

(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
15. Juli 2010 (15.07.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/079042 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02G 3/00 (2006.01) **B64D 47/00** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/066948

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Dezember 2009 (11.12.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 062 700.3
17. Dezember 2008 (17.12.2008) DE
61/138,229 17. Dezember 2008 (17.12.2008) US

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **AIRBUS OPERATIONS GMBH** [DE/DE]; Kreetstag 10, 21129 Hamburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BROWNJOHN, Nicholas** [GB/DE]; Schilfgraben 57, 21614 Buxtehude (DE). **OSTERNACK, Stefan** [DE/DE]; Parkallee 1, 20144 Hamburg (DE).

(74) Anwalt: **KOPF, Korbinian**; Maiwald Patentanwalts GmbH, Elisenhof, Elisenstr. 3, 80335 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

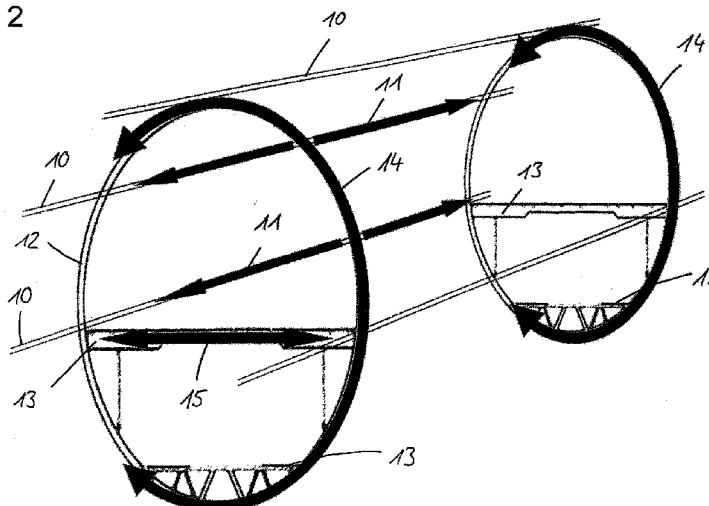
— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PRE-INSTALLED ADAPTABLE SUPPLY NETWORK FOR AEROPLANES

(54) Bezeichnung : VORINSTALLIERTES, ANPASSBARES LEITUNGSNETZ FÜR FLUGZEUGE

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to an aeroplane structure comprising structural elements (10, 12, 13); a first plurality of lines (11) fixed to structural elements (10); a second plurality of lines (14, 15) fixed to structural elements (12, 13), the longitudinal direction of the second lines crossing the longitudinal direction of the first lines such that the two longitudinal directions form a network spanning the aeroplane structure at least in sections; and connecting elements for connecting selected lines of the first plurality of lines to selected lines (14, 15) of the second plurality of lines at selected points of intersection of the network, when the structural elements (10, 12, 13) are integrated into the aeroplane structure, in order to create lines for the transmission of current and/or data. The invention also relates to a method for producing such an aeroplane structure.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/079042 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft Flugzeugstruktur mit Strukturelementen (10, 12, 13); einer ersten Vielzahl von Leitungen (11), die fest mit Strukturelementen (10) verbunden sind; einer zweiten Vielzahl von Leitungen (14, 15), die fest mit Strukturelementen (12, 13) verbunden sind und deren Längsrichtung sich mit der Längsrichtung der ersten Vielzahl von Leitungen (11) kreuzt, so dass die Längsrichtungen der Leitungen ein die Flugzeugstruktur zumindest abschnittsweise überspannendes Netz bilden; und Verbindungselementen (21, 22, 23), um, im in die Flugzeugstruktur eingebauten Zustand der Strukturelemente (10, 12, 13), ausgewählte Leitungen (11) der ersten Vielzahl mit ausgewählten Leitungen (14, 15) der zweiten Vielzahl an ausgewählten Kreuzungspunkten des Netzes zu verbinden, um somit Leitungen zur Strom- und/oder Datenübertragung auszubilden. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Flugzeugstruktur.

VORINSTALLIERTES, ANPASSBARES LEITUNGSNETZ FÜR FLUGZEUGE

Gebiet der Erfindung

5

Die Erfindung betrifft eine Flugzeugstruktur mit einem Leitungsnetz und ein Verfahren für deren Herstellung.

10 Technologischer Hintergrund

Die bisherige Verkabelung in Flugzeugen zur Verbindung von Flugzeugsystemkomponenten erfordert einen hohen Planungs- und Fertigungsaufwand. Schon bei der Konfiguration des Flugzeuges muss die Kabelführung festgelegt werden, wobei insbesondere der Platzbedarf eine große Rolle spielt. Eine Änderung der Anordnung von Systemkomponenten erfordert eine aufwendige Anpassung der damit verbundenen Verkabelung. Ferner müssen Vorkehrungen getroffen werden, um die Kabel von der Flugzeugstruktur zu beabstanden, so dass ein Aufreiben oder gar Durchtrennen von Kabeln verhindert wird, was ansonsten zu Kurzschlüssen und zum Verlust von Systemfunktionen führen könnte.

Zusammenfassung der Erfindung

25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die mit der Verkabelung von Flugzeugen verbundenen Probleme zumindest teilweise zu lösen.

Diese Aufgabe wird mit einer Flugzeugstruktur und einem Verfahren für deren Herstellung gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

30

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Flugzeugstruktur bereitgestellt, mit Strukturelementen; einer ersten Vielzahl von Leitungen, die fest bzw. nicht lösbar, vorzugsweise irreversibel, mit Strukturelementen verbunden sind; einer zweiten Vielzahl von Leitungen, die fest bzw. nicht lösbar, vorzugsweise

5 irreversibel, mit Strukturelementen verbunden sind und deren Längsrichtung sich mit der Längsrichtung der ersten Vielzahl von Leitungen kreuzt, so dass die Längsrichtungen der Leitungen ein die Flugzeugstruktur zumindest abschnittsweise überspannendes Netz bilden; und Verbindungselementen, um, im in die Flugzeugstruktur eingebauten Zustand der Strukturelemente, ausgewählte Leitungen der ersten

10 Vielzahl mit ausgewählten Leitungen der zweiten Vielzahl an ausgewählten Kreuzungspunkten des Netzes zu verbinden, um somit Leitungen zur Strom- und/oder Datenübertragung auszubilden.

Die Erfindung ist darauf gerichtet die bisherige standardmäßige elektrische

15 Verkabelung einer Flugzeugstruktur, insbesondere eines Flugzeugrumpfs, durch ein die Struktur überspannendes, anpassbares Netz aus Leitungen, vorzugsweise Glasfasern, zu ersetzen. Dabei wird die Flugzeugstruktur dazu verwendet, die Daten- und/oder Stromverbindungen zu tragen, die zu integralen Bestandteilen der Flugzeugstruktur werden. Das derart vorinstallierte Netz bzw. Gitter aus Leitungen

20 bietet somit eine Verbindungsmöglichkeit für verschiedene Systeme. Eine bestimmte Leitungsroute wird verwirklicht, indem eine axial verlaufende Leitung (z.B. in einem Längsspannt) mit einer quer dazu verlaufenden Leitung (z.B. in einem Querspannt oder in einem Querträger) verbunden wird. Jedes Strukturelement, wie beispielsweise Längsspannt, Querspannt oder Querträger, kann eine Vielzahl an Leitungen mit wenig

25 oder gar ohne Gewichtssteigerung im Verhältnis zur nackten Flugzeugrumpfstruktur tragen. Durch dieses Konzept beschränkt sich der verbleibende Installationsaufwand bei der Integration von Systemen auf die letzten Zentimeter oder Meter zwischen dem Zugangspunkt zum Leitungsnetz und der Schnittstelle des anzusteuernenden oder

steuernden Systems. Die verbleibende Verkabelung (mittels elektrischer oder optischer Verbindungen) beschränkt sich somit auf kurze Verbindungen zwischen Leitungsnetz und endgültiger Systemausrüstung entsprechend der jeweiligen Kundenbedürfnisse.

5

Durch die hier beschriebene Flugzeugstruktur ist eine große Anzahl möglicher Verbindungsrouten mit möglichst geringer oder nahezu keiner Gewichtszunahme vorinstalliert. Falls optische Leitungen in die Strukturelemente eingebettet werden entsteht nahezu keine Gewichtszunahme. Werden elektrische Leitungen mit den
10 Strukturelementen verbunden, dann entsteht gegenüber den leitungsfreien Strukturelementen eine leichte Gewichtszunahme, wobei jedoch im Verhältnis zur bisherigen Verkabelung mit Kabelbäumen und zugehörigen Halterungen sehr viel an Gewicht eingespart werden kann.

- 15 Das vorinstallierte Netz an Leitungen erlaubt ein umfangreiches Verschieben bzw. Versetzen von Systemkomponenten, ohne die komplette Verbindungsinfrastruktur zu stören bzw. diese neu definieren zu müssen. Außerdem können Kabel, entsprechende Kabelbäume, Montageklammern, Halterungen und Kabelbinder, usw. eingespart werden, was zu enormen Gewichtseinsparungen führt. Ferner können durch die
20 eingebetteten Leitungen viel kleinere Radien vorgesehen werden, falls ein Richtungswechsel erforderlich ist. Darüber hinaus bietet dieses Netz den Systemingenieuren eine große Anzahl an freien Verbindungsrouten, die zur Installation neuer Systemkomponenten einfach ausgewählt werden können ohne eine neue Leitung definieren und in die Flugzeugstruktur installieren zu müssen. Somit
25 kann bei jedem Flugzeugprogramm sehr viel Zeit bei der Definition und Verwirklichung von Verbindungsrouten eingespart werden.

Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist ein Verfahren zur Herstellung einer Flugzeugstruktur bereitgestellt, mit dem ebenfalls die oben genannten Vorteile erreicht werden können.

- 5 Im Folgenden werden mit Verweis auf die Figuren Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben.

Kurze Figurenbeschreibung

10

Fig. 1 zeigt ein Flugzeug, in dem einige Primärstrukturelemente veranschaulicht sind;

15

Fig. 2 zeigt schematisch eine Leitungsanordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3 zeigt schematisch das resultierende Netz aus Leitungen;

Fig. 4 zeigt eine spezifische Ausgestaltung der Verbindung von Leitungen;

20

Fig. 5 zeigt eine weitere spezifische Ausgestaltung der Verbindung von Leitungen;

Fig. 6 zeigt eine weitere spezifische Ausgestaltung der Verbindung von Leitungen;

25 Fig. 7 zeigt Zugangskupplungen zum Anschluss an die eingebetteten Leitungen; und

Fig. 8 zeigt die Verbindung von fluchtenden Leitungen.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt ein Flugzeug, in dem einige Primärstrukturelemente veranschaulicht sind. Die in Flugzeuglängsrichtung verlaufenden und mit dem Bezugszeichen 10 gekennzeichneten Strukturelemente werden als Längsspannten bezeichnet. Bei den dazu quer und im Wesentlichen die Außenform des Rumpfquerschnitt vorgebend verlaufenden bogenförmigen Strukturelementen handelt es sich um Querspannten 12 und bei den quer zur Flugzeuglängsrichtung und in der Horizontalen (bezogen auf das am Boden stehende Flugzeug) verlaufenden Strukturelementen spricht man von Querstreben, auf denen beispielsweise der Kabinenboden oder ein Frachtraumboden montierbar ist.

Figur 2 zeigt schematisch eine Leitungsanordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Üblicherweise verlaufen im Flugzeugbau einige Längsspannten 10 parallel zueinander in Flugzeuglängsrichtung. Eine erste Vielzahl von Leitungen 11 ist mit diesen Längsspannten 10 verbunden. Quer zur Flugzeuglängsrichtung verlaufen die Querspannten 12, welche die Querschnittform des Flugzeugrumpfs vorgeben. Dabei setzt sich der in Figur 2 dargestellte ovale Rumpfquerschnitt aus mehreren stirnseitig miteinander verbundenen Querspannten 12 zusammen. Die Querspannten 12 sind mit den Längsspannten 10 derart verbunden, dass eine Gitterstruktur ausgebildet wird. Darüber hinaus verlaufen quer zur Flugzeuglängsrichtung und in einer Horizontalen Querstreben 13. Von diesen Querspannten 12 und/oder von den Querstreben 13 wird eine zweite Vielzahl von Leitungen getragen, wobei die von den Querspannten 12 getragenen Leitungen mit dem Bezugszeichen 14 und die von den Querstreben 13 getragenen Leitungen mit dem Bezugszeichen 15 versehen sind. Die Strukturelemente können aus Metall, Metallmatrix-Verbundwerkstoffen oder Verbundmaterialien, wie beispielsweise

kohle- oder glasfaserverstärkten Epoxidharzen hergestellt sein. Die Leitungen 11, 14, 15 sind in die jeweiligen Längsspannten 10, Querspannten 12 oder Querstreben 13 eingebettet oder auf diesen angeordnet. Jedes einzelne dieser Strukturelemente 10, 12, 13 kann mit einer oder mehreren Einzelleitungen und/oder einem oder mehreren
5 zusammengehörigen Leitungsbündeln vorzugsweise in Form von Flachband-
leitungen (z.B. 12 bis 96 parallel zueinander verlaufende optische Leitungen)
versehen sein.

Im Fall metallischer Strukturelemente sind die Leitungen vorzugsweise auf der
10 Oberfläche der Strukturelemente mittels Aufkleben, Aufsprühen (im Falle einer
elektrischen Leitung), Aufdampfen (im Falle einer elektrischen Leitung), Einbetten
in eine aufgebrauchte Lackschicht oder durch Einbringung der Leitung zwischen dem
Strukturelement und einer darauf aufgebrauchten Außenhaut aufbringbar. Handelt es
sich um Metallmatrix-Verbundwerkstoffe, dann könnten die Leitungen ebenfalls auf
15 der Oberfläche aufgebraucht sein und im Falle der optischen Leitungen könnten
diese auch in die Metallmatrix eingebettet werden, beispielsweise durch Einlegen in
die Faserverstärkung.

Bei Verwendung von Verbundwerkstoffen zur Herstellung der Strukturelemente,
20 kann ebenfalls eine derartige Aufbringung auf der Oberfläche der Strukturelemente
erfolgen und/oder die Leitungen werden in die Strukturelemente eingebettet. Eine
solche Einbettung kann bei der Herstellung des Strukturelements mittels Verweben
oder Einlegen in die Faserverstärkung, durch Laminieren oder durch Einlegen in das
Harz erfolgen. Die derart in die Strukturelemente integrierten Leitungen werden so
25 zu integralen Bestandteilen der Strukturelemente. Hierdurch tragen die Leitungen in
multifunktionaler Weise sowohl zur Stabilität des Strukturelements als auch zur
Daten- bzw. Stromführung bei.

- 7 -

Bei den Leitungen 11, 14, 15 handelt es sich vorzugsweise um optische Leitungen bzw. Lichtwellenleiter, insbesondere Glasfaserleitungen, jedoch können alternativ oder zusätzlich zu den optischen Leitungen auch elektrische Leitungen, insbesondere Kupferdrähte oder Kupferbahnen vorgesehen sein. Die optischen Leitungen dienen zur Datenübertragung, wohingegen die elektrischen Leitungen vorzugsweise zur Stromübertragung im Niederleistungsbereich vorgesehen sind. Bei der Verbindung der elektrischen Leitungen mit den Strukturelementen ist zusätzlich eine entsprechende Isolierung dieser gegenüber der Umgebung sowie dem Strukturmaterial (z.B. dem Metall oder den Kohlefasern) vorzusehen, die beispielsweise durch eine entsprechende Ummantelung (z.B. Hochtemperatur-Polyamid) der elektrischen Leitungen realisiert werden kann.

Figur 3 zeigt schematisch das resultierende Netz aus Leitungen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in dieser Darstellung die Bezugszeichen 11, 14 und 15 jeweils nur einmal angegeben, kennzeichnen aber jeweils eine ganze Gruppe der jeweils parallel verlaufenden Leitungen. Die entlang der Längsspannten 10, der Querspannten 12 und der Querstreben 13 verlaufenden Leitungen 11, 14 und 15 bilden im eingebauten Zustand der Strukturelemente ein Netz mit Kreuzungspunkten aus, wie aus Figur 3 ersichtlich. Die Kreuzungspunkte sind dabei nicht so zu verstehen, dass sich an diesen Stellen die Leitungen tatsächlich berühren, sondern vielmehr ergeben gedachte Linien entlang der Längsrichtung der Leitungen 11, 14, 15 in der zu Figur 2 entsprechenden Draufsicht Kreuzungspunkte. An den Kreuzungspunkten des so gebildeten Netzes besteht zunächst keine optische/elektrische Verbindung. Für die Herstellung einer solchen Verbindung werden die Leitungen 11, 14 und 15 mit später näher erläuterten Verbindungselementen verbunden. Soll beispielsweise eine Systemkomponente 16, die mit der linken (bezogen auf die Darstellung in der Figur) der Vielzahl an Leitungen 14 verbunden ist, mit einer Systemkomponente (z.B. einer Steuereinheit) 17 verbunden werden, die mit der obersten der Vielzahl an Leitungen

11 verbunden ist, dann ist am Kreuzungspunkt 27 eine Verbindung herzustellen. Der Leitungsabschnitt dieser obersten Leitung aus der Vielzahl an Leitungen 11, welcher rechts vom Kreuzungspunkt 27 liegt, kann rechts vom Kreuzungspunkt 27 abgetrennt werden und dieser abgetrennte Leitungsabschnitt kann wieder für andere System-

5 komponentenverbindungen verwendet werden. Ebenso kann eine Systemkomponente 18, die mit der zweiten Leitung von links aus der Vielzahl von Leitungen 15 verbunden ist, mit einer Systemkomponente 19 verbunden werden, die mit der zweiten von oben aus der Vielzahl an Leitungen 11 verbunden ist, indem an einem Kreuzungspunkt 20 diese Leitung 11 mit einer Leitung 14 verbunden wird und

10 letztere an einem weiteren Kreuzungspunkt 28 mit der der Systemkomponente 18 zugeordneten Leitung 15 verbunden wird. Obwohl bereits erwähnt sei nochmal darauf hingewiesen, dass obwohl hier die Leitungen zur Vereinfachung in der Einzahl bezeichnet werden, es sich in der Praxis bei einer „Leitung“ um eine oder mehrere Einzelleitungen und/oder einem oder mehreren zusammengehörigen

15 Leitungsbündeln handeln kann. Auf diese Art und Weise ist nach Zusammenbau der Strukturelemente zu einer Flugzeugstruktur, wie beispielsweise einem Flugzeugrumpf, jede Stelle dieser Flugzeugstruktur mit einer Leitung erreichbar, indem an einem geeigneten Kreuzungspunkt eine Verbindung hergestellt wird. In flexibler Weise kann somit auch jede erdenkliche Zig-Zag Route zur Umgehung von

20 Bereichen oder aus Redundanzgründen durch die Flugzeugstruktur verwirklicht werden. So kann, wie in Figur 3 veranschaulicht, eine Systemkomponente 29 mit einer Systemkomponente 31 über die Herstellung von Verbindungen an mehreren Kreuzungspunkten 30 entlang einer gestrichelt eingezeichneten Route verbunden werden. Pro Längsspant, Querspant oder Querträger sind vorzugsweise 12 oder mehr

25 Leitungen vorgesehen, was über mehrere Millionen möglicher Routen zur Verbindung von Systemkomponenten ergibt. Allgemein ausgedrückt wird somit ein vorinstalliertes, anpassbares Netz an vorinstallierten Leitungen in einer Flugzeugstruktur verwirklicht.

Figur 4 zeigt eine spezifische Ausgestaltung der Verbindung von Leitungen. Wie in der Figur ersichtlich, weist der Längsspant 10 einen in Längsrichtung des Längsspants 10 verlaufenden Steg auf, an dessen Flanken jeweils ein Bündel an Glasfaserleitungen 11 eingebettet ist. Der Längsspant 10 ist mit einem Querspant 12 gekreuzt, in dem vom Kreuzungspunkt in entgegengesetzte Richtungen abgehend jeweils ein Bündel an Glasfaserleitungen 14 eingebettet ist. Zum Verbinden der Glasfaserleitungen 11 und 14 sind zwei Verbindungselemente 21 vorgesehen, die vorzugsweise biegsame, optische Folien mit 12 bis 96 parallel zueinander verlaufenden Glasfasern sind. In dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist jeweils eines der zwei am/im Längsspant 10 vorgesehenen Bündel an Glasfasern 11 mit einem der zwei im Querspant 12 vorgesehenen Bündel an Glasfasern 14 verbunden. Gemäß der Darstellung wird dabei mittels des Verbindungselements 21 die Verbindung zwischen mehreren parallel zueinander verlaufenden Glasfaserleitungen hergestellt. Alternativ ist auch möglich, dass das Verbindungselement 21 derart aufgebaut ist, dass nur jeweils eine einzige oder wenige Glasfasern des Bündels an Glasfasern 11 mit einer dazu entsprechenden Anzahl an Glasfasern aus dem Bündel an Glasfasern 14 verbunden wird. Der Anschluss der Enden des Verbindungselements 21 an die eingebetteten Glasfasern erfolgt derart, dass die eingebettete Glasfaser mittels Zugangsbohrung angezapft und das von dieser geleitete Licht in die Enden umgelenkt und von diesen weitergeleitet wird. Eine bestimmte Form solcher Anschlüsse sind aus dem Stand der Technik, wie beispielsweise der US 7 039 276 B2 bekannt. Durch die Anbringung/Einbettung der Glasfasern an/in die Flanken des Stegs des Längsspants 10 kann eine Trennung der Leitungsführung für kritische Systeme in Flugzeuglängsrichtung realisiert werden. Durch die entgegengesetzte Weiterführung der Leitungen 14 am Querspant 12 wird diese sichere Trennung auch am Querspant 12 umgesetzt. Diese Trennung kann bei

allen Strukturelementen 10, 12, 13 durch Anbringung der Leitungen 11, 14, 15 auf in entgegengesetzte Richtungen gewandte Seiten realisiert werden.

Um Wiederholungen zu vermeiden werden in der Beschreibung der folgenden

- 5 Figuren nur jene Aspekte erläutert, die sich von der bisherigen Beschreibung unterscheiden.

Figur 5 zeigt eine weitere spezifische Ausgestaltung der Verbindung von Leitungen.

- 10 In dieser Ausgestaltung ist der Längsspant 10 mit einem Bündel an Glasfaser-
leitungen 11 versehen, die im Bereich der Spitze des Stegs eingebettet sind. Ein
Verbindungselement 22 ist Y-förmig und verbindet einen Teil der Glasfasern aus
dem Bündel an Glasfasern 11 mit dem Bündel an Glasfasern 14 die am Querspant 12
in eine Richtung verlaufen und den anderen Teil mit dem Bündel an Glasfasern 14
die in die dazu entgegengesetzte Richtung verlaufen.

15

Figur 6 zeigt eine weitere spezifische Ausgestaltung der Verbindung von Leitungen.

- 20 In dieser Ausgestaltung ist der Längsspant 10 mit einem Bündel an Glasfaser-
leitungen 11 versehen, die im Bereich der Spitze des Stegs eingebettet sind. Ein
Verbindungselement 23 ist ebenfalls Y-förmig und verbindet eine einzelne Glasfaser
aus dem Bündel an Glasfasern 11 jeweils mit einer Glasfaser aus den zwei Bündeln
an Glasfasern 14 des Querspants 21. Die Aufteilung einer Glasfaserverbindung in
zwei Glasfaserverbindungen erfolgt dabei mittels eines Leistungsteilers 24 („power-
splitter“), der aus dem Stand der Technik bekannt ist. Dies hat den Vorteil, dass die
Aufteilung der als Zuleitungen fungierenden Glasfaserleitungen 11 auf jeweils zwei
25 weiterführende Glasfaserleitungen 14 zu einer Redundanzhöhung im Falle einer
Beschädigung führt. Beispielsweise könnte eine Reifen- oder Propellerbeschädigung
dazu führen, dass abgetrennte und geschleuderte Teile eine der Glasfaserleitungen 14
durchtrennt. Die davon getrennt und in die entgegengesetzte Richtung zur System-

komponente geführte Glasfaserleitung 14 wäre dann immer noch intakt. Somit kann durch bewusste Auswahl an Routen sichergestellt werden, dass auch bei Unterbrechung einer Leitung für eine Redundanz gesorgt ist.

- 5 Figur 7 zeigt Zugangskupplungen zum Anschluss an die eingebetteten Leitungen. Der Anschluss von Systemkomponenten, wie beispielsweise Sensoren, Stellglieder, Klimatisierungseinrichtungen, Unterhaltungseinrichtungen, Mikroprozessoren, Flugkontrollsysteme, Flugsteuerungssysteme usw., an die eingebetteten Leitungen erfolgt vorzugsweise über Zugangskupplungen 25, bei denen die eingebettete Glas-
10 faser mittels Zugangsbohrung angezapft und das von dieser geleitete Licht mittels einer Mikrolinsenanordnung in die Zugangskupplung 25 umgelenkt und von dieser weitergeleitet wird. Die Zugangskupplung 25 kann dann über ein in verschiedenen Längen verfügbares flexibles Verbindungselement mit der Systemkomponente verbunden werden. Die Positionierung dieser Zugangskupplung 25 wird definiert,
15 wenn die Definition der Flugzeugkonfiguration feststeht und definiert ist, an welcher Stelle welche Systemkomponente installiert wird. Dies hat den Vorteil, dass die Anbindungsposition bis zu diesem Zeitpunkt flexibel ist. Da die Glasfasern vorzugsweise entlang der gesamten Länge des Strukturelements verlaufen, kann die Zugangskupplung 25 entlang der gesamten Länge des Strukturelements vorgesehen
20 werden, obwohl die Anbindung im Bereich der Kreuzungspunkte, an denen sich Strukturelemente 10, 12, 13 verschiedener Typen kreuzen, am wahrscheinlichsten ist. Zu beachten ist jedoch, dass bei eingebetteten Leitungen Positionen zur Anbringung der Zugangskupplung 25 bevorzugt werden, welche die Strukturstabilität des Strukturelements 10, 12, 13 durch Einbringen der Bohrungen am wenigsten
25 beeinflussen. Alternativ zum Einbringen von Bohrungen kann die Zugangskupplung auch durch Evaneszenz-Ankopplung realisiert werden.

Figur 8 zeigt die Verbindung von fluchtenden Leitungen. Da sich die Strukturelemente, wie Längsspannten 10, Querspannten 12 und Querstreben 13, in der Regel nicht über die gesamte Länge bzw. Breite oder den Umfang des Flugzeugrumpfs erstrecken, sondern mehrere Strukturelemente des gleichen Typs stirnseitig miteinander verbunden sind, ist auch eine Überbrückung der Vielzahl an Leitungen 11, 14, 15 an diesen Verbindungsstellen erforderlich. Die Leitungen 11, 14, 15 erstrecken sich dabei vorzugsweise über 80 Prozent der Gesamtlänge eines Strukturelements. Noch bevorzugter erstrecken sie sich über 90 Prozent und noch bevorzugter über die Gesamtlänge des Strukturelements 10, 12, 13. Die Leitungen 11, 14, 15 auf einem Strukturelement sind an ihren jeweiligen Enden mit den dazu fluchtenden Enden der Leitungen des benachbarten Strukturelements vom gleichen Typ (Längsspannt, Querspannt, Querstrebe) mittels Verbindungselementen 26 verbunden, so dass beispielsweise im Falle der Längsspannten 10 eine sich über die gesamte Flugzeugrumpflänge erstreckende Leitung entlang der fluchtend angeordneten Längsspannten 10 ausgebildet wird. Um möglichen Übertragungsverlusten durch eine Vielzahl von Verbindungen in einer bestimmten Route vorzubeugen, ist es möglich, optische Verstärkungskomponenten entlang der Leitungen vorzusehen, wie beispielsweise Erbium-dotierte Faserverstärker. Außerdem ist es möglich Aktivverstärker an den oben beschriebenen Verbindungsstellen vorzusehen.

Ebenfalls ist möglich, dass sich die Leitungen 11, 14, 15 nicht über die gesamte Länge des Strukturelements erstrecken, sondern die Länge nach dem Abstand zwischen Kreuzungspunkten, an denen sich die Strukturelemente unterschiedlicher Typen kreuzen, bemessen ist. Vorzugsweise entspricht dann die Länge einer Leitung 80 Prozent dieses Abstands, noch mehr bevorzugt 90 Prozent des Abstands und noch mehr bevorzugt dem gesamten Abstand. Eine Bestimmung der Länge nach diesem

Abstand ist jedoch nur sinnvoll, wenn dieser Abstand als endgültig für den Rest des Flugzeugprogramms erachtet wird.

Es wird ausdrücklich betont, dass obwohl in den vorhergehend beschriebenen
5 Ausführungsbeispielen Längsspannten, Querspannten und Querstreben als
Primärstrukturelemente genannt wurden, die mit dem erfindungsgemäßen
Leitungsnetz versehbaren Primärstrukturelemente nicht darauf beschränkt sind. Auch
andere Primärstrukturelemente wie Außenhautteile können zum Tragen der
Leitungen verwendet werden. Außerdem könnten bei einem Flugzeugrumpf in
10 Schalenbauweise, bei dem die Außenhaut das primär tragende Element ist, die
Leitungen ebenso mit dieser Außenhaut verbunden werden.

Ferner sei betont, dass obwohl in einigen Ausführungsbeispielen nur Glasfasern
genannt wurden, dieses Ausführungsbeispiel in übertragener Weise zusätzlich oder
15 alternativ mit elektrischen Leitungen realisiert werden kann.

Alternativ oder zusätzlich zur vorhergehend beschriebenen Anbringung bzw.
Einbettung der Leitungen 11, 14, 15 in Primärstrukturelemente wie Längsspannten,
Querspannten und Querstreben können die Leitungen 11, 14, 15 auch an/in
20 Sekundärstrukturelemente angebracht bzw. eingebettet werden, wie beispielsweise
Verkleidungspaneele, Bodenpaneele, Überkopfgepäckfächer, usw. Allgemein sind
Sekundärstrukturelement jene Strukturelemente, welche nicht die Primärlast des
Flugzeugs tragen und deren Versagen somit nicht die strukturelle Integrität einer
Flugzeugzelle beeinträchtigen würde.

25

In einer weiteren Anwendung fungieren die die Flugzeugstruktur überspannenden
Leitungen als Sensoren, wie beispielsweise als Temperatursensor oder als
Materialbelastungssensor. Da die Leitungen entsprechend äußerer Einflüsse ihre

Leitungseigenschaften ändern, kann dieser Effekt durch gezielte Auswertung entsprechend genutzt werden.

- Es sei darauf hingewiesen, dass Merkmale, die mit Verweis auf eines der obigen
- 5 Ausführungsbeispiele bzw. einer Ausführung beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können.

PATENTANSPRÜCHE

1. Flugzeugstruktur mit:
Strukturelementen (10, 12, 13);
5 einer ersten Vielzahl von Leitungen (11), die fest mit Strukturelementen (10) verbunden sind;
einer zweiten Vielzahl von Leitungen (14, 15), die fest mit Strukturelementen (12, 13) verbunden sind und deren Längsrichtung sich mit der Längsrichtung der ersten Vielzahl von Leitungen (11) kreuzt, so dass die Längsrichtungen der
10 Leitungen ein die Flugzeugstruktur zumindest abschnittsweise überspannendes Netz bilden; und
Verbindungselementen (21, 22, 23), um, im in die Flugzeugstruktur eingebauten Zustand der Strukturelemente (10, 12, 13), ausgewählte Leitungen (11) der ersten Vielzahl mit ausgewählten Leitungen (14, 15) der zweiten Vielzahl an
15 ausgewählten Kreuzungspunkten des Netzes zu verbinden, um somit Leitungen zur Strom- und/oder Datenübertragung auszubilden.
2. Flugzeugstruktur gemäß Anspruch 1, wobei es sich bei den
Strukturelementen (10, 12, 13) um Längsspannten, Querspannten und/oder Querstreben
20 handelt, wobei die erste Vielzahl von Leitungen (11) mit den Längsspannten und die zweite Vielzahl von Leitungen (14, 15) mit den Querspannten und/oder Querstreben verbunden ist.
3. Flugzeugstruktur gemäß Anspruch 2, wobei jeweils ein Längsspannt, ein
25 Querspannt und/oder eine Querstrebe zumindest mit einem Bündel aus mindestens 12 Leitungen versehen ist.

- 16 -

4. Flugzeugstruktur gemäß Anspruch 1, wobei es sich bei den Strukturelementen (10, 12, 13) um Sekundärstrukturelemente handelt.
5. Flugzeugstruktur gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leitungen Glasfaserleitungen sind.
6. Flugzeugstruktur gemäß Anspruch 5, wobei das Verbindungselement (21, 22, 23) flexibel ist und eine Glasfaserleitung aufweist.
- 10 7. Flugzeugstruktur gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leitungen (10, 12, 13) zumindest abschnittsweise auf den Strukturelementen (21, 22, 23) angebracht sind.
8. Flugzeugstruktur gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leitungen (10, 12, 13) zumindest abschnittsweise in die Strukturelemente (21, 22, 23) eingebettet sind.
- 15 9. Flugzeugstruktur gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, des Weiteren mit einer Zugangskupplung (25) zum Verbinden einer Flugzeugsystemkomponente (16, 17, 18, 19) mit einer oder mehreren Leitungen aus der ersten oder zweiten Vielzahl an Leitungen.
- 20 10. Verfahren zur Herstellung einer Flugzeugstruktur, mit den Schritten:
Bereitstellen von Strukturelementen (10, 12, 13);
25 Festes Verbinden einer ersten Vielzahl von Leitungen (11) mit Strukturelementen (10);
Festes Verbinden einer zweiten Vielzahl von Leitungen (14, 15) mit Strukturelementen (12, 13), so dass die Längsrichtung der zweiten Vielzahl von

Leitungen (14, 15) sich mit der Längsrichtung der ersten Vielzahl von Leitungen (11) kreuzt und die Längsrichtungen der Leitungen ein die Flugzeugstruktur zumindest abschnittsweise überspannendes Netz bilden;

Verbauen der Strukturelemente (10, 12, 13) in ein Flugzeug;

- 5 Verbinden ausgewählter Leitungen (11) der ersten Vielzahl mit ausgewählten Leitungen (14, 15) der zweiten Vielzahl an ausgewählten Kreuzungspunkten des Netzes mittels Verbindungselementen (21, 22, 23), um somit Leitungen zur Strom- und/oder Datenübertragung auszubilden.

- 10 11. Verfahren zur Herstellung einer Flugzeugstruktur gemäß Anspruch 10, wobei die Leitungen (11, 14, 15) mit den Strukturelementen (10, 12, 13) verbunden werden, indem sie zumindest abschnittsweise auf den Strukturelementen angebracht werden.

12. Verfahren zur Herstellung einer Flugzeugstruktur gemäß Anspruch 10 oder
15 11, wobei die Leitungen (11, 14, 15) mit den Strukturelementen (10, 12, 13) verbunden werden, indem sie zumindest abschnittsweise in die Strukturelemente eingebettet werden.

13. Verfahren zur Herstellung einer Flugzeugstruktur gemäß einem der
20 Ansprüche 10 bis 12, wobei die Verbindungselemente (21, 22, 23) an einer Vielzahl von Positionen entlang der Längsrichtung der Leitungen (11, 14, 15) mit den Leitungen verbunden werden können, indem durch Materialabtragung ein Zugang zur entsprechenden Leitung geschaffen wird.

- 25 14. Verfahren zur Herstellung einer Flugzeugstruktur gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei eine Zugangskupplung (25) zum Verbinden einer Flugzeugsystemkomponente (16, 17, 18, 19) mit einer oder mehreren Leitungen (11, 14, 15) aus der ersten oder zweiten Vielzahl an Leitungen vorgesehen wird, die an

- 18 -

einer Vielzahl von Positionen entlang der Längsrichtung der Leitungen mit den Leitungen verbunden werden kann, indem durch Materialabtragung ein Zugang zur entsprechenden Leitung geschaffen wird.

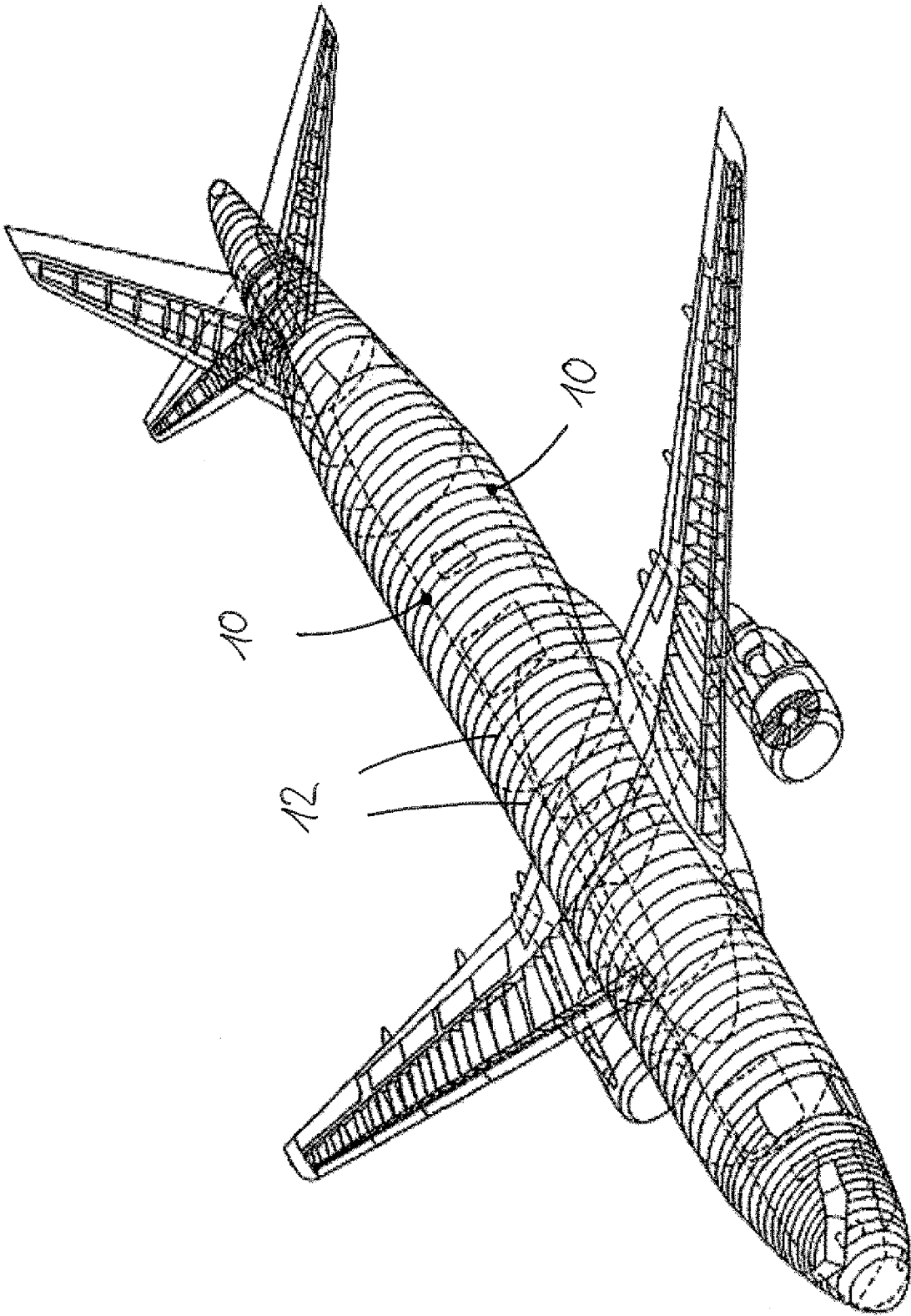


Fig. 1

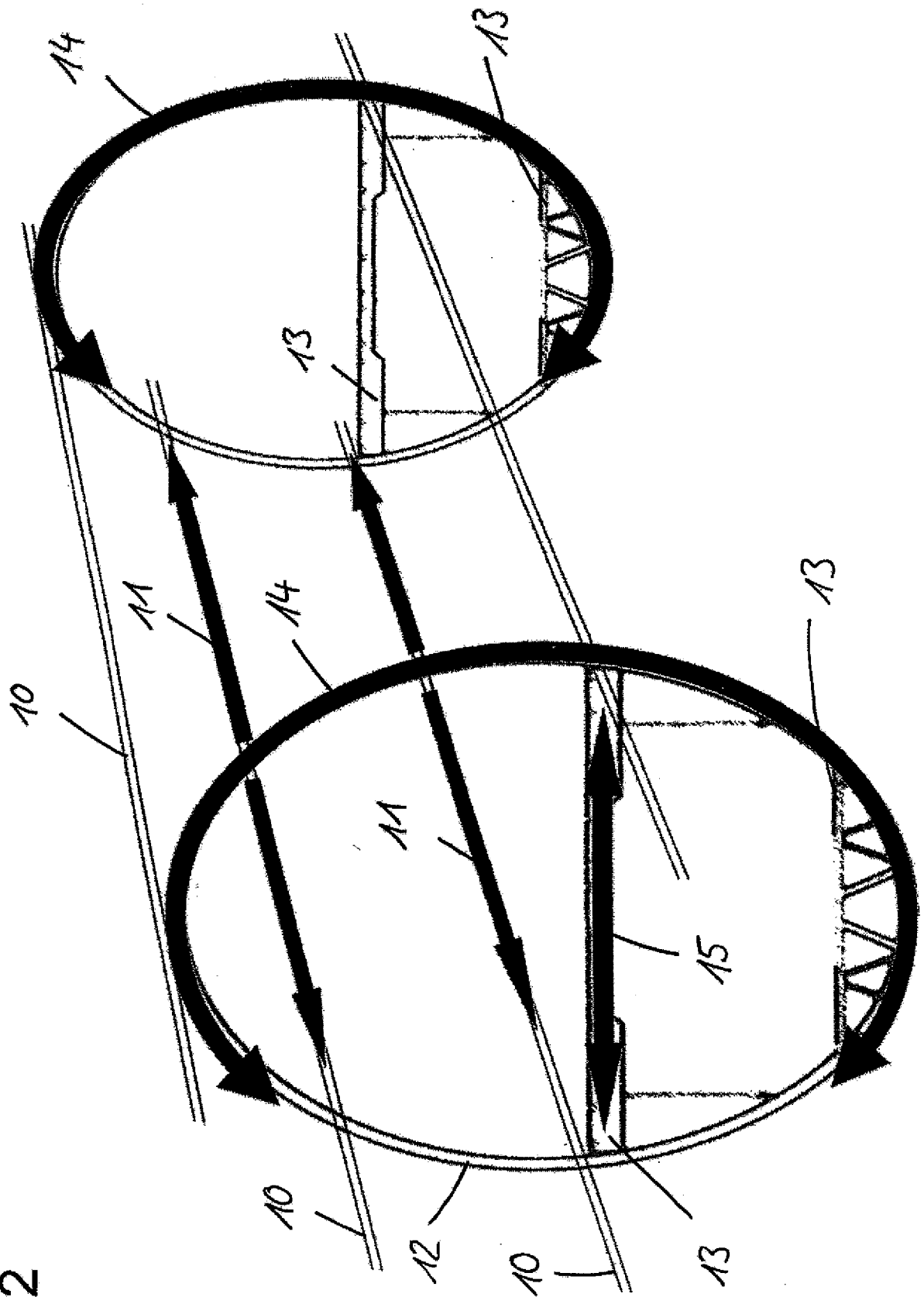


Fig. 2

Fig. 3

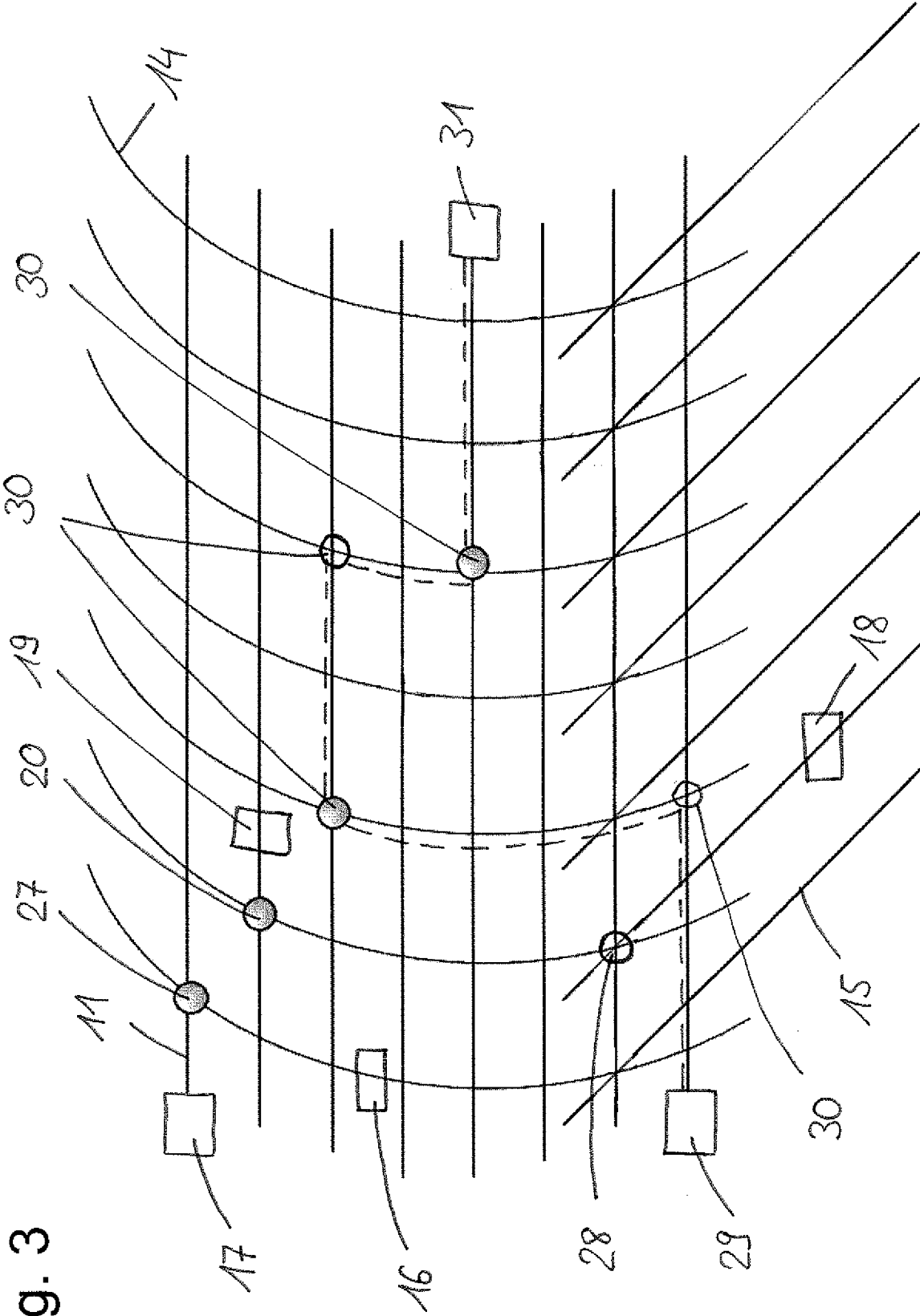


Fig. 4

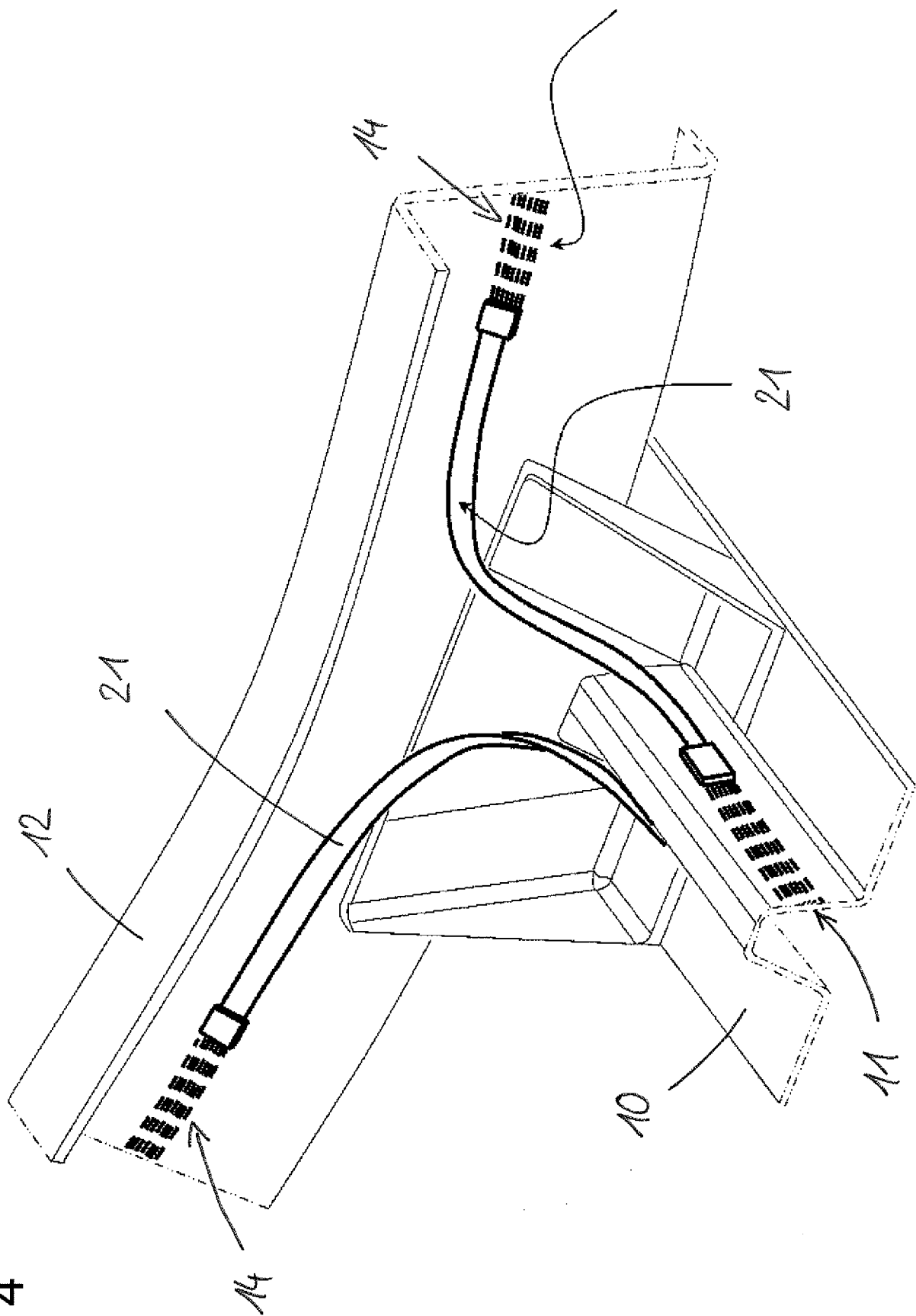
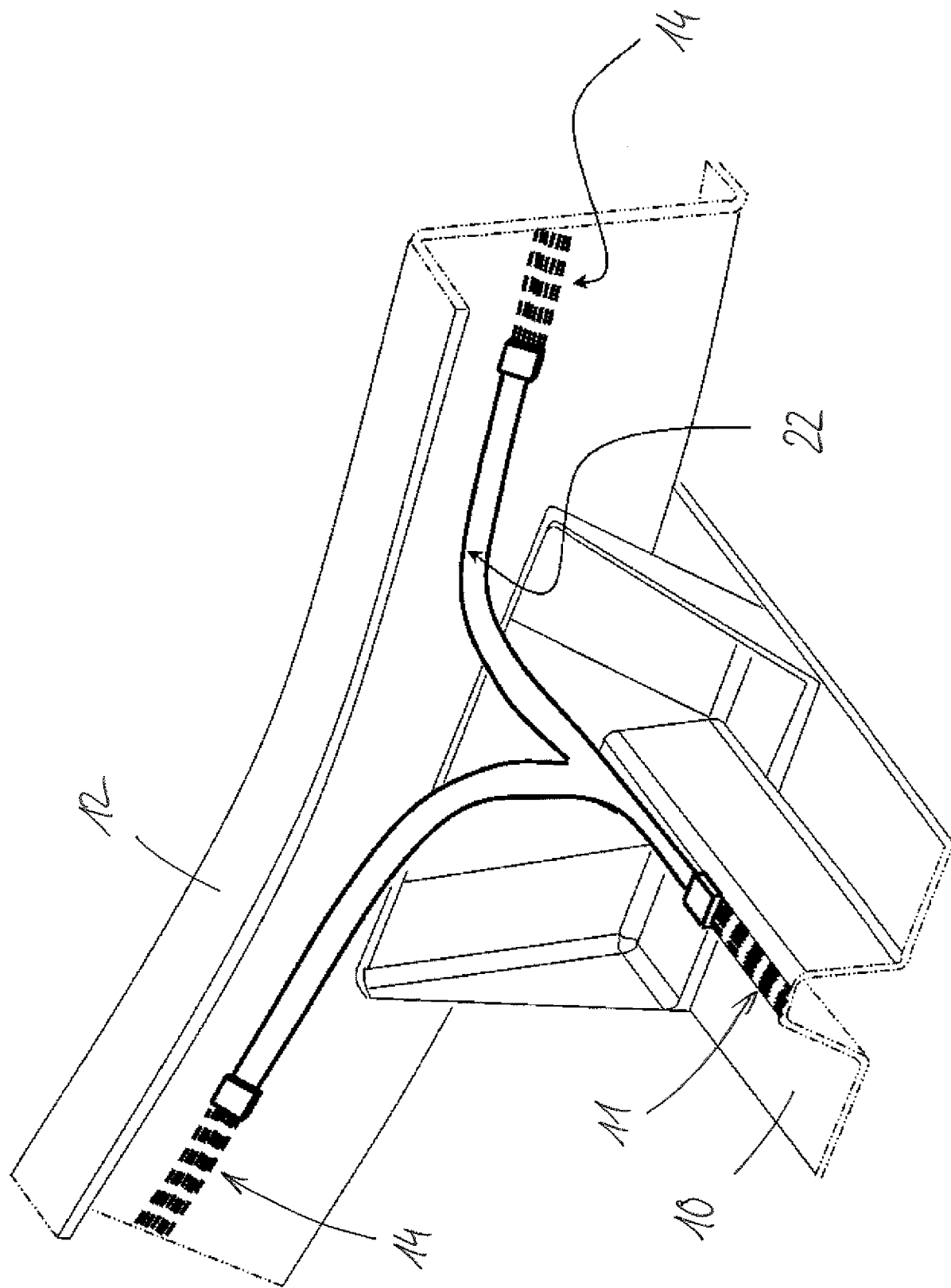


Fig. 5



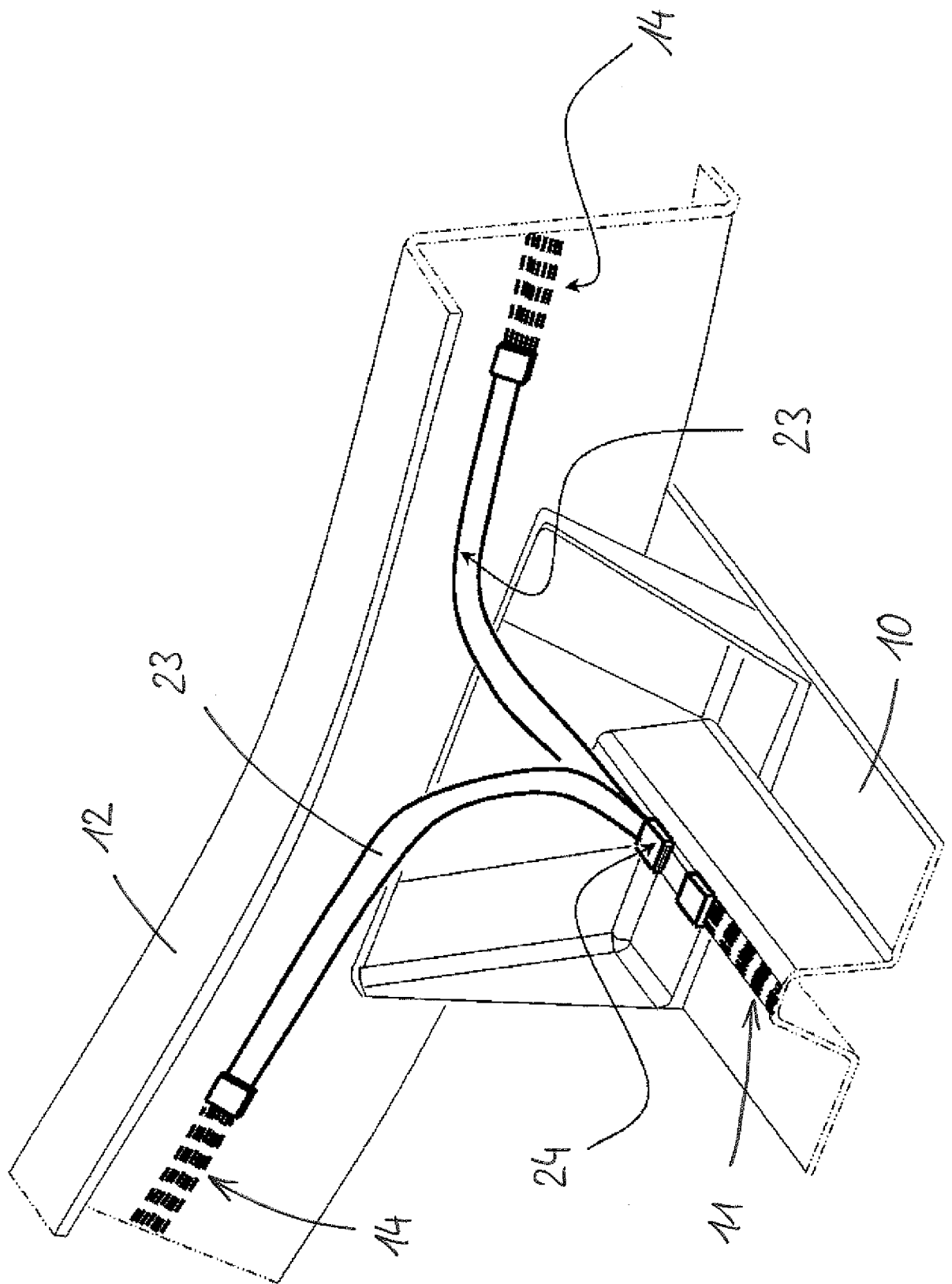
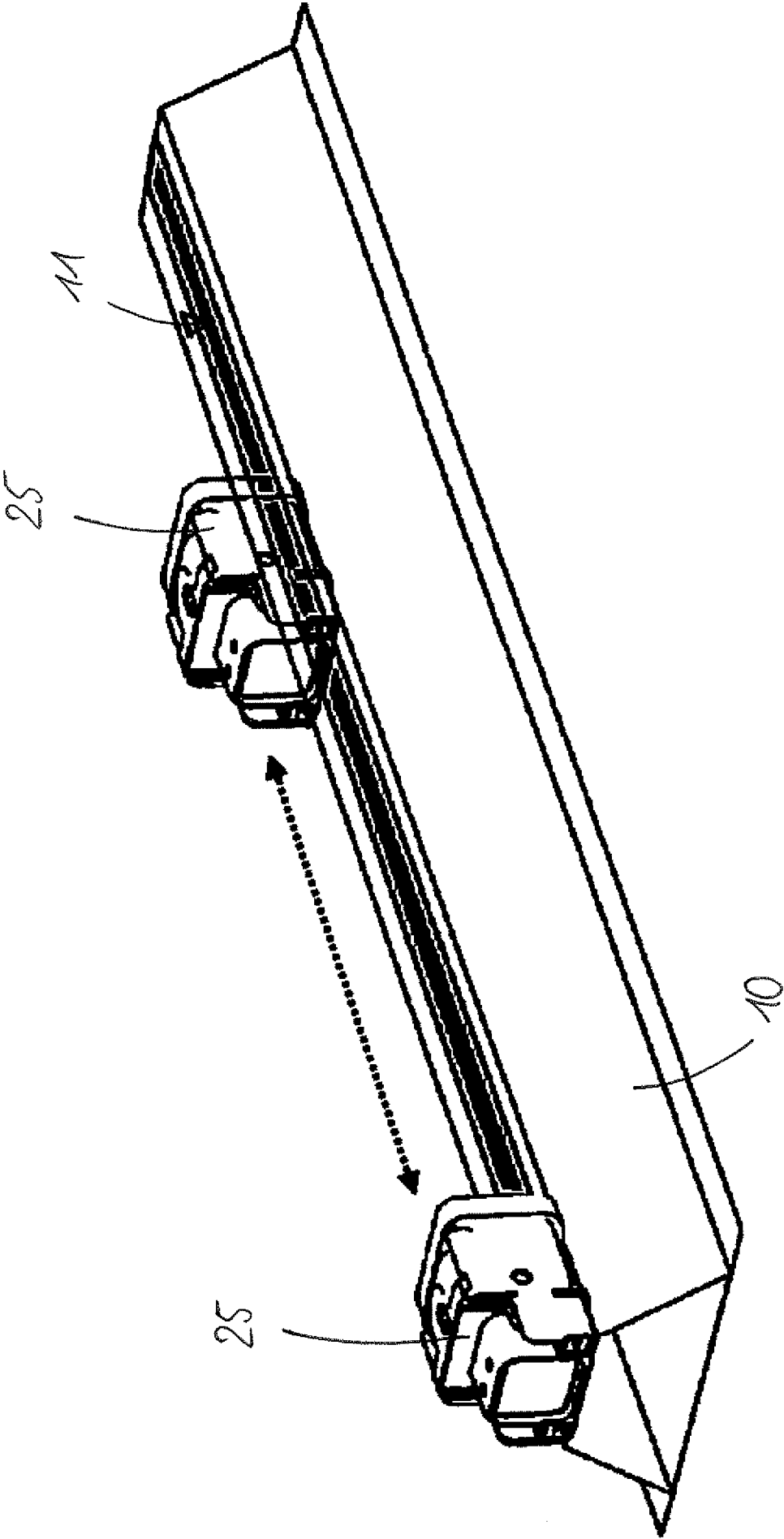


Fig. 6

Fig. 7



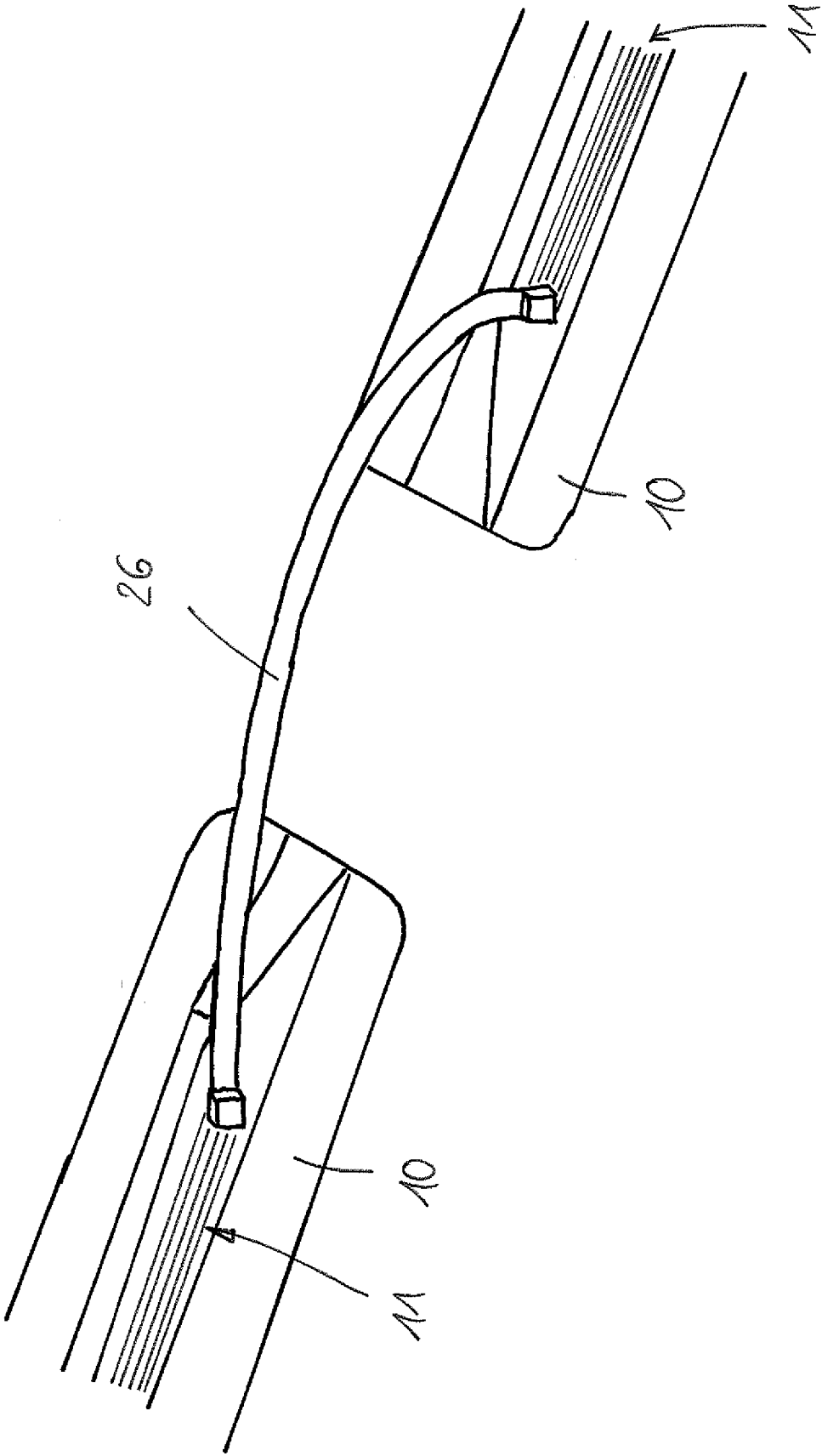


Fig. 8