstandsstykkeplaten 124 og åpninger 144 i en toppandel 148 av avstandsstykkestengene 122. Inn-
25 ordningsstengene 134 inkluderer også en sirkulær flens eller rand 146 for å holde den øvre avstandsstykkeplaten 124 mot de øvre avstandsstykkestengene 122. For eksempel kan innordningsstengene 134 trø seg inn i åpningene 144 for å trekke randen 146 nedover mot den øvre avstandsstykkeplaten 124 for å på komprimerende måte holde den øvre avstandsstykkeplaten 124 mellom randen 145 og
30 toppandelen 148 av de øvre avstandsstykkestengene 122. Som diskutert i videre detalj under, vil den øvre avstandsstykkeplaten 124 omgi og lede bevegelse av den forbindende stang sammenstillingen 115, og tilveiebringer derved støtte for den aksiale bevegelsen av topplaten 104, den forbindende stang

sammenstillingen 115 og stampelet 111. Randen 146 og/eller den øvre avstandsstykkeplaten 124 kan også tjene som et aksialt stopp for å begrense aksial bevegelse av topplaten 104 nedover mot bunnplaten 106 i løpet av sammentrekning av SMA vaierne 102.

5 De øvre og nedre avstandsstykkekestengene 122 er koplet sammen omkring den nedre avstandsstykkeplaten 126 via bolter 152 (f.eks. gjengede bolter). For eksempel kan boltene 152 strekke seg gjennom den nedre avstandsstykkeplaten 126 via åpninger 156, og træs inn i åpninger 156 og 158 (f.eks. gjengede seter) i de øvre og nedre avstandsstykkekestengene 122. Ettersom boltene 152 træs inn i 10 åpningene 156 og 158, vil de øvre og nedre avstandsstykkekestengene 122 på komprimerende måte holde den nedre avstandsstykkeplaten 126 i posisjon omkring den forbindende stang sammenstillingen 115. Som diskutert i videre detalj under, vil den nedre avstandsstykkeplaten 126 omgi og lede bevegelse av den forbindende stang sammenstillingen 115, og derved tilveiebringe støtte for den aksi- 15 ale bevegelsen av topplaten 104, den forbindende stang sammenstillingen 115 og stampelet 111.

De nedre avstandsstykkekestengene 122 er koplet til sylinderbasisen 128 av stempel-sylinder sammenstilling 112 via bolter 160. De illustrerte boltene 160 strekker seg gjennom sylinderbasisen 128, bunnplaten 106 og avstandsstykker 20 162, mens de også koples til de nedre avstandsstykkekestengene 122 og grunnplaten 110. For eksempel kan boltene 160 træs inn i de nedre avstandsstykkekestengene 122, mens de knyttes fiksert (f.eks. sveis) til grunnplaten 110. På denne måten holder boltene 160 sikkert avstandsstykkekestengene 122, stempel-sylinder sammenstillingen 112, bunnplaten 106 og grunnplaten 110 i en fiksert eller stasjonær posisjon i forhold til hverandre. Som et resultat, holder avstandsstykkekestengene 122 sikkert avstandsstykkeplatene 124 og 126 omkring den forbindende stang sammenstillingen 115, og avstandsstykkekestengene 122 holder sikkert innordningsstengene 134 i stangåpningene 132 gjennom topplaten 104. 25

Innordningsstengene 134, de øvre og nedre avstandsstykkekestengene 122, 30 og avstandsstykkeplatene 124 og 126 vil sammenvirkende støtte og innordne den forbindende stang sammenstillingen 115 og topplaten 104, og derved begrense bevegelse til den lineære/aksiale retningen parallelt til SMA vaierne 102. Den nedre forbindende stangen 116 er koplet til en stempelstang 164 av stampelet 111 via spennmutteren 120. For eksempel kan spennmutteren 120 inkludere gjenger

166 koplet til sammenpassende gjenger på stengene 116 og 164. Den nedre forbindende stangen 116 strekker seg gjennom en åpning 168, som inkluderer en hylse eller lager 170, i den nedre avstandsstykkeplaten 126. Det illustrerte lageret 170 er et ringformet lager med en sirkulær flens eller rand 172 montert langs en toppoverflate 174 av den nedre avstandsstykkeplaten 126. For eksempel, kan bolter strekke seg gjennom randen 172 inn i den nedre avstandsstykkeplaten 126 for å feste lageret 170 til den nedre avstandsstykkeplaten 126. De øvre og nedre forbindende stenger 114 og 116 er koplet sammen (f.eks. via gjenger 175) ved spennmutteren 118. Ved den øvre avstandsstykkeplaten 124, strekker den øvre forbindende stangen 114 seg gjennom en åpning 176, som inkluderer en hylse eller lager 178. Det illustrerte lageret 178 er et ringformet lager med en sirkulær flens eller rand 180 montert langs en toppoverflate 182 av den øvre avstandsstykkeplaten 124. For eksempel kan bolter strekke seg gjennom randen 180 inn i den øvre avstandsstykkeplaten 124 for å feste lageret 178 til den øvre avstandsstykkeplaten 124. Den øvre forbindende stangen 114 er koplet til topplaten 104 via en festeanordning, så som en bolt 184, som træs inn i åpninger 186 og 188 i stangen 114 og plate 104. Topplaten 104 inkluderer også en bunnoverflate 190 som har en motboring 192 for å motta den øvre forbindende stangen 114, og derved tilveiebringe innordning og lateral støtte for forbindelsen mellom stangen 114, plate 104 og bolt 104.

I drift kan stampelet 111, den forbindende stang sammenstillingen 115, og topplaten 104 flytte seg lineært bort (retning 196) fra bunnplaten 106 som svar til fluidtrykk i stempel-sylinder sammenstillingen 112, mens stampelet 111, den forbindende stang sammenstillingen 115 og topplaten 104 kan flytte seg lineært mot (retning 194) bunnplaten 106 som svar til elektrisk strøm som strømmer gjennom SMA vaierne 102. Som diskutert over, øker den elektriske strømmen som strømmer gjennom SMA vaierne 102 gradvis temperaturen av SMA vaierne 102 inntil temperaturen overstiger SMA overgangstemperaturen, og forårsaker derved sammentrekning av SMA vaierne 102 og således bevegelse av topplaten 104 mot (retning 194) bunnplaten 106. Etter å ha redusert eller fjernet den elektriske strømmen, vil SMA vaierne 120 sine temperaturer avta og utøvet eksternt fluidtrykk vil ekspandere/strekke SMA, og derved tillate at topplaten 104 flytter seg bort fra bunnplaten 106. I løpet av bevegelse i de nedadrettede og oppadrettede retningene 194 og 196, blir den forbindende stang sammenstillingen 115 ledet ved

opplagringene 170 og 178 i avstandsstykkeplatene 124 og 126, og topplaten 104 blir ledet ved opplagringene 136 rundt innordningsstengene 134. Dessuten opprettholder vaieråpningene 105 og 107 i topp- og bunnplatene 104 og 106 innordning og romlig avstand mellom SMA vaierne 102, vaierledeanordningene 108 opprettholder en gradvis bøyning av SMA vaierne 102 mellom tilgrensende vaieråpninger 105 og 107, og vaierklemmene fester SMA vaierne 102.

FIG. 10 er et delvis perspektivriiss av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 100 ifølge FIG. 7 tatt innen linje 10-10, som illustrerer detaljer av de isolerende vaierledeanordningene 108. Som illustrert strekker SMA vaierne 102 seg langs en krummet vei 200 av de isolerende vaierledeanordningene 108 mellom tilgrensende vaieråpninger 105 i topplaten 104. Den krummede veien 200 av vaierledeanordningene 108 er konfigurert for å redusere spenning på SMA vaieren 102, mens den også muliggjør anvendelse av en kontinuerlig SMA vaier 102 over mange vaieråpninger 105 og 107 snarere enn en atskilt SMA vaier 102 med en vaierklemme ved hver individuelle vaieråpning 105 eller 107. For eksempel kan den krummede veien 200 være en halvsirkelformet eller U-formet vei, hvori SMA vaieren 102 er forsenket innen vaierledeanordningen 108. Således tilveiebringer den krummede veien 200 lateral støtte for SMA vaieren 102.

Vaieråpningene 105 og 107, i samarbeid med vaierledeanordningene 108, opprettholder den romlige avstanden og orienteringen av SMA vaierne 102 mellom topp- og bunnplatene 104 og 106. Som illustrert i FIG. 10, er de isolerende vaierledeanordningene 108 arrangert i konsentriske sirkulære arrangementer 202, 204, 206, 208 og 210 på den illustrerte topplaten 104 så vel som bunnplaten 106. I den illustrerte utførelsesformen, har hvert sirkulære arrangement 202, 204, 206, 208 og 210 en kontinuerlig SMA vaier 102 (eller bunt av SMA vaiere) som snor seg frem og tilbake mellom topp- og bunnplatene 104 og 106. Som et resultat har den illustrerte utførelsesformen flere kontinuerlige SMA vaiere 102 som tilsvarer de fem sirkulære arrangementene 202, 204, 206, 208 og 210. I visse utførelsesformer kan en enslig SMA vaier 102 (eller bunt av SMA vaiere) sno seg frem og tilbake mellom topp- og bunnplatene 104 og 106 for alle vaieråpningene 105 og 107. Imidlertid kan vaieråpningene 105 og 107 være arrangert med et hvilket som helst antall konsentrisk sirkulære arrangementer (f.eks. 1 til 10) eller andre mønstre.

FIG. 11 er et perspektivriiss av en utførelsesform av topplaten 104 av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 100 ifølge FIG. 7, som illustrerer én

vaierledeanordning 108 vist i oppløste deler fra et par av vaieråpninger 105. Topplaten 104 er perforert med mange åpninger 105, 132, 188 og 220 med forskjellig størrelse som strekker seg mellom topp- og bunnoverflatene 140 og 190. Vaieråpningene 105 muliggjør passasje av SMA vaierne 102. Stangåpningene 132 muliggjør passasje av innordningsstengene 134. Åpningen 188 muliggjør passasje av bolten 184 inn i den øvre forbindende stangen 114. Åpningene 220 muliggjør passasje av festeanordninger for å feste opplagringene 136 til topplaten 104. For eksempel, kan bolter eller andre gjengede festeanordninger strekke seg gjennom randene 138 av opplagringene 136 inn i gjengede åpninger 220.

Som illustrert i FIG. 11 inkluderer vaierledeanordningen 108 et ledeanordningslegeme 222 og et par av isolerende mansjetter eller avstandsstykker 224. Ledeanordningslegemet 222 inkluderer den krummede veien 200, som kan være forsenket inn i legemet 222. De isolerende avstandsstykkene 224 er anbrakt på motsatte ender av den krummede veien 200 i innordning med tilgrensende vaieråpninger 105 i topplaten 104. I den illustrerte utførelsesformen, er de isolerende avstandsstykkene 224 hule sylindriske strukturer dannet av et isolerende materiale (f.eks. termisk og/eller elektrisk isolerende materiale), hvori en ytre diameter av avstandsstykkene 224 har størrelse så de passer innen vaieråpningene 105 og en indre diameter av avstandsstykkene 224 har størrelse til å slippe SMA vaieren 102 gjennom. Følgelig kan de isolerende avstandsstykkene 224 bli satt sikkert inn i vaieråpningene 105 for å elektrisk og/eller termisk isolere SMA vaierne 102 fra topplaten 104. Likeledes kan de isolerende avstandsstykkene 224 bli satt sikkert inn i vaieråpningene 107 for å elektrisk og/eller termisk isolere SMA vaierne 102 fra bunnplaten 106. I visse utførelsesformer kan de isolerende avstandsstykkene 224 bli festet til vaieråpningene 105 og 107 via en gjenget grenseflate, et klebemiddel, en inngreps- (interference) eller presspasning, eller en annen egnet forbindelse.

Selv om det illustrerte ledeanordningslegeme 222 er en uavhengig struktur, kan noen utførelsesformer integrere mange ledeanordningslegemer 222 med topplaten 104, bunnplaten 106 og/eller avstandsstykkene 224. For eksempel kan platene 104 og 106 være støpt og/eller maskinert for å inkludere mange vaieråpninger 105 og 107 og assosierte ledeanordningslegemer 222. Ledeanordningslegemene 222 kan være forsenket inn i platene 104 og 106, eller

ledaanordningslegemene 222 kan stikke frem fra platene 104 og 106. En hvilken som helst egnet konstruksjon er imidlertid innen omfanget av den viste akkumulatoren 100.

Likeledes, selv om de illustrerte avstandsstykkene 224 er uavhengige strukturer, kan noen utførelsesformer integrere de isolerende avstandsstykkene 224 med SMA vaierne 102, toppplaten 104, bunnplaten 106 eller ledeaanordningslegemet 222. For eksempel kan et isolerende belegg bli påført til SMA vaierne 102, toppplaten 104 og/eller bunnplaten 106. Det isolerende belegget kan være begrenset til vaieråpningene 105 og 107, eller kan strekke seg inn på andre områder av SMA vaierne 102, toppplaten 104, bunnplaten 106 eller ledeaanordningslegemet 222. I én utførelsesform kan hver SMA vaier 102 inkludere en isolerende mansjett eller belegg langs en hel lengde av SMA vaieren 102. I en annen utførelsesform, kan topp- og bunnplatene 104 og 106 være fullstendig belagt med et isolerende materiale. Ved videre eksempel, kan vaierledaanordningen 108 være en én-delsstruktur som inkluderer ledeaanordningslegemet 222 og avstandsstykkene 224, hvori én-dels-strukturen er fullstendig dannet av eller belagt med et elektrisk isolerende materiale.

I den illustrerte utførelsesformen, har topp- og bunnplatene 104 og 106 sirkulær fasong. I noen utførelsesformer, kan topp- og bunnplatene 104 og 106 ha ikke-sirkulære fasonger, så som ovale, rektangulære, triangulære, heksagonale eller andre egnede fasonger. Topp- og bunnplatene 104 og 106 kan også ha en rekke mønstre eller fordelinger av vaieråpninger 105 og 107, som kan være basert i det minste delvis på fasongen av platene 104 og 106. For eksempel, har de illustrerte sirkulære platene 104 og 106 de konsentriske sirkulære arrangementer 202, 204, 206, 208 og 210 av vaieråpninger 105 og 107. I motsetning kan rektangulært formede plater 104 og 106 ha lineære rader og kolonner av vaieråpninger 105 og 107.

FIG. 12 er en eksempelvis utførelsesform av vaierledaanordningen 108. Vaierledaanordningen 108 inkluderer, som illustrert, ledeaanordningslegemet 222 og paret av isolerende avstandsstykker 224. Ledeanordningslegemet 222 har en flat bunnoverflate 240 og en krummet toppoverflate 242, som inkluderer den krummede veien 200 forsenket for å definere en krummet rille 244 (f.eks. U-formet rille). Den krummede rillen 244 har en bredde W som har størrelse til å passe med SMA vaieren 102. Den krummede overflaten 242 definerer en krumningsradius R ,

som kan være valgt basert på den romlige avstanden mellom tilgrensende vaier-
 åpninger 105 eller 107, diameteren av SMA vaieren 102, og andre hensyn. Krum-
 ningsradien R kan være konfigurert for å redusere spenning i SMA vaierne 102,
 mens en også muliggjør anvendelse av en kontinuerlig lengde av SMA vaier 102
 5 over flere vaieråpninger 105 og 107.

Som illustrert har de isolerende avstandsstykkene 224 en sylindrisk ytre
 overflate 246, en ring-formet toppoverflate 248, en ring-formet bunnoverflate 250
 og en vaierpassasje 252 som strekker seg mellom overflater 248 og 250. Vaier-
 passasjen 252 kan ha størrelse lik eller større enn diameteren av SMA vaieren
 10 102. De isolerende avstandsstykkene 224 innordner generelt vaierpassasjene 252
 med motsatte ender av den krummede rillen 244 av ledeanordningslegemet 222,
 og definerer derved en U-formet vei gjennom platene 104 og 106 fra én side til en
 annen. De illustrerte avstandsstykkene 224 kan ha en slett sylindrisk ytre overflate
 246 konfigurert til å passe løst eller presspasses fast inn i vaieråpningene 105 og
 15 107. Den sylindriske ytre overflaten 246 av avstandsstykkene 224 kan imidlertid
 inkludere overflateruhet, gjenger eller en avsmalning for å tilveiebringe sikrere
 montering i vaieråpningene 105 og 107. I visse utførelsesformer kan avstandsstykk-
 ene 224 strekke seg delvis eller fullstendig (f.eks. 25 til 100 prosent) gjennom
 vaieråpningene 105 og 107. Avstandsstykkene 224 kan imidlertid forbli i tett nær-
 20 het, eller i kontakt med, ledeanordningslegemene 222 av vaierledeanordningene
 108.

Vaierledeanordningen 108 kan være dannet minst delvis eller hovedsakelig
 av metall, keramikk, plast eller en kombinasjon derav. For eksempel kan ledean-
 ordningslegemet 222 og avstandsstykker 224 være dannet av stål med et isole-
 25 rende belegg. Ved videre eksempel kan ledeanordningslegemet 222 og avstands-
 stykker 224 være dannet fullstendig av et isolerende materiale, så som en plast el-
 ler keramikk. Det isolerende materialet kan være valgt for å tilveiebringe elektrisk
 isolasjon og termisk isolasjon tilstrekkelig for SMA materialene brukt for SMA
 vaierne 102.

FIG. 13 er et delvis perspektivriiss av en utførelsesform av den SMA-drevne
 30 hydrauliske akkumulatoren 100 ifølge FIG. 7 tatt innen linje 13-13, som illustrerer
 detaljer av vaierklemmer 260. Som illustrert, er vaierklemmene 260 koplet til mot-
 satt ende andeler 262 og 264 av SMA vaieren 102 (f.eks. kontinuerlig SMA vaier) i
 det sirkulære arrangementet 210. Med andre ord representerer den illustrerte SMA

vaieren 102 en enslig kontinuerlig SMA vaier 102 som snor seg frem og tilbake mellom topp- og bunnplatene 104 og 106 inntil det er fullført en fullstendig sirkel (eller et hvilket som helst annet passende konfigurert fasong-arrangement) som indikert ved motsatt ende andelene 262 og 264. I den illustrerte utførelsesformen, blir det brukt et par vaierklemmer 260 for å feste motsatt ende andelene 262 og 264 av hver SMA vaier 102 brukt i ett av de konsentriske sirkulære arrangementene 202, 204, 206, 208 og 210. I andre utførelsesformer kan det bli brukt et større eller mindre antall av klemmer 260 avhengig av mønsteret av vaieråpninger 105 og 107, og antallet SMA vaier 102 brukt for å sno seg frem og tilbake mellom disse åpningene 105 og 107.

FIG. 14 er et perspektivriiss av en utførelsesform av bunnplaten 106 av den SMA-drevne hydrauliske akkumulatoren 100 ifølge FIG. 7, som illustrerer en vaierledeanordning 108 og en vaierklemme 260 vist i oppløste deler fra vaieråpninger 107 i bunnplaten 106. Bunnplaten 106 er perforert med mange åpninger 107, 274 og 276 med forskjellig størrelse som strekker seg mellom topp og bunnoverflater 270 og 272. Vaieråpningene 107 muliggjør passasje av SMA vaierne 102. Åpningene 274 muliggjør passasje av boltene 160. Åpningen 276 muliggjør passasje av boltene for å feste stempel-sylinder sammenstillingen 112 til bunnplaten 106. Åpningene 220 muliggjør passasje av festeanordninger for å feste opplagringene 136 til bunnplaten 106. For eksempel kan bolter eller andre gjengede festeanordninger strekke seg gjennom randene 138 av opplagringene 136 inn i gjengede åpninger 220. Som videre illustrert, er vaierledeanordningen 108 innordnet med et par av vaieråpninger 107 i bunnplaten 106, lignende innordningen med vaieråpninger 105 i topplaten 104 som vist i FIG. 11. Likeledes er vaierklemmen 260 innordnet med en vaieråpning 107 i bunnplaten 106, lignende innordningen med vaieråpningen 105 i topplaten 104 som vist i FIG. 13.

FIG. 15, 16 og 17 illustrerer en utførelsesform av vaierklemmen 260 av FIG. 13 og 14. FIG. 15 er et perspektivriiss av en utførelsesform av vaierklemmen 260, som illustrerer motsatte vaierklemmeplater 280, bolter eller festeanordninger 282 som strekker seg gjennom vaierklemmeplatene 280, og et isolerende avstandsstykke eller mansjett 284. Det isolerende avstandsstykket 284 er konfigurert for å romlig atskille vaierklemmeplatene 280 og boltene 282 ved en forskyvning bort fra topp- og bunnplatene 104 og 106, og derved elektrisk og termisk isolere vaierklemmeplatene 280 og boltene 282 fra platene 104 og 106. Avstandsstykket 284

har en sylindrisk ytre overflate 286, en vaierpassasje 288, en ring-formet toppoverflate 290 og en ring-formet bunnoverflate 292. Som diskutert under, ruter vaierpassasjen 288 SMA vaieren 102 i mellom de motsatte vaierklemmeplatene 280, som blir presset sammen omkring SMA vaieren 102 via boltene 282.

5 FIG. 16 er et perspektivriiss av en utførelsesform av én av vaierklemmeplatene 280 ifølge FIG. 15. Klemmeplaten 280 har en frontflate 294, en bakre flate 296 og et par av åpninger 298 som strekker seg mellom flatene 294 og 296. Åpningene 298 er konfigurert for å motta boltene 282. Klemmeplaten 280 har også en toppoverflate 300, en bunnoverflate 302 og en rille 304 som strekker seg langs
10 flaten 294 fra toppoverflaten 300 til bunnoverflaten 302. Rillen 304 er innordnet med vaierpassasjen 288 av avstandsstykket 284, slik at den kan motta SMA vaieren 102. I visse utførelsesformer kan rillen 304 ha størrelse mindre enn (f.eks. 50 til 90 prosent av) radien av SMA vaieren 102.

 FIG. 17 er et toppriss av en utførelsesform av vaierklemmen 260 ifølge FIG.
15 15. Som illustrert, er vaierpassasjen 288 av avstandsstykket 284 innordnet med rillene 304 i de motsatte vaierklemmeplatene 280, og boltene 282 strekker seg gjennom åpningene 298 i de motsatte vaierklemmeplatene 280. I den illustrerte utførelsesformen, inkluderer boltene 282 gjenger 306 for å samsvare med gjenger i minst den distale vaierklemmeplaten 280, og muliggjør derved at bolten 282 presser
20 sammen platene 280 mot hverandre omkring SMA vaieren 102. I drift, kan boltene 282 bli løsnet for å separere vaierklemmeplatene 280, og således utvide gapet mellom rillene 304. SMA vaieren 102 kan så bli satt inn gjennom vaierpassasjen 288 av avstandsstykket 284 inn i rommet mellom rillene 304. Til slutt, kan boltene 282 bli strammet for å komprimere vaierklemmeplatene 280 omkring SMA vaieren
25 102.

 Vaierklemmen 260 kan være dannet minst delvis eller hovedsakelig av metall, keramikk, plast eller en kombinasjon derav. For eksempel kan klemmeplatene 280, boltene 282 og avstandsstykket 284 være dannet av stål med et isolerende belegg. Ved videre eksempel, kan klemmeplatene 280, boltene 282 og avstandsstykket 284 være dannet fullstendig av et isolerende materiale, så som en plast eller keramikk. Imidlertid, i den illustrerte utførelsesformen, kan avstandsstykket 284 være dannet av et isolerende materiale, mens klemmeplatene 280 og boltene 282 kan være dannet av et metall eller ikke-isolerende materiale. I visse utførelsesformer kan SMA vaieren 102 være belagt eller innhyllet med et isolerende materiale.

Det isolerende materialet kan være valgt for å tilveiebringe elektrisk isolasjon og termisk isolasjon tilstrekkelig for SMA materialene brukt for SMA vakerne 102.

5 Selv om oppfinnelsen kan være utsatt for ulike modifikasjoner og alternative former, har spesifikke utførelsesformer blitt vist ved hjelp av eksempel i tegningene og har blitt beskrevet i detalj heri. Det skulle imidlertid bli forstått at oppfinnelsen ikke er tenkt å være begrenset til de spesielle viste formene. Snarere skal oppfinnelsen dekke alle modifikasjoner, ekvivalenter og alternativer som faller innen omfanget av oppfinnelsen som definert ved de følgende vedlagte kravene.

P a t e n t k r a v

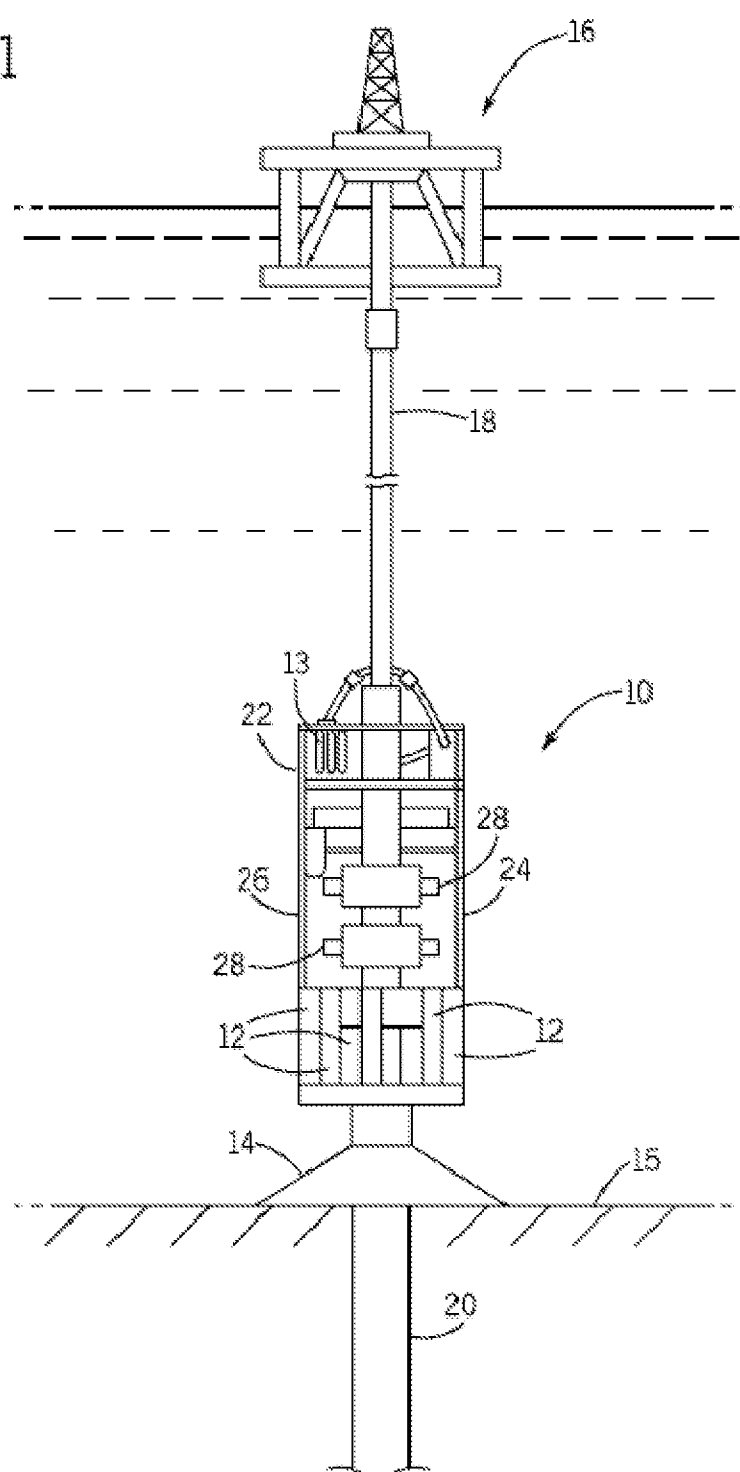
1. System, som omfatter:
en akkumulator (12, 100) konfigurert til å lagre hydraulikkfluid for å operere
5 undervannsutstyr, k a r a k t e r i s e r t v e d at akkumulatoren omfatter:
en trykkutjevningsanordning konfigurert til å trykbalansere akkumu-
latoren i et undervannsmiljø;
et stempel (56,111);
en første plate (104);
10 en andre plate (106) koblet til stempelet som er posisjonert ved en
forskyvning fra den første platen (104), og den andre platen (106) kan beve-
ges i forhold til den første platen (104) for å regulere et fluidtrykk med stem-
pelet; og
et mangfold av formminnelegeringsvære (102) som strekker seg
15 mellom de første og andre platene; og
en styringsenhet (78) med en minneanordning og instruksjoner, hvori
styringsenheten (78) justerer en tilførsel av elektrisk strøm gjennom mang-
foldet av formminnelegeringsværene (102) basert minst delvis på en måling
fålt fra akkumulatoren.
20
2. System ifølge krav 1, hvori den første platen (104) omfatter et første mang-
fold av hull (105) omfattende et første sirkulært mønster av hull, og den andre pla-
ten (106) omfatter et andre mangfold av hull (107) omfattende et andre sirkulært
mønster av hull.
25
3. System ifølge krav 2, hvori det første sirkulære mønsteret av hull omfatter
et første mangfold av konsentriske ringer av hull, og det andre sirkulære mønste-
ret av hull omfatter et andre mangfold av konsentriske ringer av hull.
- 30 4. System ifølge krav 3, hvori det første mangfoldet av konsentriske ringer av
hull omfatter minst tre konsentriske ringer av hull, og det andre mangfoldet av kon-
sentriske ringer av hull omfatter minst tre konsentriske ringer av hull.

5. System ifølge krav 1, hvori mangfoldet av formminnelegeringsvaiere (102) omfatter en første formminnelegeringsvaier som snor seg frem og tilbake mellom de første og andre platene, og den første formminnelegeringsvaieren strekker seg gjennom en første ring av hull i den første platen (104) og en andre ring av hull i den andre platen (106).
6. System ifølge krav 5, hvori mangfoldet av formminnelegeringsvaiere (102) omfatter en andre formminnelegeringsvaier som snor seg frem og tilbake mellom de første og andre platene, og den andre formminnelegeringsvaieren strekker seg gjennom en tredje ring av hull i den første platen (104) og en fjerde ring av hull i den andre platen (106).
7. System ifølge krav 1, som omfatter et første isolerende materiale mellom den første platen (104) og mangfoldet av formminnelegeringsvaiere (102), og et andre isolerende materiale mellom den andre platen (106) og mangfoldet av formminnelegeringsvaiere (102).
8. System ifølge krav 7, hvori det første isolerende materialet omfatter et første mangfold av isolerende mansjetter (224) anbrakt i det første mangfoldet av hull (105), og det andre isolerende materialet omfatter et andre mangfold av isolerende mansjetter (224) anbrakt i det andre mangfoldet av hull (107).
9. System ifølge krav 7, hvori det første isolerende materialet omfatter et første isolerende lag på den første platen (104), mangfoldet av formminnelegeringsvaiere (102) eller en kombinasjon derav, hvori det andre isolerende materialet omfatter et andre isolerende lag på den andre platen (106), mangfoldet av formminnelegeringsvaiere (102), eller en kombinasjon derav.
10. System ifølge krav 1, hvori den første platen (104) er dannet av et første isolerende materiale, og den andre platen (106) er dannet av et andre isolerende materiale.

11. System ifølge krav 1, som omfatter:
en første sylinder (58, 113) konfigurert til å motta et fluid innen et internt volum av den første sylindere; og
stempelet (56, 111) konfigurert for å flytte seg aksialt innen den første sylindere, hvori aksial bevegelse av stempelet innen den første sylindere regulerer det interne volumet av den første sylindere; og den andre platen (106) kan beveges med stempelet.
12. System ifølge krav 1, som omfatter en krafttilførsel (76) konfigurert for å tilføre den elektriske strømmen gjennom formminnelegeringsvæierne (102) som respons på styringsenheten (78).
13. System ifølge krav 1, hvori trykkutjevningssanordningen omfatter en blære.
14. System ifølge krav 1, som vider omfatter undervannsutstyret koblet til akkumulatoren.
15. Fremgangsmåte for å aktuere en akkumulator (12, 100) konfigurert til å lagre hydraulisk fluid for å operere undervannsutstyr, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter å:
tilføre en elektrisk strøm til et mangfold av formminnelegeringsvæiere (102) som strekker seg gjennom hull i første og andre plater for å forårsake bevegelse av den første platen (104) i forhold til den andre platen (106), hvori akkumulatoren lagrer et hydraulisk fluid for å operere undervannsutstyret; og
regulere via en styringsenhet (78) tilførselen av elektrisk strøm gjennom formminnelegeringsvæierne (102) basert minst delvis på en måling følt fra akkumulatoren for å regulere en tilførsel av det hydrauliske fluidet fra akkumulatoren til undervannsutstyret.
16. Fremgangsmåte ifølge krav 15, som omfatter å regulere et fluidtrykk, et fluidvolum eller en kombinasjon derav, som svar til bevegelse av den første platen (104) i forhold til den andre platen (106).

17. Fremgangsmåte ifølge krav 15, som omfatter å drive en mineralutvinningskomponent som svar til bevegelse av den første platen (104) i forhold til den andre platen (106).
- 5 18. Fremgangsmåte ifølge krav 15, som videre omfatter å trykbalansere akkumulatoren i undervannsutstyret med en blære.

FIG. 1



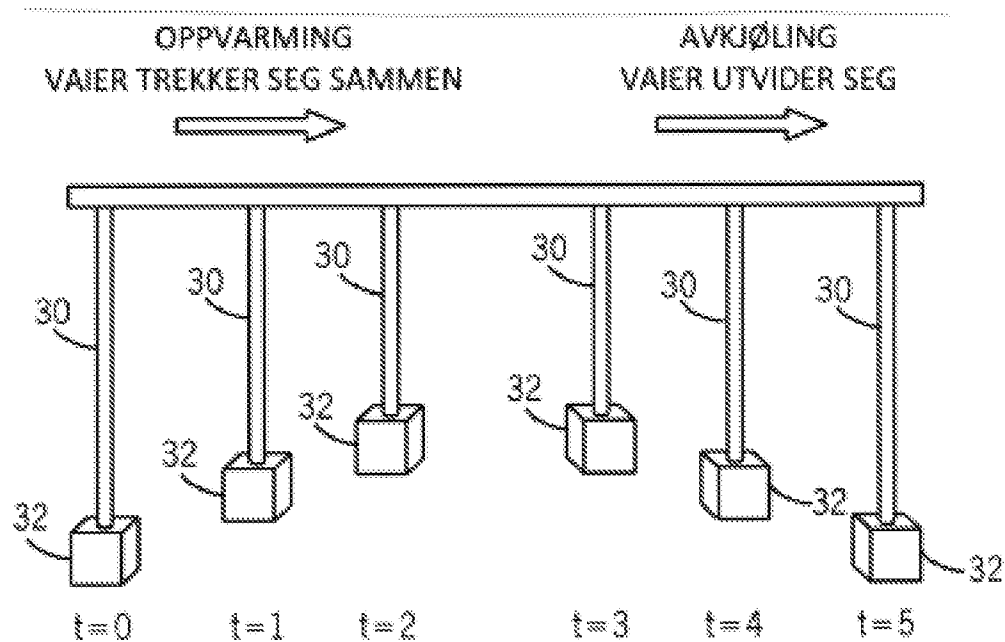


FIG. 2

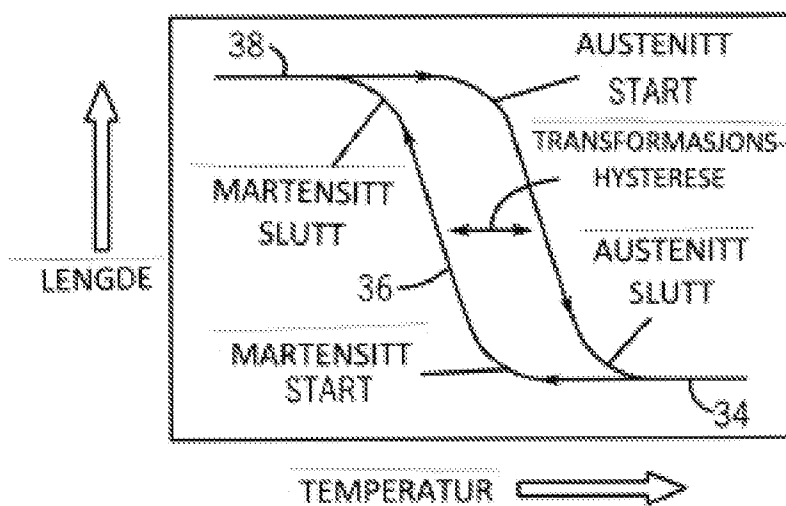


FIG. 3

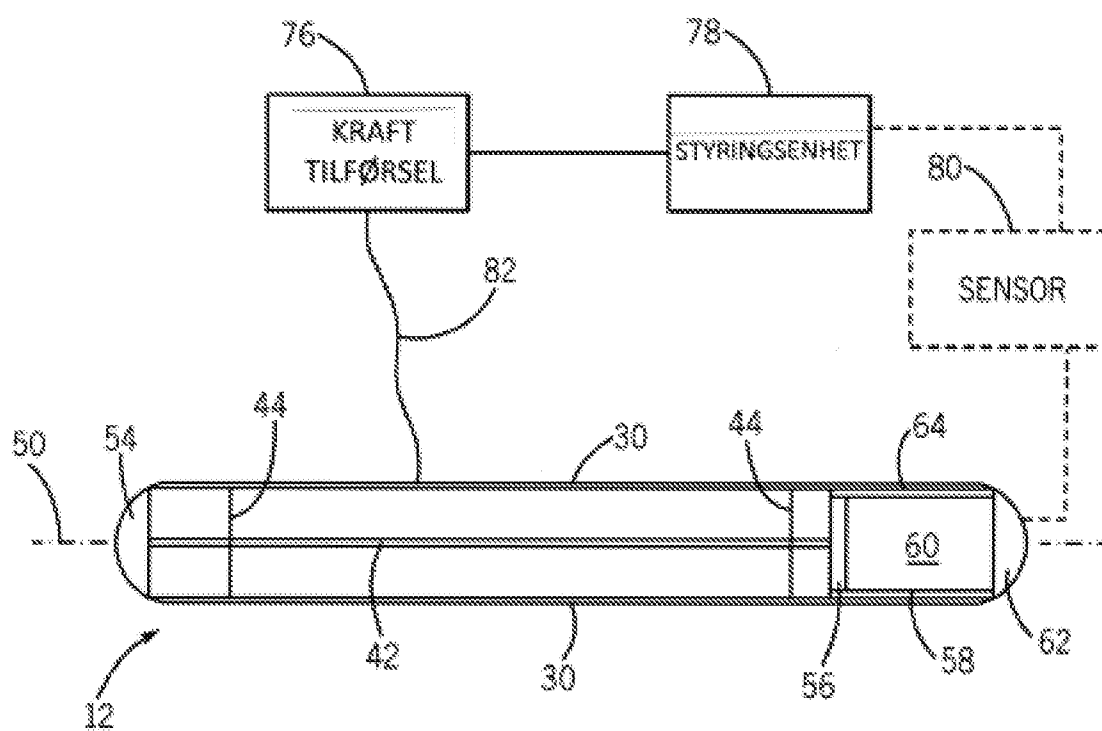


FIG. 5

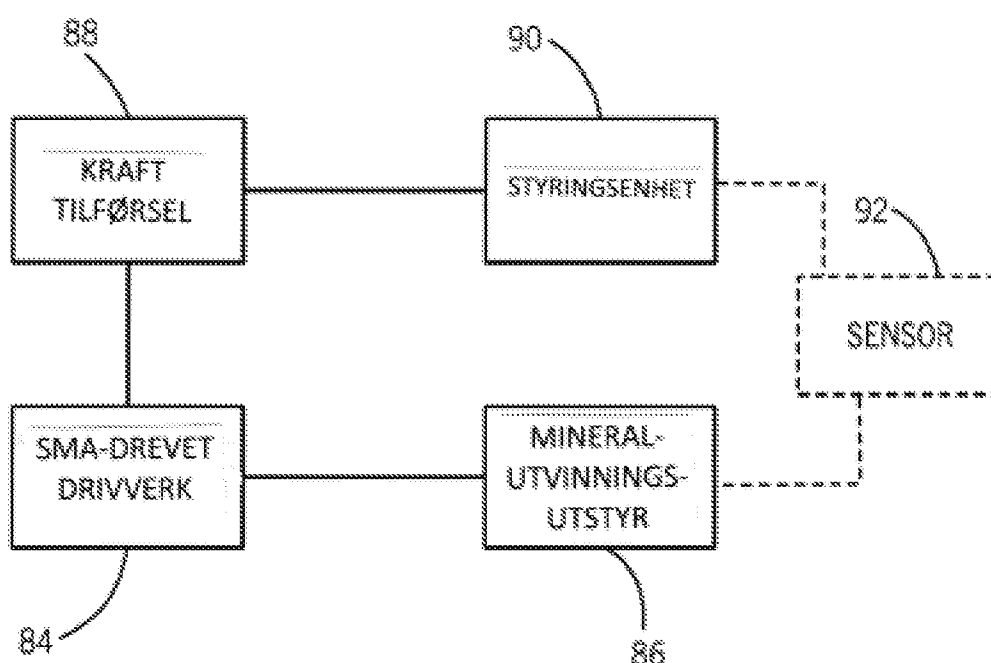


FIG. 6

FIG. 7

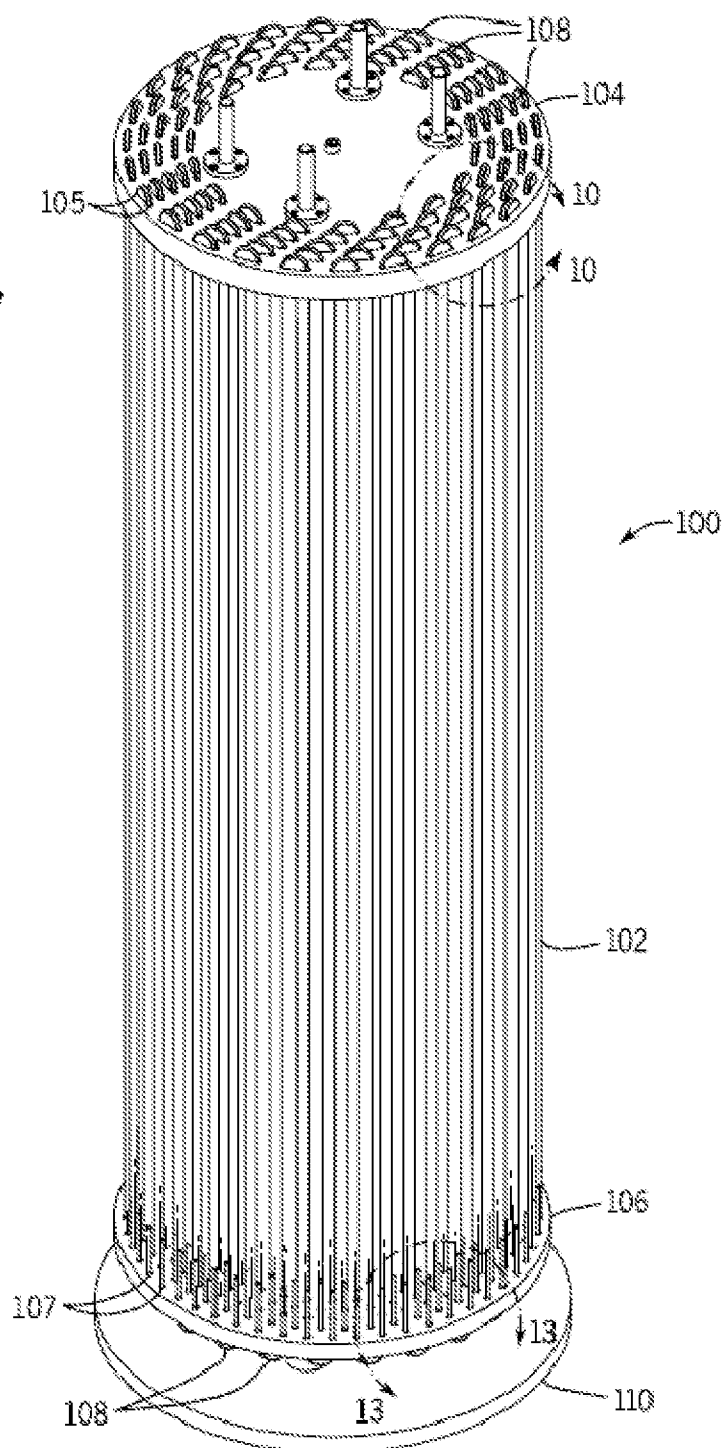


FIG. 8

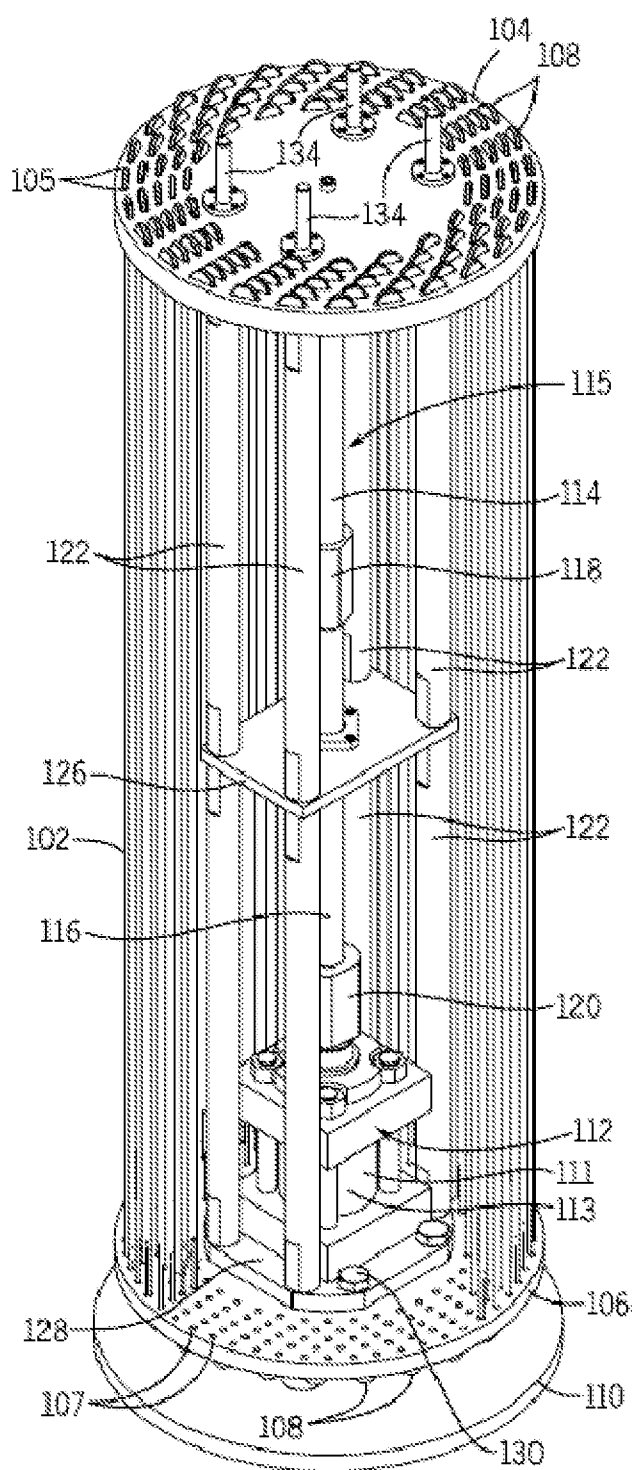
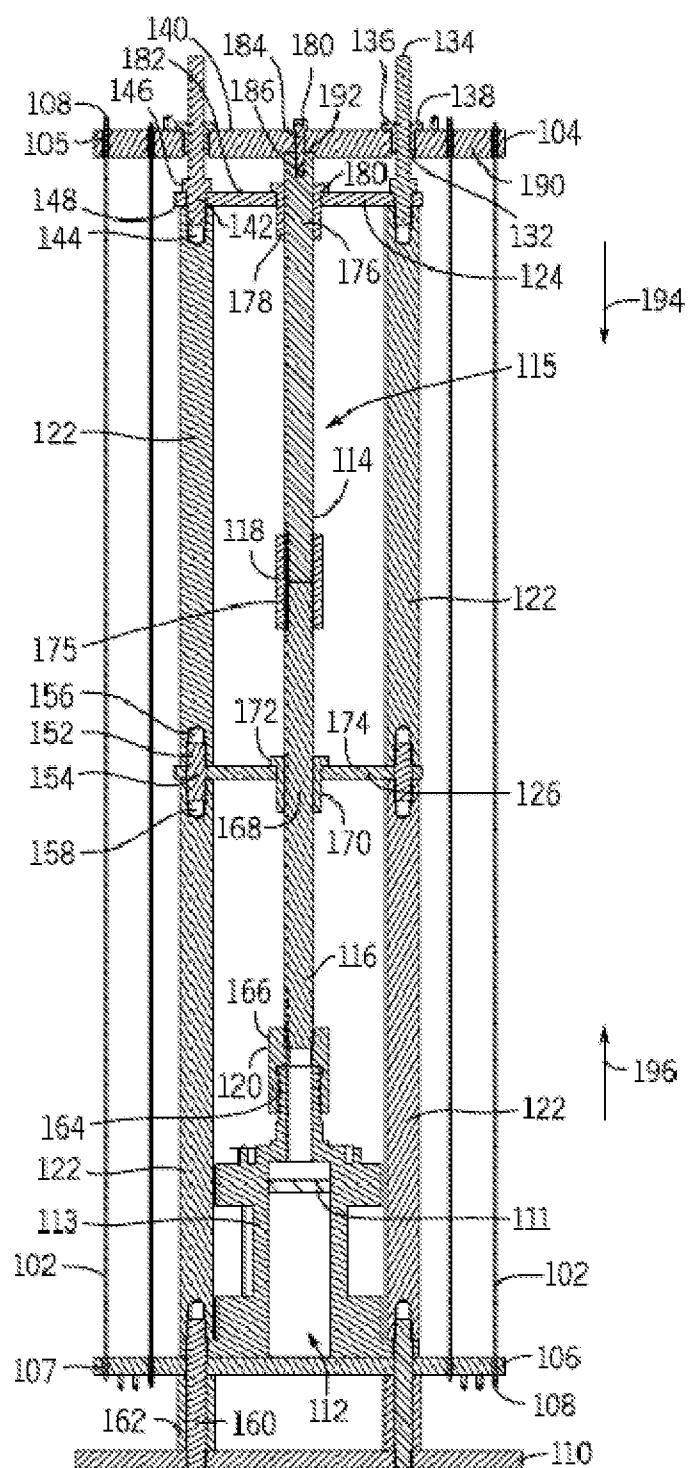


FIG. 9



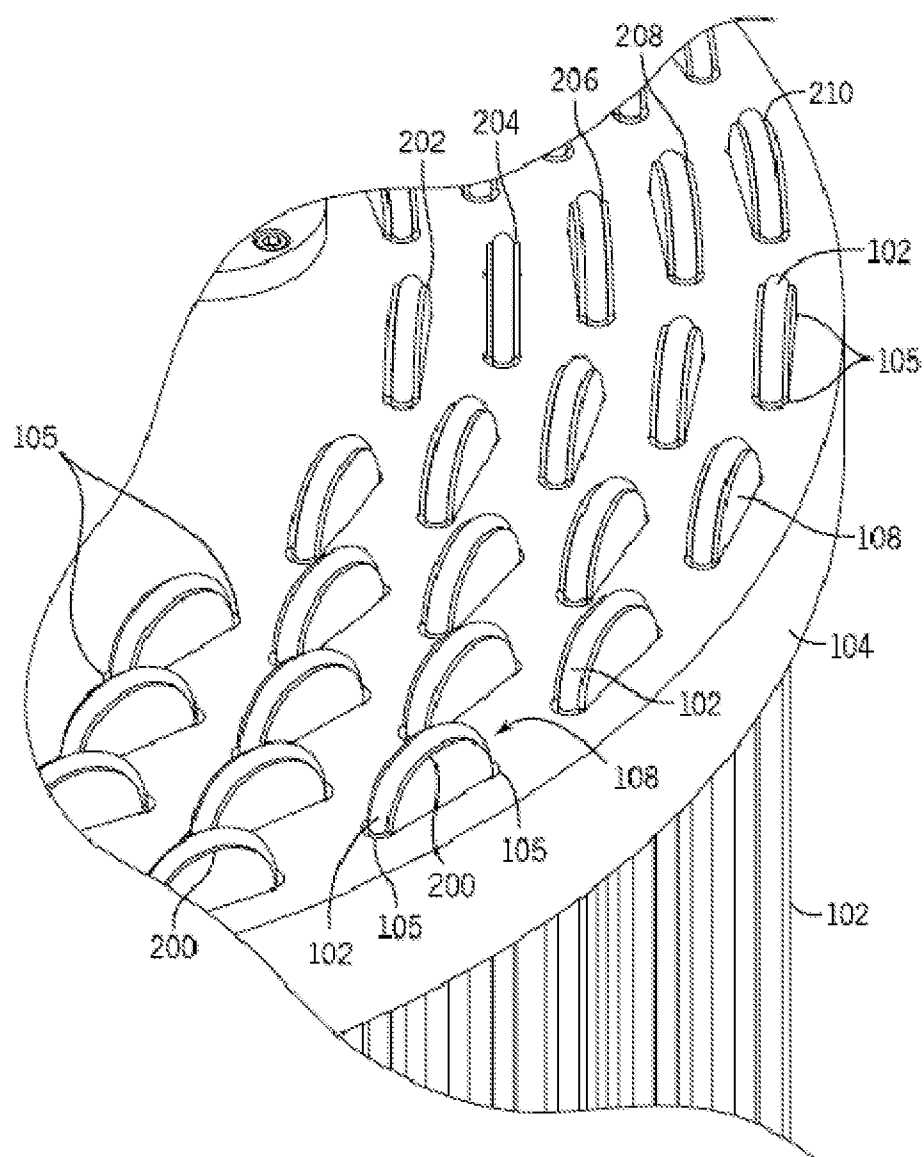


FIG. 10

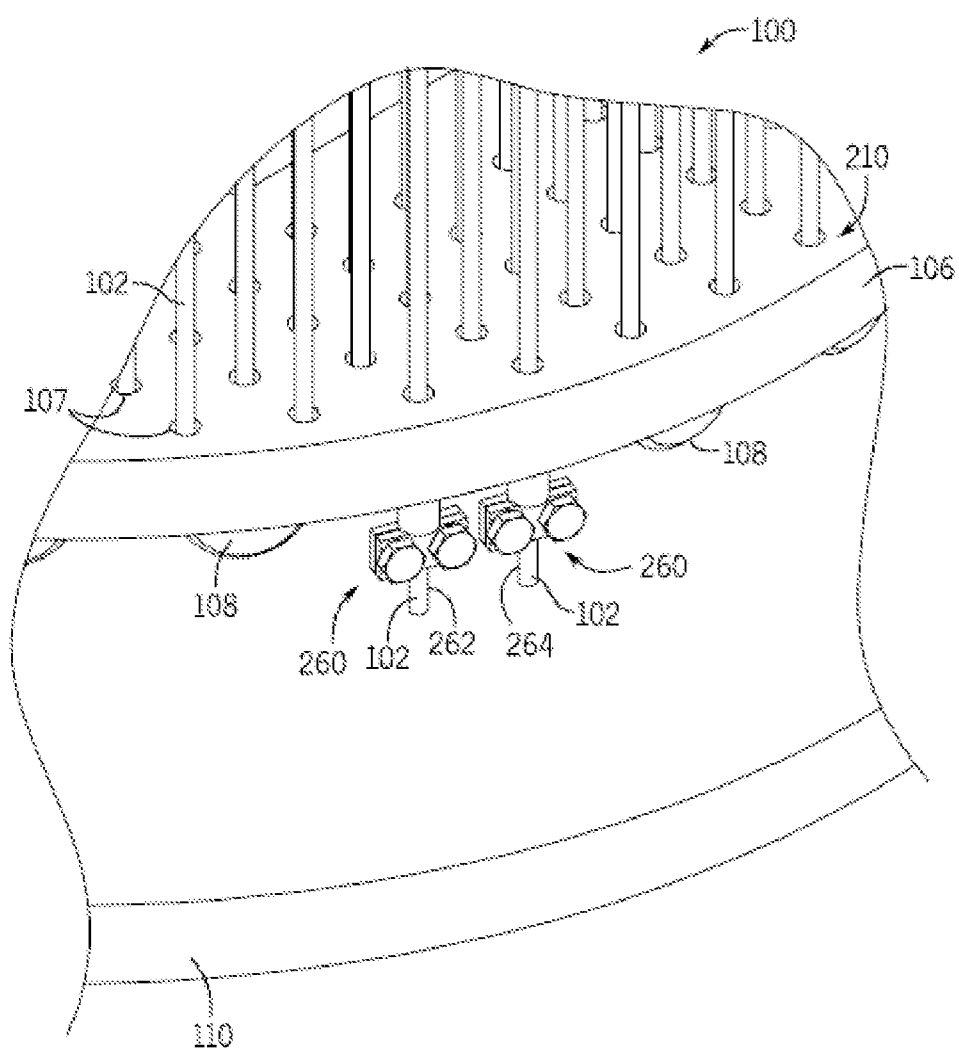


FIG. 13

