CH 649 053 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 649 053 A5

(51) Int. Cl.⁴: B 63 B 15/00
B 63 H 9/08
// B 64 C 31/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 3079/82

(22) Anmeldungsdatum: 18.05.1982

(24) Patent erteilt: 30.04.1985

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.04.1985

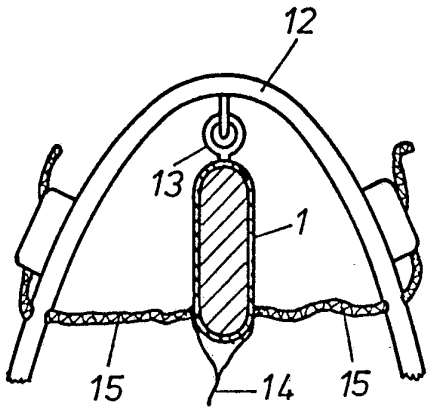
(73) Inhaber:
Urs Peter Meyer, Pfaffhausen

(72) Erfinder:
Meyer, Urs P., Pfaffhausen

(74) Vertreter:
Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich

(54) Segelmast.

(57) Der Mast (1) weist einen im wesentlichen rechteckförmigen Querschnitt mit abgerundeten Schmalseiten auf und besteht vorzugsweise als Sandwich-Konstruktion aus glasfaserverstärktem Polyurethan-Hartschaum mit seitlich aufgeklebten Fiberglas-Laminaten. Die zwischen den Schmalseiten gemessene Tiefe des Mastes ist im Befestigungsbereich des Gabelbaums (12) am grössten und nimmt zum unteren und zum oberen Mastende hin ab, wobei die durchschnittliche Tiefe des Mastes mindestens das Doppelte der Mastbreite beträgt. Der Mast (1) für ein Segelbrett ist mit dem Gabelbaum (12) über eine schwenkbewegliche Verbindung (13) verbunden, so dass er innerhalb des Gabelbaums (12) frei schwenkbar ist und sich mit der Schmalseite immer gegen den Wind stellen kann. Der Mast (1) ist im wesentlichen nur durch die auf ihn einwirkende Zugkraft des an der rückwärtigen Schmalseite des Mastes sich anschliessenden Segels (14) belastet. In dieser Belastungsrichtung besitzt der Mast eine wesentlich grössere Bruchsicherheit als ein runder Mast. Ferner hat der schmale Mast (1) eine wesentlich kleinere Frontfläche und ist aerodynamisch wirkungsvoller und ausserdem leichter als ein runder Mast.



PATENTANSPRÜCHE

1. Mast für ein Segel, insbesondere für das Segel eines Wasserfahrzeuges in Kat-Takelung ohne Vorsegel, wie Segelbrett oder Kleinjolle, dadurch gekennzeichnet, dass der Mast (1, 20) einen länglichen Querschnitt mit einer im wesentlichen bezüglich der Längsachse des Querschnitts über die Masthöhe variablen Querschnittsfläche aufweist, die von einem Abschnitt (3) des Mastes (1, 20), in welchem dieser gehalten ist, zumindest zum oberen Mastende hin abnimmt, und dass der Mast unverstagt und dem die eigene Achse drehbar gelagert ist.

2. Mast nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass seine auf der Querachse des Mastquerschnittes gemessene Breite nicht mehr als 0,7% der Masthöhe beträgt und dass die auf der Längsachse des Querschnittes gemessene durchschnittliche Tiefe des Mastes (1, 20) mindestens das Doppelte der Mastbreite beträgt.

3. Mast nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sein Querschnitt vom Befestigungsbereich (3) des Mastes (1, 20) zum oberen Mastende hin in der Tiefe und in der Breite abnimmt.

4. Mast nach Anspruch 1, für ein Segelbrett, bei dem ein Gabelbaum mit dem Mast verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Mast (1) im Befestigungsbereich des Gabelbaums (12) den grössten Querschnitt aufweist, der zum oberen und unteren Mastende hin abnimmt.

5. Mast nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass er über eine an seiner Vorderkante angeordnete schwenkbewegliche Verbindung (13) mit dem Gabelbaum (12) verbunden und innerhalb des Gabelbaums frei schwenkbar ist.

6. Mast nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Profillinien der vorderen und der hinteren Schmalseite des Mastes (1, 20) ungleich sind, beispielsweise kurvenförmig und gerade, um den Mast in einer ersten und einer zweiten, um 180° gedrehten Stellung zwecks Erzielen einer anderen Segelprofiltiefe zu verwenden.

7. Mast nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er als Sandwich-Konstruktion aus glasfaservestärktem Polyurethan-Hartschaum (7) mit aussen aufgeklebtem fiberverstärktem Kunstharz (8) besteht.

8. Mast nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er als im Querschnitt ovales oder flaches Rohr (9) mit einer querverlaufenden Versteifungsrippe (10) zwischen den flachen Seiten oder mit einer Kunststoffschaum-Füllung ausgebildet ist und aus glasfaserverstärktem Kunststoff oder aus Metall besteht.

Die Erfindung betrifft einen Mast für ein Segel, insbesondere für das Segel eines Wasserfahrzeuges in Kat-Takelung ohne Vorsegel, wie Segelbrett oder Kleinjolle.

Die einfachste Form eines Segelmastes ist ein Mast mit rundem Querschnitt, der meistens von unten nach oben konisch verjüngt ausgebildet wird. Bei leichten Segelfahrzeugen wie Laser-Jollen und Segelbrettern, die ohne Vorsegel gefahren werden, wird als Werkstoff für den Mast häufig glasfaserverstärkter Kunststoff verwendet. Wenn es sich um einen im Querschnitt runden Rohrmast handelt, muss man hinsichtlich des Durchmessers einen Kompromiss eingehen, denn man will einerseits einen genügend steifen Mast haben, damit er sich bei erhöhtem Winddruck auf das Segel nicht deformiert und Auftrieb zunichte macht, und man will andererseits einen möglichst schlanken Mast haben, der der Luftströmung möglichst wenig Widerstand entgegensetzt, damit die Verwirbelung der Luft hinter dem Mast so gering wie möglich ist, so dass am Segel eine weitgehend laminare Strömung herrscht. Um die Nachteile eines nicht genügend steifen Mastes zu vermeiden, der bei erhöhtem Winddruck zur Deformierung des Segels und zu Auftriebsverlust führt, hat man die genannten leichten Segelfahrzeuge auch mit steiferen Aluminiumrohr-Masten ausgerüstet, wobei jedoch wieder der Nachteil in Kauf zu nehmen ist, dass deren Bruchfestigkeit erheblich niedriger ist. Wenn der Preis keine Rolle spielt, lassen sich schlanke Rohrmasten mit hoher Steifigkeit auch aus hochwertigen Werkstoffen wie Carbon- und Kevlar-Fasern herstellen.

Um eine möglichst günstige aerodynamische Form des Mastes zu erreichen, hat man auch Maste mit stromlinienförmigem Querschnitt, wie etwa ovalem oder tropfenförmigem Querschnitt hergestellt. Dabei ist der Mast jedoch immer durch Wanten verstagt, wobei die Verstagung des Mastes den grössten Teil der am Mast wirkenden Biegekräfte aufnimmt, so dass es möglich ist, den Mast sehr schlank auszubilden. Einen echten Vorteil hinsichtlich der Luftströmung am Mast und am Segel erzielt man mit einem Mast mit aerodynamischem Querschnitt jedoch nur dann, wenn der Mast innerhalb eines begrenzten Bereiches drehbar im Bootskörper aufgestellt ist, so dass er zusammen mit dem Segel in die richtige Anströmrichtung gedreht werden kann. Derartige Masten mit stromlinienförmigem Querschnitt sind bei Hochleistungs-Segelfahrzeugen wie beispielsweise Katamaran, Strandseglern oder Eisseglern bekannt, bei denen wegen der erreichbaren sehr hohen Geschwindigkeiten die aerodynamischen Verhältnisse besonders ausschlaggebend sind.

Die bereits erwähnten leichten Segelfahrzeuge, wie z.B. Laser-Jollen und Segelbretter besitzen nicht verstagte Masten, die aus Gewichtsgründen meistens hohl sind und einen runden Querschnitt bzw. ein Breiten/Tiefen-Verhältnis von etwa 1:1 aufweisen, so dass diese Masten in allen Biegerichtungen eine etwa identische Festigkeit und Steifigkeit besitzen.

Bei einem Segel-System liegen hinsichtlich der Luftströmung ähnliche Verhältnisse vor wie bei einer starren Tragfläche, weshalb auch bei dem Segel-System von einem Auftrieb gesprochen wird. In beiden Fällen erfolgt eine Anströmung durch die Luft, wobei sich die Ablenkung der Strömung in Auftrieb umwandet und in beiden Fällen geht es darum, mit einer gegebenen Luftströmung unter geringem Luftwiderstand möglichst viel Auftrieb zu erzeugen. Bei einer starren Tragfläche wird die Auftriebskraft jedoch über die starre Konstruktion auf den Tragholm im Inneren der Tragfläche übertragen, so dass diese in der Auftriebsrichtung auf Biegung beansprucht wird. Gegenüber einer starren Tragfläche besitzen jedoch die Bestandteile eines Segelriggs viel gegenseitige Flexibilität, so dass die Kräfte sich anders auswirken. Der auf den flexiblen Segelstoff wirkende aerodynamische Auftrieb ergibt eine erhöhte Spannung auf das sich wölbende Segel. Vom Segel wirkt daher eine Zugkraft auf den Mast, und zwar in der Richtung, in der das Segel sich vom Mast aus nach hinten erstreckt.

Die Erfindung geht daher von der Überlegung aus, dass die von dem Segel ausgeübte Zugkraft die normalerweise auf den Mast einwirkende Kraft ist, die den Mast auf Biegung beansprucht. Bisher hat man dem Nachteil von zu flexiblen Masten, die sich bei erhöhtem Winddruck verbiegen, wodurch sich das Segelprofil ungünstig verändert, dadurch zu begegnen versucht, dass man mit einem dickeren Mastquerschnitt die Steifigkeit des Mastes erhöhte. Dadurch wird jedoch auch wieder der Luftwiderstand erhöht und das Gewicht des Mastes sowie die Verwirbelung der Luftströmung nehmen zu. Man hat deshalb auch versucht, mit anderen Werkstoffen eine erhöhte Steifigkeit zu erzielen, beispielsweise durch Verwendung von Leichtmetall oder auch

Carbonfasern. Ein Mast aus Leichtmetall hat jedoch eine niedrige Fliessgrenze und wenn er nicht verstagt ist, kann er leicht knicken, während ein Mast aus Carbonfasern sehr anfällig gegen Beschädigungen und ausserdem sehr teuer ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen nicht verstagten Mast mit optimaler Biegefestigkeit und Bruchfestigkeit in der normalerweise vorkommenden Belastungsrichtung zu schaffen, der ausserdem einen geringen Luftwiderstand in der Anströmrichtung besitzt. Ferner soll der Mast möglichst preiswert herstellbar, leicht und unsinkbar sein. Dies wird durch einen Mast mit den im Anspruch 1 angeführten Merkmalen erreicht. Der Mast ist von vorne gesehen schmal und besitzt eine gegenüber der Breite wesentlich grössere Tiefe, wobei er durch die vom Segel ausgeübte Zugkraft wie ein hochkant aufliegender Balken auf Biegung beansprucht ist. Da die auf das Segelrigg wirkende Luftströmung meistens etwa dieselbe Richtung hat, wie die Richtung des Segels unmittelbar hinter dem Mast, hat der schmale Mast den Vorteil, dass die Luftströmung einen minimalen Widerstand erleidet und die Strömung über das Segel weitgehend laminar bleibt, da hinter dem Mast kaum eine Verwirbelung der Luft stattfinden kann.

In bevorzugter Weise weist ein Mast für ein Segelbrett, bei dem ein Gabelbaum mit dem Mast verbunden ist, im Befestigungsbereich des Gabelbaums den grössten Querschnitt auf, der zum oberen und unteren Mastende hin kleiner werdend ausgebildet ist. In bevorzugter weiterer Ausgestaltung ist ein solcher Mast an seiner Vorderkante mit dem Gabelbaum schwenkbeweglich verbunden und innerhalb des Gabelbaums frei schwenkbar, damit er zusammen mit dem an der rückwärtigen Längskante befestigten Segel die richtige Stellung zum Wind einnehmen kann.

Mit dem die Merkmale des Anspruchs 1 aufweisenden Mast, der durch die von dem Segel ausgeübte Zugkraft in der Richtung der längeren Achse des Querschnitts auf Biegung beansprucht ist, wurde hinsichtlich der Belastungsweise ein offensichtlich bisher herrschendes Vorurteil überwunden, denn wegen der bereits erwähnten Ähnlichkeit zwischen einer starren Tragfläche und einem nicht verstagten Segelrigg hat man wohl bisher angenommen, dass der Segelmast wie der Tragholm einer Tragfläche in der Richtung der Auftriebskraft, d.h. quer zur Fahrtrichtung beansprucht ist, denn es gibt Segel-Jollen mit nicht verstagten Segelriggs, deren Mast quer zur Bootsachse einen grösseren Querschnitt aufweist als in der Bootslängsachse.

Weitere Einzelheiten und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen, in denen Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes rein beispielsweise dargestellt sind. Es zeigen:

Fig. 1 einen Mast für ein Segelbrett in der Ansicht von vorn;

Fig. 2 den Mast gemäss Fig. 1 in Seitenansicht;

Fig. 3 bis 5 in grösserem Massstab dargestellte Querschnitte des Mastes gemäss Fig. 1 und 2 in verschiedener Masthöhe;

Fig. 6 bis 8 in grösserem Massstab dargestellte Querschnitte einer weiteren Ausführungsform eines Mastes in verschiedener Masthöhe;

Fig. 9 die Verbindung zwischen Mast und Gabelbaum bei einem Segelbrett;

Fig. 10 eine weitere Ausführungsform eines Mastes für eine Segel-Jolle in Seitenansicht.

Das Mast 1 gemäss Fig. 1 und 2 ist für ein Segelbrett bestimmt und ist mit einem Mastfuss 2 am unteren Ende drehbar im Segelbrett gelagert. Aus Fig. 1 geht hervor, dass der Mast von vorn gesehen eine über die ganze Masthöhe konstante Breite besitzt. Gemäss Fig. 2 weist der Mast 1 jedoch einen über die Masthöhe variablen Querschnitt auf, wobei sich nur die Tiefe des Mastes verändert. Auf etwa ein Drittel Masthöhe besitzt der Mast einen Bereich 3 mit der grössten Masttiefe, da hier der Mast mit dem in der Zeichnung nicht dargestellten Gabelbaum des Segelbrettes verbunden ist und die grösste Beanspruchung auftritt. Im Bereich 3 besitzt der Mast mehrere Ösen 4 für die Verbindung mit dem Gabelbaum. Der nach unten sich anschliessende Bereich 5 des Mastes hat einen allmählich kleiner werdenden Querschnitt, wobei nur die Tiefe des Mastes allmählich abnimmt. In der gleichen Weise verringert sich in dem nach oben anschliessenden Bereich 6 des Mastes der Querschnitt zum oberen Mastende hin. Die Querschnitte des Mastes 1 in den Bereichen 3, 5 und 6 sind in grösserem Massstab in den Figuren 3 bis 5 dargestellt.

Eine im Versuch erprobte Ausführungsform eines solchen Mastes für ein Segelbrett besitzt eine Masthöhe von 4,5 m und eine über die gesamte Höhe konstante Breite des Mastes von 22 mm. Die Tiefe des Mastes beträgt oberhalb des Mastfusses 2 40 mm, im Befestigungsgebereich 3 für den Gabelbaum 80 mm und am oberen Ende 35 mm. Der Mast besteht vorzugsweise aus einer Sandwich-Konstruktion aus glasfaserverstärktem Palyurethan-Hartschaum mit seitlich aufgeklebten unidirektionellen Fiberglas-Laminaten. Damit besitzt der Mast ein Gewicht von ca. 2,3 kg. Gegenüber einem üblicherweise verwendeten runden Mast besitzt dieser Mast folgende Vorteile: Die Frontfläche ist um 0,1 m^2 reduziert, d.h. um 50%, der Mast ist etwa ca. 10% leichter und dabei in der Richtung der Belastung ca. dreimal so steif wie ein runder Mast, d.h. die Bruchsicherheit ist sehr viel höher. Der Mast ist aerodynamisch sehr viel wirkungsvoller und da der Mast keine Hohlräume besitzt, die abgedichtet werden müssen, ist der Mast auch ohne weiteres schwimmfähig. Bei einer vorteilhaften Herstellungsweise werden Sandwich-Bretter aus den genannten Werkstoffen hergestellt, aus welchen anschliessend durch Sägeschnitt Masten mit der gewünschten Biegelinie ausgebildet werden, wobei die Kanten bzw. Schmalseiten mit Hilfe eines Fräsers abgerundet und durch Kunststoffbeschichtung geschützt werden. Gegenüber einem Rohrmast hat diese Herstellungsweise den Vorteil, dass man die gewünschte Biegesteifigkeit durch die Art des Zuschnitts festlegen kann. Aus den Figuren 3 bis 5 geht hervor, dass auf den Polyurethan-Hartschaumkern 7 an beiden Längsseiten Fiberglaslaminate 8 aufgeklebt sind.

Die in den Figuren 6 bis 8 dargestellten Querschnitte zeigen, dass ebenso auch eine Herstellung des Mastes aus einem flachen Rohr 9 möglich ist, wobei die beiden flachen Seiten durch mindestens eine Rippe 10 miteinander verbunden sind, um ein Einknicken des Mastes zu vermeiden. Natürlich könnte der Querschnitt auch oval sein. Ferner ist es auch möglich, einen vorfabrizierten Strukturschaumkern mit Fiberglas oder mit Kohlenstoff oder Kevlar-Fasern zu umwickeln, anschliessend mit Harz zu tränken und unter Druck und Wärme aushärten zu lassen.

Der Mast aus einem Polyurethan-Hartschaumkern hat auch den weiteren Vorteil, dass man Löcher für Schrauben zur Anbringung von Beschlägen usw. ohne weiteres anbringen kann, ohne darauf achten zu müssen, dass der Mast auch abgedichtet ist, um schwimmfähig zu sein, was bei einem Rohrmast stets Massnahmen verlangt.

Ein weiterer Vorteil des flachen wie eine Latte ausgebildeten Mastes besteht darin, dass der Mast bei einer starken Biegebeanspruchung die Tendenz hat, seitlich auszuweichen und sich über die flache Seite zu biegen, so dass eine erhöhte Deformation möglich ist, welche die Bruchgefahr vermndert. Eine solche übermässige Belastung tritt z.B. auf, wenn in der Meeresbrandung eine grosse Welle ins Segel

stürzt. Demgegenüber können Rundrohrmasten, die in allen Richtungen gleich steif sind, unter der Belastung nicht ausweichen und knicken bei geringerer Deformation ein.

Schliesslich ist als weiterer Vorteil anzuführen, dass sich der flache Mast unter dem Zug des Segels etwas überdrehen kann, so dass die Vorderkante des Segels eine grössere Wölbung aufweist, was den Auftrieb erhöht, ohne den Luftwiderstand zu vergrössern.

Aus Fig. 9 geht hervor, dass bei einem flachen Mast 1 für ein Segelbrett die Verbindung des Mastes im Gabelbaum 12 über eine schwenkbewegliche Verbindung 13 so ausgeführt wird, dass der Mast innerhalb des Gabelbaums 12 um diese Verbindung 13 frei pendeln kann und sich dadurch immer mit der schmalen Seite gegen den Wind stellen kann. Aus Fig. 9 geht auch hervor, dass das Segel 14 an der rückwärtigen Schmalseite des Mastes in der geradlinigen Verlängerung der langen Achse des Querschnittes des Mastes an diesen anschliesst. Mit Hilfe von seitlichen Tampen 15 kann die Stellung des Mastes noch beeinflusst werden, um dadurch einen gewissen Trimmeffekt zu erzielen, wie z.B. eine höhere Wölbung des Segelprofils im Vorderteil.

Aus Fig. 10 geht hervor, dass ein Mast 20 für leichte Segelfahrzeuge wie z.B. Laser-Jollen oder Finn-Dinghy den grössten Querschnitt am unteren Ende des Mastes aufweist, wobei die Breite des Mastes von vorn gesehen auch über die gesamte Masthöhe konstant ist.

Material und Formgebung des Mastes eignen sich jedoch nicht nur für Segelfahrzeuge sondern auch für Delta-Drachen oder andere derartige Geräte, bei denen Segel verwendet werden.

Aus dem einschlägigen Schrifttum lässt sich entnehmen, dass ein Segelprofil mit einem runden Mast an der Vorderkante des Segels gegenüber dem selben Segelprofil ohne runden Mast einerseits 15% weniger Auftrieb erzeugt und andererseits einen um mehr als 50% höheren Luftwiderstand aufweist. Diese Werte gelten für Windgeschwindigkeiten des scheinbaren Windes von 18 km/h. Da moderne Segelbretter mit mehr als 40 km/h über das Wasser gleiten, wobei der scheinbare Wind eine Geschwindigkeit von ca. 70 km/h erreichen dürfte, kann man sich vorstellen, dass mit dem vorstehend beschriebenen Mast bei höheren Geschwindigkeiten sich die Vortriebsleistung verdoppeln lässt im Vergleich mit einem Segelfahrzeug mit einem runden Mast, was eine wesentliche Verbesserung darstellt.

Schliesslich lässt sich mit dem vorstehend beschriebenen Mast auch noch die Segeleigenschaft verbessern, indem man die Segelprofiltiefe dadurch verändert, dass man den Mast, dessen rückwärtige Profillinie beispielsweise gerade und dessen vordere Profillinie kurvenförmig ausgebildet ist, auch um 180° gedreht verwenden kann, so dass die vordere und rückwärtige Schmalseite ihre Lage vertauschen. Das mit einem Saum als Masttasche ausgebildete Segel eines Segelbretts erhält aufgrund des vorgebenen Zuschnitts des Segels am Vorliek durch die vorstehend beschriebene Massnahme in dem einen und in dem anderen Fall jeweils eine andere Wölbung.

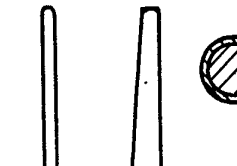


Fig. 3

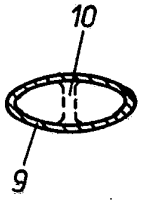


Fig. 6

Fig. 1 Fig. 2

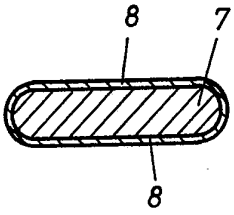


Fig. 4

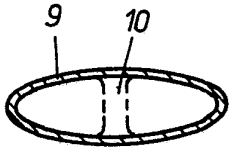


Fig. 7

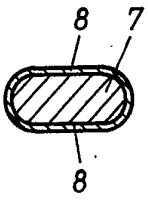


Fig. 5

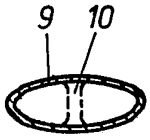


Fig. 8

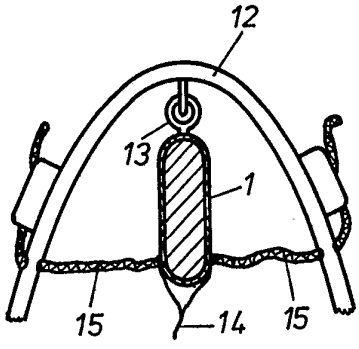


Fig. 9

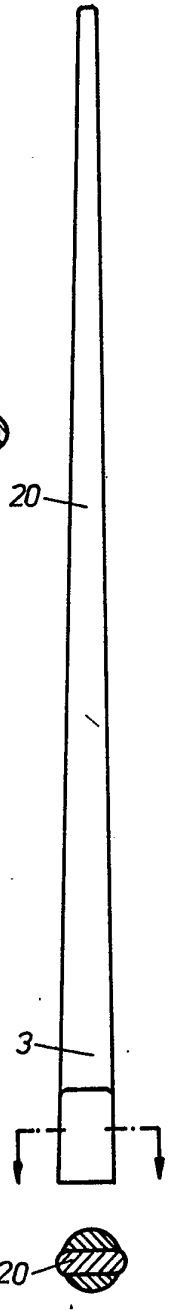


Fig. 10