



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **328222**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

F03B 13/26 (2006.01)

F03B 3/12 (2006.01)

F03B 3/18 (2006.01)

F03B 11/08 (2006.01)

F03B 3/04 (2006.01)

F03B 17/06 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

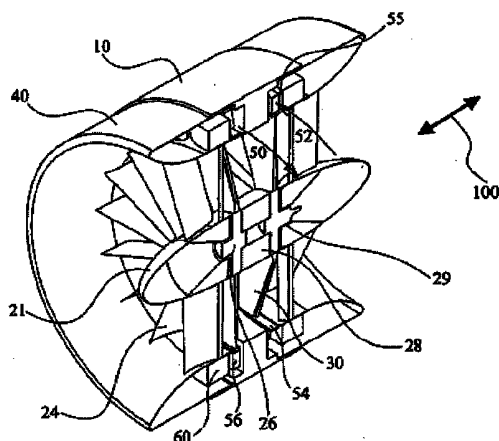
H02K 16/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20041591	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2002.09.16 PCT/CA02/01413
(22)	Inng.dag	2004.04.19	(85)	Videreføringsdag	2004.04.19
(24)	Løpedag	2002.09.16	(30)	Prioritet	2001.09.17, US, 322443
(41)	Alm.tilgj	2004.04.19			
(45)	Meddelt	2010.01.11			
(73)	Innehaver	Clean Current Limited Partnership, c/o Farris, Vaughan, Wills & Murphy LLP, 2500-700 West Georgia Street, BCV7Y1B3 VANCOUVER, CA			
(72)	Oppfinner	Barry V Davis, 31 Garden Court Terrace, NSB3A3S6 DARTMOUTH, CA			
(74)	Fullmektig	Protector Intellectual Property Consultants AS, Oscarsgate 20, 0352 OSLO			

(54)	Benevnelse	Undervannskanalisert turbin.
(56)	Anførte publikasjoner	US4219303
(57)	Sammendrag	

Det er vist en anordning for en turbin for å generere elektrisk kraft fra vann- eller luftstrømning, omfattende minst en rotordisk som har et antall hydrofoilblader, ledevinger, et sylindrisk hus og en generatorinnretning. En ringgenerator som omfatter en rotorring med magnetbane og fikserte statorspoler i huset blir benyttet. Anordningen er utstyrt med en skjerm for å stoppe inntrengning av rusk og marint liv, og en skjørforsterkeranordning for å redusere Betz effekt. Anordningen er fortrinnsvis for undervannsanbringelse og blir drevet av tidevannsstrømmer, men kan bli drevet av elvestrømning eller bølgedrevet luft eller av vind. Anordningen kan plasseres på minst en teleskopisk mast, forankret til sjøbunnen og holdt flytende med oppdriftsbetong i huset, innsatt i en dam, under en leker eller i et tidevannskraftoppsett.



Undervanns kanalisert turbin

Foreliggende oppfinnelse vedrører generelt hydrokinetiske, elektrisk kraftgenererende turbiner og fremgangsmåter for bruk og utplassering. Nærmere bestemt er det vist en generator av typen med kanalinnfatning og en toveis turbin for å generere kraft fra tidevannsstrømmer i forskjellige utplasseringer.

Tidevannskraft har blitt utnyttet i mange århundrer. Tidevanns kornmøller har vært plassert ved innløp langs kysten hvor sjøvann kunne bli innfanget ved sluseporter i lave dammer ved høyt tidevann, for å bli frigjort gjennom et møllehjul ved lavt tidevann. Slike møllehjul er eksempler på hydrauliske turbiner på et tidlig stadium.

Energimangel har sporet forskningsaktivitet, innbefattende bygging av betydelige pilotprosjekter i området av tidevanns kraftgenerering ved bruk av mer moderne turbindesign i Normandie, Frankrike og Nova Scotia, Canada. Normandie og Nova Scotia prosjektene krevde betydelig infrastruktur og oppdemming av tidevannsutsatte elvemunninger. Virkningen av alle slike prosjekter på havinnløp og elvemunninger er å interferere med tidevannsdynamikken og avbryte marine biologiske økosystemer i intertidevannssonene bak dammen.

Mens pilotprosjektene i Normandie og Nova Scotia fortsatt er i drift, har de ikke vist seg å være økonomiske, og med den globale stigning i miljømessig bevissthet, har denne tilnærming falt i disfavør. Nyligere arbeider har vært fokusert på "fristrøm" maskiner som er mindre kostbare og langt mindre nedbrytende på tidevannsdynamikk og de påvirkede marine økosystemer. "Oppstillinger" av slike enheter ville bestå av enkle eller multiple rader av fristrømsmaskiner plassert på tvers og/eller lineært i et havinnløp eller passasje på en måte som med en vindmøllepark. Faktisk har begrepet "turbinfarm" blitt brukt for å beskrive slik utplassering.

I 1920 årene viste US patent 1,498,154 i navn Harza en vannturbin med en hovedsakelig horisontal akse for bruk i sugerøret til en dam med lav høyde, der statorspolene omga løperen eller randen som rommet turbinbladene. Harza foreslo vanntetninger mellom løperen og stator. Det er svært vanskelig å opprettholde integriteten til vanntetningen i en hydraulisk turbin, ettersom undervannsturbiner er

utsatt for høye vibrasjonsnivåer, erosjon og torsjon på grunn av densiteten og hastigheten på vannet.

US patent 3,986,787 i navn Mouton viste en enveis hydraulisk turbin med vinklede
5 blader som også inkluderte en langsgående vridning. Mouton patentet anviser en
utplasseringsmetode for montering av turbiner under en lekter i en elv, med en generator
på toppen av lekteren. Mouton patentet viste også en avfallsskjerm framfor turbinen
bestående av et konisk oppsett med kabler. Mouton patentet, som med de fleste
konvensjonelle hydrauliske turbiner, benytter et navbasert generatorsystem med
10 støttypen blader som er vinklet i forhold til vannstrømmens retning. Avfallsskjermen i
Mouton patentet beskyttet kun en ende av turbinen og var ikke selvrensende som krevde
konstant regelmessig vedlikehold.

US patent 4,163,904 i navn Skendrovic viste et understrøms turbinanlegg som krevde
15 betydelig infrastruktur og tetning omkring den enkle enveis turbinen med navgenerator.

Undersøkelser om utnyttelse av bølgebevegelser resulterte i US patent 4,221,538 i navn
Wells, som viser en enveis flyvingeturbin drevet av luften presset gjennom turbinen av
en oscillerende vannsøyle skapt av bølgevrikning innesluttet i et flytekammer. Wells
20 patentet viste en enkelt rotor med en navbasert generator.

I 1980 årene viste Heuss og Miller et tidevanns kraftanlegg i US patent 4,421,990 med
en fast betongsperring av enveis støtturbiner med vinklede blader og en randbasert
generator. Heuss patentet krevde vesentlig infrastruktur, innbefattende en dam, sugerør
25 og generatorhus. Statoren ble plassert i dammen eller fundamentet ved den ytre rand til
løpehjulet som rommet turbinbladene og krevde vanntette tetninger.

US patent 4,313,711 i navn Lee viste faste statorblader eller vinger som avbøyde
strømmen av luft eller vann på multiple blader med flyvingeprofil av Wells typen for å
30 bevirke effektiv rotasjon. Lee patentet benytter bølgebevegelse eller bølgedrevet luft til
å generere kraft. Ledevingene er faste og rotorene roterer ved den samme hastighet og i
samme retning.

I 1990 årene foretok Curran og Gato forsøk på en serie av ulike luftturbiner av Wells typen og publiserte deres resultater i artikkelen: "The energy conversion performance of several types of Wells turbine designs", Proc. Inst. Mech. Engrs. Vol 211 Part A (1997).

Forsøkene innbefattet enkle rotorinnretninger med og uten ledevinger, og doble

- 5 rotorinnretninger med rotor som roterer i samme retning og motrotasjon. Selv om Curran og Gato ikke undersøkte virkningen av doble motroterende rotor med ledevinger, konkluderte de med at to rotor er mer effektive enn en, at motroterende rotor ga en høyere dempningsfaktor og forbedret etter-stallingsytelse enn enveis par, og at innløp og utløp ledevinger ga reduserte tangentielle kinetiske energitap
- 10 sammenliknet med de enheter som er uten vinger.

De følgende papirer er også av interesse med hensyn til en turbin med vertikal akse og en mulighetsstudie på undervanns kraftgenerering fra tidevannsstrømmer:

- Davis, Barry V. (1997) Nova Energy Ltd. "A Major Source of Energy From the World Oceans" IECEC-97 Conference, July 31, 1997, Honolulu.
- 15

Davis, Barry V. (1980) Nova Energy Ltd. "Hydraulic Turbine Trials" Report No. NEL 002. DSS Contract No. OSX-00043.

- Vauthier, i US patenter 6,168,373B1, 6,406,251 og 2002/0088222A1 viste en flytende, enveis og toveis lettvektig turbin navgenerator enhet med dobbelt kanal egnet for enten
- 20 tidevanns- eller elveutplassering. Den doble, side om side, enveis rotasjonsturbin svinger fritt med vannstrømmen. Turbinen må derfor svinge mot retningen til strømmen siden den kun aksepterer enveis vannstrømning. Toveisenheten er forankret i begge ender og dermed holdt på linje med strømmingen uansett retningen til vannstrømmen.
- Ytterligere trekk innbefatter stabiliseringsfinner på huset, og en forsterker-ring i
- 25 nedstrømsenden av huset for å avlede utvendig vannstrøm som derved skaper en venturievirkning ved utløpet fra huset og presumptivt akselererer vannstrømmen gjennom turbinen. Turbinbladene er av den vinklede, konvensjonelle typen og ledevinger blir ikke brukt.

- 30 På høsten 2001 publiserte Vortec Energy Limited på New Zealand et "Information Memorandum" som viste en vindturbin som benytter diffusorring for å skape et lavtrykksområde nedstrøms av turbinrotoren. Den foretrukne utførelse av Vortec enheten er en kjempestor vindturbin med diameter på 50m eller større utplassert en på land eller til havs. Lekter, søyle eller blokkmonterte undervannsenheter var påtenkt,

men ikke utviklet. Vortec Memorandumet foreslo også muligheten for randgenerering for å eliminere behovet for store senterdelstrukturer og navmekanismer. I PCT publikasjon WO 01/06122 A1 i navn Fox et al, eid av Vortec, er fordeler med et spaltet blad med flyvingeprofil i en turbin beskrevet.

5

Dagens teknologi for vannturbiner er utilfredsstillende på grunn av det store antall bevegelige deler og kompleksiteten ved fremstilling, installasjon og vedlikehold av turbiner i det korrosive saltvannsmiljø.

- 10 Det er derfor et behov for en effektiv hydraulisk turbingeneratorenhet, som kan utnytte tidevannsenergi med en minimal miljøeffekt. En turbin med et minimum antall av bevegelige deler som optimaliserer energikonservering ved minimering av friksjon og strømningsstap, og kan bli fremstilt, installert og vedlikeholdt uten vesentlig infrastrukturkostnader er krevet, og en enkel generator fri for bevegelige deler slik at
- 15 vedlikeholdsbehov er minst mulig. Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en toveis turbin med kanalinnfatning og neddykket randgenerator som har to eller flere koaksiale motroterende rotoror med forsterkerskjørt som overvinner ulempene med den kjente teknikk.

- 20 Det er et formål med den foreliggende oppfinnelse å implementere en anordning for en vannturbingenerator som overvinner noen av ulempene med den kjente teknikk.

- Andre formål innbefatter å tilveiebringe en anordning med et nav parallelt med vannstrømmen, et antall blader, et sylindrisk hus og et antall ledevinger som er krummet
- 25 og rektangulære og omdirigerer vannstrømmen til å treffe mot bladene ved en optimal vinkel. Bladene kan være symmetriske hydrofoiler i tverrsnitt.

- Vingene kan være faste eller de kan vippe mellom en første og andre stilling, der den første stilling er passende for å omdirigere en innstrømning og den andre posisjon
- 30 passende for å omdirigere en utstrømning for å minimere nedstrøms effektivitetstap.

Et annet formål med den foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en toveis turbin med doble motroterende rotorskiver for å skape en stabil, effektiv turbingeneratorenhet som minimerer virveltap.

Nok et formål med den foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en skjerm for å hindre inntrengning av marint liv og rusk inn i turbinenheten.

- 5 Nok et formål med den foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe et langsgående hull i navet som vann kan strømme gjennom.

Nok et formål med den foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe et forsterkerskjørt som minimaliserer Betz effekten, og er innrettet til å rotere ledevingene når

- 10 vannstrømmen endrer retning på grunn av tidevannsendring.

Det er nok et formål med den foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe en ring eller randgenererende vannturbin hvor generatoren blir oversvømt av omgivende fluid.

- 15 Nok et formål med den foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en turbingenerator med en modulær avtakbar enhet innbefattende rotordisken for å lette enkelheten ved vedlikehold.

Nok et formål med den foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en

- 20 vannturbingenerator som kan bli utplassert individuelt eller i ethvert antall enheter, og bli plassert på master, under en flåte, forankret til sjøbunnen og flytende på grunn av en integrert oppdriftsstruktur, i en dam, ved en elv, eller i et tidevannsområde som krysser en undervanns skråning, fordypning eller dal.

- 25 Ytterligere fordeler med oppfinnelsen vil fremstå når tegningene betraktes i forbindelse med den detaljerte beskrivelse.

Anordningen og fremgangsmåten ifølge den foreliggende oppfinnelse vil nå bli beskrevet med henvisning til de vedlagte figurer, hvor:

30

Fig. 1 er et bortskåret perspektivriss av en dobbel, på linje motroterende rotordisker med et hus og ledevinger i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 2 er et isometrisk riss av en halvdel av en turbin som omfatter en enkelt rotordisk og generator, kanal og ledevinger i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 3 er et oppriss av en turbinrotor, blad og ringenhet med blader svingt i en kurve mot spissen.

Fig. 4 er et oppriss av en turbinrotor, blad og ringenhet med bredtuppede blader i samsvar med oppfinnelsen.

- 5 Fig. 5 er et oppriss av en turbinrotor, blad og ringenhet med vinkelrett sideforskjøvede blader i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 6 er et oppriss av en turbinrotor, blad og ringenhet med vinkelrette blader i samsvar med oppfinnelsen.

- 10 Fig. 7 er et oppriss av en turbinrotor, blad og ringenhet med vinkelrett sideforskjøvede blader og en sjødyktig tunnel i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 8 er et tverrsnittsriss av et turbinbladutseende i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 9 er et isometrisk riss av en hydraulisk turbingenerator i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 10 er et isometrisk riss av en turbingenerators fleksible forsterkerskjørt på kanalen i samsvar med oppfinnelsen.

- 15 Fig. 11 er et isometrisk riss av en turbingenerators artikulerde forsterkerskjørt på kanalen i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 12 er et vektordiagram for fluidstrømning over en symmetrisk foil i samsvar med den kjente teknikk.

- 20 Fig. 13 er et strømningsskjema over to motroterende bladseksjoner som komponenter til en dobbel, på linje beliggende turbin i samsvar med den kjente teknikk.

Fig. 14 er et strømningsskjema over fire motroterende bladseksjoner som komponenter av et kaskadeordnet par til en dobbel, på linje beliggende turbin i samsvar med oppfinnelsen.

- 25 Fig. 15 er et strømningsskjema over en rotorbladseksjon og gjennom alternerende innløp og utløp ledevinger som en komponent av en turbin i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 16 er et strømningsskjema over to hydrauliske motroterende bladseksjoner og gjennom innløp og utløp ledevinger som komponenter av en dobbel, på linje beliggende turbin i samsvar med oppfinnelsen.

- 30 Fig. 17 er et isometrisk riss av en turbingeneratorenhet montert på en teleskopisk mast i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 18 er et sideriss av en turbingeneratorenhet montert på teleskopiske master i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 19 er et sideriss av en forankret turbingeneratorenhet i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 20 er et snittriss av figur 19 langs I-I av en enkelt turbingenerator i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 21 er et snittriss av figur 19 langs II-II av en enkelt rotordisk turbingenerator i samsvar med oppfinnelsen.

5 Fig. 22 er et snittriss av figur 19 langs I-I av en dobbel rotordisk turbingenerator.

Fig. 23 er et snittriss av figur 19 langs II-II av en dobbelt rotordisk turbingenerator i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 24 er et sideriss av en turbingeneratorenhet montert under en lekter i samsvar med oppfinnelsen.

10 Fig. 25 er et planriss av en turbingeneratorenhet montert i en liten dam i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 26 er et sideriss av et tidevannsgjerde i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 27 er et sideriss av et tidevannsgjerde i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 28 er et sideriss av en enkelt turbingeneratorenhet i et tidevannsgjerde i samsvar med oppfinnelsen.

Fig. 29 er et snittriss av figur 27 av 3 stablede turbingeneratorenheter i en senkekaske eller et tidevannsgjerde.

Fig. 30 er et snittriss av vedlikeholdsmuligheten for å fjerne turbingeneratorenheter i kassettform ved bruk av en portalkran som er plassert på toppen av senkekassen på skinner.

Med henvisning til figur 1 er en utsnittet avbildning av den foretrukne utførelsen ifølge oppfinnelsen vist. Den modulære kanalinnfattede turbingeneratorenhet 10 kan bli

benyttet som en enkelt turbingeneratorenhet 10 eller med et antall av

25 turbingeneratorenheter 10, typisk utplassert i undervanns tidevannsområder, selv om konstruksjonen kan bli brukt i andre miljøer slik som elver, avløp eller

vindenergienheter. Formålet med turbingeneratorenheten 10 er effektivt å generere elektrisk kraft ved bruk av tidevannskrefter med minimal miljømessig innvirkning. Den foretrukne utførelse er beregnet for undrevanns anbringelse. Det vil være klart at den

30 foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en effektiv kraftgeneratorenhet med minimalt bevegelige deler.

Turbingeneratorenheten 10 har to ender omkring en senterlinje som er symmetrisk. Et nav 20 med en akse i hovedsak parallell med retningen til vannstrømmen 100 er plassert

langs senteraksen til turbingeneratoren 10. Navet 20 har en navnese 21 i hver ende som med fordel kan utformes i enhver hydrodynamisk form. Navnesen 21 kan være spissbueformet eller ha spissbueformede lokk for å minimere motstand inn i og ut fra kanalen 40.

5

Et antall hydrofoilblader 30 med symmetriske tverrsnitt er festet i deres rot til et sentralt nav og i deres periferi eller tupp til en permanentmagnet-bane også kalt en rotorring 54 og utgjør til sammen en rotordisk 50. I den foretrukne utførelse er det en første rotordisk 50 og en andre rotordisk 52 montert koaksialt i en foran og bak konfigurasjon.

10 Rotordiskene 50 og 52 vil kun rotere i en retning på grunn av hydrofoilformen til bladet 30. Aksiallagre 29 roterer fritt mellom og ligger an mot det sentrale nav 26 for hver rotordisk 50 og 52 og navnesen 21. Lagrene er med fordel vannsmurte lavfriksjons aksiallagre 29. Et sentralt nav eller lager-avstandsstykke 28 ligger roterbart og koaksialt mellom det sentrale nav 26 til de to rotordisker 50 og 52 og skiller rotordiskene 50 og
15 52 fra enhver kontakt med hverandre. Rotordiskene 50 og 52 roterer fritt omkring avstandsstykket 28.

Den oppstrøms rotordisk 50 når sett i retningen av vannstrømmen 100 vil alltid rotere i en retning (enten med eller mot urviseren), og den nedstrøms rotor 52 vil alltid rotere i
20 den motsatte retning. Når tidevannet og derfor vannstrømmens 100 retning reverseres, vil den andre rotor 52 nå være oppstrøms, og vil fortsette å rotere i den samme retning som før på grunn av hydrofoilformen. Dermed er turbingeneratorenheten 10 toveis med hensyn til vannstrømmen 100, og hver rotordisk 50 og 52 roterer alltid i den samme retning. Når turbingeneratorenheten 10 har en enkelt rotordisk 50, roterer den også i en
25 enkelt retning.

Bladene 30 er symmetriske vingeprofiler eller hydrofoiler som stikker radialt ut ved om lag 90° fra navet 26. Bladene 30 har en øvre og nedre flate og en førende kant og bakre kant. Den øvre og nedre flate av blader 30 er i hovedsak vinkelrett på vannstrømmen
30 100. Bladene 30 kan være plassert ved en skrå vinkel, så som for en tilbakestrøket bladkonfigurasjon. Antallet blader 30 er avhengig av størrelsen til turbinen. Enhver vingeprofil (airfoil) og/eller hydrofoilform kjent i faget som skaper en variasjon av hastigheten til fluidet som strømmer over de respektive sider av bladene 30 som derved skaper optimalt løft og drag kan bli brukt.

Kanalen 40 er en hul sylinder plassert omkring aksen til rotoren 50 for å danne en kanal og romme rotoren 50. Kanalen 40 kan være en sylinder av konstant innvendig diameter, eller de indre vegger kan konvergere for å øke hastigheten til vannet som strømmer gjennom kanalen 40. I den foretrukne utførelsen konvergerer de indre vegger i kanalen 40 i det sentrale parti som dermed frembringer en venturievirkning når vannstrømmen 100 passerer gjennom kanalen 40. Rotorringen 54 tillater feste av et antall hermetisk forseglede permanentmagneter 56 til den ytre rand av rotordiskene 50 og 52.

Rotordiskrandens permanentmagnet-bane sitter i en fordypning i den ytre kanal 40, som rommer de hermetisk forseglede statorspoler 60. Den andre rotor 52 roterer i en retning motsatt av den første rotor 50, for å minske tap i fluidets bevegelsesmoment på grunn av virvling og derfor gjøre turbingeneratorenheten 10 mer effektiv. Faste statorspoler 60 er montert i kanalen 40 nær inntil den ytre kant av rotordiskene 50 som rommer magnetene 56.

Valgvis, for å virke konsentrisk og motstå laterale belastninger, kan et magnetisk lagersystem bli brukt ved rotorringen 54, som er kjent i faget. Rotorringen 54 ligger roterbart i en magnetbane eller rotorringhulrom 55 i kanalen 40, vannsmurte lavfriksjons skliplater (ikke vist) kan monteres på de utvendige sider av rotorringen 54 for å beskytte statorspolene 60 mot for stor defleksjon av rotordisken 50 og 52.

Et antall av kurvede, hovedsakelig rektangulære ledevinger 24, som også virker som navstøtter, forløper fra navet 20 til rotorhuset eller kanalen 40 for å danne en stabil aksel på hvilken rotordiskene 50 og 52 roterer. Ledevingene 24 har en generelt skarp førende kant, en skarp bakre kant og to sider. Ledevingene 24 tilveiebringer en første angrepsvinkel til den oppstrøms rotordisk 50, og utgående ledevinger 24 bak den nedstrøms rotordisk 52, for å minimere hydrodynamisk virvelbevegelsestap. I den foretrukne utførelse er flaten til ledevingene kurvet i en bue slik at vann som støter mot vingene 24 blir omdirigert ved en forutbestemt angrepsvinkel, før det treffer bladene 30. Bladene 30 har null angrepsvinkel med hensyn til rotordisken 50, og har et symmetrisk tverrsnitt.

Turbingeneratorenheten 10 forblir fiksert på plass, og når tidevannet og derfor vannstrømmen 100 reverserer, begynner rotorene å rotere i deres respektive retninger.

Arrangementet av de motroterende rotordisker 50 og 52 og ledevingene 24 gir kraftutgang med høy virkningsgrad med strømmen 100 som kommer inn i kanalen(e) 40 fra begge retninger av rotordisk aksene og minimerte antallet av bevegelige mekaniske deler, som dermed reduserer kostbart vedlikehold i det marine miljø.

5

Med henvisning til figur 2, er det nå vist et detaljriks med halve turbinenheten fjernet, rotordisknavet 26, bladene 30, permanentmagnet rotorringen 54, permanentmagneter 56, statorspoler 60, ledevinger 24 og kanal 40 er vist.

- 10 Rotordiskmoment blir skapt av vannstrømmen 100 inn i kanalen 40, gitt en første angrepsvinkel av ledevingene 24 som skaper løft over bladene 30 som dermed starter rotasjon av den første rotor 50. Vannstrømmen 100 er virvlende med en angrepsvinkel når den forlater den første rotor 50 og treffer den andre rotor 52, som dermed roterer den andre rotor 52 (se figur 1) i den motsatte retning til den første rotor 50. Når
- 15 magnetene 56 i rotordiskringen 54 passerer de faste statorer 60 i kanalen 40, som er vel kjent i faget ifølge Faraday's lov, blir en spenning induisert lik med antallet viklinger i statorspolen multiplisert med størrelsen på endringen i fluks. Den elektriske strøm kan så bli fjernet med elektrisk kabel (ikke vist) ved enhver innretning kjent i faget. Generatoren, omfattende rotoren 50, magneter 56 og statorer 60 kan forsynes med
- 20 ledning for å produsere direkte strøm eller trefase vekselstrøm som er godt kjent i faget. Plassen mellom magnetene 56 og statorene 60 er oversvømt med omgivende arbeidsfluid, som derved unngår den kostbare og upraktiske bruk av lufttetninger, som typisk svikter eller krever høyt vedlikehold i undervanns applikasjoner på grunn av de høye hydrodynamiske belastninger som blir utøvet på turbingeneratorenheten.

25

Figur 3 er et oppriss av en rotordisk 50 som har rette blader 30 med konstant kordedimensjon, eller lengde fra rot til tupp. Bladene 30 er anordnet med sidekorden innrettet med navets 20 akse. Alle bladene 30 er symmetriske hydrofoils i tverrsnitt. Bladene 30 kan være fra to til n i antall.

30

Figur 4 er et oppriss av en rotordisk 50 med kurveformede blader 30 smale ved navet og brede i tuppene. Eventuelt kan kurveformede blader 30 brede ved navet 20 med smale tupper bli benyttet (ikke vist). Alle blader 30 er symmetriske hydrofoiler i tverrsnitt. "Pil"-retningen til bladene 30 er bakover eller mot senter av turbingeneratorenheten

nav 20, men en forover rettet "pil"-retning er også en mulighet. Bladene 30 kan være fra to til n i antall.

Figur 5 er et oppriss av en turbinrotordisk 50, blad 30 og rotorring 54 med rette blader 30 av konstant kordedimensjon med senterlinjen innrettet med navets 20 akse. Bladene 30 kan være fra to til n i antall.

Figur 6 er et oppriss av en rotordisk 50 med rette blader 30 smale ved navet og brede i tuppene. Eventuelt kan rette blader 30 brede ved navet 20 med smale tupper bli benyttet (ikke vist). Alle blader 30 er symmetriske hydrofoiler i tverrsnitt. Bladene 30 kan være fra to til n i antall.

Figur 7 er et oppriss av en rotordisk 50, blad 30 og rotorring 54 (se figur 1) med vinkelrette sideforskjøyne blader og en sjøliv bypass 32. Sjølivbypassen 32 er et langsgående hull gjennom den sentrale akse til navet 20 gjennom hvilket sjøliv så som fisk og pattedyr kan passere dersom de kommer inn i turbingeneratorenheten 10. Bypassen 32 er mulig på grunn av ringgenereringsmåten for turbingeneratorenheten 10, som etterlater navet 20 som et lite, strukturelt element benyttet kun som en rotordisk 50 sin lageraksel og som ikke rommer generatoren 90.

Figur 8 er et snittriss av en turbins rotordiskarrangement med en krummet overflate for rotordisken 50 i stedet for et flatt plan. Dette arrangement kan bli brukt med blader 30 av konstant tykkelse av variabel tykkelse. Dette arrangement kan bli brukt med enkle eller multiple rotordisker og med ethvert arrangement av rotorblader 30 fra de tidligere figurer.

Figur 9 er et isometrisk riss av den foretrukne utførelse av oppfinnelsen.

Turbingeneratorenheten 10 kan være innkapslet med en generelt elliptisk skjerm 70 festet til kanalendene 40. Skjermene 70 kan bestå av et antall stenger som forløper lengdeveis fra kanalen 40 og konvergerer ved punkter foran, over, på siden eller under de to navs 20 ender. Skjermen 70 virker til å minimere inntrengning av marine skapninger og som en beskyttelse mot sjøvekster, rusk og sjøliv som entrer turbingeneratorenheten 10 som ellers kan tilstoppe eller skade turbinbladene 30, og ledevingene 24. På grunn av formen til skjermen og tidevannet og vannstrømmen 100

som endrer retning, er skjermene 70 selvrensende. Et forsterkerskjørt 74 omfattende artikulerende paneler 36 som har hengsler 27 (ikke vist) om det langsgående midtplan til omkretsen av turbingeneratorenheten 10.

- 5 Det vises igjen til figur 7, ender skjermen 70, når benyttet i kombinasjon med en sjøliv bypass 32, ved den ytre rand av bypassens 32 munning og forløper til den ledende kant av kanalen 40, slik at mens rusk fanges i skjermen 70 kan sjøliv passere gjennom turbingeneratorenheten som dermed minsker den miljømessige virkning av kraftgenereringen.

10

Igien med henvisning til fig. 9 kan turbinenheten bestående av rotordisken 50 (og 52 om appliserbar) (ikke vist her) og generatoren bli innsatt og fjernet som en enhet for enkelhet ved vedlikehold, som etterlater kanalen 40 og utplasseringsinnretninger på plass. Rotordisken 50 og generatoren 90 (ikke vist her) kan være en selvstendig

15 kjerneenhet med et øre eller krok på den øvre flaten. En kanalrings avstandsstykket 44 som er en fleksibel sentral del av kanalen 40 er anordnet til å gjøre mulig uttak av turbinenheten. Ved fjerning av kanalringens avstandstykket 44 kan turbinenheten 48 bli hevet til overflaten for service eller utskiftning.

- 20 Figur 10 viser en kanal 40, med et fleksibelt forsterkerskjørt 74, som er festet ved midtpunktet til turbingeneratoren 10. Skjørtet 74 bestående av et holdbart fleksibelt materiale så som Spectra™ vevd fiber er formet slik at det dynamiske trykk til strømmen 100 vil presse skjørtet 74 til det passende sted med den utbueende enden av skjørtet 74 ved utgangen fra kanalen 40. Skjørtet 74 kan ha avstivende ringer (ikke vist)
- 25 innleiret i det, men vil med visshet ha en stiv skjørtring 75 ved sin største og distale diameter, for å holde den riktige form mens utsatt for de store dynamiske trykk i tidevannsstrømmen 100. Skjørtet 74 kan være bestående av holdbart komposittmateriale så som en "Spectra vevnad", eller metallisk artikulerende komponenter. Skjørtet 74 har en større omkrets ved den bakre kant slik at den buer ut fra kanalen 40. Skjørtet 74 skaper
- 30 et lavtrykksområdet ved utløpet fra turbingeneratorenheten 10, som minimerer turbinens effekttap på grunn av Betz effekt. Faste forsterkere av denne typen bevirker at strømmingen gjennom turbinen øker, og er godt kjennetegnet av de som er kjent med teknikken. Både fleksible stoffer og artikulerende metallskjørt 74 blir flyttet bakover og forover ved den dynamiske kraft i tidevannsstrømmen, når tidevannet endrer retning,

slik at skjørtene 74 alltid forløper ut bakover ved eller over kanalens 40 utløp. Dette er et toveis, enkelplassert, forsterkerskjørt 74 som er hengslet, eller festet omkring midtpartiet til turbinkanalens 40 omkrets. Skjørtet kan bli installert omkring hele omkretsen, eller for bare deler av omkretsen, som ønsket ved den spesifikke installasjon, eller antallet av enheter.

Figur 11 viser en kanal 40, med et artikulert forsterkerskjørt 74, som er festet med hengsler 37 ved midtpunktet til turbinenheten 10. Skjørtet 74 er bestående av holdbare og stive paneler 74 og blir posisjonert ved det dynamiske trykket til strømmen 100 som vil tvinge skjørtet 74 til det passende sted med den buede enden av skjørtets segmenter ved utgangen fra kanalen 40. Turbingeneratorenhetene 10 utgjøres av kanalstruktur 40 og materialer som tilveiebringer oppdrift fordelaktig for utplassering og vedlikeholdsoperasjoner.

Turbiningeneratorenheten er konstruert av holdbare korrosjonsmotstandige materialer. I den foretrukne utførelse blir det brukt betong av marin kvalitet, som inneholder lettvektig indre avstivet aggregat i tilstrekkelige proporsjoner til at hele konstruksjonen har positiv oppdrift, for kanalen 40 og et korrosjonsmotstandig høyfast materiale blir brukt for rotorene 50, og akselen 19 som omfatter turbinen 10 og andre hovedkomponenter. Materialer så som avanserte kompositter, betong og stål kan benyttes. Turbingeneratorenheten 10 blir belagt med et silisiumglassprodukt som er kjent i faget for å redusere hydrauliske tap og til å minimere begroing ved feste av marine skapninger.

Kanalen 40 er belagt med et nytt silisiumglassprodukt og er fortrinnsvis dannet av lettvektig betong med oppdrift som gjør det mulig for turbingeneratorenheten 10 å bli tauet til stedet for sin anbringelse, så fortøyd slik at turbingeneratorenheten 10 flyter ved en forutbestemt dybde under overflaten til vannet 16. Turbingeneratorenheten 10 blir senket ned i en elv eller et undervannssted etter ønske. I den foretrukne utførelsen benytter turbingeneratorenheten tidevannskrefter for å generere kraft.

Figur 12 er et vektordiagram av luftstrømmen over en tidligere kjent symmetrisk vinge hvor Wells i US patent 4,221,538 viser den drivende vektor over hydrofoilseksjonen til bladet 30 hvor V er den relative hastighet til strømmen motsatt retningen til bladet 30,

I1 og I2 er den resulterende fluidvektor til de innfallende hastigheter, U1 og U2 representerer toveis vannstrøm 100 og L1 og L2 representerer den normale komponent til løftet. Løftet over hydrofoilbladet 30 akselererer rotoren 50 på en effektiv og kraftfull måte.

5

Figur 13 er et strømningsdiagram over to hydrauliske motroterende bladseksjoner 30 som komponenter av en turbingeneratorenhet 10 med doble koaksiale rotordisker 50. Dette tidligere kjente system er effektivt til å redusere nedstrøms tap i energi på grunn av virvling og øker driftsvirkningsgraden over et større hastighetsspekter.

10

Figur 14 er et strømningsdiagram over et kaskadende par turbingeneratorenheter 10 med koaksiale rotor 50. Bruken av multiple kaskader minimerer trykkfallene over multiple enheter for regimer med svært høy hastighet. Antallet av kaskadende par med motroterende disker er to til n i antall.

15

Figur 15 er et strømningsdiagram over en enkelt rotordisk 50 med hydrofoilbladsnitt 30 og gjennom alternerende posisjon innløp og utløp ledevinger 24. Vingene 24 er fleksible og blir styrt av en forbindelse med det artikulerede skjørt. Det dynamiske trykk i strømmen 100 bevirker at skjørtet justerer seg, som derved beveger ledevingene til den passende posisjon. De oppstrøms ledevinger vil gi en positiv angrepsvinkel og de nedstrøms ledevinger vil redusere treghets virveltap. Når vannstrømmen 100 blir reversert vender rotoren 50 i den samme retning, men vingene 24 reverserer eller vipper ved hengsling som inntar posisjonen vist med stiplede linjer 25. I denne variant er vingene 24 sin ledende kant 28 stivt innfestet til navets 20 struktur og den indre overflate av kanalen 40.

20

25

Figur 16 er et strømningsdiagram over to hydrauliske motroterende bladseksjoner 30 og gjennom innløp og utløp ledevinger 24 som komponenter i en turbingeneratorenhet med dobbel rotor på linje. I den foretrukne utførelsen er ledevingene 24 permanent festet i den viste konfigurasjon.

30

Figur 17 er et isometrisk riss av en hydraulisk turbingeneratorenheten 10 montert på en teleskopisk mast 80. I den foretrukne utførelsen er turbingeneratorenheten 10 montert på en mast 80 som kan være teleskopisk for å muliggjøre fjernstyrt høydejustering av

turbingeneratorenheten 10, innbefattende heving av turbingeneratorenheten 10 over overflaten til vannet 16 for vedlikeholdsformål.

Figur 18 er et oppriss av en turbingeneratorenhet montert på et antall av teleskopiske master 80 under vann i en elv eller tidevannsstrøm. Installasjon, uttak og vedlikehold gjøres mulig ved heving og senking av de teleskopiske master 80 for å komme til turbingeneratorenheten. Doble koaksiale rotordisker 50 og 52 kan bli brukt, så vel som ytterligere turbingeneratorenheter 10 på det samme mastesett. Ethvert kjent kabelsystem for å fjerne kraft og for å styre turbinens turbingeneratorenhet 10 kan bli brukt.

Figur 19 er et sideriss av en turbingeneratorenhet 10 tjoret via utvendige ører 12 og kabler 13 til et sett med to eller flere forankringer 14 på sjø- eller elvebunnen 25. Forankringene kan være av enhver type innbefattende galvaniserte skipsankere av stål eller betongblokker. Kablene 13 blir festet til hver ende av turbingeneratorenheten 10, som derved er holdt på plass. Siden rotorene 50 og 52 er toveis, kan turbingeneratorenheten forbli festet på plass.

Figur 20 er et snittriss av figur 19 langs I-I til en enkelt rotor 50 turbingenerator.

Figur 21 er et snittriss av figur 19 langs II-II til en enkelt turbingeneratorenhet.

Turbingeneratorenheten 10 kan utplasseres individuelt eller i grupper på to eller flere turbingeneratorenheter 10. Figur 22 er et snittriss av figur 19 langs I-I, som er en dobbel side-om-side turbingeneratorenhet 10 variant av oppfinnelsen.

Figur 23 er et enderiss av figur 19 av den doble side-om-side turbingeneratorenhet 10 variant. Kanalene 40 av de to turbingeneratorenheter 10 kan sveises, skrus eller festes sammen ved hvilke som helst andre midler egnet til å motstå hydrodynamiske krefter.

Det er minst fem mulige metoder for utplassering påtenkt for turbingeneratorenheten 10. Disse vil være:

- montert på en eller flere teleskopiske master 80 som vist i figurene 17 og 18
- flytende under og festet til en lekter 120
- langsetter en sammenfellbar gummidam 130 ved siden av en elv

- flytende forankret under overflaten som vist i figur 19, og
- i et tidevannsgjerde over et havinnløp eller passasje som vist i fig. 26-30

Figur 24 er et sideriss av en turbingeneratorenhet 10 montert under en lekter 120 ifølge
5 oppfinnelsen.

Figur 25 er et planriss av en turbingeneratorenhet 10 montert i en liten dam 130 ifølge
oppfinnelsen.

10 Figur 26 er et oppriss av et komplett tidevannsgjerde 140 som viser flere rader med
turbiningeneratorenheter 10 ifølge oppfinnelsen.

Figur 27 er et nært oppriss av en del av et tidevannsgjerde 140 som viser ni stablede
turbiningeneratorenheter 10 ifølge oppfinnelsen.

15

Figur 28 er et oppriss av en enkelt turbingeneratorenhet 10 i et tidevannsgjerde 140
ifølge oppfinnelsen.

Figur 29 er et snittriss som viser tre stablede turbingeneratorenheter 10 i konstruksjonen
20 til et tidevannsgjerde 140. Tidevannsgjerdet 140 ifølge oppfinnelsen har en T-bjelke
struktur 141, elektrisk og overvåkende kabin og tilhørende veieunderlag 142, der
skaftenes dekkstruktur utgjøres av T-bjelker 143, adkomstlokk 144 og skinnelinjer 145
& 146, hjulpet av vertikale bæreskaft 147. Den utgjøres i tillegg av bølgedeler 148 og
avtakbar antikavitasjonsplattform 149, gravitasjons fundamentstruktur 150, og
25 tilhørende bæresteg 151, og master 152 & 153. Denne struktur bærer et flertall av
turbiningeneratorenheter 10.

Figur 30 er et snittriss av vedlikeholdsevnen for å fjerne turbingeneratorenhetene 10 i
kassettform som utnytter en portalkran som er posisjonert på skinner på toppen av
30 tidevannsgjerdet 140 sin struktur.

De foretrukne utførelser som her er beskrevet er ikke ment å være uttømmende eller å
begrense omfanget av oppfinnelsen til de presise former som er vist. De er valgt og

beskrevet for best å forklare prinsippene ved oppfinnelsen og dens applikasjon og praktiske bruk for å tillate andre fagmenn å forstå dens lærdommer.

- 5 Som det vil fremstå for fagmannen i lys av den foranstående beskrivelse, er mange endringer og modifikasjoner mulige i utøvelse av denne oppfinnelse uten å avvike fra dens ånd og ramme. Følgelig skal oppfinnelsens ramme forstås i samsvar med innholdet definert i de følgende krav.

P a t e n t k r a v

1.

Hydroturbingenerator (10) for å generere elektrisk kraft fra vannstrømning, hvilken

5 anordning omfatter et nav (20) stort sett parallelt med en vannstrøm (100) og minst en generator (90), **karakterisert ved at:**

(a) minst en rotordisk (50) omfattende et antall hydrofoilblader (30) roterbart festet til navet (20) og som forløper radially fra navet (20);

10 (b) et hovedsakelig sylindrisk hus som avgrenser en kanal (40), der kanalen (40) er nær ved tuppene til bladene (30) og festet til navet (20) med et antall ledevinger som forløper radially fra navet.

2.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** bladene (30) er symmetriske i

15 tverrsnitt.

3.

Anordning som angitt i krav 2, **karakterisert ved at** bladene (30) har to flate sider som er plassert vinkelrett på vannstrømmen (100).

20

4.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** det er en første rotordisk (50) og en andre rotordisk (52), hvilken første rotordisk (50) er oppstrøms og roterer i en første retning til vannstrømmen (100) og den andre rotordisk (52) er nedstrøms og motroterende

25 i forhold til den første rotordisk (50) i en andre retning til vannstrømmen (100).

5.

Anordning som angitt i krav 4, **karakterisert ved at** den første retning er mot urviseren fra retningen til vannstrømmen (100), og den andre retning er med urviseren fra retningen

30 til vannstrømmen (100).

6.

Anordning som angitt i krav 4, **karakterisert ved at** den første retning er med urviseren fra retningen til vannstrømmen (100), og den andre retning er mot urviseren fra retningen til vannstrømmen (100).

5

7.

Anordning som angitt i krav 4, **karakterisert ved at** når vannstrømmen (100) endrer retning blir den andre rotordisk (52) oppstrømsdisken, og fortsetter å rotere i den samme retning, mens den første rotordisk (50) blir nedstrømsdisken, og fortsetter å motrotere i forhold til den i samme retning oppstrømsdisk.

10

8.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** ledevingene (24) er plassert ved en eller i begge ender av navet (20).

15

9.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** ledevingene (24) er kurvet og i hovedsak rektangulære og forløper radially fra navet (20) mellom navet (20) og den innvendige vegg av kanalen (40) slik at kurven endrer vannstrømretningen (100) slik at den støter mot hydrofoilbladene (30) ved en spiss vinkel for å skape løft og derfor rotasjon av rotordiskene (50).

20

10.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** vingene (24) er fiksert på plass.

25

11.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** vingene (24) er justerbare.

12.

30 Anordning som angitt i krav 8, **karakterisert ved at** ledevingene (24) er roterbart justerbare i forhold til navet (20) og kanalen (40).

13.

Anordning som angitt i krav 7, **karakterisert ved at** når vannstrømmen (100) endrer retning, roterer ledevingene (24) slik at kurven til ledevingene (24) blir reversert, som dermed retter vannstrømmen (100) ved en foretrukket vinkel.

5

14.

Anordning som angitt i krav 7, **karakterisert ved at** når vannstrømmen (100) endrer retning, roterer de kurvede ledevingene (24) slik at vingene (24) som retter vannstrømmen (100) videre til den oppstrøms rotordisk (52) blir reversert, som dermed retter vannstrømmen (100) ut av den nye nedstrøms rotordisk (50) parallelt med aksen til navet (20), og vingene (24) plassert ved nedstrømsenden av navet (20) som retter vannstrømmen (100) ut av turbingeneratoren (10) blir nå reversert til en posisjon for å rette vannstrømmen (100) ved en spiss vinkel på den tidligere nedstrøms rotordisk (52).

10

15 15.

Anordning som angitt i krav 12, 13 og 14, **karakterisert ved at** vingene (24) blir rotet ved hjelp av en mekanisk kopling til et skjørt (74) som vipper fra en ende av kanalen (40) til den andre når vannstrømmen (100) endrer retning.

20 16.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** generatoren (90) er en ringgenerator (90).

17.

25 Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** generatoren (90) utgjøres av magneter (56) plassert ved tuppene av bladene (30) og solenoider (60) plassert på den indre veggen av kanalen (40).

18.

30 Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** generatoren (90) utgjøres av permanentmagneter (56) i en ring eller rand (54) av rotordisken (50) og statorspoler (60) er plassert på den indre vegg av kanalen (40).

19.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** generatoren (90) er en av en dobbelt eller enkelt aksialfluksgenerator eller en dobbel eller enkel radialfluksgenerator.

5 20.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** generatoren (90) blir oversvømt med omgivende vann.

21.

10 Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** rotordiskene (50) og generatorene (90) er tilpasset til å bli fjernet som en modulær enhet, slik at vedlikehold og utskiftning lett gjøres mulig.

22.

15 Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** den videre omfatter et reversibelt skjørt (74) plassert omkring midtlinjen til den ytre overflate av kanalen (40) og forløper forbi en åpen ende av kanalen (40) i retningen av vannstrømmen (100).

23.

20 Anordning som angitt i krav 22, **karakterisert ved at** skjørtet (74) er tilpasset til å løfte og vippe når vannstrømmen (100) reverserer slik at skjørtet (74) alltid vil rage fra midtlinjen av kanalen (40) mot nedstrømsenden av hydroturbinen(10).

24.

25 Anordning som angitt i krav 22 og 23, **karakterisert ved at** skjørtet (74) omfatter et fleksibelt materiale.

25.

Anordning som angitt i krav 22 og 23, **karakterisert ved at** skjørtet (74) omfatter artikulererte eller leddete paneler (36).

30

26.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** den videre omfatter en skjerm (70) plassert omkring de åpne ender av kanalen (40) slik at rusk og levende skapninger blir avledet av skjermen (70).

5

27.

Anordning som angitt i krav 26, **karakterisert ved at** skjermen (70) består av metallstenger.

10 28.

Anordning som angitt i krav 26, **karakterisert ved at** stengene forløper forover fra kanalens (40) ender til et punkt framfor senteret til kanalendene.

29.

15 Anordning som angitt i krav 26, **karakterisert ved at** skjermen (70) består av spiler vinklet tangentielt til vannstrømmen (100) slik at rusk og levende skapninger blir avledet rundt turbinen (10).

30.

20 Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** minst en turbingenerator (10) er montert på minst en undervanns teleskopisk mast (80) tilpasset til valgvis å senke eller heve turbingeneratoren (10) over en vannflate og til valgte undervannsdypder slik at kraftgenereringen blir optimalisert.

25 31.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** hydroturbingeneratoren (10) er toveis og kan akseptere vannstrømning (100) fra hver av de to åpne ender og generere kraft.

30 32.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** kanalen (40) har en konvergerende indre overflate slik at en venturievirkning blir skapt.

33.

Anordning som angitt i krav 4, **karakterisert ved at** rotordiskene (50) er koaksiale og motroterende.

5 34.

Anordning som angitt i krav 33, **karakterisert ved at** det er to til 10 kaskadende par av koaksiale motroterende turbingeneratorer (10).

35.

10 Anordning for en fluidturbin (10) innbefattende en aksel, **karakterisert ved:**

- (a) et antall av roterbare blader (30) som forløper radially fra akselen; og
- (b) et antall av justerbare ledevinger (24) som forløper radially fra akselen ved både en oppstrømsende og en nedstrømsende av turbinen (10).

15 36.

Anordning som angitt i krav 35, **karakterisert ved at** den videre omfatter en kanal (40) plassert omkring bladene (30) slik at tuppene til bladene er nære ved kanalen (30).

37.

20 Anordning som angitt i krav 35, **karakterisert ved at** den omfatter ring- eller innfatningsgeneratorinnretning.

38.

25 Anordning ved hydroturbin (10), med et nav (20), for generering av elektrisk kraft fra tidevannsstrømning, der forbedringen er **karakterisert ved:**

- (a) et antall av symmetriske hydrofoilblader (30) plassert radially og roterbart omkring navet (20); og
- (b) et hus (40) plassert omkring bladene (30) og festet til navet (20) med minst en navstøtte; hvilket hus (40) innbefatter en oppdriftsinnretning integrert til navet slik at turbingeneratoren (10) flyter ved en forutbestemt undervannsdypde.

30

39.

Anordning som angitt i krav 1, **karakterisert ved at** den videre omfatter et bypasshull (32) avgrenset av navet (20) slik at vannstrømmen (100) passerer lengdeveis gjennom navet (20).

5

40.

Anordning som angitt i krav 35, **karakterisert ved at** akselen omfatter en indre overflate som avgrenser et hull (32) gjennom hvilket sjøliv kan forbipassere fluidturbinen (10).

10 41.

Anordning som angitt i krav 38, **karakterisert ved at** navet (20) omfatter et hull (32) som forløper gjennom navet (20).

15

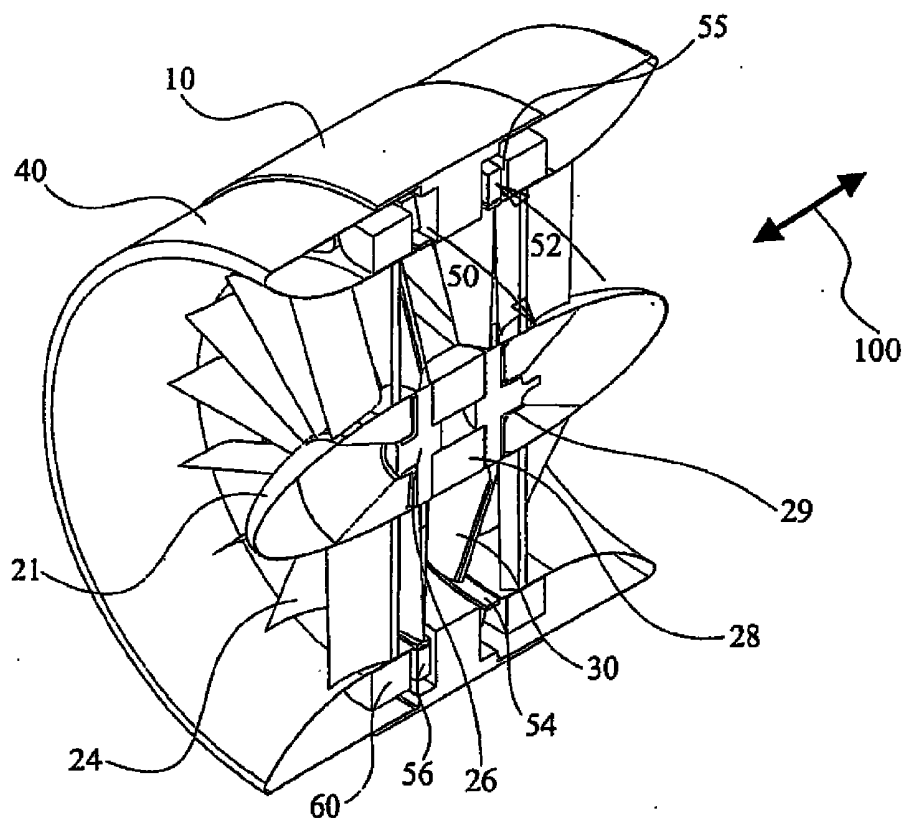


Fig. 1

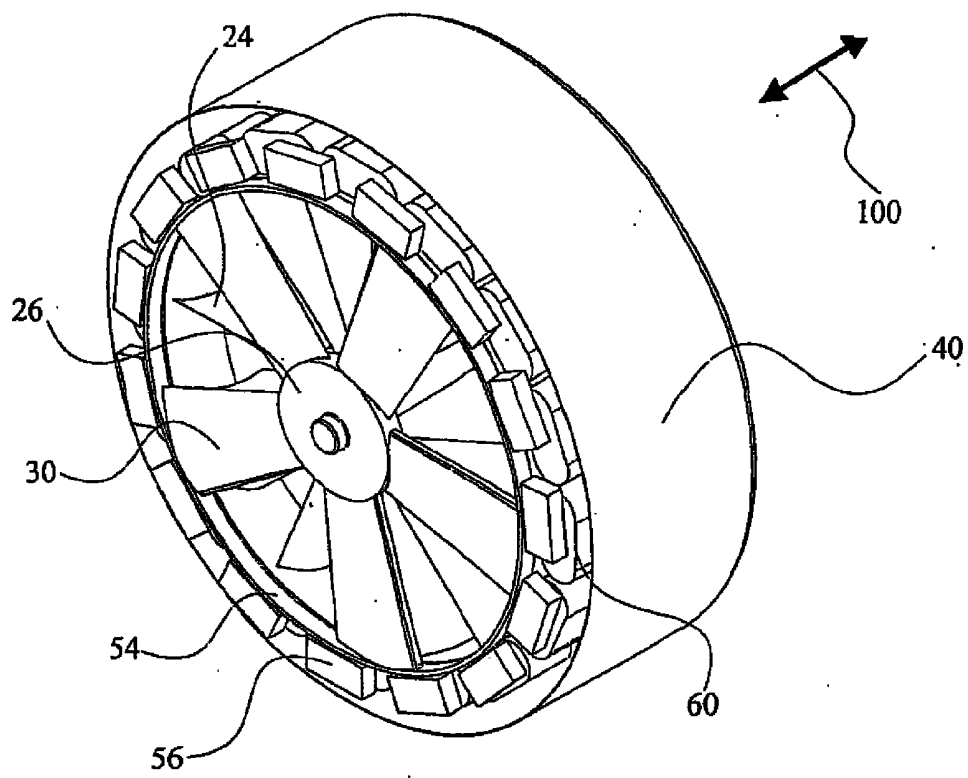


Fig. 2

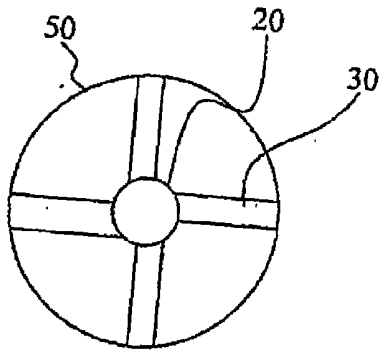


Fig. 3

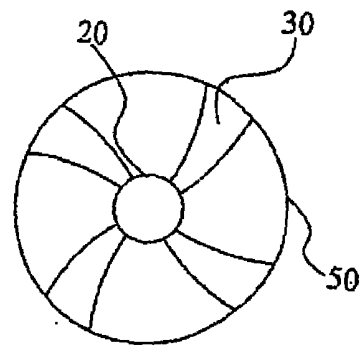


Fig. 4

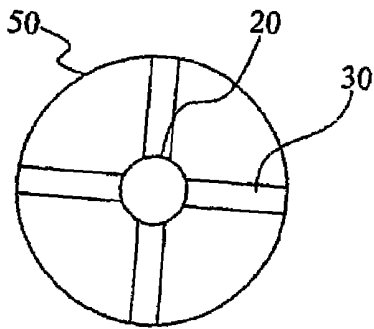


Fig. 5

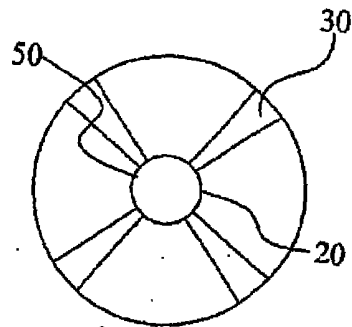


Fig. 6

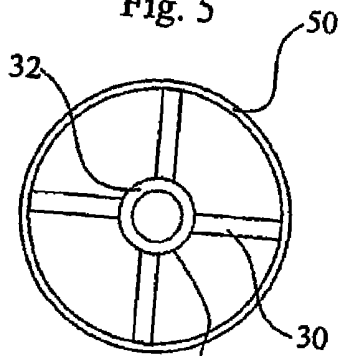


Fig. 7

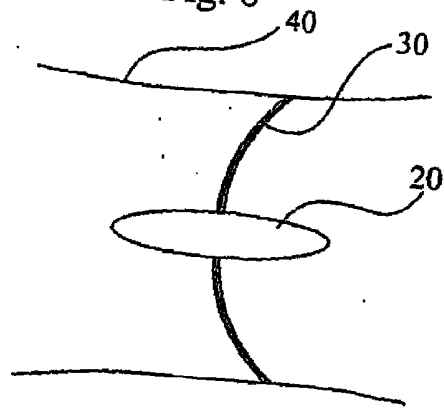


Fig. 8

4/25

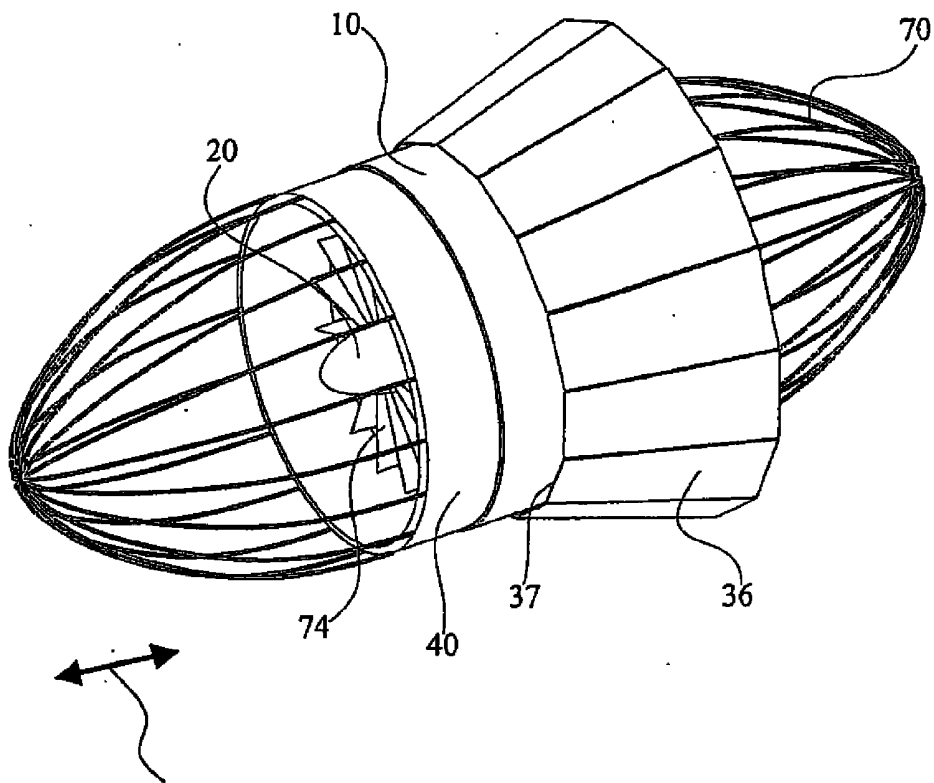


Fig. 9

5/25

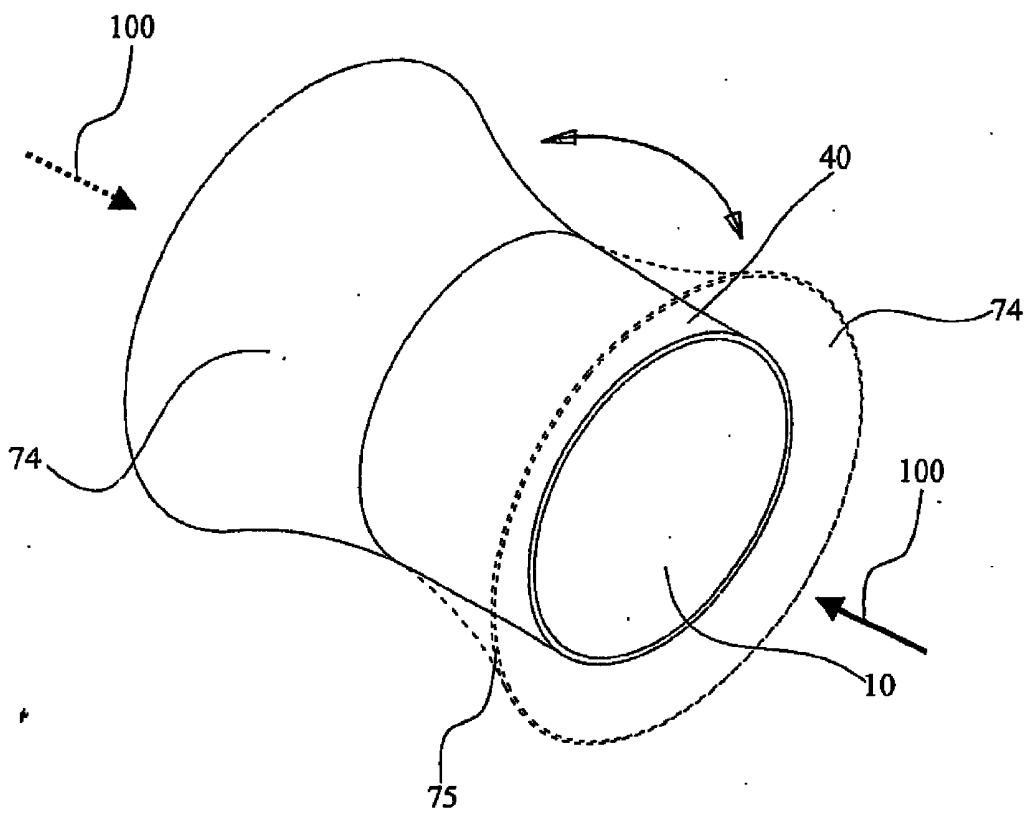


Fig. 10

6/25

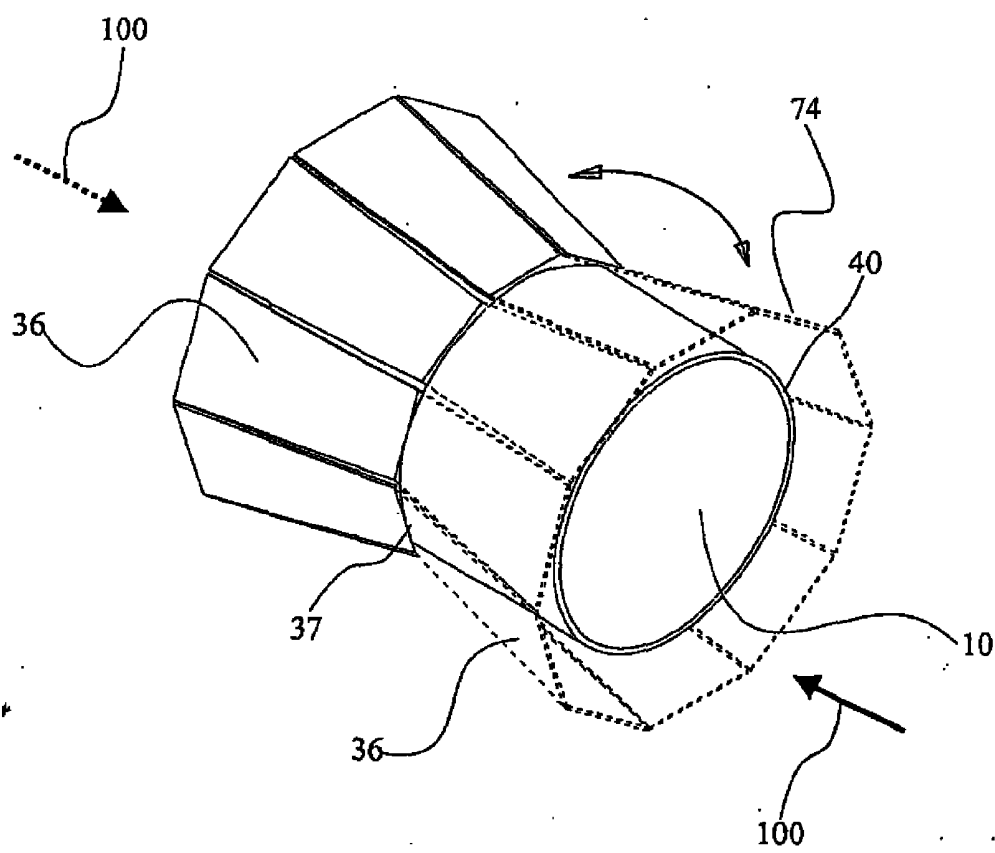
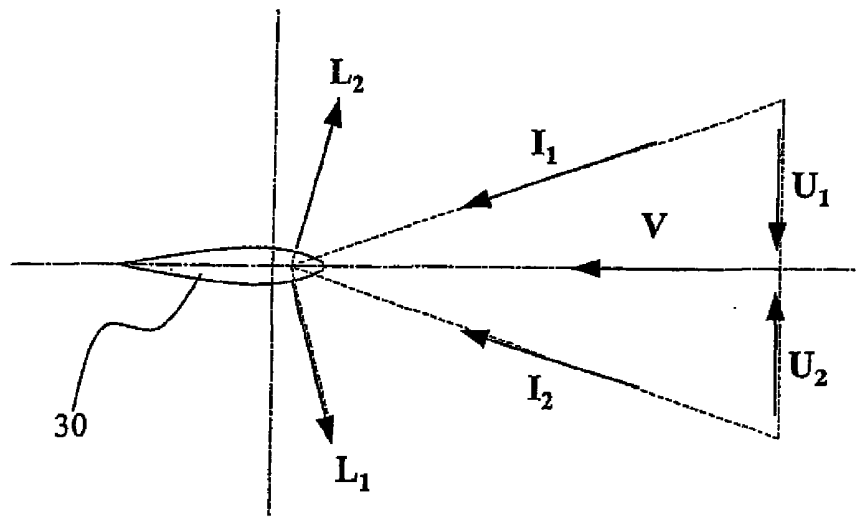


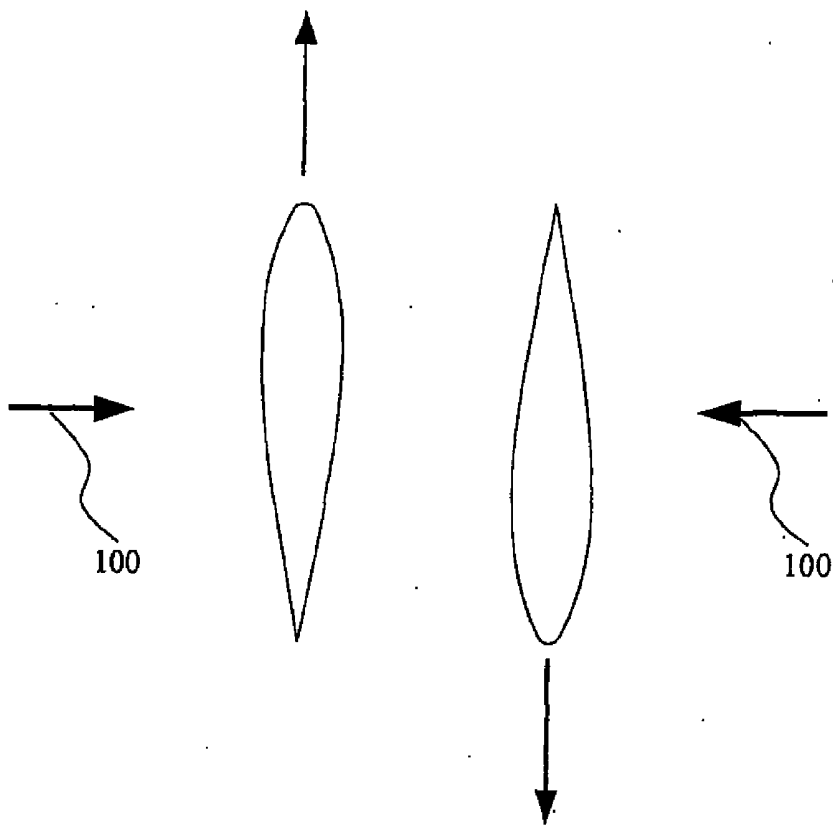
Fig. 11

7/25



Prior Art
Fig. 12

8/25



Prior Art
Fig. 13

9/25

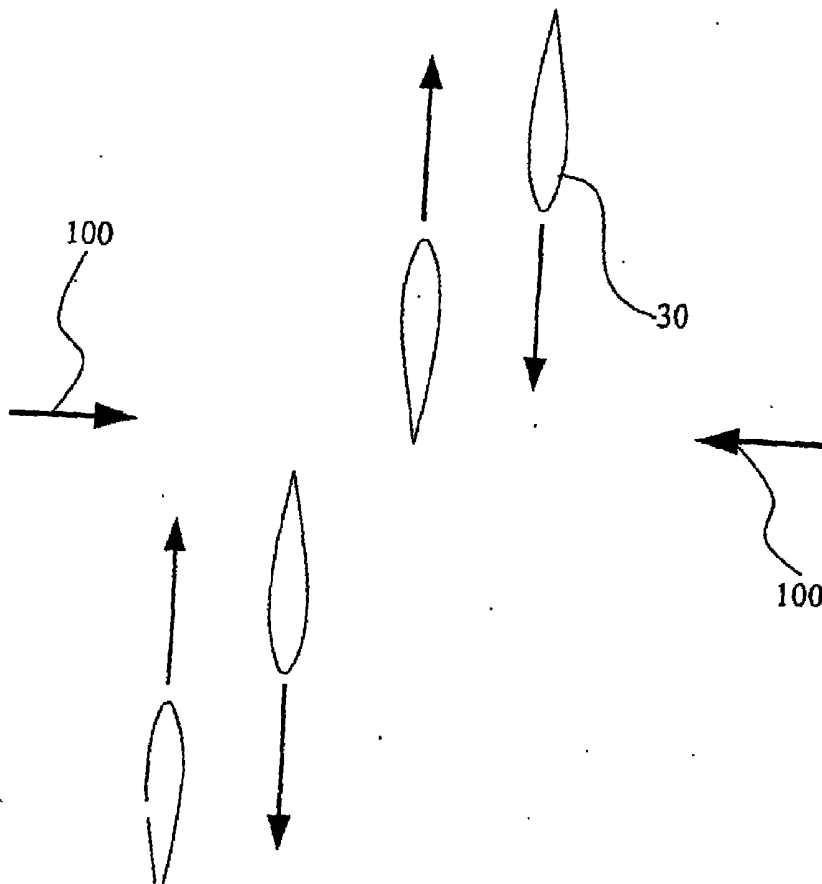


Fig. 14

10/25

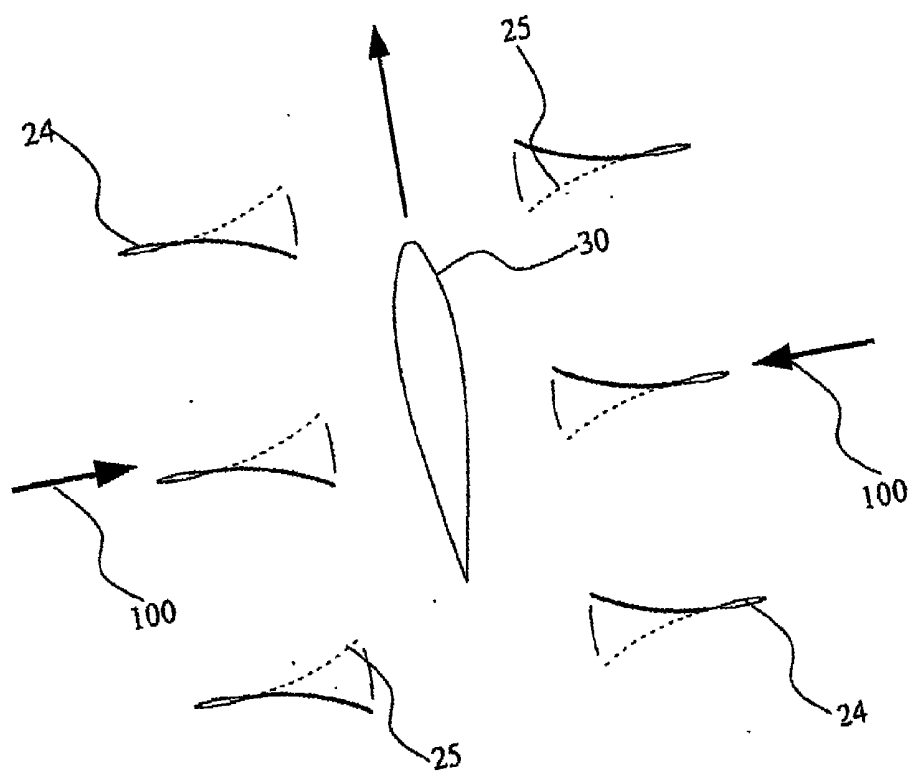


Fig. 15

11/25

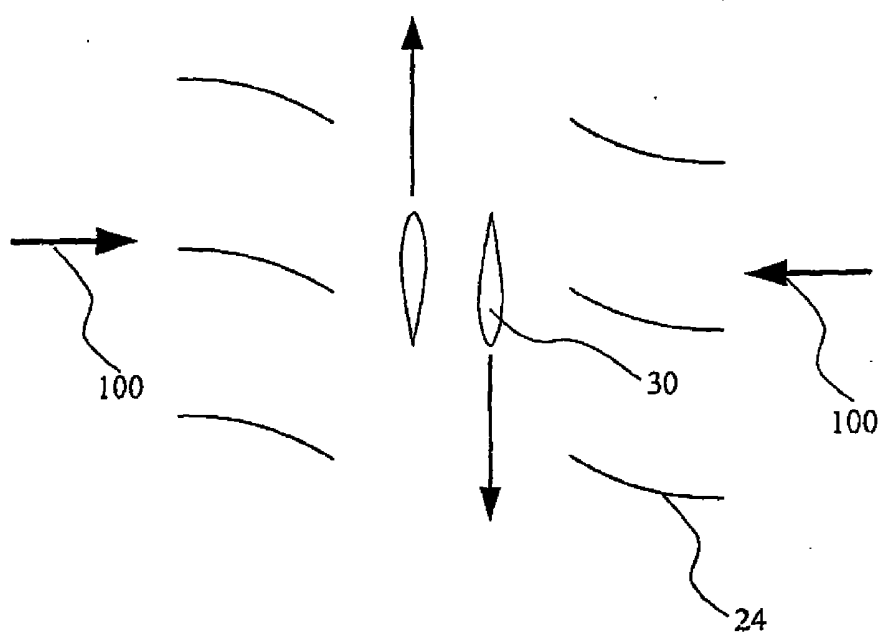


Fig. 16

12/25

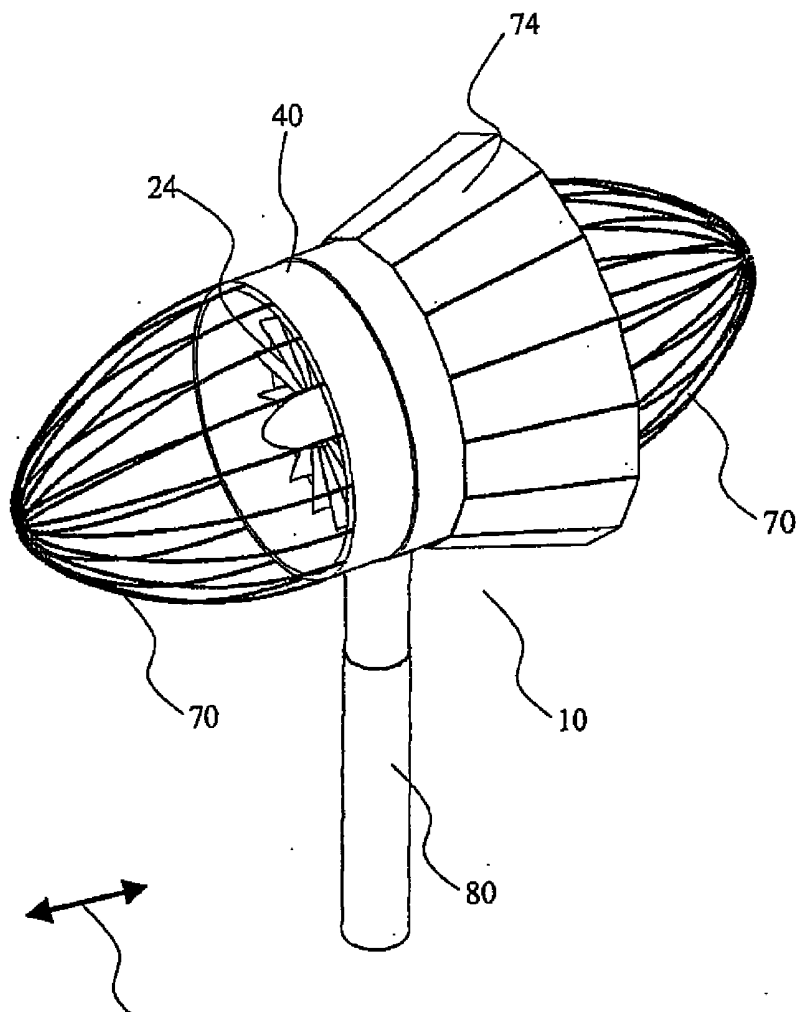


Fig. 17

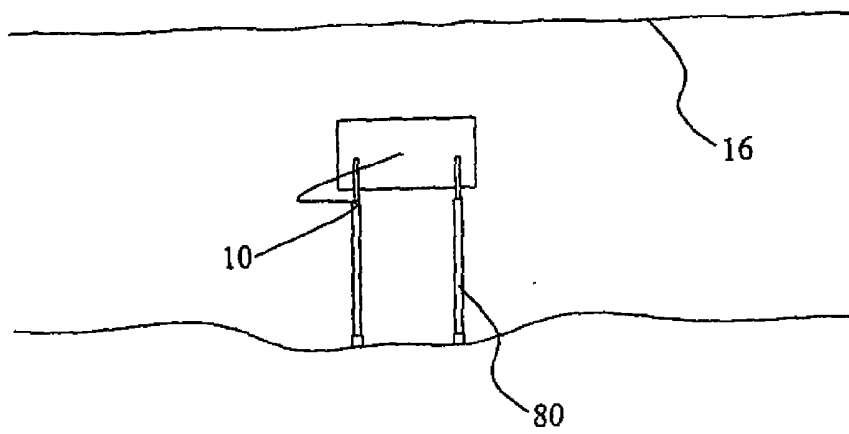


Fig. 18

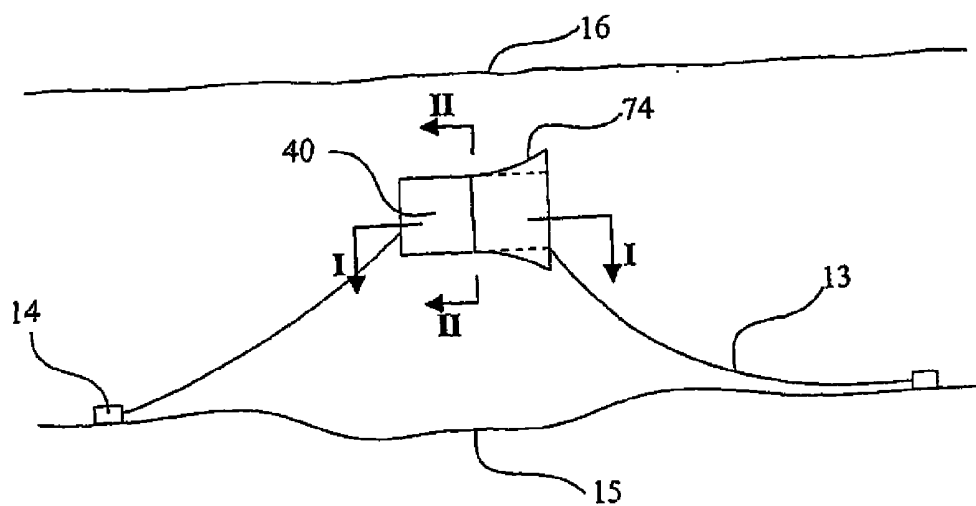


Fig. 19

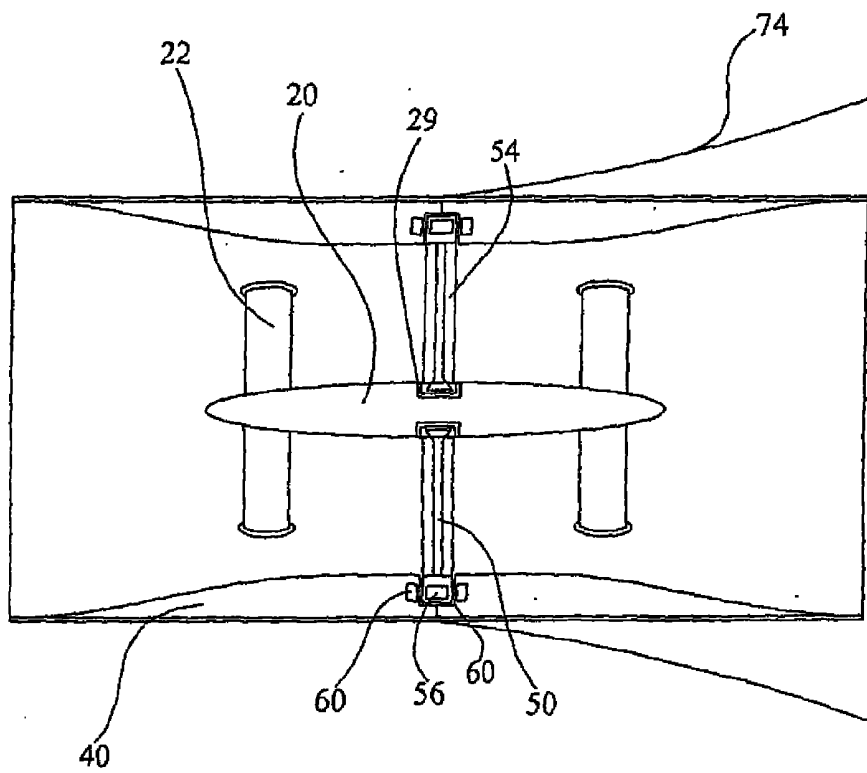


Fig. 20

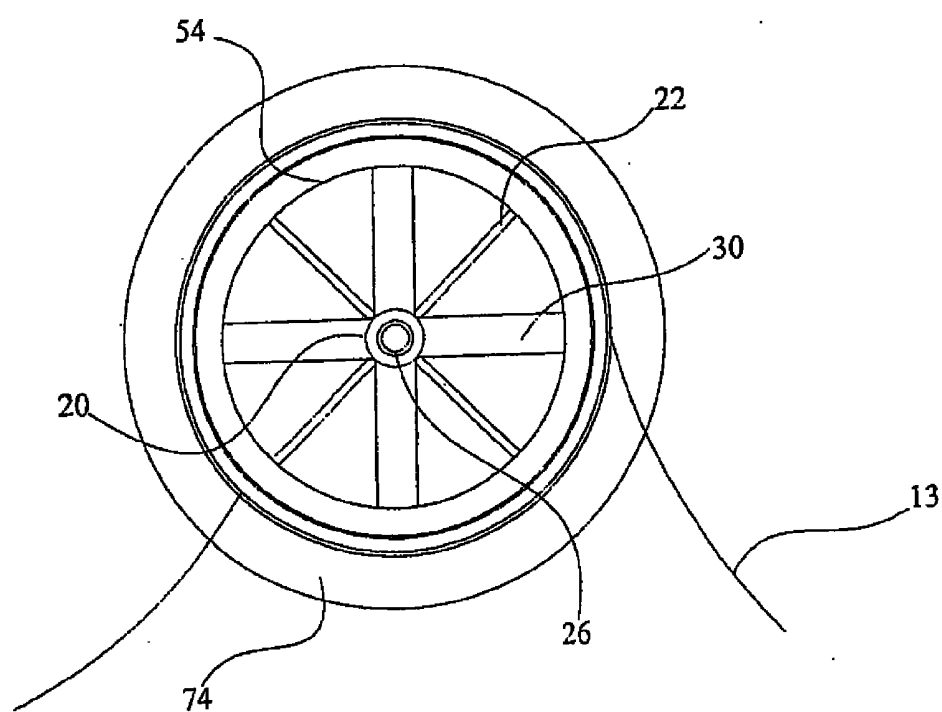


Fig. 21

17/25

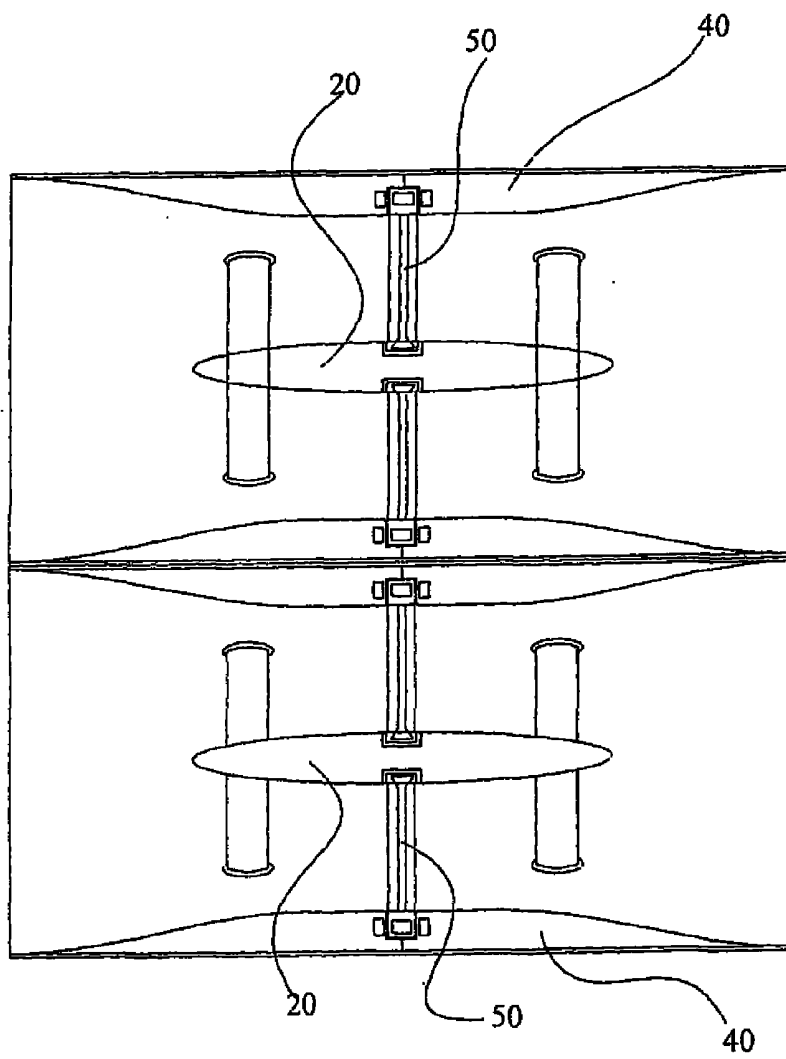


Fig. 22

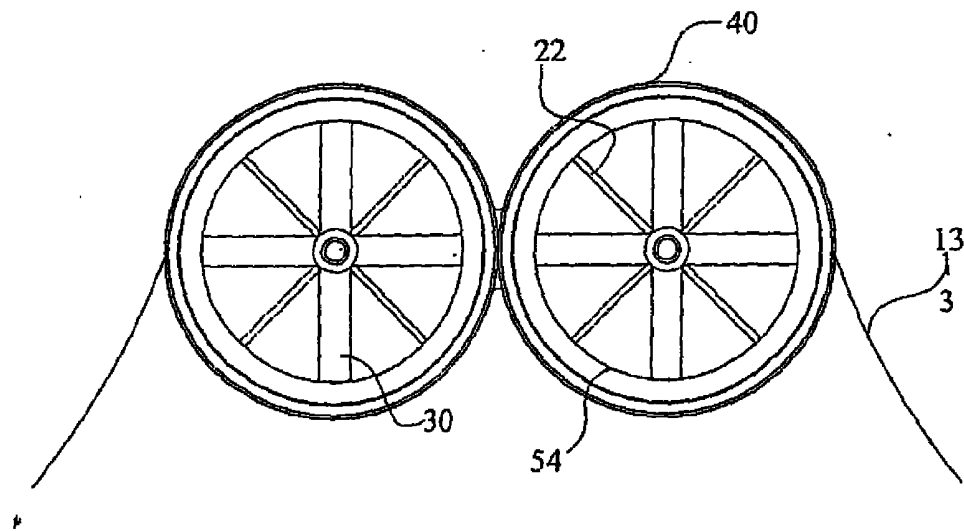


Fig. 23

19/25

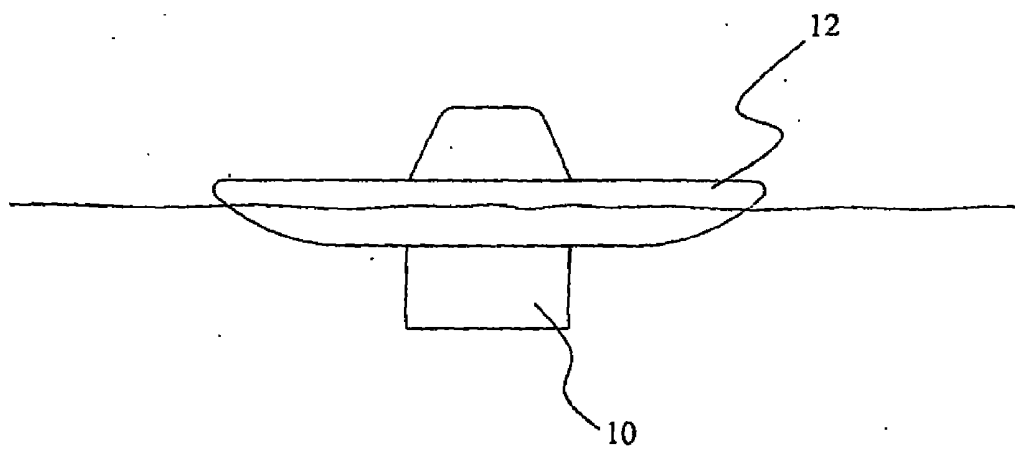


Fig. 24

20/25

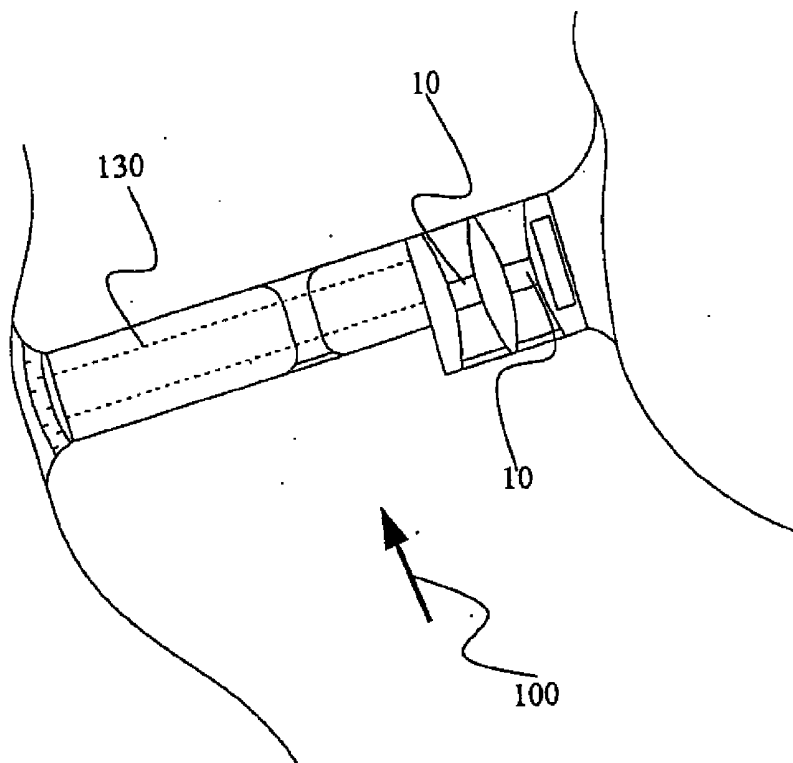


Fig. 25

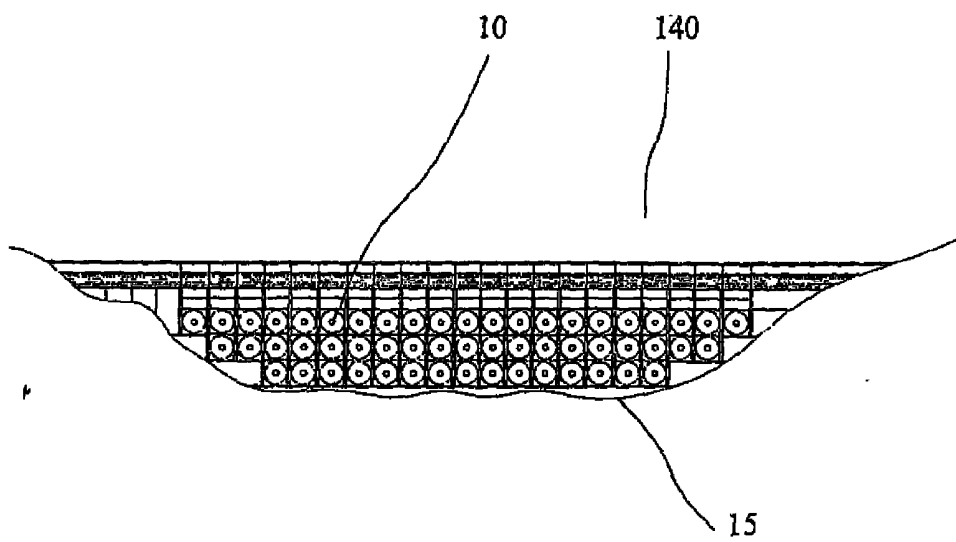


Fig. 26

22/25

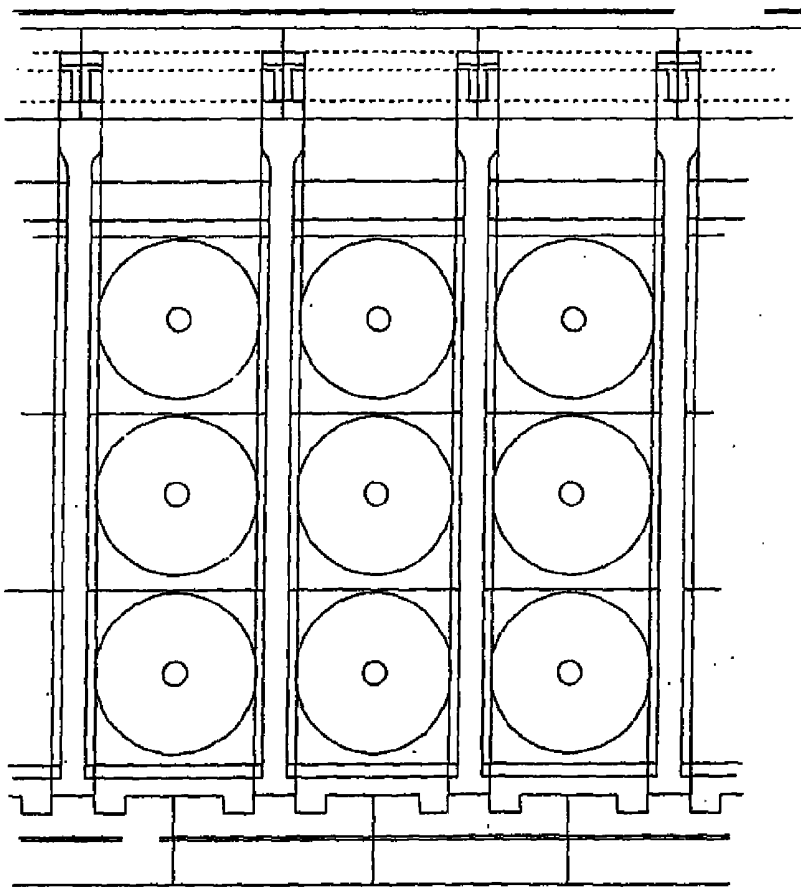


Fig. 27

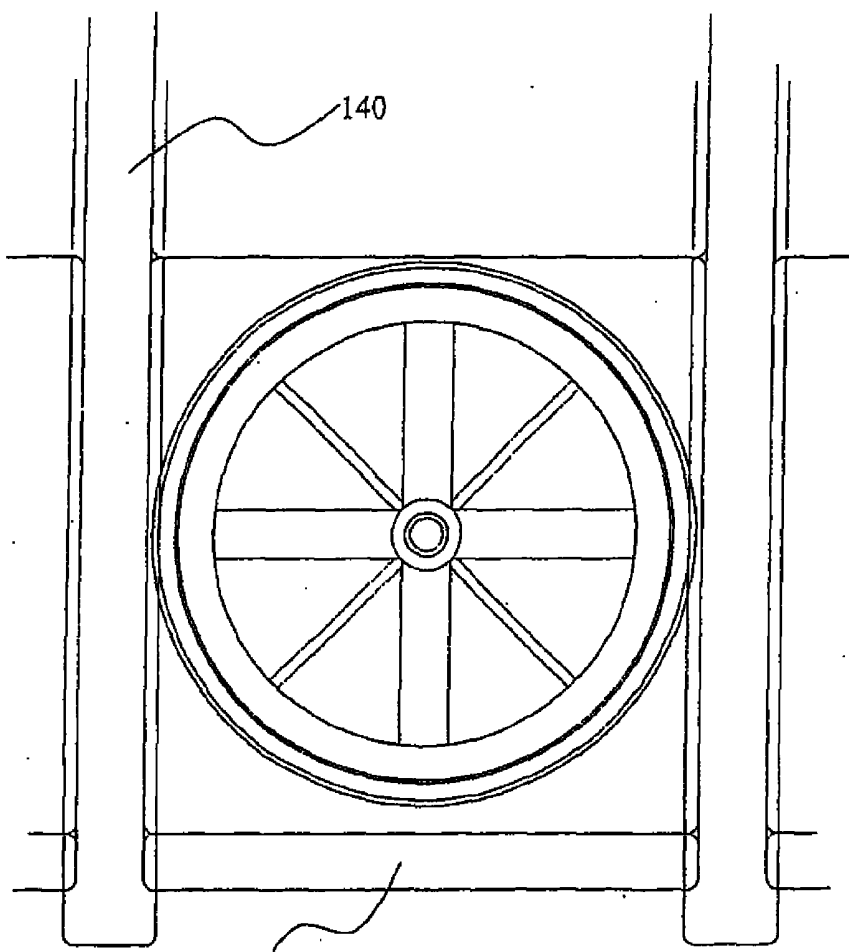


Fig. 28

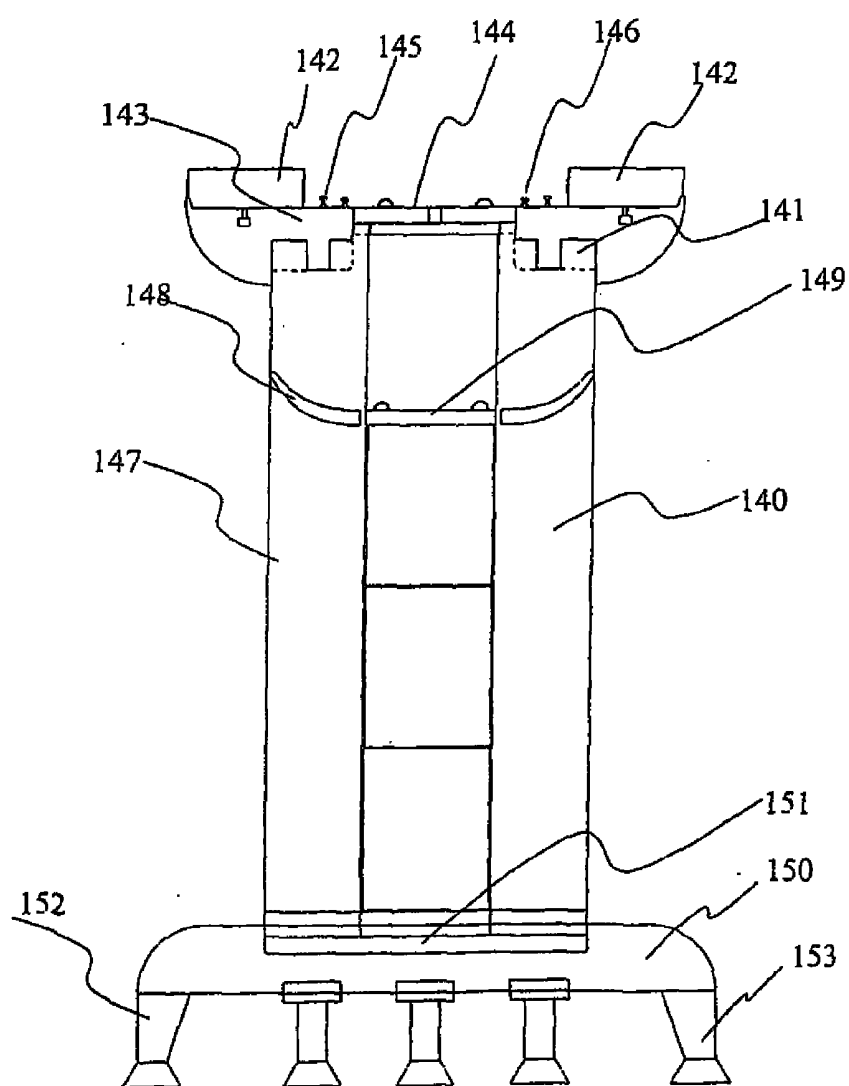


Fig. 29

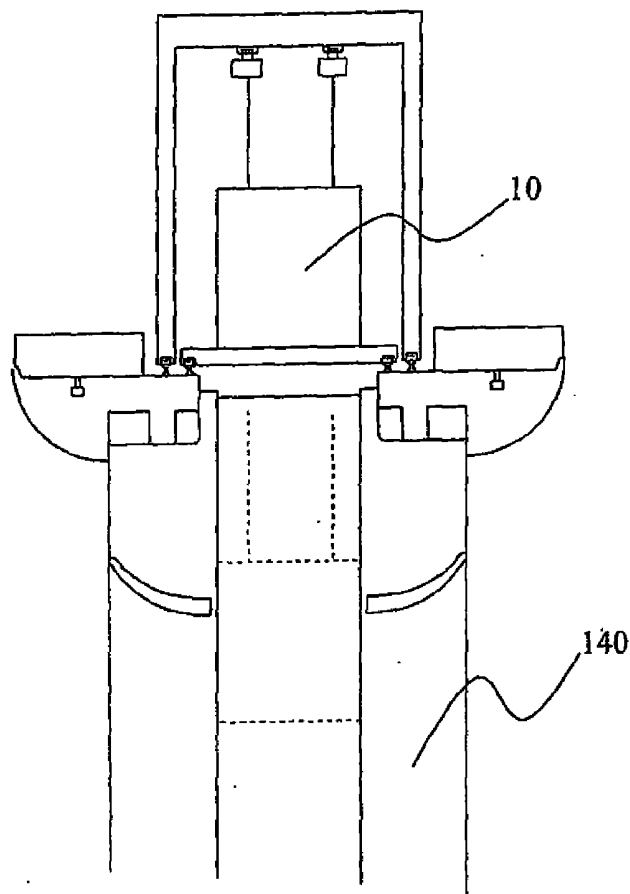


Fig. 30