



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 322609

(13) B1

(51) Int Cl.

F03B 13/16 (2006.01)

F03B 13/14 (2006.01)

E02B 9/08 (2006.01)

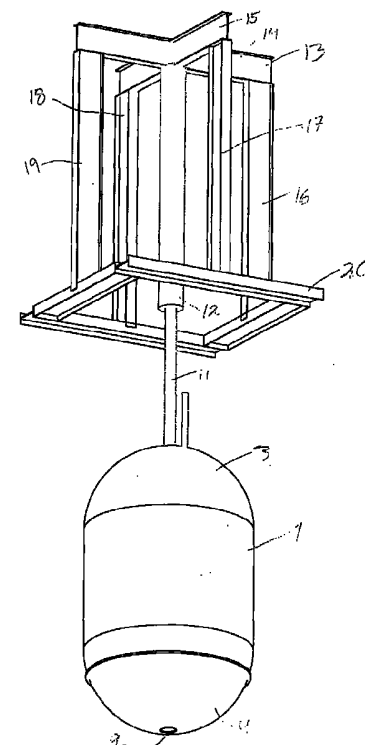
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20032883	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2003.06.23	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2003.06.23	(30)	Prioritet	Ingen
(41)	Alm.tilgj	2004.12.24			
(45)	Meddelt	2006.10.30			
(73)	Innehaver	Fobox AS , c/o Fred Olsen, Postboks 1159 Sentrum, 0107 OSLO, NO			
(72)	Oppfinner	Fred Olsen, c/o Fobox AS, Postboks 1159 Sentrum, 0107 Oslo, NO			
		Hans Øigarden, Årvollveien 48 B, 0590 OSLO, NO			
(74)	Fullmektig	Protector Intellectual Property Consultants AS , Postboks 5074 Majorstua, 0301 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	Bølgekraftverk.
(56)	Anførte publikasjoner	GB 2043790 A US 4453894 US 4742241 US 4931662 US 5359229

(57) Sammendrag

Bølgekraftverk som er innrettet til å flyte på sjøen eller et vann for å produsere energi, omfattende en flytende struktur og i forhold til den flytende strukturen, vertikalt bevegelige, flytende legemer hvor de flytende legemene er innrettet til å flyte i vannoverflaten og til delvis å fylles med vann og er forbundet med den flytende strukturen via energioverføringsinnretninger. I tillegg omfatter bølgekraftverket midler for å øke eller redusere vannmengden i de flytende legemene.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører et bølgekraftverk i samsvar med ingressen til det etterfølgende krav 1 og en fremgangsmåte i samsvar med ingressen til krav 8.

Fra WO 01/96738 er det kjent et bølgekraftverk som baserer seg på at to legemer bringes til å svinge i motfase med hverandre. Legemene er anordnet slik at det ene legemet ligger som en ring rundt det andre. Begge legemene består av en flytende del og en massedel. Den flytende delen ligger i vannskorpen, mens massedelen er stivt forbundet med den flytende delen og ligger et stykke under vannflaten. Massedelen er innrettet til å fange omgivende vann. Ved å åpne og lukke porter i massedelen kan massetreghten til denne delen forandres. Derved kan egenfrekvensen til legemene tilpasses bølgefrequensen. Dessuten kan de to legemene gis ulik egenfrekvens, slik at de svinger i utakt. En hydraulisk kobling mellom de to delene besørger uthenting av energi.

Åpning og lukking av porter i massedelen medfører bevegelige deler som befinner seg under vann stort sett hele tiden. Det blir stor påkjenning på disse og de er vanskelig tilgjengelige for vedlikehold. Det blir også store påkjenninger i forbindelsen mellom massedelen og den flytende delen. En annen viktig ulempe er at begge de to legemene beveger seg betydelig. Vedlikehold av kraftverket under drift blir derved praktisk talt umulig.

I US 5359229, US 4931662 og GB 2043790 er det beskrevet bølgekraftverk som skal plasseres på havbunnen. Havbunnsplassering av bølgekraftverk gir store begrensninger i hvor disse kan benyttes. Havdybden på stedet må ligge innenfor et forholdsvis begrenset området. Kraftverkene blir ikke synlige for skipstrafikk, noe som medfører risiko for at skip kolliderer med disse. Dessuten er vedlikehold av undersjøiske installasjoner svært tidkrevende og kostbart.

US 4742241 og US 4453894 beskriver derimot flytende bølgekraftverk. Ingen av disse omfatter imidlertid midler for å regulere oppdriften til flytelegemene. Det er således ikke mulighet for å tilpasse flytelegemene til bølgefrequensen, for å kunne optimalisere energiutbyttet.

Den foreliggende oppfinnelse har til formål å tilveiebringe et kraftverk som har en enklere konstruksjon, med et minimum av bevegelige deler under vann. Dessuten har den foreliggende oppfinnelse som formål å gjøre det mulig å ferdes om bord i kraftverket under drift. Videre er det en hensikt med den foreliggende oppfinnelse å bedre virkningsgraden til en slik type kraftverk.

Dette oppnås ved at de flytende legemene er innrettet til å flyte i vannoverflaten og til delvis å fylles med vann og at de flytende legemene omfatter en åpning ved en nedre del av det flytende legemet og en lukkbar åpning ved en øvre del av det flytende legemet, idet åpningen i den øvre delen er innrettet til å åpnes for å slippe vann inn eller ut gjennom åpningen i den nedre delen, for å øke eller redusere vannmengden i de flytende legemene.

Ved at de flytende legemene omfatter en regulerbar forlengelse, hvilken forlengelse er innrettet til å oppta vann er det enkelt å tilpasse de flytende legemenes egenfrekvens til bølgeperioden.

Ved at den flytende strukturen omfatter et fagverk, i hvilket fagverk det er definert kammere som er innrettet til å oppta respektive flytende legemer tilveiebringes en enkel flytende struktur som er lite påvirket av bølgebevegelsene.

Ved at de flytende legemene er opplagret på en føringsstang som er fast anordnet i strukturen, blir konstruksjonen svært enkel og robust.

Ved at fagverket omfatter rør av et lett materiale, fortrinnsvis plast, for eksempel PVC tilveiebringes en rimelig og lett struktur som har stor egenoppdrift.

Ved at det flytende legemet har form av en sylinder med avrundede ender tilveiebringes et flytende legeme med gode egenskaper og som er lett å produsere.

I en utførelsesform omfatter den flytende konstruksjonen en bunn utformet med regulerbare deler, for å bygge opp høyden på passerende bølger, slik at energien kan overføres til overflatebølger, som gir mer energi til de flytende legemene

Oppfinnelsen vedrører også en fremgangsmåte for å øke energiproduksjonen fra et bølgekraftverk der det flytende legemets neddykkingsdybde økes når bølgeperioden øker og at neddykkingsdybden reduseres ved mindre bølgeperioder, slik at det maksimale utslaget for det flytende legemet (egenfrekvensen) ligger rundt bølgeperioden, idet økningen eller reduksjonen av neddykkingsdybden foretas ved at det flytende legemet senkes til eller heves til den ønskede neddykkingsdybden og vann tillates å strømme inn i eller ut av det flytende legemet til vannivået inne i det flytende legemet er tilnærmet det samme som utenfor det flytende legemet. På denne måten oppnås på en enkel måte mulighet for å optimalisere energiproduksjonen med varierende bølgefrequens.

Fortrinnsvis kan den flytende strukturens dyptgående kan heves eller senkes ved ballastering av strukturen. Dette gir optimal bølgebevegelse gjennom eller rundt konstruksjonen.

Oppfinnelsen skal nå forklares mer inngående ved hjelp av foretrukne utførelsesformer og under henvisning til medfølgende tegninger, der:

Figur 1 viser et flytende legeme med tilhørende oppheng,

Figur 2 viser et snitt gjennom legemet i figur 1,

Figur 3 viser et alternativt oppheng og et alternativt flytende legeme,

Figur 4 viser et antall flytende legemer anordnet i en fagverkskonstruksjon,

Figur 5 viser en fagverkskonstruksjon som fungerer som en flytende struktur,

Figur 6 viser en alternativ utførelsesform av et kraftverk ifølge oppfinnelsen,

Figur 7 viser diagrammer over hvordan et flytende legeme oppfører seg i ulike neddykkingsdybder i avhengighet av bølgeperioden, hvor

Figur 7a – b viser et forsøk med en kule på 3 meter i diameter i to ulike neddykkingsdybder,

Figur 7c – 7e viser et forsøk med en sylinder med avrundede ender (Kinderegg) og med en diameter på 3 meter i tre ulike neddykkingsdybder,

Figur 7f – m viser et forsøk med en sylinder på 2,5 meter i diameter i 8 ulike neddykkingsdybder og

Figur 8 viser en ytterligere utførelsesform av bølgekraftverket.

I figur 1 er det vist et flytende legeme 1 med tilhørende oppheng. Det flytende legemet 1 er i den foretrukne utførelsesformen sirkulært sylindrisk i et midtparti 2 og har halvkuleformede endepartier 3 og 4. Denne formen ligner et såkalt Kinderegg. Legemet er et skallegeme, som kan være fremstilt av et egnet metall eller av et plastmateriale, for eksempel PVC.

I figur 2 er det vist et snitt gjennom det flytende legemet 1. Legemet har en innvendig skillevegg 5, som deler det flytende legemets indre opp i to hulrom, et øvre hulrom 6 og et nedre hulrom 7. Et rør 8 strekker seg gjennom skilleveggen 5 fra det nedre hulrommet og ut gjennom den øvre halvkuledelen 3 av det flytende legemet 1. Ved sin øvre ende er røret 8 utstyrt med en lukkeanordning (ikke vist).

I den nedre halvkuledelen 4, fortrinnsvis i det nederste punktet, er det flytende legemet utstyrt med en åpning 9 (se figur 1). Vann kan tillates å strømme inn gjennom denne åpningen 9 til det nedre hulrommet 7 når luften her tillates å slippe ut gjennom røret 8. I figur 2 er vannivået antydnet ved 10.

Ved å slippe inn større eller mindre vann i hulrommet 7 kan tyngden, og derved også legemets 1 dyptgående, reguleres. Dette vil innvirke på hvilken egenfrekvens det flytende legemet vil svinge med, som man vil se av den senere beskrivelsen.

Det flytende legemet 1 er opphengt i en stang 11, som fungerer som stempelstang i en hydraulisk eller pneumatisk sylinder 12. Sylindren 12 er ved sin øvre ende festet i et stativ 13. Selvsagt kan stempelstangen og sylindren være ombyttet, slik at sylindren er festet til det flytende legemet og stangen til stativet. Stativet 13 omfatter kryssende horisontale bjelker 14 og 15 og fra hver av disse ender nedragende vertikale bjelker 16, 17, 18, 19. Bjelkene 16, 17, 18, 19 står mot en nedre ramme 20, bestående av fire bjelker. Bjelkene kan være I-bjelker fremstilt av et metall eller av plast, for eksempel PVC.

I figur 3 er det vist et alternativt oppheng for det flytende legemet. Her er et flytende legeme 60, som også har en alternativ fasong (ellipsoide), i tillegg til å være opphengt i en sentral sylinder 12, som i utførelsesformen i figurene 1 og 2, også opphengt i tre skråstilte sylindere 61. De tre sylindrene 61 er festet ved sin ene ende i den nedre rammen 20 via et universalledd og på tilsvarende måte festet ved sin andre ende til det flytende legemet. I det flytende legemets 60 nedre stilling står sylindrene 61 i ca. 45 grader vinkel med vertikalen og i det flytende legemets øvre stilling ligger sylindrene 61 tilnærmet horisontalt. Det innebærer at de tar opp de horisontale kreftene fra det flytende legemet 60. De vertikale krefter går over i den vertikale sylindren 12. Derved kan man unngå de vertikale føringene i den flytende strukturen. Kreftene som opptas i de skrå sylindrene 61 kan også benyttes for kraftproduksjon.

I figur 4 er det vist en fagverksstruktur 21, som er en del av en større flytende struktur, som er satt sammen av rør, fortrinnsvis PVC-rør som er limt eller sveiset sammen. Strukturen definerer et antall kammer 22, som hver er innrettet til å motta et flytende legeme 1. Hvert kammer dannes av horisontale rør 23, vertikale rør 24 og skrårør 25. Stativet 13 plasseres med den nedre rammen 20 oppå de øverste horisontale rørene 23,

som definerer kammeret 22. I stedet for rammen 20 kan eventuelt de vertikale bjelkene 16, 17, 18, 19 støtte seg direkte på rørene 23.

I figur 5 er det vist et utførelseseksempel på en flytende struktur. Denne består av en sentral langsgående kraftig ramme 26, fortrinnsvis også av PVC-rør, med et fagverk 21 som strekker seg ut på hver side av rammen 26, hvilket fagverk 21 definerer kammere 22 for flytende legemer 1, samt et rør 27 ved den ene enden av rammen 26. Ved å sette den flytende strukturen sammen av rør vil denne kunne inneha tilstrekkelig oppdrift kun ved luften inne i rørene. Det er derfor trolig ikke behov for noen ytterligere oppdriftslegemer.

For å kunne redusere dimensjonene på rørene uten å gi avkall på strukturell integritet, er den flytende strukturen utstyrt med en mast 40, hvorfra det strekker seg kabler 41 til knutepunkter på strukturen. Derved stabiliseres strukturen på samme måte som en stråstagbro, og hele strukturen kan gjøres lettere og spinklere uten at dette får konsekvenser for strukturens sjødyktighet. I stedet for de skrå rørene 25, som er vist i figur 4, kan man benytte vaiere. På toppen av masten kan det anordnes et signallys.

Man vil se av figur 5 at den flytende strukturen har generelt båtform med en smalere ende motsatt av roret 27. Denne enden skal vende mot bølgeretningen under drift. Bølgene som treffer strukturen vil derfor først treffe noen få flytende legemer i fronten av strukturen. Deretter vil bølgene forplante seg bakover og treffe på stadig flere flytende legemer. På denne måten unngås det i større grad at bølgene dempes av de første flytende legemene, slik at de bakerste legemene eksiteres i mindre grad.

Det er ikke nødvendigvis anordnet flytende legemer i alle kammerne 22. Det kan være ønskelig å la noen kammere stå tomme slik at bølgene kan forplante seg gjennom strukturen med minimal damping før de treffer på de neste flytende legemene.

I de kammerne der det er plassert flytende legemer er det fortrinnsvis anordnet tverrstag 28 i bunnen av kammeret, slik at ikke det flytende legemet kan falle igjennom under reparasjon eller ved et uhell.

Den flytende strukturen vil hensiktsmessig oppankres ved hjelp av ankere på en slik måte at fronten (baugen) vender mot den dominerende bølgeretningen. Det kan være anordnet vinsjer om bord, som slakker ut og tar inn ankerline for å dreie strukturen opp mot bølgeretningen. For dette formålet kan det være anordnet sensorer ved roret 27, som registrerer bølgeretningen og sender signaler til vinsjene, som i sin tur slakker ut og strammer inn ankerliner for å dreie strukturen opp mot bølgene.

Overføringen av den hydrauliske energien som produseres i den hydrauliske sylindren 12 til videre utnyttelse vil være nærliggende for en fagmann på området. Dette kan for eksempel skje ved at hydraulisk trykk overføres via hydrauliske ledninger til en hydraulisk motor, som i sin tur driver en elektrisk generator. Deretter kan den elektriske energien overføres til land på i og for seg konvensjonell måte.

Strukturen kan være utstyrt med dempeanordninger for å dempe bølgeinduserte bevegelser på strukturen, slik at denne i minst mulig grad beveger seg vertikal. Bølgedemperne kan for eksempel være av den typen som er beskrevet i norsk patent nr. 300883 eller norsk patent nr. 300884. Ved at strukturen ligger mest mulig i ro, blir det mulig for personell å gå om bord på strukturen for å utføre vedlikeholdsarbeide eller justeringer.

De flytende legemene fylles med vann ved å åpne lukkeanordningen ved toppen av røret 8. Denne befinner seg over vann og er derfor lett tilgjengelig. Under denne operasjonen kan stempelstangen låses fast hydraulisk, slik at det flytende legemet ikke beveger seg. Når lukkeanordningen er åpnet vil vann strømme inn gjennom åpningen 9 i bunnen av det flytende legemet. Ved å fastholde det flytende legemet på en forhåndsbestemt neddykkingsdybde, kan vannet tillates å fylle det flytende legemet til nivået inne i legemet er det samme som utenfor. Deretter kan lukkeanordningen stenges og den hydrauliske låsing frigjøres. Neddykkingsdybden ved vannfylling bestemmes av den fremherskende bølgefrequensen. Dersom denne endrer seg, for eksempel ved sesongvariasjoner, kan prosedyren gjentas. Man kjører det flytende legemet hydraulisk opp eller ned til ønsket neddykkingsdybde og åpner lukkeanordningen for enten å fylle

på mer vann eller å slippe ut vann. Alternativt til å kjøre det flytende legemet opp eller ned hydraulisk, kan det benyttes en heisekran, som kan være fast plassert på den flytende strukturen. Mens denne operasjonen pågår kan de øvrige flytende legemene produsere kraft som normalt. Skilleveggen 5 har til hensikt å hindre at det flytende legemet overfylles med vann. Skilleveggen 5 representerer det øvre nivået for vannet inne i det flytende legemet. Derved kan heller ikke det flytende legemet synke dersom det skulle oppstå en feil slik at det flytende legemet løsner fra opphenget.

Et alternativt kraftverk skal nå forklares under henvisning til figur 6. Her benyttes det en sentral, fortrinnsvis sirkulær flytende struktur 30. Denne er fortrinnsvis utstyrt med bølgedempere som beskrevet i norsk patent nr. 300883 eller norsk patent nr. 300884, slik at den ligger mest mulig i ro. Rundt den flytende strukturen er det anordnet flytende legemer 31, som er vertikalt bevegelige i føringer 32.

De flytende legemene 31 er her sirkulærsylindriske. De omfatter et øvre rør 33 og et nedre rør 34. Det nedre røret 34 er bevegelig i forhold til det øvre røret 33 ved hjelp av en hydraulisk eller pneumatisk aktuator 35. Det nedre 34 røret er åpent nederst, slik at det kan fylles med vann. Det øvre røret har en skillevegg 36, som hindrer vann i å trenge høyere opp i røret. Ved å kjøre det nedre røret 34 opp og ned kan dette stikke i større eller mindre grad ut fra enden av det øvre røret 33. Derved kan den delen av det flytende legemet som er fylt med vann gjøres lenger eller kortere. Jo lenger denne delen er jo mer vann vil det flytende legemet "ta med seg" når det beveger seg opp og ned som følge av bølgepåvirkning.

I figur 8 er det vist en ytterligere utførelsesform der de flytende legemene 50 føres på stenger 51 som strekker seg gjennom en kanal i det flytende legemet. Derved behøver man ikke noen omfattende fagverkstruktur som definerer kammere for opptak av de flytende legemene. Den flytende strukturen kan derved gjøres betydelig enklere, og som vist, bestå av en bunn 52 og et antall søyler 53 som strekker seg fra bunnen og bærer et dekk 54. Dekket 54 er fortrinnsvis et fagverk. Føringsstengene 51 er fortrinnsvis festet til bunnen 52, men kan også være festet til dekket 54. Bunnen 52 og søylene 53 kan også være fagverkskonstruksjoner.

Bunnen 52 kan være utformet stigende fra bølgenes innkommende ende til den utgående, eller den kan eventuelt være konveks.

I det øvrige kan denne utførelsesformen være oppbygget på samme måte som en av utførelsesformene i figurene 1 – 5. De hydrauliske sylindrerne kan være festet på siden av føringsstengene 51.

Både når det gjelder utførelsesformene av den flytende strukturen i figur 5 og i figur 8 kan det være anordnet en bunn utformet med spoilere. Disse kan eventuelt være tilbasset for å kunne beveges slik at man kan bygge opp høyden på passerende bølger, for å overføre energien til overflatebølger, som gir mer bevegelsesenergi til flytelegemene.

Ved alle utførelsesformene er det tenkelig at den flytende strukturen skal kunne ballasteres, for å endre dennes dyptgående, slik at en optimal bølgebevegelse gjennom eller rundt konstruksjonen oppnås.

Effekten av vannmengden i det flytende legemet eller neddykkingsdybden til dette skal nå forklares under henvisning til diagrammene i figur 7. I disse diagrammene er bølgeperioden i sekunder angitt langs den horisontale akse, mens den vertikale akse angir det flytende legemets vertikale utslag i forhold til bølgehøyden Response Amplitude Operator (RAO). En RAO på 1 betyr at det flytende legemet beveger seg likt med bølgene. Man ser av alle diagrammene at det skal en viss bølgeperiode til før det flytende legemet begynner å bevege seg vertikalt. Dette fordi en kort bølgeperiode gir korte bølger. Legemet vil derfor ligge både på en bølgetopp og i en bølgedal samtidig. Derved opphever disse hverandre. Når bølgeperioden blir større, blir bølgen lenger og legemet vil i stadig større grad utsettes for krefter som trekker i samme retning.

I figur 7a er en kule med en diameter på 3 meter testet. Neddykkingsdybden er 0,5 m. I dette tilfellet vil kulen følge bølgebevegelsen fra en bølgeperiode på 3, 25 s og oppover.

I figur 7b er den samme kulen fylt med vann til den har en neddykkingsdybde på 1 m. Det blir her et noe større utslag enn bølgehøyden ved en bølgeperiode på rundt 4 s, men ikke noe betydelig.

I figur 7c er et flytende legeme av den typen som er vist i figur 1 og med en diameter på 3 m fylt med vann til den har en neddykkingsdybde på 1,5 m. Nå er det et merkbart større utslag enn bølgehøyden ved en bølgeperiode rundt 2,5 – 3 s.

I figur 7d er legemet i figur 1 fylt med vann til den har en neddykkingsdybde på 2 m. Utslaget er blitt enda større i forhold til bølgehøyden ved en bølgeperiode rundt 2,5 – 3 s.

I figur 7e er det samme legemet fylt med vann til den har en neddykkingsdybde på 2,5 m. Nå er det et merkbart større utslag enn bølgehøyden ved en bølgeperiode rundt 3 s.

I figur 7f er en sylinder med en diameter på 2,5 m fylt med vann til den har en neddykkingsdybde på 2 m. Her er det et betydelig større utslag enn bølgehøyden ved en bølgeperiode rundt 3,5 s.

I figur 7g er sylindere fylt med vann til den har en neddykkingsdybde på 3 m. Det blir i dette tilfellet et enda større utslag enn bølgehøyden. Det største utslaget har imidlertid nå flyttet seg til en bølgeperiode rundt 4 s.

I figur 7h er sylindere fylt med vann til den har en neddykkingsdybde på 4 m. Utslaget i forhold til bølgehøyden øker her enda mer. Det største utslaget har imidlertid nå flyttet seg til en bølgeperiode rundt 4,5 s.

I figurene 7i – m økes neddykkingsdybden til h.h.v. 5, 6, 7, 8 og 9 m. Det maksimale utslaget i forhold til bølgehøyden øker med neddykkingsdybden, bortsett fra ved den siste økningen, der det maksimale utslaget blir omtrent det samme. Det største utslaget flytter seg for hver økning av neddykkingsdybden til en bølgeperiode h.h.v. rundt 5 s, 5,3 s, 5,7 s, 6 s og 6,5 s.

Av dette kan man se at det ikke bare er mulig å øke utslaget til det flytende legemet ved å øke neddykkingsdybden, og derved også øke den produserte energimengden, men at egenfrekvensen til det flytende legemet også er avhengig av neddykkingsdybden. Ved en liten bølgeperiode vil det flytende legemets neddykkingsdybde måtte reduseres, da utslaget ellers kan komme til å bli mindre enn bølgehøyden. Ved en større bølgeperiode kan en større neddykkingsdybde tillates, noe som gir en økning i produsert energi.

Det er også tenkelig ved den foreliggende oppfinnelse å utstyre bølgekraftverket med sensorer som måler bølgeperioden og automatisk øker eller reduserer neddykkingsdybden som funksjon av bølgeperioden.

P a t e n t k r a v

1.

Bølgekraftverk, som er innrettet til å flyte på sjøen eller et vann for å produsere energi, omfattende en flytende struktur og i forhold til den flytende strukturen vertikalt bevegelige flytende legemer (1, 31, 51) som er forbundet med den flytende strukturen via energioverføringsinnretninger (11, 12), k a r a k t e r i s e r t v e d at de flytende legemene (1, 31, 51) er innrettet til å flyte i vannoverflaten og til delvis å fylles med vann og at de flytende legemene (1, 31, 51) omfatter en åpning (9) ved en nedre del (4) av det flytende legemet (1, 31, 51) og en lukkbar åpning (8) ved en øvre del (3) av det flytende legemet (1, 31, 51), idet åpningen i den øvre delen (3) er innrettet til å åpnes for å slippe vann inn eller ut gjennom åpningen (9) i den nedre delen (4), for å øke eller redusere vannmengden i de flytende legemene (1, 31, 51).

2.

Bølgekraftverk ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at de flytende legemene (31) omfatter en regulerbar forlengelse (34), hvilken forlengelse er innrettet til å oppta vann.

3.

Bølgekraftverk ifølge ett av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at den flytende strukturen omfatter et fagverk (21), i hvilket fagverk det er definert kammere (22) som er innrettet til å oppta respektive flytende legemer (1).

4.

Bølgekraftverk, k a r a k t e r i s e r t v e d at de flytende legemene (50) er opplagret på en føringsstang (51), hvilken føringsstang er fast anordnet i strukturen.

5.

Bølgekraftverk ifølge krav 3 eller 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at fagverket (21) omfatter rør av et lett materiale, fortrinnsvis plast, for eksempel PVC.

6.

Bølgekraftverk ifølge ett av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at det flytende legemet (1) har form av en sylinder med avrundede ender.

7.

Bølgekraftverk ifølge ett av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at den flytende konstruksjonen omfatter en bunn utformet med regulerbare deler, for å bygge opp høyden på passerende bølger, slik at energien kan overføres til overflatebølger, som gir mer energi til de flytende legemene.

8.

Fremgangsmåte for å øke energiproduksjonen fra et bølgekraftverk som angitt i krav 1, der det flytende legemets neddykkingsdybde økes når bølgeperioden øker og neddykkingsdybden reduseres ved mindre bølgeperioder, slik at det maksimale utslaget for det flytende legemet (egenfrekvensen) ligger rundt bølgeperioden, k a r a k t e r i s e r t v e d at økningen eller reduksjonen av neddykkingsdybden foretas ved at det flytende legemet senkes til eller heves til den ønskede neddykkingsdybden og vann tillates å strøme inn i eller ut av det flytende legemet til vannivået inne i det flytende legemet er tilnærmet det samme som utenfor det flytende legemet.

9.

Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at den flytende strukturens dyptgående kan heves eller senkes ved ballastering av strukturen, for å oppnå optimal bølgebevegelse gjennom eller rundt konstruksjonen.

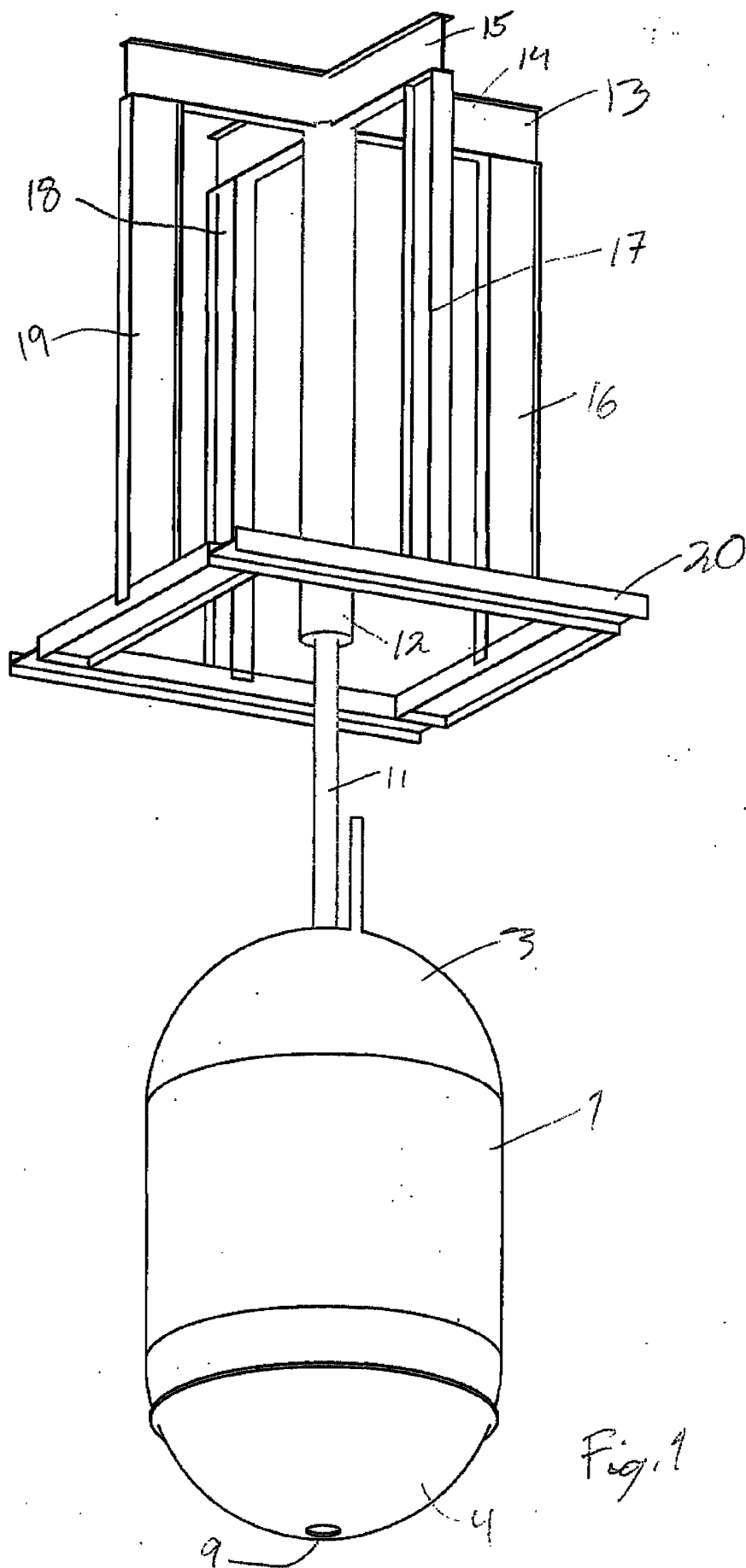


Fig. 1

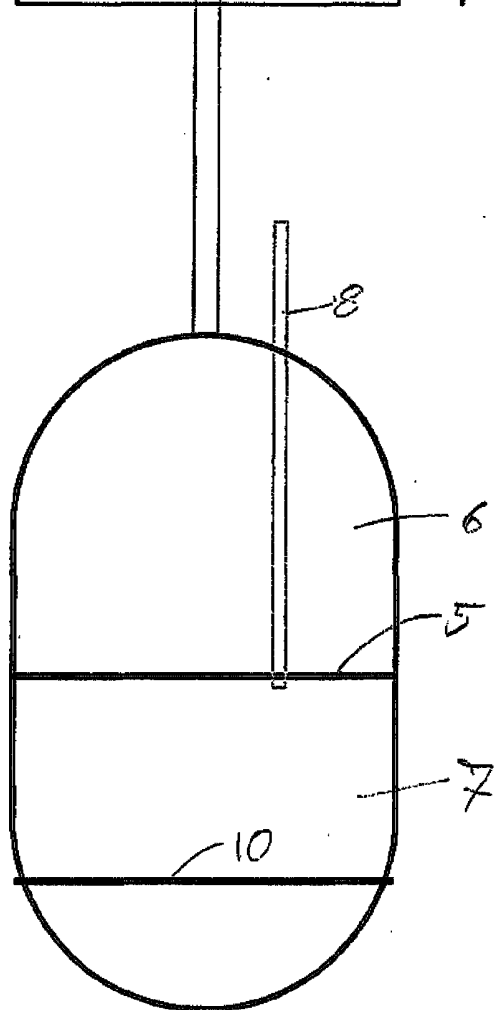
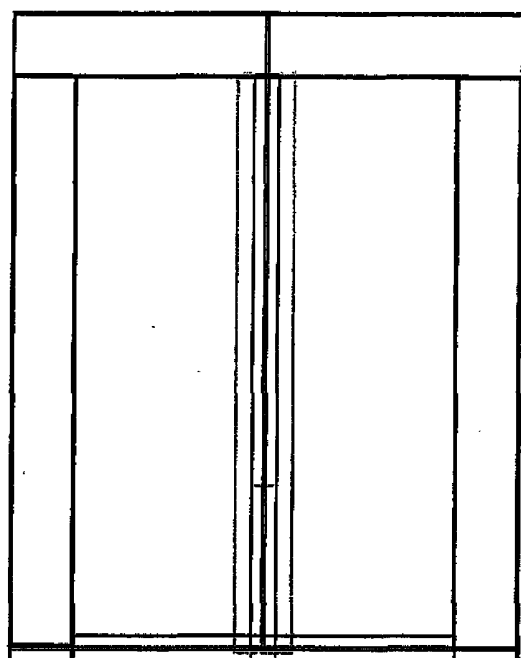


Fig. 2

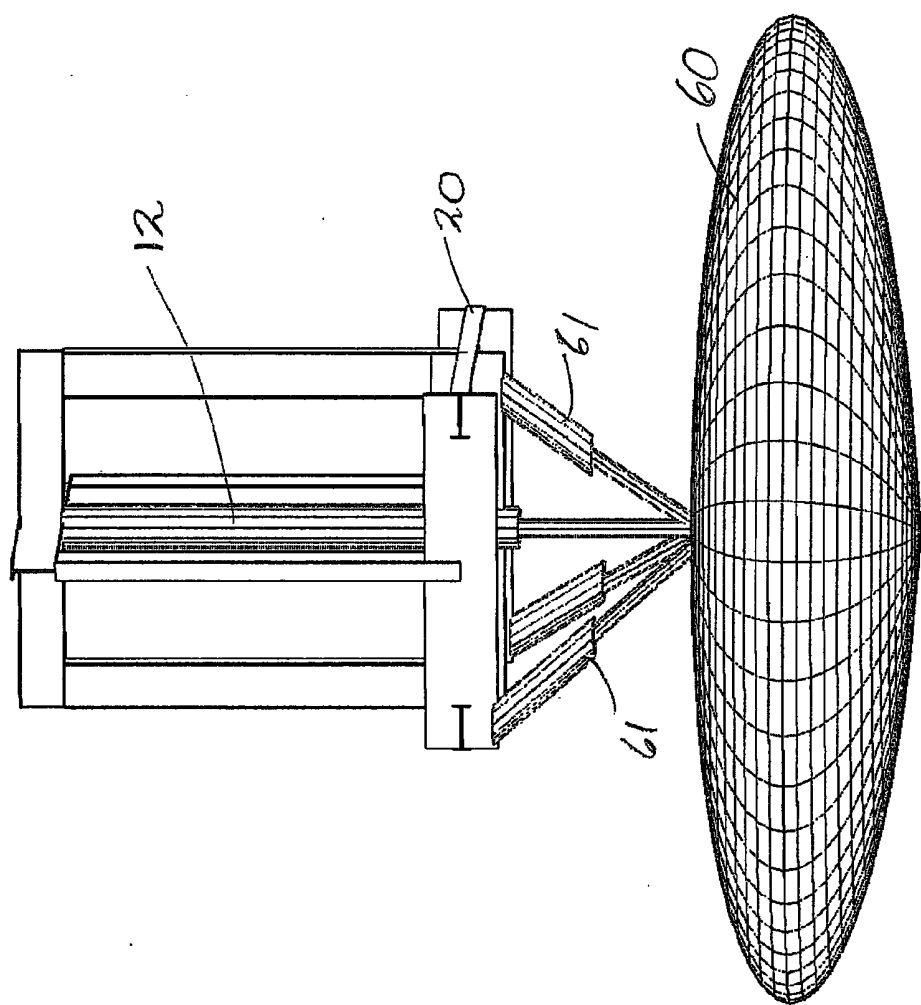


Fig. 3

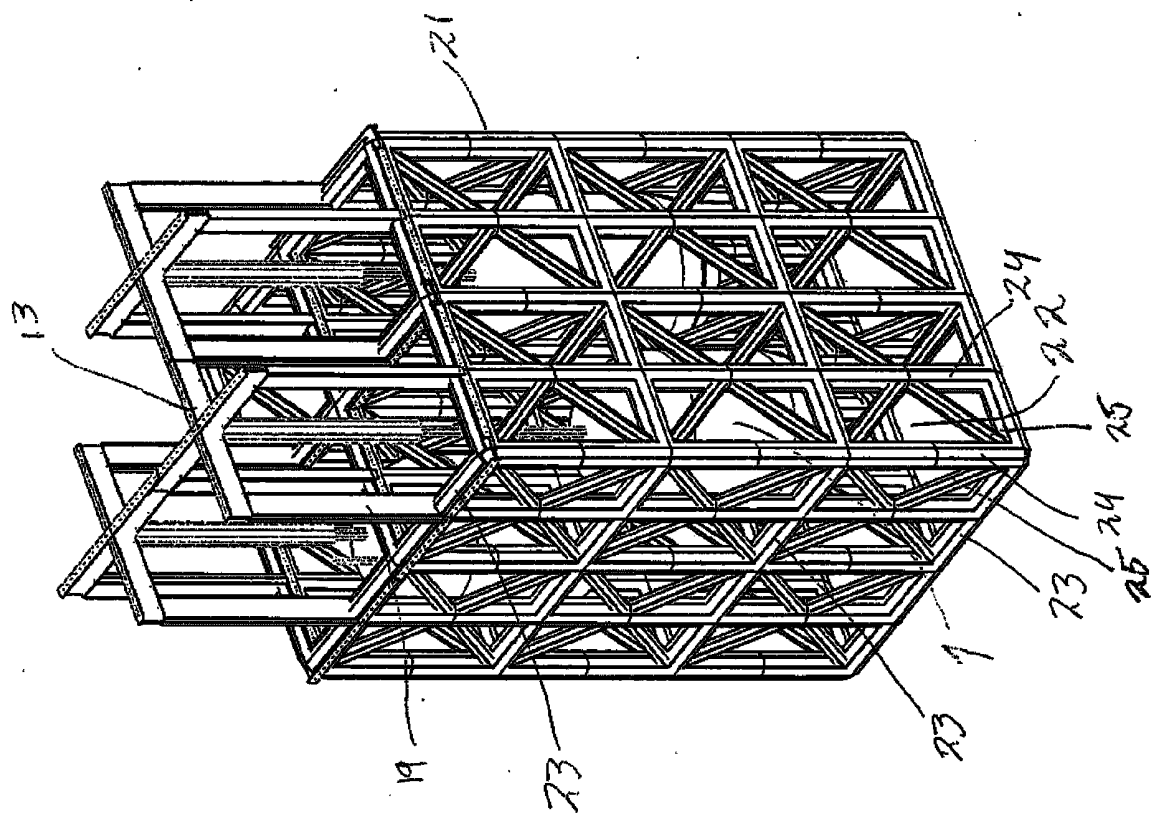
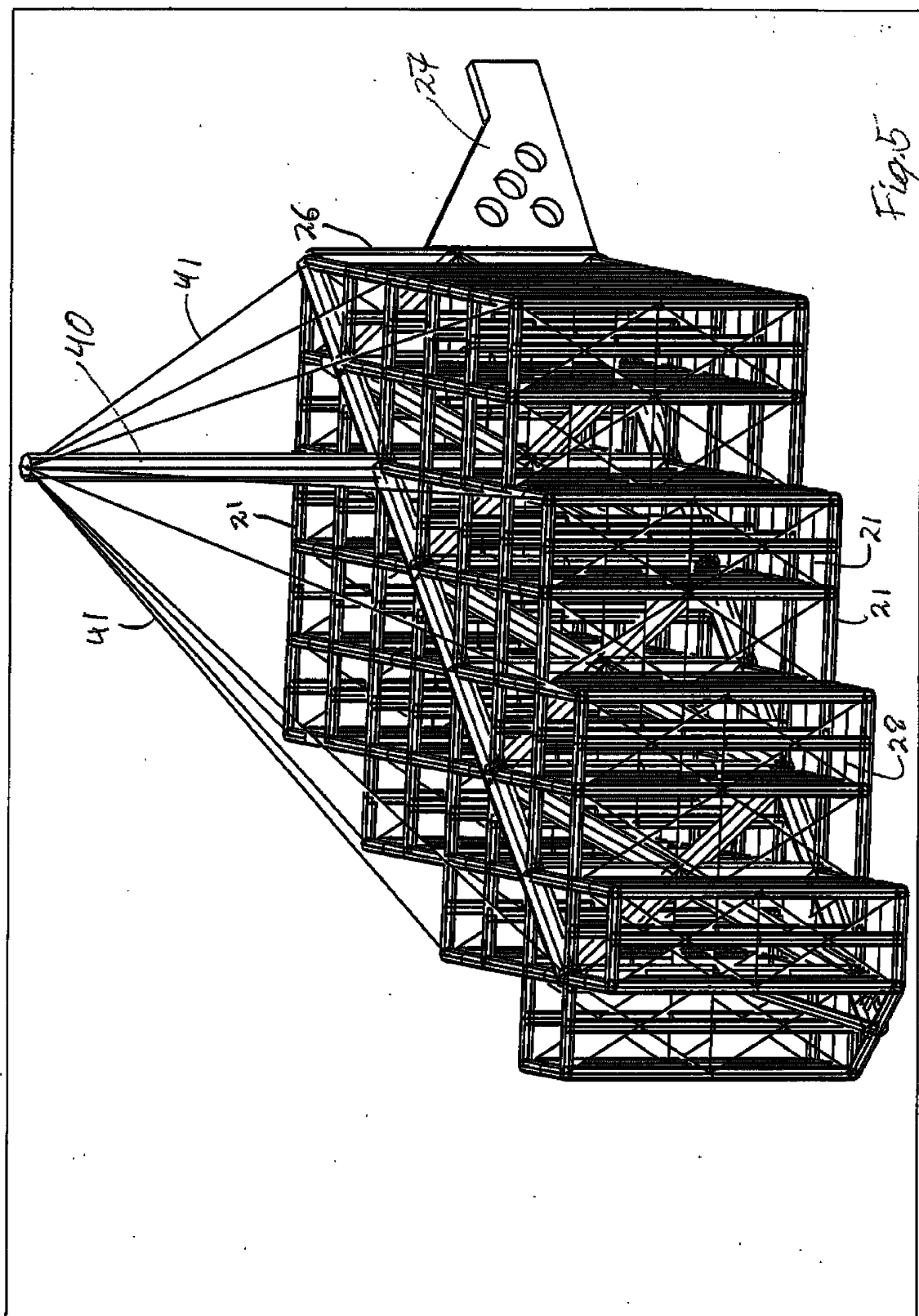


Fig. 4



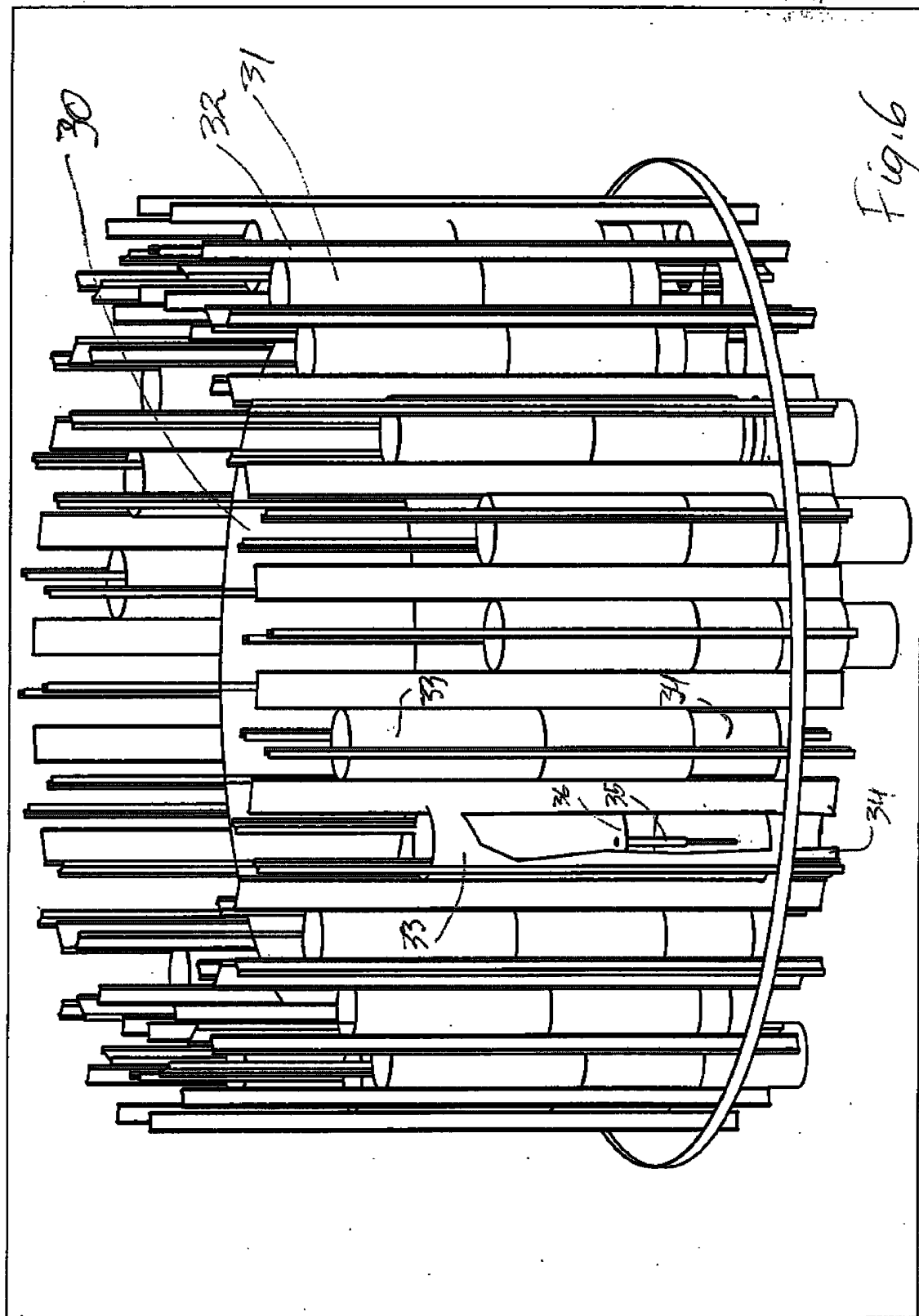


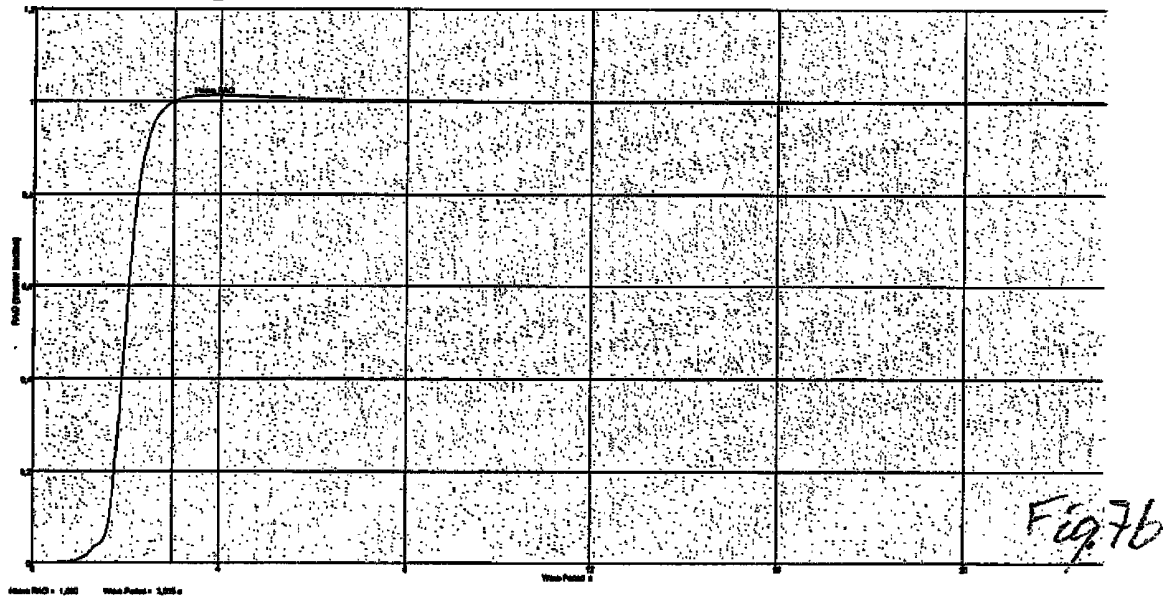
Fig. 6

Ball 3m dia, draught :0,5m



Wave Period = 0.5s Wave Period = 1.5s

Ball 3m dia, draught :1 m



Wave Period = 1.5s Wave Period = 5.0s

Kinderegg 3m dia, draught 1,5 m

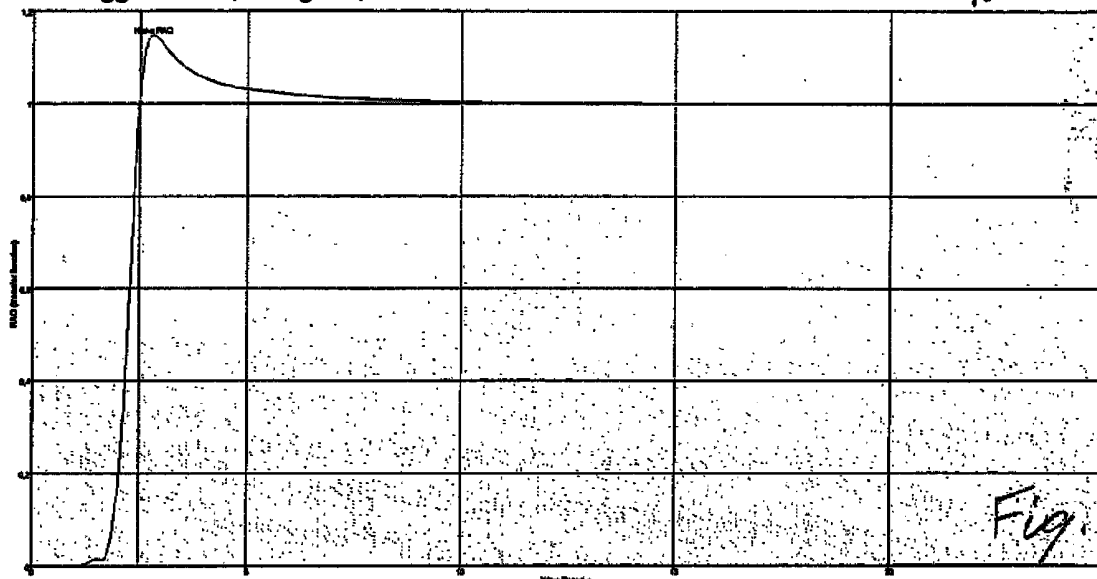


Fig. 7c

Kinderegg 3m dia, draught 2 m

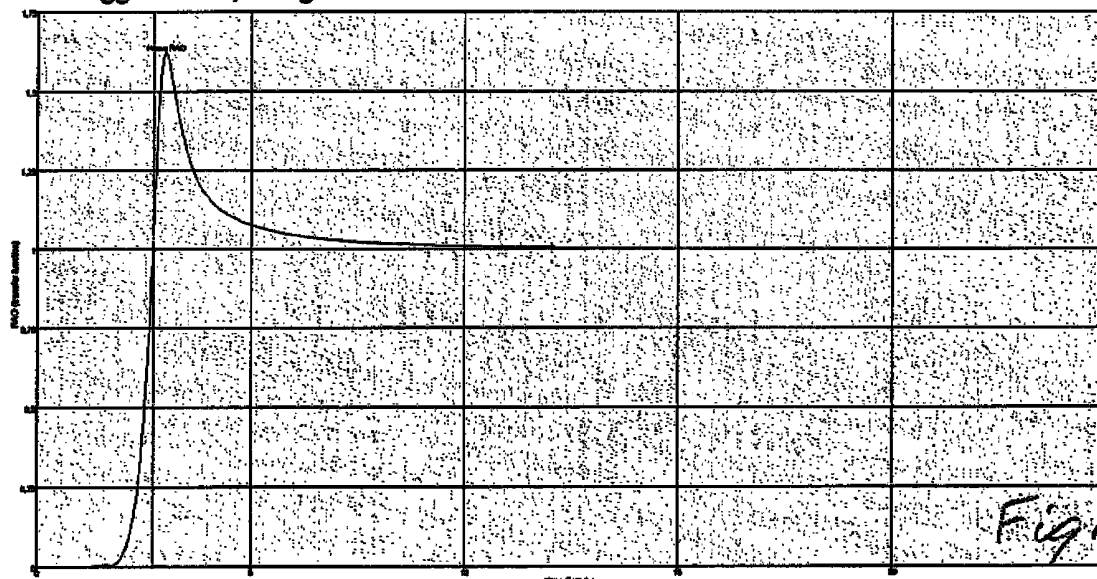


Fig. 7d

Kinderegg 3m dia, draught 2,5 m

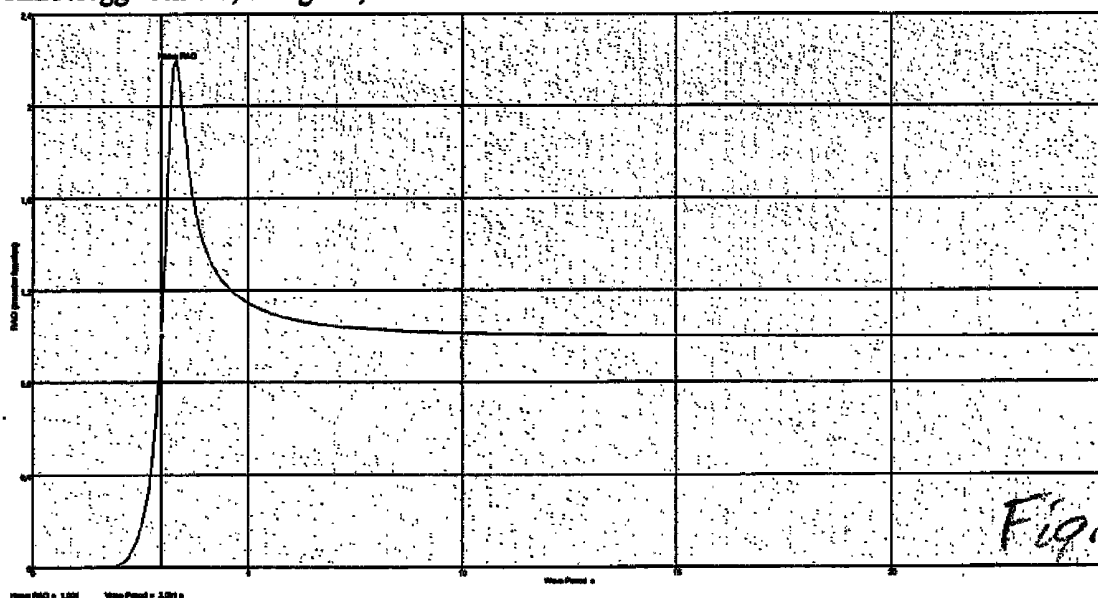


Fig. 7e

Cylinder 2.5m diameter draught 2m

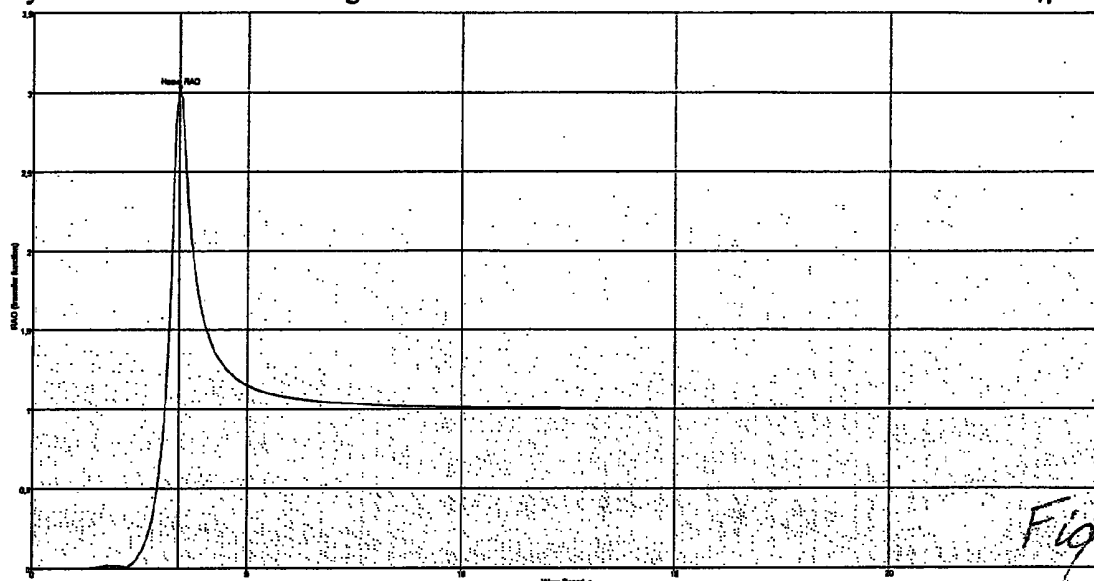


Fig. 7f

Cylinder 2.5m diameter draught 3m.

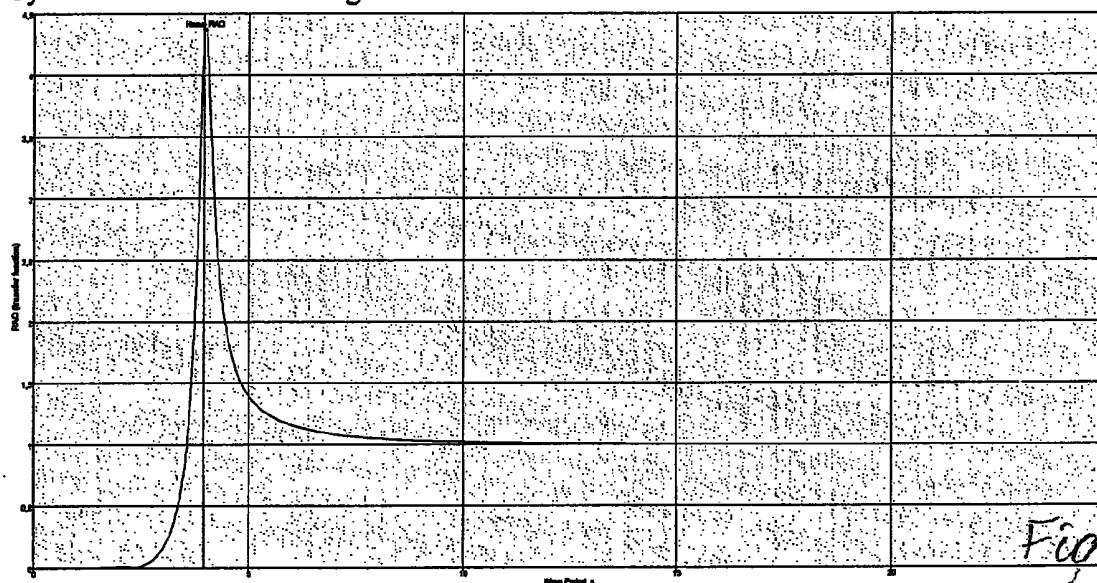


Fig. 7g

Cylinder 2.5m diameter draught 4m.

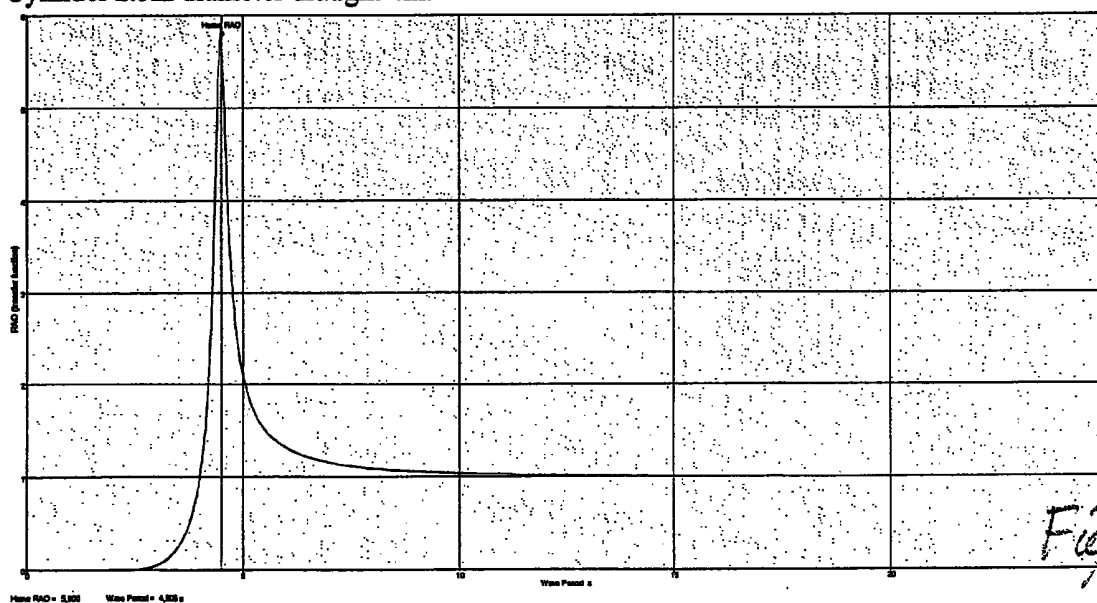
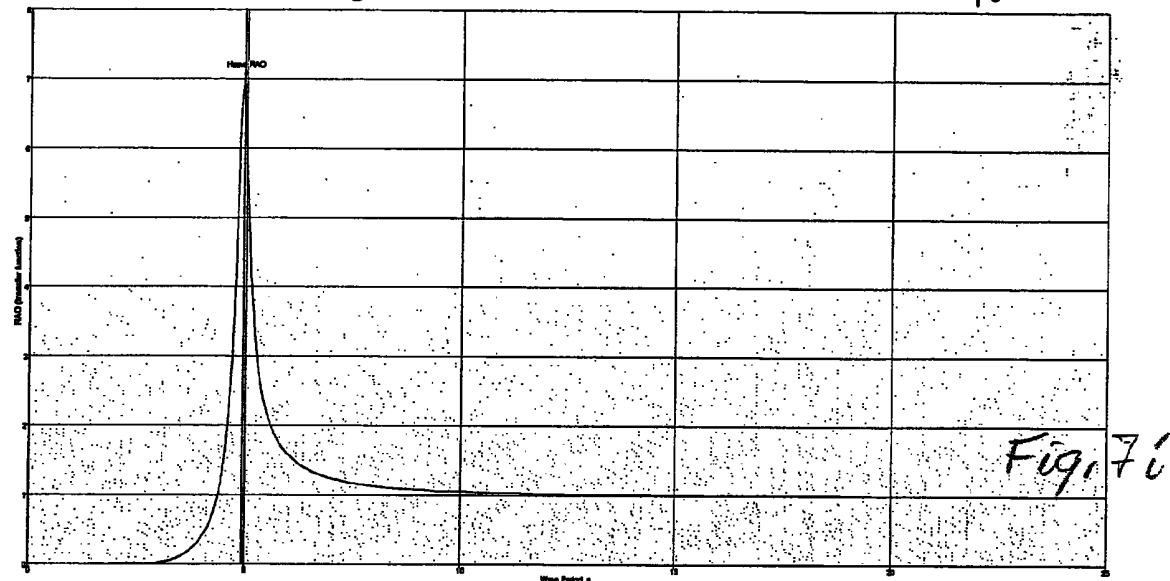


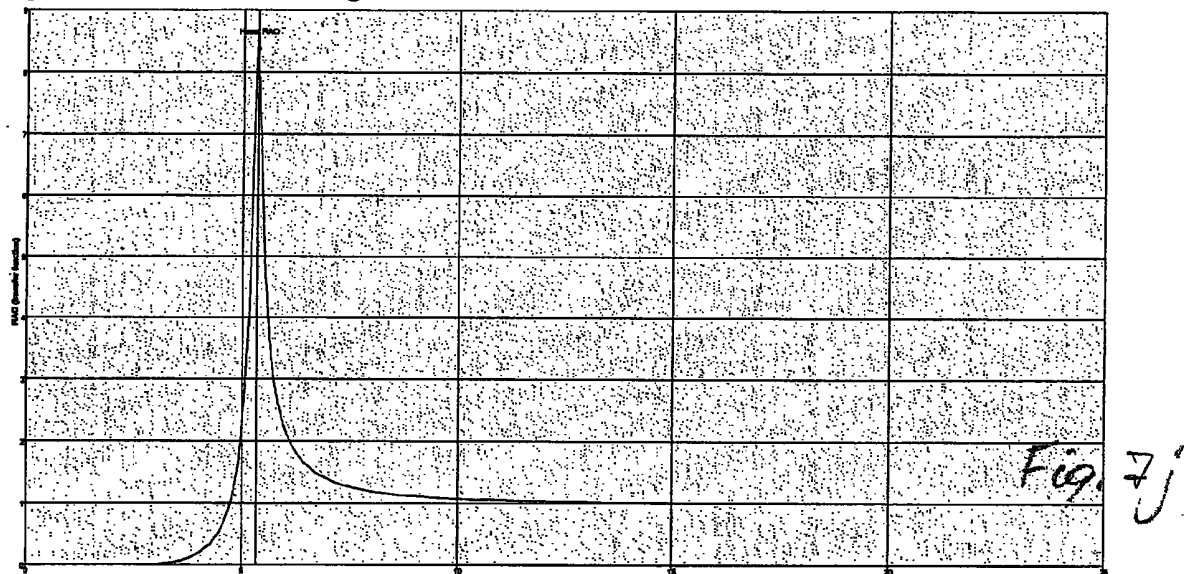
Fig. 7h

Cylinder 2.5m diameter draught 5m.



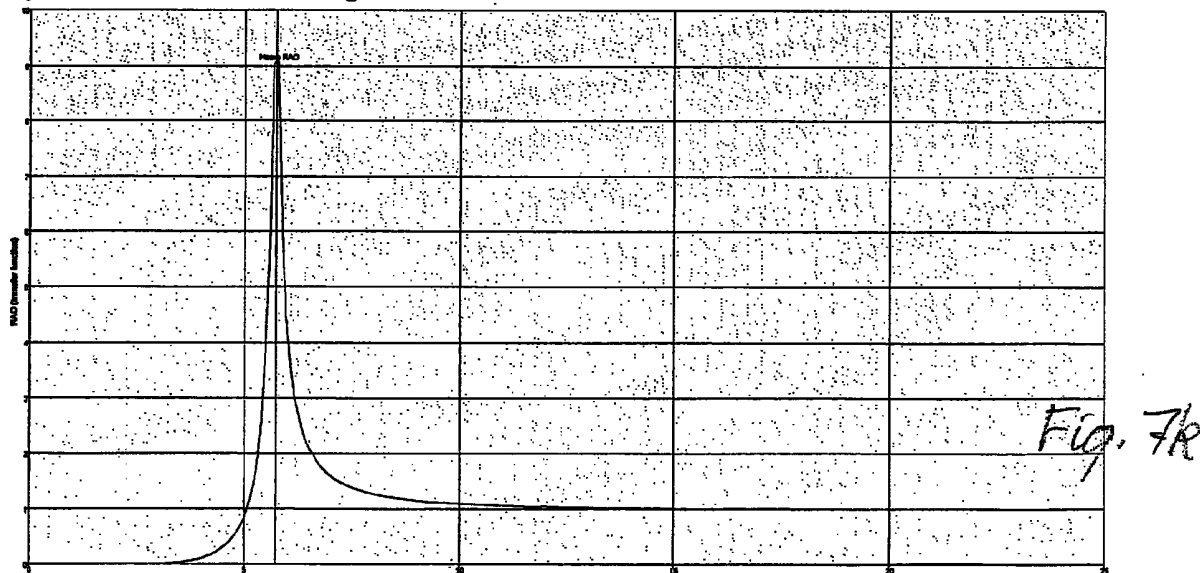
Wave RAO = 7.284 Wave Period = 4.282 s

Cylinder 2.5m diameter draught 6m.



Wave RAO = 6.382 Wave Period = 4.328 s

Cylinder 2.5m diameter draught 7m.



Wave RAO = 6.088 Wave Period = 4.317 s

Cylinder 2.5m diameter draught 8m.

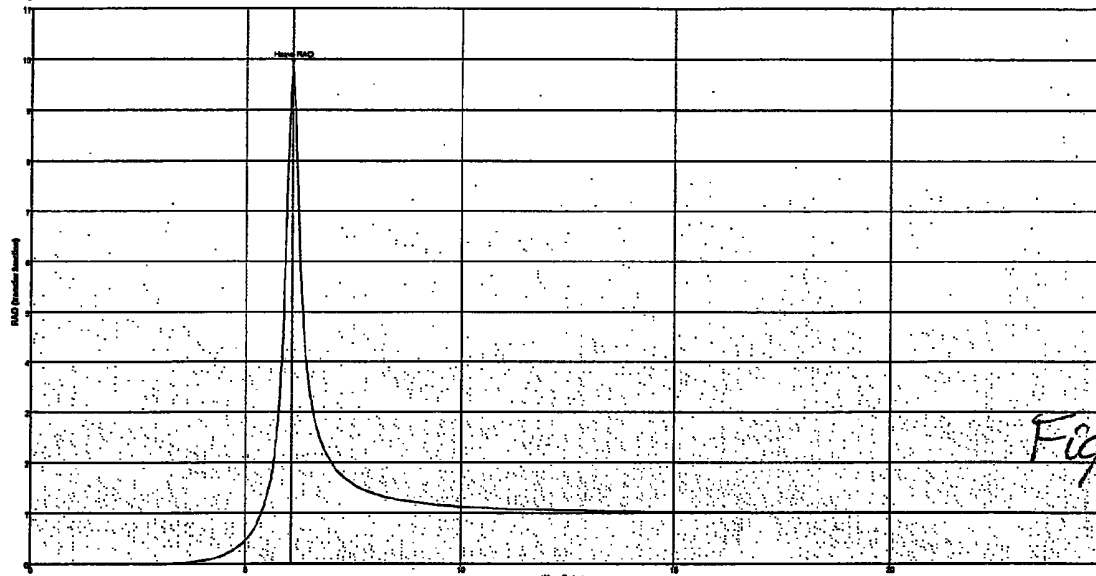


Fig. 7L

Heave RAO = 0.371 Wave Period = 0.004 s

Cylinder 2.5m diameter draught 9m.

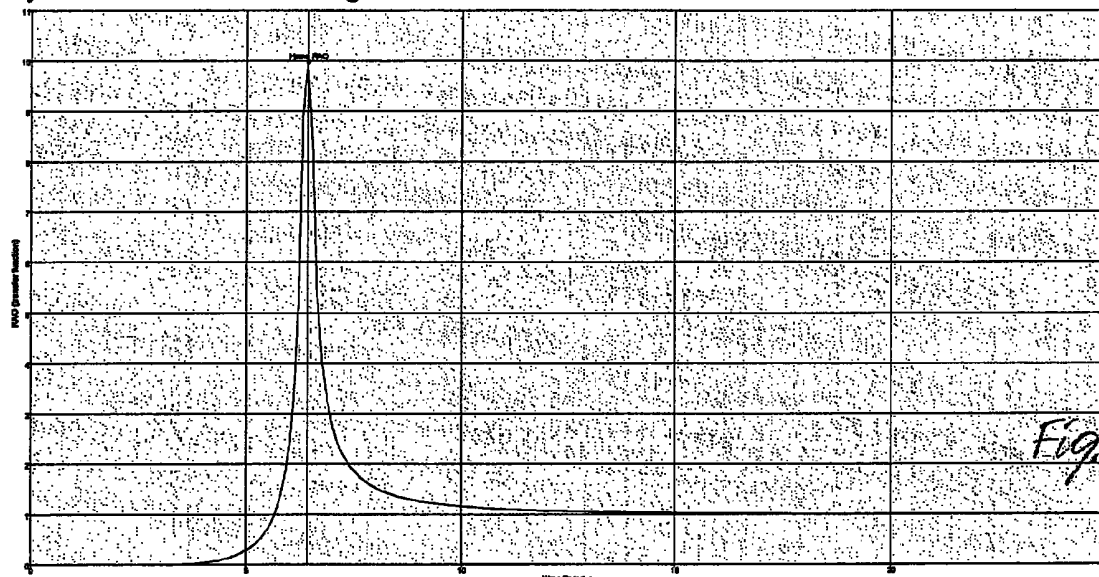


Fig. 7m

Heave RAO = 0.381 Wave Period = 0.004 s

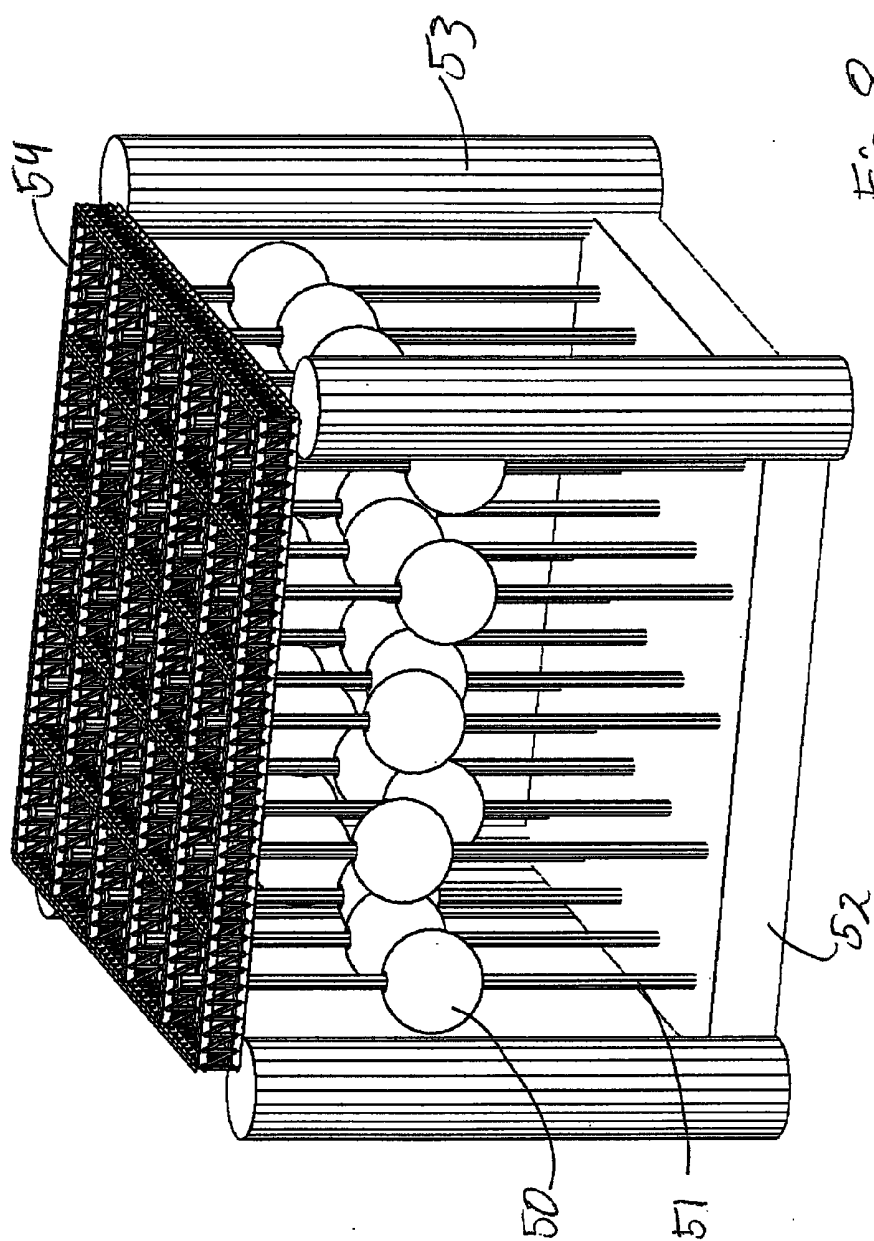


Fig. 8