

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102021000024302</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>22/09/2021</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>22/03/2023</b>

Classifiche IPC

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
B	63	B	1	28

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
B	63	B	1	30

Titolo

**IMBARCAZIONE CON CHIGLIA A FOILS BASCULANTI**

## **IMBARCAZIONE CON CHIGLIA A FOILS BASCULANTI**

### Campo della tecnica

La presente domanda di brevetto per invenzione industriale riguarda una imbarcazione dotata di una chiglia a foils basculanti.

### 5    Stato dell'arte

#### Premesse generali

Lo studio delle forze generate sull'imbarcazione dall'interazione delle vele con il vento e della deriva, scafo e timoni con l'acqua è una materia molto complessa.

Al fine di inquadrare il problema si accenna qui solamente che la deriva ed il timone,

10    sebbene creino anche delle forze di lift, agiscono quasi esclusivamente per resistenza.

La deriva in particolare nelle andature comprese tra il traverso e la bolina, evita uno scarroccio eccessivo dell'imbarcazione.

Oltre che lo scarroccio è anche necessario contrastare lo sbandamento, al fine di permettere di aumentare la quantità di vela esposta al vento, (e quindi di forza

15    "utile").

A tale scopo l'evoluzione delle barche da regata si è orientata verso la così detta "stabilità di forma", data dalla resistenza che lo scafo stesso oppone all'essere sbandato. Si sono pertanto realizzati monoscafi sempre più larghi e piatti, e sono stati realizzati catamarani e trimarani.

20    Per lo stesso motivo le chiglie sono diventate elementi separati dallo scafo, si sono allungate e il loro peso è stato portato in fondo, concentrato in un bulbo in piombo. Il vantaggio di questa soluzione è l'allontanamento dallo scafo del baricentro della chiglia e il conseguente aumento della forza di raddrizzamento esercitata.

È anche noto l'utilizzo di derive basculanti, grazie alle quali nelle andature di traverso e bolina la massa (bulbo) presente in fondo alla deriva può essere spostata sopravento aumentando il momento raddrizzante.

Questo, però, pone un problema: assumendo una posizione più orizzontale, la deriva 5 perde la sua funzione di contrasto dello scarroccio della bolina. Per questo motivo in alcune imbarcazioni tipo i primi IMOCA o i Mini 650 sono state introdotte le "dagger board", che sono derive supplementari, leggermente inclinate, che aggiungono quella componente di contrasto alle forze trasversali che si perde con la chiglia basculante.

Oltre agli elementi appena elencati, è anche noto l'utilizzo di "foils". Con il termine 10 "foil" si indica uno specifico tipo di appendice, inesistente nelle barche "tradizionali", configurato per generare: una spinta idrodinamica verso l'alto, al fine di alleggerire l'imbarcazione e quindi contrastare l'attrito, ed una forza raddrizzante al fine di aumentare la quantità di vela che può essere esposta al vento.

In alcune condizioni la spinta verso l'alto riesce a far "volare" le barche a vela 15 (intendendo con questo termine che la barca a vela avanza con lo scafo sollevato dall'acqua) in modo tale da ridurre sensibilmente l'attrito dell'acqua. Rimane evidentemente ancora presente l'attrito con l'acqua dei foil stessi, che è tuttavia molto minore rispetto a quello dello scafo.

#### Imbarcazioni note allo stato della tecnica che fanno uso di foils

20 Avendo esposto queste opportune premesse di carattere generico, si evidenzia come siano noti allo stato dell'arte svariati esempi di barche a vela che fanno uso di foils, tra i quali si distinguono le seguenti principali tipologie:

- i monoscafi puramente volanti, del tipo di quelli impegnati nella America's

Cup del 2021;

- i multiscavi volanti, ma comunque capaci di affrontare gli oceani come

Maserati;

5 - i monoscafi parzialmente volanti, come ad esempio gli IMOCA e i Mini 650.

Per completezza va precisato che esistono anche altre imbarcazioni dotate di foils, come per esempio i catamarani inshore volanti e molti progetti di derive oltre alla prima deriva volante, il Moth.

Nello sviluppo di queste imbarcazioni, il primo obiettivo è stato quello di cercare di

10 aumentare la forza di raddrizzamento. In aggiunta alla chiglia basculante si è quindi aggiunto un profilo idrodinamico orizzontale, sul lato sottovento, configurato per generare una spinta verso l'alto, contribuendo a contrastare la forza di ribaltamento esercitata dal vento.

Questo tipo di foil a "lama" laterale retrattile è stato introdotto su barche come Wild

15 Oats XI, vincitrice della Sidney Hobart.

Evoluzione successiva è stata quella di dare una forma ad "L" (anche detta a baffo) ai

foils, presenti ad esempio sui "Figaro 3", dotati anche di chiglia basculante. In questo caso la parte orizzontale del foil ha il ruolo di "raddrizzare" l'imbarcazione, la parte verticale ha il ruolo di recuperare la resistenza allo scarroccio persa dopo aver 20 basculato la chiglia.

I catamarani dell'America's Cup furono tuttavia i primi a navigare totalmente sollevati dall'acqua. Per raggiungere questo scopo erano dotati di foil a forma di T o di L rovesciata.

Avevano quindi una parte verticale con il compito di contrastare lo scarroccio ed una parte orizzontale con compito di sollevare lo scafo. Per migliorare il bilanciamento del multiscafo era inoltre previsto un ulteriore foil in forma di T su ogni timone.

Tornando invece ai monoscafi, esistono ad oggi due tipologie principali: da un lato 5 barche totalmente “volanti”, come quelle della America’s Cup 2021, dall’altra imbarcazioni (Mini 650, IMOCA) che non navigano mai completamente sollevate dall’acqua.

Le prime sono concepite per acque protette e piatte e volano a una spanna dall’acqua, tuttavia le soluzioni progettuali adottate per queste barche non 10 passerebbero mai i criteri di sicurezza e stabilità richiesti per le classi oceaniche.

Infatti, le barche a vela con foil dell’America’s cup dipendono dai foil stessi per la loro capacità di rimanere dritte: se un foil accidentalmente esce dall’acqua per una manovra sbagliata, la barca si sdraia e non ha la capacità di raddrizzarsi da sola. La classe Mini 650 e la classe IMOCA richiedono invece una forza raddrizzante positiva 15 con barca sbandata a 90 gradi.

### Problema tecnico

Le performances e le velocità ottenibili con imbarcazioni a vela dotate di foil sono impressionanti rispetto a quanto accadeva solo pochi anni fa. Rispetto a barche del passato, oggi sicuramente un progetto ben fatto che utilizza foils è più veloce di una 20 barca dislocante.

Nei modi di realizzazione noti allo stato dell’arte sono tuttavia presenti ancora alcuni limiti che limitano l’applicazione dei foil a imbarcazioni di costi e complessità

elevatissime, e che in alcuni casi ne limitano fortemente l'utilizzo solo a determinate condizioni di vento.

In primis si osserva che, in condizioni di vento leggero, quando la velocità non è sufficiente a far planare o volare l'imbarcazione, le appendici immerse presenti nelle

5 varie configurazioni illustrate, rallentano l'imbarcazione, dal momento che il loro attrito si aggiunge e non si sostituisce a quello dello scafo.

Inoltre l'impatto con le onde è ridotto rispetto alle barche tradizionali, ma solo finché l'onda non diventa troppo alta. In conclusione l'utilizzo dei foil mostra dei limiti

sia con vento leggero (tipicamente sotto i 12 nodi) che con vento forte (oltre 20 nodi)

10 e onda formata.

Inoltre il gran numero e l'eccessivo ingombro delle appendici immerse ne rendono impossibile un utilizzo diffuso, sia per la complessità del loro controllo che per l'eccessivo ingombro in fase di ormeggio.

Da ultimo, in riferimento ai requisiti di sicurezza, molte di queste imbarcazioni non

15 presentano capacità di auto raddrizzamento.

#### Scopo dell'invenzione

Scopo della presente invenzione è pertanto quello di fornire uno scafo per imbarcazione a vela che superi i limiti appena esposti.

Più in particolare scopo della presente invenzione è quello di fornire uno scafo per

20 imbarcazioni a vela dotato di un sistema di controllo della stabilità e della portanza che consenta sia una navigazione di tipo tradizionale che di planare o "volare".

Inoltre lo scafo secondo la presente invenzione è dotato di un sistema di controllo della stabilità e della portanza che consenta un utilizzo in sicurezza anche in

condizioni di vento elevato e onda formata, e che abbia capacità di auto raddrizzamento.

Da ultimo, la presente invenzione intende fornire uno scafo per imbarcazioni a vela dotato di un sistema di controllo della stabilità e della portanza che raggiunga tutti gli

5 obiettivi appena esposti e che sia di realizzazione ed utilizzo meno complessa dei modi di realizzazione noti allo stato dell'arte.

#### Breve descrizione dell'invenzione

Il trovato realizza gli scopi prefissati in quanto trattasi di una imbarcazione comprendente almeno due profili idrodinamici basculanti o foils (20, 30), simmetrici

10 rispetto all'asse di mezzeria longitudinale dello scafo (1) di detta imbarcazione ed incernierati nella loro parte superiore, uno per ciascuna fiancata, all'opera morta di

detto scafo (1) in modo da poter ruotare allontanandosi ed avvicinandosi rispetto a

detto scafo (1), caratterizzato dal fatto che ciascuno di detti foil (20, 30) comprende

mezzi di vincolo (21) posizionati in corrispondenza della propria estremità superiore,

15 mediante i quali il foil è incernierato alla fiancata di detto scafo; una prima porzione

(22) avente sagoma tale da potersi accostare alla fiancata dell'imbarcazione

aderendo alla stessa per tutta la propria estensione; una seconda porzione (23), il cui

profilo idrodinamico è configurato per esercitare una spinta di portanza (lift) a

seguito dell'avanzamento dell'imbarcazione in acqua, detta seconda porzione (23)

20 essendo configurata in maniera tale da essere posizionata verticalmente quando

detta prima porzione (22) è accostata alla sagoma dello scafo.

#### Descrizione delle figure

Si premette che, a prescindere dalla tipologia di scafo mostrato a titolo di puro esempio nelle allegate immagini, il sistema di controllo della stabilità e della portanza secondo l'invenzione potrà essere applicato a qualunque tipo di imbarcazione a dislocamento leggero.

- 5 In figura 1-a è mostrata una vista frontale (da prua) di una imbarcazione secondo l'invenzione con i due profili idrodinamici in configurazione di riposo; in figura 1-b i profili sono in configurazione di massima apertura, in figura 1-c i due profili sono mostrati uno in configurazione di riposo ed uno in configurazione di massima apertura.
- 10 In figura 2 sono mostrate viste dall'alto (a), laterale (b) e fontale (c) di una imbarcazione secondo l'invenzione con i due profili idrodinamici in configurazione di riposo.

In figura 3 sono mostrate viste dall'alto (a), laterale (b) e fontale (c) di una imbarcazione secondo l'invenzione con i due profili idrodinamici in configurazione di

- 15 massima apertura.

Nelle figure 4, 5 e 6 sono schematizzate alcune delle principali forze agenti su di una imbarcazione secondo l'invenzione con i due profili idrodinamici rispettivamente in configurazione di riposo, in configurazione di massima apertura oppure uno in configurazione di riposo ed uno in configurazione di massima apertura.

- 20 In figura 7 è mostrata una vista della sagoma laterale di un modo di realizzazione preferenziale di un profilo idrodinamico secondo l'invenzione; in figura 8 sono mostrate, a titolo puramente esemplificativo, tre diverse geometrie di un profilo

idrodinamico secondo l'invenzione; in figura 9 è mostrata una vista prospettica di un modo di realizzazione preferenziale di un profilo idrodinamico secondo l'invenzione.

#### Descrizione dettagliata dell'invenzione

Come mostrato in figura 1, lo scafo (1) secondo la presente invenzione comprende

5 una doppia chiglia basculante con funzione di foil (20, 30). I due profili (20, 30) che compongono la doppia chiglia basculante sono simmetrici rispetto all'asse di mezzeria longitudinale dell'imbarcazione, e sono incernierati nella loro parte superiore, uno per ciascuna fiancata dell'imbarcazione, all'opera morta dello scafo, in modo da poter ruotare allontanandosi ed avvicinandosi allo scafo. Preferibilmente i  
10 due foils (20, 30) sono incernierati all'altezza della falchetta, in modo da utilizzare al massimo l'altezza dello scafo e massimizzare la distanza alla quale si dispongono i profili quando aperti, come dettagliato nel seguito del presente documento.

Lo scafo comprende inoltre, sebbene non mostrati nelle figure allegate, un sistema di attuatori configurati per far ruotare ciascuno di detti foil (20, 30) intorno all'asse (21)

15 del vincolo a cerniera mediante il quale sono vincolati allo scafo, in modo che ciascuno di detti foil (20, 30) possa assumere una qualunque delle posizioni comprese tra la posizione di massima escursione (figura 1-c) e la posizione di riposo (figura 1-a).

Ciascuno di detti foil (20, 30) è caratterizzato dal fatto di comprendere:

- mezzi di vincolo (21), preferibilmente posizionati in corrispondenza della propria estremità superiore, mediante i quali può essere incernierato alla fiancata dello scafo;
- Una prima porzione (22) avente una sagoma tale da replicare la sagoma dello scafo (1);

- Una seconda porzione (23), il cui profilo idrodinamico è configurato per esercitare una spinta di portanza (lift) a seguito dell'avanzamento dell'imbarcazione in acqua.

Si specifica che si intende con il termine “replicare la sagoma dello scafo” che la sagoma della prima porzione (22) di ciascun profilo idrodinamico (20, 30) è tale da potersi accostare alla fiancata dell'imbarcazione aderendo alla stessa per tutta la propria estensione.

Preferibilmente ma non limitativamente la seconda porzione è divisa in due parti (23, 24) tra loro inclinate di un angolo ( $\alpha$ ).

Detta seconda porzione (23) è configurata in maniera tale da essere sostanzialmente verticale quando i foil (20, 30) sono in configurazione di riposo, con la prima porzione (21) del foil (20, 30) aderente e sovrapposta alla fiancata dello scafo.

In questa maniera lo scafo (1) ed i foil (20, 30) possono assumere:

- una prima configurazione di riposo (fig. 1-a), in cui i due foil (20, 30) hanno le loro prime porzioni (22) accostate alla sagoma dello scafo, e le loro seconde porzioni (23) sono posizionate sulla verticale della mezzeria dello scafo;
- una seconda configurazione di massima escursione (fig. 1-b), in cui la parte prossimale (23) della seconda porzione di ciascun foil è sostanzialmente orizzontale;
- qualunque configurazione intermedia tra queste due.

Inoltre i due foil (20, 30) potranno anche essere posizionati in maniera che uno sia in configurazione di riposo e l'altro sia in configurazione aperta, secondo quanto mostrato in figura 1c, al fine di contrastare il ribaltamento nelle andature di traverso.

Da un punto di vista realizzativo i due foil potranno convenientemente essere realizzati in materiale composito (vetroresina, fibra di carbonio o qualunque altro materiale idoneo allo scopo).

Preferibilmente inoltre nella parte terminale di ciascun foil potrà essere inserita una zavorra, ad esempio in piombo, per garantire la possibilità di auto-raddrizzamento dello scafo, secondo quanto meglio spiegato di seguito.

Ancora, si specifica che preferibilmente in corrispondenza dell'asse di rotazione (21) il foil comprende preferibilmente degli inserti in materiale metallico (22), inseriti in fase di realizzazione all'interno del profilo in materiale composito, solidali al foil e collegati ad alberi di rotazione (25) che sono, a loro volta, comandati da opportuni mezzi di movimentazione e di controllo dei profili idrodinamici.

Si specifica infatti che l'imbarcazione secondo la presente invenzione è convenientemente dotata di mezzi di controllo elettronici, configurati per comandare la movimentazione dei profili idrodinamici ed anche il loro angolo di attacco.

In riferimento alla figura 9 allegata, si specifica che la sezione (231) di detta seconda porzione potrà assumere una qualunque forma di profilo idrodinamico configurato per generare portanza (piano/convesso, concavo/convesso o bi-convesso) in funzione delle risultanze del calcolo fluidodinamico eseguito per ciascuno specifico progetto.

Preferibilmente inoltre detta seconda porzione (23) è configurata in maniera tale da poter ruotare in modo da cambiare il proprio angolo di attacco, ed è dotata di mezzi per la regolazione dell'angolo di attacco.

Quanto mostrato graficamente nelle allegate figure è da intendersi a titolo esemplificativo e non limitativo della effettiva realizzazione costruttiva dei mezzi di vincolo.

Si specifica inoltre che il posizionamento dei foils (20, 30) sull'asse longitudinale

- 5 dell'imbarcazione dipenderà dal progetto del singolo scafo, e quanto mostrato nelle figure indicate è da intendersi come esemplificativo e non limitativo.

Preferibilmente inoltre lo scafo (1) dell'imbarcazione comprende, sulla superficie esterna di ciascuna fiancata, una sede (11) di alloggiamento per i foil (20, 30), in modo che quando i foil sono nella loro configurazione di "riposo", con la prima

- 10 porzione che aderisce allo scafo dell'imbarcazione, non ci sia discontinuità nel profilo esterno opposto all'acqua.

È evidente che, come mostrato nel dettaglio A di figura 2, quando il foil (20) è aperto, il profilo dell'imbarcazione non è perfettamente idrodinamico.

Tuttavia in quel caso, come mostrato in figura 5, l'imbarcazione è sollevata e sta

- 15 "volando" o "planando" e, quindi, l'attrito con l'acqua non costituisce un problema.

Si specifica che lo scafo comprenderà anche un timone (12) dotato di profili idrodinamici per la regolazione dell'assetto longitudinale e, sebbene non sia mostrato nelle allegate figure, potrà comprendere anche una deriva, eventualmente del tipo a baionetta.

- 20 Avendo spiegato la configurazione degli elementi principali dell'imbarcazione, è ora possibile spiegarne il funzionamento nelle varie configurazioni previste.

#### Configurazione con chiglie a riposo

Questo assetto a “riposo”, mostrato in figura 1-a, 2 e 4, consentirà di ottenere grandi vantaggi tecnici che consentiranno di superare la maggior parte delle criticità evidenziate relativamente alle imbarcazioni note allo stato dell’arte.

In questa configurazione infatti l’imbarcazione è in tutto e per tutto simile ad una

- 5 deriva tradizionale e, in caso di vento troppo leggero o troppo forte l’imbarcazione potrà comportarsi esattamente come una barca tradizionale.

Il diagramma delle forze mostrato in figura 4 indica infatti che in questa configurazione le forze idrodinamiche sui due profili si annullano a vicenda, e rimane unicamente la risultante verso il basso della zavorra eventualmente presente.

- 10 Inoltre, in questa configurazione, l’imbarcazione può essere ormeggiata, peraltro con grande stabilità, senza ingombri aggiuntivi rispetto a quelli di una barca tradizionale.

#### Configurazione con chiglie aperte

Come mostrato nella figura 5, nella configurazione con chiglie aperte, la forza di portanza esercitata da entrambi i due profili idrodinamici (20, 30) sarà diretta in direzione verticale, ottenendo l’effetto di alleggerire l’imbarcazione fino a farla planare o “volare” in funzione della velocità raggiunta.

#### Configurazione con una chiglia aperta ed una chiusa

In questa configurazione, mostrata nella figura 6, le forze idrodinamiche esercitate dai due profili idrodinamici, nell’equilibrio alla rotazione, danno un contributo netto

- 20 che si oppone al momento esercitato dal vento sulla vela.

Questo consente, nelle andature al traverso, di poter avere una maggiore superficie di vela esposta e mantenere comunque la stabilità a ribaltamento.

## RIVENDICAZIONI

1. Imbarcazione comprendente almeno due profili idrodinamici basculanti o foils (20, 30), simmetrici rispetto all'asse di mezzeria longitudinale dello scafo (1) di detta imbarcazione ed incernierati nella loro parte superiore, uno per ciascuna fiancata, all'opera morta di detto scafo (1) in modo da poter ruotare allontanandosi ed avvicinandosi rispetto a detto scafo (1), caratterizzato dal fatto che ciascuno di detti foil (20, 30) comprende:

- mezzi di vincolo (21) posizionati in corrispondenza della propria estremità superiore, mediante i quali il foil è incernierato alla fiancata di detto scafo;
- una prima porzione (22) avente sagoma tale da potersi accostare alla fiancata dell'imbarcazione aderendo alla stessa per tutta la propria estensione;
- una seconda porzione (23), il cui profilo idrodinamico è configurato per esercitare una spinta di portanza (lift) a seguito dell'avanzamento dell'imbarcazione in acqua, detta seconda porzione (23) essendo configurata in maniera tale da essere posizionata verticalmente quando detta prima porzione (22) è accostata alla sagoma dello scafo.

2. Imbarcazione secondo la rivendicazione 1 caratterizzata dal fatto che detto scafo (1) e detti foil (20, 30) possono assumere:

- una prima configurazione di riposo in cui detti foil (20, 30) hanno le loro prime porzioni (22) accostate alla sagoma dello scafo, e le loro seconde porzioni (23)

posizionate verticalmente, in corrispondenza della mezzeria dello scafo ed al di sotto di essa;

- una seconda configurazione in cui dette seconde porzioni (23) sono sostanzialmente orizzontali;
- 5 - qualunque configurazione intermedia tra queste due.

3. Imbarcazione secondo la rivendicazione 2 caratterizzata dal fatto che detti foils (20, 30) sono configurati per poter essere posizionati indipendentemente l'uno dall'altro in ciascuna di dette configurazioni.

10

4. Imbarcazione secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto che ciascuno di detti foil (20, 30) comprende, in corrispondenza dell'asse di rotazione (21) almeno un inserto in materiale metallico (22), solidale al foil e collegato ad un albero (25) configurato per essere mosso da opportuni mezzi di movimentazione e di  
15 controllo.

5. Imbarcazione secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto che detta seconda porzione (23) è configurata in maniera tale da poter ruotare in modo da cambiare il proprio angolo di attacco rispetto all'acqua.

20

6. Imbarcazione secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto che detto scafo (1) comprende, sulla superficie esterna di ciascuna fiancata, una sede (11) di alloggiamento per i foil (20, 30), in modo che quando detti foil (20, 30) sono in

detta prima configurazione non ci sia discontinuità nel profilo esterno tra lo scafo (1)

e detti foil (20, 30)

7. Imbarcazione secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto

5 che detti foils (20, 30) sono incernierati all'altezza della falchetta

8. Imbarcazione secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto

che detta seconda porzione è divisa in due parti (23, 24) tra loro inclinate di un

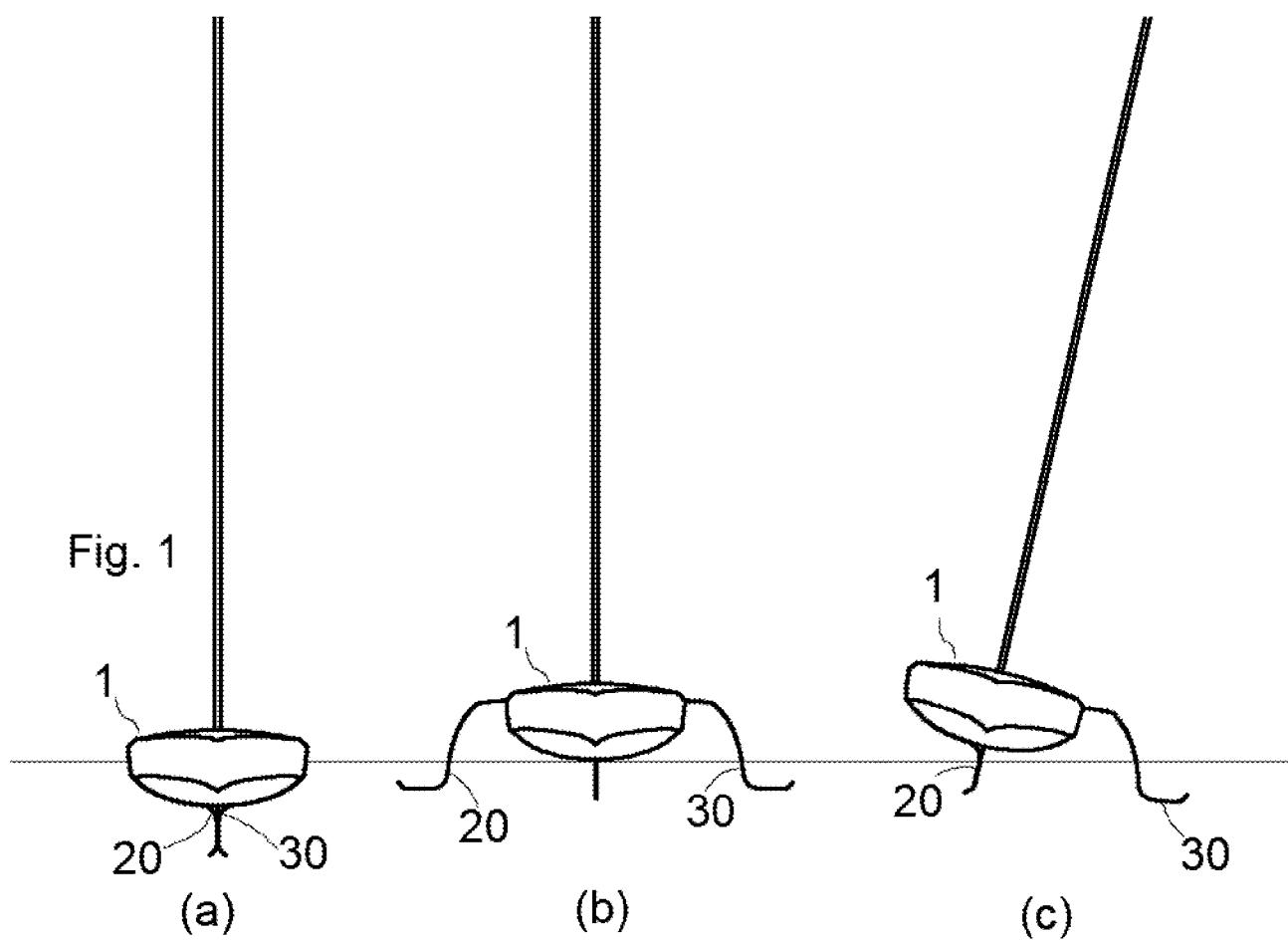
angolo ( $\alpha$ ).

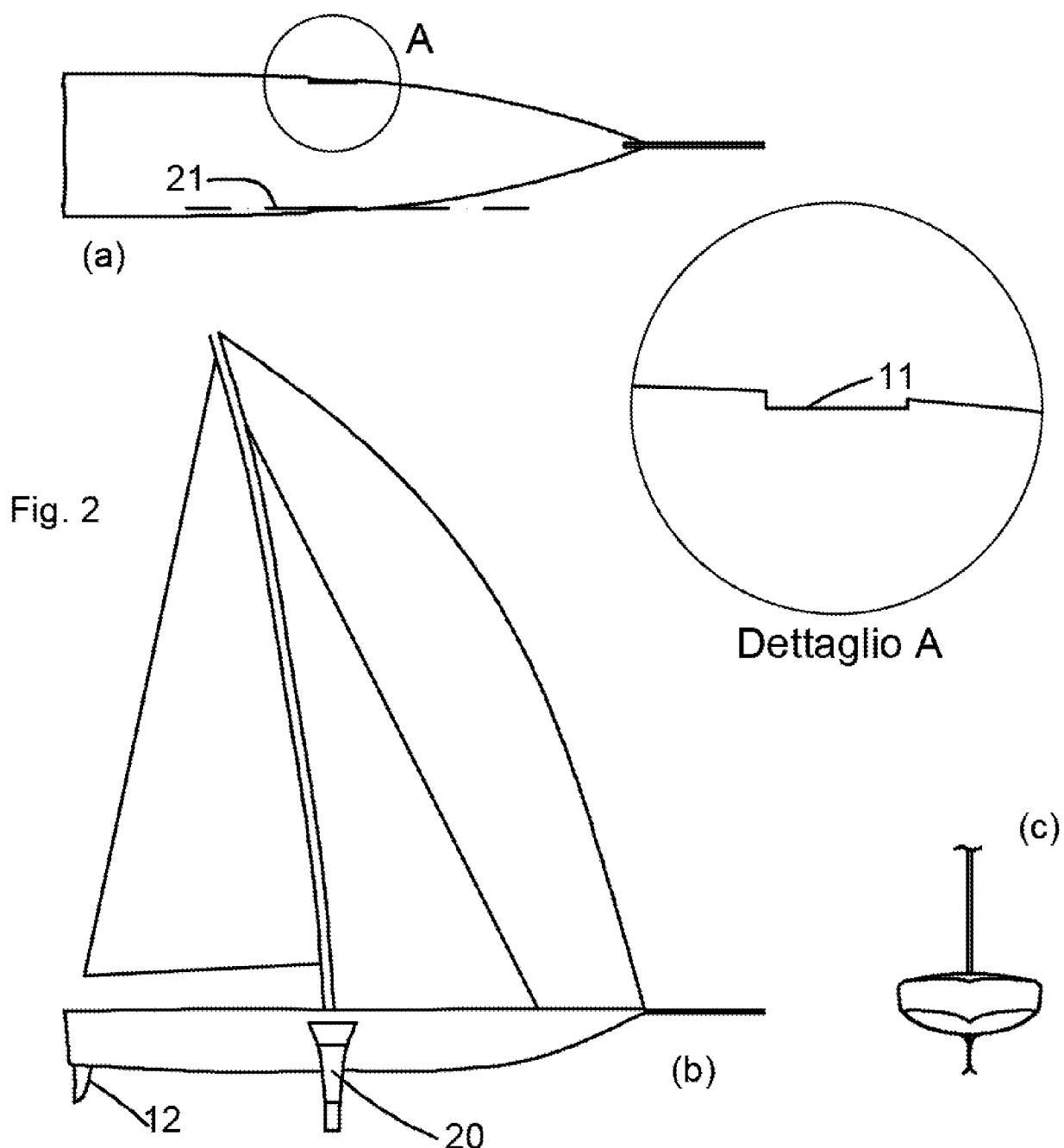
10

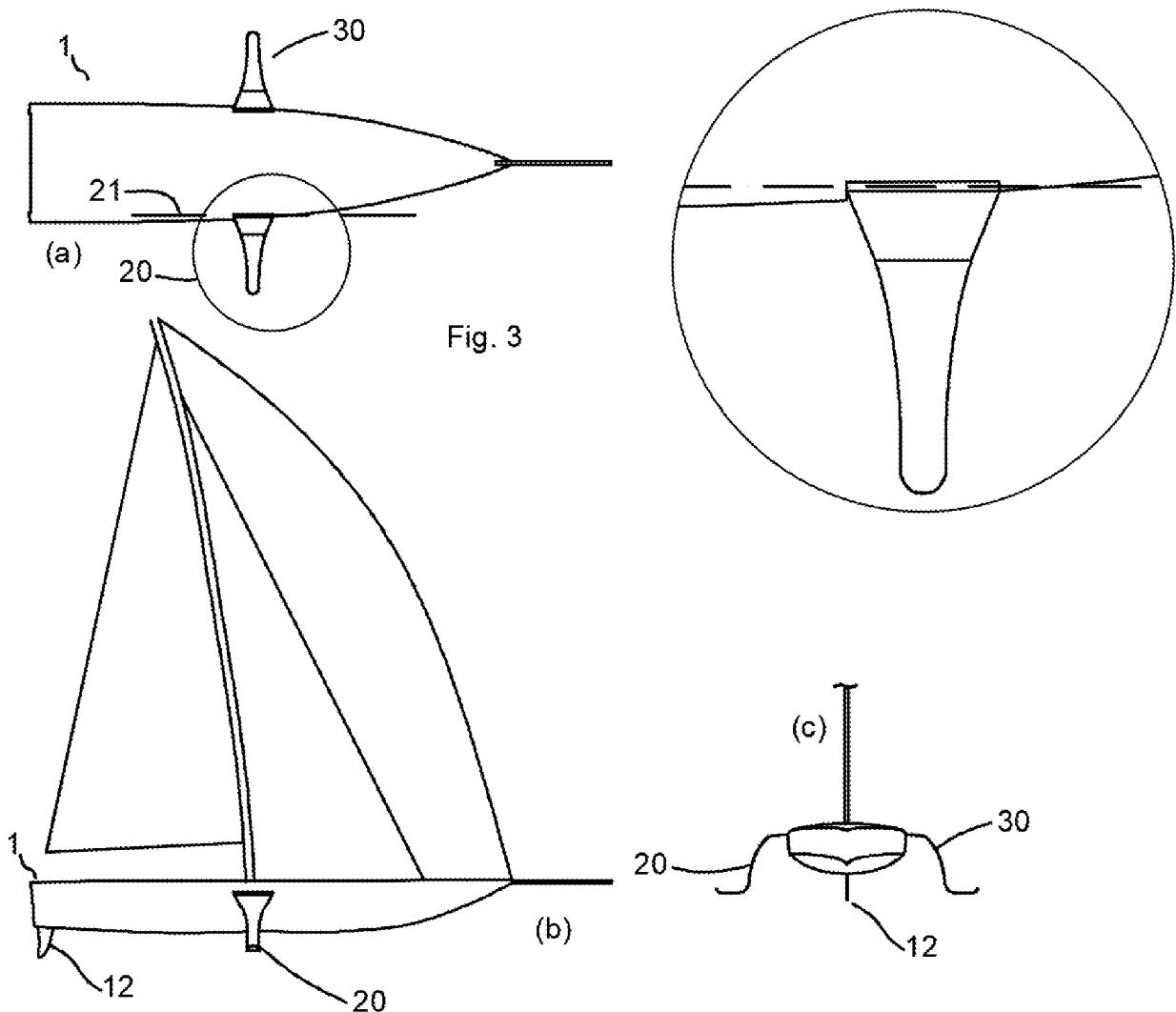
9. Imbarcazione secondo una delle rivendicazioni precedenti comprendente inoltre

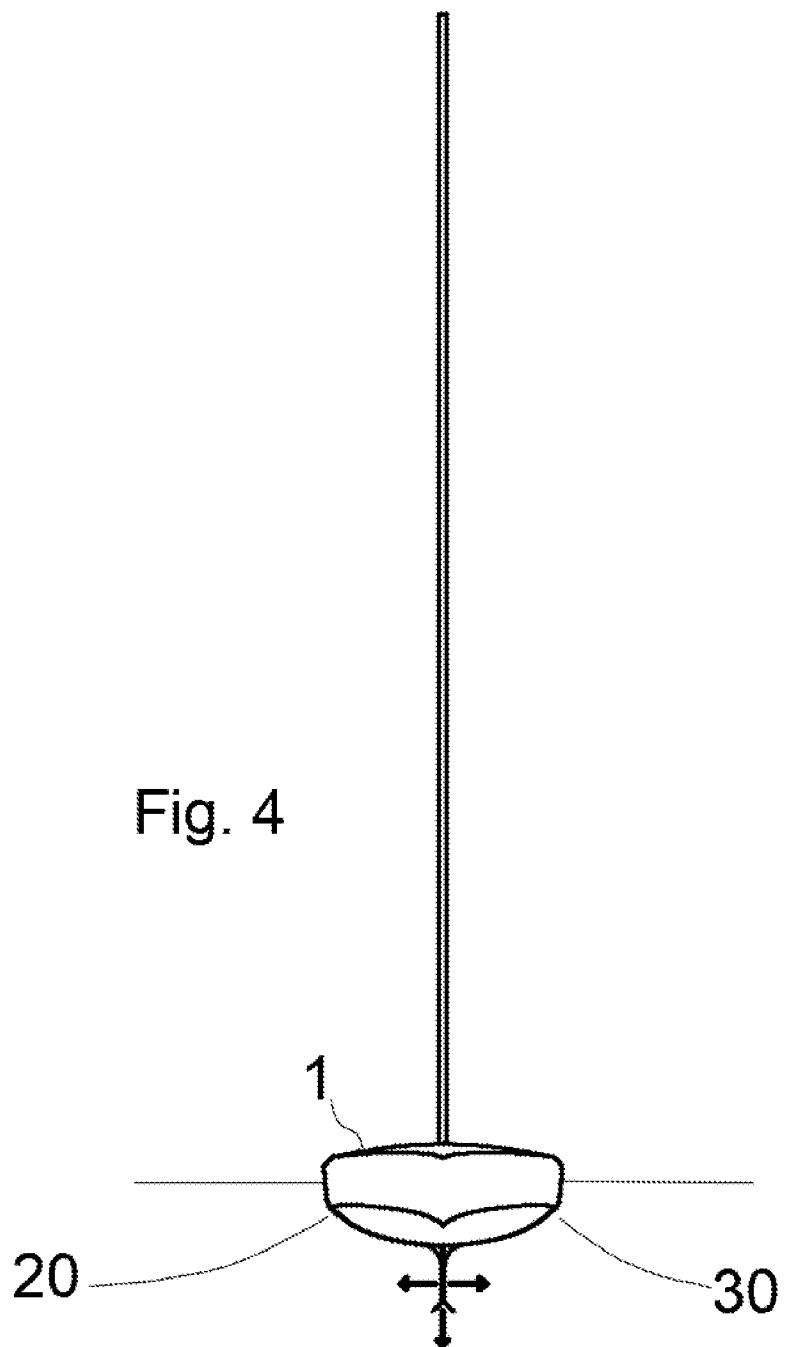
un sistema di attuatori configurati per far ruotare ciascuno di detti foil (20, 30)

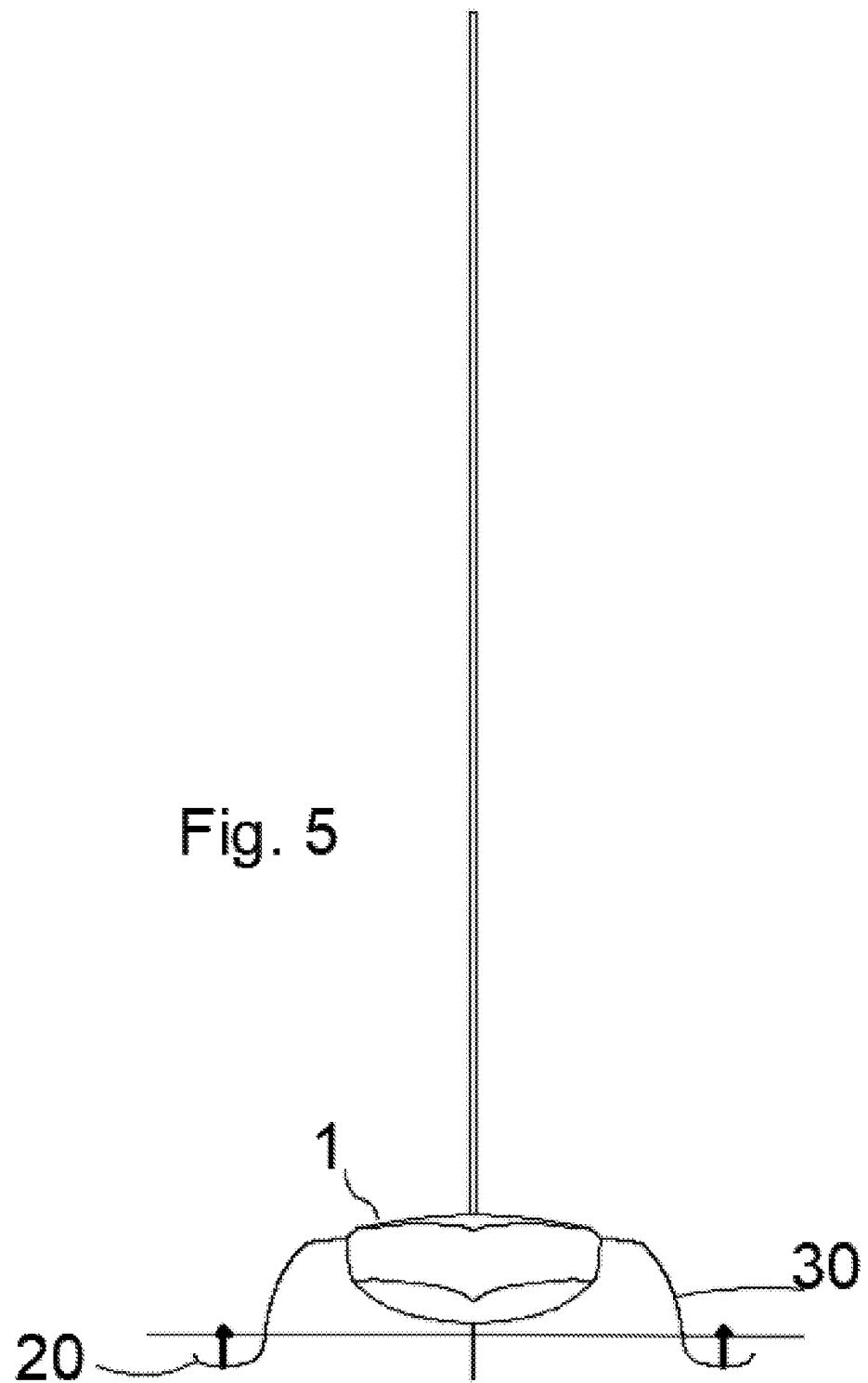
intorno all'asse (21) del vincolo a cerniera mediante il quale sono vincolati allo scafo.

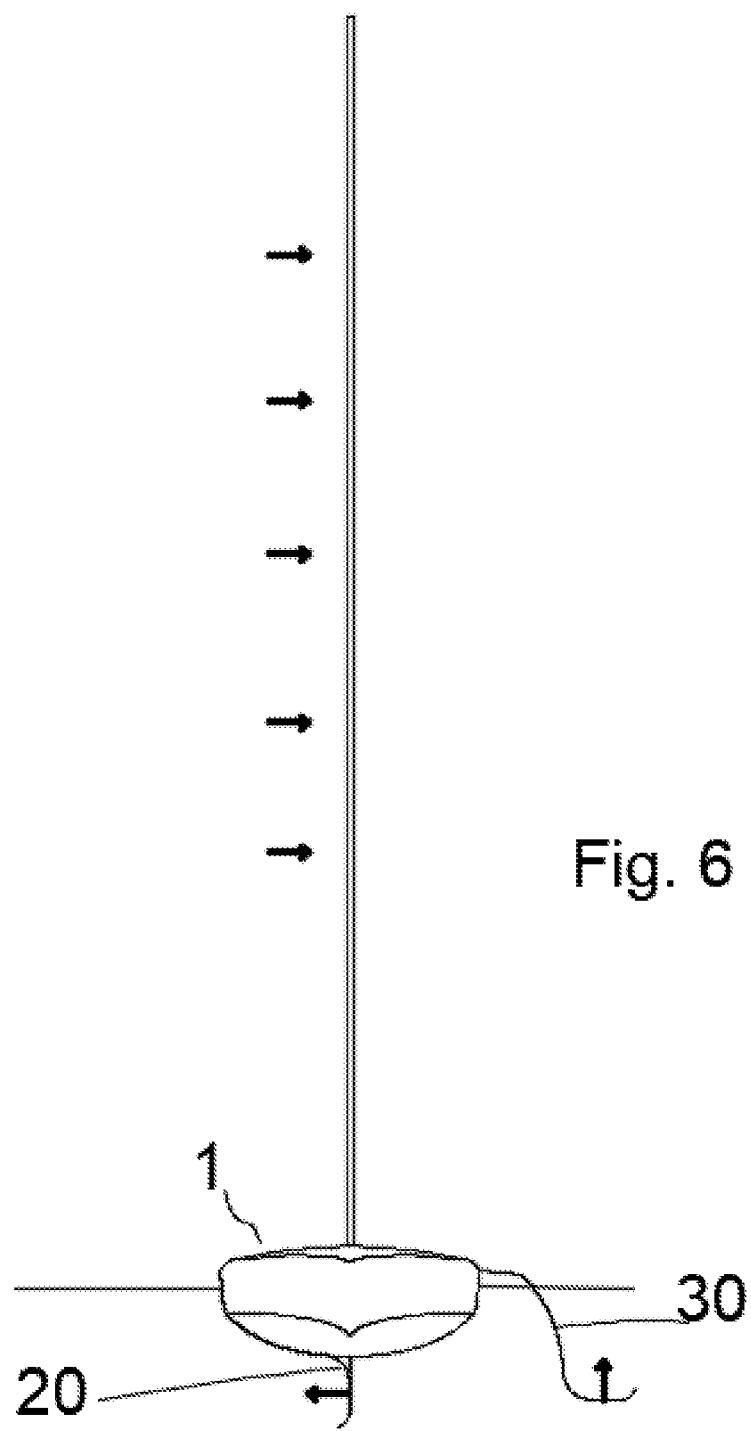












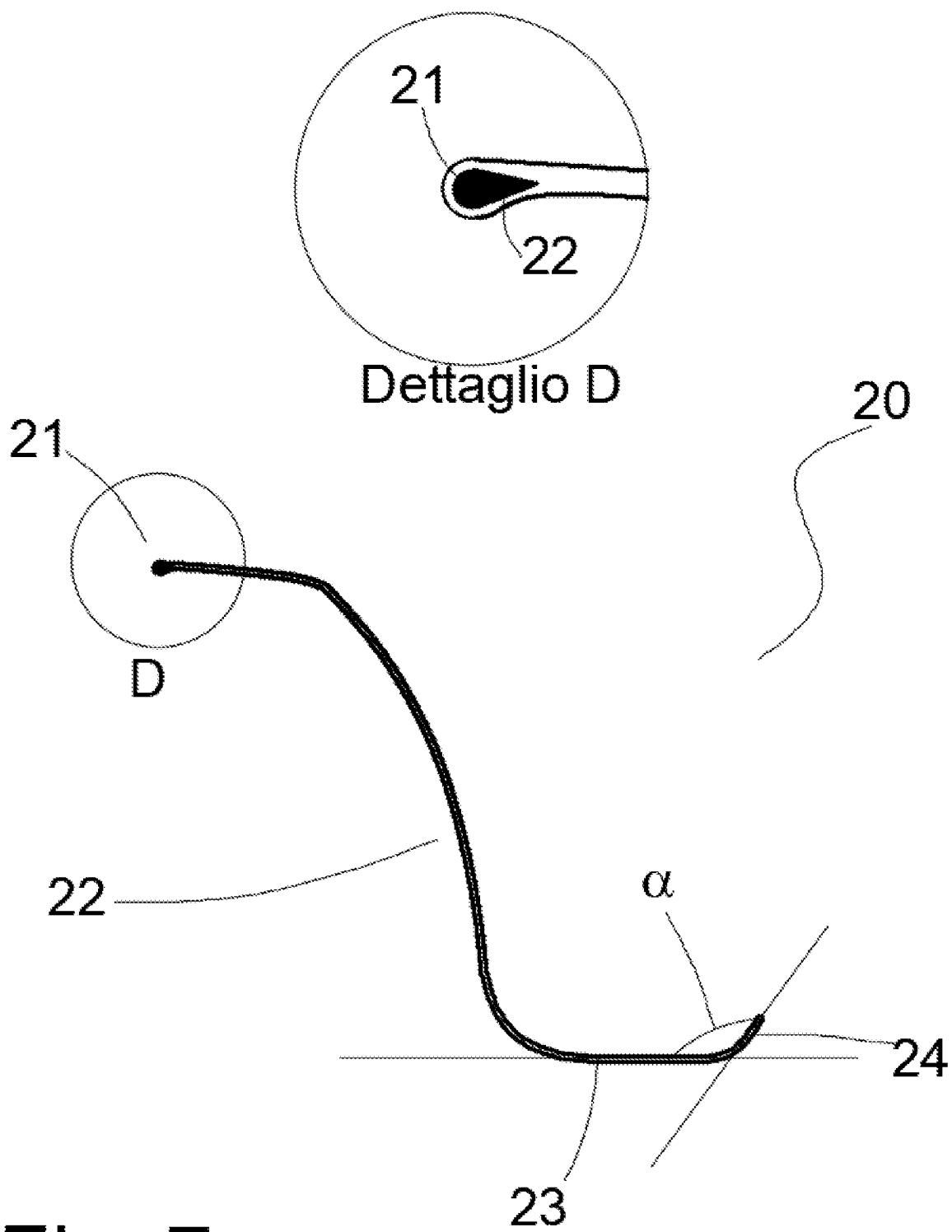


Fig. 7

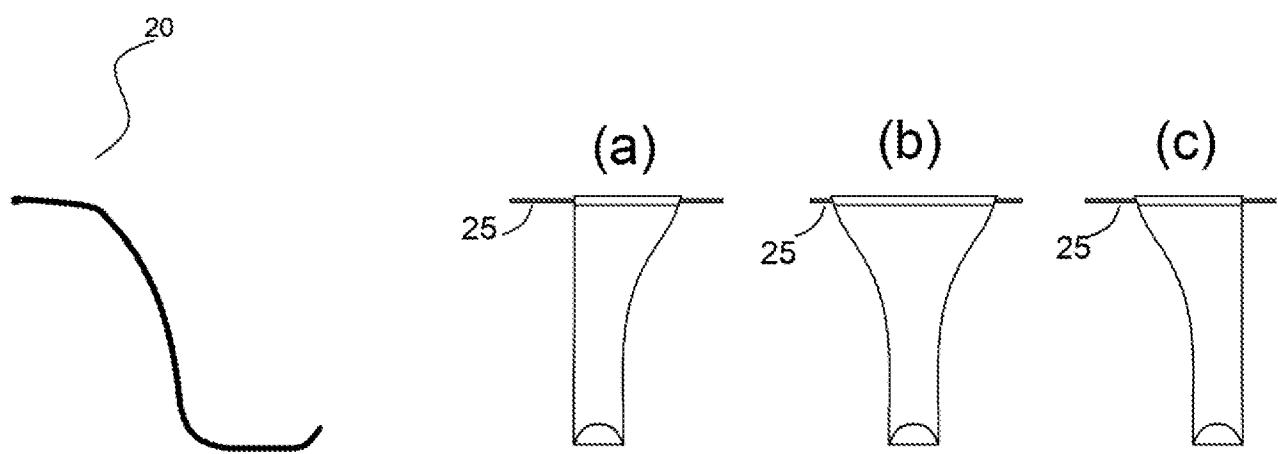


Fig. 8

