(12) **PATENT**

(19) NO (11) **339918** (13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.
B63H 25/38 (2006.01)
B63H 25/40 (2006.01)
B63H 25/06 (2006.01)
B63H 25/00 (2006.01)
B63B 1/06 (2006.01)
B63H 25/44 (2006.01)
B63B 1/06 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20090019	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2007.06.30 PCT/EP2007/56613
(22)	Inng.dag	2009.01.05	(85)	Videreføringsdag	2009.01.05
(24)	Løpedag	2007.06.30	(30)	Prioritet	2006.06.30, EP, 06116486
(41)	Alm.tilgj	2009.03.24			
(45)	Meddelt	2017.02.13			

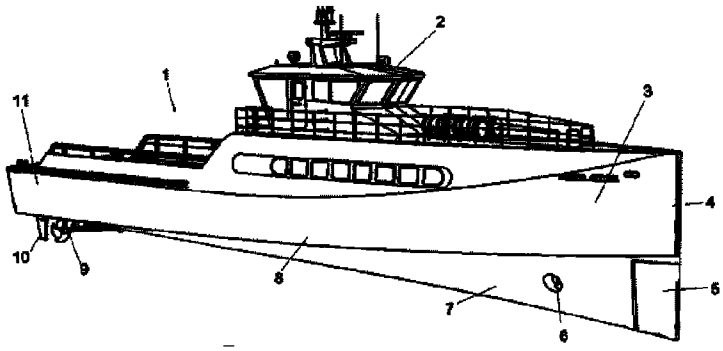
(73)	Innehaver	Technische UNIV Delft, Stevinweg 1, NL-2628CN DELFT, Nederland
(72)	Oppfinner	Jan Alexander Keuning, Groenstraat 7, NL-4797BA WILLEMSTAD, Nederland
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge

(54) Benevnelse **Skip med overflate for baugstyring**

(56) Anførte publikasjoner
US 65093 A
DE 3122863 A1

(57) Sammendrag

Oppfinnelsen vedrører et skip (1) for anvendelse ved høy hastighet og/eller tung sjø som har et enkelt langt og slankt skrog, en skarp baug (4), og akterenden (11) av skroget har en flat eller litt V-formet bunn (7) med minst ett akterror (10), én eller flere propeller (9) og/eller vannjetter som fremdriftsmidler, hvor forskipet (3) har et dyptgående som er lik eller mer enn dyptgående av akterenden (11). I samsvar med oppfinnelsen har baugen (4) en styringsoverflate (5, 16, 20) som omdanner vannstrømmen (F) langs skipet (1) som beveger seg forover til en justerbare siderettet kraft (B).



Oppfinnelsen vedrører et skip i samsvar med innledningen til krav 1. For de fleste skip av slik design, kan tilstanden med seiling i relativt store bølger i vinkel akterinn eller relativt store bølger akterinn bli farlig på grunn av forekomsten av "brotsjing". Brotsjing er den eiendommelige skipsoppførsel som består av en koplet gire-, svaie- og rullebevegelse. Skip kan oppleve denne brotsjings-bevegelsen i den beskrevne bølgetilstand, og så snart den opptrer kan den føre til alvorlig store rullevinkler og til sist ende i en "kantring".

Brotsjing-fenomenet kan grovt sett forklares som følger: I bølger med vinkel akterinn og bølger akterinn blir skipets hekk løftet asymmetrisk av den innkommende bølge, og den får skipet til å begynne å krenge (og også stampe). Brotsjing har særlig lett for å forekomme i bølger med en bølgelengde som er nær skipets lengde. Skipet setter derfor samtidig sin baug i fronten av den (neste) bølge. Forårsaket av asymmetrien i skroget på grunn av den innførte krengningsvinkel og den retningsavhengige destabiliseringseffekt av de nå dypt nedsenkede baugseksjoner, begynner skipet å gire. Kombinert med den forover rettede hastighet kan dette føre til en økning i krengingsvinkelen, hvilket i sin tur forverrer skrogets asymmetri og dermed ytterligere forårsaker instabilitet. Dette kan føre til at skipet kommer med bredsiden mot bølgene i en i prinsippet mulig farlig situasjon, ettersom den kan føre til en enda ytterligere økning i krenging.

Med hurtige skip kan dette brotsjing-fenomenet påtreffes hyppigere enn med vanlige skip, og kan ha mer alvorlige virkninger, fordi hurtige skip generelt er mindre og derfor seiler i relativt sett større bølger. Videre forverrer den høye hastigheten forover den krengingspåvirkning som fremkalles av sentrifugalkreftene så snart skipet er i en sving og møtefrekvesen mellom skipet og bølgene som kommer akterinn. Særlig kan de lengre og høyere bølger ha en lavere frekvens, hvilket gjør deres innvirkning større.

Skip blir vanligvis retningsstyrt enten av en rormann eller en autopilot. Generelt er den påførte styring rettett mot å holde skipet på en forhåndsinnstilt kurs. Fra erfaring, målinger i full skala og målinger i modellskala er det kjent at denne retningsstyring anvendt i bølger som kommer akterinn forverrer brotsjing-oppførselen til skipet, på grunn av den ufordelaktige fase mellom styringskraften som anvendes og det hermed fremkalte krengingsmoment.

US65093A beskriver å kombinere det ordinære roret til et skip med en serie av hjelperor. DE 3122863A1 beskriver en seilbåt med forror anordnet ved baugen og en senkekjøl akterut.

For å overvinne disse ulemper, i henhold til oppfinnelsen er skipet i samsvar med krav 1. På denne måte blir motstanden mot brotsjing økt ved anvendelse av den ytterligere styringsoverflaten for retningsstyring og for å gjøre fordelaktig bruk av de krefter som genereres av denne overflate for styring av rulle- og svaie-bevegelsen. Ved anvendelse av en styringsoverflate i den posisjon som er så langt fram som mulig, kan denne styringsoverflate anses som en ytterligere styringsoverflate for styring av både giring og krenging samtidig. Da opptrer den følgende forbedring: I den situasjon hvor skipet seiler i bølger i vinkel akterinn fra styrbord kan hekken løftes av en bølge, hvoretter skipet begynner å krenge til babord. Asymmetrien til skrogets undervannsform fremkaller et girende moment som forsøker å dreie skipet til styrbord. Korrigerende handling påføres på styringsoverflaten nær baugen for å korrigere denne kursforandring, og den kraft man ønsker er en siderettet kraft som er rettet mot babord. Denne kraft medfører en rullende bevegelse til styrbord, og reduserer dermed krengingsvinkelen.

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer et skip for anvendelse ved høy hastighet og/eller tung sjø som har et enkelt langt og slankt skrog, en baug og akterenden av skroget har en flat eller svakt V-formet bunn med minst ett akterror, én eller flere propeller og/eller vannjetter som fremdriftsmidler, hvor forskipet har et dyptgående som er lik eller mer enn dyptgående av akterenden, karakterisert ved at baugen har en styringsoverflate som omdanner vannstrømmen langs skipet som beveger seg forover til en justerbar siderettet kraft.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen er skipet som angitt i krav 2. Et skip av denne design er særlig fordelaktig for anvendelse av denne oppfinnelse. Et slikt skip er kjent fra publikasjonen Keuning, J.A.; Toxopeus, S.; Pinkster, J.; The effect of bowshape on the seakeeping performance of a fast monohull; Proceedings of FAST 2001 conference, September 2001; side 197-206; ISBN 0 903055 70 8, utgiver The Royal Institute of Naval Architects. I denne publikasjonen er skipet beskrevet som AXE BOW-designen. Det økte dyptgående og økte fribord gjør skipet egnet til å seile gjennom tung sjø, samtidig som det sørges for at styringsoverflaten i tung sjø forblir tilstrekkelig nedsenket.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen, er skipet som angitt i krav 3. Den mer eller mindre vertikale baug er særlig egnet for inkorporering av en styringsoverflate i henhold til oppfinnelsen.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen, er skipet som angitt i krav 4. Denne avrundingsradius gjør det mulig å redusere lengden av skipet og således redusere den våte overflate og strømningsmotstanden uten på ugunstig måte å innvirke på skipets oppførsel i bølger.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen, er skipet som angitt i krav 5. Dette forbedrer skipets oppførsel i tung sjø, ettersom den ekstra motstand i bølger er redusert.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen, er skipet som angitt i krav 6. Dette utgjør en enkel konstruksjon med virksomme manøvrerings- og styrings-evner.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen, er skipet som angitt i krav 7. Dette danner en enkel konstruksjon med god vannstrøm langs skroget, hvilket minimerer ytterligere bevegelsesmotstand når den ikke er aktivert.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen, er skipet som angitt i krav 8. Denne utførelse kombinerer gode styringsevner ved høye hastigheter med høy effektivitet.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen, er skipet som angitt i krav 9. På denne måte kan reduseringen av krengingen og brotsjingen kombineres på en enkel måte.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen, er skipet som angitt i krav 10. På denne måte kan anvendelse av styringsoverflaten manuelt tilpasses til de skiftende forhold og bølgetilstander.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen, er skipet som angitt i krav 11. På denne måte blir anvendelsen av styringsoverflaten automatisk tilpasset til de skiftende forhold og bølgetilstander.

I samsvar med en utførelse av oppfinnelsen, er skipet som angitt i krav 12. På denne måte blir styringsoverflaten kun aktivert når dens bruk forbedrer skipets oppførsel.

Oppfinnelsen vil bli forklart i nærmere detalj nedenfor med henvisning til flere eksemplifiserende utførelser ved hjelp av en tegning, hvor:

Fig. 1 viser et perspektivriss av et skip i henhold til en første utførelse av oppfinnelsen,

Fig. 2 viser et spanteriss av designen av skipet i henhold til oppfinnelsen, hvor fig. 2a viser de forskjellige tverrsnitt, fig. 2b viser siderisset og fig. 2c viser risset av bunnen,

Fig. 3 og 4 viser skipet på fig. 1 henholdsvis bakfra og fra toppen med en skjematisk angivelse av kreftene i bølger,

Fig. 5a viser baugen av skipet på fig. 1 med den første utførelse av styringsoverflaten i perspektivriss, fig. 5b viser den samme utførelse i riss forfra og fig 5c viser et snitt Vc-Vc på fig. 5a,

Fig. 6a viser en annen utførelse av styringsoverflaten i et perspektivriss, og fig. 6b viser snitt ved VIb-VIB på fig. 6a, og

Fig. 7a viser en tredje utførelse av styringsoverflaten i et perspektivriss og fig. 7b viser snitt VIIb-VIIb på fig. 7a.

Fig. 1 viser et skip 1 som er designet i samsvar med spanterisset i henhold til fig. 2. Skipet 1 er designet for høye hastigheter og har et enkelt langt og slankt skrog, hvor lengden av skroget er i det minste fem ganger den største bredde, og for lengre skip så mye som syv til åtte ganger den største bredde. I kortere skip er den største bredde relativt sett større, ettersom skroget må inkludere fremdrifts-midlene, og en bredere største bredde sørger for at det forblir tilstrekkelig stabilitet. Skipet 1 har i et akterskip 11 en eller flere propeller 9 og en eller flere akterror 10. For manøvrering av hastighet er det en baug-posisjoneringspropell 6 i et forskip 3 nær en baug 4. Layouten på dekken er som vanlig, for eksempel med et styrehus 2. I baugen 4 er det et baugror 5 med funksjon som vil bli forklart senere.

Som det kan ses av fig. 2, har skroget av skipet 1 en spesiell design, i nærmere detalj er designen slik at en reduksjon av Froude Kriloff-kreftene, særlig i forskipet 3, oppnås ved minimering av forandringen i kortvarig nedsenket volum av skroget med sidene 8, mens det foretar større relative bevegelser i forhold vannivået på grunn av bølger eller skipets bevegelser. Dette resulterer igjen design som anvender sidene 8 så mye som gjørlig. Et ytterligere tiltak i designen å redusere forandringen i den største bredde ved vannlinjen for seksjonene særlig i forskipet, mens det foretar de ovennevnte større relative bevegelser. Dette

innebærer at det er en minimal utsving i baugseksjonene, og en baug 4 har en mer eller mindre vertikal linje eller baugen 4 strekker seg mindre enn 5 grader forover og bakover. Ved å gjøre dette blir forandringen av den ekstra masse av seksjonene minimert, og med dette blir også forandringene i det hydrodynamiske løft i forskipet 3 minimert. Ved å øke fribordet og bringe dekkslinjen høyere mot baugen 4 i forskripet 3, garanteres tilstrekkelig reserveoppdrift.

Mengden av økt spring i forskipet 3 er avhengig av skipets størrelse, hastighet og bølgeklima som er involvert. En nedoverhellende senterlinje mot forskipet 3 hindrer at seksjonene der forlater og på ny kommer inn i vannet mens skipet 1 gjennomfører større relative bevegelser. Størrelsen av negativ helling i bunnen 7 er avhengig av skipets størrelse, hastighet og bølgeklima som er involvert. Bunnreisvinkelen for seksjonene fra baug til hekk er bestemt med omhu, for å minimere eksiterende krefter og likevel opprettholde tilstrekkelig hydrodynamisk løft med minimal motstand.

Sammenfattet er formen av skroget slik at skroget er langt og slankt, det er intet utsving i baugseksjonene og sidene 8 ved baugseksjonene er nesten vertikale. Nær baugen 4 danner sidene 8 en vinkel α, sett i et horisontalplan, som er mindre enn 40 grader. Det er en økt spring forover og nedoverhellende senterlinje forover og inngangen av vannlinjene er avrundet. For å redusere den våte overflate er baugen 4 avrundet med en radius R på minst 0,1 meter. Avhengig av den største bredde av skipet, kan radien være minst 1% av den største bredde. En ytterligere fordel av denne radius R er at virvelavløsning langs sidene 19 av skipet unngås på denne måte. Denne virvelavløsning kan opptre i denne design ved små girevinkler når baugen er for skarp, slik det er vanlig med hurtige skip. Virvelavløsningen må unngås, ettersom den kan føre til kurs-ustabilitet. For å forebygge at den avrundede baug 3 genererer for mye stagnasjonspunktmotstand og/eller genererer for mye sprut, er radien 3 mindre enn 4% av den største bredde.

Figurene 3 og 4 viser oppførselen til skipet 1 i bølger W som nærmer seg akterskipet 11 i vinkel akterinn. Et vann-nivå s er den normale situasjon når skipet 1 er horisontalt. Når bølger W nærmer seg akterskipet 11 fra babord i vinkel akterinn, danner bølgene et vann-nivå s'. Når bølgene W skyver mot babord side 8 av akterskipet 11 og forandrer retningen av skipets akse 1 fra situasjonen på

kurs angitt med 12 til retningen bort fra kurs, hvorved skipets akse angis med 1' og skipet er angitt med 13.

Når skipet 1 er bort fra kursen, kan skipet 1 bringes på kurs ved bruk av akterror 10. Disse ror 10 blir da brakt i en posisjon som vist på figurene 3 og 4, og en kraft A genereres på akterrorene 10. Denne kraft danner sammen med kraften fra bølgene W et krengende dreiemoment. Sammenfattet forsterker kreftene A på akterrorene 10 kreftene fra bølgene W på siden 8. Hvis skipet 1 er brakt på kurs ved bruk av et baugror 5, genereres en kraft B på baugroret 5. Denne kraften B har den samme retning som den kraft som genereres av bølgene W, og motvirker således det krengende dreiemoment fra bølgene W. Sammenfattet, kraften B på baugroret 5 som brukes for å bringe skipet 1 på kurs, reduserer krengingen på grunn av bølgene W. Dette fordelaktige resultat er kun for bølger W som kommer i vinkel akterinn, ettersom for bølger W som kommer inn forfra (ikke vist), vil anvendelse av baugroret 5 resultere i økt krenging.

Baugroret 5 brukes kun når bølgene W som kommer inn sideveis resulterer i kursforandring som tidligere angitt når bølger kommer inn i vinkel akterinn på skipet 1. I den situasjon hvor skipet 1 er designet med sitt maksimum dyptgående i forskipet 3, som tidligere beskrevet, vil bølger W som kommer inn sideveis eller noen få kompass-streker lenger frem resultere i den samme oppførsel, og bruken av baugroret 5 er da også en fordel.

Skipet 1 er forsynt med midler for å veksle over fra styring med akterroret 10 med styring med baugroret 5 eller med begge ror. Ved styring med bruk av et automatisk styresystem, kan vekslingen bevirkes ved manuell angivelse til det automatiske styresystem hvilken retning bølgene W kommer inn fra, hvilket styresystem da vil ta denne informasjon i betraktning. Det automatiske styresystem kan også inkludere en algoritme for beregning av retningen som bølgene W kommer inn fra. Det automatiske system er da forsynt med sensorer for bestemmelse av bevegelsene til skipet 1, for eksempel ved bruk av gyroskoper.

Figurene 5a, 5b og 5c viser baugroret 5 montert i forskipet 3 i nærmere detalj. Baugroret 5 er den laveste del av baugen 4 og har en rotasjonsakse 14 som er mer eller mindre vertikal. Baugroret 5 er formet slik at når det er i sin midtposisjon, følger konturen av roret 5 formen av skroget som angitt på fig. 2, og

vannstrømmen F blir ikke påvirket av baugroret 5. En del av baugroret 5 er foran rotasjonsaksen 14, slik at dreiemomentet for rotering av baugroret 5 er delvis utbalansert, på lignende måte som det kan gjøres med kjente ror. Rotasjonen av baugroret 5 bevirkes på den samme måte som det er vanlig med kjente ror.

Figurene 6a og 6b viser en annen utførelse av baugen 4 av skipet 1. Istedenfor et konvensjonelt ror lokalisert i baugen 4, blir de siderettede krefter B for styring av skipet 1 nå generert av strømmen F langs en sideklaff 16. På hver side av baugen 4 er det en sideklaff 16, idet disse sideklaffer roterer rundt en mer eller mindre vertikal akse 17, hvilken akse 17 bæres ved den laveste del av baugen 4 ved hjelp av en holder 15. Når de ikke er aktivert følger sideklaffene 16 konturen av forskipet 3 og er posisjonert mot en avstiver 18. For bevegelse av sideklaffene 16 slik at de kan generere en justerbar siderettet kraft B, er det en mekanisme 19. Denne mekanismen 19 kan bære dannet av to hengslede armer som er forbundet til hverandre og henholdsvis forskipet 3 og sideklaffen 16. Hengslet som forbinder disse armer kan beveges i vertikal retning ved hjelp av en hydraulikksylinder (ikke vist). Denne hydraulikksylinder kan være lokalisert over vann-nivået og styres slik at enten den eller den andre sideklaff 16 beveges på utsiden av konturen av forskipet 3 for å generere den siderettede kraft B.

Figurene 7a og 7 b viser en tredje utførelse av baugen 4 av skipet 1. En nedsenket del av baugen 4 består nå av en rotor 20 som kan rotere rundt en mer eller mindre vertikal rotasjonsakse 21. For drift av rotoren 20 er det en drivinnretning 23 som driver rotoren 20 via en transmisjon 22. Drivinnretningen 23 kan være elektrisk eller hydraulisk og kan være lokalisert over vann-nivået. Under rotasjon virker rotoren 20 som en såkalt Magnus-rotor og genererer asymmetriske trykkfelt på de forskjellige sider av baugen 4, slik at en siderettet kraft B er resultatet. Ved å forandre rotasjonshastigheten til rotoren 20, kan størrelsen av den siderettede kraft B justeres.

PATENTKRAV

1. Skip for anvendelse ved høy hastighet og/eller tung sjø som har et enkelt langt og slankt skrog, en baug (4) og akterenden (11) av skroget har en flat eller svakt V-formet bunn (7) med minst ett akterror (10), én eller flere propeller (9) og/eller vannjetter som fremdriftsmidler, hvor forskipet (3) har et dyptgående som er lik eller mer enn dyptgående av akterenden (11), k a r a k t e r i s e r t v e d at baugen (4) har en styringsoverflate (5; 16; 20) som omdanner vannstrømmen (F) langs skipet (1) som beveger seg forover til en justerbar siderettet kraft (B).

2. Skip som angitt i krav 1, hvorved den fremre halvdel av skroget har hovedsakelig vertikale sider, minimalt utsving i baugseksjonene og mot baugen en økning i dyptgående ved sin senterlinje kombinert med en lignende økning av fribord.

3. Skip som angitt i krav 1 eller 2, hvorved baugen har en hovedsakelig vertikal stavn.

4. Skip som angitt i krav 1, 2 eller 3, hvorved sidene (8) nær baugen (4), sett i et horisontalt snitt, danner en spiss vinkel (α) med en avrundingsradius (R) på minst 0,1 meter.

5. Skip som angitt i krav 4, hvorved den spisse vinkel (α) av sidene (8) nær baugen (4) er mindre enn 40 grader.

6. Skip som angitt i ett av de foregående krav, hvorved styringsoverflaten (5; 16; 20) omfatter et baugror (5).

7. Skip som angitt i ett av de foregående krav, hvorved styringsoverflaten (5; 16; 20) omfatter en justerbar klaff (16) på hver side av baugen (4).

8. Skip som angitt i ett av de foregående krav, hvorved styringsoverflaten (5; 16; 20) omfatter en vertikal montert rotor (20).

9. Skip som angitt i ett av de foregående krav, hvorved styringsoverflaten (5; 16; 20) er forbundet til et styringssystem for styring av den siderettede kraft (B) og med sensorer for detektering av kursen, skipets hastighet og/eller krengingsvinkelen.

10. Skip som angitt i krav 9, hvorved styringssystemet er forbundet med innstillingsmidler for innstilling av vinkelen til de innkommende bølger (W) i forhold til kursen.

11. Skip som angitt i krav 9, hvorved styringssystemet omfatter en algoritme for beregning av vinkelen til innkommende bølger (W) i forhold til kursen.

12. Skip som angitt i krav 10 eller 11, hvorved styringssystemet er designet slik at det aktiverer styringsoverflaten (5; 16; 20) kun hvis de innkommende bølger kommer i vinkel akterinn.

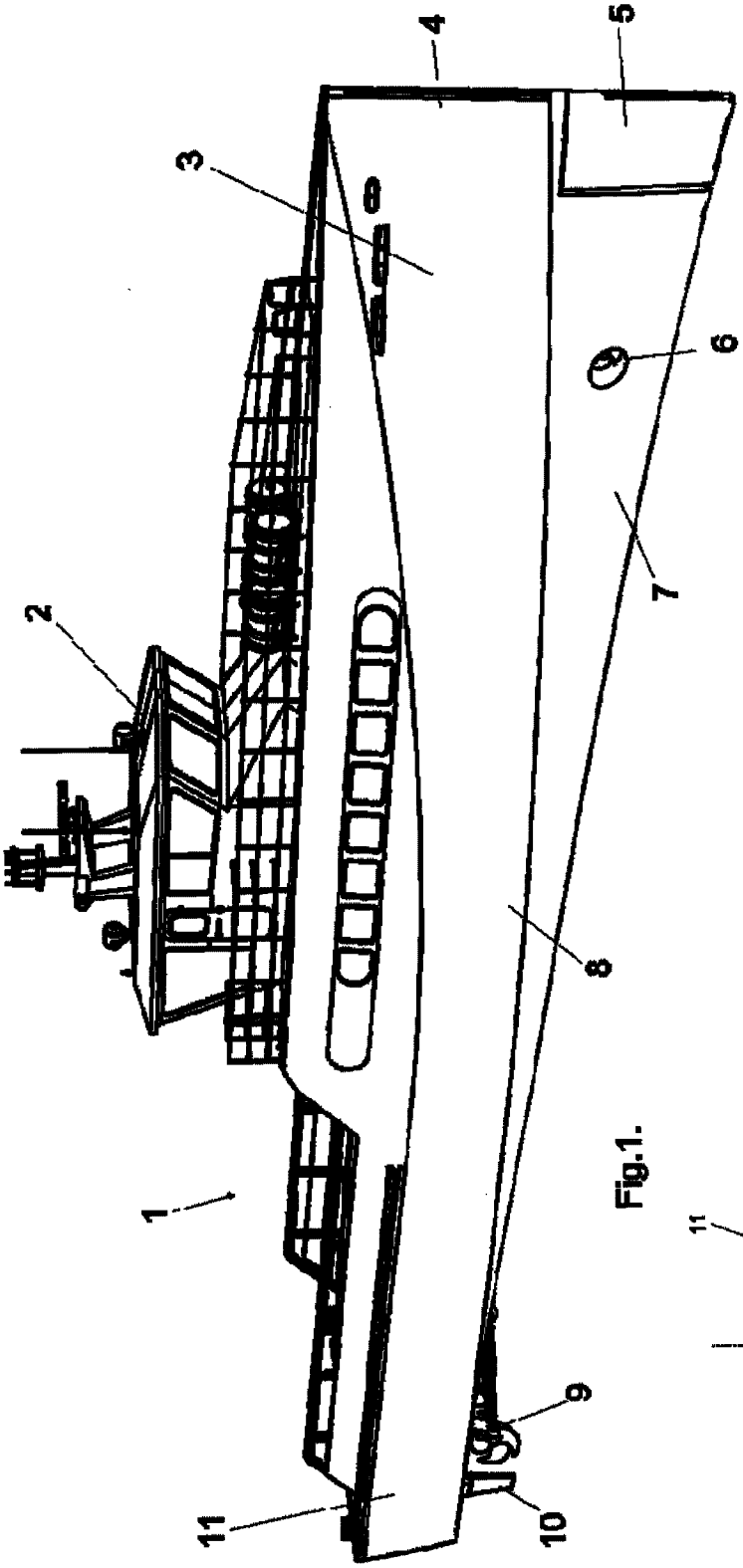


Fig.1.

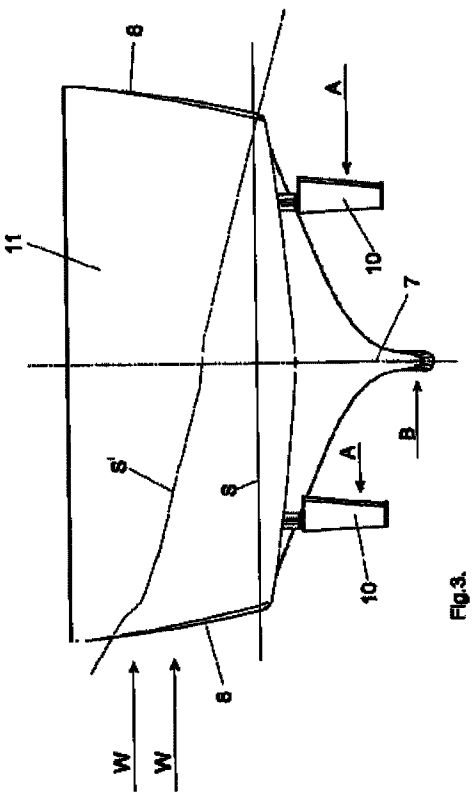


Fig.3.

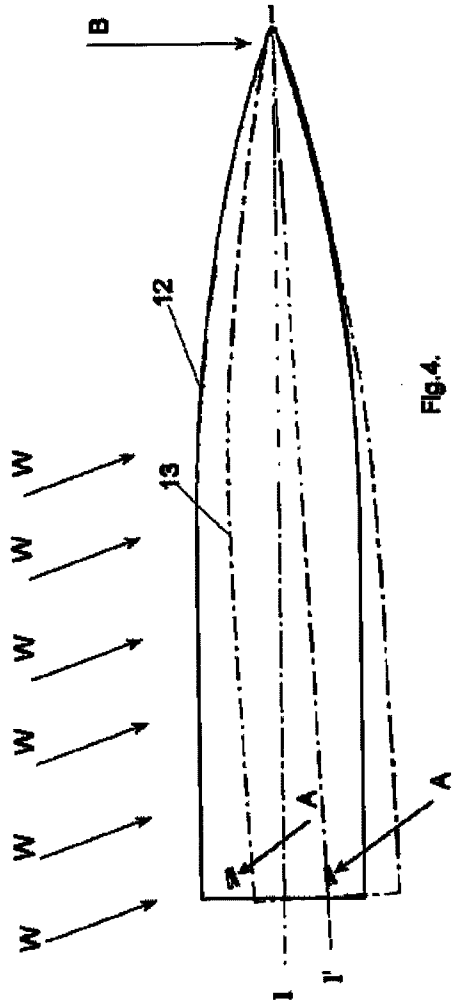


Fig.4.

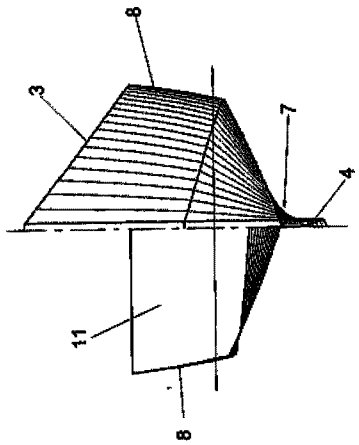


Fig.2a.

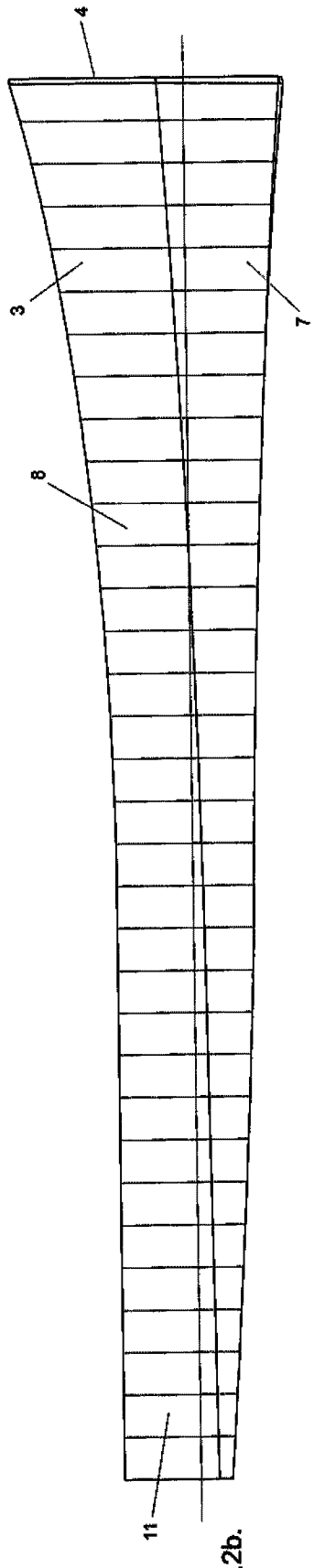


Fig.2b.

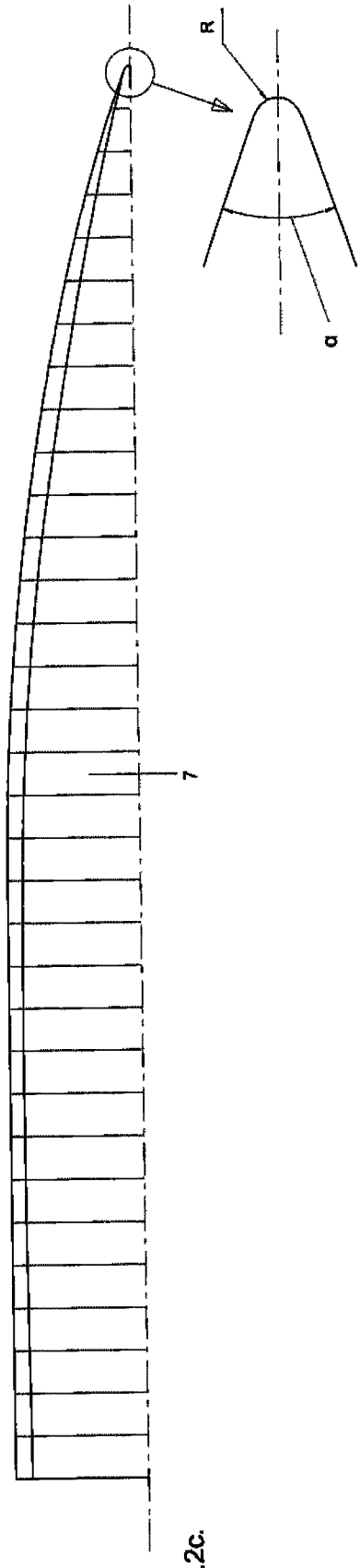


Fig.2c.

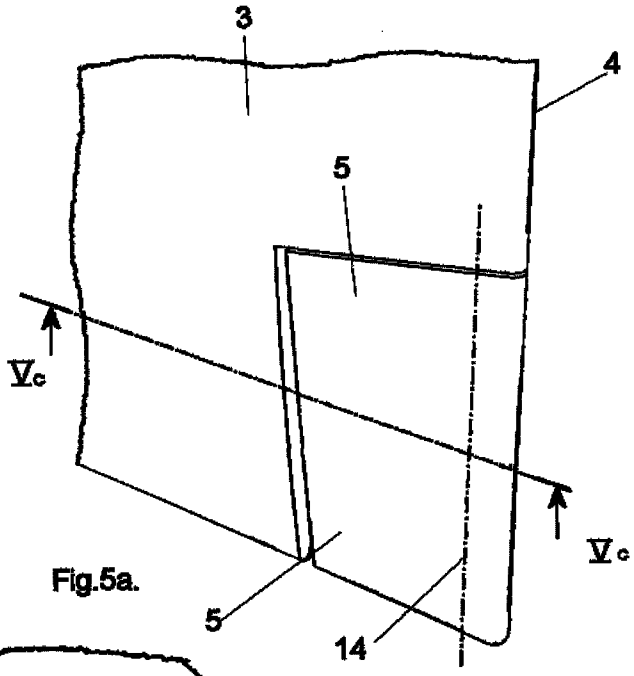


Fig.5a.

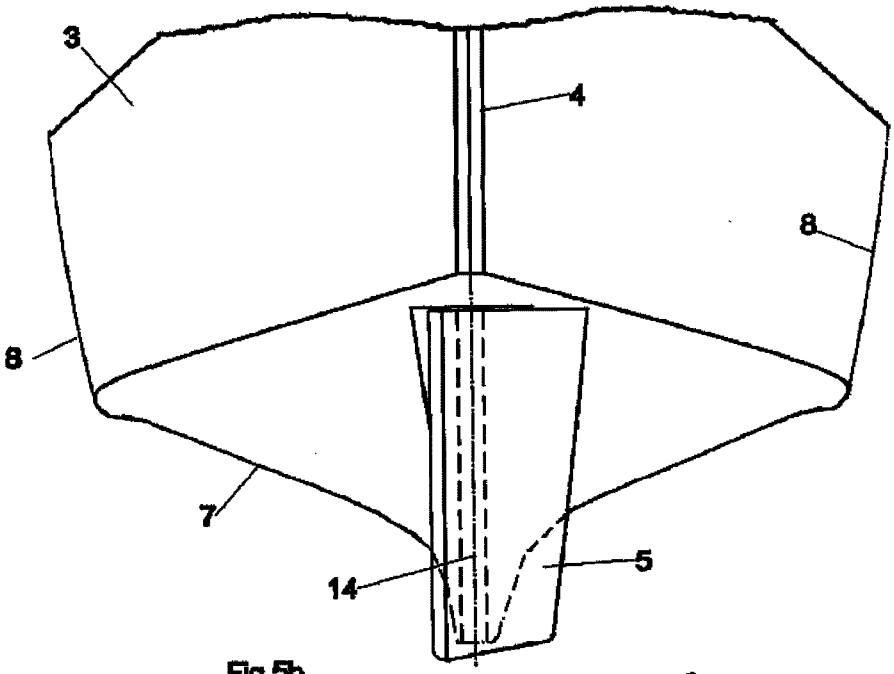


Fig.5b.

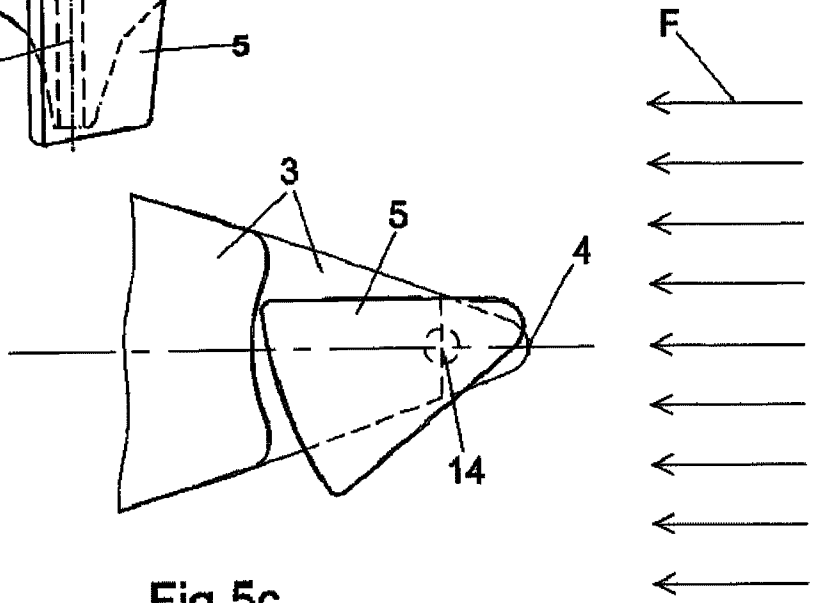


Fig.5c.

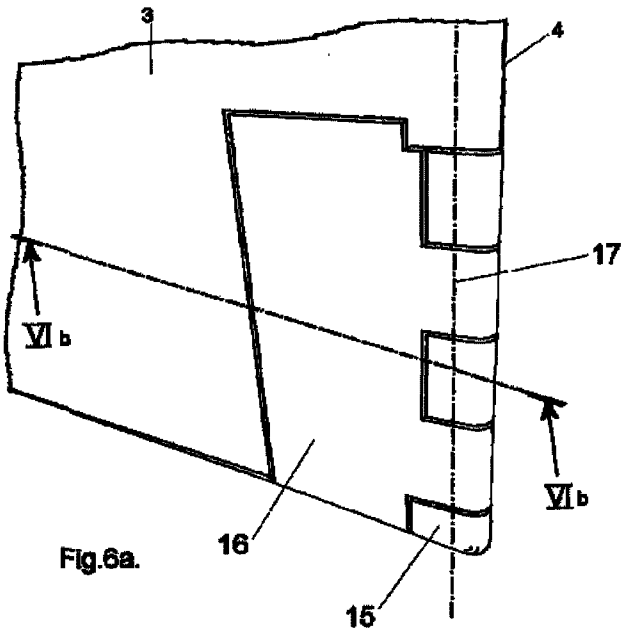


Fig.6a.

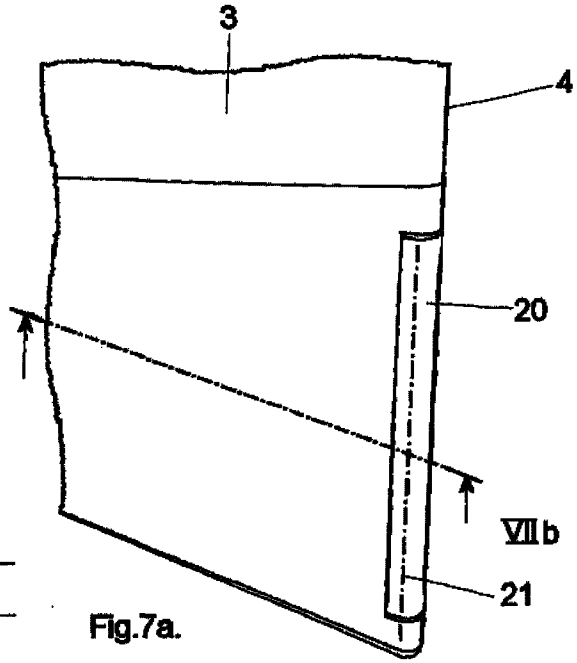


Fig.7a.

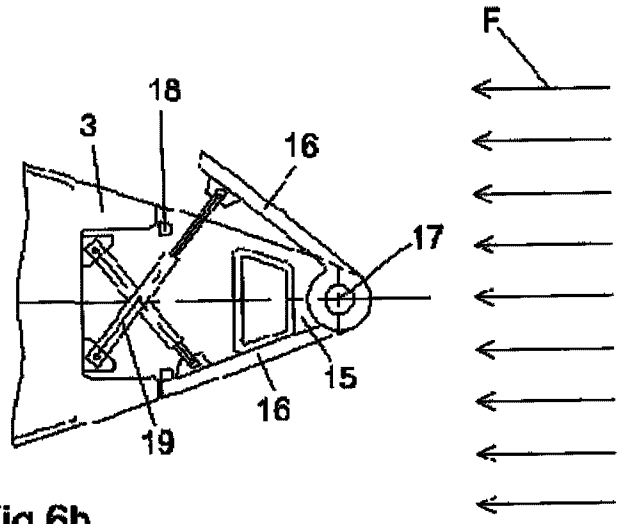


Fig.6b.

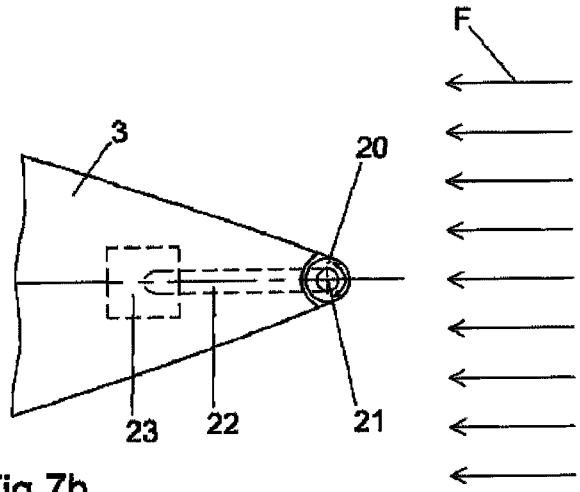


Fig.7b.