(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 693 262 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.08.2020 Patentblatt 2020/33

(51) Int Cl.:
B63B 39/06 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **20154090.3**

(22) Anmeldetag: **28.01.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **06.02.2019 DE 102019201505**

(71) Anmelder: **SKF Marine GmbH**
20457 Hamburg (DE)

(72) Erfinder:
- **Spardel, Holger**
  22081 Hamburg (DE)
- **Thieme, Chriistian**
  19258 Nieklitz (DE)

(74) Vertreter: **Kuhstrebe, Jochen**
SKF GmbH
Gunnar-Wester-Straße 12
97421 Schweinfurt (DE)

(54) AKTIVE STABILISIERUNGSVORRICHTUNG SOWIE VERFAHREN

(57) Die Erfindung betrifft zunächst eine aktive Stabilisierungsvorrichtung (10) zur vorrangigen Dämpfung von Rollbewegungen eines Wasserfahrzeugs, insbesondere eines Schiffs (12), mit mindestens einer Positioniereinrichtung (18) mit einem Abtriebszapfen (20) und mit einer an dem Abtriebszapfen (20) im Bereich ihrer Wurzel (22) befestigten Stabilisierungsfläche (16), wobei die Stabilisierungsfläche (16) eine Anströmkante (40) und eine Abströmkante (42) aufweist und die Stabilisierungsfläche (16) unter Wasser (26) angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Stabilisierungsfläche (16) mittels der Positioniereinrichtung (18) um eine Schwenkachse (S) um einen Schwenkwinkel (β) verschwenkbar ist und mittels der Positioniereinrichtung (18) zugleich um eine Drehachse (D) verdrehbar ist. Aufgrund der einander geeignet überlagerten Schwenk- und Drehbewegungen der mindestens einen Stabilisierungsfläche (16) der Stabilisierungsvorrichtung (10) ist eine besonders effektive Abschwächung der Rollbewegungen des Wasserfahrzeugs möglich.

Weiterhin hat die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Stabilisierungsvorrichtung (10) zum Gegenstand.

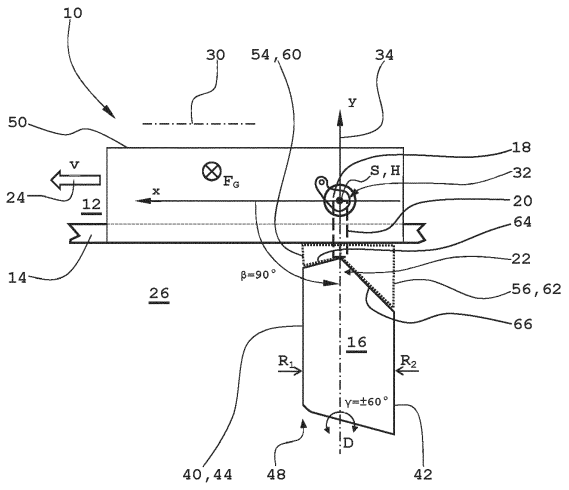

Fig. 1

EP 3 693 262 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst eine aktive Stabilisierungsvorrichtung zur vorrangigen Dämpfung von Rollbewegungen eines Wasserfahrzeugs, insbesondere eines Schiffs, mit mindestens einer Positioniereinrichtung mit einem Abtriebszapfen und mit einer an dem Abtriebszapfen im Bereich ihrer Wurzel befestigten Stabilisierungsfläche, wobei die Stabilisierungsfläche eine Anströmkante und eine Abströmkante aufweist und die Stabilisierungsfläche unter Wasser angeordnet ist.
Darüber hinaus hat die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer aktiven Stabilisierungsvorrichtung, insbesondere nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, zur vorrangigen Dämpfung von Rollbewegungen eines sich im Wesentlichen nicht durch das Wasser fortbewegenden Wasserfahrzeugs, insbesondere eines Schiffs, zum Gegenstand.

[0002] Bei Wasserfahrzeugen wie Kreuzfahrtschiffen, größeren motorbetriebenen Yachten oder dergleichen sind aktive Stabilisierungsvorrichtungen zur Dämpfung von insbesondere Rollbewegungen des Rumpfes in einer großen Variationsbreite bekannt.
So sind unter anderem Stabilisierungsvorrichtungen vorgeschlagen worden, bei denen eine Bedämpfung von unerwünschten Rumpfbewegungen durch schwere rotierende Massen erfolgt. Im Fall der so genannten aktiven Flossenstabilisatoren wird auf der Backbord- und der Steuerbordseite des Rumpfes jeweils mindestens ein tragflächenartiger Flossenstabilisator soweit ausgeschwenkt, bis jeder der beiden Flossenstabilisatoren eine annähernd senkrechte Stellung zum Rumpf eingenommen hat. Durch das Verändern der Anstellwinkel der beidseits des Rumpfes ausgefahrenen und im Normalfall immer unter Wasser befindlichen Flossenstabilisatoren lassen sich wahlweise hydrodynamische Auftriebs- und Abtriebskräfte unterschiedlicher Stärke erzeugen, wenn sich das Wasserfahrzeug mit einer hinreichenden Geschwindigkeit durch das Wasser bewegt. Mittels einer geeigneten Steuer- und/oder Regeleinrichtung werden die Auftriebs- und Abtriebskräfte der Flossenstabilisatoren jeweils so eingestellt, dass sie einer mittels Sensoren gemessenen Rollbewegung des Rumpfes möglichst effektiv entgegenwirken. Hierbei sind Dämpfungen der Rollbewegungen des Rumpfes von 80% und mehr erreichbar.

[0003] Bei einem sich nicht durch das Wasser aktiv bewegenden Wasserfahrzeug ist die Variation des Anstellwinkels der Flossenstabilisatoren mittels entsprechender hydraulischer Aktoren nicht ausreichend, da auf diesem Weg keine hinreichend hohen hydrodynamischen Kräfte mittels der Flossenstabilisatoren erzeugbar sind. Vielmehr ist es bei einem sich nicht oder nur langsam durch das Wasser bewegenden Wasserfahrzeug erforderlich, die Flossenstabilisatoren z. B. mittels weiterer hydraulischer Aktoren aktiv und mit hinreichender Geschwindigkeit bei konstantem Anstellwinkel durch das Wasser hin- und herzuschwenken, um die zur Abschwächung der unerwünschten Rollbewegungen des Rumpfes des Wasserfahrzeugs notwendigen hydrodynamischen Kräfte aufzubauen. Eine weitere Möglichkeit besteht beispielsweise darin, den Anstellwinkel der Stabilisierungsfläche bei konstantem Schwenkwinkel schnell zu verändern, um durch die solchermaßen erzeugte Paddelbewegung die zur Stabilisierung des Rumpfes erforderlichen Kräfte aufzubauen.
Eine geringfügige Veränderung des Anstellwinkels ist lediglich in den beiden Lagen der Schwenkbewegung der Flossenstabilisatoren vorgesehen, woraus sich hinsichtlich der Effizienz der bekannten aktiven Stabilisierungsvorrichtungen erhebliche Einschränkungen ergeben.

[0004] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine aktive Stabilisierungsvorrichtung zur Dämpfung von insbesondere Rollbewegungen eines Wasserfahrzeugs anzugeben, die bei verkleinerten Stabilisierungsflächen eine erhöhte Dämpfungswirkung ermöglicht. Darüber hinaus ist eine Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Stabilisierungsvorrichtung anzugeben.

[0005] Die eingangs genannte Aufgabe wird zunächst durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst, wonach die Stabilisierungsfläche mittels der Positioniereinrichtung um eine Schwenkachse um einen Schwenkwinkel verschwenkbar und zugleich um eine Drehachse verdrehbar ist.
Aufgrund der Überlagerung bzw. der zeitgleichen Ausführung von Schwenk- und Drehbewegungen der mindestens einen Stabilisierungsvorrichtung sind komplexe räumliche, um eine Dreh- und Schwenkachse erfolgende Bewegungsmuster der Stabilisierungsfläche unter Wasser realisierbar, woraus eine effektivere Dämpfung von insbesondere Rollbewegungen des Wasserfahrzeugs bei einer zugleich signifikant verkleinerten Stabilisierungsfläche resultiert. Weiterhin ergibt sich eine gesteigerte Effektivität der Stabilisierungsvorrichtung bei einer Geschwindigkeit von etwa Null Knoten oder einer kleinen Geschwindigkeit des Wasserfahrzeugs von bis zu 4 Knoten. Aufgrund der verminderten Größe der Stabilisierungsfläche ergibt sich ein verminderter Einbauraumbedarf der Stabilisierungsvorrichtung in einem Rumpf eines Wasserfahrzeugs.
Die Positioniereinrichtung kann die Stabilisierungsfläche mittels des Abtriebszapfens beispielsweise um bis zu $\pm 60°$ bzw. 120° um die Drehachse, jeweils bezogen auf die Horizontale oder die idealisierte Wasserlinie, verdrehen. Ein maximaler Schwenkwinkel des Abtriebszapfens um die Schwenkachse liegt ausgehend von einer Rumpflängsachse exemplarisch zwischen 0° und ca. 160°. Bezogen auf eine Querachse des Rumpfes des Wasserfahrzeugs kann sich der Schwenkwinkel der Stabilisierungsfläche bei in Betrieb befindlicher Stabilisierungsvorrichtung auf bis zu $\pm 60°$ bzw. 120° belaufen, um einen Rumpfkontakt zu vermeiden. Optional ist es möglich, die Drehachse der Stabilisierungsfläche unter einem Winkel α zwischen 5° und 30° an den Abtriebszapfen abgewinkelt anzubinden. Bei fehlender Krängung des Rumpfes des Schiffs verläuft eine Hochachse (Gier-

achse) im Wesentlichen parallel zur Gewichtskraft bzw. zur Schwerkraft. Die Schwenkachse der Stabilisierungsfläche kann hierbei unter einem Winkel zwischen 0° bis zu einschließlich 45° oder mehr in Bezug zur Hochachse verlaufen.

[0006] Bevorzugt ist die Stabilisierungsfläche um einen Anstellwinkel von bis zu ±60° um die Drehachse verdrehbar.

Hierdurch ergibt sich ein nicht zu hoher Strömungswiderstand beim Verschwenken der Stabilisierungsfläche durch das Wasser.

[0007] Im Fall einer Weiterbildung ist ein Krümmungsradius der Anströmkante der Stabilisierungsfläche zur Schaffung einer Anströmnase größer als ein Krümmungsradius der Abströmkante. Infolgedessen ist eine strömungstechnisch günstige Querschnittsgeometrie der Stabilisierungsfläche gegeben.

[0008] Vorzugsweise ist im Bereich der Wurzel der Stabilisierungsfläche anströmkantenseitig eine erste Aussparung und/oder abströmkantenseitig eine zweite Aussparung innerhalb der Stabilisierungsfläche vorgesehen.

Hierdurch wird beim Verschwenken der Stabilisierungsfläche ein mechanischer Kontakt mit dem Rumpf vermieden und zugleich der Schwenkbereich der Stabilisierungsfläche vergrößert.

[0009] Bei einer technisch vorteilhaften Ausgestaltung ist im Bereich des Abtriebszapfens ein sich nicht mitverdrehender strömungskantenseitiger Anströmkörper angeordnet, der sich in Abhängigkeit von dem Schwenkwinkel zumindest teilweise außerhalb des Rumpfes befindet. Durch den als Spoiler fungierenden Anströmkörper können die hydrodynamischen Strömungseigenschaften im Bereich des Abtriebszapfens optimiert werden.

[0010] Im Fall einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der strömungskantenseitige Anströmkörper im Wesentlichen parallel zur Rumpflängsachse orientiert.

Aufgrund des fehlenden Anstellwinkels bzw. eines Anstellwinkels von 0° oder eines nur geringen Anstellwinkels des Anströmkörpers ist keine nennenswerte Widerstandserhöhung beim Verschwenken der Stabilisierungsfläche gegeben.

[0011] Bei einer günstigen Weiterbildung korrespondiert eine Querschnittsgeometrie des strömungskantenseitigen Anströmkörpers im Wesentlichen mit einer Querschnittsgeometrie der Stabilisierungsfläche im Bereich der rumpfnahen Anströmkante.

Hierdurch können Turbulenzen in einer Grenzzone zwischen Anströmkörper und Stabilisierungsfläche minimiert werden.

[0012] Vorzugsweise weist der Rumpf des Wasserfahrzeugs mindestens eine Aufnahmetasche zur bevorzugt vollständigen Aufnahme jeweils einer zugeordneten Stabilisierungsfläche auf. Infolgedessen lässt sich die mindestens eine Stabilisierungsfläche bei Nichtgebrauch der Stabilisierungsvorrichtung im Idealfall vollständig in der zugeordneten Aufnahmetasche zur Minimierung des Strömungswiderstands des Rumpfes unterbringen. Die Aufnahmetasche kann ein größeres Volumen als das zur vollständigen Aufnahme der Stabilisierungsfläche notwendige Volumen aufweisen.

[0013] Darüber hinaus wird die eingangs genannte Aufgabe durch ein Verfahren mit den folgenden kennzeichnenden Schritten gelöst:

a) periodisches Verschwenken der mindestens einen Stabilisierungsfläche um eine Schwenkachse um einen Schwenkwinkel, und

b) dem Verschwenken der mindestens einen Stabilisierungsfläche überlagertes Verdrehen der Stabilisierungsfläche um eine Drehachse, derart dass von der sich unter Wasser bewegenden Stabilisierungsfläche hervorgerufene hydromechanische Kräfte eine effektive Dämpfung der Rollbewegungen des Wasserfahrzeugs bewirken.

Infolgedessen ist eine ausgezeichnete Stabilisierungswirkung gegenüber Rollbewegungen des Wasserfahrzeugs bei einer zugleich erheblich verringerten Größe der Stabilisierungsfläche möglich.

[0014] Bei einer Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Schwenkwinkel der mindestens einen Stabilisierungsfläche bei aktivierter Stabilisierungsvorrichtung um die Schwenkachse zwischen 30° und 150° liegt.

Hierdurch lassen sich bei sich nicht oder nur langsam durch das Wasser bewegendem Wasserfahrzeug hinreichend hohe hydromechanische, insbesondere hydrodynamische, Kräfte zur Rolldämpfung des Wasserfahrzeugs aufbauen. Größere Schwenkwinkel der Stabilisierungsfläche können zu einer Kollision mit dem Rumpf führen und haben geringere hydromechanische Kräfte zur Folge.

[0015] Vorzugsweise wird die Stabilisierungsfläche um die Drehachse um einen Anstellwinkel von bis zu ±60° verdreht.

Infolgedessen ist eine geeignete Begrenzung des Strömungswiderstands der sich unter Wasser bewegenden Stabilisierungsfläche im aktiven Zustand der Stabilisierungsvorrichtung möglich.

[0016] Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von schematischen Figuren näher erläutert.

[0017] Es zeigt

Figur 1 eine schematisierte Draufsicht auf eine verschwenkbare Stabilisierungsfläche einer Stabilisierungsvorrichtung in einer mittleren Lage,

Figur 1a eine vereinfachte Querschnittsdarstellung der Stabilisierungsfläche mit geneigter Schwenkachse,

Figur 2 eine Draufsicht auf die Stabilisierungsfläche

in einer Ruhelage,

Figur 3 eine Draufsicht auf die Stabilisierungsfläche in einer hinteren Lage,

Figur 4 eine perspektivische Ansicht der Stabilisierungsfläche in der mittleren Lage gemäß der Fig. 1 mit einem negativen Anstellwinkel, und

Figur 5 eine perspektivische Ansicht der Stabilisierungsfläche in der hinteren Lage von Fig. 3 mit einem positiven Anstellwinkel.

[0018] Die **Figur 1** zeigt eine stark schematisierte Draufsicht auf eine verschwenkbare Stabilisierungsfläche einer Stabilisierungsvorrichtung in einer mittleren Lage.

Eine aktive Stabilisierungsvorrichtung 10 eines nicht näher dargestellten Schiffs 12 mit einem Rumpf 14 verfügt unter anderem über eine näherungsweise viereckige, flossenartige Stabilisierungsfläche 16, die mittels einer hydraulischen Positioniereinrichtung 18 mit einem Abtriebszapfen 20 erforderlichenfalls zugleich um eine Schwenkachse S verschwenkbar und um eine Drehachse D verdrehbar ist. Die Stabilisierungsfläche 16 ist hierbei im Bereich ihrer Wurzel 22 mit dem Abtriebszapfen 20 verbunden.

Eine bevorzugte Fahrtrichtung des Schiffs 12 durch das Wasser 26 ist mit dem Pfeil 24 angedeutet. Eine optionale Geschwindigkeit v des Schiffs 12, das sich bei in Betrieb befindlicher Stabilisierungsvorrichtung 10 im Wesentlichen nicht durch das Wasser 26 bewegt, ist im Verhältnis zur normalen Fahrt- oder Marschgeschwindigkeit des Schiffs klein oder sogar im Bereich von Null, was im Kontext dieser Beschreibung gleichbedeutend mit einer Geschwindigkeit v des Schiffs von höchstens 6 km/h ist. Der Rumpf 14 des Schiffs 12 ist im Allgemeinen spiegelsymmetrisch zu einer Rumpflängsachse 30 ausgebildet, das heißt der Rumpf 14 des Schiffs 12 verfügt bevorzugt ergänzend zu der hier illustrierten backbordseitigen Stabilisierungsvorrichtung 10 über eine weitere, spiegelsymmetrisch zu der Stabilisierungsvorrichtung 10 aufgebaute, jedoch zeichnerisch nicht dargestellte steuerbordseitige Stabilisierungsvorrichtung. Der Begriff "steuerbordseitig" bedeutet hierbei in Fahrtrichtung des Schiffs 12 rechts, während "backbordseitig" in Fahrtrichtung des Schiffs 12 links definiert. Zumindest die Stabilisierungsfläche 16 der Stabilisierungsvorrichtung 10 befindet sich im normalen Betriebszustand des Schiffs 12 stets vollständig unter Wasser 26.

Ein rechtwinkliges Koordinatensystem 32 des Rumpfes 14 verfügt über eine in Fahrtrichtung des Schiffs 12 weisende sowie parallel zur Rumpflängsachse 30 verlaufende x-Achse und eine rechtwinklig zu dieser verlaufende y-Achse bzw. Querachse 34. Eine Hochachse H verläuft durch den Schnittpunkt der x-Achse und der y-Achse des rechtwinkligen Koordinatensystems 32 sowie jeweils senkrecht zur x-Achse und y-Achse. Bei fehlender Krängung des Rumpfes 14 ist die Hochachse H (Gierachse) parallel zur Gewichtskraft FG ausgerichtet. Die Schwenkachse S fällt hier lediglich beispielhaft mit der Hochachse H des Koordinatensystems 32 zusammen, so dass die Stabilisierungsfläche 16 praktisch horizontal vom Rumpf 14 absteht. Abweichend hiervon kann die Schwenkachse S in Relation zur Hochachse H des Koordinatensystems 32 um einen Winkel von mehr als 0° und hierbei bis zu 45° geneigt angeordnet sein (vgl. Figur 1a). Die Schwenkbewegungen der Stabilisierungsfläche 16 erfolgen um die Schwenkachse S, während die den Schwenkbewegungen überlagerten Drehbewegungen bzw. die Veränderungen eines Anstellwinkels γ der Stabilisierungsfläche 16 um die Drehachse D erfolgen. Die Drehachse D der Stabilisierungsfläche 16 fällt lediglich in der hier illustrierten Mittelstellung mit der y-Achse des Koordinatensystems 32 zusammen.

Die Drehachse D verläuft parallel in Bezug zu einer Anströmkante 40 und einer Abströmkante 42 der Stabilisierungsfläche 16. Abweichend hiervon ist auch ein nicht paralleler Verlauf der Drehachse D in Relation zur Anströmkante 40 und/oder zur Abströmkante 42 der Stabilisierungsfläche 16 möglich und im Einzelfall technisch vorteilhaft. Zur Schaffung einer Anströmnase 44 mit einer geeigneten, strömungstechnisch optimalen Profilierung ist ein Krümmungsradius R1 der Anströmkante 40 signifikant größer als ein Krümmungsradius R_2 der Abströmkante 42 bemessen.

Abweichend von der hier gezeigten geradlinigen Anordnung von Stabilisierungsfläche 16 und Abtriebszapfen 20 der Positioniereinrichtung 18 kann die Stabilisierungsfläche 16 auch unter einem nicht dargestellten Winkel α von zum Beispiel $\pm 15°$ oder mehr an den Abtriebszapfen 20 angebunden sein.

Mittels der Positioniereinrichtung 18 lässt sich die Stabilisierungsfläche 16 in die hier illustrierte mittlere Lage 48 verschwenken, in der der Schwenkwinkel β etwa 90° beträgt, so dass die Stabilisierungsfläche 16 praktisch rechtwinklig vom Rumpf 14 des Schiffs 12 absteht. Zugleich kann die Stabilisierungsfläche 16 um ihre Drehachse D um einen Anstellwinkel γ in einem Bereich von etwa $\pm 60°$ verdreht werden.

Erfindungsgemäß wird die Stabilisierungsfläche 16 bei aktivierter Stabilisierungsvorrichtung 10 bezogen auf die hier dargestellte mittlere Lage 48 und einer nicht zu hohen Geschwindigkeit bevorzugt periodisch um einen (relativen) Schwenkwinkel β in einem Winkelbereich von bis zu $\pm 60°$ um die Schwenkachse S verschwenkt und zeitgleich um die Drehachse D um den Anstellwinkel γ in einem Winkelintervall von gleichfalls bis zu $\pm$ 60° bezogen auf die Horizontale in Form der xy-Ebene des Koordinatensystems 32 bzw. einer nicht näher dargestellten Wasserlinie des Rumpfes 14 des Schiffs 12 rotiert. Bezogen auf die vollständig in die Aufnahmetasche 50 eingeklappte Ruhestellung der Stabilisierungsfläche 16 liegt der (absolute) Winkel β zwischen 30° und 150° (vgl. insb. Fig. 2). Die Ansteuerung der Positioniervorrichtung

18 erfolgt hierbei mit Hilfe einer nicht dargestellten leistungsfähigen Steuer- und/oder Regeleinrichtung unter Berücksichtigung von Messwerten eines komplexen Sensorsystems zur Erfassung von insbesondere Roll-, Nick- und Gierbewegungen sowie der Geschwindigkeit v des Schiffs 12 im Wasser 26 in Echtzeit. Infolgedessen ist eine besonders effiziente und wirkungsvolle Bedämpfung von unerwünschten Rollbewegungen des Schiffs 12 um die Rumpflängsachse 30 möglich. Bei diesem Prozess werden von der Stabilisierungsfläche 16 hervorgerufene hydromechanische Kräfte genutzt, wobei die Dreh- und Schwenkbewegungen der Stabilisierungsfläche 16 zeitlich alternativ, nacheinander oder zeitlich aufeinander abgestimmt zur Anwendung kommen können. Somit ist die Stabilisierungsvorrichtung 10 grundsätzlich bei einer Geschwindigkeit v von Null und bei einer Geschwindigkeit v des Schiffs 12 größer als Null anwendbar. Die Schwenkbewegung der Stabilisierungsfläche 16 um den Schwenkwinkel β sowie die Drehbewegung der Stabilisierungsfläche 16 um die Drehachse D sind hierbei zeitlich auf geeignete Art und Weise einander überlagert. In der Aufnahmetasche 50 des Rumpfes 14 ist die Stabilisierungsfläche 16 zur Reduzierung des Strömungswiderstands des Rumpfes 14 und der Vermeidung von Turbulenzen im Idealfall vollständig aufnehmbar, wobei ein Schwenkwinkel β zwischen der Drehachse D und der Rumpflängsachse 30 etwa 0° ist (vgl. insb. Fig. 2).

Die Stabilisierungsfläche 16 verfügt ferner im Bereich der Wurzel 22 anströmkantenseitig über eine erste viereckige Aussparung 54 und abströmkantenseitig über eine zweite viereckige Aussparung 56. Durch die beiden Aussparungen 54, 56 wird unter anderem eine Kollision der Stabilisierungsfläche 16 mit dem Rumpf 14 des Schiffes 12 beim Verschwenken der Stabilisierungsfläche 16 vermieden.

Darüber hinaus kann zumindest im Bereich der ersten Aussparung 54 der Stabilisierungsfläche 16 - wie hier zeichnerisch mit einer punktierten schwarzen Linie angedeutet - ein strömungskantenseitiger, erster Anströmkörper 60 vorgesehen sein. Der erste Anströmkörper 60 befindet sich in Abhängigkeit von dem Schwenkwinkel β jeweils unterschiedlich weit außerhalb des Rumpfes 14 des Schiffes 12.

[0019] Darüber hinaus ist der Anströmkörper 60 im Wesentlichen parallel zur Rumpflängsachse 30 orientiert, das heißt der Anströmkörper 60 vollzieht die mittels der Positioniereinrichtung 18 bewirkten Drehbewegungen der Stabilisierungsfläche 16 um die Drehachse D im Wesentlichen nicht oder zumindest nicht vollständig mit. Eine Querschnittsgeometrie des Anströmkörpers 60 korrespondiert zur Minimierung von unerwünschten Turbulenzen ferner vorzugsweise mit der Querschnittsgeometrie der Anströmkante 40 im Bereich der Wurzel 22 der Stabilisierungsfläche 16. Der Anströmkörper 60 dient vorrangig zur Optimierung der hydrodynamischen Eigenschaften der Stabilisierungsfläche 16 im weiter ausgeschwenkten Zustand. Ergänzend kann auch im Bereich der zweiten Aussparung 56 der Stabilisierungsfläche 16 zumindest bereichsweise ein abströmkantenseitiger, zweiter Anströmkörper 62 vorgesehen sein.

Der erste Anströmkörper 60 schließt im Idealfall möglichst spaltfrei an eine erste rumpfseitige Schmalseite 64 der Stabilisierungsfläche 16 und der optionale zweite Anströmkörper 62 schließt gleichfalls im Idealfall zwischenraumfrei an eine zweite rumpfseitige Schmalseite 66 der Stabilisierungsfläche 16 an.

[0020] Die **Figur 1a** zeigt eine vereinfachte Querschnittsdarstellung der Stabilisierungsfläche mit geneigter Schwenkachse.

Das Koordinatensystem 32 umfasst die y-Achse bzw. die Querachse 34, die parallel zur Rumpflängsachse verlaufende x-Achse und die Hochachse H. Die Hochachse H verläuft bei fehlender Krängung des Rumpfes 14 des Schiffs 12 näherungsweise parallel zur Gewichtskraft FG. Die Stabilisierungsvorrichtung 10 mit der hydraulischen Positioniervorrichtung 18 ist in der Aufnahmetasche 50 des Rumpfes 14 des Schiffs 12 angeordnet. An dem Abtriebszapfen 20 der Positioniereinrichtung 18 ist die Stabilisierungsfläche 16 befestigt. Die unter Wasser 26 befindliche Stabilisierungsfläche 16 ist mittels der Positioniereinrichtung 18 zugleich um die Schwenkachse S verschwenkbar und um die Drehachse D verdrehbar. Im Unterschied zur Darstellung von **Figur 1** ist die Schwenkachse S hier lediglich beispielhaft um einen Neigungswinkel δ von 45° geneigt in Relation zur Hochachse H angeordnet.

[0021] Die **Figur 2** illustriert eine Draufsicht auf die Stabilisierungsfläche in einer Ruhelage.

In einer hier gezeigten so genannten Ruhelage 68 ist die Stabilisierungsfläche 16 der Stabilisierungsvorrichtung 10 mittels der Positioniereinrichtung 18 nahezu vollständig in der Aufnahmetasche 50 des Rumpfes 14 des Schiffs 12 aufgenommen bzw. in diese eingeschwenkt.

[0022] Der Schwenkwinkel β der Stabilisierungsfläche um die Schwenkachse S des Koordinatensystems 32 ist somit näherungsweise 0°, so dass die Drehachse D der Stabilisierungsfläche 16 und die x-Achse des Koordinatensystems 32 zusammenfallen.

[0023] Die **Figur 3** zeigt eine Draufsicht auf die Stabilisierungsfläche in einer hinteren Lage.

In einer hier grafisch veranschaulichten, so genannten hinteren (heckseitigen) Lage 70 hat die Stabilisierungsfläche 16 der Stabilisierungsvorrichtung 10 durch entsprechendes Verfahren der Positioniereinrichtung 18 einen Schwenkwinkel β von etwa 135° in Bezug zu der x-Achse des Koordinatensystems 32 und der Drehachse D eingenommen. Die zweite rumpfseitige Schmalseite 66 der Stabilisierungsfläche 16 berührt in dieser Position nahezu den Rumpf 14 des Schiffs 12, sodass ein weiteres Verschwenken der Stabilisierungsfläche 16 in diese Richtung nicht mehr angezeigt ist. Durch den mit einer punktierten schwarzen Linie angedeuteten ersten Anströmkörper 60 wird eine direkte Anströmung der ersten rumpfseitigen Schmalseite 64 der Stabilisierungsfläche 16 sowie Teilen des Antriebszapfens 20 durch das Wasser 26 vermieden und somit der Strömungswiderstand

der Stabilisierungsvorrichtung 10 verringert. Bei aktivierter Stabilisierungsvorrichtung 10 zur Dämpfung von unerwünschten Rollbewegungen des Rumpfes 14 des Schiffs 12 um die Rumpflängsachse 30, kann die Stabilisierungsfläche 16 beispielsweise periodisch zwischen der mit einer schwarzen durchgezogenen Linie symbolisierten hinteren Lage 70 und einer- mit einer gestrichelten Umrissdarstellung der Stabilisierungsfläche 16 veranschaulichten - vorderen (bugseitigen) Lage 72 periodisch hin- und herschwenken, wobei die Stabilisierungsvorrichtung 10 zugleich zur Variation des Anstellwinkels der Stabilisierungsfläche 16 im Wasser 26 überlagerte Drehbewegungen um die Drehachse D vollzieht.

Die hier lediglich exemplarisch dargestellte Schwenkbewegung der Stabilisierungsfläche 16 der Stabilisierungsvorrichtung 10 entspricht isoliert betrachtet im Wesentlichen einem Schwenkwinkel β von $\pm 45°$ in Bezug zu der y-Achse des Koordinatensystems 32 (Querachse) bzw. der Mittelstellung der Stabilisierungsfläche 16 von Fig 2. Grundsätzlich sind Schwenkwinkel β von bis zu $\pm 60°$ in Bezug zur y-Achse des Koordinatensystems 32 bzw. der Mittelstellung der Stabilisierungsfläche 16 mithilfe der Positioniereinrichtung 18 möglich.

[0024] Die **Figur 4** zeigt eine perspektivische Ansicht der Stabilisierungsfläche in der mittleren Lage gemäß der Fig. 1 mit einem negativen Anstellwinkel.

[0025] Der Rumpf 14 des Schiffs 12 mit der Rumpflängsachse 30 bewegt sich wiederum mit der Geschwindigkeit v durch das umgebende Wasser 26. Die Stabilisierungsfläche 16 der Stabilisierungsvorrichtung 10 ist mittels der Positioniereinrichtung 18 aus der Aufnahmetasche 50 des Rumpfes 14 in die mittlere Lage ausgeschwenkt (vgl. insb. Fig. 1), so dass der hier nicht eingezeichnete Schwenkwinkel der Stabilisierungsfläche 16 um die Schwenkachse S bei etwa 90° liegt.

Der Radius R_1 der Anströmkante 40 ist zur Ausbildung der abschnittsweise tropfenförmigen Anströmnase 44 deutlich größer bemessen als der Radius R_2 der Abströmkante 42 der Stabilisierungsfläche 16. Die Drehachse D verläuft annähernd parallel zwischen der Anströmkante 40 und der Abströmkante 42. Eine Horizontale 80 bzw. eine Waagerechte verläuft parallel zu der Rumpflängsachse 30 des Rumpfes 14 des Schiffs 12 bzw. näherungsweise parallel zur nicht dargestellten Wasserlinie des Schiffs 12 oder der Wasseroberfläche bzw. der xy-Ebene des Koordinatensystems 32 der Figuren 1 bis 3. Die Drehachse D verläuft erneut parallel zu der Anströmkante 40 und der Abströmkante 42 der Stabilisierungsfläche 16 und definiert eine Mittenebene 82 der Stabilisierungsfläche 16.

In der illustrierten Position der Stabilisierungsfläche 16 ist diese um einen negativen Anstellwinkel $-\gamma$ bzw. im Gegenuhrzeigersinn um die Drehachse D herum verdreht, so dass auf die Stabilisierungsfläche 16 unter anderem eine hydromechanische Kraft F_H einwirkt, die im Wesentlichen entgegengesetzt zu der Schwenkachse S bzw. in der Richtung der Gewichtskraft FG orientiert ist. Die hydromechanische Kraft F_H erzeugt ein entsprechendes Drehmoment um die Rumpflängsachse 30 zur möglichst weitgehenden Kompensation von Rollbewegungen des Rumpfes 14 des Schiffs 12 mit Hilfe der Stabilisierungsfläche 16. Der Anstellwinkel $-\gamma$ besteht im Ergebnis zwischen der Mittenebenen 82 der Stabilisierungsfläche 16 und der Horizontalen 80.

Der Anströmkörper 60 befindet sich nahezu vollständig innerhalb der Aufnahmetasche 50 und ist im Wesentlichen parallel zur Rumpflängsachse 30 orientiert, das heißt der Anströmkörper 60 vollzieht die Drehbewegungen der Stabilisierungsfläche 16 um die Drehachse D bis zum Erreichen des Anstellwinkels $-\gamma$ im Wesentlichen nicht mit.

[0026] Die **Figur 5** illustriert eine perspektivische Ansicht der Stabilisierungsfläche in der hinteren Lage von Fig. 3 mit einem positiven Anstellwinkel.

Das Schiff 12 mit der in den Rumpf 14 integrierten Stabilisierungsvorrichtung 10 bewegt sich wiederum mit der Geschwindigkeit v in Richtung des Pfeils 24 durch das umgebende Wasser 26. Die Stabilisierungsfläche 16 ist soweit um die Schwenkachse S um den hier gleichfalls nicht eingezeichneten Schwenkwinkel verschwenkt, dass sie die ohne einen direkten mechanischen Kontakt mit dem Rumpf 14 maximal mögliche, hintere Lage von Fig. 3 eingenommen hat.

Eine Querschnittsgeometrie 84 des ersten Anströmkörpers 60 korrespondiert zumindest in einer Übergangszone 86 zur Stabilisierungsfläche 16 mit einer Querschnittsgeometrie 88 der Stabilisierungsfläche 16 in diesem Bereich. Infolgedessen lässt sich der Strömungswiderstand der Stabilisierungsfläche 16 im Wasser 26 zumindest bei einem Anstellwinkel γ der Stabilisierungsfläche 16 in der Nähe von 0°, das heißt bei im Wesentlichen horizontal ausgerichteter Stabilisierungsfläche 16, signifikant verringern.

Der Anströmkörper 60 ist hier nahezu vollständig aus der Aufnahmetasche 50 des Rumpfes 14 heraus geschwenkt, wobei der Anströmkörper 60 unverändert zur Rumpflängsachse 30 orientiert ist.

Im Gegensatz zur Darstellung von Fig. 4 ist die Stabilisierungsfläche 16 hier um einen positiven Anstellwinkel von $+\gamma$ um die Drehachse D bzw. im Uhrzeigersinn verdreht, das heißt zwischen der Mittenebene 82 der Stabilisierungsfläche 16 und der Horizontalen 80 besteht der Anstellwinkel $+\gamma$. Aufgrund des nunmehr positiven Anstellwinkels $+\gamma$ wirkt auf die Stabilisierungsfläche 16 unter anderem eine in Richtung der Schwenkachse S bzw. entgegen der Gewichtskraft FG gerichtete hydromechanische Kraft F_H. Die hydromechanische Kraft F_H führt zu einem entsprechenden (Kipp-)Drehmoment um die Rumpflängsachse 30 des Schiffs 12, das zur möglichst weitgehenden Kompensation der unerwünschten Rollbewegungen des Rumpfes 14 des Schiffs 12 um die Rumpflängsachse 30 dient.

Mittels der Positioniereinrichtung 18 sind hierbei Anstellwinkel γ der Stabilisierungsfläche 16 in einem Bereich von bis $\pm 60°$ und zeitgleich überlagerte Schwenkwinkel um die Schwenkachse S in einem Bereich von ebenfalls

bis zu ±60° darstellbar.

[0027] Das Verfahren zum Betrieb der Stabilisierungsvorrichtung 10 soll im weiteren Fortgang der Beschreibung beispielhaft anhand der Figuren 1 bis 5 erläutert werden, wobei davon ausgegangen wird, dass die Geschwindigkeit v des Schiffs 12 durch das Wasser 26 im Wesentlichen gleich Null ist bzw. einen kleinen Wert von bis zu 6 km/h hat.

Verfahrensgemäß wird die mindestens eine Stabilisierungsfläche 16 zum Beispiel ausgehend von der mittleren Lage 48 nach Figur 1 periodisch um die bei fehlender Krängung des Rumpfes 14 des Schiffs 12 im Wesentlichen parallel zur Gewichtskraft FG bzw. der Schwerkraft verlaufende Schwenkachse S um den Schwenkwinkel β verschwenkt. Dieser Schwenkbewegung wird eine Verdrehbewegung der Stabilisierungsfläche 16 um die parallel zu der Anströmkante 40 und/oder der Abströmkante 42 der Stabilisierungsfläche 16 verlaufende Drehachse D um den Anstellwinkel γ von bis zu ±60° überlagert, derart dass von der sich stets unter Wasser 26 bewegenden Stabilisierungsfläche 16 hervorgerufene hydrodynamische Kräfte F_H eine effektive Dämpfung der Rollbewegungen des Wasserfahrzeugs bewirken.

Bezugszeichenliste

[0028]

10 Stabilisierungsvorrichtung
12 Schiff
14 Rumpf
16 Stabilisierungsfläche
18 Positioniereinrichtung
20 Abtriebszapfen
22 Wurzel
24 Pfeil
26 Wasser

30 Rumpflängsachse
32 Koordinatensystem
34 Querachse

40 Anströmkante
42 Abströmkante
44 Anströmnase

48 mittlere Lage
50 Aufnahmetasche (Rumpf)

54 erste Aussparung
56 zweite Aussparung

60 erster Anströmkörper
62 zweiter Anströmkörper
64 erste rumpfseitige Schmalseite
66 zweite rumpfseitige Schmalseite
68 Ruhelage
70 hintere Lage (Stabilisierungsfläche)
72 vordere Lage (Stabilisierungsfläche)

80 Horizontale
82 Mittenebene (Stabilisierungsfläche)
84 Querschnittsgeometrie (erster Anströmkörper)
86 Übergangszone
88 Querschnittsgeometrie (Stabilisierungsfläche)

β relativer, absoluter Schwenkwinkel (Stabilisierungsfläche)
γ Anstellwinkel (Stabilisierungsfläche)
δ Neigungswinkel (Schwenkachse)

F_G Gewichtskraft
F_H hydromechanische Kraft

H Hochachse
D Drehachse
S Schwenkachse

v Geschwindigkeit

R_1 Krümmungsradius Anströmkante (Stabilisierungsfläche)
R_2 Krümmungsradius Abströmkante (Stabilisierungsfläche)

Patentansprüche

1. Aktive Stabilisierungsvorrichtung (10) zur vorrangigen Dämpfung von Rollbewegungen eines Wasserfahrzeugs, insbesondere eines Schiffs (12), mit mindestens einer Positioniereinrichtung (18) mit einem Abtriebszapfen (20) und mit einer an dem Abtriebszapfen (20) im Bereich ihrer Wurzel (22) befestigten Stabilisierungsfläche (16), wobei die Stabilisierungsfläche (16) eine Anströmkante (40) und eine Abströmkante (42) aufweist und die Stabilisierungsfläche (16) unter Wasser (26) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stabilisierungsfläche (16) mittels der Positioniereinrichtung (18) um eine Schwenkachse (S) um einen Schwenkwinkel (β) verschwenkbar und zugleich um eine Drehachse (D) verdrehbar ist.

2. Stabilisierungsvorrichtung (10) nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stabilisierungsfläche (16) um einen Anstellwinkel (γ) von bis zu ±60° um die Drehachse (D) verdrehbar ist.

3. Stabilisierungsvorrichtung (10) nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Krümmungsradius (R_1) der Anströmkante (40) der Stabilisierungsfläche (16) zur Schaffung einer Anströmnase (44) größer als ein Krümmungsradius (R_2) der Abströmkante (42) ist.

4. Stabilisierungsvorrichtung (10) nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der Wurzel (22) der Stabilisierungsfläche (16) anströmkantenseitig eine erste Aussparung (54) und/oder abströmkantenseitig eine zweite Aussparung (56) innerhalb der Stabilisierungsfläche (16) vorgesehen ist.

5. Stabilisierungsvorrichtung (10) nach Patentanspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des Abtriebszapfens (20) ein sich nicht mitverdrehender strömungskantenseitiger Anströmkörper (60) angeordnet ist, der sich in Abhängigkeit von dem Schwenkwinkel (β) zumindest teilweise außerhalb des Rumpfes (14) befindet.

6. Stabilisierungsvorrichtung (10) nach Patentanspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der strömungskantenseitige Anströmkörper (60) im Wesentlichen parallel zur Rumpflängsachse (30) orientiert ist.

7. Stabilisierungsvorrichtung (10) nach einem der Patentansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Querschnittsgeometrie (84) des strömungskantenseitigen Anströmkörpers (60) im Wesentlichen mit einer Querschnittsgeometrie (88) der Stabilisierungsfläche (16) im Bereich der rumpfnahen Anströmkante (40) korrespondiert.

8. Stabilisierungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rumpf (14) des Wasserfahrzeugs mindestens eine Aufnahmetasche (50) zur bevorzugt vollständigen Aufnahme jeweils einer zugeordneten Stabilisierungsfläche (16) aufweist.

9. Verfahren zum Betrieb einer aktiven Stabilisierungsvorrichtung (10), insbesondere nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, zur vorrangigen Dämpfung von Rollbewegungen eines sich im Wesentlichen nicht durch das Wasser fortbewegenden Wasserfahrzeugs, insbesondere eines Schiffs (12), **umfassend die folgenden Schritte:**

   a) periodisches Verschwenken der mindestens einen Stabilisierungsfläche (16) um eine Schwenkachse (S) um einen Schwenkwinkel (β), und
   b) dem Verschwenken der mindestens einen Stabilisierungsfläche (16) überlagertes Verdrehen der Stabilisierungsfläche (16) um eine Drehachse (D), derart dass von der sich unter Wasser (26) bewegenden Stabilisierungsfläche (16) hervorgerufene hydromechanische Kräfte (F_H) eine effektive Dämpfung der Rollbewegungen des Wasserfahrzeugs bewirken.

10. Verfahren nach Patentanspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwenkwinkel (β) der mindestens einen Stabilisierungsfläche (16) bei aktivierter Stabilisierungsvorrichtung (10) um die Schwenkachse (S) zwischen 30° und 150° liegt.

11. Verfahren nach Patentanspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stabilisierungsfläche (16) um die Drehachse (D) um einen Anstellwinkel (γ) von bis zu $\pm$60° verdreht wird.

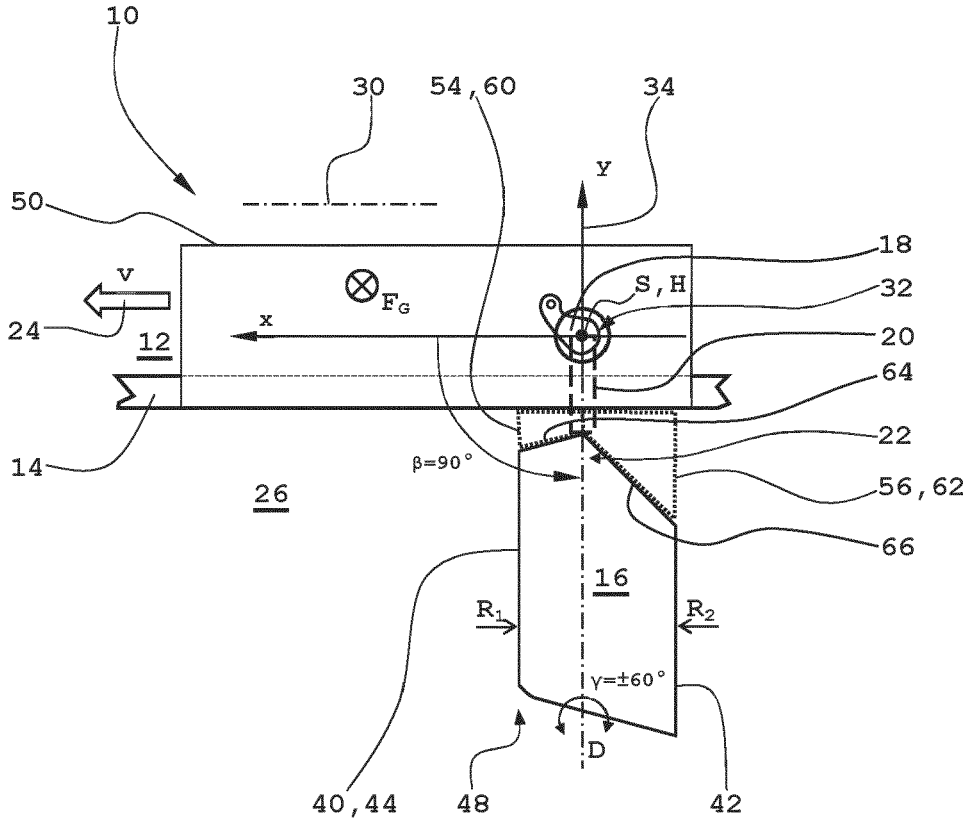
10
30
54,60
34
y
50
18
v
S,H
32
F_G
24
x
12
20
64
14
22
β=90°
56,62
26
66
16
R_1
R_2
γ=±60°
D
40,44
48
42

Fig. 1

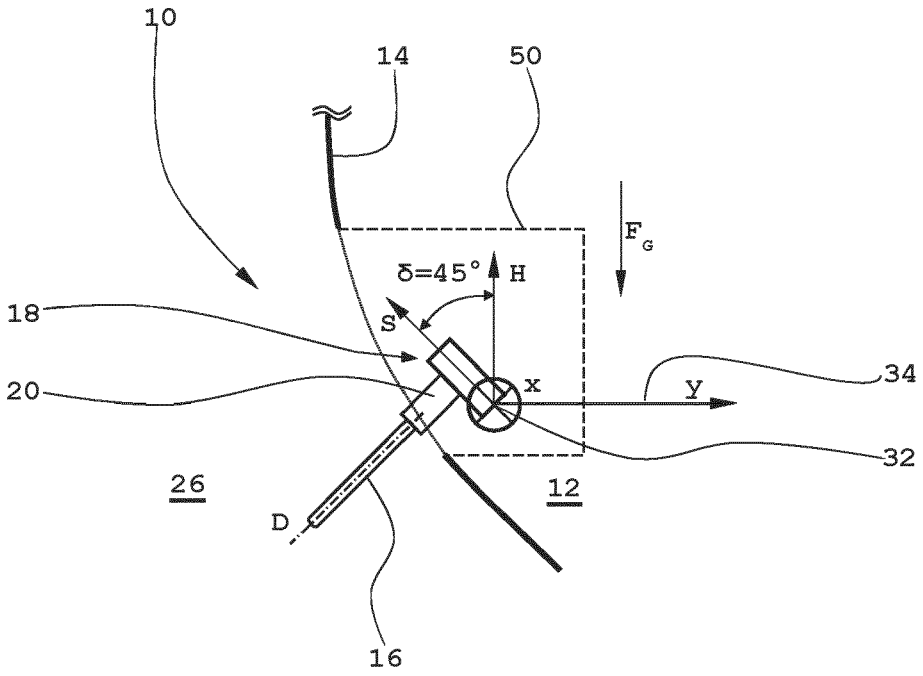
10
14
50
F_G
δ=45°
H
18
S
34
20
x
y
32
26
12
D
16

Fig. 1a

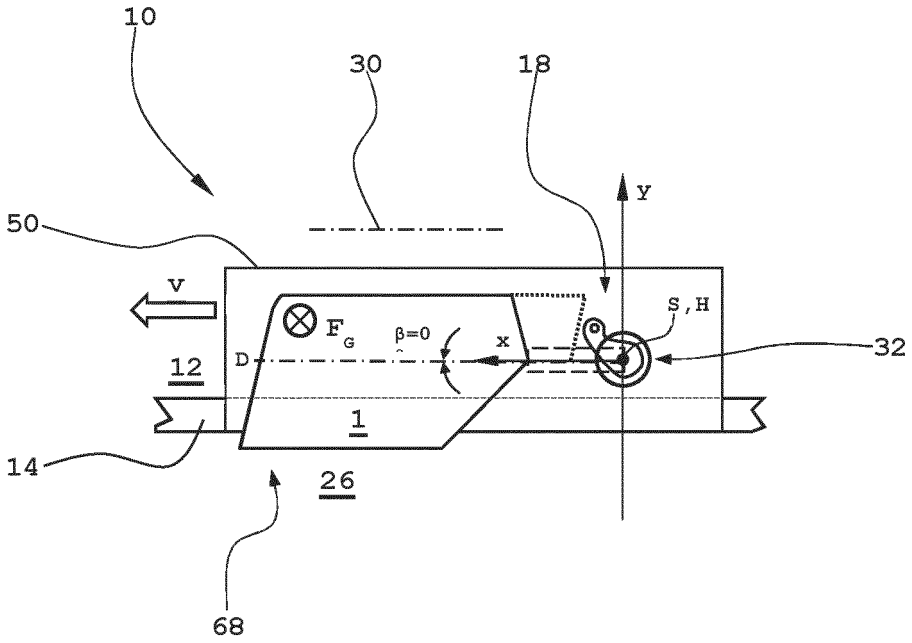
10
30
18
Y
50
v
F_G
β=0
x
S,H
32
D
12
1
14
26
68

Fig. 2

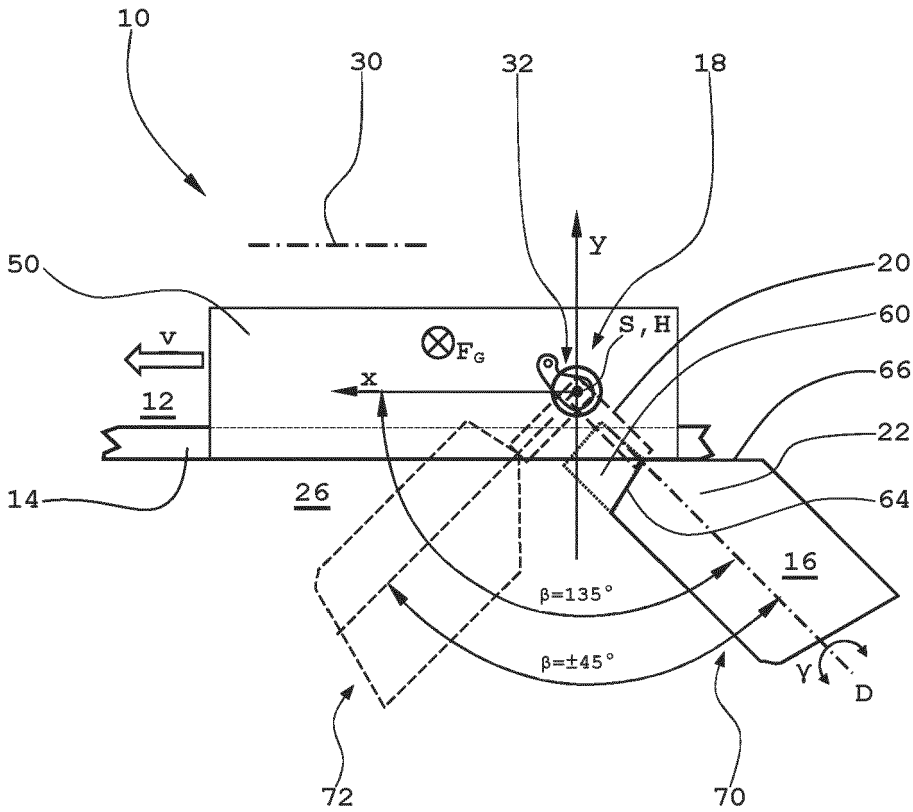
10
30
32
18
Y
50
20
60
v
F_G
S,H
66
x
12
22
14
26
64
16
β=135°
β=±45°
Y
D
72
70

Fig. 3

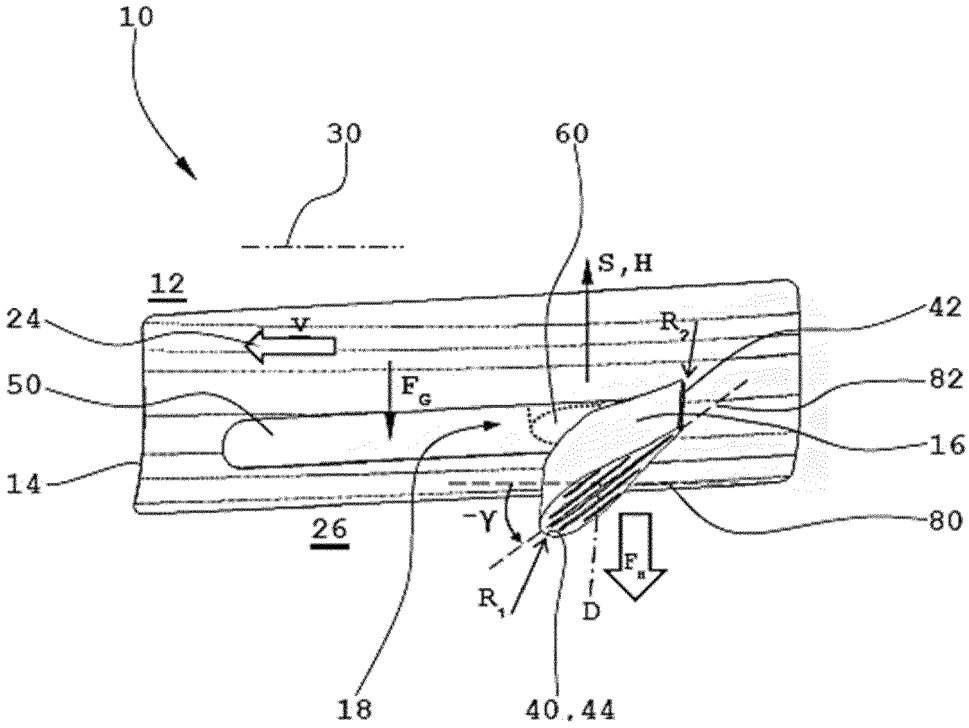
10
30
60
S,H
12
24
V
R_2
42
50
F_G
82
16
14
-Y
80
26
R_1
D
F_R
18
40,44

Fig. 4

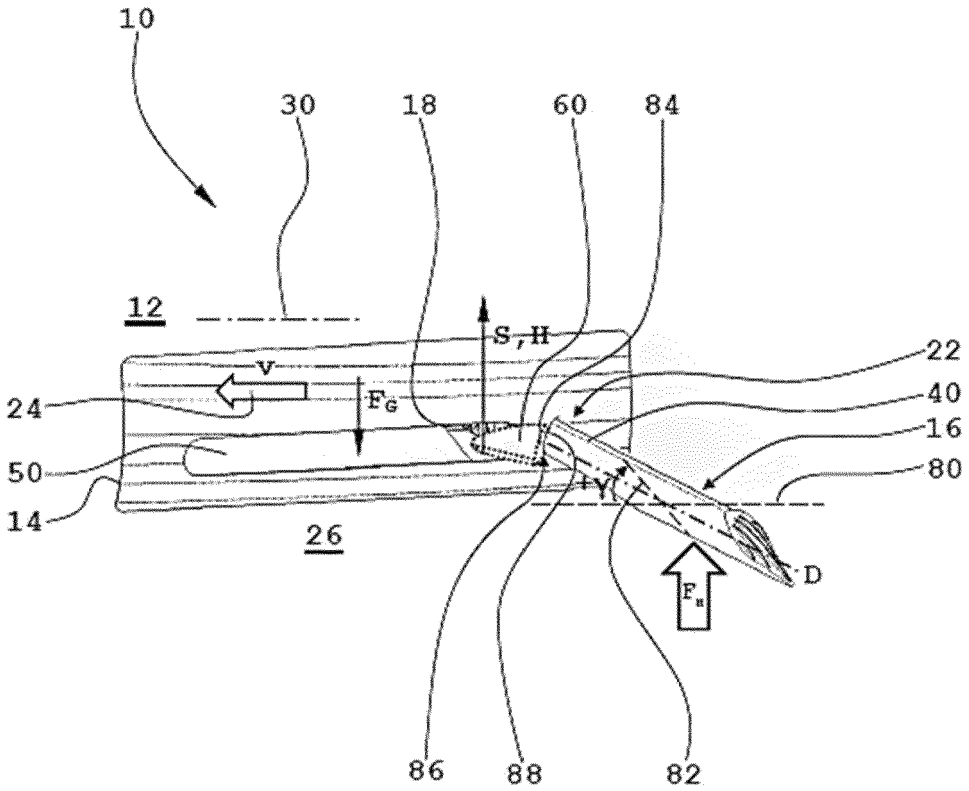
10
30
18
60
84
12
S,H
V
22
24
F_G
40
16
50
+Y
80
14
26
D
F_R
86
88
82

Fig. 5

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 15 4090

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2017/074181 A1 (QUANTUM CONTROLS B V [NL]; ROTORSWING MARINE B V [NL]) 4. Mai 2017 (2017-05-04) * Seite 3, Zeile 31 - Seite 4, Zeile 16 * * Seite 12, Zeile 21 - Zeile 24; Abbildung 5C *	1-11	INV. B63B39/06
X	US 2018/057125 A1 (FOURNIER ELISABETH [FR]) 1. März 2018 (2018-03-01) * Absatz [0017]; Abbildung 2 *	1-6,8-11	
X	WO 2013/095097 A1 (AKEN GROUP B V VAN [NL]) 27. Juni 2013 (2013-06-27) * Seite 10, Zeile 10 - Zeile 21; Anspruch 13; Abbildungen *	1-3,9-11	
X	GB 2 550 123 A (GERARD ROBERT GRANDCOURT [GB]) 15. November 2017 (2017-11-15) * Anspruch 6; Abbildungen *	1-3,9,11	
X	JP S61 94892 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 13. Mai 1986 (1986-05-13) * Zusammenfassung; Abbildungen *	9,11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B63B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	22. Juni 2020	Schmitter, Thierry

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 20 15 4090

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-06-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2017074181 A1	04-05-2017	EP 3368407 A1	05-09-2018
		US 2018319466 A1	08-11-2018
		WO 2017074181 A1	04-05-2017
US 2018057125 A1	01-03-2018	FR 3032683 A1	19-08-2016
		US 2018057125 A1	01-03-2018
		WO 2016131850 A1	25-08-2016
WO 2013095097 A1	27-06-2013	DK 2782822 T3	19-10-2015
		EP 2782822 A1	01-10-2014
		ES 2549657 T3	30-10-2015
		NL 2007844 C2	27-05-2013
		US 2014261134 A1	18-09-2014
		WO 2013095097 A1	27-06-2013
GB 2550123 A	15-11-2017	KEINE	
JP S6194892 A	13-05-1986	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82