

(12) **PATENT**

(19) NO

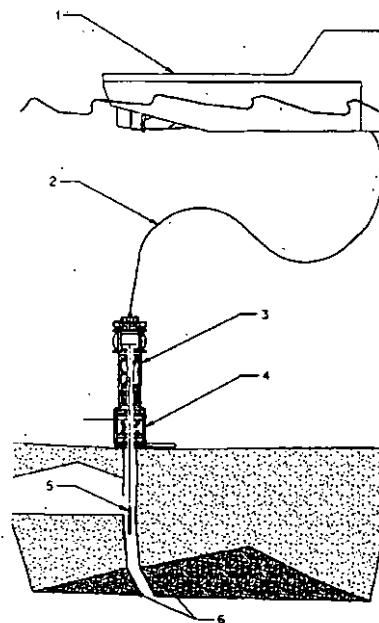
(11) **317384**(13) **B1****NORGE**(51) Int Cl⁷

E 21B 23/00

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20011712	(86)	Innt.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2001.04.04	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2001.04.04	(30)	Prioritet	Ingen
(41)	Alm.tilgj	2002.10.07			
(45)	Meddelt:	2004.10.18			
(71)	Søker	Offshore Resource Group AS , Skogstrøstraen 25, Blokk C, 4029 STAVANGER, NO			
(72)	Oppfinner	Ståle Brattebø, 4068 Stavanger, NO Phil Teague, Eiganesveien 83, 4009 Stavanger, NO Jostein Kjerstad, 4068 Stavanger, NO			
(74)	Fullmektig	Onsagers AS , Postboks 6963 St Olavs Plass, 0130 Oslo, NO			
(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og anordning for verktøynnføring i undervanns olje og gass reservoar			
(56)	Anførte publikasjoner	US 3602300, US 4577693, US 5570437			
(57)	Sammendrag				

Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte og anordning for innføring av verktøy i et olje og gassreservoar i havbunnen, hvilket reservoar er tilgjengelig via en brønn som fortrinnsvis er terminert med et ventiltre (christmastree). Særlig er fremgangsmåten og anordningen tilpasset for anvendelse på brønner på særlig store havdyp, og/eller brønner med svært høyt trykk hvor eksisterende tekniske løsninger har vanskeligheter med, eller ikke har tilgang til å intervenere brønnen eller reservoaret med verktøy. Anordningen ifølge foreliggende oppfinnelse er videre utformet og oppbygget slik at den i en foretrukket utførelsesform er modulært sammensatt og ved å variere sammensetningen og antallet moduler så kan ulike former for intervensjonsverktøy eller lignende benyttes i anordningen etter ønske og behov, og i den forbindelse vil det være mulig å sette sammen flere ulike moduler som gir mulighet for flere typer brønnintervensjon med ulike typer verktøy.



Foreliggende oppfinnelse vedrører en anordning for innføring av verktøy i et olje og gassreservoar i havbunnen, hvilket reservoar er tilgjengelig via en brønn som fortrinnsvis er terminert med et ventiltre (christmas tree). Særlig er anordningen tilpasset for anvendelse på brønner på særlig store havdyp, og/eller brønner med

5 svært høyt trykk hvor eksisterende tekniske løsninger har vanskeligheter med, eller ikke har tilgang til å intervenere brønnen eller reservoaret med verktøy.

Anordningen ifølge foreliggende oppfinnelse er videre utformet og oppbygget slik at den i en foretrukket utførelsesform er modulært sammensatt og ved å variere sammensetningen og antallet moduler så kan ulike former for intervensjonsverktøy

10 eller lignende benyttes i anordningen etter ønske og behov, og i den forbindelse vil det være mulig å sette sammen flere ulike moduler som gir mulighet for flere typer brønnintervensjon med ulike typer verktøy.

Utvinning av olje og gass fra havbunnen er stadig i utvikling og etter hvert som tidligere områder blir uinteressante beveger utvinningen seg mot nye områder av

15 havbunnen som ofte betyr større havdyp og geologiske formasjoner med høyere trykk. Dette medfører en rekke tekniske utfordringer, bl.a. knyttet til vanntrykket på store havdyp, høyt brønntrykk, samt lang vei fra overflatefartøy til havbunn hvilket kan vanskeliggjøre undervannsoperasjoner ettersom disse til enhver tid må utføres fjernstyrt.

Eksisterende tekniske løsninger har i tillegg en rekke begrensninger i forhold til operative betingelser og det er derfor ønskelig å utvikle nye tekniske løsninger som i hovedsak overvinner disse begrensningene og utvider rammen av de operative betingelsene ved at løsningene kan benyttes i dårlig vær, større dyp, mindre

20 overvåkning og styring etc. En slik begrensning er knyttet til nedføringen av verktøy på store dyp langs såkalte føringslinjer/ledetøyer som er forløpende fra et fartøy på overflaten til en installasjon eller konstruksjon på havbunnen for nedføring av verktøy eller arbeidsmoduler. Begrensningene ved bruk av denne

25 løsningen ligger særlig i det operative vinduet for fartøyet på overflaten i forhold til bølgehøyde, vind og strømforhold. Særlig er bølgehøyde en kritisk faktor og dersom bølgehøyden er for stor kan denne løsningen ikke benyttes. Man må derved

30 vente til man igjen oppnår operative betingelser som er tilfredsstillende, eller benytte selvgående undervannsutstyr for plassering av arbeidsmodul, intervensjonsverktøy, eller annet utstyr på havbunnen. Det er i hovedsak ønskelig å overvinne denne begrensningen ved å benytte selvgående undervannsutstyr som

35 enten plasseres ved hjelp av en ROV eller er selvgående i det perspektiv at den kan bevege seg selv fra overflate (fartøy) til ønsket installasjon på havbunnen.

En konstruksjon for eksempel for intervensjon av brønner på havbunnen, eller annet undervannsarbeid må ofte spesielt tilpasses de enkelte arbeidsoperasjoner hvor det er nødvendig å benytte et bredt spekter av ulike verktøy for å dekke alle

behov som kan oppstå under en operasjon på havbunnen. Dette betyr enten at en lang rekke spesielle verktøymoduler må være tilgjengelige på havoverflaten for å kunne føres ned til brønnen på havbunnen etter behov, eller en total konstruksjon med de nødvendige verktøy kan plasseres på havbunnen for der å utføre de

5 nødvendige og ønskede operasjoner. Igjen ligger utfordringen i å forflytte det nødvendige verktøy fra overflaten til korrekt sted på havbunnen. Dersom en total konstruksjon skal forflyttes gjennom vannet, hvilket konstruksjon skal kunne dekke de verktøybehov som oppstår under en operasjon, så vil denne enheten være stor og uhåndterlig hvorpå den vil være vanskelig å manøvrere enten den er selvgående

10 (med egne drivanordninger) eller den forflyttes ved hjelp av en eller flere ROV. Dersom det benyttes mindre enheter, som kun er spesialtilpasset for å utføre enkelte operasjoner så vil igjen utfordringen ligge i å hurtig kunne skifte ut enhetene på havbunnen etter hvert som behovet for nye verktøyoperasjoner endres. Disse enhetene vil imidlertid være mindre og enklere å plassere enten de er

15 selvgående eller plasseres med en ROV.

Kjente tekniske løsninger er dokumentert i US 3602300 som omhandler en nedihulls installasjons- opphentings- og vedlikeholdsanordning for en undervannsbrønn. En vinsjtrummel med motor er innkapslet i et trykkammer og er via en innføringsanordning eksponert mot brønntrykket. Videre er det i US

20 4577693 beskrevet en wireinnretning for verktøyinnføring i en undersjøisk brønn der en trummel med verktøykabel er innkapslet i en trykkbeholder som er forbundet med brønnen. I US 5570437 er det videre beskrevet et utstyr for fjernmåling av fysiske parametere i en brønn.

Det er en hensikt ved foreliggende oppfinnelse å overkomme de problemstillinger som her er nevnt, ved å frembringe en anordning som etter ønske og behov settes sammen av ulike enheter ved plassering på havbunnen. De ulike enheter er selvgående fra fartøy til havbunn, og enheten er derved av en størrelse og form som gjør det enkelt mulig å bevege det gjennom vannmassen, samtidig som den totale oppbygning er modulær slik at enhetene enkelt kan sammenstilles etter ønske og

30 behov på havbunnen. Den nødvendige totale konstruksjon hvor riktig verktøy er tilstede i forhold til de operasjoner som skal gjennomføres vil derved enkelt kunne bygges opp i hvert enkelt tilfelle, og når en intervensjonsoperasjon gjennomføres på havbunnen vil det derved ikke være nødvendig å føre ned nye verktøyenheter underveis.

35 En ytterligere utfordring ved brønnintervensjon er i dag knyttet til brønner med høyt trykk. Særlig retter dette seg mot de tilfeller hvor det er nødvendig å intervenere en høytrykksbrønn. Dette har til nå vært svært komplisert, og i mange tilfeller er det ikke mulig, hvorpå man utsetter intervensjonen til brønnens trykk reduseres av naturlige årsaker, hvilket igjen kan ta svært lang tid.

En ytterligere utfordring ligger i det faktum at det benyttes en lang rekke forskjellige utstyr på eksisterende brønner, og særlig gjelder dette såkalte undervanns ventiltre hvilket er en ventil konstruksjon anbrakt på et brønnhode etter komplettering av boring for å styre strømmen av olje og gass fra brønnen.

- 5 På bakgrunn av de utfordringer og problemene som ovenfor er identifisert er det en hensikt med foreliggende oppfinnelse å frembringe en fremgangsmåte og anordning for innføring av verktøy i en undervannsbrønn, hvilken fremgangsmåte og anordning er tilpasset for anbringelse på en rekke ulike typer av undervanns ventiltre (christmas tree); anordningen skal kunne tilpasses hver enkelt operasjon
- 10 etter ønske og behov for ulike typer av intervensjonsverktøy; anordningen skal kunne plasseres uten bruk av ledevaier, føringer fra overflaten; intervensjonen skal kunne skje gjennom ventiltre-konstruksjonen uten bruk av kveilerør eller lignende til overflaten; og anordningen og fremgangsmåten skal være tilpasset brønner med høyt trykk og operasjoner på dypt vann.
- 15 For å møte de ovenfor angitte hensikter er det i overensstemmelse med oppfinnelsen utarbeidet en anordning for verktøyinnføring i undervanns olje og gass reservoar, hvilket reservoar er tilgjengelig via en brønn som er terminert i et ventiltre fortrinnsvis ved havbunnen. Ventiltreet danner minst en barriere mellom formasjonstrykket i reservoaret og omgivelsene på havbunnen. Det anbringes
- 20 tettende en forbindelse på ventiltreet, hvilken forbindelse forbinder brønnens indre med en trykkbeholder inneholdende en kabeltrommel med kabel og videre at det i tilknytning til forbindelsen mellom kabeltrommelen og ventiltreet er anordnet minst en verktøyinnførings-anordning fra hvilken det ved behov innføres minst et verktøy i brønnen via forbindelsen mellom ventiltreet og kabeltromlen og at
- 25 verktøyet forbindes med kablen på kabeltromlen hvorefter verktøyet senkes ned i brønnen med kabelen fra kabeltromlen.

- I overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse er det derved frembrakt en anordning for verktøyinnføring i undervanns olje og gass reservoar via en brønn som er terminert i et ventiltre på havbunnen, hvilket ventiltre danner minst en
- 30 barriere mellom formasjonstrykket i reservoaret og omgivelsene på havbunnen, hvilken anordning innbefatter en trykkbeholder som er forbundet med brønnens indre via et trykktett intervensjonsrør og hvilken trykkbeholder inneholder en kabeltrommel med en oppkveilet kabel. Anordningen er kjennetegnet ved at anordningen er modulært oppbygget med minst en første modul tilpasset
 - 35 ventiltreets øvre grensesnitt, for forbindelse med ventiltreet, minst en andre modul innbefattende en stengningsanordning for sperring av brønnstrømmen og en eller flere moduler hvorav en verktøyinnføringsmodul innbefattende trykkbeholder og kabeltrommel samt at det mellom kabeltromlen og ventiltreet er anbrakt minst en verktøyinnføringsmodul inneholdende minst et verktøy som innføres i brønnen med

kabelen, hvilken modul innbefatter minst en egen fremdriftsinnretning som muliggjør selvgående modulbevegelse gjennom vannmassen mellom havbunn og skip.

- 5 I ulike utførelsesformer kan anordningen frembringes på ulikt vis, som en total enhet eller ved modulær oppbygning bestående av to eller flere moduler. Uansett oppbygning så vil anordningen i en rekke utførelsesformer innbefatte en utblåsningssikring (BOP). Videre vil anordningen innbefatte krafttilførsel og et eller flere styringssystemer. Styresystemene benyttes for å manøvrere anordningen underveis i vannmassene, for å plassere anordningen samt å operere anordningen.
- 10 I den foretrukne utførelsesform innbefatter anordningen minst en egen fremdriftsinnretning for bevegelse gjennom vannmassen. Derved unngås de ulemper som er vedheftet bruk av ledewire systemer. Ved å utforme anordningen ifølge foreliggende oppfinnelse med variable oppdriftslegemer så kan anordningen tilpasses bevegelse gjennom vannet mellom havbunn og skip ved såkalt "fri flukt".
- 15 I den foretrukne utførelsesform er videre anordning ifølge foreliggende oppfinnelse sammensatt av enheter (moduler) med modulær oppbygning for modulær sammenstilling av den totale anordningen. I denne utførelsesformen innbefatter hver modul minst en egen fremdriftsinnretning for bevegelse gjennom vannmassen. Hver modul har i denne utførelsesformen et separat styresystem beliggende i en
- 20 styreanordning for styring av modulen ved en eller flere av fasene : bevegelse gjennom vannet, interaksjonen mellom de ulike modulene ved plassering, sammenkopling, operasjon og adskillelse. I en ytterligere utførelsesform er modulene forsynt med organer for kommunikasjon mellom modulenes styreanordninger når modulene er sammenstillet.
- 25 I den modulære oppbygningen av anordningen ifølge foreliggende oppfinnelse innbefatter også de nødvendige muligheter for frakopling av modulen(e) med verktøyinnføringsanordningen(e), styrings/krafttilførsels modulen, samt vinsjtrummel/trykkbeholder modulen fra utblåsningssikrings modulen i nødsfall. Videre kan hver enhet og/eller den totale anordningen overstyres av en ekstern
- 30 ROV via et utvendig styrepanel, hovedsakelig av ellers kjent type.

Det kan dessuten benyttes verktøyplanordning som tillater nedihulls verktøyvalg.

Anordningen ifølge foreliggende oppfinnelse kan dessuten inneholde ulike anordninger for å manipulere kabelen som benyttes ved verktøyintervensjon f.eks for å løsgjøre fastsatt verktøy e.l.

I ulike utførelsesformer styres anordningen også fra overflaten (fartøy) via en "navlestreng" bestående av de nødvendige ledninger for overføring av styringssignaler.

En utførelsesform av en anordning i overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse, med styresystem ifølge foreliggende oppfinnelse, hvilken anordning opererer etter fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse er videre i nærmere detalj beskrevet i de vedlagte figurer, hvor;

fig. 1 viser skjematisk anbringelsen av anordningen ifølge foreliggende oppfinnelsen på havbunnen;

fig. 2 viser skjematisk oppbygningen av en utførelsesform av anordningen ifølge foreliggende oppfinnelse;

fig. 3 viser kraftstyringsanordningen i anordningen som vist i fig. 2;

fig. 4 viser vinsjhusmodulen som vist i fig. 2;

fig. 5 viser verktøybæreren som vist i fig. 2;

fig. 6 viser utblåsningssikringen (BOP) som vist i fig. 2;

fig. 7 viser koblingsanordningen for ventil 3 som vist i fig. 2;

De ulike henvisningstallene på figurene refererer til ulike deler i en foretrukket utførelsesform som følger :

Kraft styre modul (PCM) (Fig 3 henvisningstall 100)

- 101 Mottaker for navlestreng for løfting og elektrisk kraft/signaler
- 102 Oppdrifts blokker
- 103 Motor for azimuth styring
- 104 Vertikale motorer
- 105 ROV overstyrings panel
- 106 Hydraulisk kraft enhet, med hydraulisk beholder
- 107 Elektroniske styrebokser
- 108 Ventil blokk
- 109 Forbindelses plater for overføring av kraft og styring mellom modulene
- 110 Førings kanaler for forbindelse
- 111 Støtfangere for utsetting og innhenting
- 112 Låseanordning mellom moduler

113 Øyer for overflatehåndtering

Vinsj hus Modul (Ref. Fig.4 henvisningstall 200)

- 201 Føringsstaver for forbindelse
- 5 202 Forbindelses plater for overføring av kraft og styring mellom modulene
- 203 Øyer for overflatehåndtering og sammenlåsning av moduler
- 204 Trykktank med adkomst
- 205 Vinsj trommel
- 206 Vinsj styresystem
- 10 207 Vinsj spolesystem
- 208 Mekanisk overstyring av vinsj
- 209 Hydraulisk kraft enhet, med hydraulisk beholder
- 210 Elektroniske styrebokser
- 211 Ventil blokk
- 15 212 Førings kanaler for forbindelse
- 213 Oppdrifts blokker
- 214 Låseanordning mellom moduler
- 215 Støt fangere for utsetting og innhenting
- 216 ROV overstyrings panel
- 20 217 Trykktetnings forbindelse

Verktøybærer og lager modul (Ref. Fig 5 henvisningstall 300)

- 301 Føringsstaver for forbindelse
- 302 Forbindelses plater for overføring av kraft og styring mellom modulene
- 25 303 Oppdrifts blokker
- 304 Motorer
- 305 Øyer for overflatehåndtering og sammenlåsning av moduler
- 306 Hydraulisk kraft enhet, med hydraulisk beholder
- 307 Elektroniske styrebokser
- 30 308 Ventil blokker
- 309 Førings kanaler for forbindelse
- 310 Låseanordning mellom moduler
- 311 ROV overstyrings panel
- 312 Trykktetnings forbindelse
- 35 313 Nødfrigjørings ventil
- 314 Verktøy henger
- 315 Anordning for verktøylager og utvelgelse
- 316 "Trekke for å frigjøre" anordning for fast verktøy
- 317 System for inertgass
- 40 318 Støtfangere for utsetting og innhenting

- Mini BOP Modul (Ref Fig.6 henvisningstall 400)
- 401 Føringsstaver for forbindelse
 - 402 Forbindelses plater for overføring av kraft og styring mellom modulene
 - 5 403 Oppdrifts blokker
 - 404 Motorer
 - 405 Øyer for overflatehåndtering og sammenlåsning av moduler
 - 406 Hydraulisk kraft enhet, med hydraulisk beholder
 - 407 Elektroniske styrebokser
 - 10 408 Ventil blokk
 - 409 Førings kanaler for forbindelse
 - 410 Låseanordning mellom moduler
 - 411 ROV overstyrings panel
 - 412 Trykkettnings forbindelse
 - 15 413 Støtfangere for utsetting og innhenting
 - 414 Wire sikrings anordning før skjæring
 - 415 Skjær stempler
 - 416 Tetningsstempler
 - 417 Isolasjonsventil
 - 20
- Ventiltre grensesnitt modul (Ref Fig. 7 henvisningstall 500)
- 501 Føringsstaver for forbindelse
 - 502 Forbindelses plater for overføring av kraft og styring mellom modulene
 - 503 Oppdrifts blokker
 - 25 504 Øyer for overflatehåndtering og sammenlåsning av moduler
 - 505 Hydraulisk kraft enhet, med hydraulisk beholder
 - 506 Elektroniske styrebokser
 - 507 Ventil blokk
 - 508 Førings kanaler for forbindelse
 - 30 509 Låseanordning for tre
 - 510 Trykkettnings forbindelse

Det er i figur 1 skjematisk vist hvorledes en anordning 3 ifølge foreliggende oppfinnelse er plassert på havbunnen på en ventiltre-konstruksjon 4 av ellers kjent type. Anordningen styres fra et overflatefartøy 1 via minst en signalledning 2.

35 Anordningen 3 ifølge foreliggende oppfinnelse senker et verktøy 5 ned i brønnen mot reservoaret 6 via en kabel inneholdt i en trykkbeholder. Anordningen 3 er slik forbundet med ventiltreet 4 at barrieren mot formasjonstrykket utvides gjennom en forbindelse til trykkbeholderen. Trykkbeholderen inneholder en vinsj med en kabel

40 (wireline) som benyttes ved nedføring av verktøy i brønnen.

Anordningen 3 er i overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse oppbygget av et flertall moduler som vist i figur 2. Den nederste modulen 500 er tilpasset ventiltreet og plasseres på dette på havbunnen. Deretter plasseres en modul 400 inneholdende en utblåsningssikring. Modulene 400 og 500 er i likhet med de øvrige 5 modulene autonome og beveges gjennom vannet med egen fremdriftsanordning (en eller flere). Videre anbringes en eller flere verktøyinnføringsmoduler 300 og en vinsjenhet 200. Den øverste modulen er en styrings og kraftgenererende modul som videre er forbundet med et overflatefartøy via en styringsledning.

10 Modulene er videre vist i de øvrige figurene 3, 4, 5, 6 og 7 med henvisning til den ovenfor angitte liste over elementer med henvisningstall.

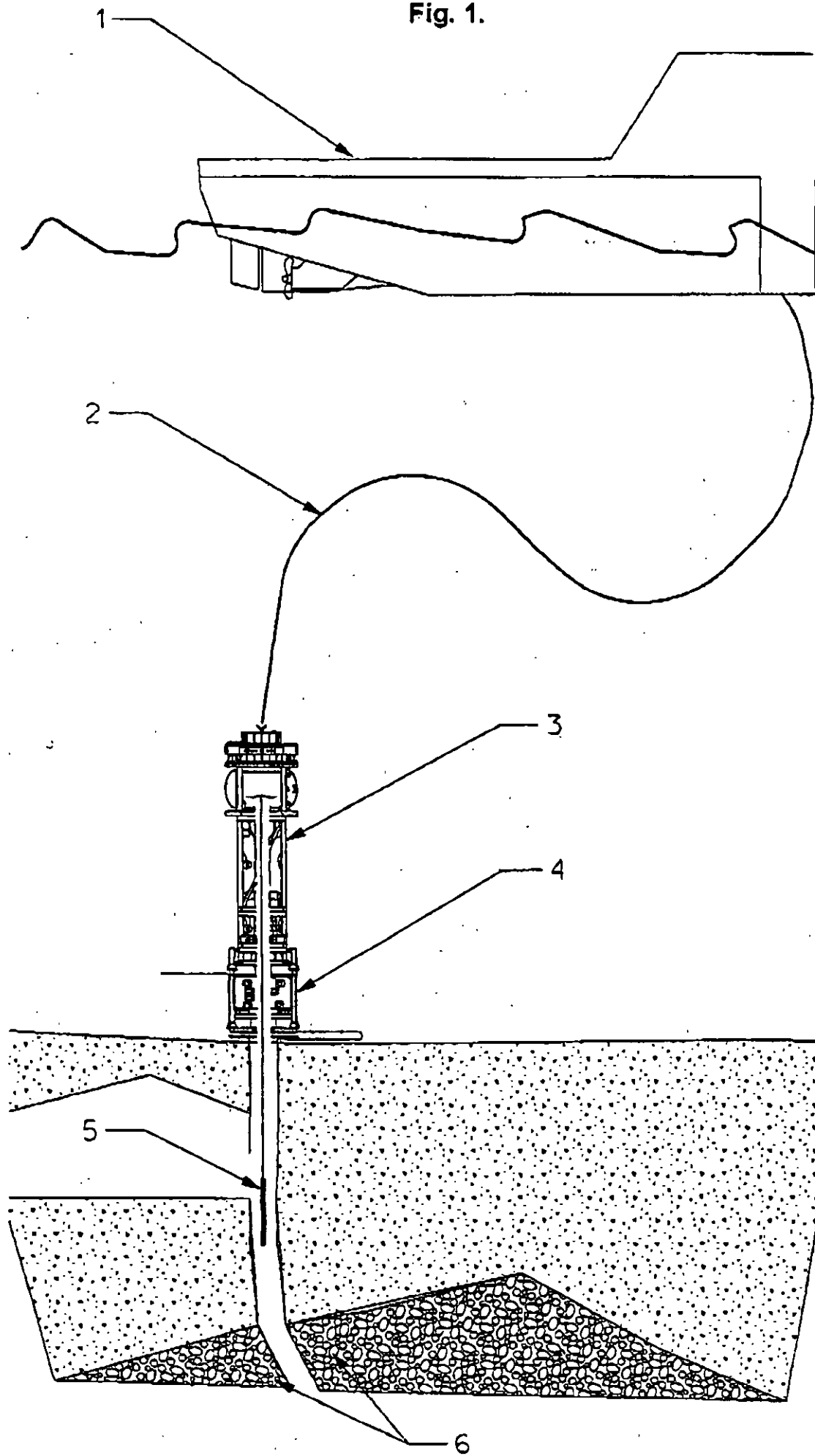
Det er i figurene vist en utførelsesform som er særlig foretrukket idet den tillater modulær oppbygning av enheter som hver kan beveges autonomt gjennom vannet med selvstendig fremdrift. Oppbygningen kan tilpasses ulike ventiltrær og ulike verktøybehov.

15 Den utførelsesform som er angitt i figurene er imidlertid kun et eksempel og må ikke anses begrensende i forhold til det oppfinneriske konsept som er gjenstand for foreliggende oppfinnelse, hvilket videre er angitt i de etterfølgende patentkrav.

PATENTKRAV

1. Anordning for verktøyinnføring i undervanns olje og gass reservoar via en brønn som er terminert i et ventiltre på havbunnen, hvilket ventiltre danner minst en barriere mellom formasjonstrykket i reservoaret og omgivelsene på havbunnen,
 - 5 hvilken anordning innbefatter en trykkbeholder som er forbundet med brønnens indre via et trykkett intervensjonsrør og hvilken trykkbeholder inneholder en kabeltrommel med en oppkveilet kabel, karakterisert ved at anordningen er modulært oppbygget med minst en første modul (500) tilpasset ventiltreets øvre grensesnitt, for forbindelse med ventiltreet, minst
 - 10 en andre modul (400) innbefattende en stengningsanordning for sperring av brønnstrømmen og en eller flere moduler (100, 200, 300) hvorav en verktøyinnføringsmodul (300) innbefattende trykkbeholder og kabeltrommel samt at det mellom kabeltromlen og ventiltreet er anbrakt minst en verktøyinnføringsmodul inneholdende minst et verktøy som innføres i brønnen med
 - 15 kabelen, hvilken modul innbefatter minst en egen fremdriftsinnretning som muliggjør selvgående modulbevegelse gjennom vannmassen mellom havbunn og skip.
 2. Anordning ifølge krav 1, karakterisert ved at anordningen innbefatter en utblåsningssikring (BOP).
 - 20
 3. Anordning ifølge krav 1-2, karakterisert ved at anordningen innbefatter krafttilførsel.
 4. Anordning ifølge krav 1-3, karakterisert ved at anordningen innbefatter et eller flere
 - 25 styringssystemer.
 5. Anordning ifølge krav 1-4, karakterisert ved at anordningen er sammensatt av enheter med modulær oppbygning for modulær sammenstilling av den totale anordningen.
 6. Anordning ifølge krav 5, karakterisert ved at hver modul innbefatter minst en egen
 - 30 fremdriftsinnretning for bevegelse gjennom vannmassen.
 7. Anordning ifølge krav 5-6, karakterisert ved at modulene er forsynt med organer for kommunikasjon mellom modulenes styreanordninger når modulene er
 - 35 sammenstillet.

Fig. 1.



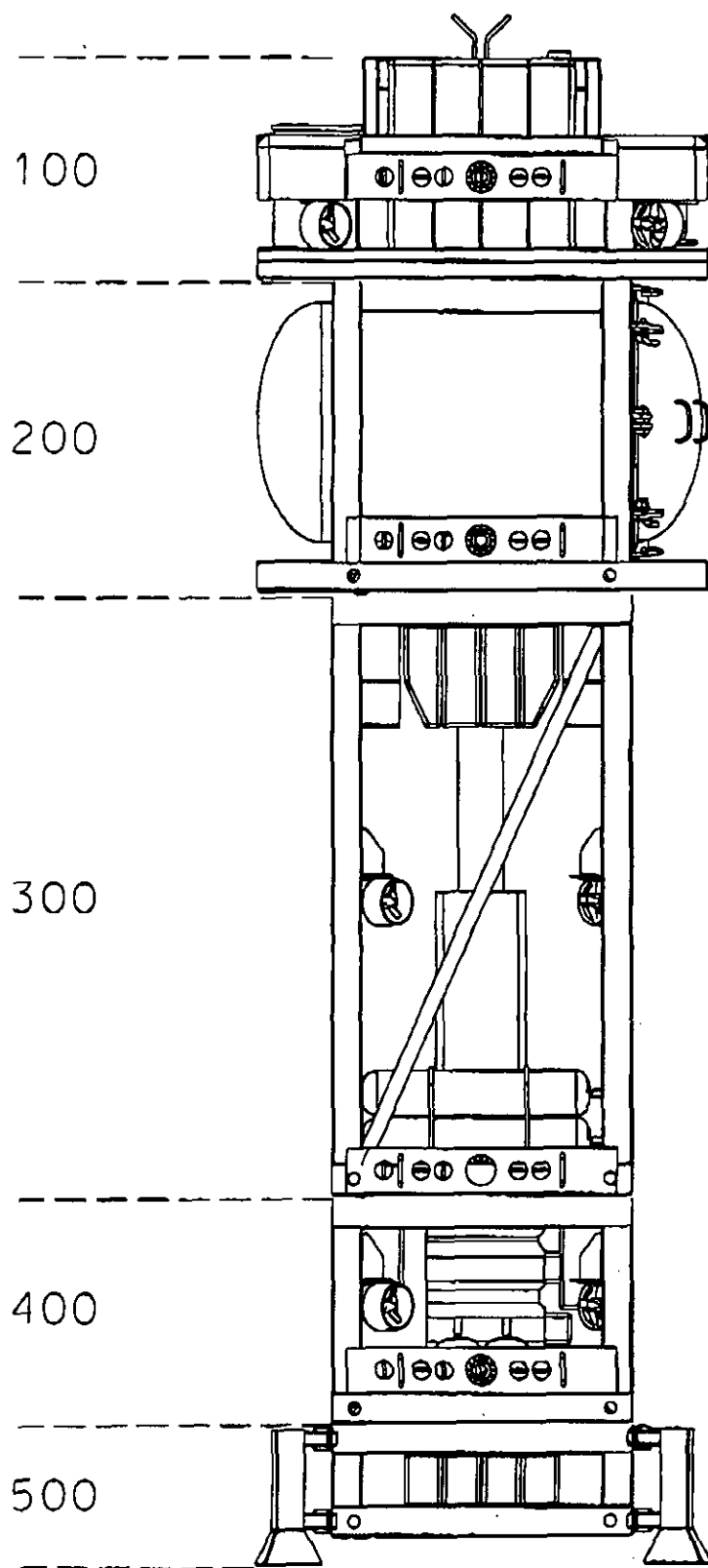


FIG. 2

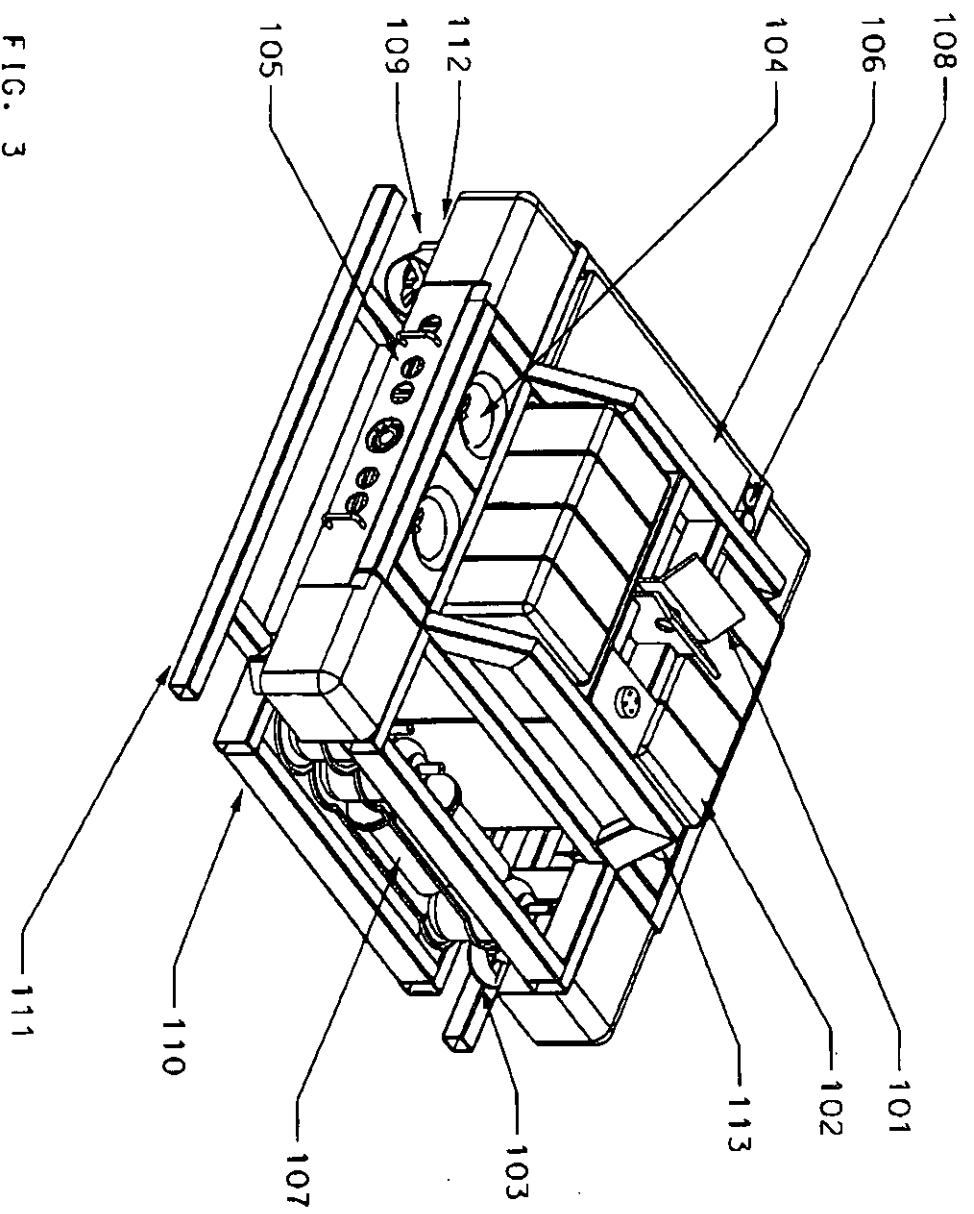


FIG. 3

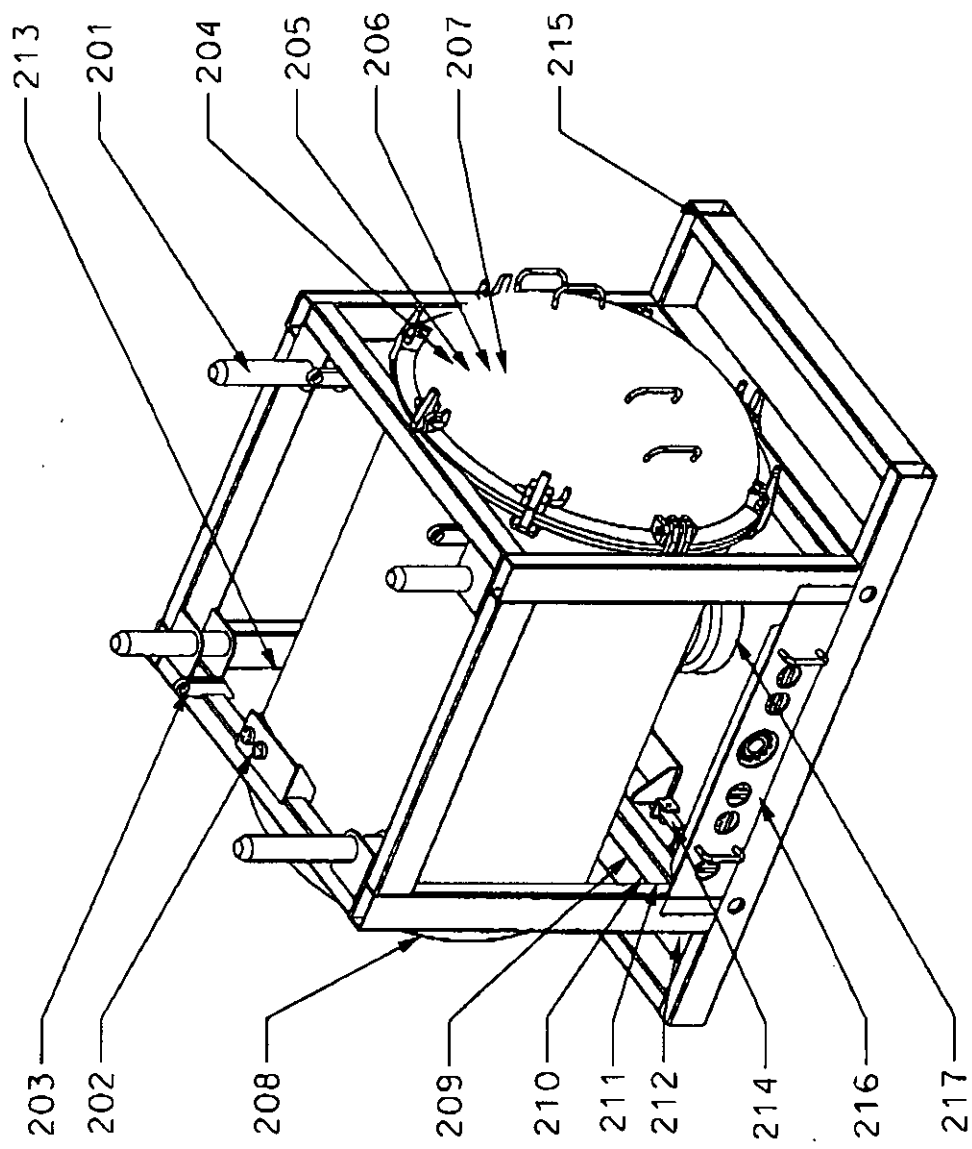


FIG. 4

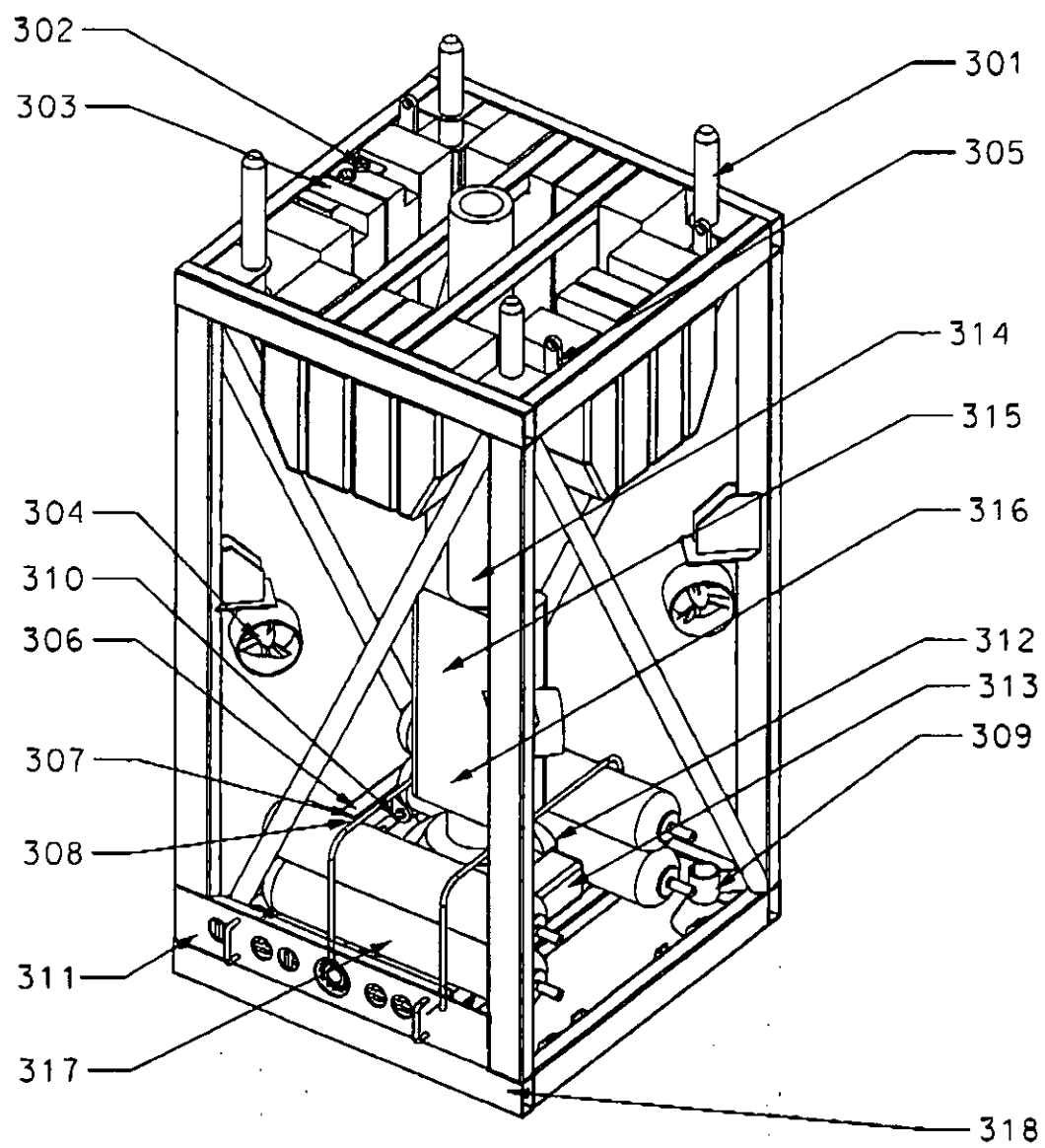


FIG. 5

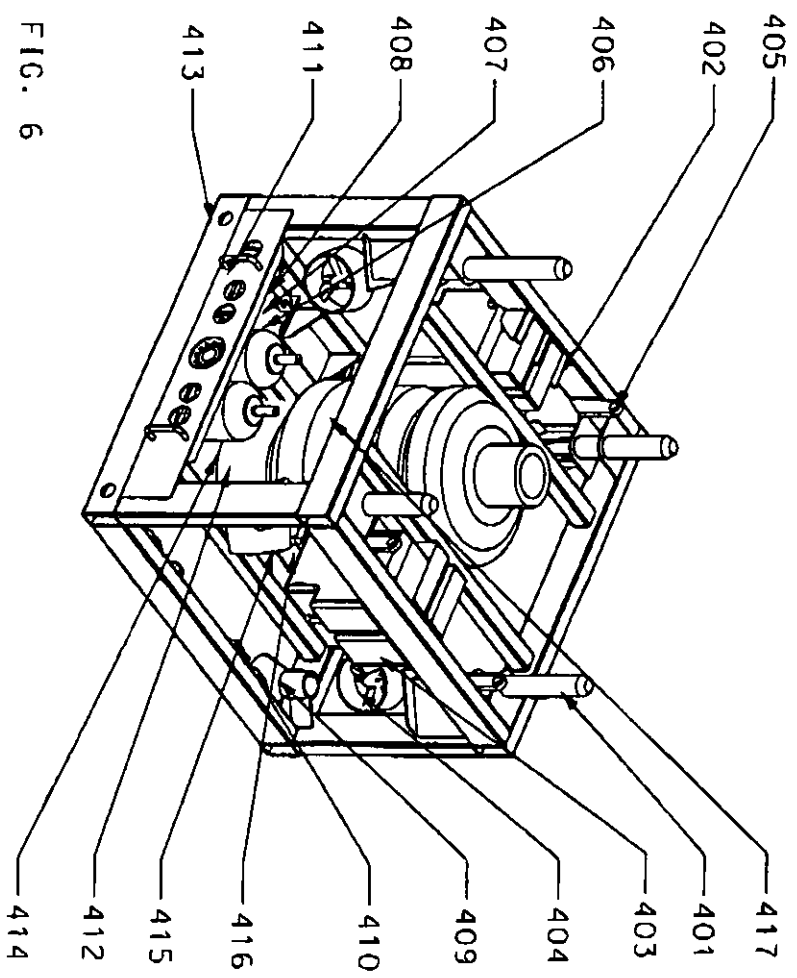


FIG. 6

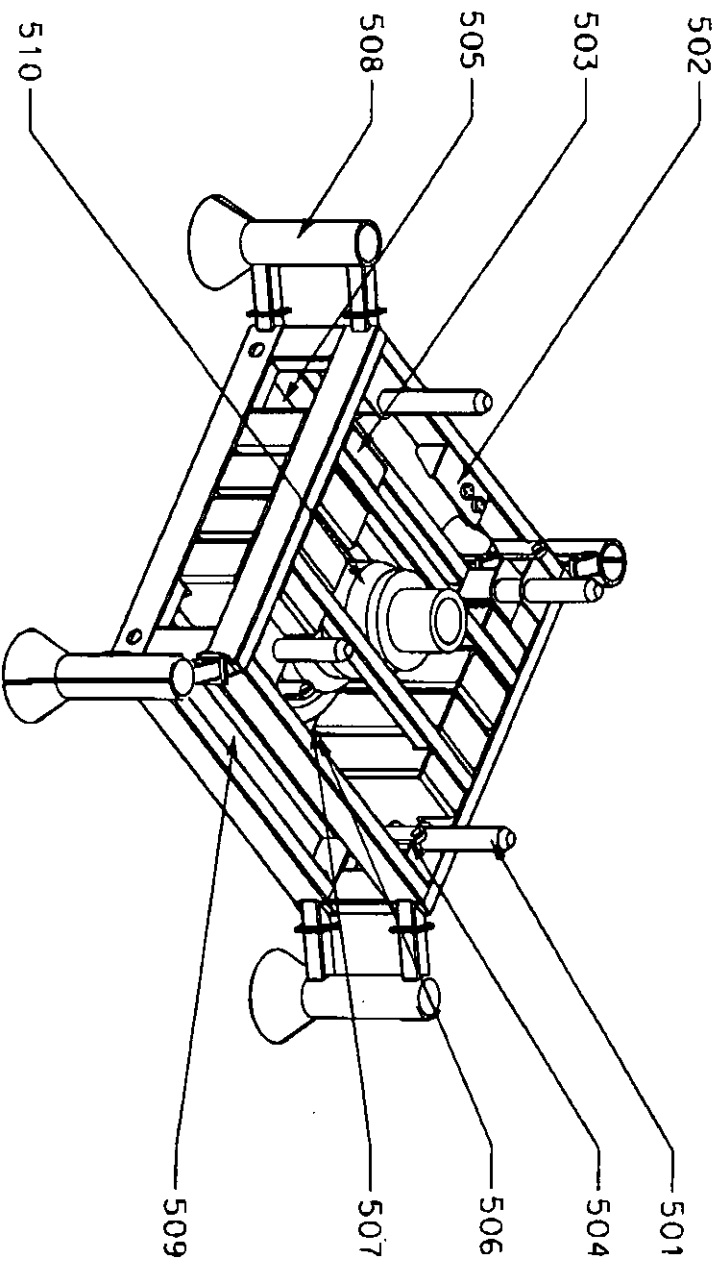


FIG. 7