

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. April 2003 (24.04.2003)

PCT

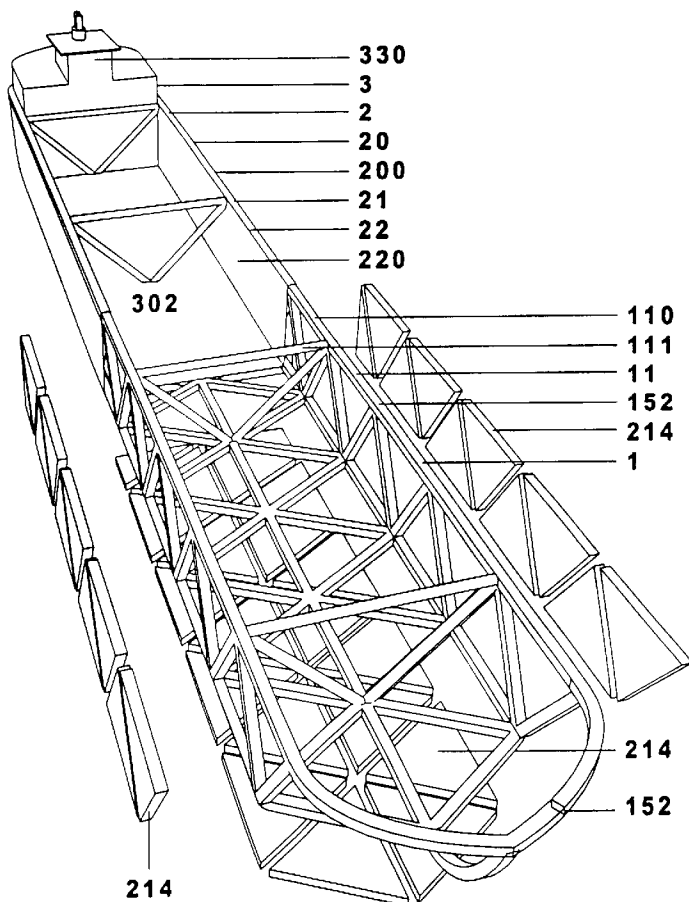
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/033339 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B63B 3/12**, 3/36, 9/06 (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MATTHAEI + SCHOTTE INGENIEUR GBR** [DE/DE]; Alexanderstrasse 56, 70182 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/11593 (71) **Anmelder und**
- (22) Internationales Anmeldedatum: 16. Oktober 2002 (16.10.2002) (72) **Erfinder**: **GRIMM, Friedrich** [DE/DE]; Spitzwegstrasse 15, 70192 Stuttgart (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) **Anwalt**: **RAIBLE & RAIBLE**; Schoderstrasse 10, 70192 Stuttgart (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) **Bestimmungsstaaten** (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
- (30) Angaben zur Priorität: 101 51 085.3 16. Oktober 2001 (16.10.2001) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VESSEL WITH FRAMEWORK-TYPE SUPPORTING TRUSS-FRAME

(54) Bezeichnung: WASSERFAHRZEUG MIT TRAGWERK IN SKELETTBAUWEISE



(57) **Abstract:** The invention concerns a ship, boat or submarine having a hull structure consisting of a supporting framework and an encasing structure making the vessel watertight. The invention is characterized in that the framework supporting the hull is in the form of a complete framework-type self-supporting truss-frame, consisting of a frame-type structure, comprising frame beams in the longitudinal direction and frame beams in the transverse direction, and/or a lattice structure, including lattice beams in the longitudinal direction and lattice beams in the transverse direction. The encasing structure encloses the truss-frame entirely or partly and is substantially freed from the global support function.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Schiff, Boot oder Unterseeboot mit einer Rumpfkonstruktion, die aus einem tragenden Gerüst und einer die Wasserdichtigkeit darstellenden Hüllkonstruktion aufgebaut ist und bei der das tragende Gerüst des Schiffsrumpfes zu einem in sich vollständigen Tragwerk in Skelettbauweise ausgebildet ist, das aus einer Rahmenkonstruktion mit Rahmenträgern in Längsrichtung und Rahmenträgern in Querrichtung und/oder aus einer Fachwerkkonstruktion mit Fachwerkträgern in Längsrichtung und Fachwerkträgern in Querrichtung besteht, wobei die Hüllkonstruktion das Tragwerk ganz oder teilweise umschliesst und im wesentlichen von der globalen Tragfunktion befreit ist.



WO 03/033339 A1



KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

WASSERFAHRZEUG MIT TRAGWERK IN SKELETTBAUWEISE

Die Erfindung betrifft ein Wasserfahrzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein derartiges Schiff ist z.B. aus der EP 0 619 221 A2 bekannt.

In dieser Druckschrift wird ein Tankschiff mit doppelter Hülle beschrieben. Der Schiffsrumpf besteht aus einer Außenhülle und einer Innenhülle und ist in mehrere einzelne, gegeneinander abgeschottete Tanks untergliedert. Das Tragwerk des Tankschiffes kann als eine doppelwandige Schalenkonstruktion bezeichnet werden. Dabei bildet der Schiffsrumpf ein nach oben offenes C- bzw. U-förmiges Profil mit tragenden Seitenwänden und einem tragenden Schiffsboden. Seitenwände und Schiffsboden sind miteinander biegesteif verbunden und bilden den primär tragenden C- bzw. U-förmigen Querschnitt. Kennzeichnend für diese Bauweise ist die Vereinigung unterschiedlicher Funktionen des Schiffsrumpfes in einer bzw. in zwei tragenden Schalen. So bildet die äußere Schale nicht nur eine wasserdichte Hülle, sondern auch eine tragende Außenwand, während die innere Hülle den Tankraum begrenzt und über aussteifende Querverbindungen mit der äußeren Hülle verbunden ist.

In der DE 298 12 853 U1 wird ein Schiffsrumpf vorgeschlagen, bei dem ein vom Bug bis zum Heck sich erstreckendes Gerüst vorgesehen ist, in das eine elementierte Hüllkonstruktion eingesetzt wird. Das Gerüst dient hier als Lastrahmen zur Aufnahme punktförmiger Lasten aus der Takelage eines Segelbootes. Die Tragwirkung des Rumpfes wird erst über eine Verbundwirkung der Schalenelemente mit dem Lastrahmen erreicht. Das Gerüst ist hier nicht zu einem in sich vollständigen Tragwerk ausgebildet. Die Elemente der Hüllkonstruktion sind nicht von der globalen Tragfunktion befreit.

Bauweisen, bei denen das Tragwerk und die Hülle als voneinander unabhängige Systemkonstruktionen ausgebildet sind, sind aus dem Bereich des Hochbaus bekannt. Die Einführung der Skelettbauweise im Geschossbau hat zu einer deutlichen Erhöhung der Anzahl der möglichen Geschosse geführt, die beim Bauen mit tragenden Wänden bei ca. 15 Geschossen eine konstruktionsbedingte Obergrenze hat. Je nach struktureller Ordnung erreichen Skelettbauweisen für Hochhäuser 40, 60, 80 und auch mehr als 100 Geschosse. 40 Geschosse werden im Stahlskelettbau mit biegesteifen Rahmen erreicht. Eine Kombination von Rahmen und Fachwerk hat sich als wirtschaftliche Bauweise bis zu 60 Geschossen erwiesen. Ab etwa 40 Geschossen sind nicht mehr die vertikalen Lasten, sondern die horizontalen Lasten die maßgebliche Einflussgröße für die Dimensionierung des Tragwerks. In den sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurden in Chicago Bauweisen entwickelt, mit denen im Hochhausbau extreme Höhen erreicht werden können. In vergleichenden Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass Rahmenröhren aus Stahl oder Beton und Fachwerkröhren aus Stahl oder Beton die leistungsfähigsten Strukturformen für Hochhaustragwerke sind. Bei beiden Bauweisen wird eine möglichst große Steifigkeit in den Bereich der Außenwände gelegt, sodass für die Ableitung der Windlasten ein maximaler innerer Hebelarm zur Verfügung steht und jeweils die gesamte Tiefe des Gebäudes an der Ableitung der Windlasten beteiligt ist. Dabei sind z.B. die vier Außenwände eines Hochhauses zu einem röhrenförmigen Tragwerk zusammengefasst. Noch leistungsfähiger sind Tragstrukturen, bei denen eine innere Rohrkonstruktion mit einer äußeren Rohrkonstruktion schubsteif verbunden wird (tube-in-tube-structure) oder bei denen mehrere Röhrentragwerke zu einem Verbundquerschnitt gekoppelt werden (bundeled-tube-structure). Aktuelle Entwicklungen für extrem hohe Turmbauwerke oder Hochhäuser sehen vor, möglichst viel konstruktive Masse nicht in die Seitenwände, sondern in den Eckbereichen eines polygonen

Querschnittes zu konzentrieren oder bei einem runden oder ovalen Querschnitt die konstruktive Masse möglichst gleichmäßig im Bereich der Außenwand zu verteilen. Die genannten Strukturformen für Hochhaustragwerke zeichnen sich durch eine maximale Steifigkeit bei gleichzeitig möglichst geringem Materialeinsatz aus und schufen die Voraussetzung dafür, dass Hochhäuser heute eine Höhe von 500 m erreichen und dass über 1000 m hohe Gebäude denkbar sind.

Bei Frachtschiffen und Tankschiffen kommen immer wieder Havarien vor, bei denen der Schiffsrumpf meistens in der Mitte auseinanderbricht. Diese Schiffe haben nur eine begrenzte Lebensdauer von ca. 25 Jahren und zeigen bereits während ihrer Laufzeit Ermüdungsrisse in der tragenden Außenwandkonstruktion. Neben dem Verlust an Menschenleben und materiellem Schaden sind vor allem bei Tankerunglücken die katastrophalen Auswirkungen auf die Umwelt ein unerträglicher Zustand.

Bei Passagierschiffen wird die Stahlhülle des Unterwasserschiffes oberhalb der Wasserlinie weitergeführt. Lediglich Bullaugen und in den oberen Decks auch mehr oder weniger große Fensteröffnungen ermöglichen den Zutritt von Licht und Luft zu den Passagierräumen. In einer Struktur, die aus tragenden Flächen - Decks, Längs- und Querwände, Unterwasserschiff- und Außenbordwände - zusammengesetzt ist, wirkt sich jede Öffnung, jeder Durchbruch, als Störung des Systems aus. In einer Struktur, bei der alle Flächen untereinander kraftschlüssig verbunden sind, sind alle Flächen an der globalen Tragwirkung der Rumpfkonstruktion beteiligt. Bei einem großen Passagierschiff sind regelmäßig decksübergreifende Öffnungen vorhanden - Längs- und Querwände liegen selten ausschließlich in einer Ebene. Der Kraftfluss innerhalb der Tragstruktur ist nicht eindeutig. Regelmäßige Kraftumlenkungen bewirken sekundäre Biegemomente und Nebenspannungen, die von dem Rumpftragwerk

aufgenommen werden müssen und erfordern einen erhöhten Materialaufwand. Ein optimal wirksames, biege-, schub- und torsionssteifes Tragwerk kann deshalb nicht ausgebildet werden. Die kraftschlüssige Verbindung aller flächenförmigen Konstruktionsteile untereinander ist sehr aufwendig und zeitintensiv. Die Außenhaut einer herkömmlichen Schiffskonstruktion ist mehrfach beansprucht und erfüllt mehrere, teilweise widersprüchliche Funktionen. Sie nimmt die hydrodynamischen, lokalen Belastungen auf und ist gleichzeitig an der globalen Tragfunktion der Rumpfkonstruktion beteiligt. Als robuste Hülle im Bereich des Unterwasserschiffes erfüllt sie neben der Tragfunktion auch Sicherheitsfunktionen und dient dem Anprallschutz. Oberhalb der Wasserlinie stellen die an die Außenhülle angrenzenden Passagierräume vollkommen andere Anforderungen an die stählerne Außenhaut. Stahlbleche sind bisher der einzige Werkstoff zur Herstellung dieser vielfach beanspruchten Außenhülle. Eine einstückige, aus Stahlblechen zusammengeschweißte Rumpfkonstruktion ist wenig flexibel bei Umbau und Modernisierung eines Passagierschiffes. Der Mangel an Flexibilität zeigt sich bereits während der Bauphase, wenn der Auftraggeber die Aufteilung im Schiffsinnen oder die Ausstattung der Räume ändern will. Bereits kleine Änderungen - wie das örtliche Verschieben von Wänden oder Decks - beeinflussen die Tragstruktur und erfordern einen hohen Konstruktions- und Arbeitsaufwand.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, eine Schiffskonstruktion anzugeben, die eine Aufnahme von größeren Kräften bei kleinerem Materialaufwand und eine größere Freiheit in der Gestaltung ermöglicht.

Für Tank-, Fracht- und Passagierschiffe wird eine leistungsfähige Tragstruktur vorgeschlagen, die aus stabförmigen Traggliedern

aufgebaut ist und bei der in den Eckbereichen des Schiffsrumpfes massive oder hohlprofilförmige Gurtstäbe angeordnet werden, die untereinander durch massive oder hohlprofilförmige Füllstäbe zu einem zusammenhängenden Röhrentragwerk verbunden werden. Dieses Tragwerk definiert eine Tragstruktur, bei der die Last tragenden Glieder aus stabförmigen Elementen bestehen und zug- und druckbeansprucht - beim Fachwerk - oder biegezug- und biegedruckbeansprucht - beim Rahmen - sind. Die einzelnen Tragelemente definieren freie Räume und freie Felder, sodass für eine sekundäre Ausbaustruktur und für die Ausbildung und Ausgestaltung der Hüllkonstruktion allem größtmögliche Freiheit besteht. Dieser Megaframe verbessert vor die Längssteifigkeit einer Rumpfkonstruktion. Als biegesteifes Rückgrat aktiviert dieses primäre Skelett die gesamte Höhe der Rumpfkonstruktion zur Aufnahme der Lasten.

Als Fachwerkkonstruktionen bezeichnet man Konstruktionen aus einer Vielzahl von Stäben (Druck- und Zugstäbe), die an den sogenannten Knoten derart miteinander verbunden sind, dass bevorzugt unverschiebliche Dreiecke entstehen. Die Stäbe können konstruktionsbedingt sowohl gelenkig als auch biegesteif miteinander verbunden sein, und bei einer dreidimensionalen Fachwerkkonstruktion entsteht eine torsionssteife Röhre. Die einzelnen Stäbe der Fachwerkkonstruktion werden in äußere Gurtstäbe und innere Füllstäbe unterteilt. Die äußeren Gurtstäbe bilden den Umriss der Fachwerkkonstruktion und werden in Obergurtstäbe, welche an der Fachwerkoberseite verlaufen, und Untergurtstäbe, welche an der Fachwerkunterseite verlaufen, unterteilt. Die inneren Füllstäbe verlaufen zwischen den Obergurtstäben und den Untergurtstäben. Handelt es sich um geneigte Füllstäbe, so nennt man sie Diagonalen oder Streben, verlaufen die Füllstäbe lotrecht zwischen Ober- und Untergurt, so heißen sie Ständer oder Pfosten. Eine Biegebeanspruchung wird bei

einer Fachwerkkonstruktion prinzipiell in eine Druck- und Zugbeanspruchung in den Gurten aufgelöst, was zu einem optimierten Materialverbrauch führt. Die Füllstäbe übernehmen die Funktion des Steges eines monolithischen Querschnitts.

Als vom Tragwerk unabhängige Systemkonstruktion kann die Hüllkonstruktion ein- und mehrschalig ausgebildet werden und ihre jeweilige Funktion optimal erfüllen. An dynamisch besonders beanspruchten Stellen im Bereich des Bugs, an Teilen des Unterwasserschiffs und am Heck im Bereich der Schrauben besteht die Hülle aus einem starren Schalentragwerk. Dort, wo die dynamische Beanspruchung es zulässt, wird die Hülle aus einzelnen, unterschiedlichen Funktionsschichten aufgebaut.

Im Bereich des Unterwasserschiffes wird z.B. eine zweischalige Hülle vorgeschlagen, bei der eine Innenhülle als echtes Membrantragwerk aus ein- bzw. zweiachsig gekrümmten Flächen in ein Zwischentragwerk, das die Lasten an das Primärtragwerk leitet, eingehängt wird. Nach strömungstechnischen Gesichtspunkten ist dagegen die Außenhülle geformt. Druckluftbefüllte Kammern im Bereich des Unterwasserschiffes und im Bereich der Seitenbordwände geben den Wasserdruck an das Membrantragwerk der Innenhülle weiter. Bei einer weiteren vorteilhaften Ausbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, die Außenhülle im Bereich des Unterwasserschiffes zu perforieren, sodass der Wasserdruck unmittelbar an den Membranflächen der Innenhülle anliegt. In diesem Fall kann die Außenhaut ausschließlich nach hydrodynamischen Gesichtspunkten ausgebildet werden. Durch abschnittsweise in Fahrtrichtung vorhandene Wassereinströmöffnungen und Wasserausströmöffnungen kann an der unmittelbaren Grenzschicht zwischen dem Wasser und der Außenkante des Rumpfes die Entstehung von Wirbeln und Turbulenzen verhindert werden, sodass auch die strömungstechnischen Eigenschaften der

Rumpfkonstruktion wesentlich verbessert werden können. Dabei kann sich eine perforierte Außenhülle auch auf einem Seilnetz, das zwischen die Tragglieder des Primärtragwerks gespannt wird, abstützen. Zur Aufnahme von Anpralllasten bei Grundberührung und bei Havarien zeigt eine bei Lastangriff nachgebende, elastische Außenhülle ein günstiges Verhalten. Zusammen mit dem umgebenden Primärtragwerk in Skelettbauweise schützt sie die empfindlichen, innen liegenden Membranflächen der Innenhülle. Eine Außenhülle, deren Funktion auf die Herstellung einer Strömungsgrenzfläche beschränkt ist, kann z.B. auch aus Kunststoffpaneelen aufgebaut werden. Die gewölbten Membranflächen der Innenhülle können in einzelne Kissen, z.B. mit 3x3 m Kantenlänge, oder aber auch als größere Einzelflächen ausgebildet werden. Als Raumbegrenzung eines Tanks für flüssige oder gasförmige Medien sind sie sehr gut geeignet. Im Bereich von Längs- und Querwänden des Schiffsrumpfes werden die Membranflächen entweder durch Überdruck oder im Falle gegensinnig gekrümmter Flächen durch Unterdruck stabilisiert. Als Frachtraumbegrenzung sind sie weniger gut geeignet. Ein erfindungsgemäßes Stückgutfrachtschiff benötigt deshalb eine zusätzliche Frachtraumauskleidung. Ein besonderes Problem bei Erzfrachtern sind extreme, dynamische Belastungen beim Beladen der Frachträume. Im Rahmen der Erfindung wird für diesen Fall vorgeschlagen, einzelne gegenüber dem Tragwerk beweglich und energieabsorbierend gelagerte Behälter auszubilden, die als nicht an der Tragfunktion des Schiffsrumpfes beteiligte Elemente federnd mit dem Primärtragwerk in Skelettbauweise verbunden sind. Der gesamte Frachtraum kann so der stoßartig einwirkenden Last beim Beladen ausweichen. Dabei kann der Federweg 2-3 m betragen.

Die Verwendung vorgefertigter Profilabschnitte aus Walzstahl, Rund- und Rechteckhohlprofilen, geschweißten Kastenprofilen, aber auch Stahlbetonfertigteilen, die untereinander verschweißt,

verschraubt oder vergossen werden, erlaubt es, das Tragwerk in Skelettbauweise in kurzer Zeit zusammenzufügen.

Die Ausbildung einer zwei- und mehrschaligen Hüllkonstruktion ermöglicht es, die an die Schiffshülle gestellten Anforderungen besser zu erfüllen. Hier gilt ebenso, dass mit vergleichsweise geringem Materialaufwand ein höherer Nutzen erzielt werden kann. Eine Hüllkonstruktion, die unabhängig vom Tragwerk ist, kann grundsätzlich vor, zwischen oder hinter der Ebene des Tragwerks angeordnet werden. Bezüglich der Materialwahl besteht größtmögliche Freiheit. Da die Hülle von der globalen Tragwirkung befreit ist, können z.B. bei einem großen Passagierschiff im Bereich der Außenhülle großflächige Kohlefaserverbundpaneele eingesetzt werden.

Bei einem Passagierschiff z.B. können die Aufbauten quer zur Fahrtrichtung in tagesbelichtete Abschnitte unterteilt werden. Ein erfindungsgemäßes Passagierschiff verfügt deshalb über eine Vielzahl großer, tagesbelichteter Wohnungen. Diese Wohnungen können zu einem großen, gemeinsamen, verglasten Wintergarten hin orientiert sein und über Balkone und Loggien verfügen, wobei nur die Glasebene des Wintergartens im Bereich der sonst üblichen Bordwand liegt. Jeder Teil der Hüllkonstruktion wird entsprechend der an ihn gestellten Anforderungen entwickelt. Im Bereich des Schiffsbodens und im Bereich der Bordwände ist die Hüllkonstruktion zwei- und mehrschalig aufgebaut und besteht z.B. aus einer robusten Außenhülle aus Stahl, die über eine Vielzahl von längs und quer angeordneten Stegblechen mit einer Innenhülle aus Stahl verschweißt wird. Außen- und Innenhülle können aber auch durch eine leichte Fachwerkstruktur mit Längs- und Querträgern oder in der Form einer Halboktaeder-Tetraederstruktur untereinander verbunden werden. Für eine schubsteife Verbindung zwischen Außen- und Innenhülle eignet sich auch ein Schaumkern aus

Kunststoff. Bei dieser Ausführungsvariante kann die Außenhülle dünnwandig ausgebildet werden. Ein Loch in der Außenhülle führt in diesem Fall nicht zum Eindringen von Wasser. Neben einem ausgeschäumten Zwischenraum werden aber auch aufblasbare Pneus, die zwischen Außen- und Innenwand angeordnet sind, sowie eine Füllung mit leichten Kunststoffformkörpern als Sicherheitskonzept vorgeschlagen.

In einer weiteren Ausführungsvariante wird vorgeschlagen, eine robuste Außenhülle aus dickwandigen, wasserfest verleimten Sperrholztafeln herzustellen. Bei Beschädigungen können Teile der Hüllkonstruktion oder auch die gesamte Hüllkonstruktion erneuert werden, ohne dass dadurch das Tragwerk beeinträchtigt wäre. Besonders vorteilhaft erscheint die Ausbildung einer zugbeanspruchten Hüllkonstruktion. Dabei besteht sowohl die Außenhülle als auch die Innenhülle aus Spannbändern aus Stahl, die in Längs- und Querrichtung gegen das Primärtragwerk in Skelettbauweise gespannt werden.

Durch die im Rahmen der Erfindung vorgeschlagenen Maßnahmen wird also nicht nur die größtmögliche Stabilität eines Schiffsrumpfes erzielt, sondern es wird auch die Sicherheit erhöht, und schließlich kann eine im Schiffbau bisher nicht gekannte Behaglichkeit im Bereich der Wohn- und Aufenthaltsräume erreicht werden. Die zwei- und mehrschalige Hüllkonstruktion ist deshalb nicht nur aus Gründen der Sicherheit ein Fortschritt gegenüber herkömmlichen Lösungen. Sie bietet in Aufenthaltsräumen einen bauphysikalischen Komfort, der sich unter anderem durch einen erhöhten Wärme- und Schallschutz auszeichnet. Die Übertragung von Vibrationen und Schwingungen wird durch eine konsequente Systemtrennung zwischen Tragwerk, Hülle und Ausbau unterbunden.

Die für die Rumpfkonstruktion eines Schiffes, Bootes oder Unterseebootes vorgeschlagenen Maßnahmen führen zu wirtschaftlichen Konstruktionen, die vorteilhafte Auswirkungen auf die Planung, den Bau und den Betrieb eines Schiffes haben.

Die Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

Die Erfindung wird anhand von verschiedenen in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigt:

- Fig. 1 eine perspektivische Abwicklung eines erfindungsgemäßen Frachtschiffes mit einem Tragwerk in Skelettbauweise und einer davon unabhängigen Hüllkonstruktion,
- Fig. 2 einen schematischen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Schiffsrumpf mit einer zweischaligen Außenhülle, welcher Schiffsrumpf als nach oben offenes Hohlprofil mit dreieckigem Querschnitt ausgebildet ist,
- Fig. 3 einen schematischen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Schiffsrumpf mit einer zweischaligen Außenhülle, welcher Schiffsrumpf als nach oben offenes Hohlprofil mit U-förmigem Querschnitt ausgebildet ist,
- Fig. 4 einen schematischen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Schiffsrumpf mit einer zweischaligen Außenhülle, welcher Schiffsrumpf als nach oben offenes Hohlprofil mit kreissegmentförmigem Querschnitt ausgebildet ist,

- Fig. 5 einen schematischen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Röhrentragwerk mit dreieckigem Querschnitt,
- Fig. 6 einen schematischen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Röhrentragwerk mit kreisrundem Querschnitt,
- Fig. 7 einen schematischen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Röhrentragwerk mit rechteckigem Querschnitt und einer gegenüber der Tragwerksebene versetzten Außenhülle,
- Fig. 8 einen schematischen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes, gebündeltes Röhrentragwerk, bei dem zwei quadratische Röhrentragwerke zu einem Rechteck zusammengesetzt sind,
- Fig. 9 einen schematischen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes, gebündeltes Röhrentragwerk, bei dem fünf rechteckigförmige Röhrentragwerke zu einem T-förmigen Querschnitt zusammengesetzt sind,
- Fig. 10 einen schematischen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes, gebündeltes Röhrentragwerk bei dem sechs quadratische Röhrentragwerke zu einem U-förmigen Querschnitt zusammengesetzt sind,
- Fig. 11 einen schematischen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes zweilagiges Röhrentragwerk bei dem ein inneres und ein äußeres Fachwerkrohr ein Verbundtragwerk bilden,

- Fig. 12 einen schematischen Aufriss von der Seite einer Integration eines erfindungsgemäßen Röhrentragwerkes mit der Hüllkonstruktion eines Passagierschiffes mit runden Decksaufbauten,
- Fig. 13 einen schematischen Grundriss einer Integration eines erfindungsgemäßen Röhrentragwerkes mit der Hüllkonstruktion eines Passagierschiffes mit runden Decksaufbauten,
- Fig. 14 einen schematischen Grundriss einer Integration eines erfindungsgemäßen Röhrentragwerkes mit der Hüllkonstruktion eines Passagierschiffes mit eckigen Decksaufbauten,
- Fig. 15 einen schematischen Aufriss von der Seite einer Integration eines erfindungsgemäßen Röhrentragwerkes mit der Hüllkonstruktion eines Passagierschiffes mit eckigen Decksaufbauten,
- Fig. 16 einen schematischen Aufriss von vorne einer Integration eines erfindungsgemäßen Röhrentragwerkes mit der Hüllkonstruktion eines Passagierschiffes mit eckigen Decksaufbauten,
- Fig. 17 einen schematischen Aufriss von der Seite einer Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerkes mit der Hüllkonstruktion eines Tankschiffes,
- Fig. 18 einen schematischen Aufriss von vorne einer Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerkes mit der Hüllkonstruktion eines Tankschiffes,

- Fig. 19 eine isometrische Darstellung eines Tragskeletts eines erfindungsgemäßen Frachtschiffes,
- Fig. 20 eine isometrische Abwicklung einer Integration von Tragwerk und Hüllkonstruktion eines erfindungsgemäßen Frachtschiffes mit einem Tragskelett nach Fig. 19,
- Fig. 21 eine isometrische Darstellung eines erfindungsgemäßen Röhrentragwerks eines Passagierschiffes mit rechteckigem Querschnitt,
- Fig. 22 eine isometrische Darstellung einer Integration eines erfindungsgemäßen Röhrentragwerks mit rechteckigem Querschnitt mit der Hüllkonstruktion und eckigen Decksaufbauten eines Passagierschiffes,
- Fig. 23 eine perspektivische Darstellung einer Integration eines erfindungsgemäßen Röhrentragwerkes mit rechteckigem Querschnitt mit der Hüllkonstruktion und eckigen Decksaufbauten eines Passagierschiffes,
- Fig. 24 eine perspektivische Darstellung einer Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerkes mit T-förmigem Querschnitt mit der Hüllkonstruktion und runden Decksaufbauten eines Passagierschiffes,
- Fig. 25 eine isometrische Darstellung einer Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerkes aus Stahlprofilen in Rahmenbauweise mit der Hüllkonstruktion eines Tankschiffes,

- Fig. 26 eine isometrische Darstellung einer Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerkes aus Stahlhohlprofilen in Fachwerkbauweise der Hüllkonstruktion eines Tankschiffes,
- Fig. 27 eine isometrische Darstellung einer Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerkes aus Spannbeton in Rahmenbauweise mit der Hüllkonstruktion eines Tankschiffes,
- Fig. 28 einen schematischen Querschnitt durch eine Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerkes aus Spannbeton mit der Hüllkonstruktion eines Tankschiffes,
- Fig. 29 eine perspektivische Darstellung einer Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerkes aus Spannbeton mit der Hüllkonstruktion eines Tankschiffes,
- Fig. 30 einen schematischen Querschnitt durch eine Integration eines erfindungsgemäßen Röhrentragwerkes aus Stahl mit einer zweischaligen Hüllkonstruktion eines Unterseebootes,
- Fig. 31 einen schematischen Querschnitt durch eine Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerkes aus Stahl mit einer zweischaligen Hüllkonstruktion eines Tankschiffes,
- Fig. 32 einen schematischen Querschnitt durch eine Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerkes als Verbundkonstruktion aus Stahl und Beton mit einer zweischaligen Hüllkonstruktion eines Tankschiffes,

- Fig. 33 einen vertikalen Detailschnitt durch die Außenbordwand eines Aufbaus einer Hüllkonstruktion eines Tankschiffes mit einem stabilisierenden Fachwerk zwischen Außen- und Innenhülle,
- Fig. 34 einen vertikalen Detailschnitt durch die Außenbordwand eines Aufbaus der Hüllkonstruktion eines Tankschiffes mit einer Ausschäumung zwischen Innen- und Außenhülle,
- Fig. 35 einen vertikalen Detailschnitt durch die Außenbordwand eines Aufbaus der Hüllkonstruktion eines Tankschiffes mit mit Wasser oder Druckluft gefüllten Schläuchen zwischen Außen- und Innenhülle,
- Fig. 36 eine Integration eines erfindungsgemäßen, gebündelten Röhrentragwerks, das aus geschweißten Kastenprofilen aufgebaut ist, mit einer zweischaligen Hüllkonstruktion,
- Fig. 37 eine isometrische Übersicht über eine zweischalige Hüllkonstruktion mit einer Innenhülle als einachsig gekrümmtes Membrantragwerk und einer durch regelmäßig angeordnete Schlitze perforierten Außenhülle,
- Fig. 38 eine isometrische Übersicht über eine zweischalige Hüllkonstruktion mit einer Innenhülle als zweiachsig gekrümmtes Membrantragwerk und einer durch punktförmig angeordnete Öffnungen perforierten Außenhülle,
- Fig. 39 eine isometrische Übersicht über eine zweischalige Hüllkonstruktion mit einer Innenhülle als dreiecksförmiges Membrantragwerk und einer durch

punktförmig angeordnete Öffnungen perforierten Außenhülle,

- Fig. 40 einen schematischen Querschnitt durch eine sogbewirkende, punktförmige Öffnung in der Außenhülle zur Beeinflussung des Strömungswiderstands,
- Fig. 41 eine isometrische Darstellung einer sogbewirkenden, punktförmigen Öffnung in der Außenhülle zur Beeinflussung des Strömungswiderstands,
- Fig. 42 einen schematischen Querschnitt durch eine staudruckbewirkende, punktförmige Öffnung in der Außenhülle zur Beeinflussung des Strömungswiderstands,
- Fig. 43 eine isometrische Darstellung einer staudruckbewirkenden, punktförmigen Öffnung in der Außenhülle zur Beeinflussung des Strömungswiderstands,
- Fig. 44 einen schematischen Querschnitt durch eine sogbewirkende, linienförmige Öffnung in der Außenhülle zur Beeinflussung des Strömungswiderstands,
- Fig. 45 eine isometrische Darstellung einer sogbewirkenden, linienförmigen Öffnung in der Außenhülle zur Beeinflussung des Strömungswiderstands,
- Fig. 46 einen schematischen Querschnitt durch eine staudruckbewirkende, linienförmige Öffnung in der Außenhülle zur Beeinflussung des Strömungswiderstands, und

Fig. 47 eine isometrische Darstellung einer staudruckbewirkenden, linienförmigen Öffnung in der Außenhülle zur Beeinflussung des Strömungswiderstands.

In den Figuren sind unterschiedliche Ausgestaltungen von Schiffen, Booten und Unterseebooten mit einer Rumpfkonstruktion dargestellt, deren tragendes Gerüst als ein in sich vollständiges Tragwerk in Skelettbauweise, das in Längs- und Querrichtung aus Rahmenträgern und/ oder Fachwerkträgern besteht, ausgebildet ist, wobei die Hüllkonstruktion das Tragwerk ganz oder teilweise umschließt und von der globalen Tragfunktion im wesentlichen befreit ist.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Übersicht eines erfindungsgemäßen, leichten Frachtschiffes. Das Tragwerk ist als Skelettkonstruktion 1 ausgebildet. Es besteht aus Fachwerkträgern, die in Längsrichtung 110 angeordnet sind und die Bordwände und den Schiffsboden definieren. Fachwerkträger in Querrichtung 111 steifen den nach oben offenen Schiffsrumpf 3 aus. Die Fachwerkstruktur 11 des Rumpftragwerkes 1 ist aus Rechteckhohlprofilen aus Stahl 152 aufgebaut. An den Knotenpunkten der Fachwerkträger 110, 111 werden die Hohlprofile untereinander verschraubt oder verschweißt. Weitgehend alle Stäbe der Fachwerkstruktur 11 sind gleich lang und schneiden sich unter gleichen Winkeln, sodass die einzelnen Tragglieder der Skelettkonstruktion 1 seriell vorgefertigt werden können. Die Hüllkonstruktion 2 ist mehrschalig ausgebildet und besteht aus einer Außenhülle 20, die als Edelstahlhaut 200 vorgesehen ist und einer Innenhülle 22, die als geschweißte Stahlkonstruktion den Frachtraum 302 umgibt. Das Zwischentragwerk 21 zwischen der Außenhülle 20 und der Innenhülle 22 besteht aus Formkörpern aus geschäumtem Kunststoff 214. Die Edelstahlhaut 200 ist mit den Formkörpern 214 verklebt. Der Schiffsrumpf 3 besitzt mehrere hintereinander liegende, nach oben offene Frachträume 302 und ein

Ruderhaus 330. Die erfindungsgemäße Bauweise für ein Frachtschiff nach Fig. 1 hat mehrere Vorteile. Die Verwendung industriell vorgefertigter Hohlprofile, die mit einer standardisierten Verbindungstechnik gefügt werden, ermöglicht die wirtschaftliche Herstellung der tragenden Skelettkonstruktion. Die mehrschalige Hüllkonstruktion 2 kann jeweils optimal an unterschiedliche Anforderungen angepasst werden. Sie besteht aus einer Innenhülle 22, die als robuste Stahlhülle 220 den Frachtraum 302 auskleidet und aus einer wartungsfreien Außenhülle 20, die als dünne Edelstahlhaut 200 ausgebildet ist und durch Füllelemente aus Kunststoffschäum 214 stabilisiert wird. Der mehrschalige Aufbau der Hüllkonstruktion 2 verhindert ein Leckschlagen des Schiffsrumpfes 3, wenn z.B. die Edelstahlhaut 200 beschädigt wird. Ein Leck in der Außenhaut kann leicht repariert werden und beeinträchtigt nicht die Sicherheit des Schiffes. Zusätzliche Maßnahmen, wie örtliche Verstärkungen an Bug und Heck, sowie eine umlaufende Scheuerleiste, die zeichnerisch nicht dargestellt sind, verhindern die Beschädigungen der vorgeschlagenen, dünnwandigen Edelstahlhaut 200.

Fig. 2 bis Fig. 4 zeigen unterschiedliche Formen nach oben offener Schiffsrumpfe 3 mit einer zweisehaligen Hüllkonstruktion 2 im schematischen Querschnitt. Die Strukturform eines offenen Hohlprofils eignet sich für eine Vielzahl von Boots- und Schiffskonstruktionen, bei denen kein durchgehendes Deck vorhanden ist. Die Verbindung der beiden Bordwände erfolgt durch einzelne Koppelstäbe - bei einem Ruderboot z.B. durch ein Sitzbrett.

Fig. 5 bis Fig. 7 zeigen unterschiedliche Formen geschlossener Röhrentragwerke 12 für Schiffsrumpfe, jeweils im schematischen Querschnitt. Fig. 5 zeigt ein Röhrentragwerk mit dreieckigem Querschnitt 120, Fig. 6 zeigt ein Röhrentragwerk mit rundem Querschnitt 122 und Fig. 7 ein Röhrentragwerk mit viereckigem

Querschnitt 121. Das geschlossene Röhrentragwerk 12 ist wesentlich steifer als die in Fig. 2 bis Fig. 4 gezeigten, nach oben offenen Hohlprofilquerschnitte. Bei einem polygonen Röhrentragwerk 121 sind alle Seiten durch in Längsrichtung angeordnete Fachwerkträger 110 oder Fachwerkträger in Querrichtung 111 miteinander verbunden. Um eine maximale Steifigkeit der Rumpfkonstruktion zu erhalten, ist die konstruktive Masse auf die in Längsrichtung verlaufenden Gurtprofile des polygonen Röhrentragwerkes 121 konzentriert.

Fig. 8 bis Fig. 11 zeigen unterschiedliche gebündelte Röhrentragwerke 13 und ein Rohr-im-Rohr-Tragwerk 14 in Fig. 11. Der schematische Querschnitt in Fig. 8 ist eine sehr leistungsfähige Strukturform für Fracht- und Tankschiffe. Fig. 9 zeigt dagegen den T-förmigen Querschnitt einer Rumpfkonstruktion für ein Passagierschiff. Drei Röhren bilden einen pontonförmigen unteren Rumpfabschnitt mit einem breiten Deck. Das Tragwerk der Decksaufbauten besteht aus zwei weiteren Röhrenquerschnitten, die mit dem unteren Rumpfabschnitt einen T-förmigen Verbundquerschnitt 13 bilden. Die Möglichkeit der Anordnung von Vorbauten 31 im Bereich der Decksaufbauten ist schematisch dargestellt. In dem in Fig. 10 gezeigten Schiffsrumpf sind sechs in sich biege-, schub- und torsionssteife, quadratische Einzelröhren zu einem katamaranförmigen Verbundquerschnitt 13 gebündelt. Fig. 11 schließlich zeigt eine sehr steife Rohr-im-Rohr-Konstruktion 14, bei der eine Vielzahl dreiecksförmiger Fachwerke zu einem zweilagigen Verbundquerschnitt zusammengefasst sind.

Fig. 12 bis Fig. 18 zeigt die Integration erfindungsgemäßer Röhrentragwerke 12, 13 mit unterschiedlichen zwei- oder mehrschaligen Hüllkonstruktionen 2 am Beispiel unterschiedlicher Schiffe. Fig. 12 zeigt ein Passagierschiff mit runden Decksaufbauten 33 im schematischen Seitenriss. Fig. 13 zeigt das Passagierschiff nach Fig. 12 im schematischen Grundriss. Das

Röhrentragwerk 12 besteht aus einem viergurtigen Fachwerkträger, der die Tragstruktur für den Schiffsrumpf 3 mit runden Aufbauten 33 bildet. Der nach hydrodynamischen Gesichtspunkten geformte Bug und das Heck sind als schalenförmige Bauteile an das primäre Tragwerk in Skelettbauweise 1 angehängt. Fig. 14, Fig. 15 und 16 zeigen die Integration eines Röhrentragwerkes 12 mit einem erfindungsgemäßen Passagierschiff mit eckigen Decksaufbauten 33 im schematischen Grundriss, Seitenriss und Aufriss von vorne. Das Röhrentragwerk 12 ist aus längs angeordneten Fachwerkträgern 110 und quer angeordneten Fachwerkträgern 111 aufgebaut, die in Fahrtrichtung sechs steife Zellen bilden. Die Hüllkonstruktion und der gesamte Ausbau sind von der globalen Tragfunktion befreit und stellen jeweils sekundäre Systemkonstruktionen dar. Fig. 17 und Fig. 18 zeigen die Integration eines gebündelten Röhrentragwerkes 13 mit einer zwei- oder mehrschaligen Hüllkonstruktion 2 am Beispiel eines erfindungsgemäßen Tankschiffes. Die Biegesteifigkeit des Schiffsrumpfes 3 wird durch drei parallele, in Längsrichtung verlaufende Fachwerkträger 110 hergestellt. Fachwerkträger in Querrichtung 111 stellen die Torsionssteifigkeit sicher und dienen der Lastverteilung.

Fig. 19 und **Fig. 20** zeigen ein erfindungsgemäßes Frachtschiff mit einem Tragwerk in Skelettbauweise 1, das aus Fachwerkträgern in Längs- und Querrichtung 110, 111 aufgebaut ist und zusammen mit einer mehrschaligen Hüllkonstruktion 2 den Schiffsrumpf bildet.

Fig. 19 zeigt das Tragwerk in Skelettbauweise 1 in isometrischer Übersicht, während **Fig. 20** die Integration des Tragwerkes 1 mit der mehrschaligen Hüllkonstruktion 2 in isometrischer Abwicklung darstellt. Die Gurt- und Diagonalstäbe der Fachwerkkonstruktion 11 bestehen aus schichtverleimtem Holz 18 und werden mittels standardisierter Knotenkörper aus Stahl untereinander verbunden. Die mehrschalige Hüllkonstruktion 2 besteht aus einer Außenhülle

20 aus glasfaserverstärktem Kunststoff 203, während die Innenhülle 22 von robusten Holzwänden 222 und einem robusten Holzboden 222 gebildet wird. Zwischen Innenhülle 22 und Außenhülle 20 befindet sich ein Zwischentragwerk 21, das von Paneelen aus Holz oder Kunststoff 215 gebildet wird. Da ein Holzschiff niemals vollkommen dicht ist, wird vorgeschlagen, zwischen Innen- und Außenhülle 20, 22 zusätzlich eine wasserdichte Folie aus Kunststoff oder Metall einzubauen.

Fig. 21 und **Fig. 22** zeigen die Integration eines erfindungsgemäßen Röhrentragwerkes 12 mit der mehrschalig aufgebauten und räumlich differenzierten Hüllkonstruktion 2 eines Kreuzfahrtschiffes.

Fig. 21 zeigt ein viergurtiges Röhrentragwerk 12, das aus längs angeordneten Fachwerkträgern 110 und quer angeordneten Fachwerkträgern 111 besteht. Die längs angeordneten, stehenden Fachwerkträger 110 sind etwa in der Ebene der Außenbordwand angeordnet, während die liegend angeordneten Fachwerkträger in Längsrichtung 110 den Schiffsboden und das Oberdeck definieren. Das Röhrentragwerk 12 bildet eine primäre Tragkonstruktion für den Schiffsrumpf, bei der die konstruktive Masse auf die in den vier Ecken angeordneten Gurtstäbe konzentriert ist. Diese Ausbildung der Skelettkonstruktion 1 vereint größtmögliche Steifigkeit des Tragwerkes mit minimalem Materialeinsatz. Das Tragwerk ist deshalb sehr wirtschaftlich, weil die Tragkonstruktion für sich betrachtet nur einen Bruchteil herkömmlicher Schalentragwerke für den Rumpf wiegt. Das röhrenförmige Stahltragwerk 15 ist aus hohlkastenförmigen, geschweißten Stahlträgern 152 zusammengesetzt. Fig. 22 zeigt die Integration des Tragwerks 1 nach Fig. 21 mit einer ein- und mehrschaligen Hüllkonstruktion 2. Über einem Zwischendeck erhebt sich ein siebengeschossiger Wohntrakt 300. Jeweils auf der Steuerbord- und Backbordseite sind sechs Aussparungen 32 vorgesehen, die quer zur Fahrtrichtung in den

Schiffsrumpf 3 eingeschnitten sind. Diese Aussparungen 32 können als durchgehende Queröffnungen 323, als offene Lichthöfe 322, als einfach verglaste Wintergärten 321 oder als isolierverglaste Atrien 320 ausgebildet werden. Das primäre Tragwerk in Skelettbauweise 1 bietet zusammen mit einer davon unabhängigen mehrschaligen Hüllkonstruktion 2 Freiheitsgrade für die Anordnung und Ausbildung der Wohnräume 300, die bisher bei Kreuzfahrtschiffen aus konstruktiven Gründen nicht möglich waren. Aus bisher üblichen Kabinen werden Wohnungen 300 mit einer Wohnfläche zwischen 30 und 60 qm mit Küche, Bad und Balkon, sodass alle Voraussetzungen für einen dauerhaften Aufenthalt auf dem Schiff gegeben sind. Der pontonartige untere Abschnitt der Rumpfkonstruktion mit dem nach hydrodynamischen Gesichtspunkten geformten Unterwasserschiff ist durch Längs- und Querwände und Zwischendecks in einzelne Sicherheitsschotts geteilt - die Hülle 2 ist in diesem Bereich ein oder zweilagig ausgebildet.

Fig. 23 zeigt das Kreuzfahrtschiff nach Fig. 21 und Fig. 22 in einer perspektivischen Abwicklung. Die Integration des Röhrentragwerkes 12 mit den räumlich gegliederten Wohnaufbauten 300 wird hier besonders deutlich.

Fig. 24 zeigt die Integration eines gebündelten Röhrentragwerkes 13 mit runden Decksaufbauten 33. Das Tragwerk in Skelettbauweise 1 hat einen T-förmigen Querschnitt und setzt sich insgesamt aus fünf in Fahrtrichtung gebündelten Fachwerkrohren zusammen. Die Diagonalverbände sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Bei diesem Beispiel wird ebenfalls die gesamte Höhe des Schiffsrumpfes 3 für die Aufnahme der Biegemomente herangezogen. Das die Tragfunktion übernehmende primäre Tragwerk in Skelettbauweise 1 eröffnet einen großen Gestaltungsspielraum, der hier für die Ausbildung von Decksaufbauten 33 mit runden Vorbauten 31, Auskragungen 311 und Balkonen 310 genutzt wird, die

eine Rundumaussicht auf das umgebende Meer von jedem Wohngeschoss aus ermöglichen. Deutlich erkennbar ist der pontonförmige untere Rumpfabschnitt.

Fig. 25 bis **Fig. 27** zeigen die Integration unterschiedlicher erfindungsgemäßer gebündelter Röhrentragwerke 13 mit einer zweischaligen Hüllkonstruktion 2 eines Tankschiffes. Fig. 25 zeigt ein gebündeltes Röhrentragwerk 13, das aus zwei Rahmenröhren aufgebaut ist. Gurtprofile und Pfosten dieses Rahmentragwerkes 10 bestehen aus geschweißten Kastenprofilen 152. Die Steifigkeit des Rumpfes wird über drei in Fahrtrichtung angeordnete Rahmenträger 100 sichergestellt. Rahmenträger in Querrichtung 101 sorgen für die nötige Torsionssteifigkeit und dienen der Lastverteilung. Zur Aufnahme von Biegezug- und Biegedruckkräften sind die Knotenpunkte der sich kreuzenden Rahmenträger gevoutet ausgebildet. Fig. 26 zeigt ein Stahltragwerk 15, das aus Rundhohlprofilen 152 aufgebaut ist und Fachwerkträger in Längs- und Querrichtung 110, 111 besitzt. Im Vergleich zu dem in Fig. 33 dargestellten Tragwerk handelt es sich hier um eine extrem steife Fachwerkkonstruktion 11, deren einzelne Tragglieder in erster Linie durch Normalkraft beansprucht werden. Fig. 27 zeigt ein gebündeltes Röhrentragwerk 13, das aus hohlkastenförmigen Traggliedern aus Spannbeton zusammengesetzt ist. Das gebündelte Röhrentragwerk 13 besteht aus zwei gekoppelten Röhren mit rechteckigem Querschnitt. Die Tragglieder der Rahmenröhre sind als Verbundkonstruktion aus Stahl und Beton 16 ausgebildet. Pressluftbefüllte Druckkammern 218 geben den Wasserdruck an ein innen liegendes, vorwiegend zugbeanspruchtes Membrantragwerk weiter. Die Außenhülle 20 besteht bei allen drei Beispielen aus Spannbändern aus Stahl 202, die in Querrichtung über das primäre Tragwerk in Skelettbauweise 1 gespannt und untereinander verschweißt werden.

Fig. 28 zeigt das Tankschiff nach Fig. 27 im schematischen Querschnitt und **Fig. 29** in der perspektivischen Abwicklung. Das gebündelte Röhrentragwerk 13 wird aus hohlkastenförmigen Traggliedern 171 aus Spannbeton 170 hergestellt. Die hohlkastenförmigen Tragglieder 171 sind mittels biegesteifer Eckverbindungen zu einer gebündelten Rahmenröhre 13 verbunden. Der Schiffsrumpf verfügt über jeweils fünf backbordseitige und steuerbordseitige Tankräume 303, die durch eine zweischalige Längswand 24 und sechs zweischalige Querwände 25 gegeneinander abgeschottet sind. Die hohlkastenförmigen Tragglieder 171 sind begehbar und dienen der Installationsführung. Zwischen der Außenhülle 20 und der Innenhülle 21 sind pressluftbefüllte Kammern 218 vorgesehen, die den Wasserdruck von einer nach hydrodynamischen Gesichtspunkten geformten Außenhülle 20 an eine vorwiegend zugbeanspruchte, membranartige Innenhülle 22 weiterleiten.

Fig. 30 zeigt den Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes U-Boot. Das Tragwerk in Skelettbauweise 1 ist als Röhrentragwerk 12 mit längs und quer verlaufenden Fachwerkträgern 110, 111 ausgebildet. In den Ecken des quadratischen Rohrquerschnitts befinden sich die Gurte des Stahltragwerkes 15, die als kreuzförmige, zusammengesetzte Querschnitte 151 ausgebildet sind. Die diagonal verlaufenden Fachwerkstäbe sind als Walzprofile 150 vorgesehen. Die zweischalige Hüllkonstruktion 2 besteht aus einer Außenhülle 20, die als geschweißte Stahlhülle 201 ausgebildet ist und einer Innenhülle 22, die ebenfalls aus einer geschweißten Stahlhülle 220 besteht. Das Zwischentragwerk 21 besteht aus längs und quer angeordneten Stegblechen, die mit der Außenhülle 20 und der Innenhülle 22 verschweißt werden und eine Zellenstruktur 210 bilden. Der schematische Schnitt zeigt einen vielfältig nutzbaren Innenraum 30.

Fig. 31 zeigt die Integration eines erfindungsgemäßen gebündelten Röhrentragwerkes 13 aus Stahl 15 mit einer zweischaligen Hüllkonstruktion 2 eines Tankschiffes im schematischen Querschnitt. Ein steuerbordseitiger und ein backbordseitiger Tank 303 sind jeweils allseitig von einer zweischaligen Hüllkonstruktion umgeben. Die Hüllkonstruktion umfasst den Schiffsboden, die linke und die rechte Bordwand, das Deck und zweischalig ausgebildete Längswände 24 und zweischalige Querwände 25, die jeweils aus einer Außenhülle 20, einer Innenhülle 22 und einem Zwischentragwerk 21 bestehen. Die Außenhülle aus Stahl 201 ist mit der Innenhülle aus Stahl 220 mittels längs und quer verlaufender, gelochter Stegbleche, die eine Zellenstruktur 210 bilden, verbunden. Die Zellen 210 können mit Druckluft befüllt werden und bilden Druckkammern 218, die den Wasserdruck vom Schiffsboden und den Seitenbordwänden an die Innenhülle 22 weiterleiten. Die Druckkammern 218 sind abschnittsweise gegeneinander abgeschottet, sodass bei einer Havarie immer nur eine Kammer betroffen ist. Die Ausbildung der Außenhülle 20 und der Innenhülle 22 als vorwiegend zugbeanspruchte Membranen ermöglicht einen Leichtbau, der bisher bei Tankschiffen nicht möglich war. Das Sicherheitskonzept durch viele voneinander unabhängige Druckkammern 218 ist redundant.

Fig. 32 zeigt die Integration eines erfindungsgemäßen gebündelten Röhrentragwerkes 13, das als Verbundkonstruktion aus Stahl und Beton 16 ausgebildet ist mit einer zweischaligen Hüllkonstruktion 2. Die Hüllkonstruktion besteht aus einer vorgespannten Außenhülle aus Spannbändern aus Stahl 202, die in Querrichtung um das Tragwerk 1 gespannt und untereinander verschweißt werden. Die Innenhülle 22 besteht ebenfalls aus vorgespannten Stahlbändern 221, die die Tankwand bilden. In dem Zwischenraum 21 zwischen Außenhülle 20 und Innenhülle 22 befindet sich das gebündelte Röhrentragwerk 13. Eine leichte Fachwerkkonstruktion 211 dient als

Zwischentragwerk 21 und verbindet die Spannbänder 202 der Außenhülle 20 mit den Spannbändern 221 der Innenhülle 22. Auf diese Weise wird für die Hüllkonstruktion 2 ein sehr steifes, leichtes, räumliches Verbundtragwerk, bei dem stabförmige und flächenförmige Elemente zusammenwirken, hergestellt, das die Stabilität im Bereich des Schiffsbodens, der Außenbordwände, des Deckes, der Längswände 24 und der Querwände 25 sicherstellt. Durch Wartungs- und Revisionsgänge 217, die auch der Medienversorgung dienen, ist der Zwischenraum begehbar.

Fig. 33 bis **Fig. 35** zeigen vertikale Detailschnitte durch die Außenwand eines erfindungsgemäßen Tankschiffes mit unterschiedlichen Wandaufbauten. Fig. 33 zeigt eine zweischalige Außenhülle 2 mit einer vorgespannten Außenhülle aus Stahl 202 und einer vorgespannten Innenhülle aus Stahl 221. Außen- und Innenhülle stützen sich durch eine leichte Fachwerkkonstruktion 221 gegeneinander ab. In den Eckbereichen erkennt man die Gurtprofile einer Fachwerkkonstruktion 11, die zu einem gebündelten Röhrentragwerk 13 gehört und als Verbundkonstruktion aus Stahl und Beton 16 ausgebildet ist. Um einen Kern aus kreuzförmig zusammengesetzten Walzprofilen 163 sind zwei Ringe mit Rundstahlbewehrung 162 angeordnet. Ein Rundhohlprofil aus Stahl dient als äußere, mittragende verlorene Schalung 160. Der Hohlraum zwischen dem Stahlkern 163 und dem äußeren Stahlmantel 160 ist mit Füllbeton 161 ausgefüllt. Die Spannbänder der Außenhülle liegen auf einer Sattelfläche 230, die sich an den Gurtprofilen abstützt, auf. Etwa auf halber Höhe des Tankraumes befindet sich ein Revisionsgang mit Medienführung 217. Das gebündelte Röhrentragwerk 13 in Fig. 34 entspricht in seinem Aufbau der in Fig. 33 beschriebenen Verbundkonstruktion aus Stahl und Beton. Die zweischalige Hüllkonstruktion besteht hier ebenfalls aus einer Außenhülle 20, die von Spannbändern aus Stahl 202 gebildet wird, und aus einer vorgespannten Innenhülle 22, die ebenfalls aus

vorgespannten Spannbändern aus Stahl 221 besteht und über eine Aufhängekonstruktion 231 in Längs- und Querrichtung gegen das primäre Tragwerk in Skelettbauweise 1 vorgespannt wird. Beide Schalen sind durch einen Schaumkern 213 miteinander schubsteif verbunden. Etwa auf halber Höhe des Tanks 304 ist ein Revisions- und Wartungsgang 217 mit kreisförmigem Querschnitt in den Schaumkörper 213 eingelassen. Durch diese Ausführungsvariante ist das Tankschiff im Falle einer Havarie unsinkbar. Selbst wenn die Außenhülle 20 durch Risse oder Löcher beschädigt wird, dringt kein Wasser ins Schiffsinne ein. Das in Fig. 35 dargestellte Tragwerk zeigt den Ausschnitt eines gebündelten Röhrentragwerkes 13, das als Verbundkonstruktion aus Stahl und Beton 16 ausgebildet ist. Die mehrschalige Hüllkonstruktion 2 besteht aus einer vorgespannten Außenhülle 20 und einer vorgespannten Innenhülle 22, jeweils aus Stahl. Das Zwischentragwerk 21 wird von druckluftbefüllten Pneus 212 in modularer Anordnung gebildet. Die Pneus 212 sind Teil eines Sicherheitskonzeptes, bei dem nach Beschädigung der Außenhülle 20 kein Wasser in den Zwischenraum eindringen kann. Die druckluftbefüllten Pneus 212 dienen im Falle einer Havarie als Auftriebskörper. Bei der Leerfahrt können sie mit Wasser befüllt werden und dienen als Ballasttanks. In dem gezeigten Detailschnitt wird ein modularer Raum, der für die Aufnahme der Pneus 212 vorgesehen ist, als Wartungs- und Revisionsgang 217 genutzt.

Fig. 36 zeigt die Integration eines gebündelten Röhrentragwerkes 13, das als Stahltragwerk 15 aus Hohlkastenprofilen 152 aufgebaut ist. Fachwerkträger in Längsrichtung 110 und Fachwerkträger in Querrichtung 111 bilden ein biege-, schub- und torsionssteifes Primärtragwerk in Skelettbauweise 1. Die Außenhülle 20 besteht aus einem elastischen Stahlblech 202, das unter Vorspannung um das Primärtragwerk 1 gespannt ist. Die Innenhülle 22 ist als zugbeanspruchtes Membrantragwerk ausgebildet und besteht aus

kissenförmigen Stahlmembranen 224, die über ein Zwischentragwerk 21 mit dem Primärtragwerk 1 in Verbindung stehen. Dieses Zwischentragwerk 21, die Außenhülle 20 und die Innenhülle 22 bilden eine Vielzahl voneinander unabhängiger Druckkammern 218, die mit Pressluft befüllt sind. Die Pressluftfüllung der Druckkammern 218 stellt sicher, dass der an der Außenhülle 20 anliegende Wasserdruck an die zugbeanspruchten Stahlmembrane 224 weitergegeben wird. Die Innenhülle 22 ist auch die Begrenzung der modular angeordneten Tankräume 303. Durch Ventile und Pumpen kann sichergestellt werden, dass die Druckkammern 218 an den durch die jeweilige Beladungssituation vorgegebenen Wasserdruck angepasst werden können. Da viele voneinander unabhängige Druckkammern 218 vorgesehen sind, genügt dieser Aufbau einer zweischaligen Hüllkonstruktion auch sicherheitstechnischen Anforderungen, zumal das dünnwandige Membrantragwerk der Innenhülle 22 durch die umgebenden Tragglieder des Primärtragwerks 1 geschützt ist. In diesem schematischen Querschnitt wurde die hydrodynamische Formgebung des Schiffsrumpfes 3 nicht dargestellt.

Fig. 37 bis Fig. 39 zeigen unterschiedliche Ausformungen eines Schiffsbodens mit perforierter Außenhülle. Fig. 37 zeigt den Ausschnitt eines Schiffsbodens mit zugbeanspruchter Innenhülle 224 und perforierter Außenhülle 206. Die zylinderförmigen, einachsig gekrümmten Membranflächen der Innenhülle 224 stützen sich auf ein Zwischentragwerk 21, das die Verbindung zum Primärtragwerk in Skelettbauweise 1 herstellt, ab. Die Wasserfüllung 219 zwischen Außenhülle 20 und Innenhülle 22 stellt sicher, dass sich der Wasserdruck unmittelbar am Membrantragwerk 224 der Innenhülle 22 anlegt. Die durch linienförmige Öffnungen 207 perforierte Außenhülle 206 ist aus Spannbändern aus Stahl 202 aufgebaut, die dem Schiffsrumpf eine strömungstechnisch günstige Außenkontur verleihen. Fig. 38 zeigt den Ausschnitt eines Schiffsbodens mit zugbeanspruchter Innenhülle 224 und perforierter Außenhülle 206.

Die kissenförmigen, zweiachsig gekrümmten Membranflächen 224 der Innenhülle 22 stützen sich auf ein längs und quer angeordnetes Zwischentragwerk 21, das eine Zellenstruktur 210 bildet, ab. Feine, punktförmige Öffnungen 207 in der Außenhülle 20 durchbrechen die nach strömungstechnischen Gesichtspunkten geformte Außenhaut des Schiffsrumpfes und leiten durch die vorgesehene Wasserfüllung 219 zwischen Außenhülle 20 und Innenhülle 22 den Wasserdruck an das Membrantragwerk 224 der Innenhülle 22. Fig. 39 zeigt den Ausschnitt eines Schiffsbodens mit zugbeanspruchter Innenhülle 224 und perforierter Außenhülle 206. Die kissenförmigen, zweiachsig gekrümmten Membranflächen 224 der Innenhülle 22 stützen sich auf dreiecksförmige Felder einer Fachwerkkonstruktion 11 des Primärtragwerks in Skelettbauweise 1 ab. Die perforierte Außenhülle 206 ist als ebenes, dünnwandiges Lochblech ausgebildet.

Fig. 40 bis Fig. 47 zeigen Zuströmöffnungen 207 und Abströmöffnungen 208 innerhalb einer perforierten Außenhülle 206. Eine entsprechende Formgebung der punkt- und linienförmigen Zu- und Abströmöffnungen 207, 208 bewirkt lokal wirksame Strömungseffekte, durch die der Strömungswiderstand des Schiffsrumpfes positiv beeinflusst werden kann. Der Fahrtrichtungspfeil in den Fig. 40, 42, 44 und 46 verdeutlicht die Sogwirkung an Abströmöffnungen 208 und die Stauwirkung an Zuströmöffnungen 207. In den Fig. 40-43 sind punktförmige Zu- und Abströmöffnungen 207, 208 dargestellt, während die Fig. 44-47 linienförmige Zu- und Abströmöffnungen 207, 208 zeigen. Eine entsprechende Anordnung dieser die Strömung beeinflussenden Öffnungen im Bereich des Unterwasserschiffs kann unter Umständen sicherstellen, dass über zumindest einen Teil der gesamten Länge des Schiffsrumpfes ein laminarer Strömungsverlauf beibehalten wird und dass Wirbelbildungen und Turbulenzen, die den Fahrtwiderstand erheblich erhöhen, vermieden werden.

Im folgenden werden die verwendeten Bezugszeichen aufgelistet:

Tragwerk in Skelettbauweise	1
Rahmenkonstruktion	10
Rahmenträger in Längsrichtung	100
Rahmenträger in Querrichtung	101
Fachwerkkonstruktion	11
Fachwerkträger in Längsrichtung	110
Fachwerkträger in Querrichtung	111
Röhrentragwerk	12
Röhrentragwerk mit dreieckigem Querschnitt	120
Röhrentragwerk mit viereckigem und polygonem Querschnitt	121
Röhrentragwerk mit rundem oder ovalen Querschnitt	122
Gebündeltes Röhrentragwerk	13
Zweilagiges Röhrentragwerk	14
Stahltragwerk	15
Walzprofile	150
Profile mit zusammengesetztem Querschnitt	151
Hohlprofile, Hohlkastenprofile	152
Tragwerk als Verbundkonstruktion aus Stahl und Beton	16
Stahlmantel, verlorene Schalung	160
Füllbeton	161
Rundstahlbewehrung	162
Kern, aus Walzprofilen zusammengesetzt	163
Tragwerk aus Stahlbeton	17
Spannbeton	170
Tragglieder mit Kastenquerschnitt	171
Stahlbetonfertigteile	172
Tragwerk aus Holz und Holzverbänden	18

Hüllkonstruktion, ein- und mehrschalig	2
Außenhülle	20
Edelstahlhaut	200
Geschweißte Stahlhülle	201
Spannbänder aus Stahl	202
Kunststoffhülle	203
Unterkonstruktion	204
Verglasung	205
Perforierte Außenhülle	206
Einströmöffnung	207
Ausströmöffnung	208
Strukturierte Außenhülle ("Haifischhaut")	209
Zwischentragwerk	21
Geschweißte Zellen	210
Stabilisierendes Fachwerk	211

Stabilisierende Pneus	212
Stabilisierende Ausschäumung	213
PU-Schaum-Formkörper	214
Holz- und Kunststoffpaneele	215
Stahlbetonfertigteile	216
Installationsführung; Wartungs- und Revisionsgang	217
Druckkammer	218
Wasserfüllung	219
Innenhülle	22
Geschweißte Stahlhülle	220
Spannbänder aus Stahl, Tankwand	221
Holzschalung	222
Kunststoffschale	223
Stahlmembrane	224
Verbindungen zum Tragwerk	23
Umlenksattel Außenhülle	230
Aufhängung Innenhülle	231
Längswände, zweischalig	24
Querwände, zweischalig	25

Schiffsrumpf, Integration von Tragwerk und Hülle	3
Räume	30
Wohnräume	300
Flure	301
Frachtraum	302
Tank	303
Vorbauten	31
Balkone	310
Auskragungen	311
Aussparungen	32
Atrium	320
Wintergarten	321
Lichthof	322
Durchgängige Queröffnung	323
Aufbauten	33
Brücke	330
Schornstein	331
Hubschrauberlande-platz	332
Maste	333

Patentansprüche

1. Wasserfahrzeug nach Art eines Schiffes, Bootes oder Unterseebootes, mit einer Rumpfkonstruktion (3), die aus einem tragenden Gerüst (1) und einer die Wasserdichtigkeit darstellenden Hüllkonstruktion (2) aufgebaut ist, dadurch gekennzeichnet, dass das tragende Gerüst (1) der Rumpfkonstruktion (3) als in sich mindestens nahezu vollständiges Tragwerk in Skelettbauweise (1) ausgebildet ist.
2. Wasserfahrzeug nach Anspruch 1, wobei das Tragwerk (1) eine Rahmenkonstruktion (10) mit Rahmenträgern in Längsrichtung (100) und Rahmenträgern in Querrichtung (101) aufweist.
3. Wasserfahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Tragwerk (1) eine Fachwerkkonstruktion (11) mit Fachwerkträgern in Längsrichtung (110) und Fachwerkträgern in Querrichtung (111) aufweist.
4. Wasserfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hüllkonstruktion (2) das Tragwerk (1) zumindest teilweise umschließt.
5. Wasserfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hüllkonstruktion zumindest teilweise von der globalen Tragfunktion befreit ist.
6. Wasserfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Tragwerk (1) Träger (100, 101, 110, 111) aufweist, welche als parallelgurtige oder frei geformte, als ebene oder gekrümmte und als zwei- und mehrgurtige Träger ausgebildet sind.

7. Wasserfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Tragwerk (1) Träger (100, 101, 110, 111) aufweist, welche zu einem torsions- und biegesteifen, allseitig geschlossenen Röhrentragwerk (12) mit dreieckigem, polygonem, rundem oder ovalem Querschnitt (120-122) verbunden sind, welches sich in Längsrichtung des Wasserfahrzeugs erstreckt.
8. Wasserfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Tragwerk (1) mindestens zwei Röhrentragwerke aufweist, welche zu einem gebündelten Röhrentragwerk (13) zusammengeschlossen sind.
9. Wasserfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Tragwerk (1) einzelne Tragglieder aus Stahl (15), Stahlbeton (17), einer Verbundkonstruktion aus Stahl und Beton (16), aus Holz (18), Aluminium oder Kohlefaserverbundwerkstoffen aufweist, welche untereinander verschraubt, verschweißt, vergossen oder verklebt sind.
10. Wasserfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hüllkonstruktion (2) mindestens zweischalig ausgebildet ist.
11. Wasserfahrzeug nach Anspruch 10, wobei die Hüllkonstruktion zweischalige Längs- und Querwände (24, 25) aufweist
12. Wasserfahrzeug nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Hüllkonstruktion (2) vor dem Tragwerk (1) verläuft und Vorbauten (31) mit Balkonen (310) oder Auskragungen (311) bildet.
13. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Hüllkonstruktion (2) gegenüber dem Tragwerk (1) zurückgesetzt ist und Aussparungen (32), Atrien (320), Wintergärten (321), Lichthöfe (322), durchgängige Queröffnungen (323) oder

dergleichen bildet.

14. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei die Hüllkonstruktion (2) eine Außenhülle (20) und eine Innenhülle (22) aufweist, die einen Zwischenraum definieren.
15. Wasserfahrzeug nach Anspruch 14, wobei das Tragwerk (1) mindestens teilweise in dem Zwischenraum angeordnet ist.
16. Wasserfahrzeug nach Anspruch 14 oder 15, wobei die Außenhülle (20) und die Innenhülle (22) im Winkel zueinander angeordnet sind, und zwischen sich einen Zwischenraum bilden, welcher zu einem Raum (30) erweitert ist, der insbesondere als verglaster Wintergarten (321) nutzbar ist.
17. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei die Außenhülle (20) eine großflächige Verglasung (205) mit einer Unterkonstruktion (204) aufweist.
18. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei der Zwischenraum ein versteifendes Tragwerk (21) aufweist, das längs und quer verlaufende Stegbleche aufweist, die mit einer äußeren Stahlhülle (201) und einer inneren Stahlhülle (220) verschweißt sind und eine Zellenstruktur (210) bilden.
19. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei der Zwischenraum ein versteifendes Tragwerk (21) aufweist, das eine räumliche Fachwerkkonstruktion (211) aufweist, die die Außenhülle (20) mit der Innenhülle (22) verbindet.
20. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 19, wobei der Zwischenraum ein versteifendes Tragwerk (21) aufweist, das mit Druckluft oder mit Wasser gefüllte Pneus (212) umfasst und die

Außenhülle (20) und die Innenhülle (22) gegeneinander abstützt.

21. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 20, wobei der Zwischenraum ein versteifendes Tragwerk (21) aufweist, das mindestens einen Schaumkörper (213) aufweist, und wobei die Außenhülle (20) und die Innenhülle (22) mit dem mindestens einen Schaumkörper (213) zumindest teilweise verklebt sind und eine Sandwichkonstruktion bilden.
22. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 21, wobei der Zwischenraum ein versteifendes Tragwerk (21) aufweist, das Füllelemente (214-216) umfasst, die mit der Außenhülle (20) und/oder der Innenhülle (22) lose oder kraftschlüssig verbunden sind.
23. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 22, wobei der Zwischenraum ein versteifendes Tragwerk (21) aufweist, das begehbare Wartungsgänge (217) für die Installationsführung aufweist.
24. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 23, wobei zwischen Außenhülle (20) und Innenhülle (22) eine Druckkammer (218) vorgesehen ist und wobei die Innenhülle (22) als mindestens einachsige gekrümmte Stahlmembrane (224) ausgebildet ist.
25. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 24, wobei die Außenhülle (20) als perforierte Membrane (206) mit Einströmöffnungen (207) und Ausströmöffnungen (208) ausgebildet ist, um eine Wasserfüllung des Zwischenraums (219) zu ermöglichen.

26. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 25, wobei mindestens die Außenhülle (20) der Hüllkonstruktion (2) als zugbeanspruchte Konstruktion ausgebildet ist und aus Spannbändern (202) besteht, die in Querrichtung gespannt und untereinander verbunden sind und über Umlenksättel (230) um das Tragwerk (1) gespannt sind.
27. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 26, wobei die Innenhülle (22) als zugbeanspruchte Konstruktion ausgebildet ist und über Aufhängungen (231) gegen das Tragwerk (1) in Längs- und Querrichtung vorgespannt ist.
28. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 27, wobei die Außenhülle (20) eine äußere Membrane (202) und die Innenhülle (22) eine innere Membrane (224) bildet, und zwischen der Außenhülle (20) und der Innenhülle (22) ein Unterdruck oder ein Überdruck anlegbar ist, um die äußere Membrane (202) und/oder die innere Membrane (224) zu stabilisieren.
29. Wasserfahrzeug nach einem der Ansprüche 14 bis 29, wobei die Außenhülle (20) die Struktur einer Haifischhaut aufweist und aus Stahlblech oder Kunststoff besteht.
30. Wasserfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Tragwerk Träger (100, 101, 110, 111) aufweist, die Hüllkonstruktion (2) ein- oder mehrschalig ausgebildet ist und als vom Tragwerk (1) unabhängige Konstruktion außerhalb und innerhalb der von den Trägern (100, 101, 110, 111) definierten Ebene liegt.

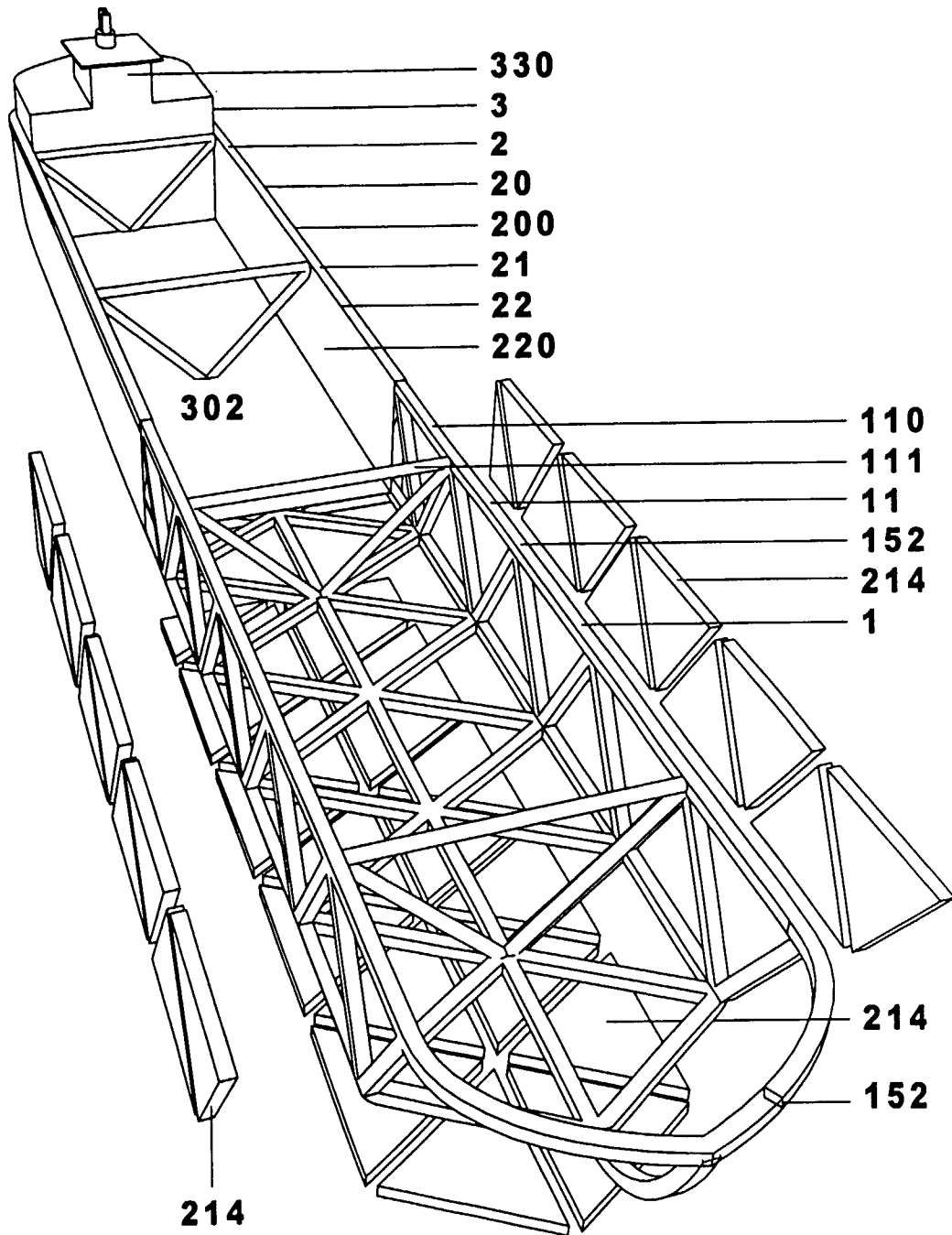


Fig. 1

Fig. 2

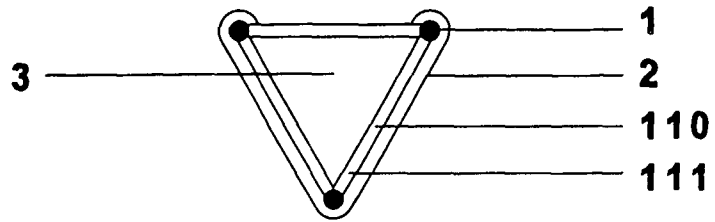


Fig. 3

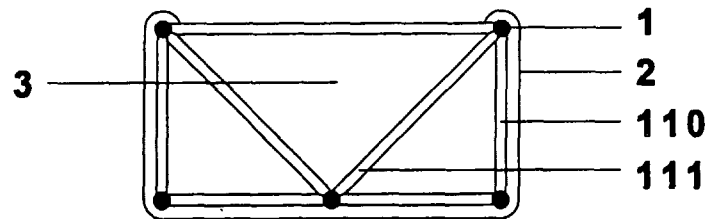
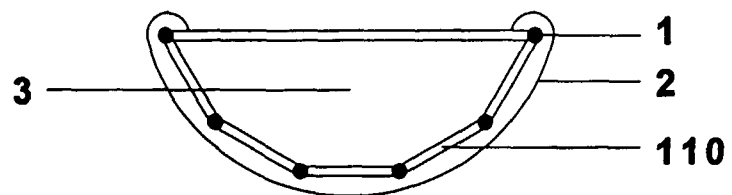


Fig. 4



3/22

Fig. 5

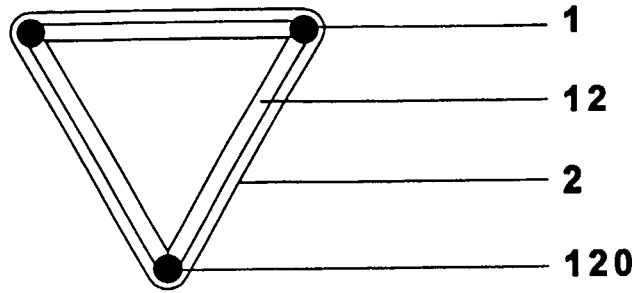


Fig. 6

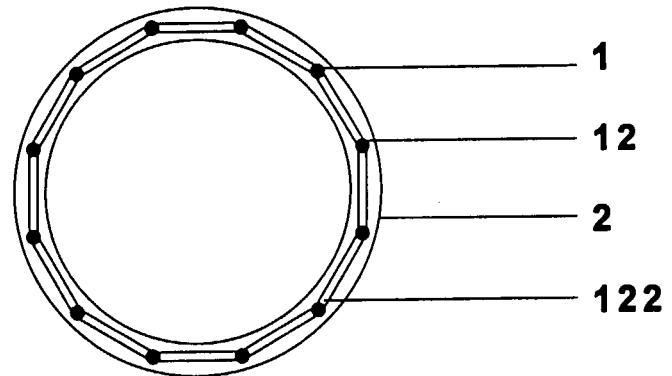
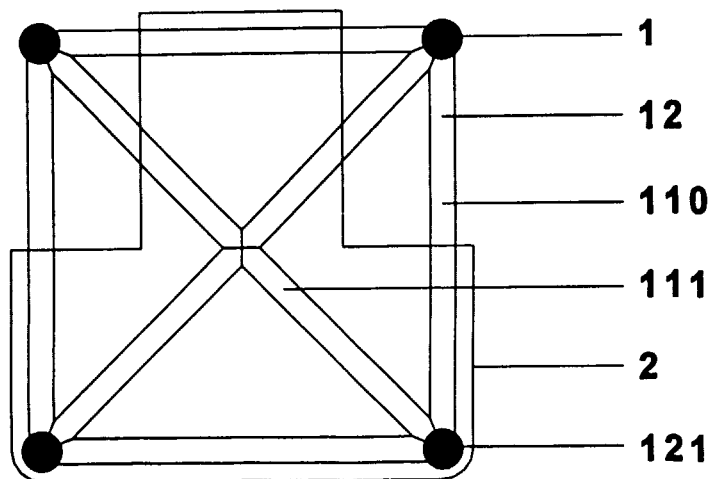


Fig. 7



4/22

Fig. 8

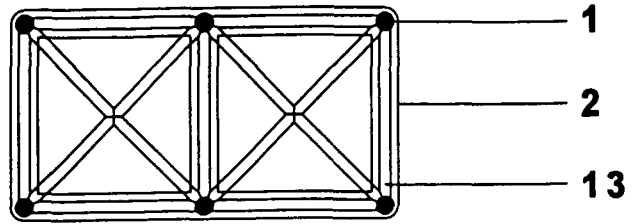


Fig. 9

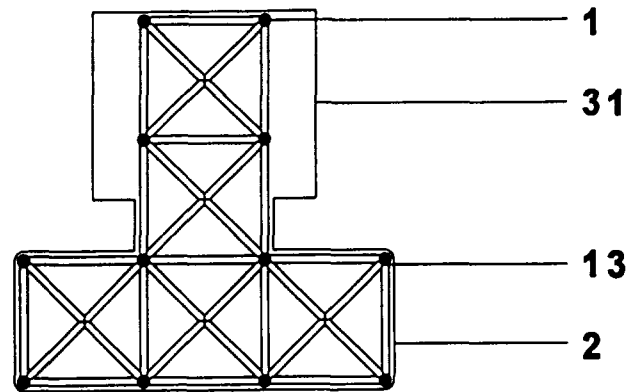


Fig. 10

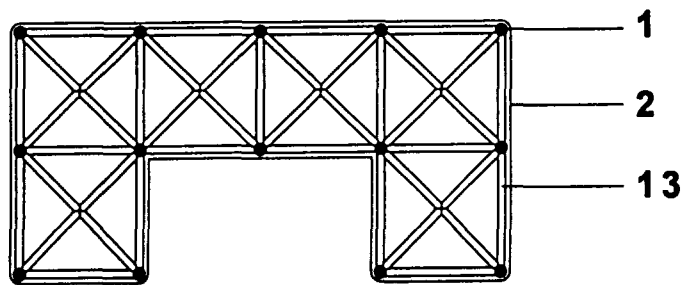
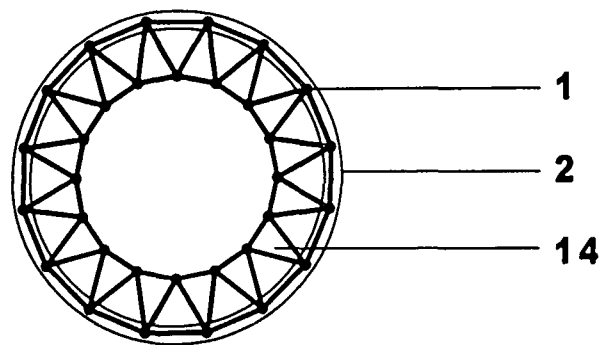
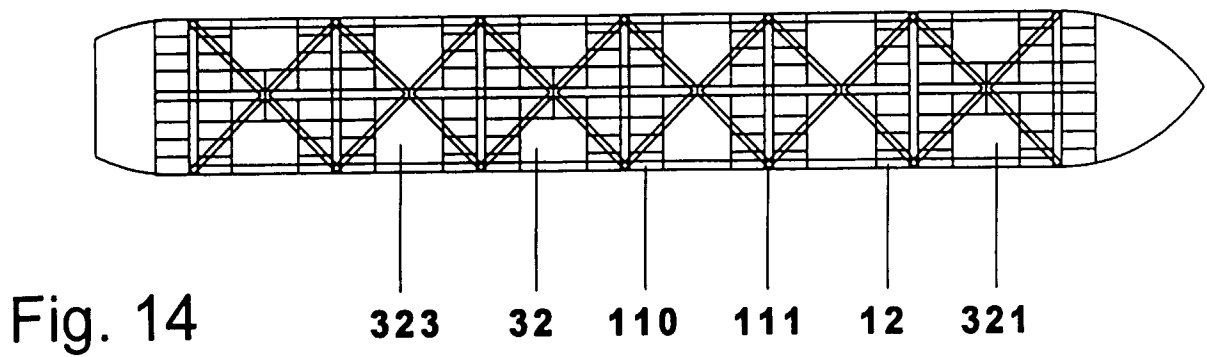
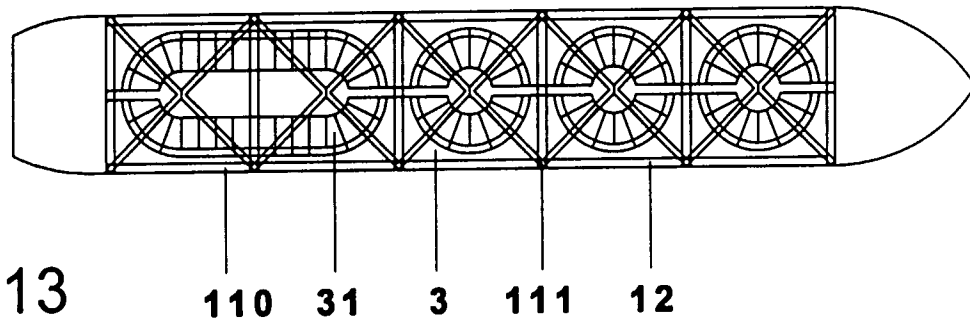
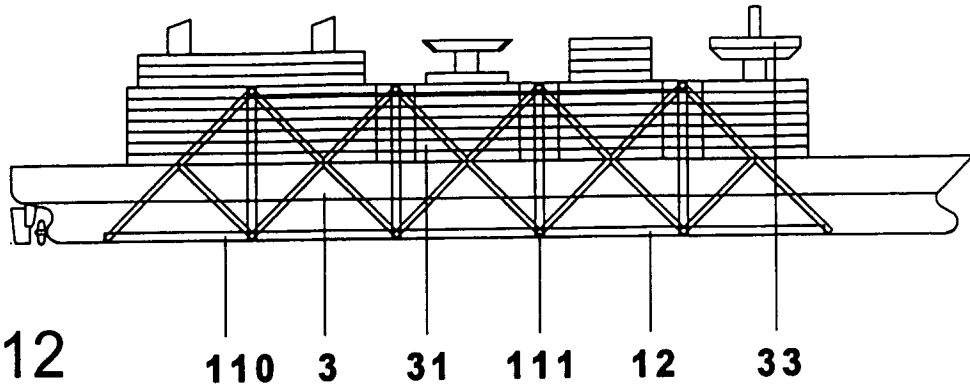


Fig. 11





6/22

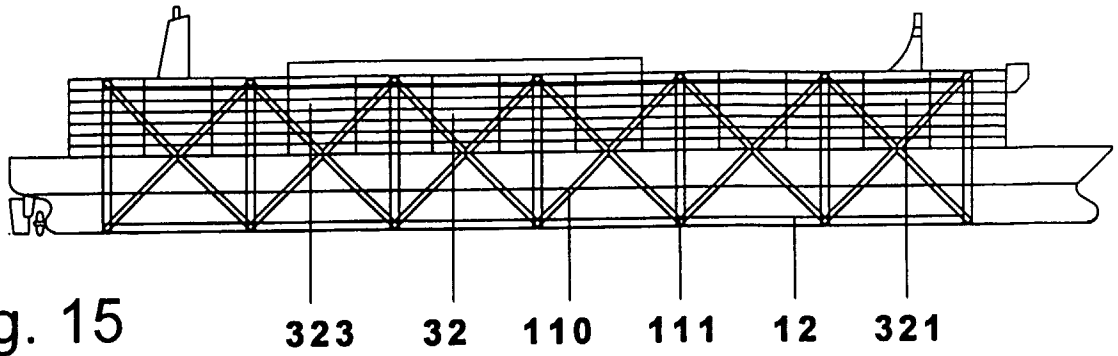


Fig. 15

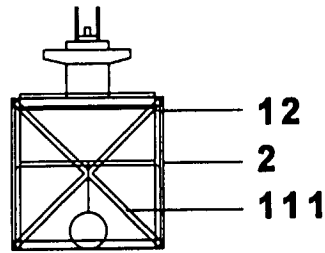


Fig. 16

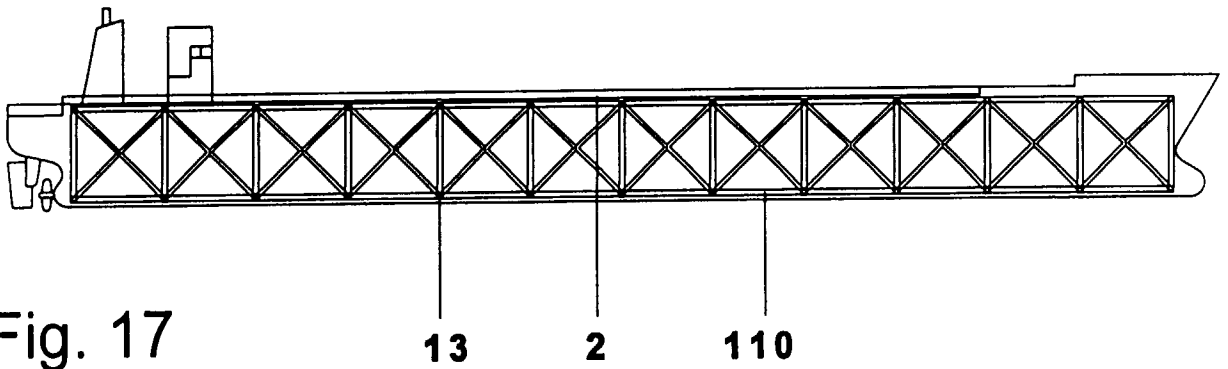


Fig. 17

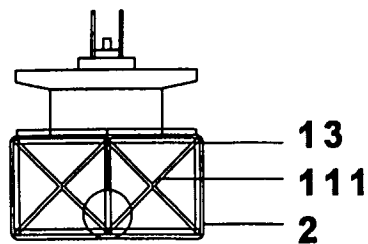


Fig. 18

7/22

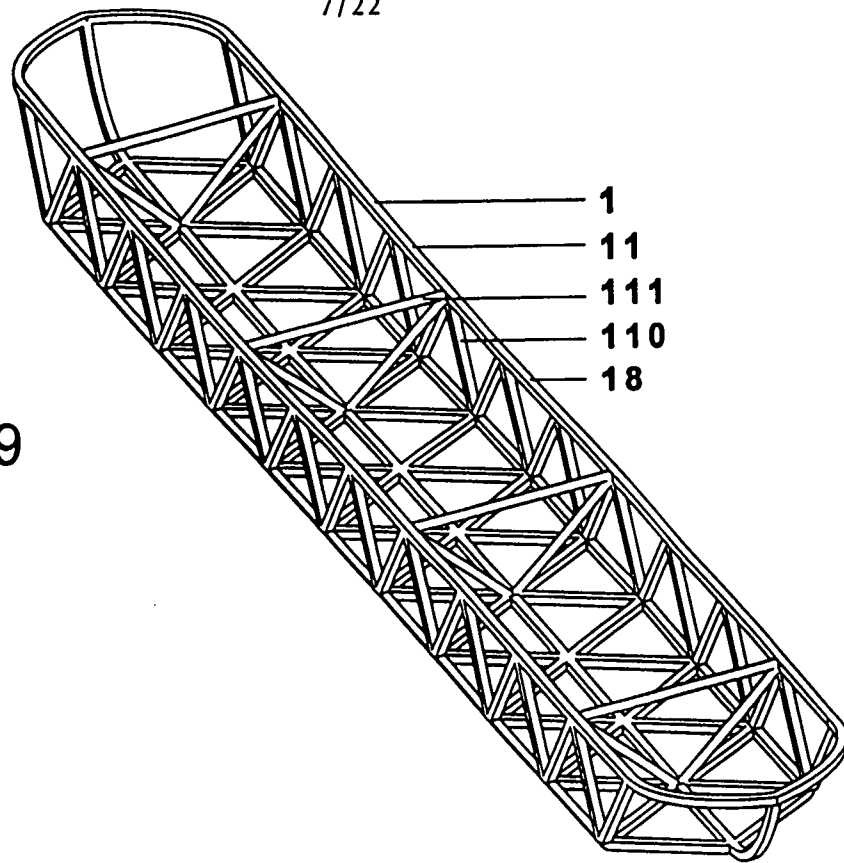
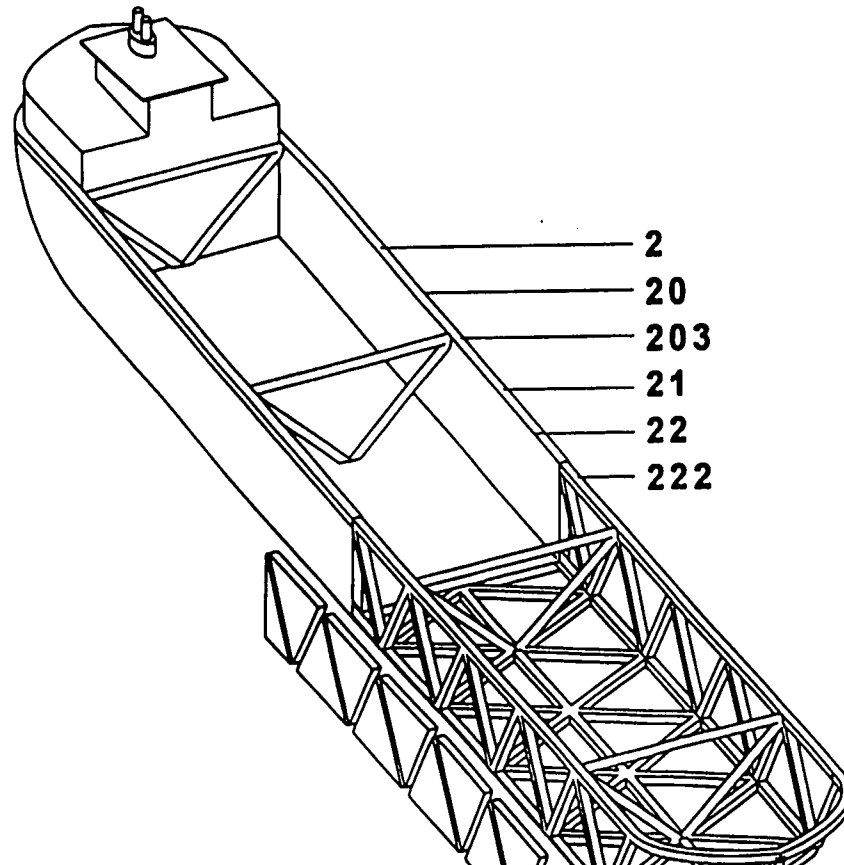


Fig. 19



8/22

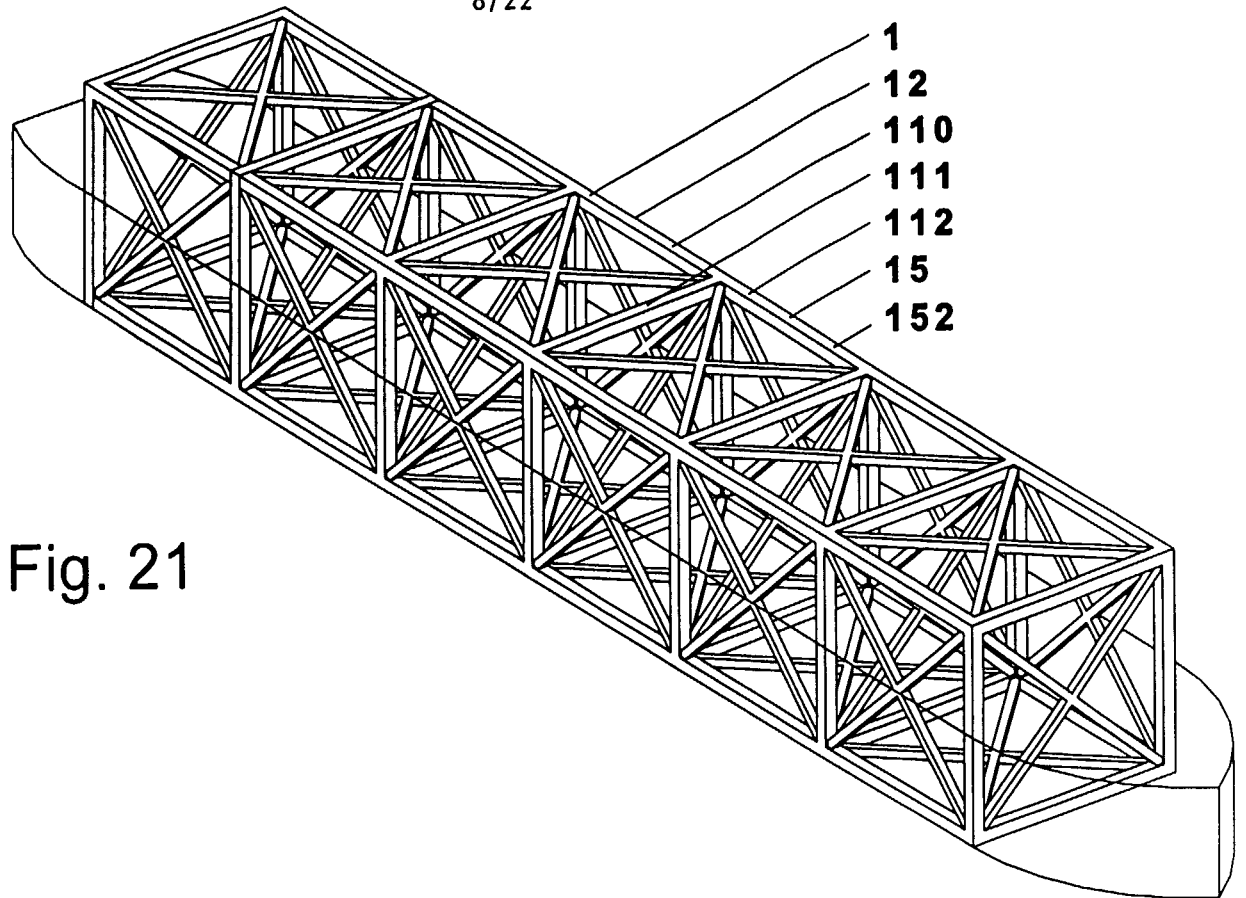


Fig. 21

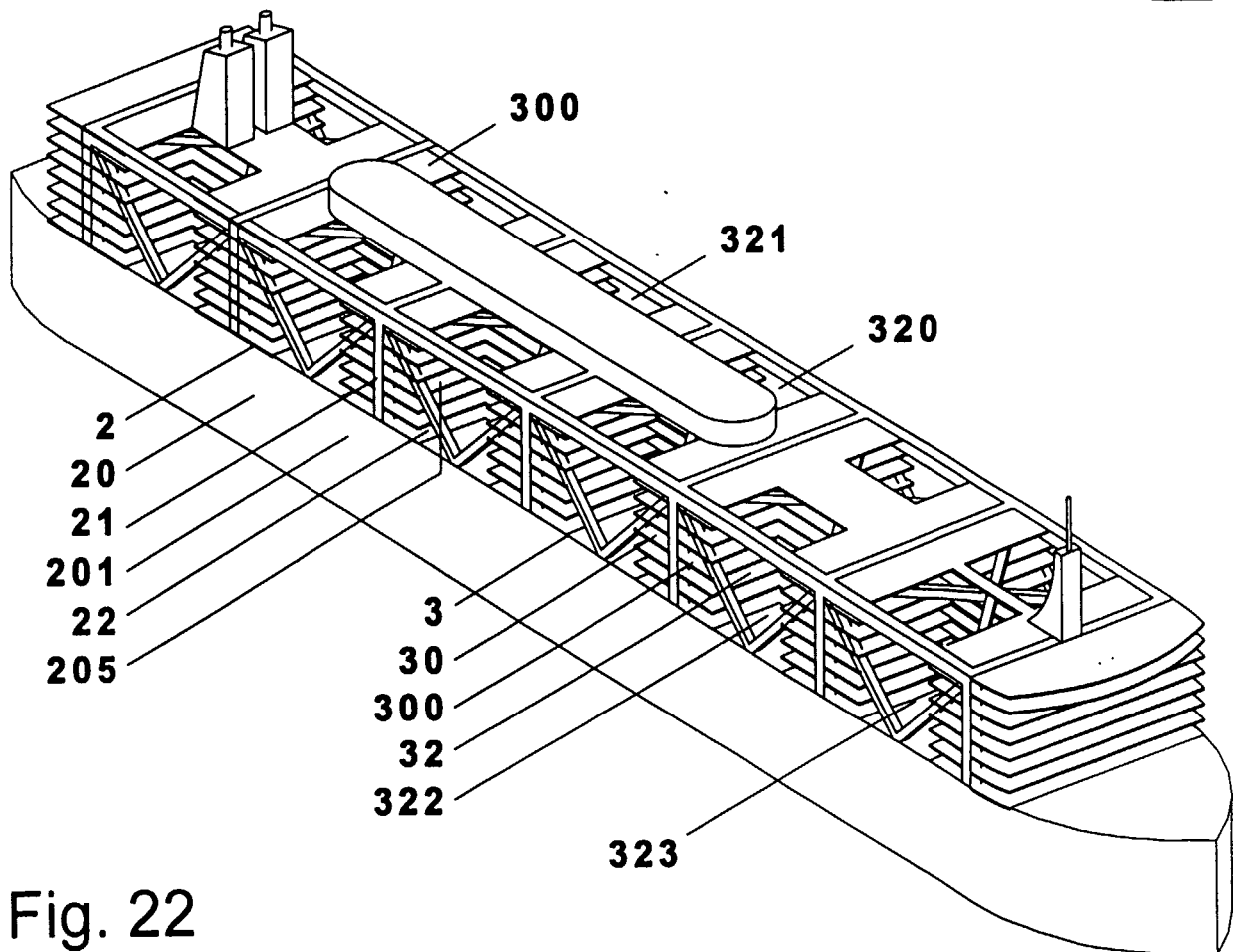


Fig. 22

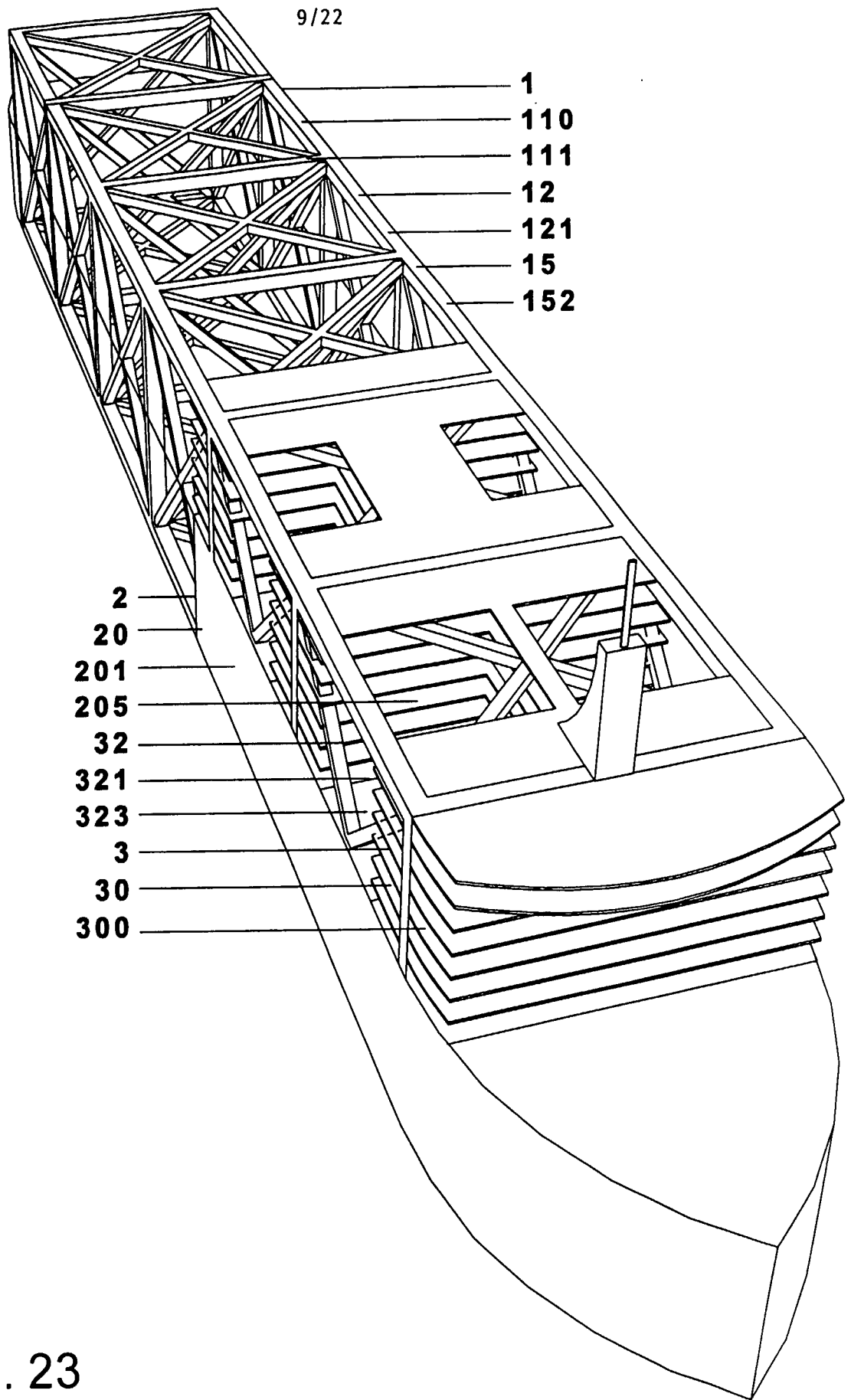


Fig. 23

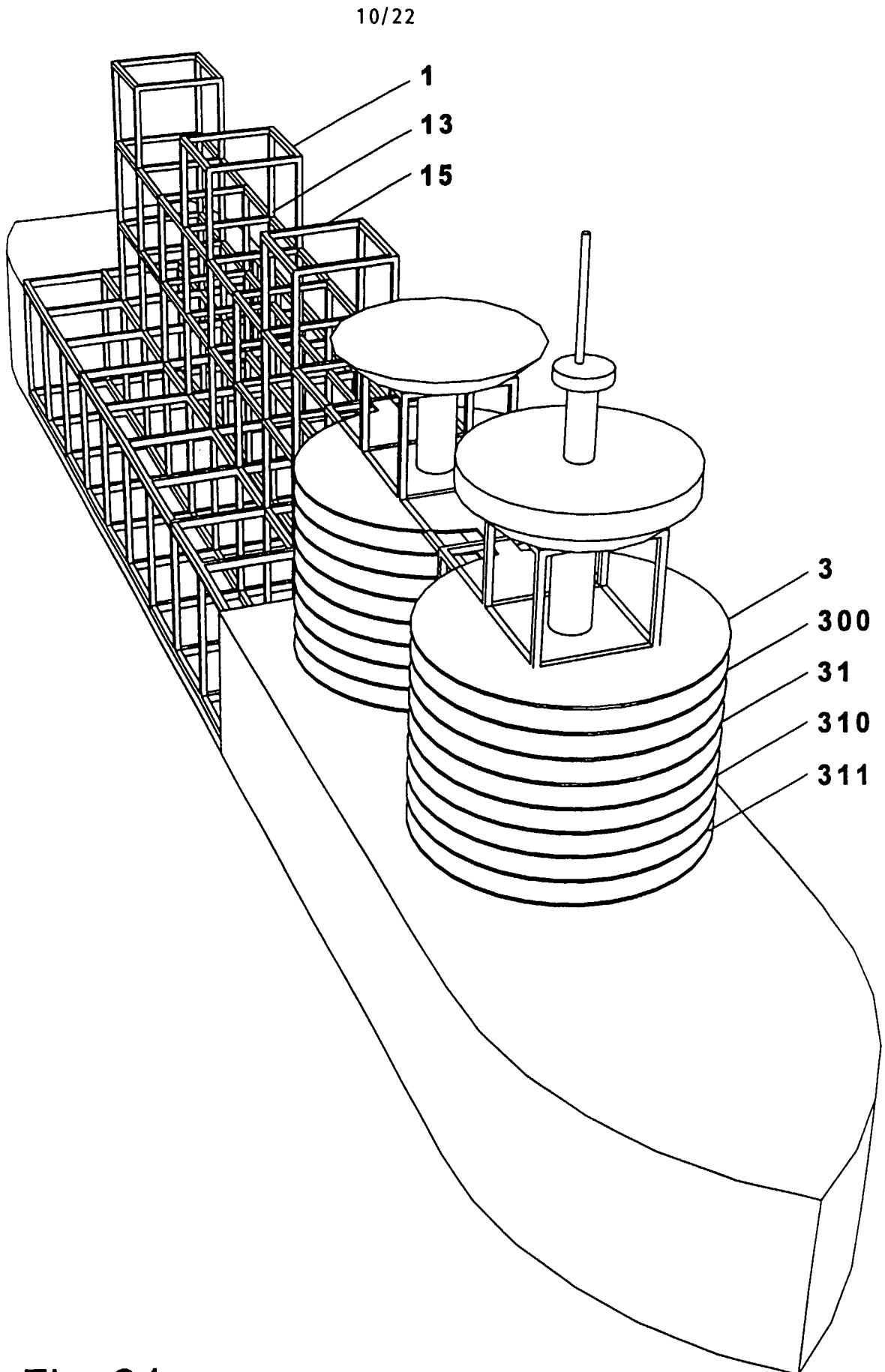


Fig. 24

11/22

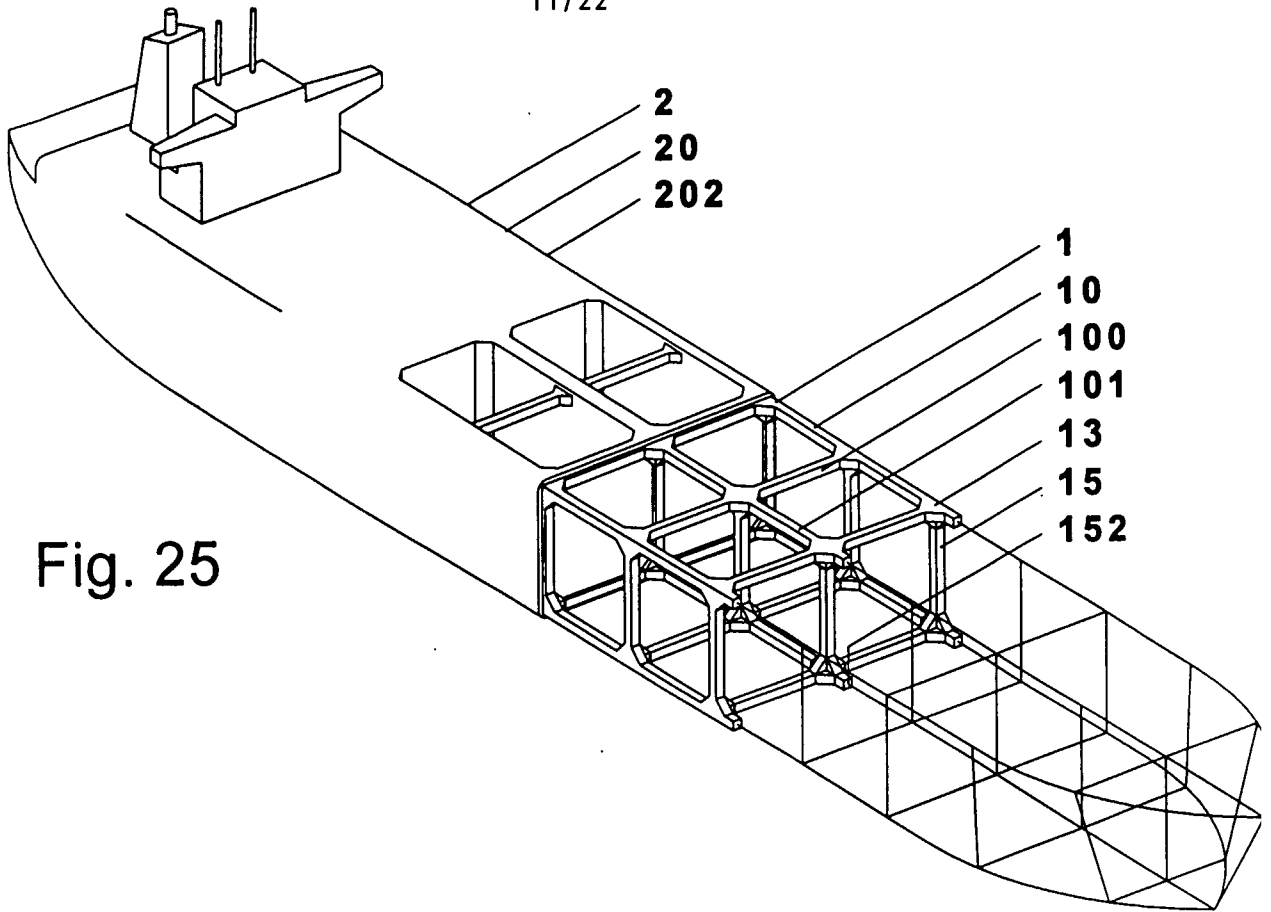


Fig. 25

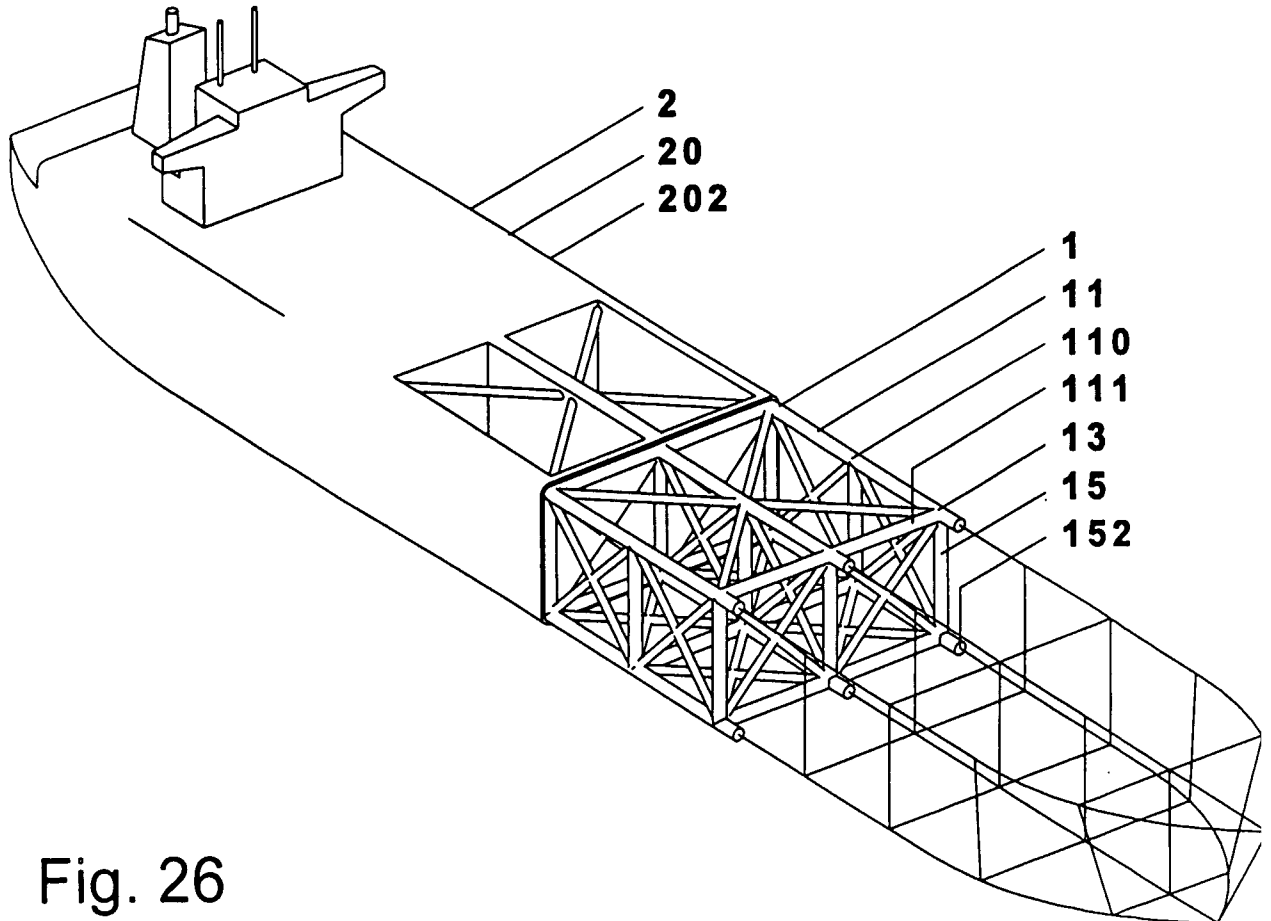


Fig. 26

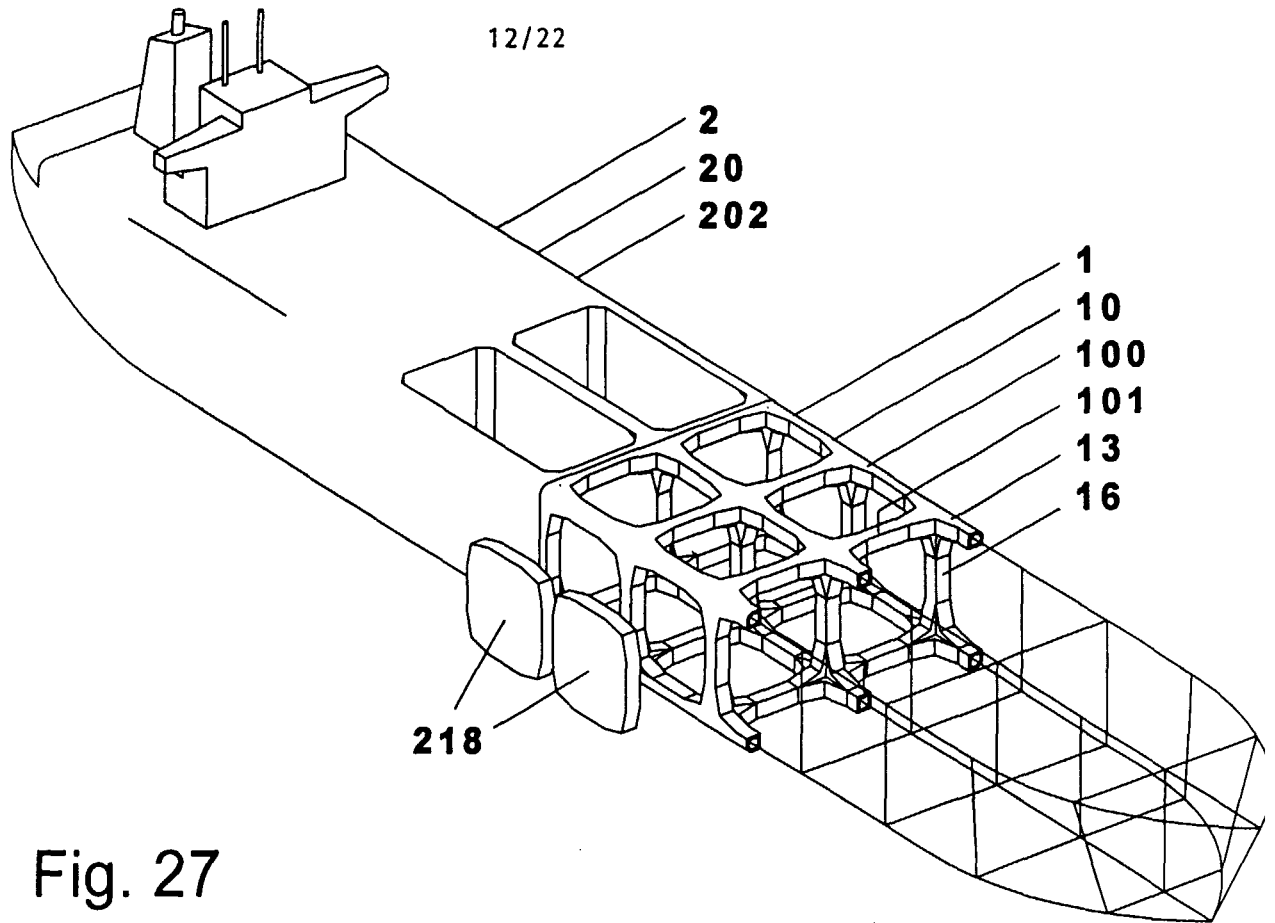


Fig. 27

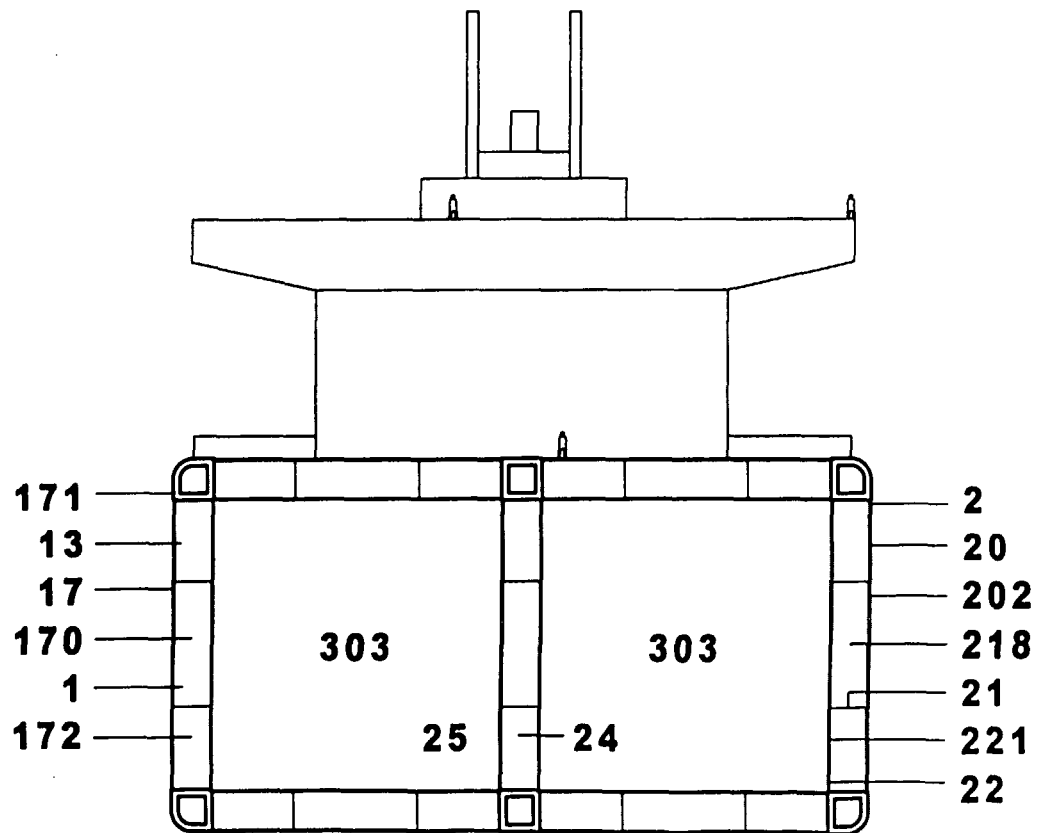


Fig. 28

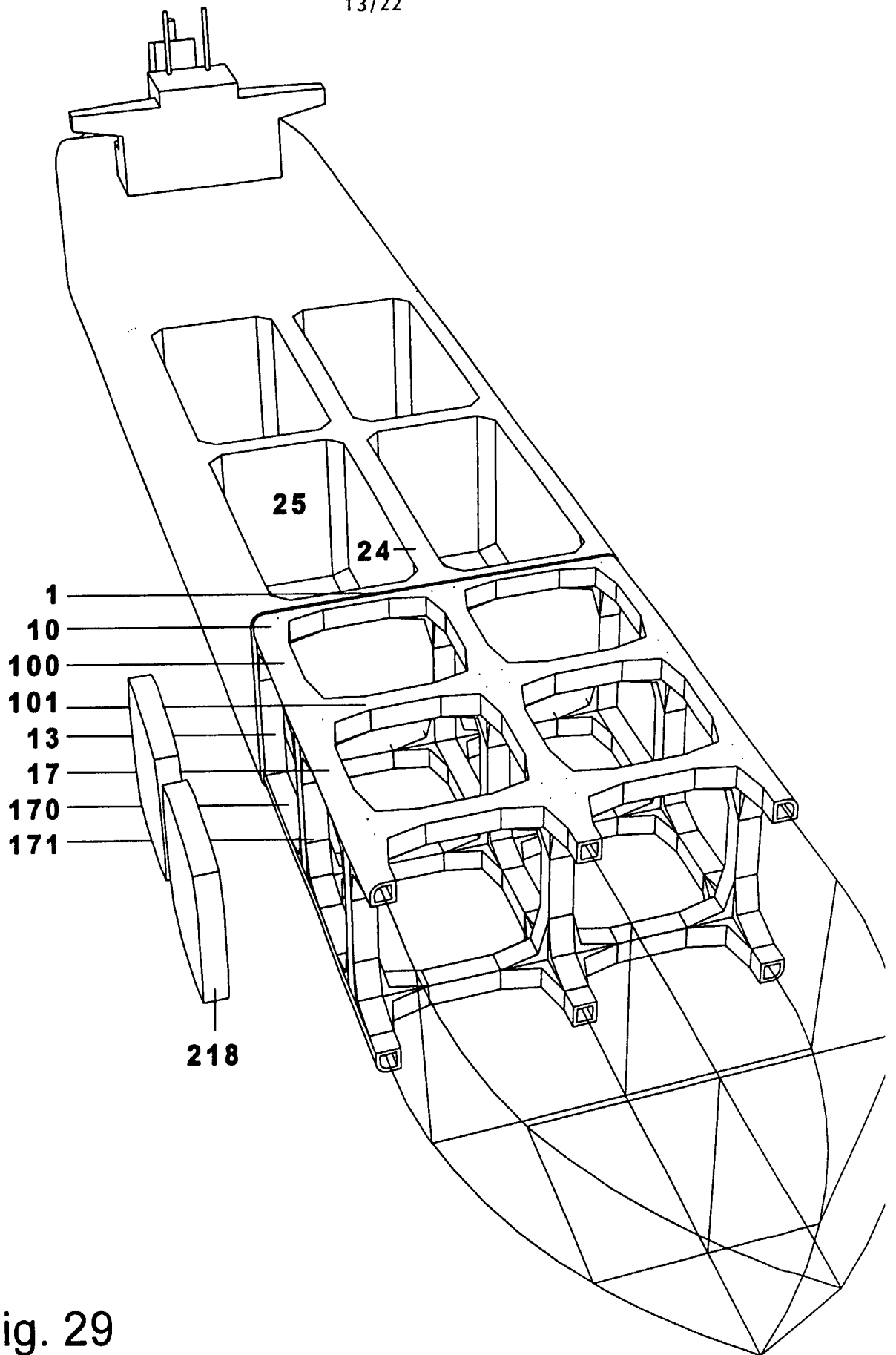


Fig. 29

14/22

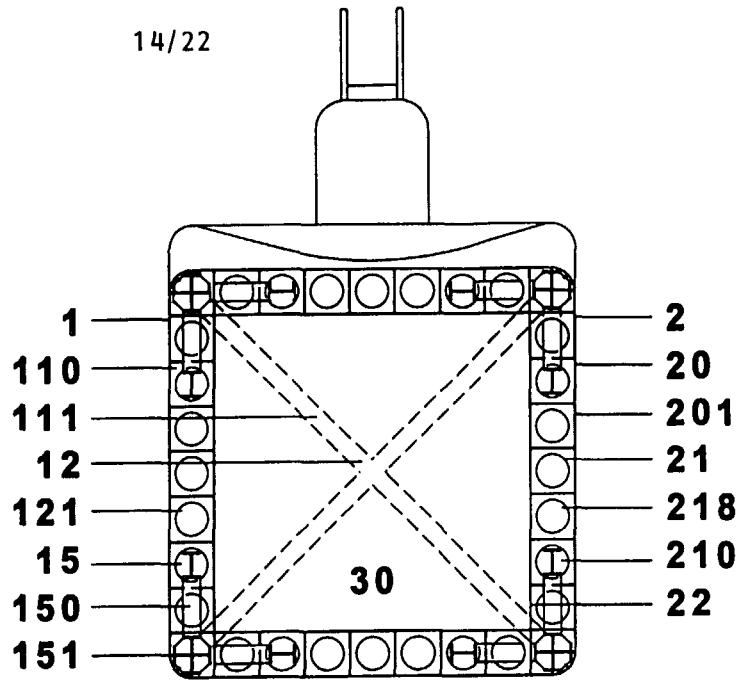


Fig. 30

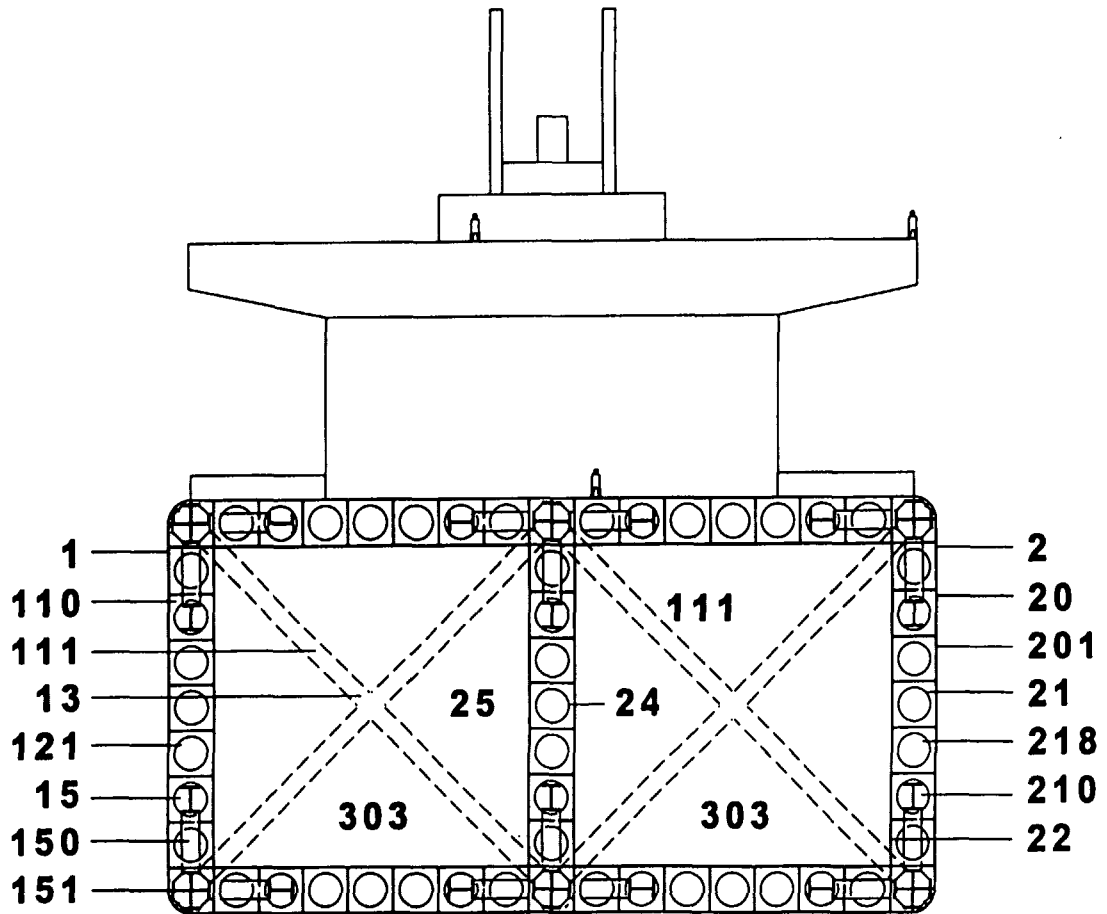


Fig. 21

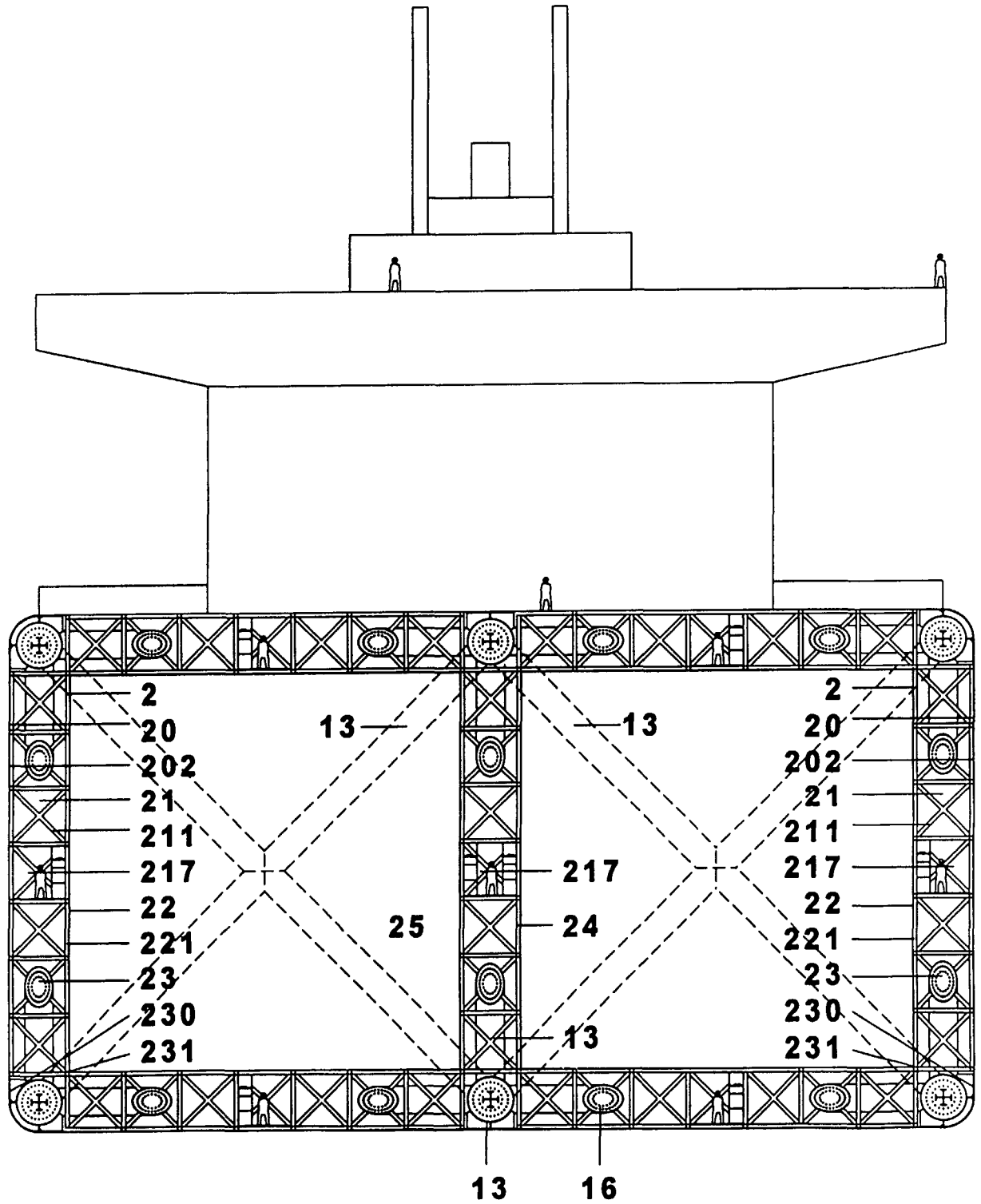


Fig. 32

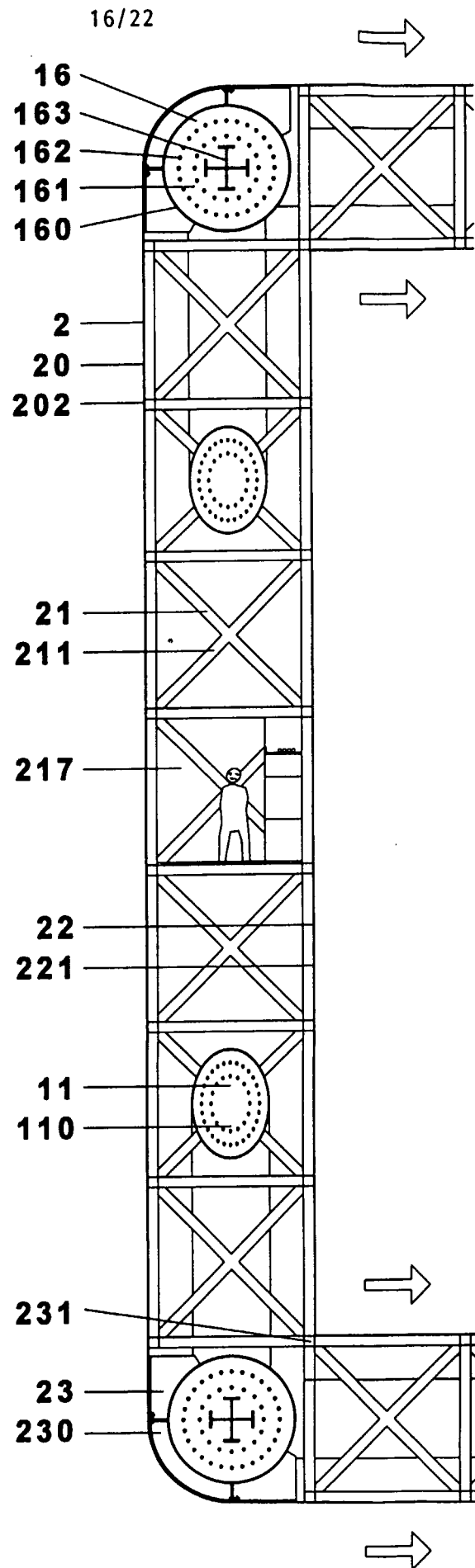


Fig. 33

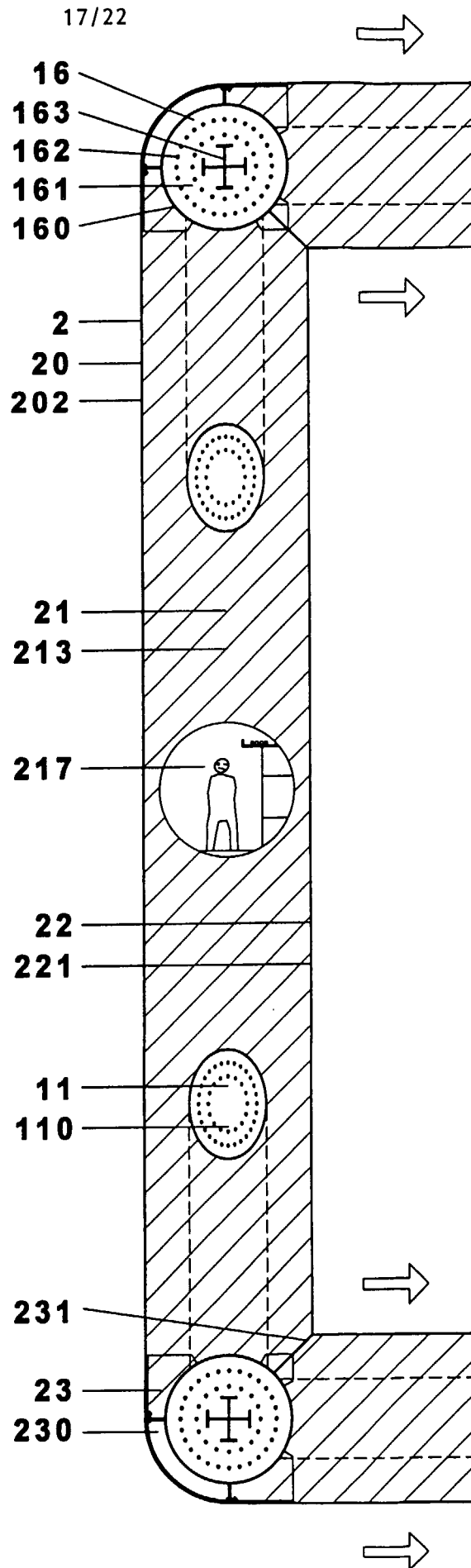


Fig. 34

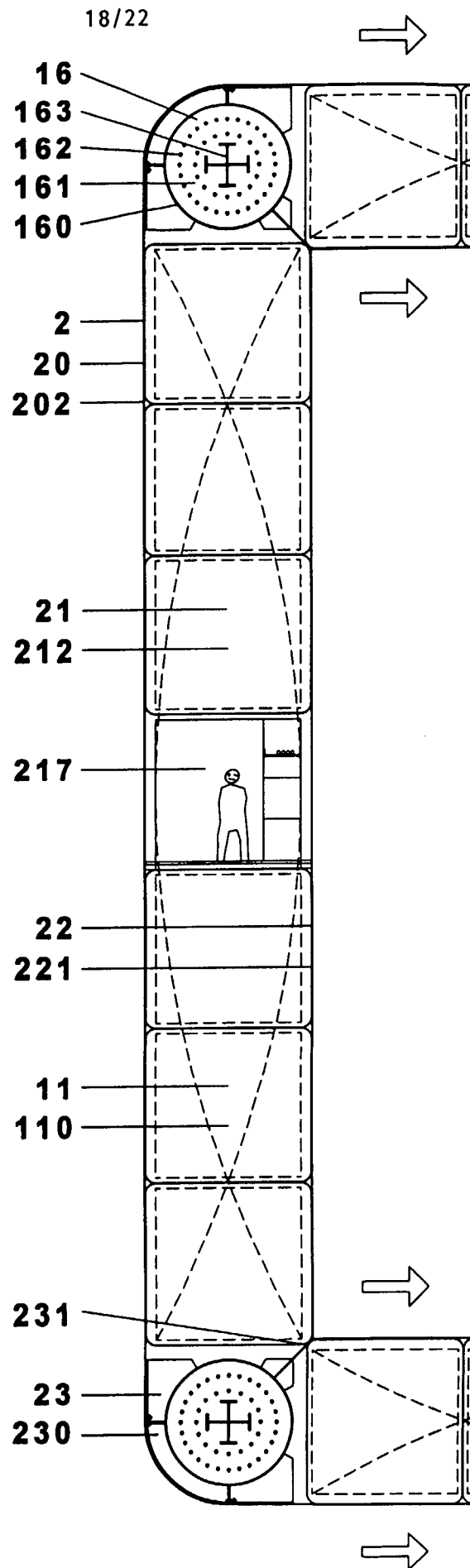


Fig. 35

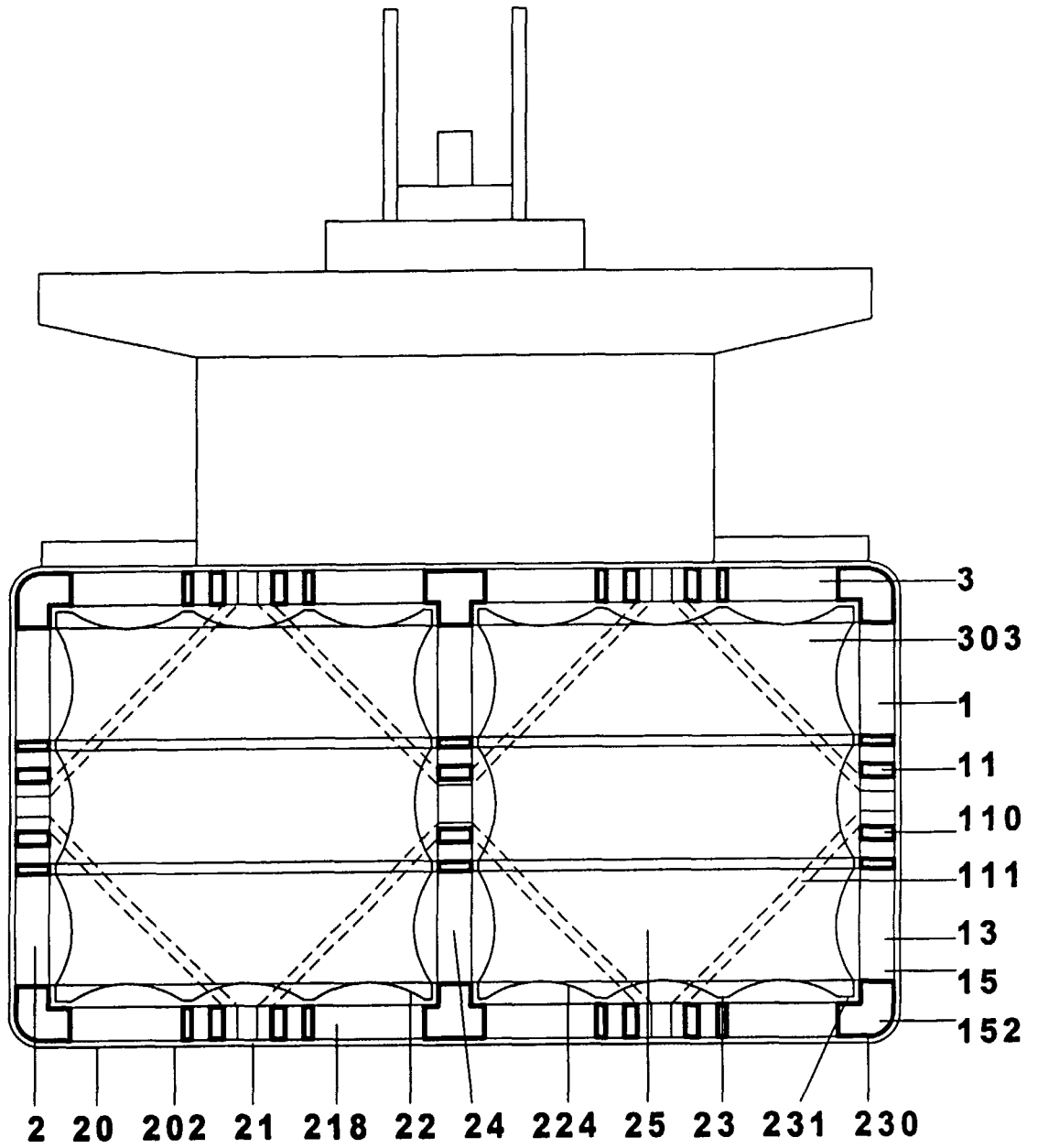


Fig. 36

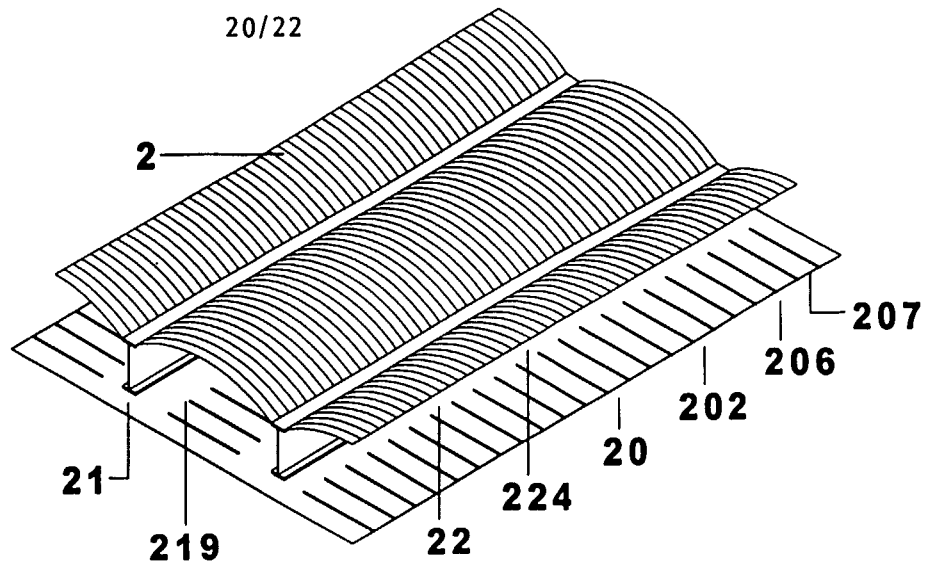


Fig. 37

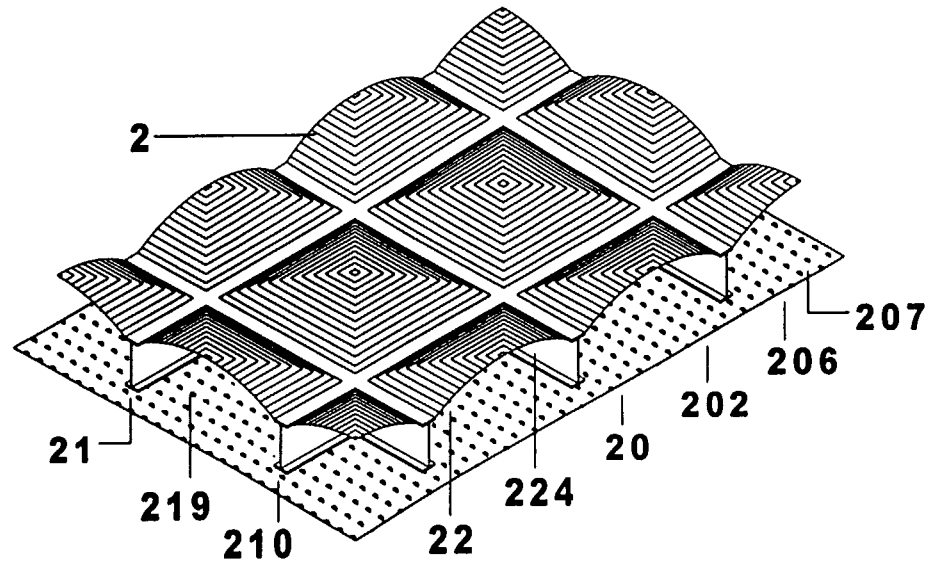


Fig. 38

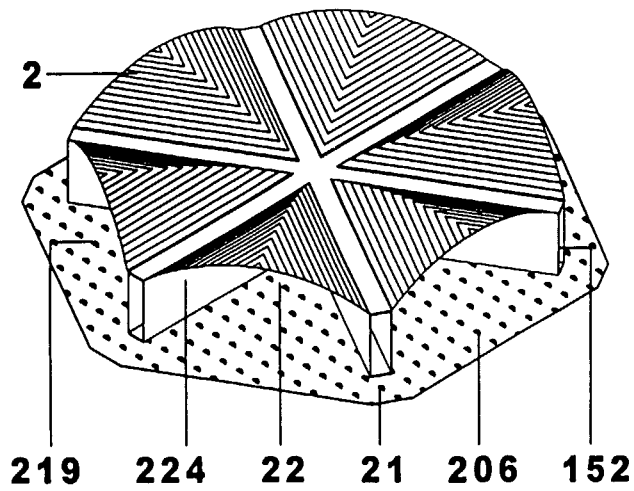


Fig. 39

Fig. 40

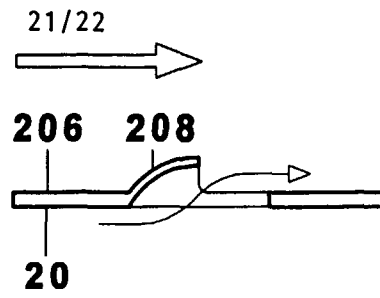


Fig. 41

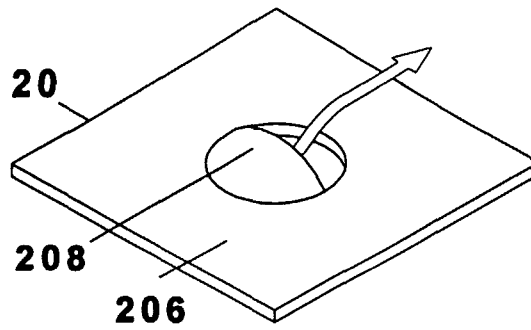


Fig. 42

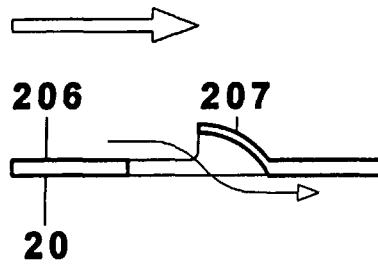


Fig. 43

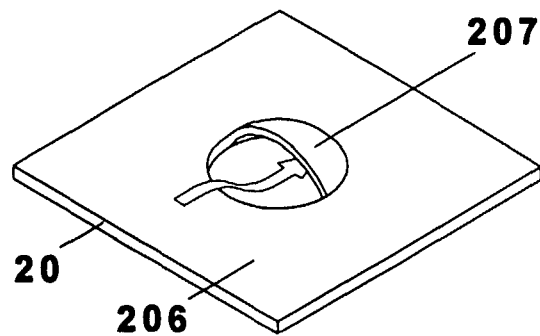


Fig. 44

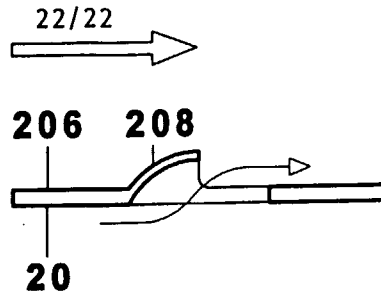


Fig. 45

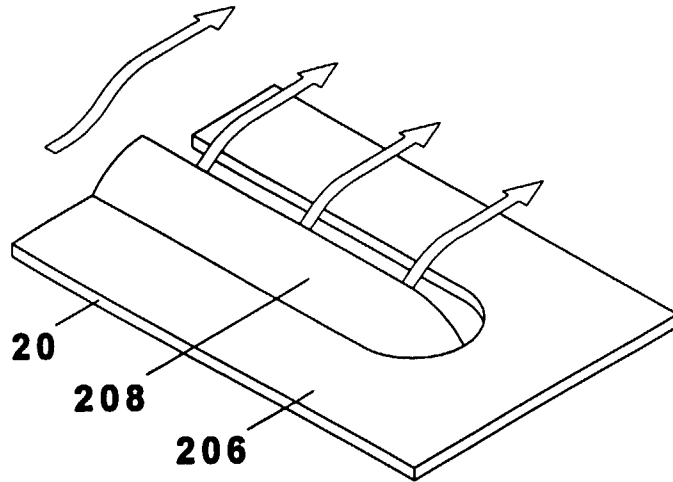


Fig. 46

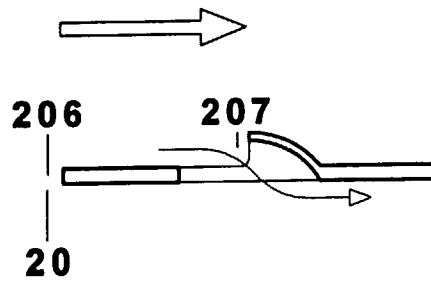
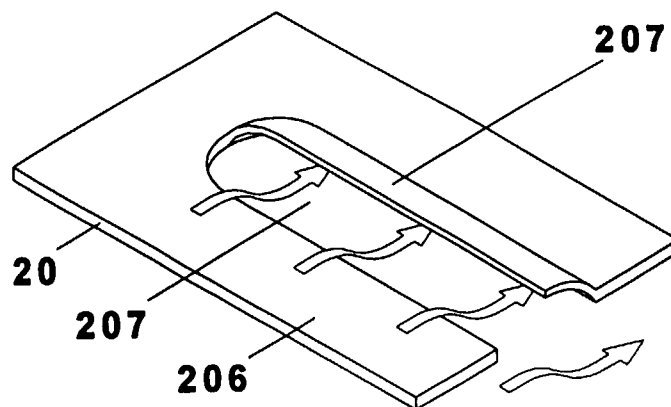


Fig. 47



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PC/EP 02/11993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 B63B3/12 B63B3/36 B63B9/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 B63B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
 EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 391 897 A (POULOUIN ARMAND) 22 December 1978 (1978-12-22)	1-6,9
Y	the whole document	7,8,10, 11,14,15
X	US 4 138 960 A (BERGSTROM LARS R) 13 February 1979 (1979-02-13)	1-6,9
Y	abstract; figures	7,10,11
Y	DE 44 40 058 A (YI JOACHIM DR ING) 15 May 1996 (1996-05-15)	8
Y	US 5 218 919 A (KRULIKOWSKI III JOSEPH W ET AL) 15 June 1993 (1993-06-15)	10,11, 14,15
A	column 3, line 4 -column 4, line 50 column 6, line 38 - line 57; figures 1-4,13	21,22
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 22 January 2003	Date of mailing of the international search report 30/01/2003
--	--

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,	Authorized officer Mova F
--	----------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 02/11593

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 875 447 A (SCHIJNDEL & DE HOOG V O F VAN) 4 November 1998 (1998-11-04)	10,11,14
A	abstract; figures ---	21
A	GB 2 277 291 A (PEMBERTON JOHN MICHAEL) 26 October 1994 (1994-10-26)	9
	abstract; figures 1,2 ---	
A	DE 298 12 853 U (WALDMANN GUENTER DIPL ING) 15 October 1998 (1998-10-15)	1-30
	cited in the application the whole document ---	
A	DE 197 33 851 A (BOELL VINCENT DIPL ING) 2 April 1998 (1998-04-02)	1
	abstract; figures -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

FCI/EP 02/11593

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2391897	A	22-12-1978	FR 2391897 A1	22-12-1978
US 4138960	A	13-02-1979	AU 512775 B2	23-10-1980
			AU 3534678 A	25-10-1979
			GB 1580889 A	10-12-1980
			JP 54033495 A	12-03-1979
			SE 433732 B	12-06-1984
			SE 7804463 A	23-10-1978
DE 4440058	A	15-05-1996	DE 4440058 A1	15-05-1996
US 5218919	A	15-06-1993	NONE	
EP 0875447	A	04-11-1998	NL 1006995 C2	02-11-1998
			EP 0875447 A1	04-11-1998
GB 2277291	A	26-10-1994	NONE	
DE 29812853	U	15-10-1998	DE 29812853 U1	15-10-1998
DE 19733851	A	02-04-1998	DE 19733851 A1	02-04-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PC1/EP 02/11593

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 B63B3/12 B63B3/36 B63B9/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 B63B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 391 897 A (POULOUIN ARMAND) 22. Dezember 1978 (1978-12-22)	1-6,9
Y	das ganze Dokument	7,8,10, 11,14,15

X	US 4 138 960 A (BERGSTROM LARS R) 13. Februar 1979 (1979-02-13)	1-6,9
Y	Zusammenfassung; Abbildungen	7,10,11

Y	DE 44 40 058 A (YI JOACHIM DR ING) 15. Mai 1996 (1996-05-15)	8
	Zusammenfassung; Abbildungen	

Y	US 5 218 919 A (KRULIKOWSKI III JOSEPH W ET AL) 15. Juni 1993 (1993-06-15)	10,11, 14,15
A	Spalte 3, Zeile 4 - Spalte 4, Zeile 50 Spalte 6, Zeile 38 - Zeile 57; Abbildungen 1-4,13	21,22

	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
22. Januar 2003	30/01/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,	Bevollmächtigter Bediensteter M... ..
---	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

FCI/ET 02/11993

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 875 447 A (SCHIJNDEL & DE HOOG V O F VAN) 4. November 1998 (1998-11-04)	10,11,14
A	Zusammenfassung; Abbildungen ----	21
A	GB 2 277 291 A (PEMBERTON JOHN MICHAEL) 26. Oktober 1994 (1994-10-26)	9
	Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ----	
A	DE 298 12 853 U (WALDMANN GUENTER DIPL ING) 15. Oktober 1998 (1998-10-15)	1-30
	in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ----	
A	DE 197 33 851 A (BOELL VINCENT DIPL ING) 2. April 1998 (1998-04-02)	1
	Zusammenfassung; Abbildungen -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

FCI/EP 02/11593

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2391897	A	22-12-1978	FR 2391897 A1	22-12-1978
US 4138960	A	13-02-1979	AU 512775 B2	23-10-1980
			AU 3534678 A	25-10-1979
			GB 1580889 A	10-12-1980
			JP 54033495 A	12-03-1979
			SE 433732 B	12-06-1984
			SE 7804463 A	23-10-1978
DE 4440058	A	15-05-1996	DE 4440058 A1	15-05-1996
US 5218919	A	15-06-1993	KEINE	
EP 0875447	A	04-11-1998	NL 1006995 C2	02-11-1998
			EP 0875447 A1	04-11-1998
GB 2277291	A	26-10-1994	KEINE	
DE 29812853	U	15-10-1998	DE 29812853 U1	15-10-1998
DE 19733851	A	02-04-1998	DE 19733851 A1	02-04-1998