

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 278 758 A1

4(51) B 63 B 15/00

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP B 63 B / 324 173 2	(22)	28.12.88	(44)	16.05.90
(71)	VEB Funkwerk Köpenick, Zentrum für Forschung und Technologie Nachrichtenelektronik, Edisonstraße 63, Berlin, 1160, DD				
(72)	Monno, Bernd, Dipl.-Ing., DD				
(54)	Mast für Segelfahrzeuge				

(55) Mast, verstagt; Segelfahrzeug; Seeregatta-Jacht; Dreikant-Hohlkörper; Kanten; Rovingstränge; Seitenwände; Flachmaterial; Keeprofil; Schichtmaterial, kunstharzgetränkt

(57) Die Erfindung betrifft einen Mast für Segelfahrzeuge, insbesondere einen verstagten Mast für Seeregatta-Jachten. Erfindungsgemäß besitzt der Mast die Form eines Dreikant-Hohlkörpers, dessen Kanten aus sich über die Mastlänge erstreckenden Rovingsträngen und dessen Seitenwände, von denen eine ein sich über einem Teil der Mastlänge erstreckendes Keeprofil trägt, aus Flachmaterial gebildet sind. Die Rovingstränge und die Seitenwände sind durch kunstharzgetränktes Schichtmaterial zu einem Ganzen verbunden. Fig. 1

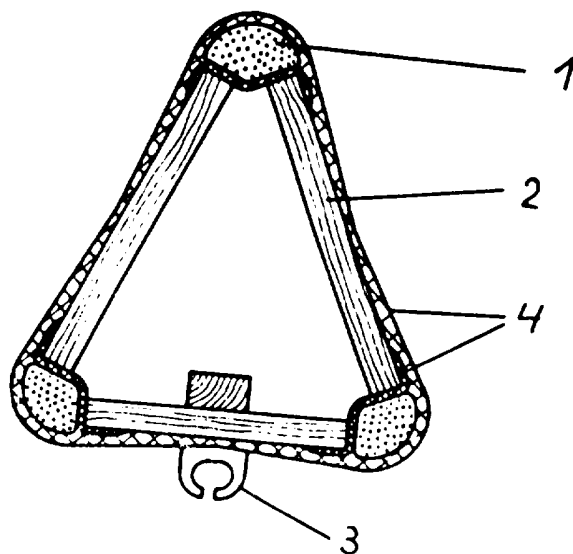


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Mast für Segelfahrzeuge, insbesondere ein verstagter Mast für Seeregatta-Jachten, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mast die Form eines Dreikant-Hohlkörpers besitzt, dessen Kanten aus sich über die Mastlänge erstreckenden Rovingsträngen (1) und dessen Seitenwände (2), von denen eine ein sich über einen Teil der Mastlänge erstreckendes Keepprofil (3) trägt, aus Flachmaterial gebildet sind und daß die Rovingstränge (1) und die Seitenwände (2) durch Kunstharz und kunstharzgetränktes Schichtmaterial (4) zu einem Ganzen verbunden sind.
2. Mast nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Querschnitt des Dreikant-Hohlkörpers ein gleichschenkliges, spitzwinkliges Dreieck mit abgerundeten Ecken ist.
3. Mast nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Seitenwände (2) in Richtung auf den Masttopp verjüngen.
4. Mast nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rovingstränge (1) und das Schichtmaterial (4) aus Glasfasern und das Flachmaterial der Seitenwände (2) aus Holz mit einem mehrheitlichen Faserverlauf in Richtung auf die jeweils zugeordneten Rovingstränge (1) bestehen.
5. Mast nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dicke des kunstharzgetränkten Schichtmaterials (4) in Richtung auf die Mitte der Seitenwände (2) abnimmt.
6. Mast nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dicke des Flachmaterials der Seitenwände (2) in Richtung auf deren Mitte zunimmt.
7. Mast nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rovingstränge (1), das Flachmaterial der Seitenwände (2) und das Schichtmaterial (4) aus Carbonfasern bestehen.
8. Mast nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die das Keepprofil (3) tragende Seitenwand (2) in Längsrichtung des Mastes einen Schlitz (5) aufweist und das Keepprofil (3) den Schlitz (5) überbrückend auf der Innenseite der Seitenwand (2) angebracht ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Mast für Segelfahrzeuge, insbesondere einen verstagten Mast für Seeregatta-Jachten.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

An verstagte Maste für Seeregatta-Jachten werden eine Reihe sich zum Teil widersprechender Forderungen gestellt. Die Maste sollen bei geringem Gewicht eine hohe Knickfestigkeit, hohe Elastizität und vorteilhafte aerodynamische Eigenschaften besitzen, wobei in Abhängigkeit von der Höhe einzelne Belastungsarten vorherrschen beziehungsweise einzelne Eigenschaften eine besondere Bedeutung erlangen.

Industriell werden Maste für Segelfahrzeuge vorrangig aus Aluminiumlegierungen im Strangpreßverfahren als Hohlkörper mit im wesentlichen kreisförmigem Querschnitt hergestellt. Durch Herausschneiden eines Keils, Verformen und Verschweißen wird eine Querschnitts- und Gewichtsverminderung in Richtung auf den Masttopp erzielt. Weitere Gewichtseinsparungen werden durch partielles Abtragens von Material angestrebt. Um diese industriell gefertigten Aluminiummaste an unterschiedliche Bootstypen anzupassen, ist bekannt, in den Keeppausschnitt des Mastes Zusatzprofile mit einer weiteren Keep zur Führung des Vorlieks einzuschieben, vgl. DD-WP 239 179; B 63 B - 15/00.

Bei dieser Art von Masten ist von Nachteil, daß zu ihrer Herstellung komplizierte und teure technologische Einrichtungen benötigt werden, so daß eine wirtschaftliche Fertigung nur für großen Serien gegeben ist. Ein Anpassen der Eigenschaften an ein gegebenes Segelfahrzeug ist nur nachträglich und in begrenztem Umfang möglich. Darüber hinaus sind diese Maste in bezug auf die erreichten Festigkeitswerte zu schwer. Schließlich wird durch das Einziehen der Zusatzprofile nicht nur das Gewicht weiter erhöht, sondern auch für einen hohen Am-Wind-Kurs die aerodynamischen Eigenschaften verschlechtert, da sich die Keep für das Vorliek des Segels von der Mastachse entfernt, wodurch der vom Mast erzeugte, Turbulenzen auslösenden Windschatten auf der Leeseite größer wird. Die durch den Windschatten des Mastes auf der Leeseite des Segels verursachten Wirbel sind aber besonders nachteilig für die Wirkung des Segels, vgl. Marchaj: Segeltheorie und -praxis.

Daneben werden Maste aus Kunstfasern und Kunstharz, vorwiegend in Einzelfertigung, hergestellt, wobei die Möglichkeit genutzt wird, Profil und Wandstärken entsprechend den örtlichen Belastungen zu optimieren. Bekannt ist, bei einem Leistungsmast Glasfasern in Form von Rovings und Spinnrovings in konzentrischen Lagen und gleichmäßig über den Umfang verteilt anzuordnen und mittels eines hohen Anteils an Phenol-Formaldehydharz zu einem Ganzen zu verbinden, vgl. DE-AS 1784614; E 04 H - 12/02.

Bei gleicher absoluter Menge an Glasfasern erhält man auf diese Weise eine wesentlich bessere Steifigkeit, als es bei glasfaserverstärktem Polyester- oder Epoxidharz möglich wäre, jedoch ist zum Vergießen der Rovings bis zum Masttopp eine relativ große Wanddicke einzuhalten. Hierbei trägt aber nur der Anteil an Glasfasern zur Festigkeit des Mastes bei, während der hohe Harzanteil bei einem geringen Beitrag zur Festigkeit eine Gewichtszunahme verursacht, die sich insbesondere im oberen Mastteil ungünstig auswirkt und die Stabilität des Segelfahrzeuges negativ beeinflusst.

Bekannt ist weiter ein Verbundmast mit einem im wesentlichen rechteckigen Querschnitt, bei dem ein Kern aus einem leichten und verhältnismäßig elastischen Material wie Schaumpolyurethan unter Druckeinwirkung mit einer vergleichsweise dünnen Hülle aus kunstharz imprägniertem Schichtmaterial aus Glas-, Bor- oder Carbonfasergewebe ummantelt ist. Die Keop für das Vorliek ist an einer der Breitseiten des Querschnitts in den Kern eingelassen. Innerhalb der Hülle erstrecken sich über die Gesamthöhe des Mastes Verstärkungselemente beispielsweise aus Carbonfasern, vgl. DE-OS 2061921; B63B - 15/00. Nachteilig bei diesem Mast ist, daß der Schaumstoff durch seine Materialeigenschaften und auch durch seine Lage im Innern des Mastes nur wenig zur Festigkeit beiträgt und somit zusätzlichen Ballast darstellt. Andererseits gelingt es nicht, mit der dünnen Hülle aufgrund der bekannten Festigkeitswerte von Glasgewebe-Schichtwerkstoff Festigkeitswerte in einer Größenordnung zu erzielen, wie sie vergleichbare Aluminiummaste gewähren. Bor- beziehungsweise Carbonfaserwerkstoffe sind dagegen teurer und darüber hinaus werden Yachten, die aus anderen Werkstoffen als Stahl, Aluminium, Holz und glasfaserverstärktem Polyester aufgebaut sind, entsprechend der IOR-Ausgleichsformel für Seeregatten mit einem Handicap belegt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, durch die Verwendung von für den Seeregatta-Yachtbau zulässigem Material für einen Mast einem Handicap infolge der Anwendung der IOR-Ausgleichsformel zu entgehen, ohne dabei auf einfache Fertigungsverfahren und hervorragende Eigenschaften verzichten zu müssen.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch die Konstruktion des Mastes eine gezielte Ausnutzung charakteristischer Werkstoffeigenschaften herbeizuführen und dadurch sowohl das Festigkeits-Masse-Verhältnis als auch die aerodynamischen Eigenschaften gegenüber bekannten Masten zu verbessern. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Mast die Form eines Dreikant-Hohlkörpers besitzt, dessen Kanten aus sich über die Mastlänge erstreckenden Rovingsträngen und dessen Seitenwände, von denen eine ein sich über einen Teil der Mastlänge erstreckendes Keeprofil trägt, aus Flachmaterial gebildet sind und daß die Rovingstränge und die Seitenwände durch Kunstharz und kunstharzgetränktes Schichtmaterial zu einem Ganzen verbunden sind. Der Querschnitt des Dreikant-Hohlkörpers ist vorzugsweise ein gleichschenkliges, spitzwinkliges Dreieck mit abgerundeten Ecken. In Richtung auf den Masttopp verjüngen sich die Seitenwände. Die Rovingstränge und das Schichtmaterial bestehen vorzugsweise aus Glasfasern, wogegen das Flachmaterial der Seitenwände vorzugsweise aus Holz mit einem mehrheitlichen Faserverlauf in Richtung auf die jeweils zugeordneten Rovingstränge besteht. Vorteilhafterweise nimmt die Dicke des kunstharzgetränkten Schichtmaterials in Richtung auf die Mitte des Flachmaterials ab und die des Flachmaterials zu. In einer Variante bestehen die Rovingstränge, das Flachmaterial der Seitenwände und das Schichtmaterial aus Carbonfasern. In einer Variante weist die das Keeprofil tragende Seitenwand in Längsrichtung des Mastes einen Schlitz auf, und das Keeprofil ist, den Schlitz überbrückend, auf der Innenseite der Seitenwand angebracht.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird die vergleichsweise hohe Festigkeit und der vergleichsweise große E-Modul von Rovingsträngen mit ihrem hohen Anteil des jeweils eingesetzten Fasermaterials in Verbindung mit ihrer Anordnung an den von der Querschnittsachse des Mastes maximal entfernten Punkten des Querschnitts sowie die hohe Beulfestigkeit von Flachmaterial in bezug auf die Masse des jeweils verwendeten Werkstoffes ausgenutzt. Hierbei weisen von den nach IOR zulässigen Materialien Glasfaser und Holz unter Berücksichtigung der Verbindungstechnologie die günstigsten Festigkeits-Masse-Verhältnisse auf. Für freie Bootsklassen enthält man unter Verwendung von Carbon- beziehungsweise Borfasern bei gleicher Festigkeit einen wesentlich leichteren Mast. Im Vergleich zu Masten mit kreisförmigem Querschnitt entsteht zwischen einem dreieckigen Mast und einem angeschlagenen Segel bei hohen Am-Wind-Kursen ein geringerer Windschatten, der sich durch Verlagerung des Keeprofiles auf die Innenseite der Seitenwand weiter vermindern läßt. Durch Verjüngung in Richtung auf den Masttopp wird die Belastungsverteilung über die Mastlänge berücksichtigt und Material eingespart, das im oberen Mastbereich wegen der geringeren Knickbeanspruchung nicht erforderlich ist und dessen Masse sich dort besonders schädlich auswirkt. Mit dem geringeren Querschnitt wird auch die Verwirbelung der Luftströmung im oberen Mastbereich vermindert.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

- Fig. 1: den Querschnitt des erfindungsgemäßen Mastes,
- Fig. 2: einen Vergleich der Windschattenbildung bei einem kreisförmigen und einem dreieckigen Mast und
- Fig. 3: die konstruktive Ausgestaltung einer Seitenwand.

In Fig. 1 sind im Querschnitt des erfindungsgemäßen Mastes Rovingstränge 1, Seitenwände 2, ein Keeprofil 3 und kunstharzgetränktes Schichtmaterial 4 dargestellt.

In Fig. 2 ist die Größe des Windschattens zwischen einem angeschlagenen Segel und dem Mast in Abhängigkeit von dessen Querschnittsform gezeigt. Der kleinere Windschatten mit dem Maß A tritt bei einem dreieckigen Querschnitt auf, während das größere Maß B bei einem kreisförmigen Querschnitt entsteht.

Fig. 3 zeigt bei der das Keeprofil tragenden Seitenwand 2 die abnehmende Dicke des Schichtmaterials 4 sowie das einen Schlitz 5 überbrückende Keeprofil 3.

Die Funktion der einzelnen Bauteile des Mastes sowie die sich daraus ergebenden vorteilhaften Eigenschaften des Mastes sind folgende.

Die Rovingstränge 1 weisen aufgrund ihres hohen Füllfaktors eine Festigkeit auf, die der Festigkeit des reinen Fasermaterials nahekommt. Als geeigneter Werkstoff bietet sich hier von den für den Seeregatta-Jachtbau zulässigen Materialien Glasfasermaterial an, das das günstigste Verhältnis von Zugfestigkeit und Elastizitätsmodul zu seiner Masse aufweist. Die minimal notwendige Anzahl von drei Rovingsträngen 1 zum Erhalt eines stabilen Körpers sind in maximaler Entfernung von der Querschnittsachse des Mastes angeordnet und durch die Seitenwände 2 in ihrer Lage gehalten. Die Seitenwände 2 sind bei Biegung des Mastes auf Baulung beansprucht. Es wurde gefunden, daß von den für den Seeregatta-Jachtbau zulässigen Materialien Holz in massiver Ausführung beziehungsweise als Sperrholz dann das günstigste Verhältnis von Baulfestigkeit zu seiner Masse aufweist, wenn der Faserverlauf beziehungsweise bei Sperrholz der mehrheitliche Faserverlauf auf die jeweils zugeordneten Rovingstränge 1 gerichtet ist. Die Rovingstränge 1 und die Seitenwände 2 sind durch kunstharzgetränktes Schichtmaterial, vorzugsweise aus Glasfasergewebe bestehend, zu einem Ganzen verbunden. Hierdurch ist die Anwendung einfacher Herstellungstechnologien sowohl für die Einzelfertigung als auch für die Serienherstellung gewährleistet. Bei freien Bootsklassen lassen sich für die Rovingstränge 1, für das Flachmaterial der Seitenwände 2 und für das kunstharzgetränkte Schichtmaterial 4 Werkstoffe mit noch besseren Festigkeits-Masse-Verhältnissen einsetzen, wie beispielsweise Carbon- oder Borfasermaterial. Bei gleicher Festigkeit erhält man so aufgrund der geringeren notwendigen Querschnitte einen wesentlichen leichteren Mast.

Setzt man eine gleiche Querschnittsfläche des Mastes voraus, sind die Rovingstränge 1 bei der dreieckigen Querschnittsform weiter von der Querschnittsachse des Mastes entfernt als bei der kreisförmigen Querschnittsform, wodurch der erfindungsgemäße Mast bessere Festigkeitseigenschaften gewinnt. Trotzdem entsteht zwischen dem Mast und einem angeschlagenen Segel bei hohen Am-Wind-Kursen bei der dreieckigen Mastform der durch das Maß A gekennzeichnete geringere Windschatten, der bei einer entsprechenden Abrundung der Kanten zu einer geringeren Luftverwirbelung beziehungsweise zum Erhalt einer laminaren Luftströmung beiträgt. Bei dem kreisförmigen Mastquerschnitt ist der Windschatten wesentlich größer, wie das durch das größere Maß B kenntlich gemacht ist. Das geringere Maß A für den Windschatten läßt sich durch eine an sich bekannte Verlagerung des Keepprofil 3 auf die Innenseite der das Keepprofil tragenden Seitenwand 2 weiter verkleinern. Dazu ist diese Seitenwand 2 in der Längsrichtung des Mastes mit dem Schlitz 5 versehen, der auf der Innenseite der Seitenwand 2 durch das Keepprofil 3 überbrückt ist. Bei einer entsprechenden Festigkeit des Keepprofil 3 ist das ohne Festigkeitseinbuße für den Mast ausführbar.

Vorzugsweise hat der Mastquerschnitt die Form eines gleichschenkligen, spitzwinkligen Dreiecks. Hierdurch gewinnt der Mast in der Längsrichtung des Segelfahrzeugs eine höhere Festigkeit, da in dieser Richtung der Mast gewöhnlich nur durch ein Vor- und ein Achterstag sowie Bachtstagen stabilisiert ist. In den beiden Querrichtungen dagegen läßt sich der Mast durch beliebig viele Wanten und Salinge stabilisieren.

Durch eine entsprechende Gestaltung der Seitenwände 2 ist eine Verjüngung des Dreikant-Hohlkörpers in Richtung auf den Masttopp erreichbar. Hierdurch kann der Verteilung der Last über die Mastlänge entsprochen werden, wodurch insbesondere im oberen Mastbereich der Querschnitt und die Masse vermindert wird. Das ist wegen der geringeren Beanspruchung des oberen Mastbereiches möglich. Zusätzlich wird auch die Verwirbelung der Luftströmung in diesem Bereich verringert.

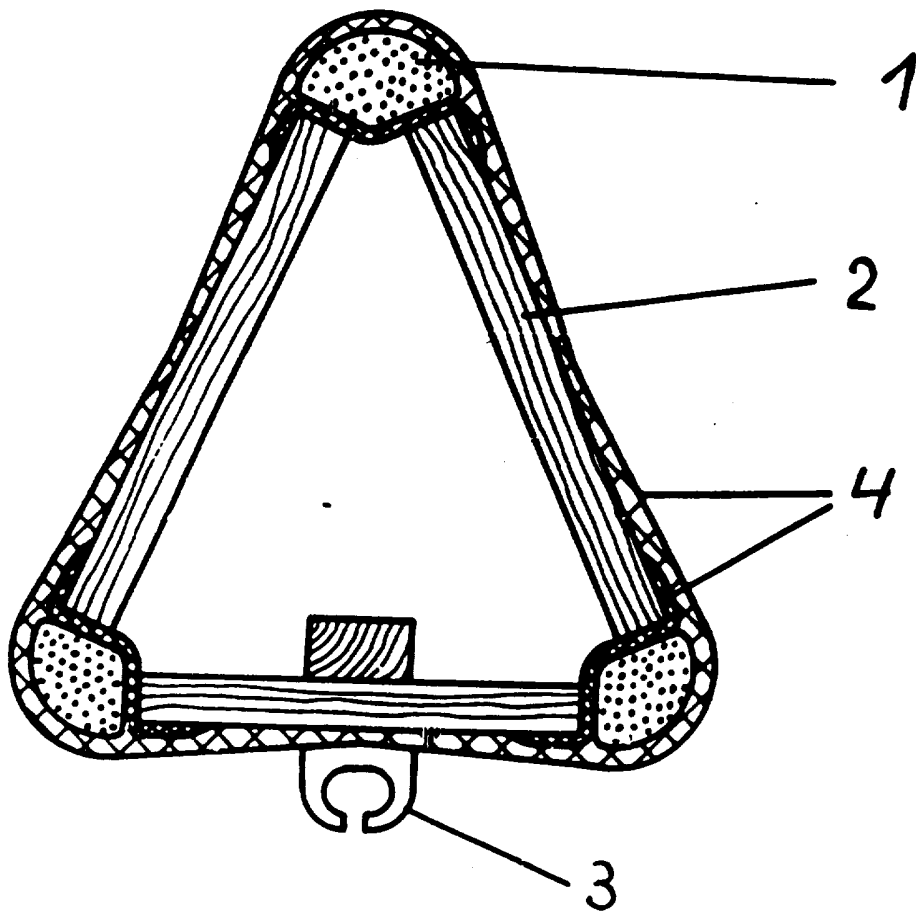


Fig. 1

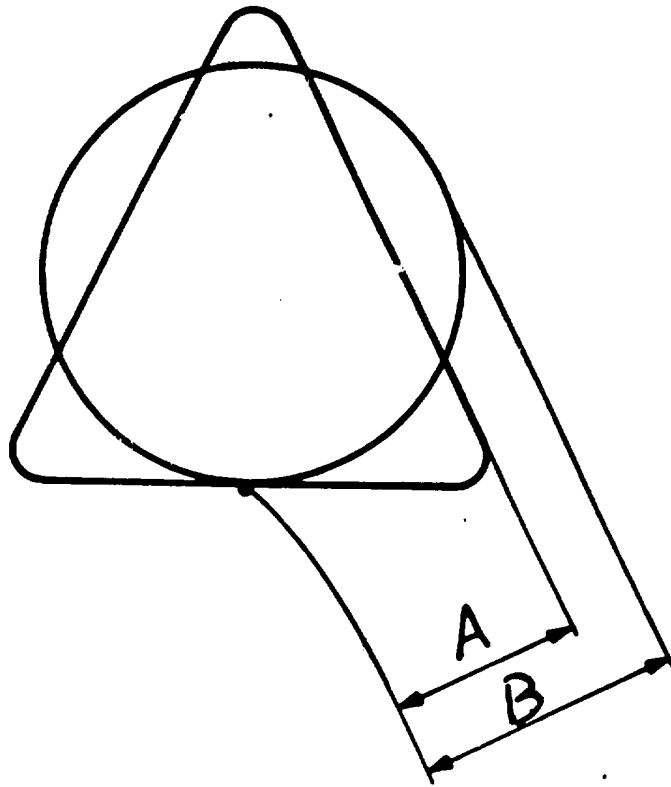


Fig. 2

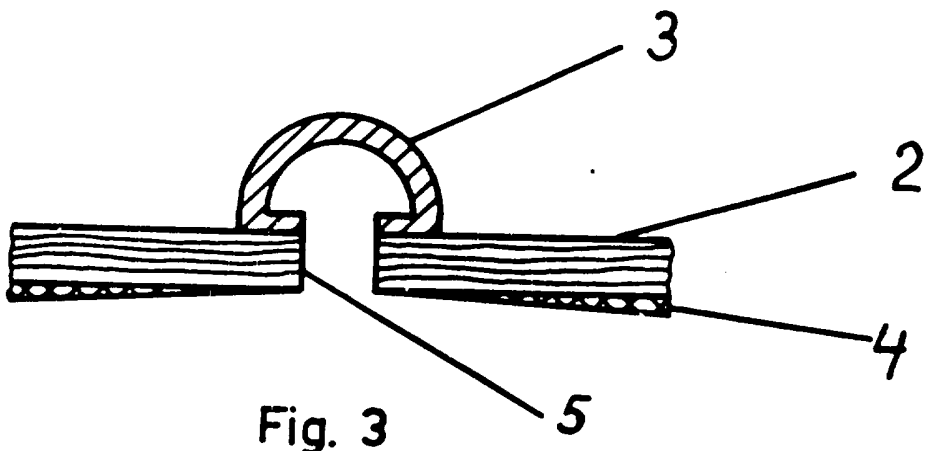


Fig. 3