



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **330427**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

B63B 35/00 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

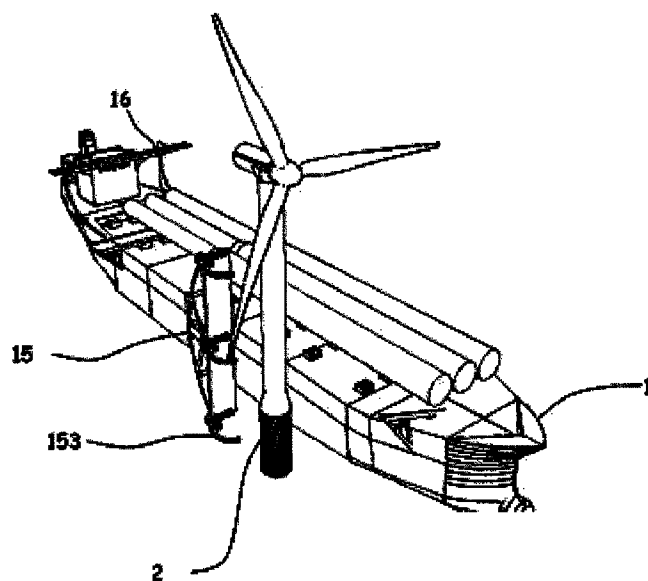
F03D 11/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20093574	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2009.12.22	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2009.12.22	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2011.04.11		
(45)	Meddelt	2011.04.11		
(73)	Innehaver	Teekay Shipping Norway AS, Postboks 8035, 4068 STAVANGER, Norge		
(72)	Oppfinner	Endre Racin Bøen, Nedre Suldals gate 3, 4012 STAVANGER, Norge Darren Andrews, 4 Thurston lane, GB-SA731LA SARDIS NR MILFORD HAVEN, PEMBROKESHIRE, Storbritannia		
(74)	Fullmektig	Håmsø Patentbyrå ANS, Postboks 171, 4302 SANDNES, Norge		

(54)	Benevnelse	Fartøy og framgangsmåte for sammenstilling og installering av vindturbin til havs		
(56)	Anførte publikasjoner	CA 2669002 A1		
(57)	Sammendrag			

Det beskrives et fartøy (1) for sammenstilling og installering av vindturbin (2) til havs, idet fartøyet (1) er forsynt med en tårnmanipulator (15) innrettet til å kunne fastholde et tårn (21) i en liggende stilling langs og utenfor ei fartøyside (111) samt å dreie tårnet (21) til en opprett stilling med et nedre tårnendeparti (211) ragende ned i en vannmasse (3) ved fartøyet (1). Det beskrives også en framgangsmåte for sammenstilling og installering av en vindturbin (1) til havs.



FARTØY OG FRAMGANGSMÅTE FOR SAMMENSTILLING OG INSTALLERING AV VINDTURBIN TIL HAVS

- Oppfinnelsen vedrører et fartøy for sammenstilling og installering av vindturbin til havs, nærmere bestemt ved at fartøyet er forsynt med en tårnmanipulator innrettet til å kunne fastholde et tårn i en liggende stilling langs og utenfor ei fartøyside samt å dreie tårnet til en opprett stilling med et nedre tårnendeparti ragende ned i en vannmasse ved fartøyet. Oppfinnelsen vedrører også en framgangsmåte for sammenstilling og installering av en vindturbin til havs ved anvendelse av nevnte fartøy. Oppfinnelsen er særlig rettet mot installering av en flytende vindturbin.
- 10 Ved installering av vindturbiner til havs, både slike som står på et fundament på havbunnen og slike som flyter, kreves det et nøye planlagt og styrt samvirke mellom mange fartøyer for eksempel til forflytting og løfting. For en flytende vindturbin kreves for eksempel at tårnet vanligvis bringes til installasjonsstedet på et fartøy eller flytende i vannet og slept av en taubåt. Minst ett fartøy som er utstyrt med én eller flere
- 15 heisekraner benyttes for løfting av maskinhuset, dvs. den såkalte nasellen, og installering av dette på toppen av tårnet etter at tårnet er ballastert til en opprett stilling i vannet. Deretter løftes rotorbladene og koples til rotoren som rager ut fra maskinhuset, alt mens tårnet og fartøyene involvert holdes i ro i forhold til hverandre. Slike operasjoner må som regel foregå i skjermet farvann under gode værforhold for å unngå bølge- og havstrøminduserte bevegelser som kan resultere i skade på utstyr og
- 20 personell involvert i operasjonen. I tillegg fører behovet for å utføre operasjonene i skjermet farvann til at sammenkoplingen som regel foretas langt fra planlagt driftsposisjon, og den ferdig sammensatte, flytende vindturbinen må deretter forflyttes ved hjelp av minst én taubåt, ja, ofte flere. For fastmonterte vindturbiner må de fleste sammenstillingsoperasjonene foretas på feltet hvor en er prisgitt de rådende vind- og
- 25 strømforholdene.

Fra CA 2669002 er det kjent et fartøy og et system for installasjon av en vindturbin til havs. Vindturbinen transporteres til installasjonsstedet i flere moduler i liggende stil-

ling på fartøyets dekk. To kraner og flere gripeinnretninger som er forskyvbare på en lang, vertikal føringsbane, anvendes til å sette sammen vindturbinen i en vertikal stilling på utsiden av fartøyet.

Oppfinnelsen har til formål å avhjelpe eller å redusere i det minste en av ulempene ved kjent teknikk, eller i det minste å skaffe tilveie et nyttig alternativ til kjent teknikk.

Formålet oppnås ved trekk som er angitt i nedenstående beskrivelse og i etterfølgende patentkrav.

Det er tilveiebrakt et transport- og installasjonsfartøy innrettet til å bringe nødvendige montasjemoduler for en vindturbin til et driftssted, foreta sammenstilling av montasjemodulene og å plassere den ferdig sammensatte vindturbinen i forutbestemt posisjon på driftsstedet, idet en fastmontert vindturbin plasseres på et forhåndsinstallert fundament, og en flytende vindturbin bringes til en flytende tilstand og forankres. Deretter koples vindturbinen til et energidistributionsnett, uten at fartøyet må ha assistanse fra hjelpefartøyer for posisjonering eller løfting.

Fartøyet ifølge oppfinnelsen oppviser dekksplass for midlertidig lagring av minst ett vindturbintårn. Fartøyet er forsynt med transportører innrettet til horisontal forskyvning av vindturbintårnet fra en lagringsposisjon og til en sammenstillingsposisjon, hvor en tårnmanipulator holder vindturbintårnet i et løsgjørbart grep idet tårnet strekker seg langs utsiden av fartøyets side. Tårnmanipulatoren er innrettet til å kunne dreie vindturbintårnet til en opprett stilling ved fartøyets side, hvor tårnet, etter at det er frigjort fra tårnmanipulatoren, flyter fritt i vannet eller ved ballastering senkes ned på fundamentet.

Fartøyet er videre forsynt med en maskinhusmanipulator egnet til å kunne løfte og å forflytte et maskinhus fra et lagringsområde på fartøyet, for eksempel i et lasterom i fartøyets skrog, og til tårnets øvre endeparti mens tårnet fortsatt ligger horisontalt langs utsiden av fartøyets side, hvor maskinhuset koples til tårnet med sin rotoraksel pekende oppover i vertikal retning mens maskinhuset og tårnet holdes i posisjon av nevnte manipulatorer. Deretter forflyttes etter tur vindturbinens turbinblad i en horisontal stilling fra et lagringsområde på fartøyet, for eksempel en reol anordnet på fartøyets dekk, og til en posisjon ved det monterte maskinhuset hvor de etter tur koples til et rotorbladfeste på et rotornav som på forhånd er tilkopledd maskinhusets rotoraksel. Turbinbladene forflyttes og holdes i posisjon av en rotorbladmanipulator. Etter at et rotorblad er koplet til rotornavet, dreies dette en sektor slik at det frigjøres plass i

rotorbladmanipulatorens bevegelsesområde for neste rotorblad, idet neste rotorbladfeste er posisjonert relativt turbinbladmanipulatorens bevegelsesbane. Deretter bringes turbinbladmanipulatoren klar av rotoren.

Maskinhusmanipulatoren og rotorbladmanipulatoren kan utgjøres av samme hovedenhet, eventuelt med utskiftbare løfteåk tilpasset ulike maskinhus- og rotorbladtyper. Maskinhus- og rotorbladmanipulatoren kan være en portalkran som kan forskyves i fartøyets lengderetning, forsynt med én eller flere traverser som strekker seg ut over fartøyets side for å kunne posisjonere et løfteorgan over tårnet når dette er plassert liggende i tårnmanipulatoren.

Tårnmanipulatoren er fortrinnsvis innrettet slik at den forskyves bort fra tårnet ved at fartøyet forflytter seg i sin lengderetning relativt vindturbinen etter at bevegelige gripeorgan er forskjøvet bort fra tårnets periferi.

Når alle rotorbladene er montert og eventuelt annet klargjøringsarbeid er utført, dreies den ferdig sammensatte vindturbinen til vertikal stilling ved hjelp av tårnmanipulatoren, hvorefter tårnet ballasteres og posisjoneres relativt et fundament som rager opp av en havbunn, eller som flytende vindturbin forankres til havbunnen på i og for seg kjent vis. Deretter koples vindturbinen til et energidistributionsnett. Under disse operasjonene kan tårnet holdes i et løst, stabiliserende grep av tårnmanipulatoren.

Fartøyet ifølge oppfinnelsen kan eventuelt benyttes til vedlikehold av en vindturbin til havs, idet fartøyets tårnmanipulator i det minste kan benyttes til å holde vindturbinen i ro relativt fartøyet, hvorefter personell kan få adgang til vindturbinen direkte fra fartøyet.

Fartøyet er fortrinnsvis forsynt med et stort dekkareal, idet fartøyets overbygning er anbrakt nær fartøyets hekk eller baug. Videre er fartøyet fortrinnsvis forsynt med midler for dynamisk posisjonering. For installering av havvindmøller med total tårnhøyde på over 150 meter, er fartøy med størrelse tilsvarende tankskip på 100.000 tonn dødvekt velegnet. En nyttig egenskap ved tankskip er at fylling av lastetankene med vann vil typisk øke dyptgående fra 7-8 meter til omtrent 13 meter, noe som gir en vesentlig økning i fartøyets stabilitet. Et velegnet fartøy kan skaffes tilveie ved ombygging av en såkalt lastebøyetanker som er velkjent fra transport av olje fra petroleumsfelt til havs.

I et første aspekt vedrører oppfinnelsen mer spesifikt et fartøy for sammenstilling og installering av vindturbin til havs, kjennetegnet ved at fartøyet er forsynt med en tårnmanipulator innrettet til å kunne fastholde et tårn i en liggende stilling langs og utenfor ei fartøyside samt å dreie tårnet til en opprett stilling med et nedre tårnende-

parti ragende ned i en vannmasse ved fartøyet.

Tårnmanipulatoren kan være forsynt med ei tårnstøtte som rager utover fra fartøysida og er dreibar i et vertikalplan parallelt med et vertikalplan sammenfallende med fartøyet's lengdeakse.

- 5 Tårnmanipulatoren kan være forsynt med ett eller flere gripeorgan som er innrettet til å fastholde tårnet i et løsgjørbart grep.

En maskinhus- og rotorbladmanipulator kan være innrettet til å kunne forskyves over i det minste et parti av et lagringsområde, samt å kunne forskyve en vindturbinmodul fra lagringsområdet og til et øvre tårnendeparti på tårnet når dette er anordnet i sin
10 liggende stilling langs og utenfor fartøysida.

Maskinhus- og rotorbladmanipulatoren kan være forsynt med ei portalformet ramme som strekker seg tvers over en vesentlig del av fartøyet's bredde og er forskyvbar i fartøyet's lengderetning, samt et løfteorgan som er forskyvbart langs en øvre travers i den portalformede ramma.

- 15 Traversen kan rage ut over fartøysida.

Maskinhus- og rotorbladmanipulatoren kan understøttes av manipulatorrullebaner som strekker seg i fartøyet's lengderetning utenfor lagringsområdet.

Løfteorganet kan være innrettet til løsgjørbar sammenkopling med et løfteåk.

Maskinhus- og rotorbladmanipulatoren kan omfatte midler innrettet til å kunne forskyve et hvilket som helst manipulatorelement bort fra tårnets bevegelsesbane mellom
20 liggende og stående stilling.

Vindturbinen kan være innrettet til å kunne flyte i vannmassen.

I et andre aspekt vedrører oppfinnelsen mer spesifikt en framgangsmåte ved sammenstilling og installering av en vindturbin til havs, kjennetegnet ved at framgangsmåten omfatter følgende trinn:
25

- a) et fartøy som beskrevet ovenfor, transporterer vindturbinelementer til et installasjonssted;
- b) et tårn forskyves fra et lagringsområde og til en tårnmanipulator, hvor tårnet posisjoneres horisontalt og parallelt med og utenfor ei fartøyside, idet tårnet spennes
30 fast på ei tårnstøtte;
- c) et maskinhus forskyves med en maskinhus- og rotorbladmanipulator fra et lag-

ringsområde og til et øvre tårnendeparti, hvor maskinhuset fastgjøres til tårnet med et rotornav vendende oppover og en rotorakse anordnet i en tilnærmet vertikal posisjon;

d) ett og ett rotorblad forskyves med maskinhus- og rotorbladmanipulatoren fra et lagringsområde og til det øvre tårnendepartiet, hvor rotorbladet fastgjøres til rotornavet, hvorefter rotoren dreies en sektor korresponderende til vinkelavstanden mellom rotorbladene på en komplett rotor inntil siste rotorblad er fastgjort;

e) den sammenstilte vindturbinen stilles i en opprett stilling i en tilstøtende vannmasse ved dreining av tårnmanipulatoren om en horisontal dreieakse anordnet på tvers av fartøyets lengderetning; og

f) tårnet frigjøres fra tårnstøtta.

Før trinn e) ovenfor kan maskinhus- og rotorbladmanipulatorens elementer forskyves bort fra en anslått bevegelsesbane for tårnet mellom liggende og stående stilling.

Trinn f) ovenfor kan omfatte å bringe vindturbinen i en flytende tilstand i vannmassen, alternativt å senke vindturbinen til en understøttet stilling på et fundament i vannmassen.

I det etterfølgende beskrives et eksempel på en foretrukket utførelsesform som er anskueliggjort på medfølgende tegninger, hvor:

Fig. 1 viser et fartøy under opplasting av vindturbiner ved et kaianlegg;

Fig. 2 viser et tårn anordnet på en tårnmanipulator langs ei fartøyside;

Fig. 3 viser et parti av et lagringsområde samt en maskinhus- og rotorbladmanipulator tilkopleet et rotorblad;

Fig. 4 viser et øvre tårnendeparti påmontert et maskinhus og hvor en rotor er under sammenstilling;

Fig. 5 viser en sammenstilt vindturbin i ferd med å dreies til opprett stilling;

Fig. 6 viser vindturbinen frigjort fra fartøyet og forskjøvet bort fra tårnmanipulatoren (for oversiktens skyld er også noen elementer som er neddykket i vannmassen, vist); og

Fig. 7 viser ei prinsippskisse av et fartøy forsynt med midler for dynamisk posisjonering.

På figurene angir henvisningstallet 1 et transport- og installasjonsfartøy omfattende et

skrog 11 som er forsynt med en baug 112, en hekk 113, fartøysider 111 samt et fartøyovertbygg 114, her anordnet ved fartøyet 1 hekk 113. Fartøyet 1 er forsynt med et dynamisk posisjoneringssystem 13 av i og for seg kjent art (se fig. 7), omfattende en kontrollenhet 131 og posisjoneringshjelpemidler 132 i form av propeller og tilknyttede drivmotorer (ikke vist). Avdriftsgenererende, eksterne krefter som påvirker fartøyet 1, er indikert med flere piler 133.

Fartøyet 1 er forsynt med en tårnmanipulator 15 som omfatter ei tårnstøtte 151 som rager ut over fartøyet 1 ene side 111 og er anordnet parallelt med denne. Tårnstøtta 151 er dreibart opplagret om en dreieakse 152 som er anordnet perpendikulært på et vertikallplan sammenfallende med en lengdeakse gjennom fartøyet 1.

Tårnmanipulatoren 15 er videre forsynt med en dreieaktuator 154 (se figur 5) innrettet til å kunne dreie tårnstøtta 151 mellom en horisontal stilling parallelt med fartøyet 1 dekk som tildanner et tårnlagringsområde 121, og en vertikal stilling ved fartøysida 111. I en vist utførelse er dreieaktuatoren 154 tildannet av en vinsj 154a forsynt med en vaier 154c som strekker seg over et fritt endeparti av en utligger 154b som rager ut fra fartøyet 1 side 111 nær fartøyet 1 baug 112. Funksjonen beskrives nærmere i det etterfølgende.

Tårnstøtta 151 er videre forsynt med flere gripeorgan 153 som er innrettet til løsgjørbar å kunne fastholde et vindturbintårn 21.

Tårnmanipulatoren 15 er innrettet til å kunne motta, bære, fastholde og dreie en vindturbine 2 av den arten som kan flyte opprett i en vannmasse 3. En løsgjørbar sperreanordning 155 (se figur 2) anordnet i skroget 11 er innrettet til å kunne gå i inngrep med et parti av tårnstøtta 151.

Vindturbinen 2 omfatter et tårn 21 med et nedre tårnendeparti 211 innrettet til å kunne være neddykket i vannmassen 3, og med et øvre tårnendeparti 212 innrettet til å kunne rage opp over vannmassen 3 og bære et maskinhus 22 forsynt med en rotor 23 tildannet av et rotornav 231 og flere rotorblader 232, idet rotoren 23 er dreibar om en rotorakse 233.

Fartøyet 1 er forsynt med et lagringsområde 12 innrettet til mottak av minst ett tårn 21 på et langstrakt tårnlagringsområde 121 som strekker seg i en vesentlig del av fartøyet 1 lengderetning. Nær fartøyet 1 overbygg 114 er det anordnet et maskinhuslagringsområde 122 tildannet i skrogets 11 lasterom. Mellom maskinhuslagringsområdet 122 og overbygget 114 er det tildannet et rotorbladlagringsområde 123 hvor ei rekke rotorblad 232 kan lagres med sin lengderetning på tvers av fartøyet 1 leng-

deretning, understøttet av dertil egnede hjelpemidler 124.

En maskinhus- og rotorbladmanipulator 16 er innrettet til å kunne strekke seg over i det minste maskinhus- og rotorbladlagringsområdene 122, 123, idet to manipulatorrammer 161 rager opp fra skrogets 11 sider 111. En travers 163 strekker seg mellom rammenes 161 øvre parti og rager ut over fartøysidene 111 idet den tildanner en føringsbane for flere løfteorgan 164, her skjematisk vist som vinsjer. Maskinhus- og rotorbladmanipulatoren 16 er dessuten innrettet til å kunne forskyves i fartøyets 1 lengderetning på dertil egnede manipulatorrullebaner 115. Til løfteorganene 164 kan det løsgjørbart fastgjøres løfteåk 166 som er tilpasset de enhetene 22, 232 som skal løftes (på figur 3 og 4 vist skjematisk).

Til fartøyet 1 kan det tilknyttes lasteramper 41 anordnet på et kaianlegg 4 (se figur 1). Ved å understøtte tårnet 21 av flere transportmidler (ikke vist) innrettet til å kunne forskyves langs lasterampene 41 og på tvers av tårnlagringsområdets 121 lengderetning, kan tårnet 21 forflyttes i liggende stilling fra kaianlegget og til fartøyet 1.

Nevnte transportmidler (ikke vist) benyttes også ved forflytting av tårnet 21 fra tårnlagringsområdet 121 og til tårnstøtta 151. Det er formålstjenlig tildannet en tårnrullebane 141 som rager ut fra fartøysida 111 mellom tårnmanipulatoren 15 og maskinhuslagringsområdet 122. Tilsvarende tildanner tårnstøtta 151 to tårnrullebaner 141. En ikke vist fjerde tårnrullebane forskyvbar mellom en inntrukket stilling og en stilling ragende ut fra fartøysida 111 mellom baugen 112 og tårnmanipulatoren 15 kan være tildannet i forlengelsen av lasterampen 41 nærmest baugen 112.

Når tårnet 21 er anbrakt på tårnstøtta 151, dreies gripeorganene 153 til anlegg mot tårnet 21.

Tårnet 21 er posisjonert slik at en komplett vindturbin 2 ved tyngdekrafts hjelp vil kunne dreie tårnmanipulatoren 15 til opprett stilling med det nedre tårnendepartiet 211 neddykket i vannmassen 3. På grunn av sperreanordningens 155 inngrep i tårnstøtta 151 kan ikke dette skje utilsiktet. I tillegg aktiveres dreieaktuatoren 154 ved at løftevaieren 154c som strekker seg fra vinsjen 154a og over utliggeren 154b, fastgjøres i det nedre tårnendepartiet 211 og strammes opp.

Maskinhuset 22 føres ved hjelp av maskinhus- og rotorbladmanipulatoren 16 fra sitt lagringsområde 122 og til tårnets 21 øvre endeparti 212 hvor det med rotnavet 231 vendende oppover fastgjøres til tårnet 21.

Deretter føres ett rotorblad 232 om gangen ved hjelp av maskinhus- og rotorblad-

manipulatoren 16 fra sitt lagringsområde 123 og til tårnets øvre endeparti 212 hvor de fastgjøres til rotornavet 231. Etter at et rotorblad 232 er montert, dreies den ukomplette rotoren 23 en sektor slik at neste rotorblad 232 kan sammenkoples med rotornavet 231.

- 5 Den ferdig sammenstilte vindturbinen 2 bringes så til opprett stilling i foreskrevet posisjon, idet tårnmanipulatorens 15 sperreanordning 155 frigjøres og vinsjen 154a på kontrollert vis mater ut løftevaieren 154c. Posisjoneringen av fartøyet 1 utføres ved hjelp av fartøyet 1 dynamiske posisjoneringssystem 13.

- 10 Når en flytende vindturbin 2 er brakt i opprett stilling og tilstrekkelig ballastert, frigjøres den fra gripeorganene 153 og trimmes ytterligere, og ved en relativ bevegelse mellom fartøyet 1 og vindturbinen 2 i fartøyet 1 lengderetning, føres vindturbinen 2 klar av tårnmanipulatoren 15.

- 15 Dersom vindturbinen 2 skal anbringes på et fundament (ikke vist) som rager opp fra havbunnen, ballasteres vindturbinen 2 mens den eventuelt holdes i et støttende grep av tårnmanipulatoren 15, idet gripeorganene 153 kan være forsynt med midler som kan tillate at gripeorganene 153 beveger seg glidende langs tårnets 21 sideflate mens tårnet gradvis senkes ned mot fundamentet.

P a t e n t k r a v

1. Fartøy (1) for sammenstilling og installering av vindturbin (2) til havs,
k a r a k t e r i s e r t v e d at fartøyet (1) er forsynt med en
tårnmanipulator (15) innrettet til å kunne fastholde et tårn (21) i en liggen-
5 de stilling langs og utenfor ei fartøyside (111) samt å dreie tårnet (21) til en
opprett stilling med et nedre tårnendeparti (211) ragende ned i en vann-
masse (3) ved fartøyet (1).

2. Fartøy i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at tårn-
manipulatoren (15) er forsynt med ei tårnstøtte (151) som rager utover fra
10 fartøysida (111) og er dreibar i et vertikalplan parallelt med et vertikalplan
sammenfallende med fartøyets (1) lengdeakse.

3. Fartøy i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at tårn-
manipulatoren (15) er forsynt med ett eller flere gripeorgan (153) som er
innrettet til å fastholde tårnet (21) i et løsgjørbart grep.

- 15 4. Fartøy i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at en
maskinhus- og rotorbladmanipulator (16) er innrettet til å kunne forskyves
over i det minste et parti (122, 123) av et lagringsområde (12), samt å kun-
ne forskyve en vindturbinmodul (22, 231, 232) fra lagringsområdet (122,
123) og til et øvre tårnendeparti (212) på tårnet (21) når dette er anordnet i
20 sin liggende stilling langs og utenfor fartøysida (111).

5. Fartøy i henhold til krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at ma-
skinhus- og rotorbladmanipulatoren (16) er forsynt med ei portalformet
ramme (161) som strekker seg tvers over en vesentlig del av fartøyets (1)
bredde og er forskyvbar i fartøyets (1) lengderetning, samt et løfteorgan
25 (164) som er forskyvbart langs en øvre travers (163) i den portalformede
ramma (161).

6. Fartøy i henhold til krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at tra-
versen (163) rager ut over fartøysida (111).

7. Fartøy i henhold til krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at ma-
30 skinhus- og rotorbladmanipulatoren (16) understøttes av manipulatorrulle-
baner (115) som strekker seg i fartøyets (1) lengderetning utenfor lagrings-
området (12).

8. Fartøy i henhold til krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at løfteorganet (164) er innrettet til løsgjørbar sammenkopling med et løfteåk (166).
- 5 9. Fartøy i henhold til et hvilket som helst av kravene 4-8, k a r a k t e r i s e r t v e d at maskinhus- og rotorbladmanipulatoren (16) omfatter midler (115, 163, 164) innrettet til å kunne forskyve et hvilket som helst manipularelement (161, 163, 164, 166) bort fra tårnets (1) bevegelsesbane mellom liggende og stående stilling.
- 10 10. Fartøy i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at vindturbinen (2) er innrettet til å kunne flyte i vannmassen (3).
11. Framgangsmåte ved sammenstilling og installering av en vindturbin (1) til havs, k a r a k t e r i s e r t v e d at framgangsmåten omfatter følgende trinn:
 - 15 a) et fartøy (1) ifølge et hvilket som helst av de foregående kravene transporterer vindturbiner (21, 22, 231, 232) til et installasjonssted;
 - b) et tårn (21) forskyves fra et lagringsområde (121) og til en tårnmanipulator (15), hvor tårnet (21) posisjoneres horisontalt og parallelt med og utenfor ei fartøyside (111), idet tårnet (21) spennes fast på ei tårnstøtte (151);
 - 20 c) et maskinhus (22) forskyves med en maskinhus- og rotorbladmanipulator (16) fra et lagringsområde (122) og til et øvre tårnendeparti (212), hvor maskinhuset (22) fastgjøres til tårnet (21) med et rotornav (231) vendende oppover og en rotorakse (233) anordnet i en tilnærmet vertikal posisjon;
 - 25 d) ett og ett rotorblad (232) forskyves med maskinhus- og rotorbladmanipulatoren (16) fra et lagringsområde (123) og til det øvre tårnendepartiet (212), hvor rotorbladet (232) fastgjøres til rotornavet (231), hvorefter rotoren (231) dreies en sektor korresponderende til vinkelavstanden mellom rotorbladene (232) på en komplett rotor (23) inntil siste rotorblad (232) er
 - 30 fastgjort;
 - e) den sammenstilte vindturbinen (2) stilles i en opprett stilling i en tilstøtende vannmasse (3) ved dreining av tårnmanipulatoren (15) om en horisontal dreieakse (152) anordnet på tvers av fartøyets (1) lengderetning; og
 - f) tårnet frigjøres fra tårnstøtta (151).

12. Framgangsmåte i henhold til krav 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at før trinn e) forskyves maskinhus- og rotorbladmanipulatorens (16) elementer (161, 163, 164, 166) bort fra en anslått bevegelsesbane for tårnet (1) mellom liggende og stående stilling.
- 5 13. Framgangsmåte i henhold til krav 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at trinn f) omfatter å bringe vindturbinen (2) i en flytende tilstand i vannmassen (3).
- 10 14. Framgangsmåte i henhold til krav 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at trinn f) omfatter å senke vindturbinen (2) til en understøttet stilling på et fundament i vannmassen (3).

1/4

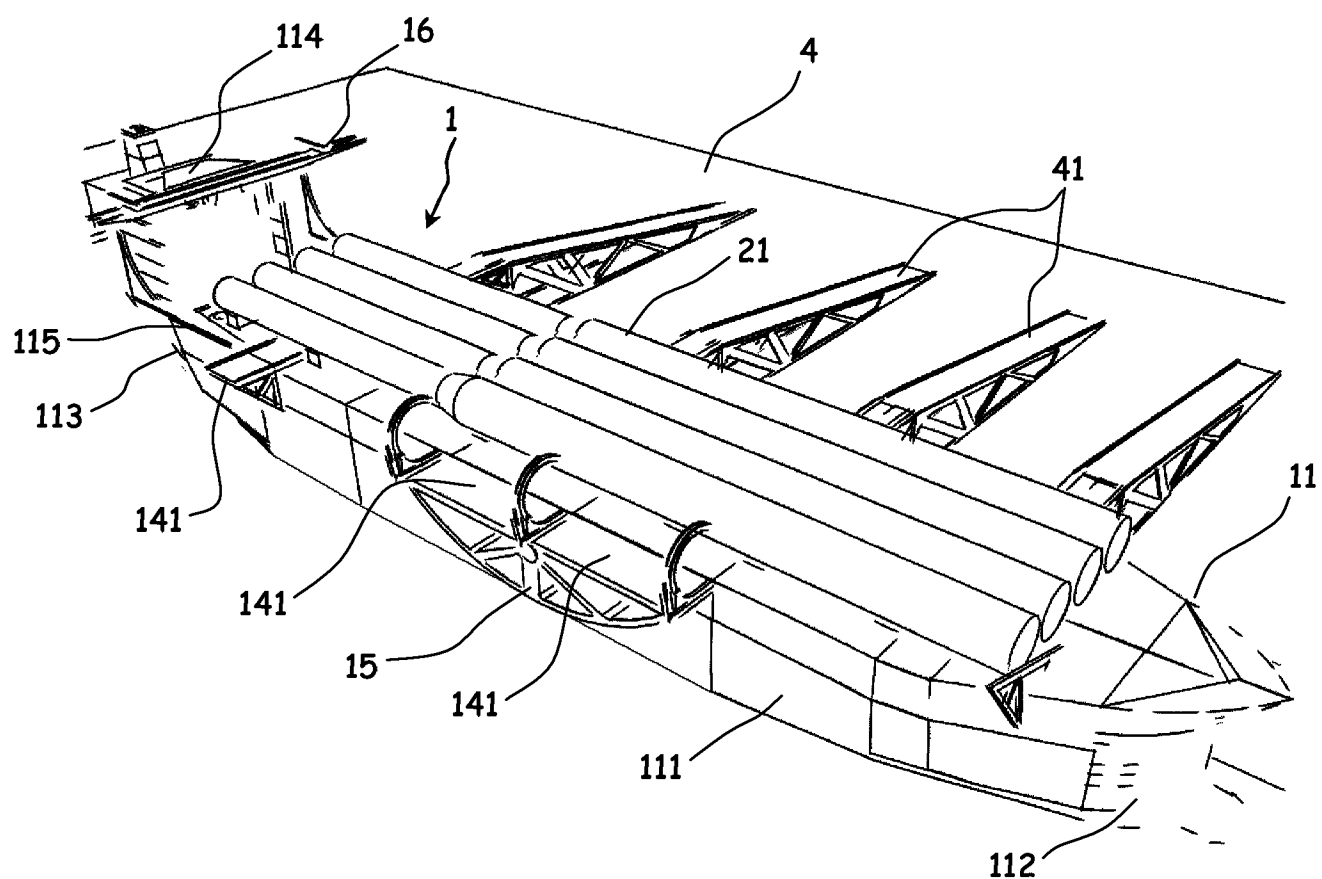


Fig. 1

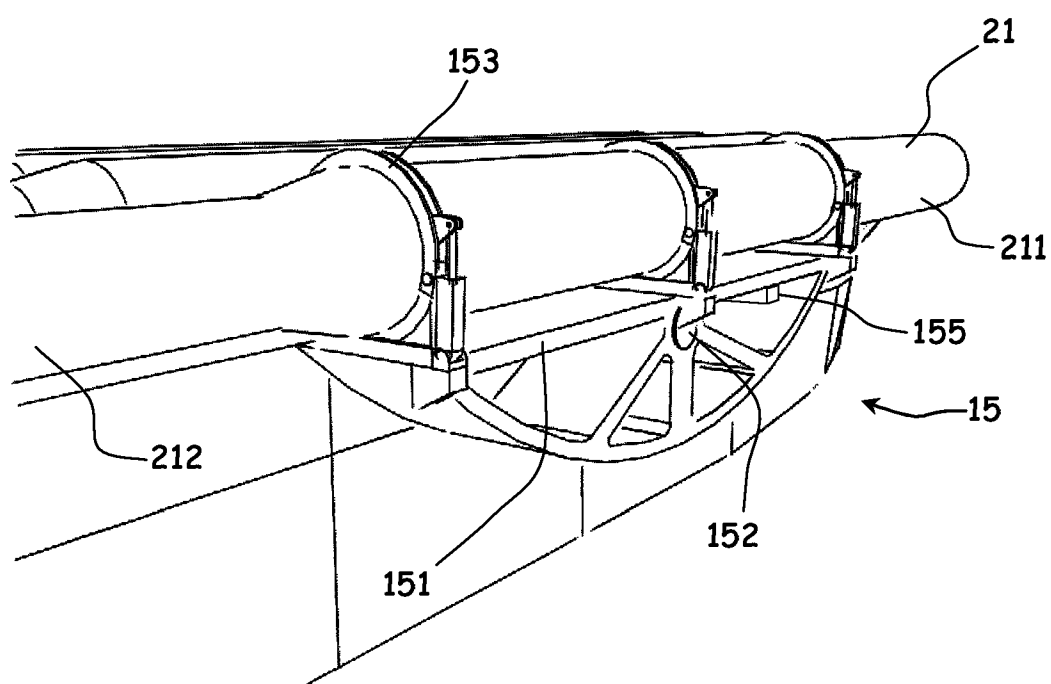


Fig. 2

2/4

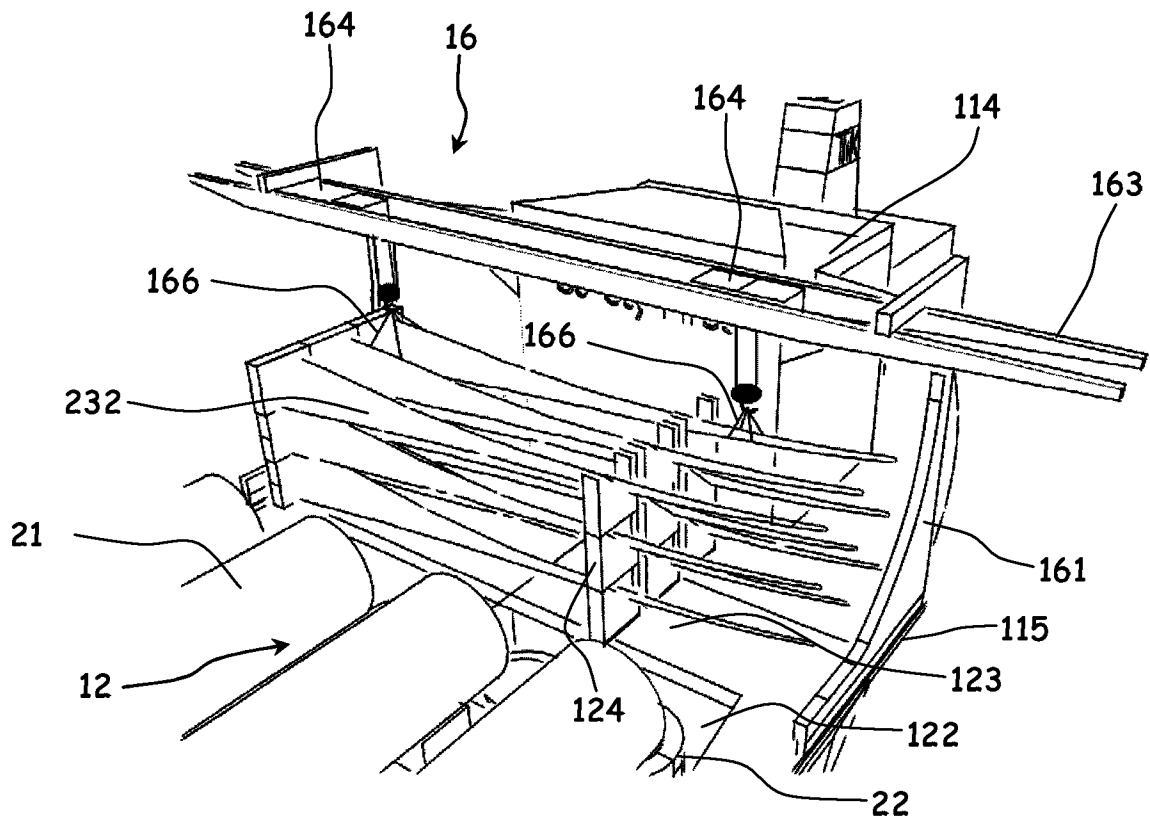


Fig. 3

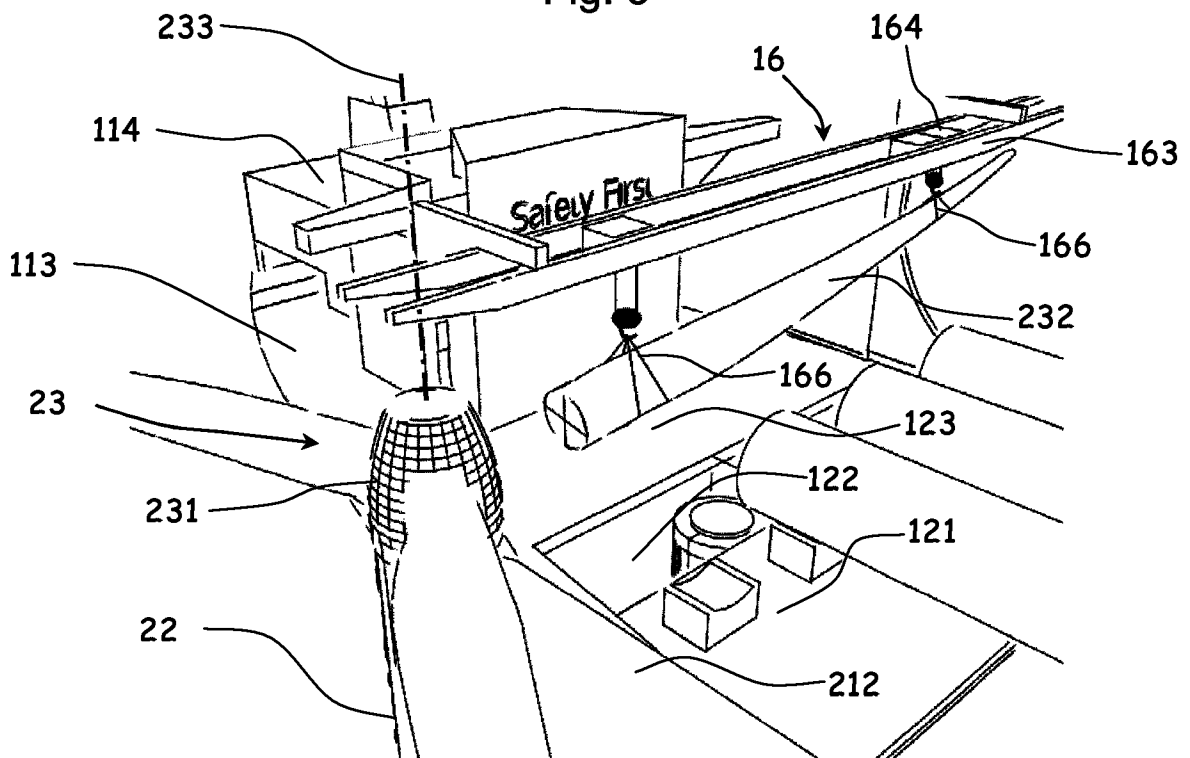


Fig. 4

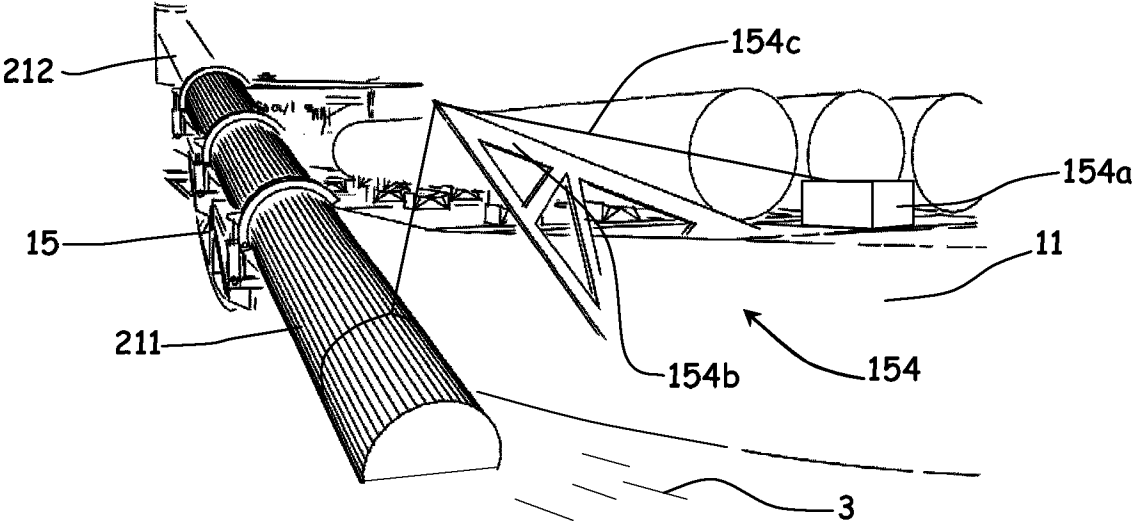


Fig. 5

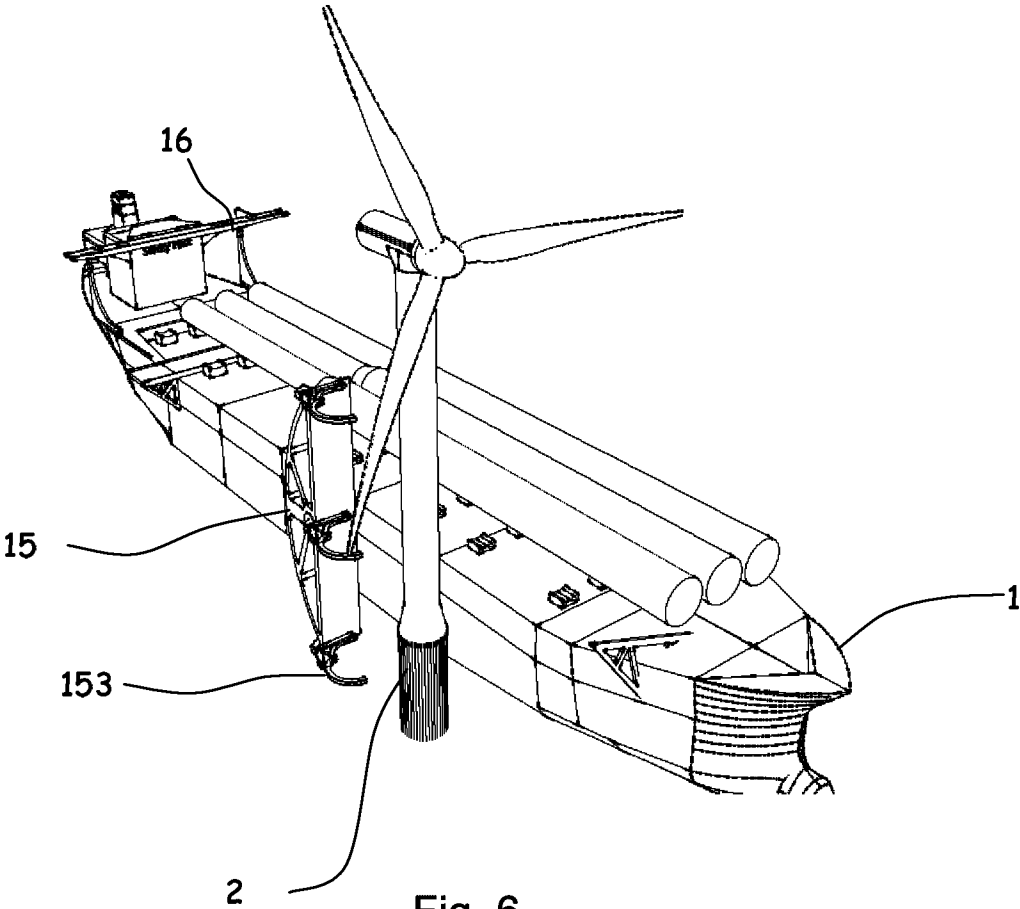


Fig. 6

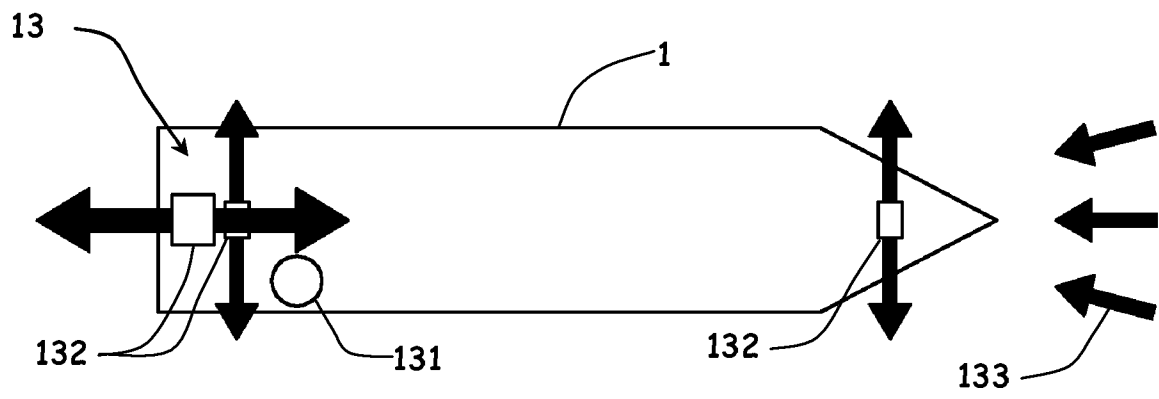


Fig. 7