



(10) **DE 10 2012 013 448 A1** 2014.05.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 013 448.7**

(22) Anmeldetag: **05.07.2012**

(43) Offenlegungstag: **08.05.2014**

(51) Int Cl.: **B29C 70/52** (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

B29B 15/12 (2006.01)

D04H 3/04 (2012.01)

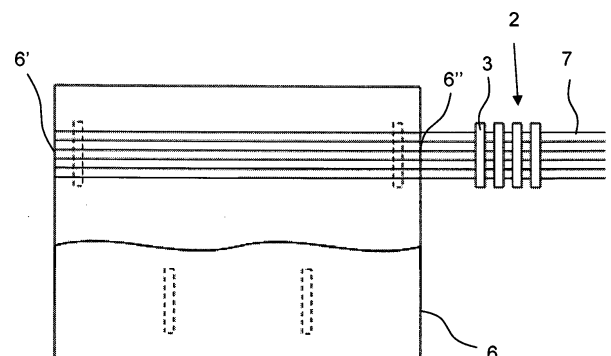
(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Chajec, Jakub, 89075, Ulm, DE; Fürderer, Klaus, Dr., 89075, Ulm, DE; Sommer-Dittrich, Thomas, Dr.-Ing., 89075, Ulm, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Faserbündel-Führungseinrichtung zur Anordnung in einer Pultrusionsvorrichtung und Pultrusionsvorrichtung mit einer solchen Faserbündel-Führungseinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung offenbart eine Faserbündel-Führungseinrichtung (2), die zur Anordnung in einer Pultrusionsvorrichtung (1) geeignet ist. Dabei umfasst die Faserbündel-Führungseinrichtung (2) mehrere Lochplatten (3) mit jeweils zumindest einer Durchtrittsöffnung (3') für Faserbündel (7), und die Lochplatten (3) sind gemäß einer Pultrusionsrichtung (X) in Reihe anordenbar. Die Lochplatten (3) sind horizontal und/oder vertikal verfahrbar und die Faserbündel-Führungseinrichtung (2) ist von einer Benutzungsanordnung, in der die Lochplatten (3) voneinander beabstandet angeordnet sind, in eine Montageanordnung, in der die Lochplatten (3) zusammengeschoben angeordnet sind, überführbar. Ferner wird eine Pultrusionsvorrichtung (1) mit zumindest einer erfindungsgemäßen Faserbündel-Führungseinrichtung (2) offenbart.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Faserbündel-Führungseinrichtung und eine Pultrusionsvorrichtung mit einer solchen Faserbündel-Führungseinrichtung.

[0002] Mittels Pultrusion als kontinuierlichem Verfahren können automatisiert Bauteile oder Halbzeuge im Faser-Kunststoff-Verbund hergestellt werden. Aufgrund des hohen Automatisierungsgrades lassen sich vergleichsweise große Stückzahlen mit einer hohen Produktionsgeschwindigkeit produzieren. In die Kunststoffmatrix, die etwa aus ungesättigten Polyestern, Vinylestern und Epoxidharzen bestehen kann, werden dabei als Verstärkungsmaterialien Fasern eingebettet, die in Faserbündeln (Rovings) vorliegen können, und der Verbund wird nach Einbettung pultrudiert. Dabei werden die Faserbündel in einem Vorratsspeicher, etwa auf Spulen, vorgehalten und durch Faserbündel-Führungseinrichtungen, die als Lochplatte oder Führungsrolle ausgeführt sein können, in ein Harzbad oder ein Werkzeug, in dem eine Harz-Injektion stattfindet, geführt. Von dort werden sie erneut durch Faserbündel-Führungseinrichtungen geführt, wodurch überschüssiges Harz abgestreift wird, bevor die getränkten Faserbündel in eine beheizte Form einlaufen, in der das Harz unter Wärme- und Druckeinwirkung aushärtet und das Pultrudat seine endgültige Form erhält. Das Pultrudat tritt anschließend aus dem Werkzeug aus und kann beispielsweise mit einer Sägevorrichtung in vordefinierte Längenabschnitte zerteilt werden.

[0003] Die Faserbündel-Führungseinrichtungen sind gemäß dem Stand der Technik wenig flexibel, d. h. sie haben meist nachteilig eine festgelegte Anzahl von Durchtrittsöffnungen, sind nur mit erhöhtem Aufwand zu demontieren oder sind ortsfest angeordnet und weisen meist Durchtrittsöffnungen auf, die nicht an die Form des Verstärkungsmaterials angepasst sind. Dies wirkt sich negativ auf die Qualität des Pultrudats aus; so können die Faserbündel, wenn mehr als ein Faserbündel in einer Durchtrittsöffnung geführt werden muss, nicht richtig mit Harz durchtränkt werden und es besteht beispielsweise an Umlenkungen aufgrund inhomogener Faservorspannung die Gefahr von Faserbrüchen.

[0004] Die Pultrusion wird bisher nur in der Großserienfertigung eingesetzt, da vor dem Produktionsbeginn eine sehr lange Rüstzeit steht, die bei einer Pultrusionsvorrichtung nach dem Stand der Technik bis zu zwei Tage betragen kann. Hierbei ist vor Allem das Fädeln der Faserbündel durch die Faserbündel-Führungseinrichtungen und die beheizte Form eine sehr zeitaufwändige und arbeitsintensive Tätigkeit.

[0005] In der EP 0 814 950 B1 wird eine Pultrusionsvorrichtung und ein Pultrusionsverfahren beschrieben. Bei den dort beschriebenen Faserbündel-Füh-

rungseinrichtungen, die in einem so genannten Faserführungs- und Aufheizbehälter vorliegen, handelt es sich um Lochplatten mit kreisförmigem Lochmuster. Dort ist vor dem Einlauf der durchtränkten Faserbündel in die beheizte Form eine Zone mit sich in Pultrusionsrichtung verjüngenden Querschnitten angeordnet, die dazu ausgebildet ist, den Faservolumengehalt durch herausquetschen des Imprägnierharzes zu erhöhen. Zum Rüsten müssen die Faserbündel allerdings nachteilig einzeln durch die Teile der ortsfesten Faserbündel-Führungseinrichtung durchgefädelt werden, was einen hohen Rüstaufwand bedeutet. Zudem haben die Lochplatten der Faserbündel-Führungseinrichtungen dort nachteilig eine festgelegte Anzahl von „Löchern“.

[0006] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Faserbündel-Führungseinrichtung zur Anordnung in einer Pultrusionsvorrichtung bereitzustellen, die zu kürzeren Rüstzeiten beiträgt, flexibel an unterschiedliche Anzahlen von Faserbündeln anpassbar ist und zur Erreichung einer hohen Pultrudatqualität geeignet ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Faserbündel-Führungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen ausgeführt.

[0008] Darüber hinaus liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Pultrusionsvorrichtung mit geringem Rüstaufwand, die zur Produktion von Pultrudaten in Kleinserien geeignet ist, sich einfach warten lässt, zur Produktion von Pultrudaten mit hohen Faservolumengehalten und mit homogenen Materialeigenschaften geeignet ist, bereitzustellen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Pultrusionsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

[0010] Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Faserbündel-Führungseinrichtung weist mehrere Lochplatten mit jeweils mindestens einer Durchtrittsöffnung auf, durch die Faserbündel durchgefädelt werden können. Die Lochplatten sind in Pultrusionsrichtung in Reihe hintereinander angeordnet, wobei die Faserbündel, auch als Rovings Tows oder Fasergarne bezeichnet, durch die Durchtrittsöffnungen aller Lochplatten durchgefädelt werden können. Bei der erfindungsgemäßen Faserbündel-Führungseinrichtung können die einzelnen Lochplatten in eine Montageanordnung überführt werden, wofür sie aus ihrer der Benutzungsanordnung entsprechenden Position entfernt werden und horizontal und/oder vertikal verfahrbar sind, die Lochplatten zusammengeschieben werden können.

[0011] Die Position der Faserbündel-Führungseinrichtung in Benutzungsanordnung in einer Pultrusionsvorrichtung kann etwa im Imprägnierbehälter, zwischen Vorratsspeicher und Imprägnierbehälter und zwischen Imprägnierbehälter und beheizbarer Form liegen. Sind die Lochplatten zusammengeschoben, so liegen sie als „Lochplattenpaket“ vor, wobei die in den Lochplatten vorliegenden Durchtrittsöffnungen deckungsgleich oder zumindest einen Durchgang bildend angeordnet sind. Dadurch müssen die Faserbündel beim Rüsten nicht durch die einzelnen Durchtrittsöffnungen in den Lochplatten gefädelt werden sondern nur durch das eine „Lochplattenpaket“, was die Rüstzeit erheblich verringert.

[0012] Gleiches gilt für Wartungsarbeiten an einer Pultrusionsvorrichtung, die mit einer erfindungsgemäßen Faserbündel-Führungseinrichtung ausgestattet ist: Sind die Lochplatten zum „Lochplattenpaket“ zusammengeschoben, so können Teile der Pultrusionsvorrichtung, vor allem auch der Imprägnierbehälter, gut zugänglich und einfach gewartet werden.

[0013] Darüber hinaus ist es erfindungsgemäß möglich, dass die Querschnittsflächen der Durchtrittsöffnungen, die in den Lochplatten angeordnet sind, jeweils von einer Lochplatte zu der in Pultrusionsrichtung Benachbarten abnehmen. Ist eine erfindungsgemäße Faserbündel-Führungseinrichtung beispielsweise zwischen dem Imprägnierbehälter und der beheizbaren Form in einer Pultrusionsvorrichtung angeordnet, so ist bereits vor dem Eintritt der imprägnierten beziehungsweise durchtränkten Faserbündel in die beheizte Form eine Vorkompaktierung der Faserbündel möglich; darüber hinaus wird überschüssiges Imprägnierharz wirksam abgestreift. Dies trägt dazu bei, dass mit einer Pultrusionsvorrichtung mit einer erfindungsgemäßen Faserbündel-Führungseinrichtung Pultrudate mit vergleichsweise hohen Faservolumengehalten, die im Bereich bis 85% liegen können, herstellbar sind.

[0014] In einer alternativen Ausführungsform ist es ferner möglich, dass in den Lochplatten mehrere Durchtrittsöffnungen vorliegen, die in regelmäßigen Abständen voneinander angeordnet sein können. Hierbei liegen die Durchtrittsöffnungen vorteilhafterweise in einem bestimmten Muster vor, wobei eine Anordnung in Reihen und Spalten besonders vorteilhaft ist. Benachbarte Reihen und/oder Spalten können zusätzlich auch zueinander versetzt angeordnet sein, wobei ein Versetzungsintervall von etwa einer Durchtrittsöffnungshöhe beziehungsweise Durchtrittsöffnungsbreite vorteilhaft ist, da dadurch die Faserbündel ohne horizontalen bzw. vertikalen Abstand in die beheizbare Form einer Pultrusionsvorrichtung geführt werden können. Als Muster kommt ferner auch eine konzentrisch bzw. radial gestaltete Anordnung in Frage. Die genaue Ausgestaltung des Musters muss jeweils in Abhängigkeit der Form des

zu produzierenden Pultrudats, respektive der Form der beheizbaren Form festgelegt werden.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform liegen die Muster, in denen die Durchtrittsöffnungen auf den Lochplatten angeordnet sind, bei in Pultrusionsrichtung benachbarten Lochplatten mit einem beliebigen Skalierungsfaktor gestaucht oder gestreckt vor. Es ist dabei vorteilhaft, wenn von einer Lochplatte zur jeweils in Pultrusionsrichtung Benachbarten eine Stauchung des Musters vorliegt. Das Muster kann hierbei sowohl in horizontaler als in vertikaler Richtung beziehungsweise einer beliebigen Kombination aus diesen beiden Richtungen gestaucht sein. Ist eine derartige Faserbündel-Führungseinrichtung beispielsweise in Pultrusionsrichtung nach dem Austritt der Faserbündel aus dem Imprägnierbehälter einer Pultrusionsvorrichtung angeordnet, so ist dies vorteilhaft, da die Fasern im Imprägnierbehälter mit relativ großen Abständen zueinander geführt werden können, was zu einer guten Benetzung und Durchtränkung der Faserbündel beiträgt, wohingegen in Pultrusionsrichtung zwischen Austritt aus dem Imprägnierbehälter und Eintritt in die beheizbare Form die Abstände der Durchtrittsöffnungen verkleinert werden, was dazu dient die Form, in der die Faserbündel geführt werden, der Form des Pultrudats bzw. der Form der beheizbaren Form schrittweise anzunähern. Dies trägt dazu bei hohe Faservolumengehalte zu ermöglichen und den Kompaktierungsaufwand am Eintritt in die beheizbare Form klein zu halten. Ferner sorgt die gute Benetzung bzw. Durchtränkung der Faserbündel mit Imprägnierharz dafür, dass sich keine Luft einschließen in den Faserbündeln bilden können, was zu einem homogenen Material ohne Fehlstellen beiträgt.

[0016] Gemäß einer alternativen Ausführungsform können die Lochplatten auch mehrteilig ausgeführt sein, wobei diese mindestens zwei Lochplattensegmente aufweisen. In einer Benutzungsanordnung sind die mindestens zwei Lochplattensegmente entlang zumindest einer Lochplatten-Verbindungssebene, die längs der Pultrusionsrichtung angeordnet ist, lösbar verbunden. Die Lochplatten sind in eine Montageanordnung überführbar, wobei die lösbare Verbindung der zumindest zwei Lochplattensegmente gelöst wird. Eine derartige Faserbündel-Führungseinrichtung ist beliebig modular erweiterbar, wodurch jederzeit die erforderliche Anzahl von Durchtrittsöffnungen für ein bestimmtes Pultrudat zur Verfügung gestellt werden kann, damit in je einer Durchtrittsöffnung nur ein Faserbündel geführt werden muss. Werden hingegen, wie es Stand der Technik ist, mehrere Faserbündel in einer Durchtrittsöffnung geführt, so wirkt sich dies negativ auf das Durchtränkungsverhalten aus und kann zu inhomogener Faservorspannung führen. Die Komplexität des Fädelvorgangs beim Rüsten einer Pultrusionsvorrichtung mit einer erfindungsgemäßen Faserbündel-Führungseinrichtung wird durch die mehrteilige Ausfüh-

rungsform der Lochplatten ebenso reduziert, da zunächst eine relativ kleine Zahl von Faserbündeln in jeweils ein Lochplattensegment gefädelt werden kann und dieses anschließend beispielsweise bei Seite gelegt werden kann, wodurch mehr Bewegungsfreiheit zum Einfädeln der restlichen Faserbündel entsteht. Dies schlägt sich in einer verringerten Fehleranfälligkeit des Rüstverfahrens und in schnellere Rüstzeiten nieder.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die zumindest eine Lochplatten-Verbindungsebene parallel zu einer Ausrichtung des Musters angeordnet sein, wobei eine Anordnung von Lochplatten-Verbindungsebenen parallel zu den Reihen und/oder Spalten vorteilhaft ist. Hierdurch ist sowohl eine „kreuzartige“ Teilung der Lochplatten möglich als auch eine „spalten- oder reihenreine“ Teilung.

[0018] Ferner kann die zumindest eine Lochplatten-Verbindungsebene zwischen benachbarten Durchtrittsöffnungen liegen, wobei es vorteilhaft ist, wenn die Lochplatten-Verbindungsebene zwischen den Durchtrittsöffnungen liegt, keine der Durchtrittsöffnungen schneidet und die Durchtrittsöffnungen nach Reihen oder Spalten auf die Lochplattensegmente „aufgeteilt“ sind.

[0019] Derartige Lochplattensegmente können wiederum mehrteilig ausgeführt sein, wobei Letztere aus einem Kammsegment und Decksegment bestehen können. In einer Benutzungsanordnung ist das Kammsegment lösbar mit dem Decksegment verbunden, wobei die Verbindung an einer Lochplattensegment-Verbindungsebene erfolgt, die analog zur Lochplatten-Verbindungsebene längs zur Pultrusionsrichtung ausgerichtet ist. Befindet sich die Lochplatte in Montageanordnung, so ist das Lochplattensegment in eine Montageanordnung überführbar, wofür das Decksegment vom Kammsegment gelöst wird, wodurch die darin vorliegenden Durchtrittsöffnungen von der Lochplattensegment-Verbindungsebene aus offen zugänglich werden. Beim Rüsten einer Pultrusionsvorrichtung mit einer solchen Faserbündel-Führungseinrichtung müssen die Faserbündel demnach nicht mehr durch die Durchtrittsöffnungen gefädelt werden sondern können von einer Seite in die jeweiligen Lochplattensegmente eingelegt werden. Diese Ausführungsform modularisiert die Faserbündel-Führungseinrichtung zusätzlich und ermöglicht es mit einer feineren „Auflösung“ auf eine veränderte Form des herzustellenden Pultrudats zu reagieren. Ferner ist es möglich, durch je ein Lochplattensegment nur Faserbündel der gleichen Beschaffenheit zu führen oder die Lochplattensegmente in einer Pultrusionsvorrichtung einem bestimmten Teil eines Vorratsspeichers zuzuordnen.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Faserbündel-Führungseinrich-

tung kann die zumindest eine Lochplatten-Verbindungsebene auch zwischen benachbarten Durchtrittsöffnungen angeordnet sein, wobei diese die Durchtrittsöffnungen zumindest tangiert, wodurch die Lochplattensegmente kammförmig vorliegen. Die kammförmigen Lochplattensegmente weisen Durchtrittsöffnungen auf, die in Montageanordnung von der Lochplatten-Verbindungsebene aus offen zugänglich sind. Dies ist im Vergleich zu der Ausführungsform, gemäß der auch die Lochplattensegmente mehrteilig ausgeführt sind, vorteilhaft, da die Teileanzahl bei gleicher Funktionalität halbiert werden kann, wodurch sich die Rüstzeit einer Pultrusionsvorrichtung mit einer solchen Faserbündel-Führungseinrichtung weiter reduzieren lässt.

[0021] Um die Faserbündel, wobei es sich auch um flache Rovings handeln kann, in der Faserbündel-Führungseinrichtung nicht übermäßig deformieren respektive zusammendrücken zu müssen, ist es vorteilhaft, wenn die Form der Durchtrittsöffnungen der Form des Faserbündels angenähert sind. Dazu kann die zumindest eine Durchgangsöffnung schlitzförmig sein und abgerundete Ecken haben.

[0022] Die abgerundeten Ecken tragen dazu bei, dass in der zumindest einen Durchgangsöffnung geführte Faserbündel beziehungsweise mehrdimensionale etwa gewebte Verstärkungselemente bei starken Umlenkungen nicht beschädigt werden. Starke Umlenkungen treten in einer Pultrusionsvorrichtung vor allem am Übergang vom Vorratsspeicher zum Imprägnierbehälter, sowie am Eintritt beziehungsweise Austritt aus dem Imprägnierbehälter auf. Ferner ist es möglich, dass zumindest die Bereiche der Lochplatten, die um die zumindest eine Durchgangsöffnung angeordnet sind, mit einem Keramikeinsatz versehen sind oder, dass die Mantelfläche der zumindest einen Durchgangsöffnung mit einem keramischen Werkstoff beschichtet ist. Dies ist vorteilhaft, da an den Kanten beziehungsweise der Mantelfläche der Durchgangsöffnung ein erhöhter abrasiver Verschleiß auftritt, was insbesondere wichtig ist, wenn Glas- oder Karbonfasern mit einer relativ großen Härte eingesetzt werden sollen.

[0023] Lochplatten mit keramischen Einsätzen oder keramischen Beschichtungen um die Durchtrittsöffnungen sind gegebenenfalls geeigneter als vollständig aus Keramik bestehende Lochplatten vorzuziehen, da diese in der Handhabung unproblematischer sind, das heißt, dass keine erhöhte Sprödbbruchgefahr besteht, wenn diese beispielsweise fallengelassen werden. Zudem sind Lochplatten aus Keramik teurer.

[0024] Eine erfindungsgemäße Pultrusionsvorrichtung weist zumindest eine erfindungsgemäße Faserbündel-Führungseinrichtung, einen Vorratsspeicher mit Faserbündel-Spulen und einen Imprägnierbe-

hälter mit Fasereintritts- und Faseraustritts-ende auf. Die Faserbündel-Führungseinrichtung kann dabei in Benutzungsanordnung in Pultrusionsrichtung zwischen dem Vorratsspeicher und dem Fasereintritts-ende und/oder im Imprägnierbehälter und/oder zwischen dem Faseraustritts-ende und der beheizbaren Form lösbar befestigt sein. Soll die Faserbündel-Führungseinrichtung in die Montageanordnung überführt werden, so werden die Lochplatten aus ihrer dem Benutzungszustand entsprechenden Position entnommen und zum „Lochplattenpaket“ zusammengeschoben. Dadurch sind Teile der Pultrusionsvorrichtung, beispielsweise zur Wartung, gut zugänglich. Da die Durchtrittsöffnungen in den Lochplatten in Montageanordnung deckungsgleich oder zumindest frei durchgängig sind, wird weniger Rüstzeit benötigt, da nicht durch jede einzelne Lochplatte gefädelt werden muss, sondern nur durch ein „Lochplattenpaket“.

[0025] Wird in der erfindungsgemäßen Pultrusionsvorrichtung zudem eine Faserbündel-Führungseinrichtung mit progressivem Durchtrittsöffnungsaufbau eingesetzt, so sind mit einer derartigen Pultrusionsvorrichtung Pultrudate mit hohen Faservolumengehalten und hoher Pultrudatqualität herstellbar, da die Faserbündel einerseits gut mit Imprägnierharz benetzt werden können und andererseits vor dem Eintritt in die beheizbare Form vorkompaktiert werden. Ferner ist eine Pultrusionsvorrichtung mit mehrteiligen, d. h. modular, aufgebauten Lochplatten dazu geeignet verschiedene Pultrudate mit unterschiedlichen Spezifikationen wirtschaftlich herzustellen, da der modulare Lochplattenaufbau den Umrüstaufwand effektiv verringert.

[0026] Diese und weitere Vorteile werden durch die nachfolgende Beschreibung unter Bezug auf die begleitenden Figuren dargelegt. Der Bezug auf die Figuren in der Beschreibung dient der Unterstützung der Beschreibung und dem erleichterten Verständnis des Gegenstands. Gegenstände oder Teile von Gegenständen, die im Wesentlichen gleich oder ähnlich sind, können mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die Figuren sind lediglich eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Erfindung.

[0027] Dabei zeigen:

[0028] Fig. 1 eine Seitenansicht einer Faserbündel-Führungseinrichtung in Benutzungsanordnung,

[0029] Fig. 2 eine Seitenansicht einer Faserbündel-Führungseinrichtung in Montageanordnung,

[0030] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer Faserbündel-Führungseinrichtung,

[0031] Fig. 4 eine Draufsicht dreier Lochplatten einer Faserbündel-Führungseinrichtung mit progressivem Durchtrittsöffnungsaufbau,

[0032] Fig. 5 eine Draufsicht dreier Lochplatten einer Faserbündel-Führungseinrichtung mit progressivem Durchtrittsöffnungsaufbau und Musterstauchung,

[0033] Fig. 6 eine Draufsicht dreier Lochplatten einer Faserbündel-Führungseinrichtung mit progressivem Durchtrittsöffnungsaufbau, Musterstauchung und Musterversatz,

[0034] Fig. 7 eine Draufsicht auf eine mehrteilige Lochplatte mit vier Lochplattensegmenten,

[0035] Fig. 8 eine Draufsicht auf eine mehrteilige Lochplatte mit reihenrein geteilten Lochplattensegmenten,

[0036] Fig. 9 eine Draufsicht auf ein mehrteiliges Lochplattensegment mit Kammsegment und Decksegment in Montageanordnung,

[0037] Fig. 10 eine Draufsicht einer mehrteiligen Lochplatte mit Kammsegmenten,

[0038] Fig. 11 eine Seitenansicht einer Pultrusionsvorrichtung.

[0039] In Fig. 1 ist eine Seitenansicht einer Faserbündel-Führungseinrichtung 2 für eine Pultrusionsvorrichtung in Benutzungsanordnung dargestellt, wobei die Faserbündel-Führungseinrichtung 2 dazu dient, Faserbündel 7 in den Imprägnierbehälter 6 einzuführen und weiter, die Faserbündel 7 im Imprägnierbehälter 6 zu halten und auch, die Faserbündel 7 aus dem Imprägnierbehälter 6 herauszuführen.

[0040] Der Gegenstand aus Fig. 1 entspricht dem in Fig. 11 als Detail D gezeigten Gegenstand in einer Benutzungsanordnung. Hierbei treten sowohl am Eintritt in den Imprägnierbehälter 6 als auch am Austritt aus dem Imprägnierbehälter 6 vergleichsweise starke Umlenkungen der Faserbündel 7 auf. Die dargestellte Faserbündel-Führungseinrichtung 2 weist mehrere Lochplatten 3 auf, durch die die Faserbündel 7 gefädelt sind. Soll nun der Imprägnierbehälter gewartet werden, das Imprägnierharz ausgetauscht werden oder die Pultrusionsvorrichtung umgerüstet werden, so ist die Faserbündel-Führungseinrichtung 2 in eine Montageanordnung überführbar.

[0041] Die Montageanordnung der erfindungsgemäßen Faserbündel-Führungseinrichtung 2 ist in Fig. 2 in einer Seitenansicht dargestellt.

[0042] Fig. 2 zeigt auch den in Fig. 11 als Detail D bezeichneten Gegenstand, allerdings in Montageanordnung.

[0043] Die in Benutzungsanordnung sowohl im als auch am Imprägnierbehälter 6 vorliegenden Lochplatten 3 sind so lösbar befestigt, dass die Lochplat-

ten **3** vertikal und/oder horizontal verfahrbar sind, wodurch diese zu einem „Lochplattenpaket“ **3** zusammenschiebbar sind. Die Faserbündel **7** bleiben auch in Montageanordnung durch die Lochplatten **3** gefädelt, wodurch ein gegenseitiges Verhaken nahezu ausgeschlossen werden kann. Beim Rüsten ist es ebenfalls vorteilhaft, wenn die Lochplatten **3** zum „Lochplattenpaket“ **3** zusammengeschoben sind, da dann nur durch das eine „Lochplattenpaket“ **3** gefädelt werden muss und nicht durch mehrere einzelne Lochplatten **3**. Die Positionen der Lochplatten **3** in Benutzungsanordnung sind „gestrichelt“ dargestellt.

[0044] In Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht einer Faserbündel-Führungseinrichtung **2** dargestellt. Hierbei liegen drei Lochplatten **3** hintereinander vor, wobei die drei Lochplatten **3** bezüglich einer Pultrusionsrichtung **X** in Reihe benachbart angeordnet sind. In den Lochplatten **3** liegen Durchtrittsöffnungen **3'** vor. Ferner wird auf Figurendetails hingewiesen, wobei gilt, dass Detail A in Pultrusionsrichtung **X** vorne und Detail C in Pultrusionsrichtung **X** hinten angeordnet ist.

[0045] In Fig. 4 ist eine Draufsicht auf drei Lochplatten **3** einer Faserbündel-Führungseinrichtung **2** dargestellt, wobei die ganz links dargestellte Lochplatte **3** das Detail A aus Fig. 3, die mittlere Lochplatte **3** das Detail B aus Fig. 3 und die rechte Lochplatte **3** das Detail C aus Fig. 3 zeigt. In den dargestellten Lochplatten **3** liegen Durchtrittsöffnungen **3'** mit rechteckigem Durchtrittsquerschnitt vor, die in einem regelmäßigen Muster angeordnet sind, wobei es sich bei dem Muster um eine Anordnung in Reihen und Spalten handelt. Ferner ist eine Abnahme der Durchtrittsöffnungshöhe in Pultrusionsrichtung **X**, d. h. von links (Detail A) nach rechts (Detail C) dargestellt. Eine Faserbündel-Führungseinrichtung **2** mit derartigen Lochplatten, d. h. mit progressivem Durchtrittsöffnungsaufbau, ist so beispielsweise zwischen dem Austritt aus dem Imprägnierbehälter **6** und der beheizten Form einsetzbar, da überschüssiges Imprägnierharz durch den progressiven Aufbau der Durchtrittsöffnungen wirksam abgestreift werden kann. Ferner dient der progressive Aufbau der Durchtrittsöffnungen auch der Vorkompaktierung der Faserbündel vor dem Eintritt in die beheizte Form.

[0046] Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf drei Lochplatten einer weiteren Ausführungsform einer Faserbündel-Führungseinrichtung, wobei erneut gilt, dass die linke Lochplatte **3** vorne in Pultrusionsrichtung **X**, die rechte Lochplatte **3** hinten in Pultrusionsrichtung **X** und die mittlere Lochplatte **3** dazwischen angeordnet ist. Die Durchtrittsöffnungen **3'** liegen erneut in einem Reihen- und Spaltenmuster vor, wobei die Höhe der Durchtrittsöffnungen in Spaltenrichtung ebenfalls in Pultrusionsrichtung **X** abnimmt. Darüber hinaus ist das Muster, in dem die Durchtrittsöffnungen angeordnet sind, in Pultrusionsrichtung **X**

gestaucht, wobei in dieser Ausführungsform nur die Spaltenrichtung gestaucht ist. Dies hat den Vorteil, dass, wenn eine derartige Faserbündel-Führungseinrichtung etwa zwischen Imprägnierbehälter **6** und beheizter Form angeordnet ist, die Faserbündel **7** im Imprägnierbehälter **6** einerseits gut durchtränkt werden können und andererseits, dass die Faserbündel auf dem „Weg“ zur beheizten Form schon der endgültigen Form des Pultrudats bzw. der beheizten Form angenähert werden.

[0047] In Fig. 6 sind drei Lochplatten **3** in einer analogen Darstellung dargestellt, wobei zusätzlich zum progressiven Aufbau der Durchtrittsöffnungen **3'** und der Stauchung des Spaltenmusters, die Spalten alternierend in Spaltenrichtung um etwas mehr als eine Durchtrittsöffnungshöhe versetzt angeordnet sind. Durch eine derartige Anordnung kann ein horizontaler Abstand, der in sonstigen Musteranordnungen zwischen den Faserbündeln **7** vorliegt, eliminiert werden. Es ist folglich in der beheizten Form nur noch eine Kompaktierung in vertikaler Richtung notwendig.

[0048] Fig. 7 zeigt eine Lochplatte **3**, die aus vier Lochplattensegmenten **31** besteht. Die Lochplatte **3** ist einer Benutzungsanordnung dargestellt, wobei die Lochplattensegmente **31** in der Benutzungsanordnung entlang zwei Lochplattenverbindungsebenen **3''** lösbar verbunden sind. Die Lochplatte kann in eine Montageanordnung überführt werden, wozu die lösbare Verbindung der Lochplattensegmente **31** entlang den Lochplattenverbindungsebenen **3''** gelöst werden. Eine mehrteilige Ausführung der Lochplatte **3** ist vorteilhaft, da kleinere Lochplattensegmente besser handhabbar sind und da die Lochplatte je nach Größe und Beschaffenheit des Pultrudats modular erweiterbar ist. Darüber hinaus bietet eine derartige Ausführung auch Vorteile bei der Montage, da die Faserbündel **7** zunächst durch nur ein Lochplattensegment **31** gefädelt werden können und dieses danach beiseite gelegt werden kann, um Platz für das Einfädeln der Faserbündel **7** in die nächsten Lochplattensegmente **31** zu schaffen.

[0049] In Fig. 8 ist eine Draufsicht auf eine mehrteilig ausgeführte Lochplatte **3** dargestellt, wobei die Lochplattensegmente **31** hier nur Durchtrittsöffnungen **3'** enthalten, die in einer Reihe angeordnet sind. Die einzelnen Lochplattensegmente **31** sind in einer Benutzungsanordnung an den Lochplattenverbindungsebenen **3''** lösbar verbunden und können in eine Montageanordnung überführt werden, indem die lösbare Verbindung gelöst wird. Darüber hinaus ist nicht nur die Lochplatte **3** mehrteilig ausgeführt, sondern auch die Lochplattensegmente **31** zweiteilig.

[0050] Eine Draufsicht auf ein derartiges zweiteiliges Lochplattensegment **31** in einer Montageanordnung ist in Fig. 9 dargestellt. Das Lochplattensegment **31** weist hierbei ein Kammsegment **31'** und

ein Decksegment **31''** auf, wobei die Durchtrittsöffnungen **3'** jeweils im Kammsegment **31'** vorliegen. Beim Rüsten ist dadurch kein Einfädeln mehr notwendig, vielmehr können die Faserbündel **7** von einer Lochplattensegmentverbindungsebene direkt in die Durchtrittsöffnungen **3'** eingelegt werden. Soll das dargestellte Lochplattensegment in eine Benutzungsanordnung überführt werden, so wird das Decksegment **31''** lösbar mit dem Kammsegment **31'** verbunden. Aus einer Mehrzahl derartiger Lochplattensegmente lässt sich eine modulare Lochplatte **3** zusammensetzen, was in **Fig. 8** dargestellt ist.

[0051] In **Fig. 10** ist eine Draufsicht auf eine mehrteilige Lochplatte **3**, die mehrere Lochplattensegmente **31** aufweist, die jeweils die Durchtrittsöffnungen **3'** enthalten, dargestellt. Die Lochplattensegmente **31** sind jeweils an Lochplattenverbindungsebenen **3''** lösbar verbunden. Die Lochplattenverbindungsebenen **3''** sind hierbei so innerhalb der Lochplatte **3** angeordnet, dass diese die Durchtrittsöffnungen **3'** jeweils an ihrer Oberseite tangieren. Dadurch ergeben sich kammförmige Lochplattensegmente **31**. Die Lochplatte **3** kann durch Lösen der lösbaren Verbindung der Lochplattensegmente **31** in eine Montageanordnung überführt werden. Die Faserbündel können in die, in der Montageanordnung frei von der Lochplattensegmentverbindungsebene **3'** zugänglichen, Durchtrittsöffnungen **3'** eingelegt werden, ohne gefädelt werden zu müssen. Dieser fädelfreie Aufbau bietet großes Potenzial die Rüstzeit und den Rüstaufwand weiter zu reduzieren.

[0052] In **Fig. 11** ist eine Pultrusionsvorrichtung **1** dargestellt, wobei die Pultrusionsrichtung mit **X** bezeichnet ist. Die Faserbündel-Spulen **11** mit Faserbündeln **7** sind in einem Vorratsspeicher **10** angeordnet. Die Faserbündel **7** werden vom Vorratsspeicher **10** durch eine erfindungsgemäße Faserbündel-Führungseinrichtung **2** geführt, wie sie vorstehend beschrieben ist, und von dort durch ein Fasereintrittsende **6'** in einen Imprägnierbehälter **6**. Die Faserbündel **7** treten in Pultrusionsrichtung **X** an einem Faseraustrittsende **6''** wieder aus dem Imprägnierbehälter aus und werden erneut durch eine Faserbündel-Führungseinrichtung **2** geführt, bevor die Faserbündel **7** in Pultrusionsrichtung **X** weitergeführt werden.

[0053] Der Vorratsspeicher **10** kann im Übrigen ein konventioneller oder vorteilhaft ein modularer Vorratsspeicher sein.

[0054] Ein solcher modularer Vorratsspeicher für Faserbündel-Spulen ist mehrteilig ausgeführt und weist ein Grundgestell auf, auf dem zumindest ein Vorratsspeicher-Modul auswechselbar angeordnet ist. Das Vorratsspeicher-Modul besteht aus einem Spulengestell und mehreren Faserbündel-Spulen, die wiederum auswechselbar darauf angeordnet sind. Das Vorratsspeicher-Modul kann mit wenigen „Handgriffen“

aus dem Vorratsspeicher entnommen werden, wodurch mehrere Faserbündel-Spulen bzw. ein Spulensatz schnell und einfach ausgewechselt werden können bzw. kann. Zudem spart ein derartiger modularer Vorratsspeicher Platz, da sich immer nur diejenigen Faserbündel-Spulen im Vorratsspeicher befinden, die auch verwendet werden. Der modulare Vorratsspeicher ermöglicht es, die Pultrusionsvorrichtung schnell und einfach zur Herstellung verschiedener Pultrudate umzurüsten, da beispielsweise die für ein Pultrudat benötigten Faserbündel-Spulen vorteilhaft auf einem gemeinsamen Vorratsspeicher-Modul angeordnet sein können. Ebenso ist es möglich einfach und schnell Fasermischungen herzustellen. So kann durch Austausch unterschiedlicher Faserbündel-Spulen oder eines Spulensatzes der Anteil einer Faserkomponente durch eine andere ersetzt werden. Fasermischungen können beispielsweise aus Kohlenstofffasern und Aramidfasern aufgebaut sein.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0814950 B1 [0005]

Patentansprüche

1. Faserbündel-Führungseinrichtung (2), geeignet zur Anordnung in einer Pultrusionsvorrichtung (1), wobei die Faserbündel-Führungseinrichtung (2) mehrere Lochplatten (3) mit jeweils zumindest einer Durchtrittsöffnung (3') für Faserbündel (7) umfasst, und die Lochplatten (3) gemäß einer Pultrusionsrichtung (X) in Reihe anordenbar sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Lochplatten (3) horizontal und/oder vertikal verfahrbar sind,
- die Faserbündel-Führungseinrichtung (2) von einer Benutzungsanordnung, in der die Lochplatten (3) voneinander beabstandet angeordnet sind, in eine Montageanordnung, in der die Lochplatten (3) zusammengeschoben angeordnet sind, überführbar ist.

2. Faserbündel-Führungseinrichtung (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittsfläche der zumindest einen Durchtrittsöffnung (3') von einer Lochplatte (3) zu der jeweils in Pultrusionsrichtung (X) benachbarten Lochplatte (3) abnimmt.

3. Faserbündel-Führungseinrichtung (2) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Lochplatten (3) mehrere Durchtrittsöffnungen (3') regelmäßig voneinander beabstandet, bevorzugt in einem Muster, besonders bevorzugt in Reihen und Spalten angeordnet sind, wobei eine versetzte Anordnung benachbarter Reihen und/oder Spalten bevorzugt ist.

4. Faserbündel-Führungseinrichtung (2) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Muster benachbarter Lochplatten (3') bezüglich einer senkrecht zur Pultrusionsrichtung (X) stehenden Richtung gestaucht oder gestreckt sind.

5. Faserbündel-Führungseinrichtung (2) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Lochplatten (3)

- jeweils mehrteilig ausgeführt sind und mindestens zwei Lochplattensegmente (31) aufweisen,
- jeweils von einer Benutzungsanordnung, in der die zumindest zwei Lochplattensegmente (31) an zumindest einer Lochplatten-Verbindungsebene (3'') längs der Pultrusionsrichtung (X) lösbar verbunden sind, in eine Montageanordnung, in der die lösbare Verbindung der Lochplattensegmente (31) gelöst ist, überführbar sind.

6. Faserbündel-Führungseinrichtung (2) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Lochplatten-Verbindungsebene (3'') parallel zu einer Ausrichtung des Musters, bevorzugt parallel zu den Reihen und/oder den Spalten, angeordnet ist.

7. Faserbündel-Führungseinrichtung (2) nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die zumindest eine Lochplatten-Verbindungsebene (3'') zwischen benachbarten Durchtrittsöffnungen (3'), bevorzugt äquidistant, angeordnet ist und keine der Durchtrittsöffnungen (3') schneidet,
- die Lochplattensegmente (31) jeweils mehrteilig ausgeführt sind und ein Kammsegment (31') und ein Decksegment (31'') aufweisen,
- die Lochplattensegmente (31) von einer Benutzungsanordnung, in dem das Kammsegment (31') und das Decksegment (31'') an einer Lochplatten-segment-Verbindungsebene lösbar verbunden sind, in eine Montageanordnung, in dem die lösbare Verbindung von Kammsegment (31') und Decksegment (31'') gelöst ist, überführbar sind, wobei die Lochplattensegment-Verbindungsebene parallel zu einer Ausrichtung des Musters verläuft und die Durchtrittsöffnungen (3') zumindest tangiert.

8. Faserbündel-Führungseinrichtung (2) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Lochplatten-Verbindungsebene (3'') zwischen benachbarten Durchtrittsöffnungen (3') angeordnet ist und die Durchtrittsöffnungen (3') zumindest tangiert, wodurch die zumindest zwei Lochplattensegmente (31) kammförmig vorliegen.

9. Faserbündel-Führungseinrichtung (2) nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die zumindest eine Durchgangsöffnung (3') schlitzförmig ist und die Ecken abgerundet sind und/oder
- zumindest ein Bereich um die zumindest eine Durchgangsöffnung (3') aus einem Keramik-Einsatz besteht oder
- zumindest eine Mantelfläche der zumindest einen Durchgangsöffnung (3') mit einem keramischen Werkstoff beschichtet ist.

10. Pultrusionsvorrichtung (1) mit zumindest einer Faserbündel-Führungseinrichtung (2), einem Vorratsspeicher (10) mit Faserbündel-Spulen (11) und einem Imprägnierbehälter (6) mit einem Fasereintrittsende (6') und einem Faseraustrittsende (6''),

dadurch gekennzeichnet, dass

- die zumindest eine Faserbündel-Führungseinrichtung (2) eine Faserbündel-Führungseinrichtung (2) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 9 ist,
- die zumindest eine Faserbündel-Führungseinrichtung (2) in Pultrusionsrichtung (X) zwischen dem Vorratsspeicher (10) und dem Fasereintrittsende (6') lösbar befestigt ist und/oder
- im Imprägnierbehälter (6) zwischen Fasereintrittsende (6') und Faseraustrittsende (6'') lösbar befestigt ist und/oder

– zwischen dem Faseraustrittsende (6'') und einer beheizbaren Form lösbar befestigt ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

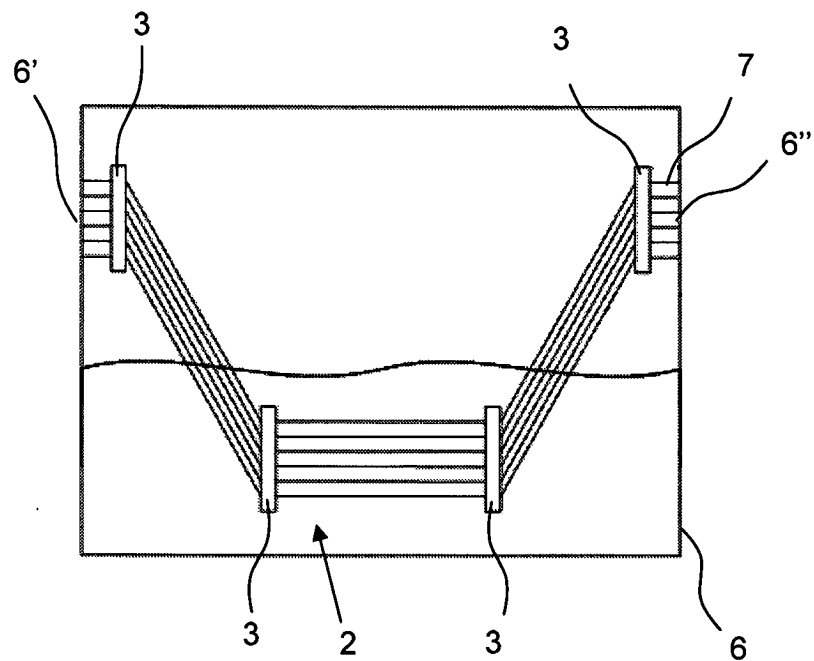


Fig. 2

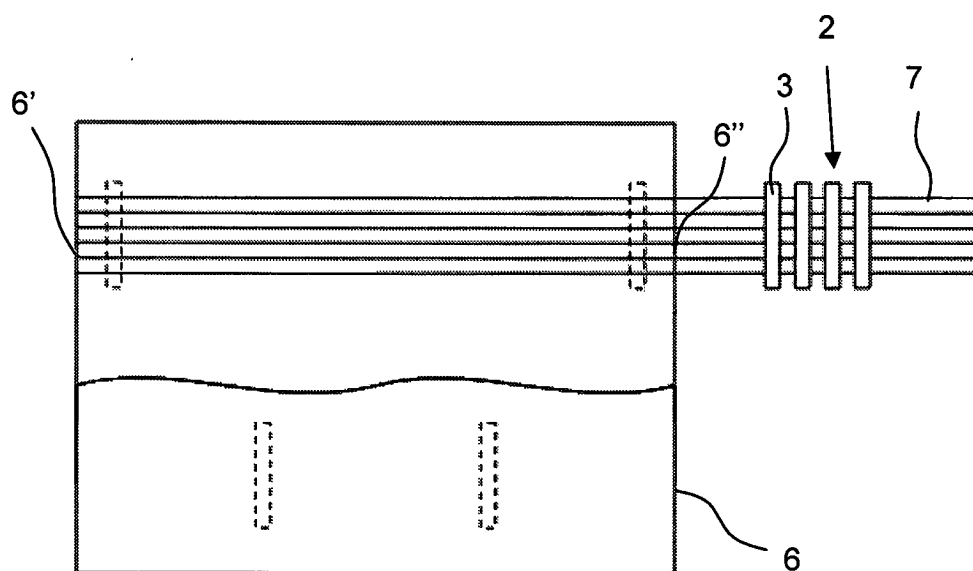


Fig. 3

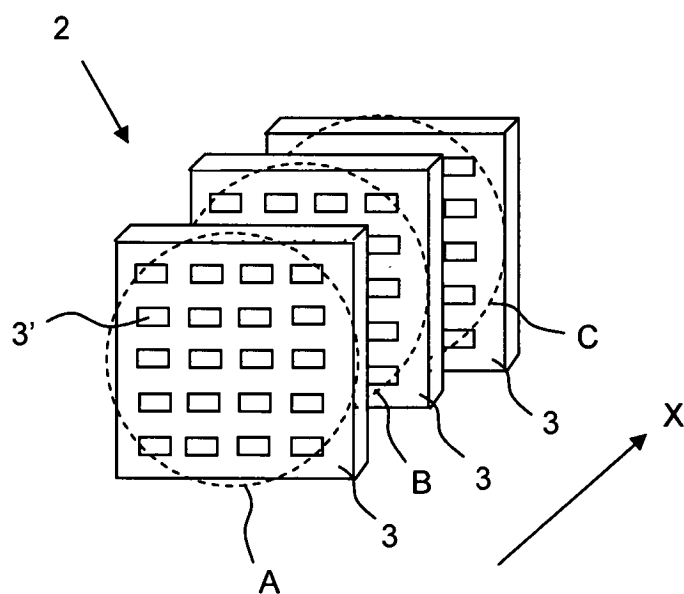


Fig. 4

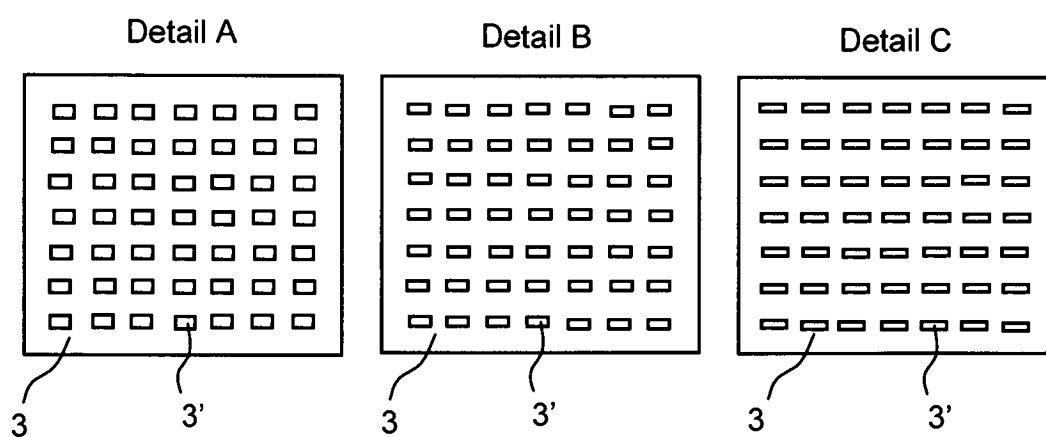


Fig. 5

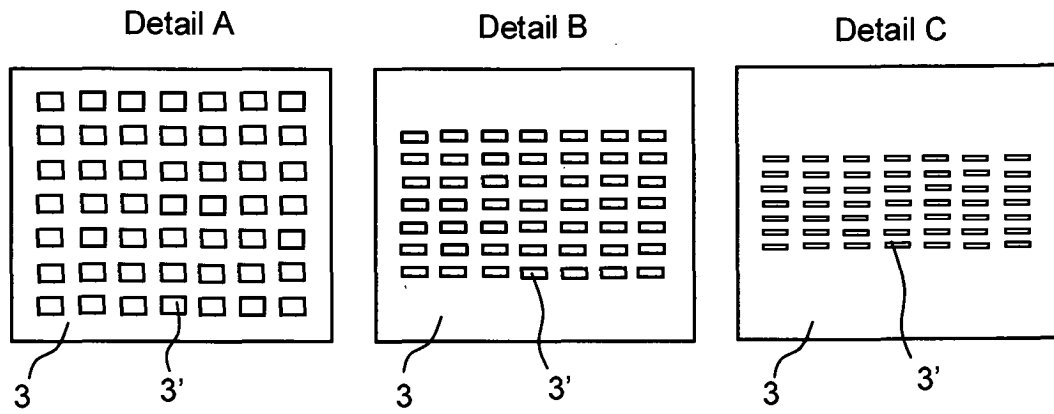


Fig. 6

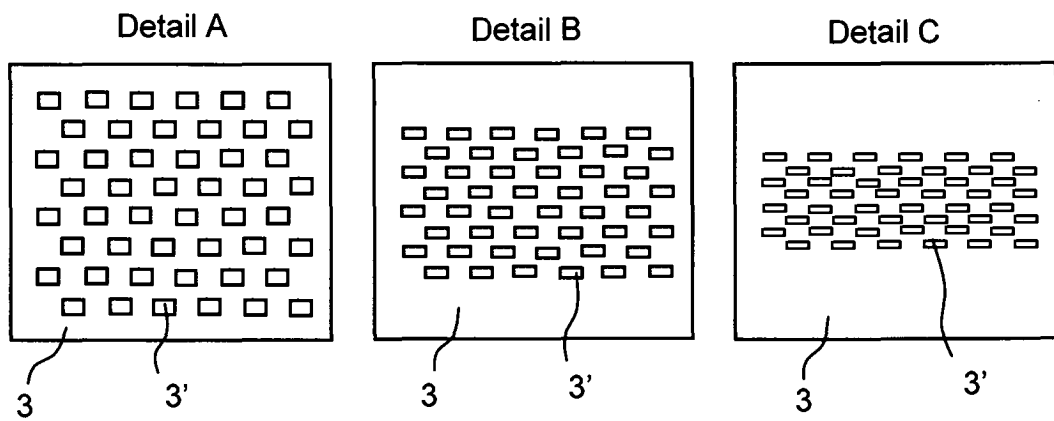


Fig. 7

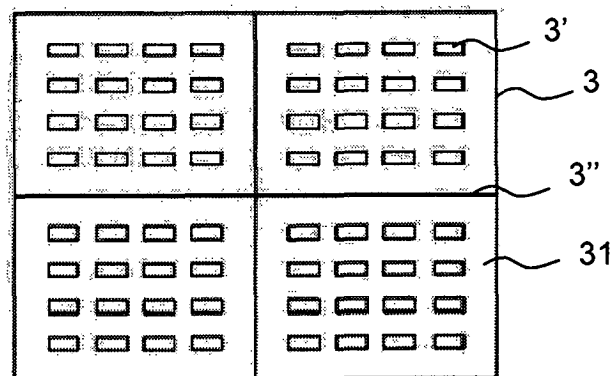


Fig. 8

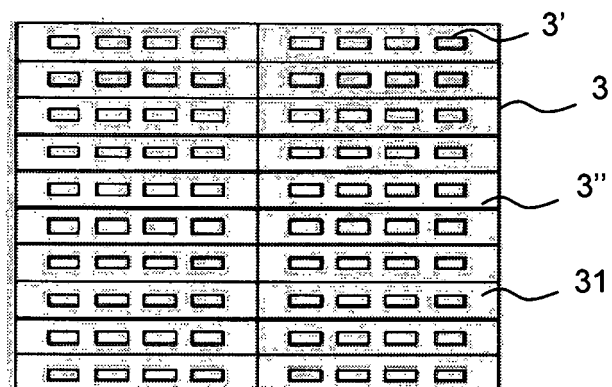


Fig. 9

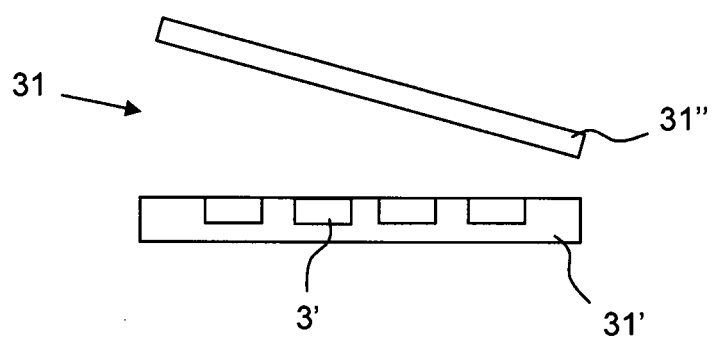


Fig. 10

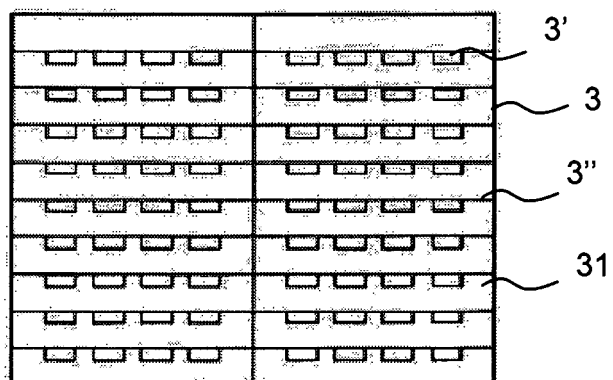


Fig. 11

