



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **318220**

(13) **B1**

(51) Int Cl<sup>7</sup>

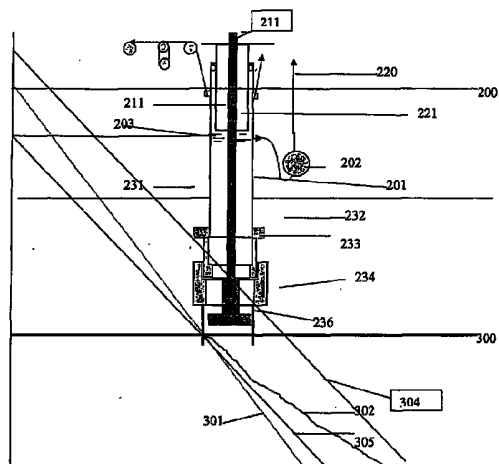
E 21 B 21/08, 17/01, 7/12

## Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20031168	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2003.03.13	(85)	Videreføringssdag	
(24)	Løpedag	2003.03.13	(30)	Prioritet	Ingen
(41)	Alm.tilgj	2004.09.14			
(45)	Meddelt	2005.02.21			
(71)	Søker	Ocean Riser Systems AS , Postboks 2732, Solli, 0204 OSLO, NO			
(72)	Oppfinner	Børre Fosli, c/o Ocean Riser Systems AS, Postboks 2732 Solli, 0204 Oslo, NO			
(74)	Fullmektig	Protector Intellectual Property Consultants AS , Postboks 5074 Majorstua, 0301 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	<b>Fremgangsmåte og anordning for utførelse av boreoperasjoner</b>
(56)	Anførte publikasjoner	US 4831495, US 6415877
(57)	Sammendrag	

Anordning og fremgangsmåte for å kontrollere og regulere bunnhullstrykket i en brønn under undervannsboring på dypt vann. Fremgangsmåten omfatter regulering opp eller ned av et grenseflatenivå mellom væske og luft i et borestigerør. Anordningen omfatter et borestigerør med et utløp ved en dybde under vannoverflaten, og hvor utløpet er koplet til et undervannspumpesystem med et returstrømningsrør som går tilbake til et borefartøy/-plattform. Hensikten med systemet er å transportere borefluidet og formasjonspartiklene tilbake til overflaten på boreenheten før noen form for strukturrør settes på sjøbunnen, og ved boring av minst én hullseksjon etter at det første overflatestrukturlederøret er blitt satt. Anordningen brukes for å bore alle overflatehullseksjoner med stigerøret installert for å unngå "pumpe og dumpe"-fremgangsmåter og for å gjenvinne alt slammet og alle kjemikalier.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte for å utføre borearbeider offshore, som angitt i ingressen til krav 1. Oppfinnelsen vedrører også en anordning for å gjennomføre borearbeider i samsvar med ingressen til krav 6, en fremgangsmåte for å fjerne jord og partikler i samsvar med ingressen til krav 10 og en anordning for å fjerne jord og partikler i samsvar med ingressen til krav 11.

Spesiell vedrører oppfinnelsen fremgangsmåter og anordninger til bruk ved boring av et hull i havbunnen fra offshoreinstallasjoner som flyter eller er forbundet med sjøbunnen på en annen måte. Den beskriver nærmere bestemt et borestigerørsystem som er anordnet slik at trykket i bunnen av et undervannsborehull kan kontrolleres på en slik måte at væsketrykket inne i stigerøret er lik eller lavere enn sjøvannstrykket på den dybden, og ikke større enn formasjonsfastheten i borehullets svakeste del.

Det er kjent forsøk på å oppnå dette i bl.a. US 4831495 og US 6415877. Løsningene ifølge disse publikasjonene forutsetter at det plasseres en pumpe på havbunnen. På store havdyp ned til 3-5000 m blir dette vanskelig for ikke å si umulig. Den foreliggende oppfinnelse tar sikte på å unngå å måtte sette pumpen på havbunnen. Ingen av løsningene ifølge de nevnte publikasjoner kan oppnå dette.

Denne foreliggende oppfinnelse fremlegger en ny og spesiell anordning som kan benyttes til å bore et hull i grunnen uten å måtte slippe ut materiale fra underjordiske formasjoner til den omgivende havbunn når hullet bores før installasjon av overflateledningen i form av (struktur-) stålrør og før installasjon av overflateføringen, på hvilket tidspunkt man ved tradisjonell boring installerer stigerøret og undervanns-UBISen. Ved å gjennomføre borearbeider med denne nye anordning som kreves, vil alle formasjonspartikler og jord bli sirkulert og pumpet opp til fartøyet eller plattformen på overflaten. Anordningen omfatter bruk av tidligere kjent teknikk, men er anordnet slik at man kan oppnå nye borefremgangsmåter. Ved å ordne de ulike systemer som er

koplet til borestigerøret, på denne spesielle måte, kan man iverksette helt nye og hittil ikke brukte fremgangsmåter.

Oppfinnelsen skal nå forklares under henvisning til de medfølgende tegninger, der:

5 Figur 1 er en skjematisk oversikt over anordningen og

Figur 2 er et skjematisk diagram og delvis detaljtegning av anordningen på figur 1.

Erfaring fra borearbeider i høyere jordlag viser at de underjordiske formasjoner som skal bores, normalt har meget liten bruddstyrke 301 nær havbunnen og at den ofte er lik sjøvannets 302. Dette dikterer at utborede formasjoner må avhendes på sjøbunnen, siden

10 formasjonsstyrken ikke er stor nok til å bære væsketrykket fra den kombinerte virkningen av boreslam og de utborede formasjonsstoffer i suspensjon i et borestigerør opp til boreplattformen 304. Dette er grunnen til at det ikke er mulig å installere et tradisjonelt borestigerør og føre returmaterialer til overflaten, før en føring er blitt satt så dypt at den vil isolere den svakere formasjon, og at jordstyrken er stor nok til å bære en

15 vannsøyle og borekaks fra formasjonen (borerester) opp til boreenheten over havflaten.. De to øverste delene av hullet bores normalt uten stigerør, uten et borestigerør. Denne "pumpe og dumpe"-fremgangsmåten fører ofte til at meget store mengder boreslam, baryttvektmateriale, faste bestanddeler fra formasjonen og kjemikalier dumpes i havet. I tillegg til å være dyr, er dette også en ødsel prosess som kan være skadelig for marint liv

20 på havbunnen.

På dypere vann vil forskjellen mellom poretrykket i formasjonen og bruddtrykket i formasjonen forbli liten etter hvert som hullet blir dypere. Bruddgradienten er så lav at den ikke kan bære væsketrykket fra en full søyle av sjøvann og borekaks opp til

25 boreplattformen. I tillegg til at det virker et statisk hydraulisk trykk mot formasjonen fra en stillestående fluidsøyle i borehullet, eksisterer det også dynamiske trykk som skapes når fluid sirkuleres gjennom borekronen. Disse dynamiske trykk som virker mot bunnen

av hullet, skapes når borefluid pumpes gjennom borkronen og opp gjennom ringrommet mellom borestrengen og formasjonen og eventuelt stigerøret. Størrelsen på disse kreftene er avhengig av flere faktorer, som for eksempel fluidets reologi, hastigheten av fluidet som pumpes opp gjennom ringrommet, borehastighet og de karakteristiske egenskaper ved borehullet/brønnen. Spesielt kan disse ekstra, dynamiske krefter være av stor betydning når det gjelder borehull med mindre diameter. I dag kontrolleres disse krefter ved å bore forholdsvis store borehull for derved å holde borefluidets ringromshastighet lav, og ved å regulere borefluidets reologi. Dette nye trykk som formasjonen utsettes for i bunnen av hullet, og som er en følge av boreprosessen, omtales ofte som ekvivalent sirkulasjonstetthet (Equivalent Circulating Density - ECD).

Siden denne ECD-virkningen kan nøytraliseres av systemet slik som det beskrives i patentsøknad PCT/NO02/00317, kan overflatehullet bores dypere enn ved hjelp av tradisjonelle borefremgangsmåter. Dette er en fordel, siden den neste seksjon også kan bores dypere, og det derfor er mulig å bore brønnen med færre føringer dersom overflateföringen kan settes dypere. Som følge av dette kan man forvente seg store økonomiske virkninger av å bore overflatehullet dypere.

Den nye fremgangsmåten som presenteres i dette skrift, vil også gjøre det mulig å kjøre inn stigerøret før det settes noen föring. Det som ligger til grunn for denne muligheten er at det hydrostatiske trykk i bunnen av stigerøret kan reguleres til det samme eller mindre enn trykket fra sjøvann fra havflaten, uansette fluidtetthet inne i stigerøret. Dette oppnås ved å ha et utløp på stigerøret under vannoverflaten, hvor dette er koplet til et pumpesystem som vil være i stand til å regulere væsknivået inne i borestigerøret til en dybde under havflaten. På denne spesielle måte vil det være mulig å pumpe borefluid (slam) gjennom borestrengen og opp gjennom ringrommet mellom stigerøret og

borestrengen sammen med borekaks fra formasjonen uten å sprekke opp eller miste returmateriale forårsaket av de svake øvre jordlagsformasjoner.

I alle borearbeider til dags dato foretatt innenfor boring til havs ved hjelp av en halvt  
5 nedsenkbar rigg eller boreskip, gjennomføres denne topphullsboringen uten stigerør.  
Borekaks og rester har hittil blitt håndtert på to ulike måter: 1) Returmaterialet slippes  
ut og strømmer fritt ut i sjøvannet etter hvert som borefluidet og formasjonsrestene blir  
pumpet opp gjennom hullet. Borefluidet og formasjonen vil da spres ut på havbunnen  
rundt borehullet. 2) Etter at boringen av den nye brønnen er blitt startet opp og det første  
10 konstruksjons-/lederør er blitt satt, blir noe utstyr kjørt på borestrengen, hvor dette vil  
koples til en sugeslange og en pumpe plassert på sjøbunnen. Mesteparten av borefluidet  
og borekaksen suges så fra toppen av hullet og pumpes vekk fra borestedet til et annet  
sted på sjøbunnen. Dette borekakstransport-systemet vil ikke fjerne borekaksen fra  
sjøbunnen, men bare omplassere den.

15

I det siste er det blitt presentert konsepter som vil pumpe returmateriale fra sjøbunnen  
opp til boreplattformen gjennom en egen slange ved hjelp av et pumpesystem på  
sjøbunnen etter at struktur- eller lederøret er blitt satt. Dette er angitt i patent  
NO312915. Her er pumpen plassert på sjøbunnen, og det er ikke installert noe  
20 borestigerør.

Under er noen aspekter den foreliggende oppfinnelser vil bli brukt til.

I ett aspekt gir den foreliggende oppfinnelse i en spesiell kombinasjon opphav til nye,  
25 praktisk gjennomførbare og sikre fremgangsmåter for å bore overflatehullet dypere med  
stigerøret installert, fra flytende installasjoner. I dette aspekt oppnås det fordeler i

forhold til tidligere kjent teknikk. Oppfinnelsen gir nærmere bestemt anvisning om hvordan man borer og kontrollerer det hydrauliske trykk som utøves mot formasjonen av borefluidet i bunnen av hullet som bores, ved å variere væsknivået i borestigerøret. Med denne nye oppfinnelse kan man trygt og effektivt kontrollere både brønnsparke og håndtering av hydrokarbongass. Det er mulig å tilføye en overflate-UBIS 410 oppå borestigerøret (se figur 2).

Siden trykket i enden av stigerøret kan defineres gjennom væsketettheten og væskesøylens vertikale høyde, kan overflatestrukturlederøret kjøres i enden av stigerøret og bores/underrømmes eller spyles på plass, idet returmateriale sirkuleres til overflaten ved hjelp av det nedre slamretursystem (Low Riser Return System - LRRS). Ingen borekaks eller formasjonsmateriale legges igjen på sjøbunnen eller i havet. Så snart strukturlederøret er spylt på plass, koples stigerøret fra ved LRMP 233, og teleskopledet 221 fjernes og stigerøret forlenges. Stigerøret koples til igjen, og det andre overflatehull for overflateføringen kan bores med boreslam. Alt returmateriale og slam vil bli sirkulert til overflaten med LRRS. Siden bunnhullstrykket kan tilpasses slik at det holder seg under bruddtrykket til den formasjon det bores i, kan overflatehullet bores dypere.

Etter at strukturføringen er på plass, kan det installeres en overflate-UBIS 410 oppå stigerøret. UBISen vil bli benyttet i det tilfelle hvor man støter på grunne lommer av hydrokarbongass og hydrokarboner sirkuleres inn i stigerøret under boring av hullet for lederøret.

Det kan være minst én strupeledning i den øvre del av borestigerøret med et strukturtrykk som er likt eller høyere enn borestigerørets. Ved å innlemme ovennevnte trekk oppnår man et velfungerende system som trygt kan utføre arbeidet med å bore de

to øverste hullseksjoner. Gjennom å ha en overflateutblåsingssikring oppå borestigerøret kan alle hydrokarboner på trygt vis luftes ut gjennom boreriggens strupeledningsmanifoldsystem.

- 5 I ett aspekt overvinner den foreliggende oppfinnelse mange ulemper ved andre forsøk og oppfyller de aktuelle behov ved å anordne fremgangsmåter og anordninger hvorved fluidnivået i stigerøret kan senkes under havflaten og reguleres slik at det hydrauliske trykk i bunnen av hullet kan kontrolleres ved å måle og regulere væsknivået i samsvar med betingelsene i den dynamiske boreprosess. På grunn av boreprosessens dynamiske
- 10 karakter vil væsknivået ikke forbli stabilt på et bestemt nivå , men vil hele tiden variere og bli regulert ved hjelp av pumpestyringssystemet. Et trykkstyringssystem styrer hastigheten til slamløftepumpen under vann og manipulerer aktivt nivået i stigerøret på en slik måte at trykket i bunnen styres etter behovene i boreprosessen. Med de
- 15 beskrevne fremgangsmåter er det mulig å regulere trykket i bunnen av brønnen uten å endre borefluidets tetthet.

Evnen til å kontrollere trykket i bunnen av hullet og samtidig og med det samme utstyr være i stand til å fange opp og på sikkert vis kontrollere hydrokarbontrykket på overflaten, gjør den foreliggende oppfinnelse og stigerørsystem helt nytt og unikt.

20

- Fremgangsmåten med å variere fluidnivået kan også brukes til å øke bunnhullstrykket i stedet for å øke slamtettheten. Dette innebærer at overflatahullet kan bores i vinkel/avvikende mens man kontrollerer bunnhullstrykket. Dette er ikke lett å få til med et tradisjonelt stigerør eller å få til med stigerørsfri boring, på grunn av problemer med
- 25 hullstabilitet under boring med ikke-vekstsatt sjøvann i et avvikshull.

Normalt vil poretrykket også variere etter hvert som boringen skjer dypere i formasjonene. Under tradisjonelt borearbeid må boreslamtettheten reguleres. Dette er tidkrevende og dyrt, siden det må tilsettes tilsetningsstoffer som slippes ut i sjøen uten mulighet for gjenvinning av slammet og kjemikaliene. Med LRRS-systemet vil slam bli  
5 gjenvunnet ved overflaten, følgelig kan det benyttes et til formålet bedre tilpasset boreslam som vil bore et bedre kalibrert hull, og det kan tas bedre prøver og kjerneprøver.

10 (Bore-)stigerøret 201 har et nedre utløp mellom havflaten og havbunnen med ventiler 204 som vil lede fluidet i stigerøret inn i det neddykkede pumpesystem som vil pumpe fluidet og faste bestanddeler tilbake til overflaten.

Ved at det er mulig å senke luft/væsknivået i stigerøret til et nivå under havflaten, er  
15 det også mulig å skape et trykk inne i nevnte stigerør, hvor dette trykk kan være lavere enn sjøvannstrykket, hvilket kan sees fra gradient 305, som delvis ligger under 302, som er sjøvannstrykkgradienten fra havflaten 200. Dette betyr at sjøvann vil strømme inn i enden av stigerøret og opp i det nedre utløp fra stigerøret og inn i undervannspumpen 202, som vil pumpe innholdet gjennom returrøret 220 og tilbake til et fartøy på  
20 overflaten.

Ved oppstart av borearbeid fra et flytende fartøy kan det første strukturlederør 236 kjøres i enden av stigerøret 201. Lederørshuset 234 er koplet til overflatestrukturlederøret og stigerøret koplet til lederørshuset 234 ved hjelp av en  
25 tappkopling 233. Strukturlederøret senkes ned i sjøbunnen før borestrengen 211 kjøres inn. Når borestrengen 211 kjøres inne i stigerøret 201 ned til sjøbunnen 300, når det pumpes gjennom borestrengen og opp på innsiden av stigerøret, reguleres trykket i stigerøret ved sjøbunnen, slik at det ligger rett under sjøvannstrykket ved denne dybde (linje 305), ved å senke eller justere luft/væsknivået i stigerøret 203.



Formasjonsjorden som fjernes ved hjelp av borekronen, pumpes opp til overflaten ved hjelp av pumpesystemet 202. Etter hvert som hullet blir dypere, senkes stigerøret og strukturlederøret ved hjelp av stigerørstrekkssystemet 501 til lederørshuset 234 befinner seg i en hensiktsmessig høyde over sjøbunnen på figur 2. Under prosessen med å fjerne jord fra borehullet kan trykket 305 i hullet som skyldes dette arbeidet, kontrolleres ved å regulere nivået på væske/luft i stigerøret, slik at dette ligger mellom trykket fra sjøvannet 302 og jordens bruddgradient 301. Som kan sees på figur 1, vil det ikke være mulig å bringe returmateriale fra brønnen helt tilbake til overflaten som ved tradisjonell boring, siden væsketrykket fra borefluidet 304 ville bryte opp den svake formasjonsjorden 301 og nivået ikke ville nå opp til overflaten før returmaterialet gikk tapt til det grunne jordsmonnet under overflaten.

En ytterligere anvendelse av dette system vil være fjerning av grunn havbunnsjord og partikler på havbunnen, som for eksempel innenfor utvinning av mineraler fra sjøbunnen. Sjøvann vil strømme inn i stigerøret og transportere eventuelle faste bestanddeler i suspensjon tilbake til overflaten via pumpesystemet.

P a t e n t k r a v

1.

5 Fremgangsmåte for å utføre borearbeider offshore, spesielt boring av et borehull for installasjon av en føring, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter følgende trinn:

- plassering av et borefartøy over en brønns beliggenhet;
- nedsenking av et borestigerør (201) fra borefartøyet til sjøbunnen (300);
- nedsenking av en borestreng (211) gjennom borestigerøret (201);
- 10 - boring av en første seksjon av et borehull fra sjøbunnen (300) til en på forhånd bestemt dybde;
- under boring å pumpe fluider og faste bestanddeler, for eksempel borekaks, rester og borefluid, fra borehullet og opp gjennom borestigerøret (201) til borefartøyet eller et hjelpefartøy; og
- 15 sende de pumpede fluider og faste bestanddeler ut av stigerøret (201) via et utløp fra stigerøret (201), hvor utløpet befinner seg ved et nivå under vannoverflaten, og inn i et pumpesystem (202) med et returstrømningsrør (220) som går tilbake til overflaten (200), mens fluidnivået (203) i stigerøret (201) holdes på et nivå som tilsvarer et trykk i nedre ende av
- 20 stigerøret (201), som er likt eller lavere enn sjøvannstrykket ved sjøbunnen (300).

2.

25 Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at et første strukturstigerør (236) koples til nedre ende av borestigerøret (201) og kjøres sammen med borestigerøret (201).

3.

30 Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at borestigerøret (201) koples til et strukturstigerør (236) under boring av hullseksjonen for neste føringstreng.

4.

Frengangsmåte som angitt i krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at pumpesystemet (202) anbringes mellom sjøbunnsnivået (300) og vannoverflaten (200).

5

5.

Frengangsmåte som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at trykket i borehullet reguleres ved å variere høydenivået (203) for fluider og faste bestanddeler i borestigerøret (201).

10

6.

Anordning for å gjennomføre borearbeider offshore, spesielt boring av et borehull for installasjon av en føring, omfattende et borestigerør (201) som strekker seg mellom et borefartøy og sjøbunnen (300), k a r a k t e r i s e r t v e d at borestigerøret (201) omfatter et utløp ved en dybde under vannflaten (200) og over havbunnen (300), og utløpet er koplet til et pumpesystem (202) som befinner seg på eller over sjøbunnen (300) og under vannoverflaten (200), idet nevnte pumpesystem (202) har et returnrør (220) som går tilbake til et borefartøy/-plattform eller til et eget forsyningskip.

20

7.

Anordning som angitt i krav 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at stigerøret (201) kan kjøres til sjøbunnen (300) før det lages noe hull, hvor nevnte stigerør (201) leder borerester og jord som suges opp i stigerøret (201) sammen med sjøvann når trykket i enden av nevnte stigerør (201) er lavere enn sjøvannstrykket ved havbunnen (300).

25

8.

Anordning som angitt i krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at stigerøret (201) er koplet til et flytende fartøy som for eksempel en mobil, offshore boreenhet (mobile offshore drilling unit - MODU), en forankret produksjonsplattform, så som SPARS eller bøyeformer, et dyptgående, flytende borefartøy, et bevegelig

30

ståltårn, et flytende bore- og produksjonsfartøy (floating drilling and production vessel - FDP) eller en strekkstagsplattform (tension leg platform - TLP).

9.

- 5 Anordning som angitt i krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at pumpesystemet (202) med returstrømningsrøret (220) er tilpasset for å settes ut og kjøres fra et eget forsyningskip (tender support vessel - TSV) som befinner seg nær boreplattformen.

10

10.

Fremgangsmåte for å fjerne jord og partikler fra sjøbunnen,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter følgende trinn:

- plassering av et fartøy over en offshore beliggenhet;
- 15 - nedsenking av et stigerør (201) fra fartøyet til sjøbunnen (300);
- pumping av fluider og faste bestanddeler fra sjøbunnen (300) opp gjennom stigerøret (201) til fartøyet eller hjelpefartøyet; og
- sende de pumpede fluider og faste bestanddeler ut av stigerøret (201) via et utløp fra stigerøret (201), hvor utløpet befinner seg ved et nivå under vannoverflaten, og inn i et pumpesystem (202) med et returstrømningsrør (220) som går tilbake til overflaten (200), mens fluidnivået (203) i stigerøret (201) holdes på et nivå som tilsvarer et trykk i nedre ende av stigerøret (201) lavere enn sjøvannstrykket ved sjøbunnen (300).

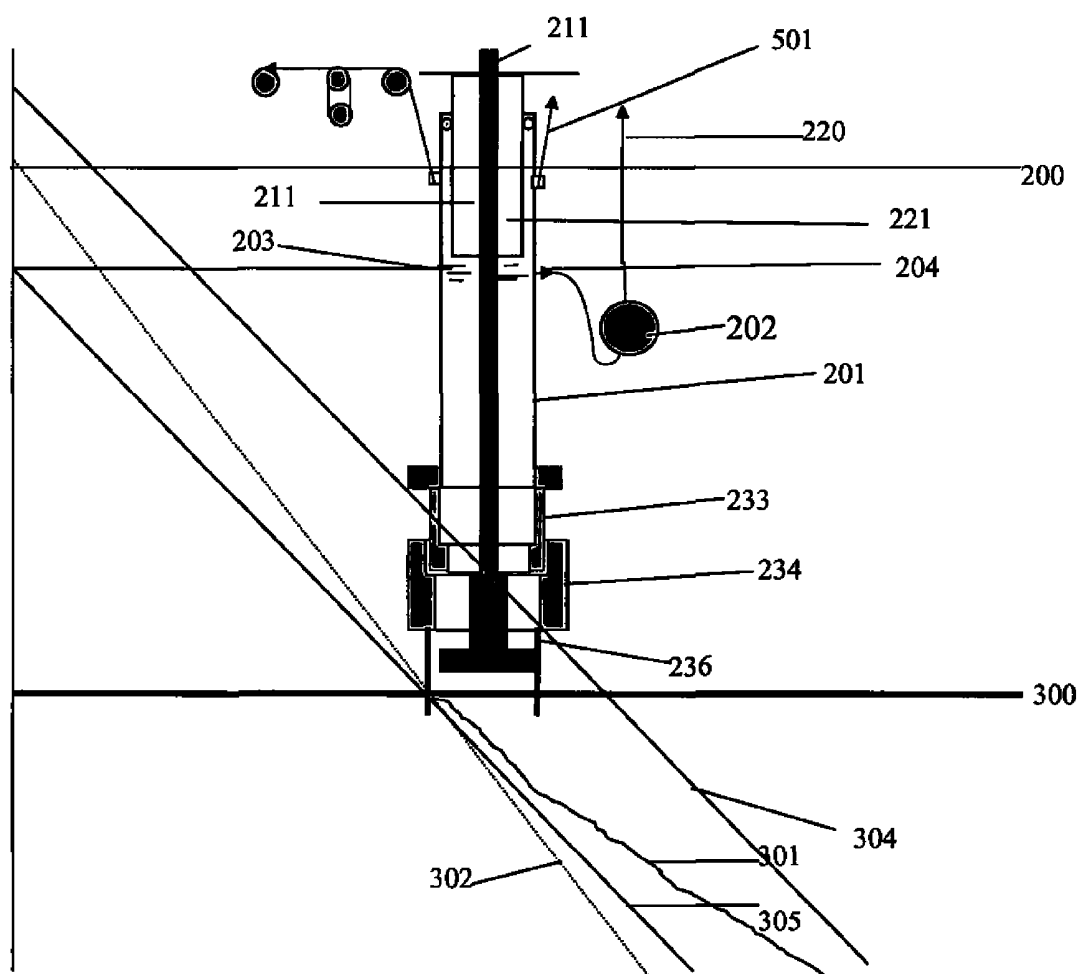
20

25 11.

- Anordning for å fjerne jord og partikler fra sjøbunnen, omfattende et stigerør som løper mellom et fartøy og sjøbunnen, k a r a k t e r i s e r t v e d at stigerøret (201) omfatter et utløp ved en dybde under vannoverflaten (200) og over havbunnen (300), og utløpet er koplet til et pumpesystem (202) som befinner seg på eller over sjøbunnen (300) og under vannoverflaten (200), idet nevnte pumpesystem (202) har et returstrømningsrør (220) som går tilbake til et fartøy eller en plattform eller til et eget forsyningskip.

30

Figur 1



**Figur 2**

