



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20141204

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

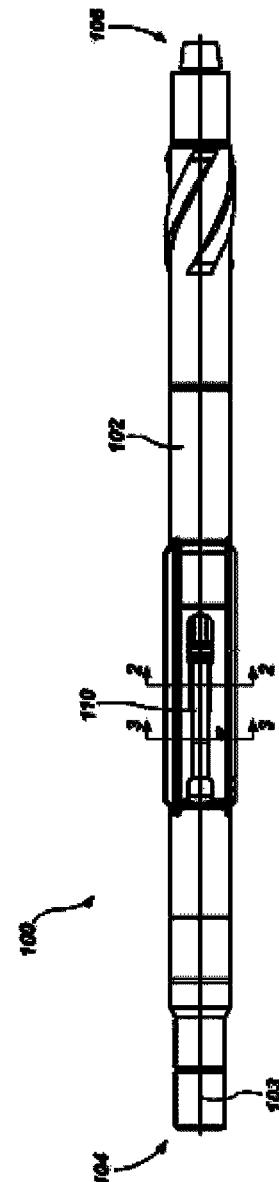
E21B 10/32 (2006.01)

### Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20141204	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2013.03.28 PCT/US2013/034323
(22)	Inng.dag	2014.10.08	(85)	Videreføringsdag	2014.10.08
(24)	Løpedag	2013.03.28	(30)	Prioritet	2012.03.30, US, 61/617,840 2013.03.05, US, 13/786,096
(41)	Alm.tilgj	2014.10.27			
(73)	Innehaver	Baker Hughes Incorporated, P.O. Box 4740, US-TX77210-4740 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Carl E Poteet, 10727 Russett Dr., US-TX77042 HOUSTON, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

- (54) **Benevnelse** **Ekspanderbare utvidere med glidende og roterende ekspanderbare blader, og relaterte fremgangsmåter**
- (57) **Sammendrag**

Ekspanderbare utvidere for å utvide et borehull i en underjordisk formasjon innbefatter et rørlegeme, i det minste ett buet bladspor båret av rørlegemet, og i det minste ett blad i inngrep med det i det minste ene bladspor og konfigurert for å gli langs det buede bladspor langs en buet bane mellom en første tilbaketrukket bladposisjon og en andre ekspandert bladposisjon. For å forme en slik ekspanderbar utvider kan et rørlegeme med i det minste ett buet bladspor båret av rørlegemet være formet, og i det minste ett blad kan være i inngrep med bladsporet. Bladet og bladsporet kan være konfigurert slik at bladet glir langs bladsporet langs en buet bane mellom en tilbaketrukket posisjon og en ekspandert posisjon. Slike ekspanderbare utvidere kan benyttes for å utvide borehull i underjordiske formasjoner.



## PRIORITETSKRAV

Denne søknad krever fordelten av innleveringsdatoene til US-patentsøknad serie nr. 13/786096, innlevert 6. mars 2013, og US provisorisk patentsøknad serie nr. 61/617840, innlevert 30 mars 2012.

5

## TEKNISK OMRÅDE

Utførelser av den foreliggende oppfinnelse angår generelt et ekspanderbart utviderapparat for å utvide et underjordisk borehull og fremgangsmåter for å fremstille og benytte et slikt ekspanderbart utviderapparat.

10

## BAKGRUNN

Borehull er formet i underjordiske jordformasjoner for mange formål, slik som olje- og gassutvinning og geotermisk energiutvinning. Slike borehull er typisk formet ved å bore borehullet inn og gjennom underjordiske formasjoner ved å benytte en borkrone, slik som en jordborende roterende borkrone. Forskjellige typer av jordborende roterende borkroner er kjent innen fagområdet og innbefatter for eksempel faste kutterkroner (som ofte er referert til innen fagområdet som "slepe"-kroner), rullekutter-kroner (som ofte er referert til innen fagområdet som "fjell"-kroner), diamant-impregnerte kroner og hybrid-kroner (som for eksempel kan innbefatte både faste kuttere og rullekuttere). Borkronen er rotert og fremført inn i den underjordiske formasjonen. Etersom borkronen roterer kutter, knuser, skjærer og/eller sliter kutterne eller de abrasive strukturer derav bort formasjonsmaterialet for å danne borehullet (også referert til som en "brønnboring"). Borkronen er koblet, enten direkte eller indirekte, til en ende til hva som er referert til innen fagområdet som en "borestreng", som innbefatter en rekke av langstrakte rørsegmenter forbundet ende-til-ende og som strekker seg inn i borehullet fra overflaten av formasjonen. Ofte kan forskjellige verktøy og komponenter, innbefattende borkronen, kobles sammen ved den distale (fjerne) ende av borestrengen ved bunnen av borehullet som bores. Denne sammenstilling av verktøy og komponenter er referert til innen fagområdet som "bunhullssammenstilling" (BHA).

30

Borkronen kan være rotert innen borehullet ved å rotere borestrengen fra overflaten av formasjonen, eller borkronen kan roteres ved å koble borkronen til en brønnmotor, som også er koblet til borestrengen og anbrakt nær bunnen av

borehullet. Brønnsmotoren kan for eksempel omfatte en hydraulisk Moineau-type motor med en aksel, til hvilken borkronen er montert, som kan bevirkes å rotere ved å pumpe fluid (f.eks. boreslam eller fluid) fra overflaten av formasjonen ned gjennom senter av borestrengen, gjennom den hydrauliske motor, ut fra dyser i borkronen, og tilbake opp til overflaten av formasjonen gjennom det ringformede rom mellom den ytre overflate av borestrengen og den eksponerte overflate av formasjonen innen borehullet.

I noen anvendelser kan det være ønskelig å utvide en seksjon av et borehull som har blitt boret av en borkrone. Forskjellige verktøy har blitt utviklet for å utvide diameteren til et tidligere boret borehull. Slike verktøy innbefatter såkalte "utvidere", som omfatter et rørlegeme som bærer én eller flere blader på de laterale sider av rørlegemet. Bladene har kuttelementer eller andre kutte-strukturer derpå som fjerner formasjonsmateriale fra sideveggene av borehullet ettersom utvideren er rotert innen borehullet. Utvideren kan være innlemmet i BHA-en vertikalt over en pilotborkrone. I denne konfigurasjon, ettersom BHA-en er fremført inn i formasjonen, borer pilotkronen borehullet, og utvideren, som følger pilotborkronen gjennom formasjonen, utvider (dvs. utviderdiameteren av) borehullet tidligere boret av pilotborkronen. Selvfølgelig kan en utvider anvendes hvor som helst langs en borestreng etter behov eller som ønskelig.

20

## OMTALE

I noen utførelser innbefatter den foreliggende oppfinnelse et ekspanderbart utviderapparat for å utvide et borehull i en underjordisk formasjon. Utviderapparatet har et rørlegeme, i det minste et buet bladspor båret av rørlegemet, og i det minste ett blad koblet med det i det minste ene bladspor. Det i det minste ene blad er konfigurert for å gli langs det buede bladspor langs en buet bane mellom en første tilbaketrukket bladposisjon og en andre ekspandert bladposisjon.

25

I ytterligere utførelser innbefatter den foreliggende oppfinnelse en fremgangsmåte for å fremstille et ekspanderbart utviderapparat i hvilket et rørlegeme er formet som har i det minste et buet (krummet) bladspor båret av rørlegemet. I det minste ett blad er koblet med det i det minste ene buede bladspor. Det i det minste ene blad og det i det minste ene buede bladspor er konfigurert slik at i det

30

minste et blad glir langs det i det minste ene buede bladspor langs en buet bane mellom en første tilbaketrasket bladposisjon og en andre ekspandert bladposisjon.

I enda ytterligere utførelser innbefatter den foreliggende oppfinnelse fremgangsmåter for å utvide et borehull i en underjordisk formasjon i hvilken et ekspanderbart utviderapparat er fremført inn i et borehull i en underjordisk formasjon. Det ekspanderbare utviderapparatet har et rørlegeme og i det minste et blad koblet med et buet bladspor på rørlegemet. Det i det minste ene blad glis langs det buede bladspor fra en tilbaketrasket posisjon av det i det minste ene blad til en ekspandert posisjon av det i det minste ene blad. Det i det minste ene blad roterer i forhold til en langsgående akse av det ekspanderbare utviderapparatet ettersom det i det minste ene blad glir langs det buede bladspor. Det ekspanderbare utviderapparatet roteres innen borehullet idet det i det minste ene blad er i den ekspanderte posisjon for å utvide borehullet i den underjordiske formasjonen.

#### 15 KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

Figur 1 er et sideplanriss av en utførelse av et ekspanderbart utviderapparat med ekspanderbare blader koblet med tilhørende bladspor, hvori bladene glir langs bladsporene langs buede baner mellom tilbaketrakkede og ekspanderte bladposisjoner;

20 Figur 2 er et delvis tverrgående tverrsnittsriss av det ekspanderbare utviderapparatet i fig. 1 tatt langs snittlinje 2-2 i fig. 1, og illustrerer ett blad til det ekspanderbare utviderapparatet i en tilbaketrasket posisjon;

Figur 3 er et delvis tverrgående tverrsnittsriss av det ekspanderbare utviderapparatet i fig. 1 tatt langs snittlinje 3-3 i fig. 1, og illustrerer ett blad til det ekspanderbare utviderapparatet i en tilbaketrasket posisjon;

25 Figur 4 er et delvis langsgående tverrsnittsriss av et parti av det ekspanderbare utviderapparatet i fig. 1 og illustrerer ett ekspanderbart blad til dette i en tilbaketrasket posisjon;

30 Figur 5 er et delvis langsgående tverrsnittsriss i likhet med det i fig. 4 og illustrerer det ekspanderbare bladet i en ekspandert posisjon; og

Figur 6 er et utvidet riss av et parti i fig. 5.

## MÅTE(R) FOR Å UTFØRE OPPFINNELSEN

Illustrasjonene presentert heri er i noen tilfeller ikke virkelige riss av noe spesielt ekspanderbart utviderapparat eller komponent derav, men er kun idealiserte fremstillinger som er anvendt for å beskrive utførelser av den foreliggende oppfinnelse. Elementer felles mellom figurer kan ha den samme numeriske angivelse.

Figur 1 er et sideplanriss av en utførelse av et ekspanderbart utviderapparat 100 til den foreliggende oppfinnelse. Utvideren 100 har et generelt rørformet legeme 102 som forløper mellom en øvre første ende 104 og en andre nedre ende 106. Betegnelsene "øvre" og "nedre" er benyttet heri for å beskrive lokaliseringer og retninger i forhold til hverandre når det ekspanderbare utviderapparatet 100 er posisjonert innen et vertikalt borehull. Således er typisk den øvre første ende 104 lokalisert over og nærmere overflaten av jorden i forhold til den andre nedre ende 106, og den andre nedre ende 106 er typisk lokalisert under og nærmere til bunnen av et borehull, når utvideren 100 er anbrakt i et borehull. Endene 104 og 106 kan omfatte gjengede forbindelsesparter (f.eks. en gjenget bolt og/eller en gjenget boks i henhold til industri-standarder slik som de kunngjort av American Petroleum Institute (API)) for å tillate endene 104, 106 å kobles til tilstøtende komponenter innen en bunnhullssammenstilling (BHA) eller til tilstøtende segmenter av en borestreng.

Utvideren 100 innbefatter videre et flertall av ekspanderbare og tilbake-trekkbare blader 110. Bladene 110 er konfigurert for å gli i forhold til rørlegemet 102 mellom tilbaketrunkne bladposisjoner og ekspanderte bladposisjoner, som beskrevet i ytterligere detalj nedenfor. Bladene 110 kan bære kuttelstrukturer for å fjerne formasjonsmaterialet fra sideveggene av borehullet når bladene 110 er i de ekspanderte bladposisjoner og utvideren 100 er rotert innen borehullet. Mange forskjellige typer av kuttelstrukturer til bruk på utviderblader og andre jordborings-verktøy er kjent innen fagområdet og kan bæres på bladene 110 i henhold til utførelser av den foreliggende oppfinnelse. Som ikke-begrensede eksempler kan slik kuttelstrukturer omfatte elementer som er separat formet og bundet til bladene 110 (f.eks. polykrystallinske diamant kompakte (PDC) -kuttelementer, diamant-impregnerte kutteinnsatser, etc.), og/eller kuttelstrukturer som er formet på bladene 110, slik som avsetninger av hardmetallag-materiale.

Figur 2 er et delvis tverrgående tverrsnittsriss av utvideren 100 tatt langs snittlinje 2-2 i fig. 1, som strekker seg gjennom et første nedre parti av bladet 110, og fig. 3 er et delvis tverrgående tverrsnittsriss av utvideren 100 tatt langs snittlinje 3-3 i fig. 1, som strekker seg gjennom et andre øvre parti av bladet 110.

5 Som det kan sees av fig. 2 og 3, har rørlegemet 102 en indre boring 107 som forløper langsgående derigjennom mellom endene 104, 106 av rørlegemet 102. Under bruk av utvideren 100 i en utvidingsoperasjon, kan borefluid pumpet ned borehullet gjennom borestrengen strømme gjennom den innvendige boring av rørlegemet 102 mellom endene 104, 106 og således tillate borefluidet å passere  
10 gjennom utvideren 100. I noen utførelser kan trykket av det strømmende borefluid benyttes for å ekspandere bladene 110.

Med fortsatt referanse til fig. 2 og 3, innbefatter utvideren 100 et tilhørende bladspor 112 for hvert av bladene 110. Hvert blad 110 innbefatter sporinngreps-  
15 elementer som er konfigurert for å oppta komplementære bladinngreps-elementer til det tilhørende spor 112. For eksempel, som vist i fig. 3, kan hvert blad 110 innbefatte integrerte sidefremspring 114 som strekker seg sideveis inn i komplementære sidefordypninger 116 til bladsporene 112. Inngrepet av fremspringene 114 til bladene 110 med fordypningen 116 til sporene 112 holder bladene 110  
20 innen utvideren 100. Bladene 110 er konfigurert for å gli langs sporene 112 mellom de tilbaketrukkede bladposisjoner og de ekspanderte bladposisjoner. Inngrepet av fremspringene 114 til bladene 110 med fordypningen 116 til sporene 112 styrer også bevegelse av bladene 110 langs sporene 112 mellom de tilbaketrukkede bladposisjoner og de forlengede bladposisjoner.

Som vist i fig. 3 kan de komplementære tilstøtende overflater av bladene  
25 110 og rørlegemet 102 ved grenseflaten derimellom langs de laterale sider bladene 110 ha en svalehaleform. I denne konfigurasjon kan hvert blad 112 være radiallyt opplagret på det rørfornede legeme 102 ved hellende sideoverflater 124 til rørlegemet 102, slik at komplementære tilstøtende overflater av bladene 110 kiler seg mot de hellende sideoverflater 124 til rørlegemet 102 i samsvar med krefter  
30 som virker radiallyt innover på bladene 110. Likeledes kan hvert blad 112 være tilbakeholdt på rørlegemet 102 ved hellende sideoverflater 126 til rørlegemet 102, slik at komplementære tilstøtende overflater av fremspringene 114 til bladene 110

kiler mot de hellende sideoverflater 126 til rørlegemet 102 i samsvar med krefter som virker radialt utover på bladene 110.

Figur 4 er et delvis langsgående tverrsnittsriss av et parti av utvideren 100 som illustrerer ett av bladene 110 i den tilbaketrukkede bladposisjon, og fig. 5 er et delvis langsgående tverrsnittsriss i likhet med det i fig. 4 som illustrerer bladet 110 i den ekspanderte bladposisjon. Som det vil forstås ved sammenligning av fig. 4 og 5, strekker bladet 110 seg en første kort distanse fra den langsgående akse 103 til rørlegemet 102 i den tilbaketrukkede bladposisjon (fig. 4), og strekker seg andre lengre distanse fra den langsgående akse 103 til rørlegemet 102 i den ekspanderte bladposisjonen (fig. 5). Bladene 110 behøver ikke å strekke seg radialt utover forbi den ytre overflate 108 av det rørformede legemet 102 i den tilbaketrukkede bladposisjonen. Med andre ord kan bladene 110 være jevnt med, eller nedsenket i forhold til, den ytre overflate 108 av rørlegemet 102 når bladene 110 er i de tilbaketrukkede bladposisjoner. Bladene 110 strekker seg ikke radialt utover forbi den ytre overflate 108 av rørlegemet 102 i de ekspanderte bladposisjoner.

Utvideren 100 kan ha en tilbaketrukket diameter  $D_R$  definert som maksimumsdiameteren til utvideren 100 når bladene 110 er i de tilbaketrukkede bladposisjoner, og en ekspandert diameter  $D_E$  definert utviderdiameteren til utvideren 100 når bladene 110 er i de ekspanderte bladposisjoner. I noen utførelser kan et forhold mellom den ekspanderte diameter  $D_E$  og den tilbaketrukkede diameter  $D_R$  ( $D_E$  til  $D_R$ ) være minst 1,1 til 1,0, i det minste 1,25 til 1,0, eller til og med i det minste 1,5 til 1,0 (f.eks. omkring 1,55 til 1,0). Som ikke-begrensende utførelser kan bladene 110 stikker radialt frem utover forbi den ytre overflaten 108 til rørlegemet 102 med i det minste omkring 2,54 centimeter (1,0 tomme), i det minste omkring 7,62 centimeter (3,0 tommer), eller til og med i det minste omkring 15,24 centimeter (6,0 tommer), når bladene 110 er i de ekspanderte bladposisjoner.

Som vist i fig. 4 og 5, kan bladene 110 være generelt langstrakte i den langsgående retning parallell til den langsgående akse 103 til rørlegemet 102. Som vist i fig. 4 kan en langsgående akse 122 til hvert blad 110 være i det minste vesentlig parallell til den langsgående akse 103 av rørlegemet 102 når bladet 110 er i den tilbaketrukkede bladposisjon. Som vist i fig. 5, kan en langsgående akse 122 til hvert blad 110 være orientert ved en spiss vinkel i forhold til en langsgående akse 103 til rørlegemet 102 når bladet 110 er i den ekspanderte blad-

posisjon. Bladene 110 kan strekke seg langsgående nedover (i retningen mot den andre nedre ende 106 (fig. 1) til rørlegemet 102) forbi de nedre langsgående ender av sporene 112. Med andre ord kan bladene 110 være utkraget utover de nedre langsgående ender av sporene 112. I noen utførelser kan bladene 110 strekker seg langsgående utover de nedre langsgående ender av sporene 112 i hver av de tilbaketrukkede bladposisjoner og de ekspanderte bladposisjoner, som vist i fig. 4 og 5.

Figur 6 er et utvidet riss av et parti i fig. 5, og illustrerer et blad 110 i den ekspanderte bladposisjon. I henhold til utførelser av den foreliggende oppfinnelse er bladene 110 konfigurert for å gli langs en buet bane, illustrert i fig. 6 ved den buede retning 120 med pil i begge ender, mellom de tilbaketrukkede bladposisjoner og de ekspanderte bladposisjoner. Ved å gli langs buede baner mellom de tilbaketrukkede bladposisjoner og de ekspanderte bladposisjoner, forflytter bladene 110 seg både sideveis utover i forhold til en langsgående akse 103 til rørlegemet 102, og roterer i forhold til den langsgående akse 103 av rørlegemet 102. Rotasjonsaksen omkring hvilken hvert blad 110 roterer er perpendikulær til en langsgående akse 103 til rørlegemet 102 og perpendikulær til en ekspansjonsretning av dette bladet 110 med hensyn til rørlegemet 102.

Som tidligere nevnt, kan en langsgående akse 122 til hvert av bladene 110 være orientert ved en vinkel  $\theta$  i forhold til den langsgående akse 103 når bladene 110 er i den ekspanderte bladposisjonen. Som ikke-begrensede eksempler kan vinkelen  $\theta$  være mellom omkring ( $5^\circ$ ) og omkring ( $90^\circ$ ), mellom omkring ( $10^\circ$ ) og omkring ( $80^\circ$ ), eller til og med mellom omkring ( $20^\circ$ ) og omkring ( $70^\circ$ ).

For å muliggjøre at bladene 110 glir langs den buede bane 120, kan komplementære overflater av bladene 110 og sporene 112 ha tilhørende buede geometrier. For å lette binding mellom bladene 110 og sporene 112, kan de komplementære overflater av bladene 110 og sporene 112 ha en i det minste vesentlig konstant krumningsradius  $R_c$ . Ved hjelp av eksempel og ikke for begrensning, kan den i det minste vesentlig konstante krumningsradius  $R_c$  være mellom omkring 25,4 centimeter (10 tommer) og omkring 50,8 centimeter (20 tommer). For eksempel kan hvert spor 112 ha i det minste én buet bladrampeoverflate som støter mot og opplagrer bladet 110 i inngrep med sporet 112, og denne har en i det minste vesentlig konstant krumningsradius  $R_c$ . Bladet 110 kan

ha en komplementær buet radial indre overflate med den samme i det minste vesentlig konstante krumningsradius  $R_c$  og konfigurert for å støte mot og gli langs den buede bladrampeoverflate til sporet 112.

5 Ved å benytte blader 110 som er langstrakt generelt i retningen parallell til den langsgående akse 103 til rørlegemet 102, muliggjør den kombinerte translasjon og rotasjon av bladene 110 ettersom de beveger seg mellom de tilbaketrukkede bladposisjoner og de ekspanderte bladposisjoner at bladene 110 strekker seg radialt utover fra den ytre overflate 108 av rørlegemet 102 ytterligere i de ekspanderte bladposisjoner i forhold til tidligere kjente utvidere med den samme diameter.

10 Utvideren 100 kan videre innbefatte en aktueringsmekanisme for å flytte bladene 110 fra de tilbaketrukkede bladposisjoner (fig. 4) til de ekspanderte bladposisjoner (fig. 5). Forskjellige typer av slike aktueringsmekanismer er kjent innen fagområdet, og likeledes kan slik aktueringsmekanismer anvendes i utførelser av utvidere til den foreliggende oppfinnelse, slik som utvideren 100. Ved hjelp av  
15 eksempel og ikke begrensning, kan en aktueringsmekanisme i likhet med den som beskrevet i US-patent nummer 7900717, som ble utstedt 8 mars 2011 i navnet til Radford mfl., være anvendt i utvideren 100. Som beskrevet deri, kan en slik aktueringsmekanisme innbefatte for eksempel en bevegelig hylse konfigurert for å bevege seg langsgående innen den indre boring 107 innen rørlegemet 102 fra en  
20 første posisjon til en andre posisjon i samsvar med en økning i trykket av borefluidet innen den innvendige boring 107 (som for eksempel kan bevirkes ved å slippe en kule fra overflaten av formasjonen og å fange kulen i en kulefangerhylse innen utvideren 100). Når den bevegelige hylse beveger seg inn i den andre posisjon, kan trykket av borefluidet bevirke at en skyvehylse lokalisert i den  
25 innvendige boringen 107 under bladene 110 beveger seg i oppoverretningen mot bladene 110. Skyvehylsen kan være koblet til hvert av bladene 110 ved for eksempel å benytte en lenke og/eller andre forbindelsesdeler. Som et resultat, ettersom skyvehylsen beveger seg i oppoverretningen mot bladene 110, er bladene 110 skjøvet i oppoverretningen langs sporene 112, slik at bladene 110  
30 beveger seg fra de tilbaketrukkede bladposisjoner til de ekspanderte bladposisjoner. Skyvehylsen kan være forspent, ved for eksempel å benytte en fjær, i nedoverretningen, slik at reduksjon av borefluidtrykk resulterer i at skyvehylsen

returnerer til den initiale nedoverposisjon og trekker bladene 110 langs sporene 112 tilbake til de initiale tilbaketrunkede bladposisjoner.

Andre typer av bladaktueringsmekanismer er kjent innen fagområdet og kan anvendes i utførelser av utvidere som beskrevet heri. Som ytterligere eksempler  
5 kan enhver av aktueringsmekanismene omtalt i de følgende referanser anvendes i utførelser av ekspanderbare utvidere som har glidende og roterende blader som beskrevet heri: US-patent nummer 7036611, utstedt 2 mai 2006 til Radford mfl.; US-patent nummer 7549485, utstedt 23 mai 2009 til Radford mfl.; 7997354, utstedt 16 august 2011 til Radford mfl.; US-patent nummer 8205689, utstedt 26  
10 juni 2012 til Radford mfl.; US-patent nummer 8230951, utstedt 31 juli 2012 til Radford mfl.; US-patentsøknad publikasjon nr. 20120080231 A1 publisert 5 april 2012 i navnet til Radford mfl.; US-patentsøknad publikasjon nr. 20120080228 A1 publisert 5 april 2012 i navnet til Radford mfl.; og US-patentsøknad publikasjon nr. 20120111579 A1 publisert 10 mai 2012 i navnet til Radford mfl.

15 Ytterligere ikke-begrensede eksempelutførelser av oppfinnelsen er fremlagt nedenfor.

Utførelse 1: Et ekspanderbart utviderapparat for å utvide et borehull i en underjordisk formasjon, omfattende: et rørlegeme; i det minste ett buet bladspor båret av rørlegemet; i det minste ett blad i inngrep med det i det minste ene  
20 bladspor og konfigurert for å gli langs det buede bladspor langs en buet bane mellom en første tilbaketrunket bladposisjon og en andre ekspandert bladposisjon.

Utførelse 2: Det ekspanderbare utviderapparatet i utførelse 1, hvori komplementære tilstøtende overflater av det i det minste ene buede bladspor og det i det minste ene blad har hver en i det minste vesentlig konstant krumningsradius.

25 Utførelse 3: Det ekspanderbare utviderapparatet i utførelse 2, hvori den i det minste vesentlig konstante krumningsradius er omkring 25,4 centimeter og omkring 50,8 centimeter.

Utførelse 4: Det ekspanderbare utviderapparatet i ethvert av utførelsene 1 til og med 3, hvori det i det minste ene bladet strekker seg en første distanse fra  
30 en langsgående akse av rørlegemet inn i den første tilbaketrunkede bladposisjon og strekker seg en andre distanse fra den langsgående akse av rørlegemet i den andre ekspanderte bladposisjonen, den andre distanse er større enn den første distanse.

Utførelse 5: Det ekspanderbare utviderapparatet i utførelse 4, hvori i det minste ett blad ikke strekker seg radiallyt utover forbi en ytre overflate av rørlegemet i den første tilbaketrukkede bladposisjon.

5 Utførelse 6: Det ekspanderbare utviderapparatet i utførelse 4 eller utførelse 5, hvori det i minste ene blad strekker seg radiallyt utover forbi en ytre overflate av rørlegemet tilstøtende det i det minste ene blad ved en distanse på minst 7,62 centimeter i den andre ekspanderte bladposisjon.

10 Utførelse 7: Det ekspanderbare utviderapparatet til enhver av utførelser 1 til og med 6, hvori en langsgående akse til det i det minste ene blad roterer i forhold til en langsgående akse av rørlegemet ettersom det siste ene blad beveger seg fra den første tilbaketrukkede bladposisjon og en andre ekspandert bladposisjon.

15 Utførelse 8: Det ekspanderbare utviderapparatet i utførelse 7, hvori den langsgående akse til det i det minste ene blad er orientert ved en spiss vinkel i forhold til den langsgående akse av rørlegemet når det i det minste ene blad er i den andre ekspanderte bladposisjon.

Utførelse 9: Det ekspanderbare utviderapparatet i utførelse 7 eller utførelse 8, hvori den langsgående akse til det i det minste ene blad er orientert i det minste vesentlig parallell til en langsgående akse av rørlegemet når det i det minste ene blad er i den første tilbaketrukkede bladposisjonen.

20 Utførelse 10: Det ekspanderbare utviderapparatet ifølge enhver av utførelse 1 til og med 9, hvori det i det minste ene blad omfatter i det minste et lateralt fremspring, det i det minste ene buede bladspor omfatter i det minste en lateral fordypning, det i det minste ene laterale fremspring til det i det minste ene blad strekker seg inn i og opptar den i det minste ene laterale fordypning til det i det minste ene bladspor.

25 Utførelse 11: Det ekspanderbare utviderapparatet i enhver av utførelser 1 til og med 10, hvori det ekspanderbare utviderapparatet har en tilbaketrukket diameter definert som en maksimumsdiameter for det ekspanderbare utviderapparatet når det i det minste ene blad er i den tilbaketrukkede bladposisjon, og en ekspandert diameter definert som en utviderdiameter av det ekspanderbare utviderapparatet når det i det minste ene blad er i den ekspanderte bladposisjon, og hvori et forhold av den ekspanderte diameter til den tilbaketrukkede diameter er i det minste 1,1 til 1,0.

Utførelse 12: Det ekspanderbare utviderapparatet i utførelse 11, hvori forholdet mellom den ekspanderte diameter og den tilbaketrunkede diameter er minst 1,25 til 1,0.

5 Utførelse 13: Det ekspanderbare utviderapparatet i utførelse 12, hvori forholdet mellom den ekspanderte diameter og den tilbaketrunkede diameter er minst 1,5 til 1,0.

10 Utførelse 14: En fremgangsmåte for å fremstille et ekspanderbart utviderapparat, fremgangsmåten omfatter: å forme et rørlegeme med i det minste et buet bladspor båret av rørlegemet; og å koble i det minste ett blad med det i det minste ene buede bladspor og konfigurere det i det minste ene blad og det i det minste ene buede bladspor slik at det i det minste ene blad glir langs det i det minste ene buede bladspor langs en buet bane mellom en første tilbaketrunket bladposisjon og en andre ekspandert bladposisjon.

15 Utførelse 15: Fremgangsmåten i utførelse 14 omfatter videre forming av komplementære tilstøtende overflater til det i det minste ene buede bladspor og det i det minste ene blad for hver å ha i det minste vesentlig konstant krumningsradius mellom omkring 25,4 centimeter og omkring 50,8 centimeter.

20 Utførelse 16: Fremgangsmåten i utførelse 14 eller utførelse 15, videre omfattende konfigurering av det i det minste ene blad og det i det minste ene buede bladspor slik at det i det minste blad ikke strekker seg radiallyt utover forbi en ytre overflate av rørlegemet i den første tilbaketrunkede bladposisjon, og slik at det i det minste ene blad strekker seg radiallyt utover forbi en ytre overflate av rørlegemet tilstøtende det i det minste ene blad ved en distanse på minst 7,62 centimeter i den andre ekspanderte bladposisjonen.

25 Utførelse 17: Fremgangsmåten i enhver av utførelse 14 til og med 16, videre omfattende konfigurering av det i det minste ene blad og det i det minste ene buede bladspor slik at det ekspanderbare utviderapparatet har en tilbaketrunket diameter definert som en maksimumsdiameter for det ekspanderbare utviderapparatet når det i det minste ene blad er i den tilbaketrunkede bladposisjon, og en ekspandert diameter definert som en utviderdiameter for det 30 ekspanderbare utviderapparatet når det i det minste ene blad er i en ekspandert bladposisjon, et forhold mellom den ekspanderte diameter og den tilbaketrunkede diameter er minst 1,1 til 1,0.

Utførelse 18: En fremgangsmåte for å utvide et borehull i en underjordisk formasjon, fremgangsmåten omfatter: fremføring av et ekspanderbart utviderapparat inn i et borehull i en underjordisk formasjon, det ekspanderbare utviderapparatet har et rørlegeme og i det minste blad i inngrep med et buet bladspor på 5  
rørlegemet; og å gli det i det minste ene blad langs det buede bladspor fra en tilbaketrukket posisjon av det i det minste ene blad til en ekspandert posisjon av det i det minste ene blad, det i det minste ene blad roteres i forhold til en langs-  
gående akse av det ekspanderbare utviderapparatet ettersom det i det minste ene blad glir langs det buede bladspor; og å rotere det ekspanderbare utviderapparatet 10  
innen borehullet idet det i det minste ene blad er i den ekspanderte posisjon for å utvide borehullet i den underjordiske formasjonen.

Utførelse 19: Fremgangsmåten i utførelse 18, hvori å gli det i det minste ene blad langs det buede bladspor fra den tilbaketrukkede posisjon av det i det minste ene blad til den ekspanderte posisjon av det i det minste blad omfatter å gli 15  
det i det minste ene blad langs en buet bane med en i det minste vesentlig konstant krumningsradius mellom omkring 25,4 centimeter og omkring 50,8 centimeter.

Utførelse 20: Fremgangsmåten i utførelse 18 eller utførelse 19, hvori å gli det i det minste ene blad langs det buede bladspor fra den tilbaketrukkede 20  
posisjon av det i det minste ene blad til en ekspanderte posisjon av det i det minste ene blad omfatter å bevirke at det i det minste ene blad strekker seg radially utover forbi en ytre overflate av rørlegemet tilstøtende det i det minste ene blad ved en distanse på minst 7,62 centimeter.

Eksempelutførelsene i omtalen beskrevet ovenfor begrenser ikke omfanget 25  
av oppfinnelsen, siden disse utførelser er kun eksempler på utførelser av oppfinnelsen, som er definert ved omfanget av de vedføyde kravene og deres lovlige ekvivalenter. Enhver ekvivalent utførelse er ment å være innen omfanget av denne oppfinnelse. Selvfølgelig vil forskjellige modifikasjoner av oppfinnelsen, i tillegg til de som er vist og beskrevet heri, slik som alternative nyttige kombinasjoner av 30  
elementer som beskrevet, forstås av de som er faglært ut fra beskrivelsen. Slike modifikasjoner og utførelser er også ment å falle innen omfanget for de vedføyde kravene.

## P A T E N T K R A V

1. Ekspanderbart utviderapparat for å utvide et borehull i en underjordisk  
5 formasjon,  
karakterisert ved at det omfatter:  
et rørlegeme;  
i det minste et buet bladspor båret av rørlegemet; og  
i det minste et blad i inngrep med det i det minste ene bladspor og  
10 konfigurert for å gli langs det buede bladspor langs en buet bane mellom en første  
tilbaketrukket bladposisjon og en andre ekspandert bladposisjon.
2. Ekspanderbart utviderapparat ifølge krav 1,  
karakterisert ved at komplementære tilstøtende overflater til det i det  
15 minste ene buede bladspor og det i det minste ene blad hver har en i det minste  
vesentlig konstant krumningsradius.
3. Ekspanderbart utviderapparat ifølge krav 2,  
karakterisert ved at den i det minste vesentlig konstante krumnings-  
20 radius er mellom omkring 25,4 centimeter og omkring 50,8 centimeter.
4. Ekspanderbart utviderapparat ifølge ethvert av kravene 1 til og med 3,  
karakterisert ved at det i det minste ene blad strekker seg en første  
25 distanse fra en langsgående akse av det rørformede legemet i den første tilbake-  
trukkede bladposisjon og strekker seg en andre distanse fra den langsgående  
akse av rørlegemet i den andre ekspanderte bladposisjon, den andre distanse er  
større enn den første distanse.
5. Ekspanderbart utviderapparat ifølge krav 4,  
30 karakterisert ved at det i det minste ene blad ikke strekker seg radially  
utover forbi en ytre overflate av rørlegemet i den første tilbaketrukkede blad-  
posisjon.

6. Ekspanderbart utviderapparat ifølge krav 4,  
karakterisert ved at det i det minste ene blad strekker seg radialt  
utover forbi en ytre overflate av rørlegemet tilstøtende det i det minste ene blad  
ved en distanse på minst 7,62 centimeter i den andre ekspanderte bladposisjon.
- 5
7. Ekspanderbart utviderapparat ifølge enhver av kravene 1 til og med 3,  
karakterisert ved at den langsgående akse til det i det minste ene blad  
roterer i forhold til en langsgående akse av rørlegemet ettersom det i det minste  
ene blad beveger seg fra den første tilbaketrunkede bladposisjon og en andre  
ekspandert bladposisjon.
- 10
8. Ekspanderbart utviderapparat ifølge krav 7,  
karakterisert ved at den langsgående akse til det i det minste ene blad  
er orientert ved en spiss vinkel i forhold til den langsgående akse av rørlegemet  
når det i det minste ene blad er i den andre ekspanderte bladposisjon.
- 15
9. Ekspanderbart utviderapparat ifølge krav 8,  
karakterisert ved at den langsgående akse til det i det minste ene blad  
er orientert minst vesentlig parallell til den langsgående akse av rørlegemet når  
det i det minste ene blad er i den første tilbaketrunkede bladposisjon.
- 20
10. Ekspanderbart utviderapparat ifølge enhver av kravene 1 til og med 3,  
karakterisert ved at det i det minste ene blad omfatter i det minste et  
lateralt fremspring, det i det minste ene buede bladspor omfatter i det minste én  
lateral fordypning, det i det minste ene laterale fremspring til det i det minste ene  
blad strekker seg inn i og opptar den i det minste ene laterale fordypning til det i  
det minste bladspor.
- 25
11. Ekspanderbart utviderapparat ifølge ethvert av kravene 1 til og med 3,  
karakterisert ved at det ekspanderbare utviderapparatet har en  
tilbaketrunket diameter definert som en maksimumsdiameter for det ekspander-  
bare utviderapparatet når det i det minste ene blad er i den tilbaketrunkede  
bladposisjon, og en ekspandert diameter definert som en utviderdiameter til det
- 30

ekspanderbare utviderapparatet når det i det minste ene blad er i den ekspanderte bladposisjon, og hvori et forhold mellom den ekspanderte diameter og tilbaketrukkede diameter er minst 1,1 til 1,0.

5 12. Ekspanderbart utviderapparat ifølge krav 11,  
karakterisert ved at forholdet mellom den ekspanderte diameter og  
den tilbaketrukkede diameter er minst 1,25 til 1,0.

10 13. Ekspanderbart utviderapparat ifølge krav 12,  
karakterisert ved at forholdet mellom den ekspanderte diameter og  
den tilbaketrukkede diameter er minst 1,5 til 1,0.

14. Fremgangsmåte for å fremstille et ekspanderbart utviderapparat,  
karakterisert ved at fremgangsmåten omfatter:  
15 å forme et rørlegeme med i det minste ett buet bladspor båret av rør-  
legemet; og  
å koble i det minste et blad med det i det minste ene buede bladspor og å  
konfigurere det i det minste ene blad og det i det minste ene buede bladspor slik at  
det i det minste ene blad glir langs det i det minste ene buede bladspor langs en  
20 buet bane mellom en første tilbaketrukket bladposisjon og en andre ekspandert  
bladposisjon.

15. Fremgangsmåte ifølge krav 14,  
karakterisert ved at den videre omfatter å forme komplementære  
25 tilstøtende overflater av det i det minste ene buede bladspor og det i det minste  
ene blad for hver å ha i det minste vesentlig konstant krumningsradius mellom  
omkring 25,4 centimeter og omkring 50,8 centimeter.

16. Fremgangsmåte ifølge krav 14,  
30 karakterisert ved at den videre omfatter å konfigurere det i det minste  
ene blad og det i det minste ene buede bladspor slik at det i det minste ene blad  
ikke strekker seg radiallyt utover forbi en ytre overflate av det rørformede legemet i  
den første tilbaketrukkede bladposisjon, og slik at det i det minste ene blad

strekker seg radially utover forbi en ytre overflate av rørlegemet tilstøtende det i det minste ene blad ved en distanse på minst 7,62 centimeter i den andre ekspanderte bladposisjon.

5 17. Fremgangsmåte ifølge enhver av kravene 14 til og med 16,  
karakterisert ved at den videre omfatter å konfigurere det i det minste  
ene blad og det i det minste ene buede bladspor slik at det ekspanderbare utvider-  
apparatet har en tilbaketrukket diameter definert som en maksimumsdiameter for  
10 det ekspanderbare utviderapparatet når det i det minste ene blad er i den tilbake-  
trukkede bladposisjon, og en ekspandert diameter definert som en utviderdiameter  
for det ekspanderbare utviderapparatet når det i det minste ene blad er i den  
ekspanderte bladposisjonen, et forhold mellom den ekspanderte diameter og den  
tilbaketrukke diameter er minst 1,1 til 1,0.

15 18. Fremgangsmåte for å utvide et borehull i en underjordisk formasjon,  
karakterisert ved at fremgangsmåten omfatter:

fremføring av et ekspanderbart utviderapparat inn i et borehull i en under-  
jordisk formasjon, det ekspanderbare utviderapparatet har et rørlegeme og i det  
minste et blad i inngrep med et buet bladspor på rørlegemet; og

20 å gli det i det minste ene blad langs det buede bladspor fra en tilbaketrukket  
posisjon av det i det minste ene blad til en ekspandert posisjon av det i det minste  
ene blad, det i det minste ene blad roteres i forhold til en langsgående akse av det  
ekspanderbare utviderapparatet ettersom det i det minste ene blad glir langs det  
buede blad spor; og

25 rotering av det ekspanderbare utviderapparatet innen borehullet idet det i  
det minste ene blad er i den ekspanderte posisjon for å utvide borehullet i den  
underjordiske formasjonen.

19. Fremgangsmåte ifølge krav 18,  
30 karakterisert ved at glidning av det i det minste ene blad langs det  
buede bladspor fra den tilbaketrukke posisjon av det i det minste ene blad til  
den ekspanderte posisjon av det i det minste ene blad omfatter å gli det i det

minste ene blad langs en buet bane med en i det minste vesentlig konstant krumningsradius mellom omkring 25,4 centimeter og omkring 50,8 centimeter.

20. Fremgangsmåte ifølge krav 18 eller krav 19,

5 k a r a k t e r i s e r t v e d a t g l i d n i n g a v d e t i d e t m i n s t e e n e b l a d l a n g s d e t  
buede bladspor fra den tilbaketrukkede posisjon av det i det minste ene blad til  
den ekspanderte posisjon av det i det minste ene blad omfatter å bevirke at det i  
det minste ene blad strekker seg radiallyt utover forbi en ytre overflate av rør-  
legemet tilstøtende det i det minste ene blad ved en distanse på minst  
10 7,62 centimeter.

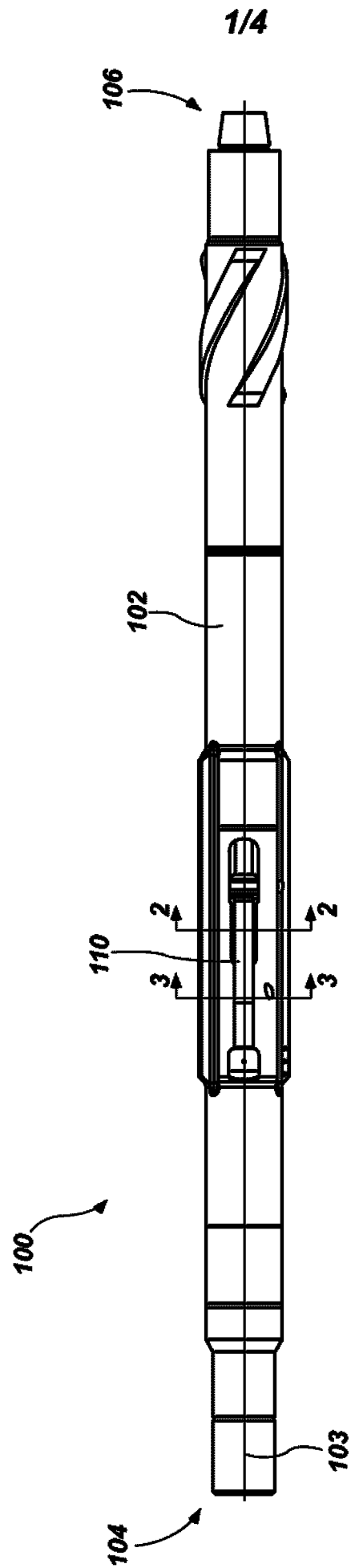


FIG. 1

2/4

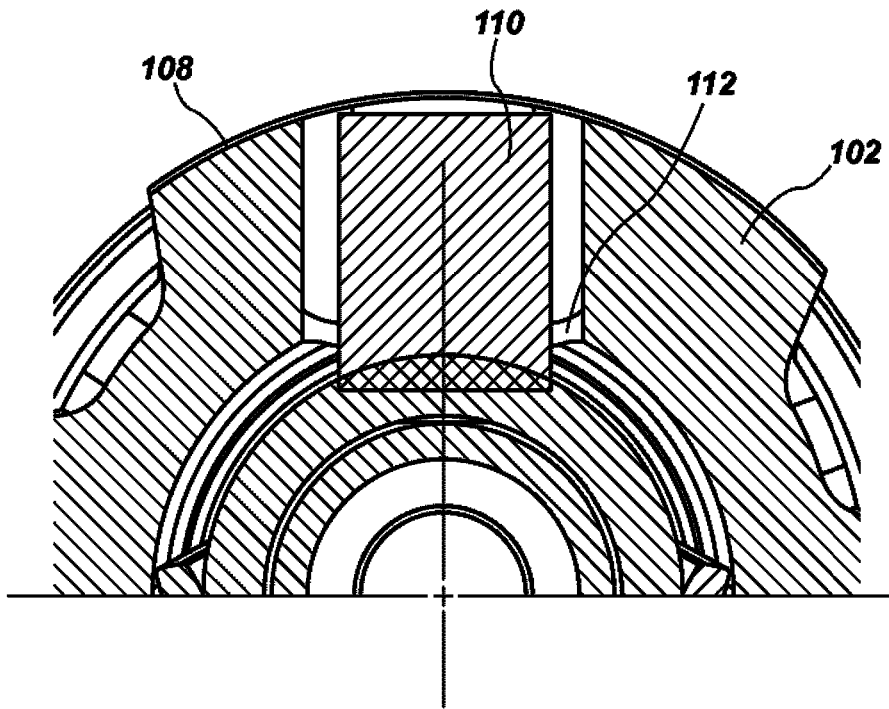


FIG. 2

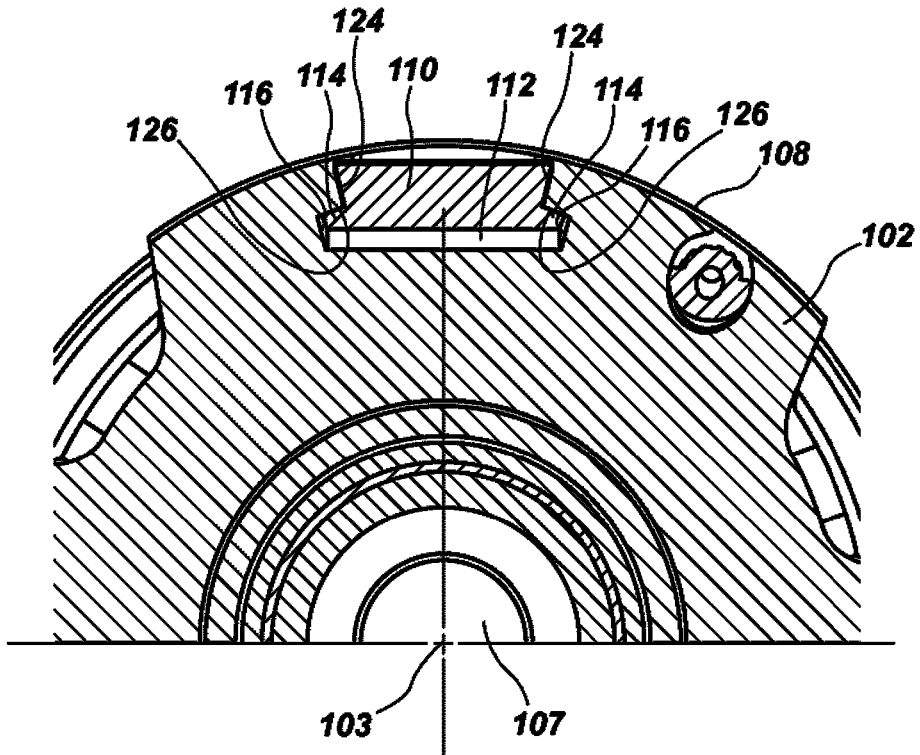


FIG. 3

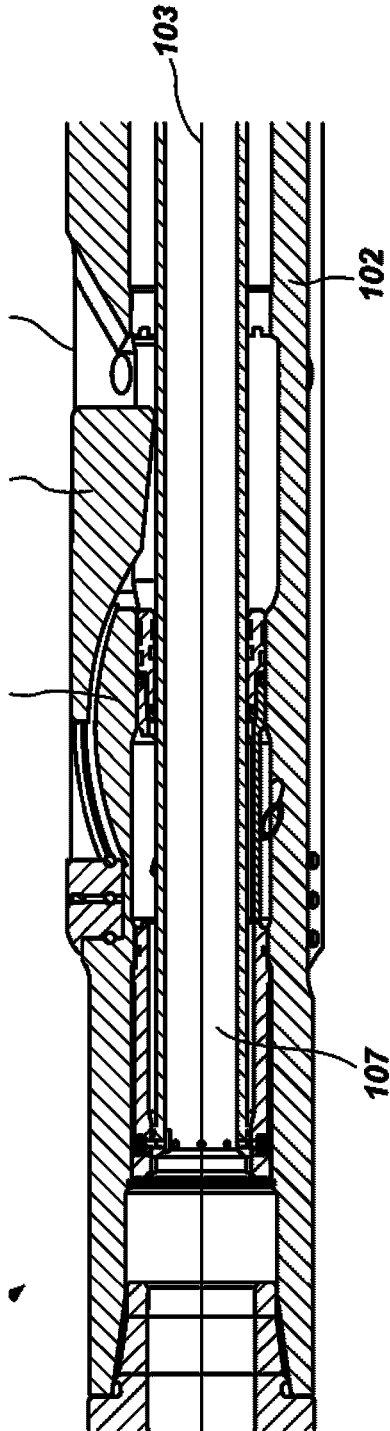
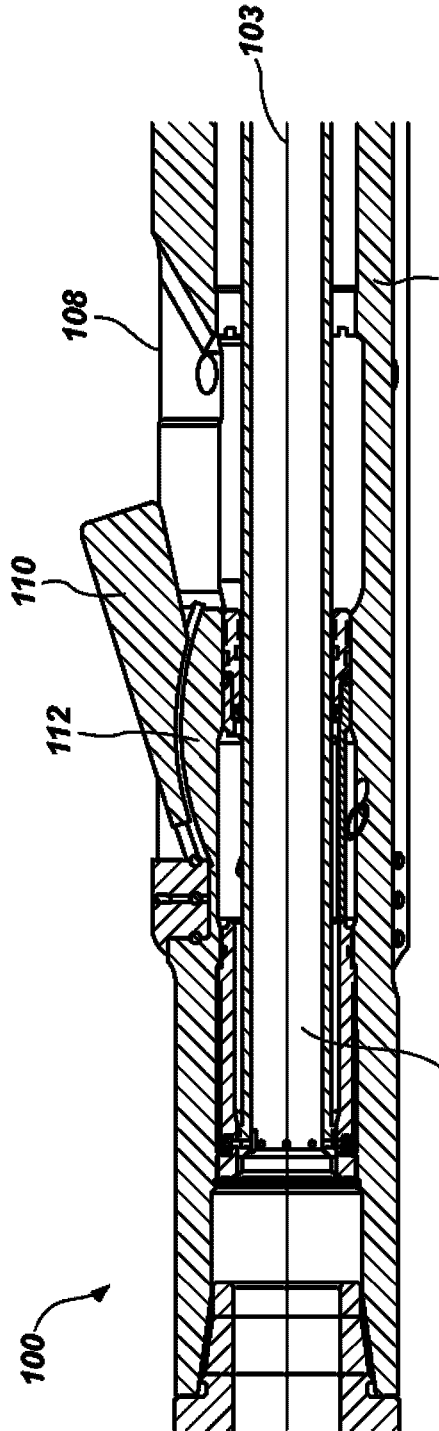


FIG. 4



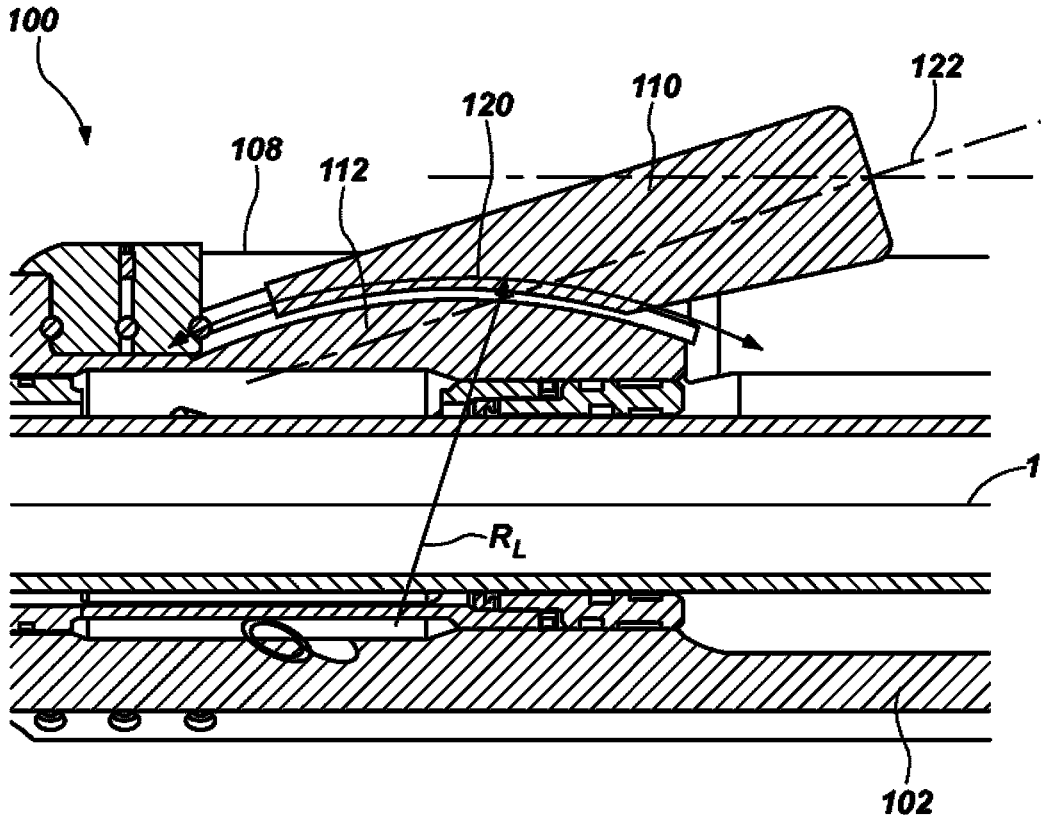


FIG. 6