

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP2007/055286

International filing date: 31 May 2007 (31.05.2007)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2006 025 930.0
Filing date: 02 June 2006 (02.06.2006)

Date of receipt at the International Bureau: 25 June 2007 (25.06.2007)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



**Prioritätsbescheinigung
DE 10 2006 025 930.0
über die Einreichung einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2006 025 930.0

Anmeldetag: 02. Juni 2006

Anmelder/Inhaber: AIRBUS Deutschland GmbH,
21129 Hamburg/DE

Bezeichnung: Rumpfstruktur und Verfahren zur
Herstellung einer Rumpfstruktur

IPC: B 64 C 1/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der Teile der am 02. Juni 2006 eingereichten Unterlagen dieser Patentanmeldung unabhängig von gegebenenfalls durch das Kopierverfahren bedingten Farbabweichungen.

München, den 23. Mai 2007
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Remus

5

Rumpfstruktur und Verfahren zur Herstellung einer Rumpfstruktur

10 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rumpfstruktur und ein Verfahren zur Herstellung einer Rumpfstruktur, insbesondere eines Luft- oder Raumfahrzeuges.

Heutige Flugzeugrumpfe werden im Allgemeinen in einer Aluminium-Schalenbauweise gefertigt. Zur Anordnung von Fenstern werden dabei in die Schalen, welche in einem späteren Fertigungsschritt zu einem Abschnitt des Flugzeugrumpfes zusammengesetzt werden, Fensterausschnitte gefräst. Die Schalen können dabei sowohl einwandig, als auch doppel- oder mehrwandig unter Verwendung von Innen- und Außenschalen, sowie mit zwischen den Innen- und Außenschalen angeordnetem Sandwich-Kernmaterial ausgeführt sein. Die Anordnung der Fensterausschnitte in den Schalen ist dabei im Allgemeinen so gewählt, dass sie sich im fertigen Flugzeugrumpf etwa auf Augenhöhe von im Passagierraum sitzenden Menschen befinden. Bei einer Betrachtung eines Flugzeugrumpfs von außen sind die Fensterausschnitte entlang eines oder mehrerer, seitlich entlang des Flugzeugrumpfs verlaufender Fensterbänder angeordnet.

30

Nachdem die Fensterausschnitte gefräst wurden, werden diese jeweils mit einem Aluminium-Fensterrahmen verstärkt. In den Aluminium-Fensterrahmen werden anschließend die Fensterscheiben eingebracht.

35

...

Nachteilig an obigem Verfahren zur Anordnung von Fenstern in einem Flugzeugrumpf hat sich die Tatsache herausgestellt, dass die Fenster eine mechanische Schwächung der Flugzeug-Rumpfstruktur darstellen. Diese Schwächung wird
5 bekanntermaßen durch massive Aluminium-Fensterrahmen ausgeglichen. Hieraus ergeben sich nachteilig ein erhöhtes Strukturgewicht, hohe Herstellungskosten aufgrund der durch Nieten besonders arbeitsintensiven Anordnung der Aluminium-Fensterrahmen in einem gesonderten Arbeitsschritt sowie weitere Nachteile, wie etwa, dass die Fenster
10 nur relativ klein ausgeführt werden können.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Rumpfstruktur und ein Verfahren zur Herstellung einer
15 Rumpfstruktur zur Verfügung zu stellen, welche einen Lichtbereich ohne Verwendung massiver Fensterrahmen gewährleisten.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Rumpfstruktur mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10
20 gelöst.

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, dass die Rumpfstruktur, insbesondere eines Luft- oder Raumfahrzeuges, eine innere Schalenanordnung, welche eine untere Innenschale und eine obere Innenschale aufweist, wobei die obere Innenschale zumindest abschnittsweise um einen ersten Spalt zum Bilden eines
25 Fensterbereiches von der unteren Innenschale beabstandet ist; und ein Fensterband aufweist, welches zumindest im Bereich des ersten Spaltes angeordnet ist und eine Scheibeneinrichtung aufweist, welche eine Rumpfkraft aufnehmende Gitterstruktur umfasst.
30

35

...

Somit weist die vorliegende Erfindung gegenüber den ein-
gangs genannten Ansätzen den Vorteil auf, dass die Git-
terstruktur die Funktion der in konventioneller Bauweise
verwendeten Fensterrahmen übernimmt. Folglich wird die
5 Rumpfstruktur im Bereich des Fensterbandes gestärkt und
die auftretenden Rumpfkkräfte um die ausgesparten Fenster-
bereiche im Bereich des Fensterbandes herum umgelenkt.
Durch eine derart kraftflussoptimierte Struktur können
die Fenster vorteilhaft erheblich größer ausfallen als im
10 Allgemeinen bisher möglich.

In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Ausges-
taltungen und Verbesserungen der im Patentanspruch 1 an-
gegebenen Rumpfstruktur sowie des im Patentanspruch 10
15 angegebenen Verfahrens.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist die Rumpf-
struktur ferner eine Außenschalenanordnung auf, welche
eine der unteren Innenschale zugeordnete, untere Außen-
20 schale und eine der oberen Innenschale zugeordnete, obere
Außenschale aufweist, wobei die obere Außenschale im
Fensterbereich zumindest abschnittsweise um einen zweiten
Spalt von der unteren Außenschale beabstandet ist. Da-
durch wird eine kraftflussoptimierte Doppelschalenanord-
25 nung mit einer die Kräfte um den Fensterbereich herum
leitenden Gitterstruktur gewährleistet, welche im heuti-
gen Flugzeugdoppelschalenbau besonders vorteilhaft ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die
30 Gitterstruktur einzelne Gitterrippen zum Bilden von Git-
termaschen auf, wobei die Gitterstruktur zur Aufnahme der
im Rumpf auftretenden Kräfte ausgebildet ist. Vorteilhaft
ist die Gitterstruktur als Lattice-Gitterstruktur oder
dergleichen ausgebildet und hinsichtlich der Formausges-
35 taltung an die Form der Schalenanordnung angepasst. Vor-
teilhaft ist die Krümmung der Gitterstruktur an die Krüm-

...

mung der jeweiligen Schalen angepasst. Eine Lattice-Gitterstruktur kann zudem Kräfte besser übertragen als andere Gitter, wie beispielsweise ISO-Grid-Gitter.

5 Nach einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Gitterstruktur über den durch die ersten und zweiten Spalte gebildeten Fensterbereich hinaus in die Schalenanordnungen hinein und ist zum Bilden einer die einzelnen Schalen miteinander verbindenden, flussop-
10 timierten Rumpfstruktur an den einzelnen Schalen der Schalenanordnungen befestigbar. Dies kann beispielsweise mittels einer geeigneten Klebeverbindung oder dergleichen bewerkstelligt werden. Dadurch wird eine optimierte Kraftübertragung von der Rumpfstruktur auf die Gitter-
15 struktur gewährleistet, auch im Bereich des Fensterbandes.

Vorteilhaft sind der erste Spalt und der zweite Spalt zum Bilden eines optimierten Fensterbereiches auf gleicher
20 Höhe und zumindest abschnittsweise in Längsrichtung der Rumpfstruktur verlaufend ausgebildet. Dadurch wird ein optimaler Sichtbereich für die Insassen gewährleistet, wobei der Fensterbereich aufgrund der die Rumpfkkräfte aufnehmenden Gitterstruktur ausreichend groß ausgestaltet
25 werden kann. Der erste Spalt und der zweite Spalt weisen zudem insbesondere die gleichen Spaltbreiten und/oder Spaltlängen auf, so dass sie aneinander derart angepasst sind, dass ein optimaler Sichtbereich für die Insassen gewährleistet wird.

30

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Doppelscheibe zumindest zwei einzelne Scheiben auf, welche jeweils bündig mit den Innen- und/oder Außenschalen abschließen, an den Innen- und/oder Außenschalen be-
35 festigbar sind und die Gitterstruktur dazwischen einschließen. Dadurch wird eine robuste und die Rumpfkkräfte

...

über den Fensterbereich umlenkende Fensterbandstruktur gewährleistet, welche den Insassen eine optimale Aussicht aus dem Fahrzeug ermöglicht.

5 Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel wird zwischen den Innen- und Außenschalen zumindest mit Ausnahme des Fensterbereiches ein geeignetes Kernmaterial vorgesehen. Dieses kann beispielsweise ebenfalls mittels eines geeigneten Klebverfahrens oder dergleichen an den
10 Innen- und/oder Außenschalen befestigt werden.

Es ist für einen Fachmann offensichtlich, dass in einem beispielsweise Flugzeug an unterschiedlichen Bereichen ein oder mehrere der oben beschriebenen Fensterbereiche
15 vorgesehen werden können, wobei die Rumpfstruktur in diesem Fall auch aus mehreren Schalenabschnitten beispielsweise in Längsrichtung oder aus Schalen mit angepassten Aussparungen in den jeweiligen Fensterbereichen ausgebildet sein kann.

20 Erstrecken sich mehrere Fensterbänder an einer Seite entlang des Flugzeugrumpfs, wird das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Rumpfstruktur entsprechend für jedes Fensterband angewandt, wobei beispielsweise bei zwei Fensterbändern drei Innenschalen, insbesondere eine obere Innenschale, eine mittlere Innenschale und eine untere Innenschale, jeweils um die Höhe des jeweiligen Fensterbandes voneinander beabstandet angeordnet werden, anschließend eine beide Fensterbänder überlappende,
25 oder zwei jeweils ein Fensterband überlappende gitterförmige Verbindungsstrukturen verwendet werden, um die voneinander beabstandeten Innenschalen miteinander zu verbinden. Nach dem Anordnen des Sandwich-Kernmaterials werden auf den Innenschalen drei Außenschalen, insbesondere eine obere Außenschale, eine mittlere Außenschale
30 und eine untere Außenschale, jeweils um die Höhe des je-

...

weiligen Fensterbandes voneinander beabstandet auf dem Sandwich-Kernmaterial und der gitterförmigen Verbindungsstruktur angeordnet, bevor die Fensterscheiben innen und außen im Bereich der Fensterbänder angeordnet werden.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise bei einer Rumpf-Doppelschalen-Bauweise angewendet. Dabei sind die Hauptelemente der Flugzeug-Rumpfstruktur, d. h. die Unterschale sowie die Oberschale, als jeweils aus einer
10 Innen- und einer Außenschale bestehende Doppelschale und das Fensterband als mittels der gitterförmigen Verbindungsstruktur verstärkte Doppelscheibe ausgeführt. Es ist aber auch denkbar, die Grundidee der vorliegenden Erfindung, bei Rümpfen in einschaliger Bauweise anzuwenden. In
15 diesem Fall wird die Verbindungsstruktur dann vorzugsweise von innen auf den voneinander beabstandeten Schalen angeordnet, so dass die Verbindungsstruktur den gebildeten Spalt überbrückt und die beiden Schalen miteinander verbindet. Von außen werden dann vorzugsweise den Spalt
20 schließende, bündig mit den Schalen abschließende Fensterscheiben auf der Verbindungsstruktur angeordnet. Innen können ebenfalls zusätzlich Fensterscheiben auf der Verbindungsstruktur angeordnet werden. Innen können darüber hinaus noch Verkleidungen, Isolationsmaterialien und dergleichen auf den Außenschalen angeordnet werden.
25

Die gitterförmige Verbindungsstruktur übernimmt dabei die Funktion der in konventioneller Bauweise verwendeten Fensterrahmen. Die Funktion ist eine Stärkung der Rumpfstruktur im Bereich des Fensterbandes sowie eine Umlenkung des Kraftflusses um die Fenster herum im Bereich des Fensterbandes.
30

Die vorliegende Erfindung weist gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil auf, dass die gitterförmige Verbindungsstruktur in Bezug auf den Kraftfluss auslegbar ist,
35

...

so dass die die gitterförmige Verbindungsstruktur bildenden Gitterrippen in Richtung der im Flugzeugrumpf auftretenden Kräfte verlaufen. Dadurch werden die auftretenden Kräfte um die Fenster herumgeleitet. Die Gitterrippen
5 können sowohl Faserstrukturen, wie etwa Kohle-, Aramid-, Glasfasern und dergleichen, als auch faserverstärkte Strukturen, wie etwa faserverstärkte Kunststoffe, faserverstärkte Kompositstrukturen, wie etwa faserverstärkte Metalle und faserverstärkte Metall-Sandwich-Strukturen,
10 sowie metallische Strukturen, wie etwa metallische Streben, Bänder und dergleichen, umfassen.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch die kraftflussoptimierte Struktur die Fenster erheblich größer
15 ausfallen können als bei einer konventionellen Bauweise. Darüber hinaus entfällt gegenüber der konventionellen Bauweise die aufwändige Montage der einzelnen Fenster und deren Rahmen.

20 Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die gitterförmige Verbindungsstruktur ein Lattice-Gitter umfasst. Ein auch als Anisogrid-Gitter bezeichnetes Lattice-Gitter zeichnet sich dadurch aus, dass die durch die Gitterrippen gebildeten Maschen nicht in
25 allen Bereichen des Lattice-Gitters die selben geometrischen Formen und Abmessungen aufweisen. Typischerweise sind in einem Lattice-Gitter die Gitterrippen primär in Bezug auf die auftretenden Kräfte und nicht in Bezug auf eine möglichst einfach herstellbare geometrische Struktur ausgerichtet. Dies kann zumindest in Teilen des Lattice-
30 Gitters unregelmäßige Geometrien der Maschen zur Folge haben, wobei es auch vorkommen kann, dass in anderen Teilen des Lattice-Gitters regelmäßige, einem ISO-Grid-Gitter ähnliche Strukturen auftreten. Lattice-Gitter sind
35 damit gegenüber anderen gitterförmigen Strukturen, wie etwa ISO-Grid-Gittern, besser geeignet, Kräfte zu über-

...

tragen. Darüber hinaus können Lattice-Gitter aus mehreren unterschiedlichen Materialien bestehen, die je nach auftretenden Kräften, dynamischen Kraftverlauf sowie den in bestimmten Richtungen erforderlichen Dehnungen ausgewählt sein können.

Eine zusätzliche vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Dicke der gitterförmigen Verbindungsstruktur und die Dicke des Sandwich-Kernmaterials im Wesentlichen identisch sind.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren der Zeichnung näher erläutert.

Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung einer Rumpfstruktur gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Gitterstruktur gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3a eine schematische Vorderansicht einer Innenschalenanordnung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3b eine schematische Querschnittsansicht der Innenschalenanordnung aus Fig. 3a;

Fig. 4a eine schematische Darstellung der Innenschalenanordnung aus den Fig. 3a und 3b mit angebrach-

...

ter Gitterstruktur gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

5 Fig. 4b eine schematische Querschnittsansicht der Anordnung aus Fig. 4a;

10 Fig. 5a eine schematische Vorderansicht einer Rumpfstruktur bestehend aus einer Innen- und Außenschalenanordnung mit dazwischen angeordneter Gitterstruktur gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

15 Fig. 5b eine schematische Querschnittsansicht der Anordnung aus Fig. 5a;

Fig. 6a eine schematische Vorderansicht einer fertiggestellten Rumpfstruktur gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

20 Fig. 6b eine schematische Querschnittsansicht der Rumpfstruktur aus Fig. 6a;

25 Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Gitterstruktur in Form eines Lattice-Gitters gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

30 Fig. 8 eine schematische Darstellung einer Gitterstruktur aus einem ISO-Grid-Gitter.

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist.

35 Ein Verfahren zur Herstellung einer Flugzeug-Rumpfstruktur in Schalenbauweise mit einem entlang der Flug-

...

zeug-Rumpfstruktur verlaufenden Fensterband läuft gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Figur 1 wie folgt ab:

- 5 In einem ersten Verfahrensschritt I wird eine in Bezug auf den Kraftfluss in der fertigen Flugzeug-Rumpfstruktur optimierte, gitterförmige Verbindungsstruktur vorgefertigt. Die Länge der gitterförmigen Verbindungsstruktur entspricht in etwa der Länge eines herzustellenden Rumpf-
- 10 abschnitts oder der Länge eines vorzusehenden Fensterbereiches. Die Breite der gitterförmigen Verbindungsstruktur ist vorzugsweise größer als die gewünschte Höhe des Fensterbandes. Die durch die Gitterrippen gebildeten Maschen der gitterförmigen Verbindungsstruktur weisen zu-
- 15 mindest in dem Bereich, in dem in einem späteren Verfahrensschritt Fensterscheiben auf der gitterförmigen Verbindungsstruktur angeordnet werden, etwa die Größe der einzelnen Fenster des Fensterbandes auf.
- 20 Eine Optimierung der gitterförmigen Verbindungsstruktur in Bezug auf den Kraftfluss erfolgt beispielsweise derart, dass mittels einer numerischen Simulation, beispielsweise einer Finite-Elemente-Analyse (FEM), der Kraftfluss mindestens in Bezug auf die Größe und die
- 25 Richtung der auftretenden Kräfte im Bereich des Fensterbandes berechnet wird. Anschließend wird eine Gitterstruktur entworfen, welche möglichst genau mit den berechneten Richtungen der auftretenden Kräfte übereinstimmt sowie im Bereich des Fensterbandes ausreichend
- 30 große Maschen aufweist, um diese Maschen als Fenster verwenden zu können. In einem weiteren Schritt werden die auftretenden Kräfte in der entworfenen Gitterstruktur berechnet und die die gitterförmige Verbindungsstruktur bildenden Gitterrippen in Bezug auf Abmessungen, wie etwa
- 35 Querschnitte und dergleichen, sowie in Bezug auf die zu verwendenden Materialien dimensioniert. Anhand dieser

...

Größen wird die gitterförmige Verbindungsstruktur vorgefertigt.

5 In einem zweiten Verfahrensschritt II werden zwei Innenschalen, eine obere Innenschale und eine untere Innenschale, in einem der Höhe des Fensterbandes entsprechenden Abstand angeordnet.

10 In einem dritten Verfahrensschritt III werden die Innenschalen mittels der vorgefertigten gitterförmigen Verbindungsstruktur miteinander verbunden. Dies erfolgt derart, dass die gitterförmige Verbindungsstruktur über den in seiner Breite der Höhe des Fensterbandes entsprechenden Spalt zwischen den Innenschalen hinweg überlappend mit
15 den Innenschalen beispielsweise durch Verkleben verbunden wird. Die gitterförmige Verbindungsstruktur überbrückt dabei den Spalt zwischen den Innenschalen, wobei die Maschen der gitterförmigen Verbindungsstruktur, die als Fenster dienen sollen, genau im Bereich des Spalts zu
20 liegen kommen.

25 In einem vierten Verfahrensschritt IV wird ein Sandwich-Kernmaterial von außen auf den nicht durch die gitterförmige Verbindungsstruktur abgedeckten Bereichen der Innenschalen angeordnet. Das Sandwich-Kernmaterial und die gitterförmige Verbindungsstruktur weisen dabei vorzugsweise dieselbe Dicke normal zur lokalen Oberfläche der Innenschalen auf.

30 In einem fünften Verfahrensschritt V werden zwei Außenschalen, eine obere Außenschale und eine untere Außenschale, auf dem Kernmaterial und dem überlappenden Teil der gitterförmigen Verbindungsstruktur in einem der Höhe des Fensterbandes entsprechenden Abstand derart angeordnet,
35 net, dass die Außenschalen im Bereich des Fensterbandes voneinander beabstandet sind und das spätere Fensterband

weder von den Innenschalen noch von den Außenschalen überdeckt wird.

In einem sechsten Verfahrensschritt VI werden gemäß dem
5 vorliegenden Ausführungsbeispiel zur Fertigstellung des
Fensterbandes beidseitig des nicht von den Innen- und Außenschalen abgedeckten Bereichs der gitterförmigen Verbindungsstruktur Fensterscheiben angeordnet. Die Fensterscheiben schließen dabei sowohl in Bezug auf die Abmessungen des Fensterbandes als auch in Bezug auf die Dicke der Innen- und Außenschale bündig mit den Innen- und Außenschalen ab.
10

Die oben beschriebenen und in Fig. 1 dargestellten Verfahrensschritte werden im Folgenden anhand der Fig. 2 bis 6 detaillierter erläutert.
15

In Fig. 2 ist eine in einem ersten Verfahrensschritt I (Fig. 1) vorgefertigte gitterförmige Verbindungsstruktur
20 10 in Lattice Bauweise beispielhaft dargestellt. Die gitterförmige Verbindungsstruktur 10 besteht insbesondere aus Gitterrippen 11 sowie durch die Gitterrippen 11 gebildete Maschen 12. Die gitterförmige Verbindungsstruktur 10 ist auf den im Bereich des Fensterbandes 41 der Flugzeugrumpfstruktur (Fig. 6a) auftretenden Kraftfluss in
25 Bezug auf Größe und Richtung der auftretenden Kräfte optimiert. Hierzu sind die Gitterrippen 11 der gitterförmigen Verbindungsstruktur 10 vorzugsweise in Richtung der zu erwartenden Kräfte ausgerichtet. Die Maschen 12 der
30 gitterförmigen Verbindungsstruktur 10 sind zumindest in dem Bereich 13, der im Bereich des Fensterbandes zu liegen kommt, so dimensioniert, dass jeweils eine Masche 14 als ein Fenster dient. Die Länge L der gitterförmigen Verbindungsstruktur 10 entspricht dabei der Länge S eines
35 herzustellenden Rumpfabschnitts. Die Breite V der gitter-

...

förmigen Verbindungsstruktur 10 ist größer als die Höhe H des Fensterbandes 41 (Fig. 6).

5 In den Fig. 3a und 3b ist ersichtlich, wie entsprechend dem zweiten Verfahrensschritt II (Fig. 1) eine obere Innenschale 21 und eine untere Innenschale 22 in einem der gewünschten Höhe des Fensterbandes entsprechenden Abstand zueinander angeordnet sind. Die beiden Innenschalen 20 werden dabei auf einer Vorrichtung derart positioniert, 10 dass ein Spalt 23, dessen Breite B der Höhe H des Fensterbandes 41 (Fig. 6) entspricht, frei bleibt. Die als Sichtbereiche dienenden Maschen 14 kommen dabei im Bereich des Spalts 23 zu liegen.

15 Die Fig. 4a und 4b illustrieren eine beispielhafte Befestigung der gitterförmigen Verbindungsstruktur 10 entsprechend dem Verfahrensschritt III (Fig. 1) auf den Innenschalen 20. Die gitterförmige Verbindungsstruktur 10 überbrückt den Spalt 23 zwischen den Innenschalen 20. Dabei überlappt die gitterförmige Verbindungsstruktur 10 20 die obere Innenschale 21 und die untere Innenschale 22.

Der vierte Verfahrensschritt IV (Fig. 1), in dem Sandwich-Kernmaterial von innen nach außen auf den nicht 25 durch die gitterförmige Verbindungsstruktur abgedeckten Bereichen der Innenschalen angeordnet wird, erfolgt gemäß bekannter Vorgehensweisen und ist nicht in einer gesonderten Figur dargestellt.

30 Den Fig. 5a und 5b ist entnehmbar, wie entsprechend dem Verfahrensschritt V (Fig. 1) zwei Außenschalen 30, eine obere Außenschale 31 und eine untere Außenschale 32, auf dem nicht dargestellten Kernmaterial und der gitterförmigen Verbindungsstruktur 10 in einem der Höhe H des Fensterbandes 41 (Fig. 6) entsprechenden Abstand zum Bilden 35 eines zweiten Spaltes 24 angeordnet werden. Die Außen-

...

schalen 30 sind vorzugsweise gleichsam wie die Innenschalen 20 im Bereich des Fensterbandes 41 voneinander beabstandet angeordnet.

5 In den Fig. 6a und 6b ist erkennbar, wie entsprechend dem Verfahrensschritt VI (Fig. 1) Fensterscheiben 42, 43 beidseitig des nicht von den Innenschalen 20 und Außenschalen 30 abgedeckten Bereichs der gitterförmigen Verbindungsstruktur 10 angeordnet werden. Die Fensterscheiben 42, 43 schließen dabei bündig mit den Innenschalen 20 und den Außenschalen 30 ab, so dass sich ein homogen in die äußere Form des Flugzeugrumpfs einfügendes Fensterband 41 ergibt.

15 Zur Verdeutlichung des Unterschieds zwischen einem vorzugsweise im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendeten Lattice-Gitters gegenüber einem ISO-Grid-Gitter sind in den Fig. 7 und 8 jeweils eine Zylinderstruktur aus einem Lattice-Gitter und einem ISO-Grid-Gitter dargestellt.

Sowohl aus einem Lattice-Gitter (Fig. 7) als auch aus einem ISO-Grid-Gitter lässt sich eine gitterförmig aufgebaute Zylinderstruktur entsprechend einem Flugzeugrumpf herstellen. Beide Gitter verfügen dabei über spiralförmig verlaufende Gitterrippen, den so genannten Spiralstreben 50, 51 oder auch "helical ribs". Eine erste Spiralstrebe 50 ist dabei von links nach rechts umlaufend angeordnet, eine zweite Spiralstrebe 51 ist von rechts nach links umlaufend angeordnet. Die beiden Spiralstreben kreuzen sich in einer Vielzahl von Knoten 52. Darüber hinaus weisen sowohl das Lattice-Gitter in Fig. 7 als auch das ISO-Grid-Gitter in Fig. 8 als Umfangsrippen 53 oder auch als "hoop ribs" bezeichnete, parallel zur Längsachse der Zylinderstruktur verlaufende Gitterrippen auf.

...

Derartige Gitter zeigen bei hoher Axialbelastung eine außerordentlich hohe spezifische Festigkeit. Dies wird vor allem durch eine selbst stabilisierende Wirkung bedingt. Wird das von den Spiralstreben 50, 51 gebildete Spiralnetz bei einer Druckbelastung aufgeweitet, kommt es zu einer Zugbelastung in den Umfangsrippen. Darüber hinaus ist die Knickstabilität der Spiralstreben aufgrund der Stützwirkung innerhalb des Gitters sehr hoch.

10 Eine Zylinderstruktur aus einem Lattice-Gitter (Fig. 7) verhält sich genau so wie ein Hohlzylinder aus einem homogenen Werkstoff. Durch die Verwendung eines Lattice-Gitters im Bereich des Fensterbandes wird somit die Struktur eines Flugzeugumpfes nicht geschwächt.

15 Verlaufen die Umfangsrippen 53 durch die von den Spiralrippen 50, 51 gebildeten Knoten 52, liegt ein ISO-Grid-Gitter vor (Fig. 8) Ein ISO-Grid-Gitter verhält sich wie eine Schale mit isotropen Eigenschaften.

20 Die optimalen spezifischen Eigenschaften werden dann erreicht, wenn die Umfangsrippen 53 so angeordnet sind, dass die Knicklängen der Spiralrippen 50, 51 weiter reduziert werden. Dies ist bei einem Lattice-Gitter möglich.

25 Eine aus einem Lattice-Gitter aufgebaute Zylinderstruktur zeigt bei Biege- bzw. Druckbelastung globale Beulmodi ähnlich einer anisotropen Zylinderschale.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorstehend beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Beispielsweise kann die gitterförmige Verbindungsstruktur zunächst an der Außenschalenanordnung angebracht und anschließend Kernmaterial auf der Außenschalenanordnung

...

vorgesehen werden, wobei abschließend die Innenschalenanordnung vorgesehen wird.

5 Ferner kann die gitterförmige Verbindungsstruktur zusätzlich zu dem Bereich des Fensterbandes auch über den gesamten Umfang der Rumpfstruktur zwischen der Innenschalen- und der Außenschalenanordnung vorgesehen werden. Die Rumpfstruktur kann auch lediglich in mehreren voneinander beabstandeten Bereichen mit oben beschriebenen Fensterbereichen und Gitterstrukturen ausgebildet sein.
10

Des weiteren ist der vorliegende Erfindungsgedanke sowohl auf ein- als auch auf mehrschalige Rumpfstrukturen anwendbar, wobei die Gitterstruktur und die Scheibeneinrichtung entsprechend zu modifizieren sind. Entscheidend
15 ist lediglich, dass über die Gitterstruktur eine Kraftflussumlenkung um die Fensterbereiche herum gewährleistet wird.

20

P a t e n t a n s p r ü c h e

5

1. Rumpfstruktur, insbesondere eines Luft- oder Raum-
fahrzeuges, mit:
einer Innenschalenanordnung (20), welche eine obere
Innenschale (21) und eine untere Innenschale (22)
10 aufweist, wobei die obere Innenschale (21) zumindest
abschnittsweise um einen ersten Spalt (23) zum Bil-
den eines Fensterbereiches von der unteren Innen-
schale (22) beabstandet ist; und
einem Fensterband (41), welches zumindest im Fens-
15 terbereich angeordnet ist und eine Scheibeneinrich-
tung aufweist, welche eine Rumpfkkräfte aufnehmende
Gitterstruktur (10) umfasst.

2. Rumpfstruktur nach Anspruch 1,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Rumpfstruktur eine Außenschalenanordnung
(30) aufweist, welche eine der oberen Innenschale
(21) zugeordnete obere Außenschale (31) und eine der
unteren Innenschale (22) zugeordnete untere Außen-
25 schale (32) aufweist, wobei die obere Außenschale
(31) im Fensterbereich zumindest abschnittsweise um
einen zweiten Spalt (24) von der unteren Außenschale
(32) beabstandet ist.

30 3. Rumpfstruktur nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Gitterstruktur (10) einzelne Gitterrippen
(11) zum Bilden von Gittermaschen (12) aufweist, wo-
bei die Gitterstruktur (10) zur Aufnahme der im
35 Rumpf auftretenden Kräfte ausgebildet ist.

...

4. Rumpfstruktur nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Gitterstruktur (10) als Lattice-
5 Gitterstruktur oder dergleichen ausgebildet und hinsichtlich der Formausgestaltung an die Form der Schalenanordnungen (20, 30) angepasst ist.
- 10 5. Rumpfstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Gitterstruktur (10) über den durch die ersten und zweite Spalte (23, 24) gebildeten Fensterbereich hinaus in die Schalenanordnungen (20, 30)
15 hinein erstreckt und zum Bilden einer die einzelnen Schalen (21, 22; 31, 32) miteinander verbindenden kraftflussoptimierten Rumpfstruktur an den einzelnen Schalen (21, 22; 31, 32) der Schalenanordnungen (20, 30) befestigbar ist.
- 20 6. Rumpfstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Spalt (23) und der zweite Spalt (24)
25 zum Bilden eines optimierten Fensterbereiches auf gleicher Höhe und zumindest abschnittsweise in Längsrichtung der Rumpfstruktur verlaufend ausgebildet sind.
- 30 7. Rumpfstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Spalt (23) und der zweite Spalt (24) die gleichen Spaltbreiten und/oder Spaltlängen auf-
35 weisen.

8. Rumpfstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Scheibeneinrichtung zumindest zwei einzelne
5 Scheiben (42, 43) aufweist, welche jeweils bündig mit den zugeordneten Innen- und/oder Außenschalen (21, 22; 31, 32) abschließen, an den Innen- und/oder Außenschalen (21, 22; 31, 32) befestigbar sind und die Gitterstruktur (10) dazwischen einschließen.
- 10
9. Rumpfstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen den Innenschalen (21, 22) und den Außenschalen (31, 32) zumindest mit Ausnahme des Fensterbereiches ein geeignetes Kernmaterial vorgesehen ist.
- 15
10. Verfahren zur Herstellung einer Rumpfstruktur, insbesondere eines Luft- oder Raumfahrzeuges, mit folgenden Verfahrensschritten:
- 20
- Positionieren einer Innenschalenanordnung (20), welche eine obere Innenschale (21) und eine untere Innenschale (22) aufweist, derart, dass die obere Innenschale (21) zumindest abschnittsweise um einen ersten Spalt (23) zum Bilden eines Fensterbereiches von der unteren Innenschale (22) beabstandet ist;
 - Anbringen einer vorgefertigten Gitterstruktur (10) auf der Innenschalenanordnung (20) für eine Aufnahme von Rumpfkräften derart, dass die Gitterstruktur (10) den ersten Spalt (23) zumindest abschnittsweise überbrückt; und
 - Anbringen zumindest einer Scheibe (42) an der Innenschalenanordnung (20) im Bereich des ersten Spalts (23).
- 25
- 30
- 35

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Außenschalenanordnung (30), welche eine
5 der oberen Innenschale (21) zugeordnete obere Außen-
schale (31) und eine der unteren Innenschale (22)
zugeordnete untere Außenschale (32) aufweist, auf
der Innenschalenanordnung derart angebracht wird,
dass die obere Außenschale (31) im Fensterbereich
10 zumindest abschnittsweise um einen zweiten Spalt
(24) von der unteren Außenschale (32) beabstandet
ist.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass zusätzlich zu der inneren Scheibe (42) eine äu-
ßere Scheibe (43) vorgesehen wird, wobei die Schei-
ben (42, 43) im Bereich des ersten Spaltes (23) und
des zweiten Spaltes (24) derart angebracht werden,
20 dass die Gitterstruktur (10) im Fensterbereich durch
die innere Scheibe (42) und die äußere Scheibe (43)
eingeschlossen wird.
13. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 10 bis
25 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Gitterstruktur (10) mit einzelnen Gitter-
rippen (11) zum Bilden von Gittermaschen (12) ausge-
bildet wird, wobei die Gitterstruktur (10) zur Auf-
30 nahme der im Rumpf auftretenden Kräfte ausgebildet
wird.
14. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis
35 13,
dadurch gekennzeichnet,

...

dass die Gitterstruktur als Lattice-Gitterstruktur oder dergleichen ausgebildet und hinsichtlich der Formausgestaltung an die Form der Schalenanordnungen (20, 30) angepasst wird.

5

15. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Gitterstruktur (10) mittels eines Klebeverfahrens oder dergleichen an der Innenschalenanordnung (20) und/oder der Außenschalenanordnung (30) befestigt wird.

10

15

16. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein geeignetes Kernmaterial zwischen den Innenschalen (21, 22) und den Außenschalen (31, 32) zumindest mit Ausnahme des Fensterbereiches vorgesehen wird.

20

25

17. Flug- oder Raumfahrzeug mit einer Rumpfstruktur, welche nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet bzw. nach wenigstens einem der Ansprüche 10 bis 16 hergestellt ist.

B e z u g s z e i c h e n l i s t e

10	gitterförmige Verbindungsstruktur
11	Gitterrippe
5 12	Masche
13	Bereich der gitterförmigen Verbindungsstruktur, der im Bereich des Fensterbandes zu liegen kommt
14	als Fenster dienende Masche
20	Innenschalenanordnung
10 21	obere Innenschale
22	untere Innenschale
23	erster Spalt
24	zweiter Spalt
30	Außenschalenanordnung
15 31	obere Außenschale
32	untere Außenschale
41	Fensterband
42	innere Scheibe
43	äußere Scheibe
20 50	Spiralstrebe
51	Spiralstrebe
52	Knoten
53	Umfangstrebe
L	Länge der gitterförmigen Verbindungsstruktur
25 V	Breite der gitterförmigen Verbindungsstruktur
S	Länge des Rumpfabschnitts
B	Breite des Spalts zwischen den oberen und unteren Schalen
H	Höhe des Fensterbandes

Z u s a m m e n f a s s u n g

5

Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zur Herstellung einer Rumpfstruktur und eine Rumpfstruktur, insbesondere eines Luft- oder Raumfahrzeuges, mit einer Innenschalenanordnung (20), welche eine obere Innenschale (21) und eine untere Innenschale (22) aufweist, wobei die obere Innenschale (21) zumindest abschnittsweise um einen ersten Spalt (23) zum Bilden eines Fensterbereiches von der unteren Innenschale (22) beabstandet ist; und einem Fensterband (41), welches zumindest im Fensterbereich angeordnet ist und eine Scheibeneinrichtung aufweist, welche eine Rumpfkraft aufnehmende Gitterstruktur (10) umfasst.

(Fig. 6b)

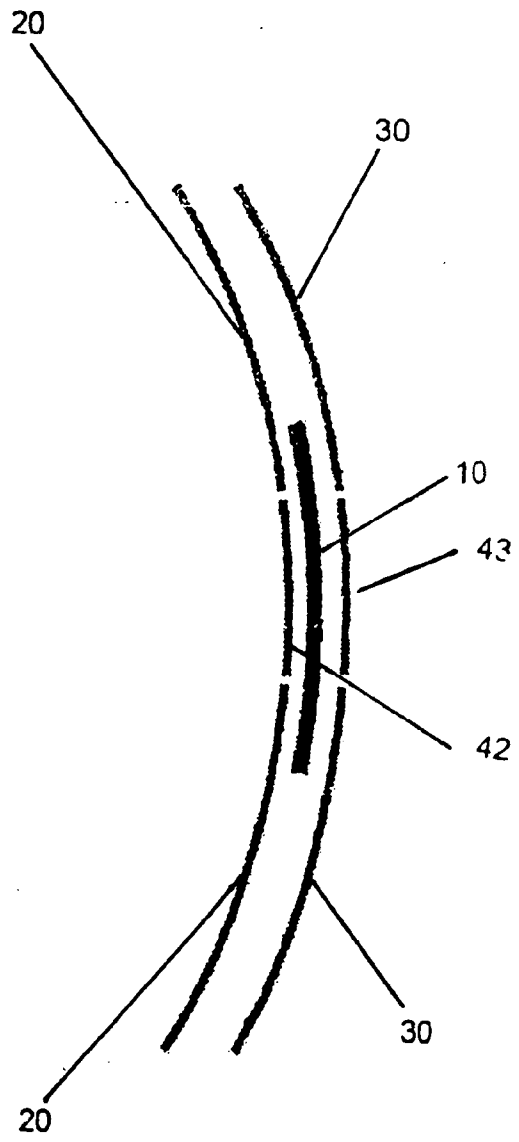


Fig. 6b

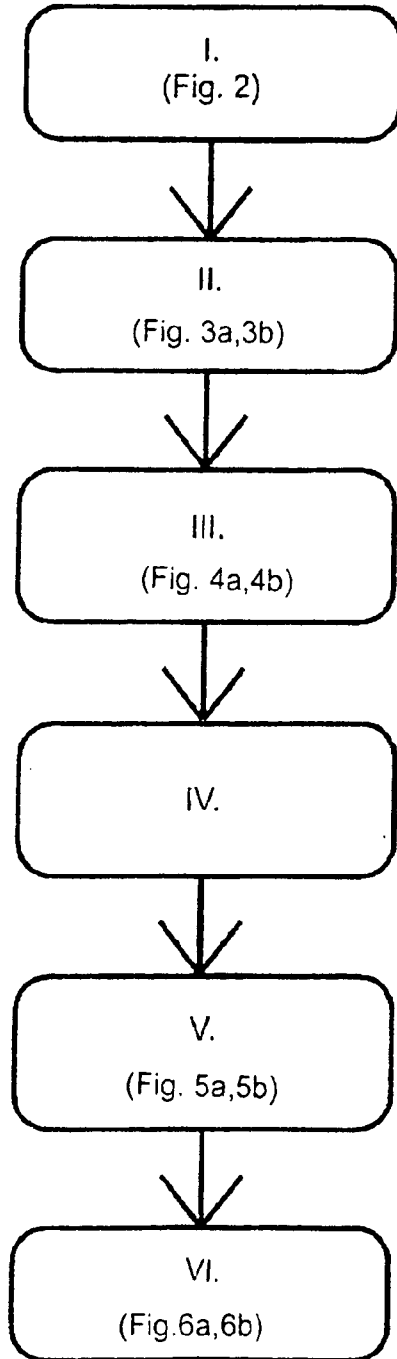
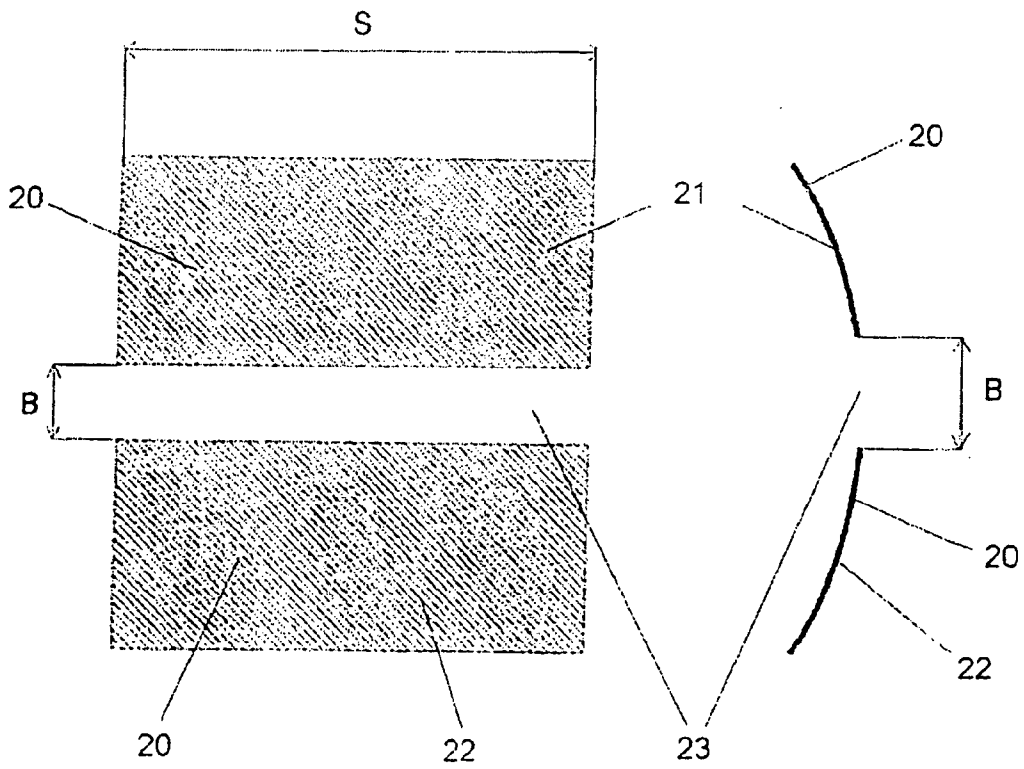
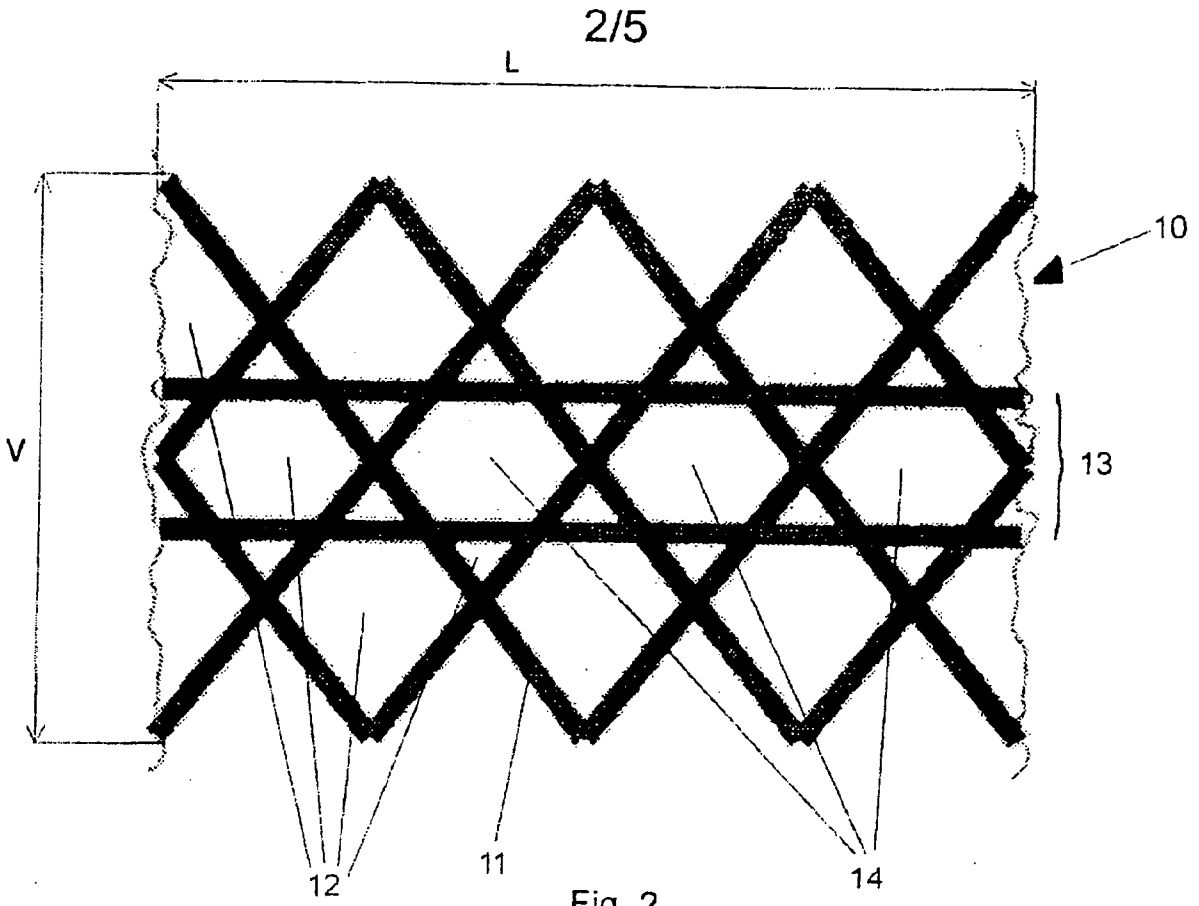


Fig. 1



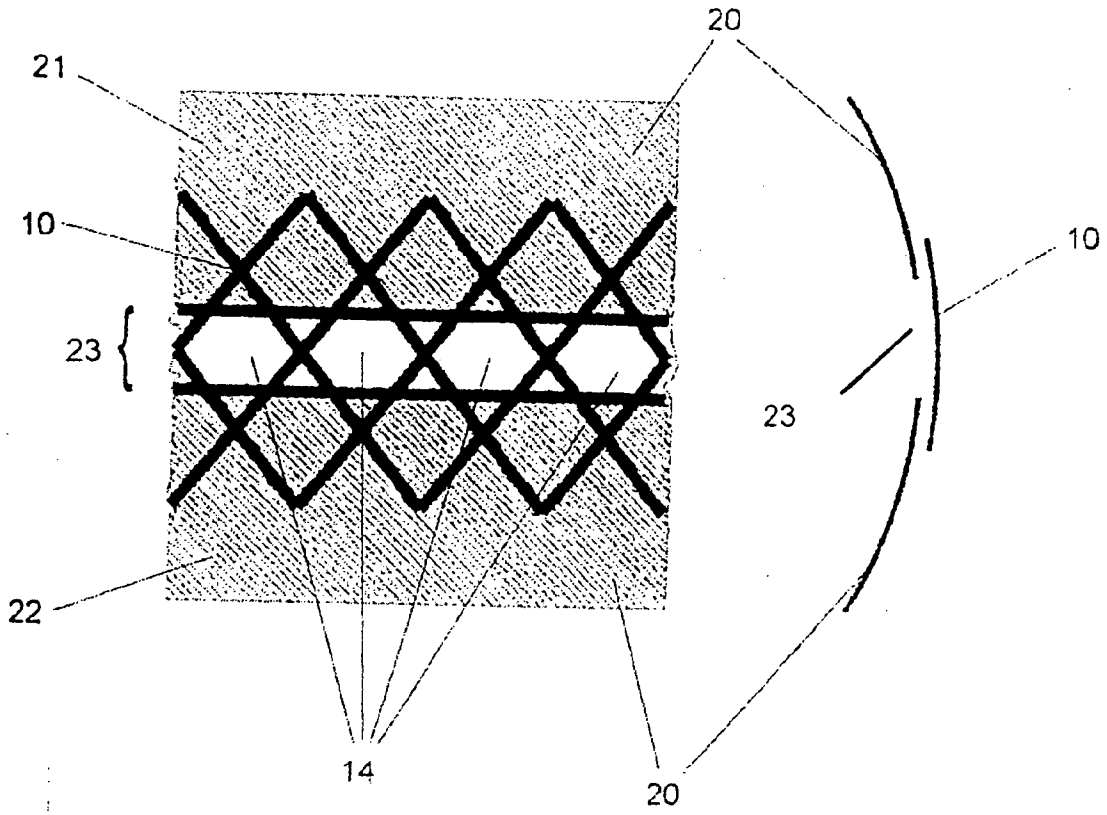


Fig. 4a

Fig. 4b

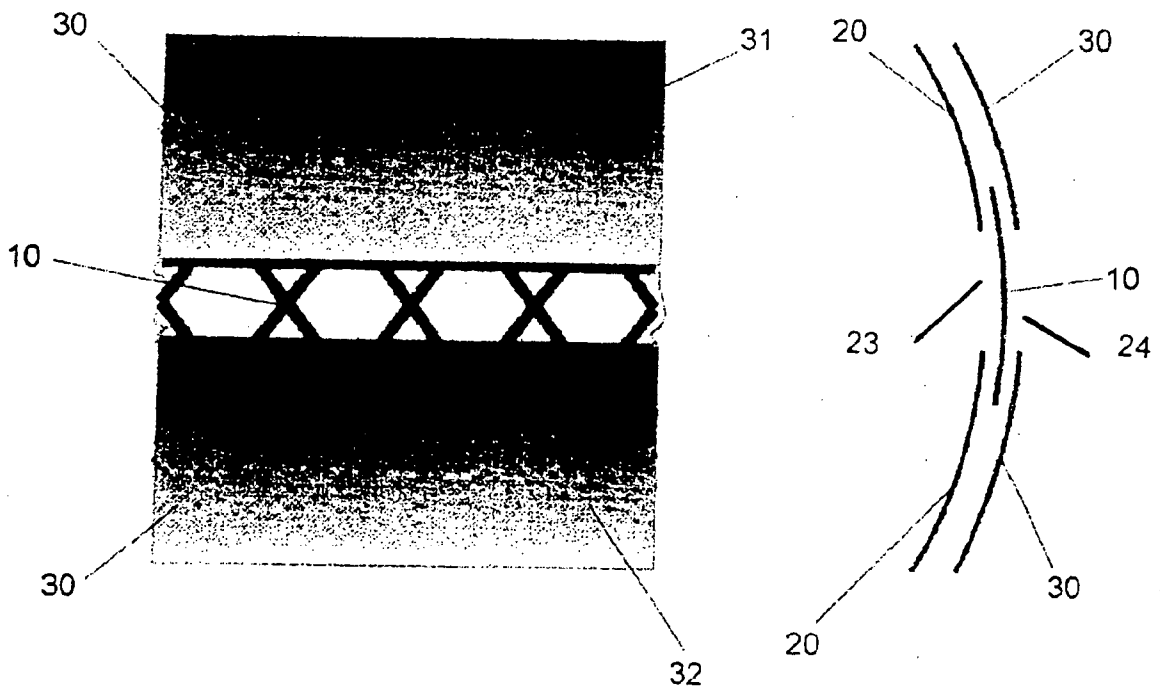


Fig. 5a

Fig. 5b

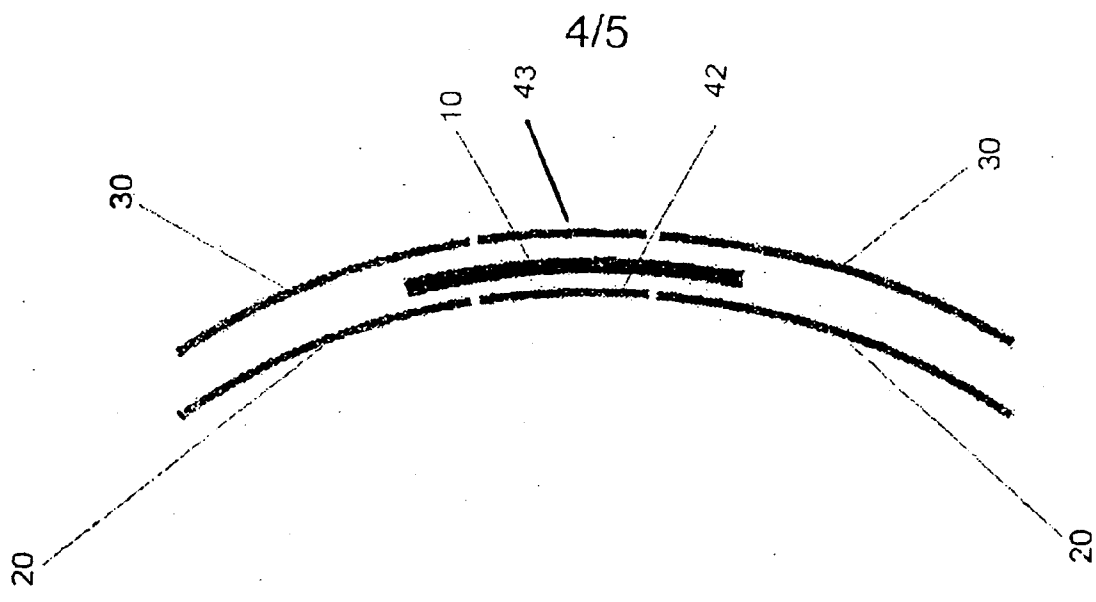


Fig. 6a

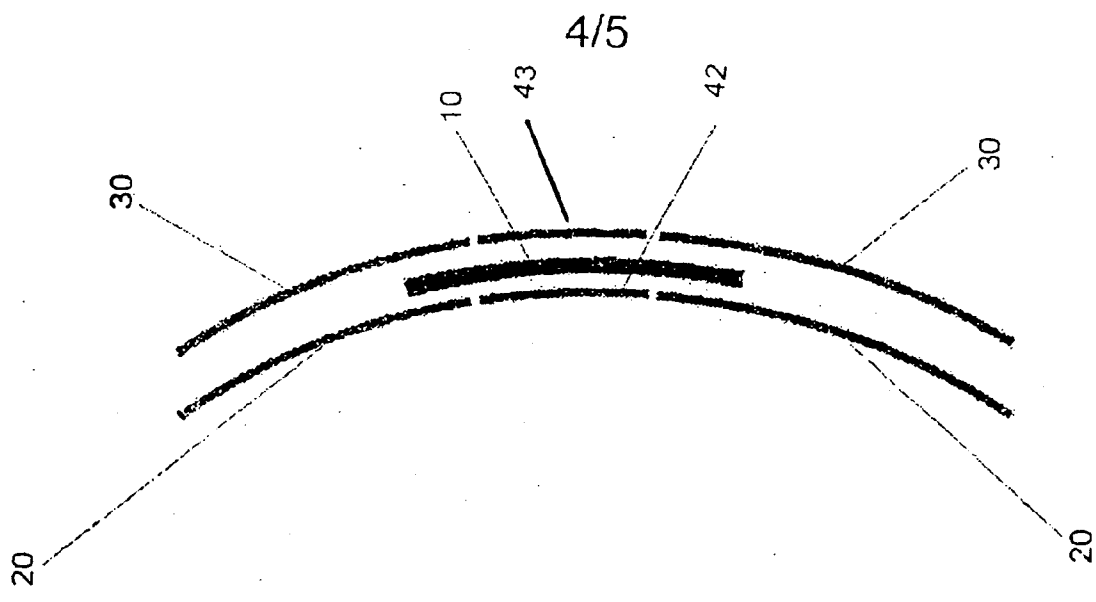


Fig. 6b

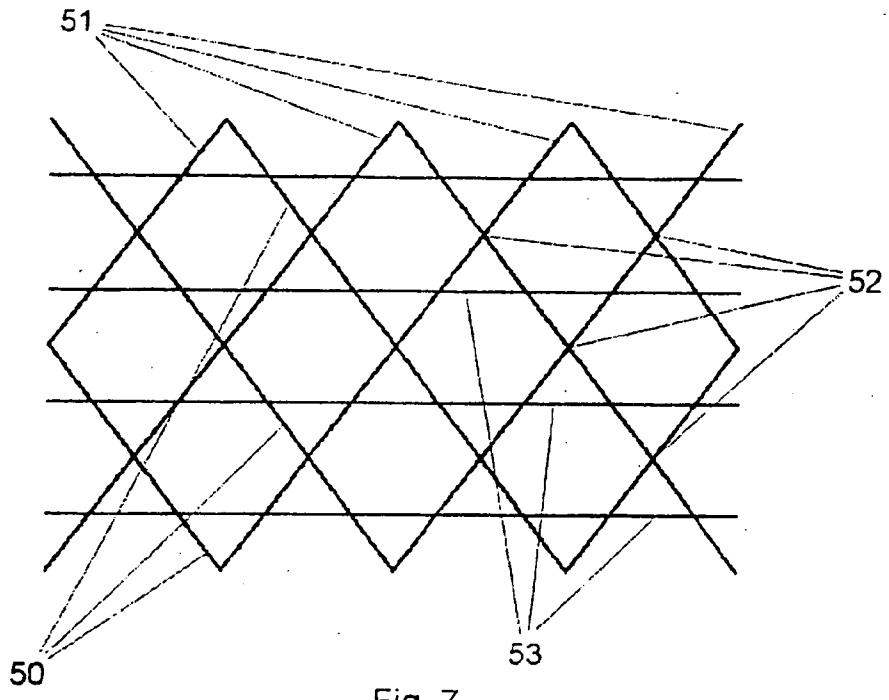


Fig. 7

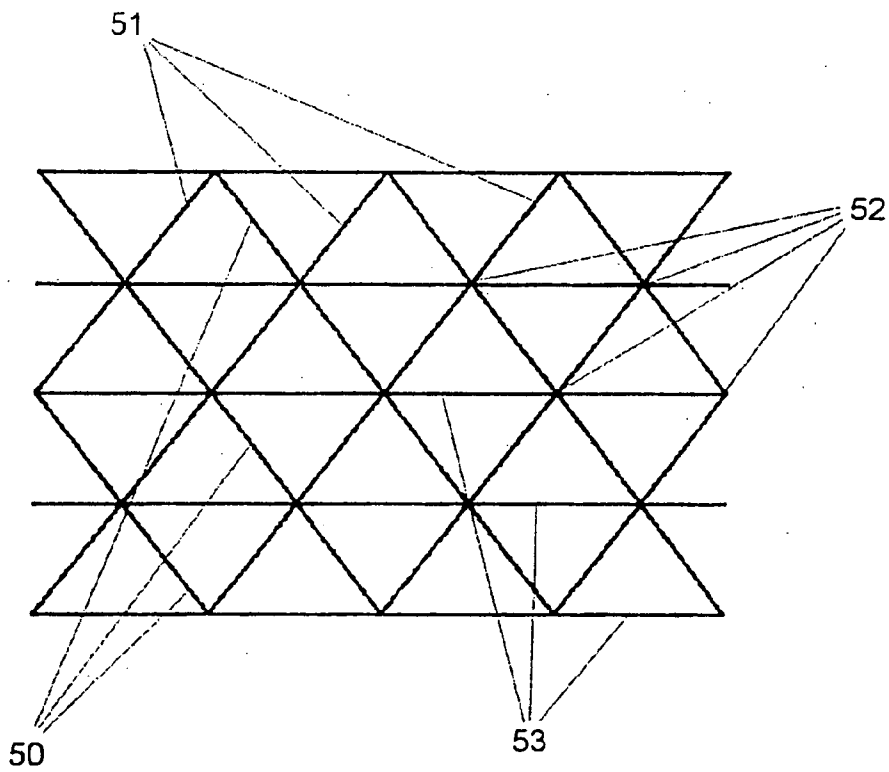


Fig. 8