

(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
13. August 2015 (13.08.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/118063 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 70/38 (2006.01) B29C 35/02 (2006.01)
B29C 70/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/052402

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Februar 2015 (05.02.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 101 445.6
5. Februar 2014 (05.02.2014) DE

(71) Anmelder: DIEFFENBACHER GMBH MASCHINEN-
UND ANLAGENBAU [DE/DE]; Heilbronner Straße 20,
75031 Eppingen (DE).

(72) Erfinder: GRAF, Matthias; c/o DIEFFENBACHER
GMBH Maschinen- und Anlagenbau, Heilbronner Straße
20, 75031 Eppingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: TAPE-LAYING DEVICE AND METHOD FOR CONSTRUCTING A LAMINATE

(54) Bezeichnung : TAPELEGEVORRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUM AUFBAU EINES LAMINATS

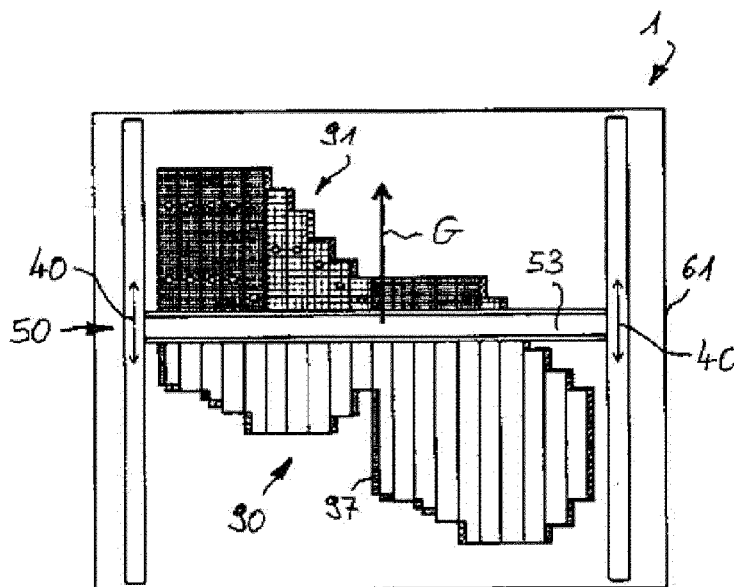


Abb. 23

(57) Abstract: The invention relates to a method for constructing and consolidating a laminate (90) and to an associated tape-laying device (1). The inventive step for the method consists in carrying out the following steps: 1. feeding a tape (93) to be laid, which is provided with binder substances and/or matrix substances, to a laying device (20); 2. laying up the supplied tape (93) by means of the laying device (20) until a tape structure (91) which consists of adjacently-laid and superposed tape (93) and which corresponds to the laminate (90) is obtained; wherein adjacently-laid tape (93) defines a tape layer (92) of a tape structure (91); and 3. controlling the obtaining of a consolidated laminate (90) by: advancing a cross-section (Q) of the tape structure (91) consisting of adjacently-laid and superposed tape layers (92) and/or tape (93) towards an ultrasonic excitation system (30), or vice versa; successive plasticization of the binder and/or matrix substances in all joining zones (95) of all adjacently-laid and superposed tape layers (92) and/or tape (93) of the tape structure (91) that adjoin one another in the cross-section (Q) advanced towards the ultrasonic excitation

system (30); and successive bringing together of the plasticized binder and/or matrix substances in all joining zones (95) of all adjacently-laid and superposed tape layers (92) and/or tape (93) of the tape structure (91) that adjoin one another in the cross-section (Q) advanced towards the ultrasonic excitation system (30);

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats (90) und eine zugehörige Tapelegevorrichtung (1). Die Erfindung für das Verfahren besteht in der Durchführung der nachfolgenden Verfahrensschritte: 1. Zuführen von mit Binder- und/oder Matrix-Werkstoffen versehenem abzulegenden Tape (93) an eine Ablegeeinrichtung (20); 2. Ablegen von zugeführtem Tape (93) mittels der Ablegeeinrichtung (20) bis zum Erhalt einer zum Laminat (90) korrespondierenden Tapestruktur (91) aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape (93); wobei nebeneinander abgelegtes Tape (93) eine Tapelage (92) einer Tapestruktur (91) definiert; und 3. Steuern des Erhalts eines konsolidierten Laminats (90) durch: - ein Heranführen von einem Querschnitt (Q) der Tapestruktur (91) aus neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) an eine Ultraschall-Anregungseinrichtung (30) oder umgekehrt; - ein sukzessives Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung (30) herangeführten Querschnitt (Q) aneinandergrenzenden Fügezonen (95) aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) der Tapestruktur (91); und - ein sukzessives Zusammenbringen der plastifizierten Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung (30) herangeführten Querschnitt (Q) aneinandergrenzenden Fügezonen (95) aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) der Tapestruktur (91).

Beschreibung**TAPELEGEVORRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUM AUFBAU EINES
LAMINATS**

- [0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Tapelegevorrichtung sowie auf ein Verfahren zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats für beispielsweise Automobilbauteile mittels einer Tapelegevorrichtung, welche wenigstens umfasst:
- a) eine Zuführeinrichtung für das Zuführen von mit Binder- und/oder Matrix-Werkstoffen versehenem abzulegenden Tape an eine Ablegeeinrichtung;
 - b) eine Ablegeeinrichtung für das Ablegen von zugeführtem Tape; wobei nebeneinander abgelegtes Tape eine Tapelage einer Tapestruktur definiert; und
 - c) eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Erhalts eines konsolidierten Laminats durch:
 - aa) eine Führungseinrichtung für das Heranführen von Tape an eine Anregungseinrichtung oder umgekehrt;
 - bb) eine Anregungseinrichtung für ein Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in Fügezonen von an die Anregungseinrichtung herangeführtem Tape; und
 - cc) eine Konsolidierungseinrichtung für ein Zusammenbringen der plastifizierten Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in aneinandergrenzenden Fügezonen aufeinander liegender Tapes.
- [0002] Die Anwendungen für Faserverbundwerkstoffe sind über die vergangenen Jahrzehnte immer weiter gestiegen, insbesondere wenn sie als preiswerte Alternative zu den metallischen Werkstoffen gesehen werden konnten, mit den Vorteilen der Gestaltungsfreiheit und anwendungsspezifischer Formulierungsmöglichkeiten. Speziell der Werkstoff CFK (Carbon-faserverstärkter Kunststoff) hat ein extrem hohes Leichtbaupotential, wobei er sich zugleich durch seine hohe Festigkeit und sehr hohe Struktursteifigkeit auszeichnet. Letzteres ist beispielsweise im Automobilbau ein wichtiges Kriterium.
- [0003] Die heutigen Entwicklungstätigkeiten für Produktionsanlagen zur

Verarbeitung von Faserverbundwerkstoffen reichen daher von reiner Maschinenentwicklung bis hin zu schlüsselfertigen Produktionssystemen. Erstere umfassen für gewöhnlich Preform-Herstellereinheiten, Press- und ggf. Injektionseinheiten sowie Nachbearbeitungseinheiten – letztere die entsprechende Automatisierung für das Preform-Handling, die Werkzeugreinigung, die Bauteilentnahme und dergleichen mehr.

- [0004] Die automatisierbare Herstellung der Preform ist definitiv die Schlüsseltechnologie im Herstellungsprozess von endlosfaserverstärkten Faserverbundbauteilen zur Realisierung einer effizienten Großserienfertigung mit reproduzierbarer stabiler Bauteilqualität. Aber auch bei sog. Hybridbauteilen, also formgepressten Blechen, die vornehmlich mit Carbonfaser Halbzeugen verpresst werden, um kritische Belastungszonen zusätzlich zu verstärken, müssen sich alle Produktions-Einheiten anlagen- und steuerungstechnisch integrieren lassen, wenn eine hinreichende Produktivität erreicht werden soll.
- [0005] Zur Herstellung von endlosfaserverstärkten Bauteilen werden heute überwiegend textile Faser-Halbzeuge wie mit einem Binder (Schmelzkleber) benetzte und/oder mit einer Matrix teilweise oder vollständig imprägnierte Faser-Garne und/oder Flächengebilde (sog. Prepregs) wie Faser-Gewebe, -Gestricke, -Gelege oder -Matten verwendet. Die Matrix von faserverstärkten Kunststoffen hat die Aufgabe, die hochbelastbaren Fasern einzubetten (Stützfunktion) und deren Zwischenraum vollständig auszufüllen (Sperrfunktion).
- [0006] An Binder- und/oder Matrix-Werkstoffen können grundsätzlich Materialien aus den Gruppen der Thermoplaste oder der Duroplaste und ggf. zusätzlicher elastifizierender Komponenten, wie Elastomere, eingesetzt werden, welche sich in der Festigkeit, der maximalen Dehnung, der Einsatztemperatur, der Verarbeitungsgeschwindigkeit und der Chemikalienbeständigkeit unterscheiden. Duroplastische Formmassen lassen sich durch Temperatureinwirkung plastifizieren, sind in diesem Moment formbar und härten dann irreversibel unter Druck und Temperatur aus. Im Gegensatz zu den Thermoplasten bestehen die Elastomere und Duroplaste (auch Duromere genannt) nach der Verarbeitung, d. h. im

gebrauchsfertigen Zustand, aus mehr oder weniger stark vernetzten Makromolekülen, die in der Regel weder schmelzbar noch löslich sind.

- [0007] Aus diesen Halbzeugen, die als Rollen oder Plattenware in Standardformaten zur Verfügung stehen, werden in einem Schneidprozess, Zuschnitte erzeugt, die in der Regel das umgeformte Bauteil vollflächig auskleiden. Beim Schneiden der Zuschnitte entsteht, je nach Bauteilgeometrie ein signifikanter Schneidabfall, der nicht verarbeitet werden kann und die Effizienz dieses Prozesses erheblich verschlechtert.
- [0008] Zur Verbesserung der Ressourceneffizienz können endlosfaserverstärkte Bauteile über Faser- oder auch als Tape-Legeverfahren bekannt gewordene Verfahren wesentlich verschnittärmer bzw. verschnittfrei hergestellt werden. Speziell die Verwendung von thermoplastischen Endlosfaser Tapes erweisen sich als eine sehr attraktive Prozessvariante. Hierbei stellt insbesondere das Legen der für gewöhnlich als Tape vorliegenden Faserverbundwerkstoffe zum Aufbau eines Laminats eine besondere Herausforderung dar.
- [0009] Mit einem „Tape“ ist im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung vorzugsweise jegliche Art von bahnförmigem Prepregmaterial, beispielsweise zwischen 30 und 150 mm breites Prepreg-Streifenmaterial, gemeint, welches für ein Ablegen mittels einer Tapelegevorrichtung geeignet ist. Mit „Prepegmaterial“ sind vorliegend insbesondere Faser-Garne (Rovings), Faser-Gelege und/oder Faser-Gewebe gemeint, welche mit einem Binder benetzt und/oder mit einer Matrix, beispielsweise einer Duroplastmatrix oder Thermoplastmatrix, teilweise oder vollständig imprägniert, insbesondere vorimprägniert, sind.
- [0010] Bei den „Fasern“ handelt es sich insbesondere um Kohlenstofffasern, ist aber in gleicher Weise auch für Glasfasern oder andere, insbesondere künstlich hergestellte, Fasern anwendbar.
- [0011] Das Tape kann auf einem Trägermaterial angeordnet sein, insbesondere einer Trägerfolie oder einem Trägerpapier, das während des Ablegens des Tapes zum Aufbau des Laminats sich von dem Trägermaterial löst, wobei das Trägermaterial mittels einer geeigneten Einrichtung der Tapelegevorrichtung beseitigt, beispielsweise aufgewickelt, wird.

Bevorzugt können jedoch auch Tapes Verwendung finden, die keine Trägermaterialien mehr benötigen.

- [0012] Zur Verarbeitung von Tapes ist bekannt, diese von einer Spule oder Rolle abzuziehen, auf Länge zu schneiden und auf einen Legetisch bzw. einer bereits drauf sich befindenden gelegten Tapestruktur abzulegen. Mit dem Ablegen eines Tapestreifens wird dieser über eine Anzahl an Ultraschall-Schweißköpfen punktwise mit der darunter liegende Tapeschicht verbunden. Der Schweißpunkt hält hierbei immer nur die Trennfuge zwischen zwei übereinander liegenden Tapelagen zusammen. Die hierdurch komplex abgelegte Fasertapestruktur ist somit nur punktförmig miteinander verbunden. Der Zusammenhalt reicht aus, um die Tapestruktur vom Tisch aufzunehmen und, beispielsweise mit Saugergreifsystemen zu transportieren. Durch den losen Zusammenhalt ist es allerdings nicht möglich, die Tapestruktur homogen, z.B. in einem Infrarot-(IR)-Heizfeld zu erwärmen und zu einem Bauteil umzuformen. Die einzelnen Tapes lösen sich hierbei und sind nicht prozesssicher umzuformen.
- [0013] Bekannter Stand der Technik bei der Verarbeitung gelegter und punktförmig fixierter Tapestrukturen ist das Konsolidieren in einer Presse. Soweit es sich bei den Tapes um eine thermoplastische Kunststoffmatrix handelt, muss hierbei die gesamte Struktur zunächst auf Schmelz- bzw. Fließtemperatur aufgeheizt und anschließend unter flächigem Pressdruck wieder abgekühlt werden. Hierzu ist der Energieaufwand sehr hoch und macht dadurch das gesamte Verfahren unwirtschaftlich. Ferner kann es durch das vollständige Aufschmelzen der gesamten Struktur zu unerwünschten Fließvorgängen kommen, bei denen Material in der Pressebene nach außen gedrückt wird. Dies führt dann zu gravierenden Verschiebungen der Faserorientierung, die zu geringerer Bauteilfestigkeit führt.
- [0014] Zur Verarbeitung von Tape bzw. Durchführung eines Tape-Legeverfahrens werden daher heutzutage vielfach auch automatische Vorrichtungen eingesetzt, welche in der Lage sind, Tape strukturiert abzulegen. Bekannt sind insbesondere sog.

Tapelegevorrichtungen, unter welchen vorliegend beispielsweise auch eine sog. Fibre-Placement-Vorrichtung zu verstehen ist.

- [0015] Während automatisierter Ablegeprozesse wird abzulegendes Tape mittels eines Legekopfes, je nach Typ der eingesetzten Tapelegevorrichtung beispielsweise über einen Gleitschuh oder eine Andruckrolle, auf eine bereits abgelegte Tapestruktur mit vergleichsweise geringem, lediglich lokalem und sehr kurzzeitigem Druck gepresst, so dass das abzulegende Tape sukzessive, also lediglich schrittweise bzw. aufeinander folgend, mit der bereits abgelegten Tapestruktur geringfügig verklebt bzw. verschweißt wird. Hierfür ist jedoch eine geeignete Klebrigkeit bzw. Schweißbarkeit der Binder- und/oder Matrixsysteme in dem abzulegenden Tape beziehungsweise der bereits abgelegten Tapestruktur erforderlich.
- [0016] Bei der Verarbeitung von Tapes mit duromerem Binder- und/oder Matrix-System kann die Klebrigkeit durch moderates Erwärmen erhöht werden. So ist beispielsweise bekannt geworden, einen warmen Luftstrom an dem abzulegenden Tape vorbeizuführen, welcher eine Erwärmung des abzulegenden Tapes durch thermische Konvektion bewirkt. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die vorstehend beschriebene Erwärmung mittels eines warmen Luftstroms nur geringe Wärmeübertragungseigenschaften besitzt und zu geringen Aufheizgeschwindigkeiten des abzulegenden Tapes führt, so dass sich daher nicht gewünschte Ablegegeschwindigkeiten erzielen lassen. Zudem ist zum oberflächennahen Aufschmelzen von Tapes mit thermoplastischem Binder- und/oder Matrix-System die Verwendung von Heißluft nicht geeignet.
- [0017] Diese Technik wurde beispielsweise in der WO 2009/130087 A1 weiterentwickelt, um damit bevorzugt auch thermoplastische Tapes ablegen zu können. Hierbei ist am Legekopf eine Anregungseinrichtung angebracht, die sich des Ultraschalls, der Induktion und/oder des Infrarots bedient, und welche ein abzulegendes Tape fliegend im Abzug, z.B. von einer Spule oder Rolle, kurz vor dem Ablegezeitpunkt lokal über seine Dicke hinweg erwärmt und das lokal über seine Dicke hinweg erwärmte Tape anschließend über eine flexible Legerolle auf die bereits abgelegte

Tapestruktur fliegend aufpresst und so sukzessive miteinander verbunden.

[0018] Auch dieser Legeprozess ist allerdings ebenfalls aufgrund seiner lediglich lokal begrenzt wirkenden Ausgestaltung in seiner Legegeschwindigkeit begrenzt und daher insbesondere für eine serientaugliche großflächige Anwendung nicht geeignet.

[0019] Zudem kann es bei der Konsolidierung großflächiger Anwendungen aufgrund von prozessbedingt über seine Dicke hinweg erwärmten Tapes zu unerwünschten Fließvorgängen und Faserverschiebungen sowohl im abzulegenden Tape als auch in der obersten Tapelage oder einer bereits abgelegten Tapestruktur kommen. Dies führt zu Eigenspannungen in der gesamten Tapestruktur, die zu Bauteilverzug und einer deutlichen Verschlechterung der physikalischen Bauteileigenschaften führen kann.

[0020] Schließlich sei auf die EP 1 315 613 B1 hingewiesen, welche ein Verfahren und Ausrüstung zur Herstellung fortschrittlicher Kompositstrukturen offenbart, umfassend die Schritte:

- Auftragen und Verbinden einer ersten Gruppe von Fasern mit einem Fließband in einem ersten Winkel, wobei ein Matrixmaterial mit der ersten Gruppe von Fasern verbunden ist;
- Auftragen und Verbinden einer zweiten Gruppe von Fasern mit einem Fließband in einem zweiten Winkel, wobei ein Matrixmaterial mit der zweiten Gruppe von Fasern verbunden ist;
- wobei der erste Winkel ungleich dem zweiten Winkel ist, und
- wobei die erste Gruppe der Fasern intermittierend aufgetragen wird, und
- wobei auch die zweite Gruppe der Fasern intermittierend aufgetragen wird, um Ausschnitte im Verbundwerkstoff-Teil vorsehen zu können.

[0021] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Tapelegevorrichtung beziehungsweise ein verbessertes Verfahren zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats für beispielsweise Automobilbauteile mittels einer Tapelegevorrichtung bereitzustellen, welche beziehungsweise welches die vorstehend beschriebenen Nachteile vermeidet.

[0022] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Aufbau eines Laminats mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch

eine Tapelegevorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum Aufbau eines Laminats mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7 gelöst.

[0023] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats für beispielsweise Automobilbauteile mittels einer Tapelegevorrichtung ist gekennzeichnet durch:

- a) ein Zuführen von mit Binder- und/oder Matrix-Werkstoffen versehenem abzulegenden Tape an eine Ablegeeinrichtung;
- b) ein Ablegen von zugeführtem Tape mittels der Ablegeeinrichtung bis zum Erhalt einer zum Laminat korrespondierenden Tapestruktur aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape; wobei nebeneinander abgelegtes Tape eine Tapelage einer Tapestruktur definiert; und
- c) ein Steuern des Erhalts eines konsolidierten Laminats durch:
 - ein Heranführen von einem Querschnitt Q der Tapestruktur aus neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes an eine Ultraschall-Anregungseinrichtung oder umgekehrt;
 - ein sukzessives Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung herangeführten Querschnitt Q aneinandergrenzenden Fügezonen aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes der Tapestruktur; und
 - ein sukzessives Zusammenbringen der plastifizierten Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung herangeführten Querschnitt Q aneinandergrenzenden Fügezonen aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes der Tapestruktur.

[0024] Indem erfindungsgemäß die Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung herangeführten Querschnitt Q aneinander-grenzenden Fügezonen aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes der Tapestruktur sukzessive plastifiziert und konsolidiert werden, kann eine zuvor zum Laminat korrespondierende, aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape erhaltene Tapestruktur vorteilhaft insgesamt einer Ultraschall-Anregungseinrichtung zugeführt werden.

- [0025] Indem eine zuvor zum Laminat korrespondierende, aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape erhaltene Tapestruktur insgesamt einer Ultraschall-Anregungseinrichtung zugeführt und sukzessive über ihren Querschnitt Q plastifiziert und konsolidiert wird, können auch großflächige Tapestrukturen beziehungsweise Lamine aus, vorzugsweise 30 bis 150 mm breiten, Tapes vorteilhaft mit hohen Legeraten aufgebaut und mit einer für serientaugliche Anwendungen interessanten Geschwindigkeit konsolidiert werden.
- [0026] Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen, welche einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden können, sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.
- [0027] So ist in einer Abfolge des Verfahrens bevorzugt, wenn das sukzessive Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe ausschließlich in den Oberflächen der an neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes angrenzenden Fügezonen von zumindest unterster und oberster Tapelage des an die Ultraschall-Anregungseinrichtung herangeführten Querschnitts Q der Tapestruktur erfolgt.
- [0028] Indem die Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe zumindest in den jeweils den neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes abgewandten Seite bzw. Oberfläche von zumindest unterster und oberster Tapelage des an die Ultraschall-Anregungseinrichtung herangeführten Querschnitts Q der Tapestruktur nicht über Schmelz- bzw. Fließtemperatur der eingesetzten Kunststoffmatrix gebracht werden, können vorteilhaft auch großflächige Tapestrukturen beziehungsweise Lamine aus, z.B. 30 bis 150 mm breiten, Tapes ohne unerwünschte Fließvorgänge und Faserverschiebungen aufgebaut und über ihren Querschnitt Q konsolidiert werden.
- [0029] Die Begrenzung unerwünschter Fließvorgänge und/oder Faserverschiebungen kann erhöht werden, wenn in einer bevorzugten Abfolge des Verfahrens das sukzessive Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe nicht nur ausschließlich in den Oberflächen der an neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes angrenzenden Fügezonen von zumindest unterster und oberster Tapelage

des an die Ultraschall-Anregungseinrichtung herangeführten Querschnitts Q der Tapestruktur sondern auch in allen dazwischen neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes der Tapestruktur erfolgt.

- [0030] Alternativ oder kumulativ dazu kann je nach Grad erwünschter, nämlich im Rahmen der Konsolidierung einzelner Tapes und/oder Tapelagen, oder unerwünschter Fließvorgänge und/oder Faserverschiebungen einzelner Tapes und/oder Tapelagen innerhalb der Tapestruktur in einer bevorzugten Abfolge des Verfahrens das sukzessive Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in zwischen oberster und unterster Tapelage angeordneten Tapelagen des an die Ultraschall-Anregungseinrichtung herangeführten Querschnitts Q der Tapestruktur ausschließlich in den Oberflächen der aneinandergrenzenden Fügezonen und/oder über deren Dicke hinweg erfolgen. In jedem Fall sollte jedoch die unterste und oberste Tapelage einer bereits abgelegten Tapestruktur niemals über deren Dicke hinweg plastifiziert werden, um die Formtreue des Laminats nicht zu gefährden.
- [0031] In einer bevorzugten Ausgestaltung einer Abfolge des Verfahrens ist vorgesehen, das auf die oberste Tapelage einer bereits abgelegten Tapestruktur abgelegte Tape mit der dieses Tape tragenden obersten Tapelage vorzufixieren. Zweckmäßiger Weise kann das Vorfixieren von abgelegtem Tape mit der obersten Tapelage einer bereits abgelegten Tapestruktur über ein punktförmiges Ultraschall-Verschweißen erfolgen, in welchem die Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe im Tape bzw. der obersten Tapelage lokal zumindest aufgeschmolzen und durch anschließende Abkühlung miteinander fixiert werden. Ein Vorfixieren hat eine hinreichende Eigenstabilität der abgelegten Tapestruktur zum Vorteil, so dass die Tapestruktur insgesamt einer auch außerhalb der Tapelegevorrichtung angeordneten Ultraschall-Anregungseinrichtung zugeführt und – wie zuvor beschrieben – sukzessive über ihren Querschnitt Q plastifiziert und konsolidiert werden kann.
- [0032] Erfindungsgemäß bevorzugt ist zur Erhöhung der Lege- und Konsolidierungsrate eine Abfolge bevorzugt, bei welcher mehrere Tapes

simultan, d.h. insbesondere zeitgleich und mehrspurig, gehandhabt werden. Durch eine solche Parallelisierung wird vorteilhaft die Anzahl gelegter Tapes pro Taktfolge entsprechend X (für die Anzahl mehrspurig gehandhabter Tapes) multipliziert.

[0033] Eine erfindungsgemäße Tapelegevorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats für beispielsweise Automobilbauteile weist die zum Verfahren beschriebenen Vorteile auf und ist gekennzeichnet durch:

- a) eine Zuführeinrichtung für das Zuführen von mit Binder- und/oder Matrix-Werkstoffen versehenem abzulegenden Tape an eine Ablegeeinrichtung;
- b) eine Ablegeeinrichtung für das Ablegen von zugeführtem Tape bis zum Erhalt einer zum Laminat korrespondierenden Tapestruktur aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape; wobei nebeneinander abgelegtes Tape eine Tapelage einer Tapestruktur definiert; und
- c) eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Erhalts eines konsolidierten Laminats durch:
 - eine Führungseinrichtung für das Heranführen von einem Querschnitt Q der Tapestruktur aus neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes an eine Ultraschall-Anregungseinrichtung oder umgekehrt;
 - eine Ultraschall-Anregungseinrichtung für ein sukzessives Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung herangeführten Querschnitt Q aneinandergrenzenden Fügezonen aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes der Tapestruktur; und
 - eine Konsolidierungseinrichtung für ein sukzessives Zusammenbringen der plastifizierten Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung herangeführten Querschnitt aneinandergrenzenden Fügezonen aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen und/oder Tapes der Tapestruktur.

[0034] In einer weiteren Ausgestaltung der Tapelegevorrichtung ist vorgesehen, dass die Ablegeeinrichtung eine Vielzahl an Legebalken umfasst, welche

zeitgleich mehrere Tapes einzieht, ablängt und ablegt, wodurch vorteilhaft simultane Abfolgen möglich werden, welche die Legegeschwindigkeit merklich erhöht.

- [0035] In einer weiteren Ausgestaltung der Tapelegevorrichtung ist vorgesehen, dass die Ablegeeinrichtung und/oder die Legebalken und/oder ein Legetisch wenigstens um die Breite eines oder einer Gruppe X abzulegender Tapes zur Seite verschiebbar ausgebildet sind, so dass in sich anschließenden Abfolgen zeitgleich mehrere Tapes eingezogen, ablängt und ablegt werden können.
- [0036] In einer weiteren Ausgestaltung der Tapelegevorrichtung ist vorgesehen, dass die Konsolidierungseinrichtung eine Vielzahl großflächiger Ultraschall-Anregungseinrichtungen umfasst, welche vorzugsweise durchgängig in einer Schweißbalkeneinrichtung oder einer Walzenpaareinrichtung angeordnet sind. Das Vorsehen einer Schweißbalkeneinrichtung hat zum Vorteil, dass die abgelegte Tapestruktur auf dem Legetisch verbleiben kann; das Vorsehen einer Walzenpaareinrichtung hat zum Vorteil, dass die abgelegte Tapestruktur mit Beginn ihrer Konsolidierung auch den Legetisch für den Aufbau und Konsolidieren eines neuen Laminats bereits beginnt frei zu machen.
- [0037] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Schweißbalkeneinrichtung aus einer Vielzahl nebeneinander angeordneter Gleitschuhe gebildet ist, welche insbesondere hinsichtlich Konsolidierungsparameter jeweils gesondert mittels einer gesonderten oder der Steuereinrichtung ansteuerbar ausgebildet sind.
- [0038] Ein solcher Gleitschuh, welcher in einzelnen oder auch kumulativen Merkmalen seiner Ausgestaltung losgelöst von der vorliegenden Erfindung Anwendung finden kann, zeichnet sich insbesondere aus durch eine Zone mit in Bewegungs- oder Gleitrichtung G kurzer Kontaktlänge zum Einkoppeln von Ultraschall-Energie in die Tapestruktur aus Tapelagen und/oder Tape und durch eine sich wenigstens einseitig in Bewegungs- oder Gleitrichtung G anschließenden langen Zone zum Kühlen der Tapestruktur aus Tapelagen und/oder Tapes.
- [0039] Insbesondere hat sich bewährt, die Kontaktfläche der Zone eines

Gleitschuhs zur Einkopplung von Ultraschall-Energie in Gleitrichtung G einfach gekrümmt oder kreissegmentförmig auszugestalten, so dass die Kontaktfläche stark nahezu auf eine linienförmigen Kufe (ähnlich einer kreissegmentförmigen Kufe) reduziert ist.

- [0040] Alternativ oder kumulativ dazu kann mittels einer gesonderten oder der Steuereinrichtung die Anpresskraft, die Gleitgeschwindigkeit und/oder die Ultraschall-Intensität konstant oder variable gesteuert werden, insbesondere in Abhängigkeit der Materialeigenschaften und/oder der Temperatur und/oder Dicke einer bereits abgelegten Tapestruktur aus Tapelagen und/oder Tapes, wobei insbesondere die Flächenpressung auf der US-Einkopplungszone und der anschließenden Kühlzone unterschiedlich groß angesteuert sein können.
- [0041] Schließlich ist in einer Weiterbildung ein Gleitschuh bevorzugt, welcher beispielsweise an seinem hinteren Ende, mit mitfahrenden Sensoren ausgestattet ist, die beispielsweise mittels vorzugsweise schräg eingekoppelten Ultraschall (Sender und Empfänger) die Konsolidierung der Tapestruktur auf Ihre Qualität prüft und Parameter der Steuereinrichtung für eine adaptive Regelung der Konsolidierung, wie insbesondere mittels Änderung der US-Intensität und/oder der Geschwindigkeit und/oder der Anpresskraft, bereitstellt.
- [0042] Die vorliegende Erfindung gestattet vorteilhaft den Aufbau und das Konsolidieren eines Laminats mit hohen Legeraten und mit einer für serientaugliche Anwendungen interessanter Geschwindigkeit.
- [0043] Soweit sie vorteilhaft den Aufbau wie auch das sukzessive Konsolidieren gelegter Tapestrukturen auf ein und demselben Legetisch belässt, ist ein Lösen einzelner Tapes oder Tapelagen in Folge von im Stand der Technik anzutreffender Trennung von Aufbau einerseits und Konsolidieren gelegter Tapestrukturen andererseits prozesssicher vermieden.
- [0044] Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere zum industriellen Aufbau und Konsolidieren eines Laminats für beispielsweise Automobilbauteile, die über einen Thermoformprozess oder in Verbindung mit einem fließfähigen Faserverbundmaterials im Fließpress- oder Spritzgussprozess zum Endbauteil umgeformt werden.

- [0045] Diese und weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele von Aufbau und Konsolidierung eines Laminats näher erläutert.
- [0046] Es zeigen schematisch:
- Fig. 1 bis 11 die einzelnen Verfahrensschritte zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats mittels einer einspurig arbeitenden Tapelegevorrichtung nach der Erfindung;
 - Fig. 12 bis 21 die einzelnen Verfahrensschritte zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats mittels einer mehrspurig arbeitenden Tapelegevorrichtung nach der Erfindung;
 - Fig. 22 eine mittels einer Tapelegevorrichtung nach der Erfindung abgelegten Tapestruktur aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape;
 - Fig. 23 die Konsolidierung der Tapestruktur aus Fig. 22 mittels einer Schweißbalkeneinrichtung einer Tapelegevorrichtung nach der Erfindung;
 - Fig. 24 Details einer aus mehreren variabel ansteuerbaren Gleitschuhen ausgebildeten Schweißbalkeneinrichtung einer Tapelegevorrichtung nach der Erfindung;
 - Fig. 25 einen Gleitschuh aus Fig. 24 in einer vergrößerten Seitenansicht; und
 - Fig. 26 die Konsolidierung der Tapestruktur aus Fig. 22 mittels einer Walzenpaareinrichtung einer Tapelegevorrichtung nach der Erfindung.
- [0047] Bei der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Bauteile.
- [0048] Fig. 1 bis 11 zeigen die einzelnen Verfahrensschritte zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats 90 mittels einer einspurig arbeitenden Tapelegevorrichtung 1 nach der Erfindung, welche gekennzeichnet ist durch:
- a) eine Zuführeinrichtung 10 für das Zuführen von mit Binder- und/oder Matrix-Werkstoffen versehenem abzulegenden Tape 93 an eine Ablegeeinrichtung 20;
 - b) eine Ablegeeinrichtung 20 für das Ablegen von zugeführtem Tape 93 bis zum Erhalt einer zum Laminat 90 korrespondierenden Tapestruktur 91

aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape 93; wobei nebeneinander abgelegtes Tape 93 eine Tapelage 92 einer Tapestruktur 91 definiert; und
c) eine Steuereinrichtung 30 zur Steuerung des Erhalts eines konsolidierten Laminats 90 durch:

- eine Führungseinrichtung 40 für das Heranführen von einem Querschnitt (Q) der Tapestruktur 91 aus neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen 92 und/oder Tapes 93 an eine Ultraschall-Anregungseinrichtung 50 oder umgekehrt;
- eine Ultraschall-Anregungseinrichtung 50 für ein sukzessives Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung 50 herangeführten Querschnitt Q aneinandergrenzenden Fügezonen 95 aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen 92 und/oder Tapes 93 der Tapestruktur 91; und
- eine Konsolidierungseinrichtung 60 für ein sukzessives Zusammenbringen der plastifizierten Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung 50 herangeführten Querschnitt Q aneinandergrenzenden Fügezonen 95 aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen 92 und/oder Tapes 93 der Tapestruktur 91.

[0049] Wie in Fig. 1 dargestellt, wird also zum Aufbau eines Laminats 90 zunächst mittels einer Zuführeinrichtung 10 abzulegende Fasertapes 93 beispielsweise von einer Spule oder Rolle 11 abgezogen, auf die erforderliche Länge abgeschnitten (vgl. Fig. 2) und nach Zuführung an eine Ablegeeinrichtung 20 mittels dieser über den Legetisch 61 einer Konsolidierungseinrichtung 60 positioniert. Wie Fig. 3 zeigt fährt die Ablegeeinrichtung 20 sodann um die Breite B eines Tapes 93 nach rechts sowie zurück an die Zuführeinrichtung 10, und greift sich – wie in Fig. 4 gezeigt – von der dortigen Spule 11 ein neu abzulegendes Tape 93 zwecks zum bereits abgelegten Tape 93 benachbarten Positionierung auf dem Legetisch 61 (Fig. 5).

[0050] Die in Fig. 6 dargestellte Tapelegevorrichtung 1 verbessert die bislang beschriebene Abfolge dahin gehend, dass diese 1 im Endbereich erster abzulegender Tapes 93 eine zweite Zuführeinrichtung 10 nebst Rolle 11

vorsieht, so dass die Ablegeeinrichtung 20 nur noch seitlich verfahren und beim Rückhub bereits neues Tape 93 ablegen kann.

- [0051] Diese Abfolge ist für ein jedes abzulegendes Tape 93 solange erforderlich, bis eine erste Tapelage 92 auf dem Legetisch 61 abgelegt ist (Fig. 7). Um die Tapes 93 der ersten Tapelage 92 auf dem Legetisch 61 hinreichend zu fixieren, kann dieser 61 vakuumierbar ausgebildet sein (nicht dargestellt).
- [0052] Wie in Fig. 8 dargestellt, werden auf einer so gebildeten obersten Tapelage 92 einer abgelegten Tapestruktur 91 weitere Tapes 93 abgelegt und über punktförmiges Verschweißen mittels Ultraschall-Schweißköpfen 71 zueinander vorfixiert (Lage Fixierung), damit die Tapes 93 sich nach dem Positionieren und/oder erstem Andrücken nicht ungewollt verschieben bzw. durch Eigenspannungen hochstehen. Soweit also die Ablage von Tapes 93 auf der obersten Tapelage 92 einer bereits abgelegten Tapestruktur 91 erfolgt, ist eine Vorfixier-Einrichtung 70 bevorzugt, welche punktförmige Ultraschall-Schweißköpfe 71 umfasst für das Vorfixieren von abgelegtem Tape 93 mit der obersten Tapelage 92 einer bereits abgelegten Tapestruktur 91 mittels Schweißpunkten 72.
- [0053] Um dabei den konstruktiven Aufwand der Vorrichtung 1 einfach zu halten, können die Vorfixier-Einrichtung 70 und/oder deren Ultraschall-Schweißköpfe 71 Teil der Ablegeeinrichtung 20 sein (vgl. bisherige Figuren).
- [0054] Fig. 9 zeigt die Ablage weiterer Tapes 93 auf der obersten Tapelage 92 einer bereits abgelegten Tapestruktur 91 analog Fig. 3 bis 5, also ohne einer zweiten Zuführeinrichtung 10 im Endbereich abgelegter Tapes 93; Fig. 10 zeigt die Ablage weiterer Tapes 93 auf der obersten Tapelage 92 einer bereits abgelegten Tapestruktur 91 analog Fig. 6, also mit einer zweiten Zuführeinrichtung im Endbereich abgelegter Tapes 93 oder daraus gebildeter Tapelagen 92. Fig. 11 schließlich zeigt vergleichbar zu dem in Fig. 7 dargestellten Legezustand die Situation für zwei aufeinander abgelegte Tapelagen 92.
- [0055] Fig. 12 bis 21 zeigen die einzelnen Verfahrensschritte zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats 90 mittels einer mehrspurig arbeitenden Tapelegevorrichtung 1 nach der Erfindung, welche bei erforderlicher

Steigerung von Legeraten bevorzugt ist.

- [0056] Im Unterschied zu der in den Fig. 1 bis 11 dargestellten Tapelegevorrichtung 1 weist die in den Figuren 12 bis 21 dargestellte Tapelegevorrichtung 1 eine mehrspurig aufgebaute Zuführeinrichtung 10 sowie eine mehrspurig aufgebaute Ablegeeinrichtung 20 auf.
- [0057] Die Fig. 13 bis 20 zeigen nun die mehrspurigen Abfolgen analog zu den Figuren 2 bis 11.
- [0058] Unabhängig davon, ob ein erster Abschnitt einer Tapestruktur 91 in einer einspurigen (Fig. 1 bis 11) oder mehrspurigen (Fig. 12 bis 20) Abfolge erhalten ist, kann – wie in Fig. 21 dargestellt – an diesen ersten Abschnitt einer Tapestruktur 91 weitere Abschnitte einer Tapestruktur 91 angelegt werden.
- [0059] Fig. 22 zeigt eine mittels einer Tapelegevorrichtung 1 nach der Erfindung abgelegten Tapestruktur 91 aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape 93.
- [0060] Fig. 23 zeigt die Konsolidierung der Tapestruktur aus Fig. 22 mittels einer Schweißbalkeneinrichtung 53 einer Tapelegevorrichtung 1 nach der Erfindung. Nach Abschluss eines einzeln oder mehrspurig durchgeführten Legevorgangs werden vorfixierte Tapestrukturen 91 einem Folgeprozess zugeführt. In diesem Folgeprozess werden die vorfixierten Tapes 93 und/oder Tapelagen 92 einer abgelegten Tapestruktur 91 schrittweise unter einer Ultraschall-Schweißbalkeneinrichtung 53 „durchgetaktet“, welche mit einer Vielzahl an großflächigen Ultraschall-Anregungseinrichtungen 30 ausgerüstet ist, die in nebeneinander angeordneten Gleitschuhen 80 angeordnet sind und die Tapestruktur 91 aus Tapelagen 92 und/oder Tapes 93 sukzessive, weitgehend vollflächig, konsolidiert.
- [0061] Die nötige Wärme wird durch eine hochfrequente mechanische Schwingung erreicht, welche zwischen den Bauteilen durch Molekular- und Grenzflächenreibung entsteht.
- [0062] Das zur Gruppe der Reibschweißungen zählende Ultraschallschweißen ist durch sehr geringe Schweißzeiten und hohe Wirtschaftlichkeit gekennzeichnet. Für gewöhnlich wird dabei mit Hilfe eines Generators

hochfrequenter Wechselstrom erzeugt und über ein geschirmtes Kabel zu einem Ultraschallwandler, dem sogenannten Konverter übertragen, der daraus mit Hilfe des piezoelektrischen oder des magnetostriktiven Effekts mechanische Ultraschallfrequenz erzeugt. Diese Schwingungen werden über ein Amplitudentransformationsstück auf die Sonotrode übertragen. Unterschiedliche Anwendungen erfordern unterschiedliche Bauformen von Sonotroden, die meist aus Stahl, Aluminium oder Titan hergestellt werden. Die Amplitude der Schwingung und die Impedanzanpassung werden durch die Form und Masse des Amplitudentransformationsstückes beeinflusst.

- [0063] Fig. 24 zeigt Details einer aus mehreren variabel ansteuerbaren Ultraschall-Gleitschuhen 80 ausgebildeten Schweißbalkeneinrichtung 54 einer Tapelegevorrichtung 1 nach der Erfindung. Erkennbar ist, dass die Vielzahl nebeneinander angeordneten Gleitschuhe 80 insbesondere hinsichtlich Konsolidierungsparameter jeweils gesondert mittels einer gesonderten oder der Steuereinrichtung 30 ansteuerbar ausgebildet sind. Je nach Grad erwünschter, nämlich im Rahmen der Konsolidierung einzelner Tapes 93 und/oder Tapelagen 92, oder unerwünschter Fließvorgänge und/oder Faserverschiebungen einzelner Tapes 93 und/oder Tapelagen 92 können so innerhalb der Tapestruktur 91 in einer bevorzugten Abfolge des Verfahrens das sukzessive Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in zwischen oberster und unterster Tapelage 92 angeordneten Tapelagen 92 des an die Ultraschall-Anregungseinrichtung 50 herangeführten Querschnitts Q der Tapestruktur 91 ausschließlich in den Oberflächen 96 der aneinandergrenzenden Fügezonen 95 und/oder über deren Dicke hinweg erfolgen. In jedem Fall werden jedoch die unterste und oberste Tapelage 92 einer bereits abgelegten Tapestruktur 91 niemals über deren Dicke hinweg plastifiziert, um die Formtreue des Laminats 90 nicht zu gefährden.
- [0064] Bei diesem als Konsolidierung bezeichneten Vorgang werden die Fügeparameter (also die Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe) erfindungsgemäß bevorzugt ausschließlich in allen Kontaktoberflächen 95 zweier Tapelagen 92 bis zum Plastifizieren erhitzt. Fehlt es an einer

Fügezone 95 zwischen zwei Tapelagen 92, bleibt eine Verbindung aus (in den Figuren 23 und 26 als Kontaktfreiflächen 97 gekennzeichnet). Die Verbindungen dagegen, also die, weit möglichst vollflächige, Verklebung bzw. Verschweißung infolge Plastifizierung der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in beispielsweise allen Oberflächen 96 von abzulegendem Tape 93 mit den Binder- und/oder Matrix-Werkstoffen in Fügezonen 95 der obersten Tapelage 92 einer bereits abgelegten Tapestruktur 91, entsteht derart, dass die oberflächennahen Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe im schmelzflüssigen oder fließfähigen Aggregatzustand infolge Plastifizierung sich vollständig verbinden und idealerweise Polymerketten sich teilweise verschlaufen und/oder kovalente Bindungen bilden.

[0065] Fig. 25 zeigt einen Ultraschall-Gleitschuh 80 aus Fig. 24 in einer vergrößerten Seitenansicht. Der dargestellte Gleitschuh 80, welcher in einzelnen oder auch kumulativen Merkmalen seiner Ausgestaltung losgelöst von der vorliegenden Erfindung Anwendung finden kann, zeichnet sich insbesondere aus durch eine Zone 81 mit in Bewegungs- oder Gleitrichtung G kurzer Kontaktlänge 83 zum Einkoppeln von Ultraschall-Energie in die Tapestruktur 91 aus Tapelagen 92 und/oder Tape 93 und durch eine sich wenigstens einseitig in Bewegungs- oder Gleitrichtung G anschließenden langen Zone 82 zum Kühlen der Tapestruktur 91 aus Tapelagen 92 und/oder Tapes 93. Dabei hat sich insbesondere bewährt, die Kontaktfläche 83 der Zone 81 eines Gleitschuhs 80 zur Einkopplung von Ultraschall-Energie in Gleitrichtung G einfach gekrümmt oder kreissegmentförmig auszugestalten, so dass die Kontaktfläche 83 stark nahezu auf eine linienförmigen Kufe („ähnlich einer kreissegmentförmigen Kufe“) reduziert ist. Alternativ oder kumulativ dazu kann mittels einer gesonderten oder der Steuereinrichtung 30 die Anpresskraft, die Gleitgeschwindigkeit und/oder die Ultraschall-Intensität konstant oder variable gesteuert werden, insbesondere in Abhängigkeit der Materialeigenschaften und/oder der Temperatur und/oder Dicke einer bereits abgelegten Tapestruktur 91 aus Tapelagen 92 und/oder Tapes 93, wobei insbesondere die Flächenpressung auf der US-Einkopplungszone

81 und der anschließenden Kühlzone 82 unterschiedlich groß ausgesteuert sein können. Schließlich ist in einer Weiterbildung ein Ultraschall-Gleitschuh 80 bevorzugt, welcher beispielsweise an seinem hinteren Ende, mit mitfahrenden Sensoren (nicht dargestellt) ausgestattet ist, die beispielsweise mittels vorzugsweise schräg eingekoppelten Ultraschall (Sender und Empfänger) die Konsolidierung der Tapestruktur 91 auf Ihre Qualität prüft und Parameter der Steuereinrichtung 30 für eine adaptive Regelung der Konsolidierung, wie insbesondere mittels Änderung der US-Intensität und/oder der Geschwindigkeit und/oder der Anpresskraft, bereitstellt.

- [0066] Fig. 26 schließlich zeigt die Konsolidierung der Tapestruktur aus Fig. 22 mittels einer Walzenpaareinrichtung 54 einer Tapelegevorrichtung 1 nach der Erfindung. Der Einsatz eines Ultraschall-beaufschlagtes Walzenpaars ist insbesondere bei der Herstellung von Tapestrukturen (Tailored Blanks) 91 mit insbesondere konstanter Dicke von Interesse. Das Walzenpaar kann beispielsweise an einer Längsseite des Legetisches 61 angeordnet sein und so alternativ zu der zuvor beschriebenen Konsolidierung mittels einer Schweißbalkeneinrichtung 53 über einzelne in den Walzen der Walzenpaareinrichtung 54 angeordneten Ultraschall-Anregungseinrichtungen 30 im Taktverfahren, ein – weitgehend vollflächiges – Verschweißen mittels einen kontinuierlichen Durchlaufs der Tapestruktur 91 aus neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen 92 und/oder Tapes 93, insbesondere beim Abzug vom Legetisch 61, durch das Ultraschall-beaufschlagtes Walzenpaar erzielen.
- [0067] Indem erfindungsgemäß die Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung 50 herangeführten Querschnitt Q aneinandergrenzenden Fügezonen 95 aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen 92 und/oder Tapes 93 der Tapestruktur 91 sukzessive plastifiziert und konsolidiert werden, kann eine zuvor zum Laminat 90 korrespondierende, aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape 93 erhaltene Tapestruktur 91 vorteilhaft insgesamt einer Ultraschall-Anregungseinrichtung 50 zugeführt werden.
- [0068] Indem eine zuvor zum Laminat 90 korrespondierende, aus neben- und

aufeinander abgelegtem Tape 93 erhaltene Tapestruktur 91 insgesamt einer Ultraschall-Anregungseinrichtung 50 zugeführt und sukzessive über ihren Querschnitt Q plastifiziert und konsolidiert wird, können auch großflächige Tapestrukturen 91 beziehungsweise Lamine 90 aus, vorzugsweise 30 bis 150 mm breiten, Tapes 93 vorteilhaft mit hohen Legeraten aufgebaut und mit einer für serientaugliche Anwendungen interessanten Geschwindigkeit konsolidiert werden.

- [0069] Die vorliegende Erfindung gestattet vorteilhaft den Aufbau und das Konsolidieren eines Laminats 90 mit hohen Legeraten und mit einer für serientaugliche Anwendungen interessanter Geschwindigkeit.
- [0070] Soweit sie vorteilhaft den Aufbau wie auch das sukzessive Konsolidieren gelegter Tapestrukturen 91 auf ein und demselben Legetisch 61 belässt, ist ein Lösen einzelner Tapes 93 oder Tapelagen 92 in Folge von im Stand der Technik anzutreffender Trennung von Aufbau einerseits und Konsolidieren gelegter Tapestrukturen 91 andererseits prozesssicher vermieden.
- [0071] Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere zum industriellen Aufbau und Konsolidieren eines Laminats 90 für beispielsweise Automobilbauteile, die über einen Thermoformprozess oder in Verbindung mit einem fließfähigen Faserverbundmaterials im Fließpress- oder Spritzgussprozess zum Endbauteil umgeformt werden.
- [0072] Bezugszeichenliste:
- 1 Tapelegevorrichtung
 - 10 Zuführeinrichtung
 - 11 Spule, Rolle
 - 20 Ablegeeinrichtung
 - 30 Steuereinrichtung
 - 40 Führungseinrichtung
 - 50 Anregungseinrichtung
 - 53 Schweißbalkeneinrichtung
 - 54 Walzenpaareinrichtung
 - 60 Konsolidierungseinrichtung
 - 61 Legetisch

70 Vorfixier-Einrichtung
71 Ultraschall-Schweißkopf
72 Schweißpunkt
80 Gleitschuh
81 Einkopplungszone des Gleitschuhs 80
82 Kühlzone des Gleitschuhs 80
83 Kontaktfläche der Einkoppelzone 81
90 Laminat
91 Tapestruktur
92 Tapelage
93 Tape
95 Fügezonen
96 Oberfläche der Fügezonen
97 Flächenabschnitten
Q Querschnitt
B Breite eines Tapes 93
X Anzahl mehrspurig gehandhabter Tapes 93a, 93b, 93c, 93d, ...
G Gleitrichtung

Ansprüche

1. Verfahren zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats (90) für beispielsweise Automobilbauteile mittels einer Tapelegevorrichtung (1),
gekennzeichnet durch:
 - a) ein Zuführen von mit Binder- und/oder Matrix-Werkstoffen versehenem abzulegenden Tape (93) an eine Ablegeeinrichtung (20);
 - b) ein Ablegen von zugeführtem Tape (93) mittels der Ablegeeinrichtung (20) bis zum Erhalt einer zum Laminat (90) korrespondierenden Tapestruktur (91) aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape (93); wobei nebeneinander abgelegtes Tape (93) eine Tapelage (92) einer Tapestruktur (91) definiert; und
 - c) ein Steuern des Erhalts eines konsolidierten Laminats (90) durch:
 - ein Heranführen von einem Querschnitt (Q) der Tapestruktur (91) aus neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) an eine Ultraschall-Anregungseinrichtung (30) oder umgekehrt;
 - ein sukzessives Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung (30) herangeführten Querschnitt (Q) aneinandergrenzenden Fügezonen (95) aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) der Tapestruktur (91); und
 - ein sukzessives Zusammenbringen der plastifizierten Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung (30) herangeführten Querschnitt (Q) aneinandergrenzenden Fügezonen (95) aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) der Tapestruktur (91).
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in einer Abfolge des Verfahrens das sukzessive Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe ausschließlich in den Oberflächen (96) der an neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) angrenzenden Fügezonen (95) von zumindest unterster und oberster Tapelage (92) des an die Ultraschall-Anregungseinrichtung (50) herangeführten Querschnitts (Q) der Tapestruktur (91) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem in einer Abfolge des Verfahrens das sukzessive Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe ausschließlich in den Oberflächen (96) der aneinandergrenzenden Fügezonen

- (95) aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) des an die Ultraschall-Anregungseinrichtung (50) herangeführten Querschnitts (Q) der Tapestruktur (91) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem in einer Abfolge des Verfahrens das sukzessive Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in zwischen oberster und unterster Tapelage (92) angeordneten Tapelagen (92) des an die Ultraschall-Anregungseinrichtung (50) herangeführten Querschnitts (Q) der Tapestruktur (91) ausschließlich in den Oberflächen (96) der aneinandergrenzenden Fügezonen (95) und/oder über deren Dicke hinweg erfolgt.
 5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem in einer Abfolge des Verfahrens auf die oberste Tapelage (92) einer bereits abgelegten Tapestruktur (91) abgelegtes Tape (93) mit der dieses Tape (93) tragenden obersten Tapelage (92), insbesondere über ein punktförmiges Ultraschall-Verschweißen, vorfixiert wird.
 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem in einer Abfolge des Verfahrens mehrere Tapes (93a, 93b, 93c, 93d, 93e, ...) simultan gehandhabt werden.
 7. Tapelegevorrichtung (1) zur Durchführung eines Verfahrens zum Aufbau und Konsolidieren eines Laminats (90) für beispielsweise Automobilbauteile, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, **gekennzeichnet durch:**
 - a) eine Zuführeinrichtung (10) für das Zuführen von mit Binder- und/oder Matrix-Werkstoffen versehenem abzulegenden Tape (93) an eine Ablegeeinrichtung (20);
 - b) eine Ablegeeinrichtung (20) für das Ablegen von zugeführtem Tape (93) bis zum Erhalt einer zum Laminat (90) korrespondierenden Tapestruktur (91) aus neben- und aufeinander abgelegtem Tape (93); wobei nebeneinander abgelegtes Tape (93) eine Tapelage (92) einer Tapestruktur (91) definiert; und
 - c) eine Steuereinrichtung (30) zur Steuerung des Erhalts eines konsolidierten Laminats (90) durch:
 - eine Führungseinrichtung (40) für das Heranführen von einem Querschnitt (Q) der Tapestruktur (91) aus neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) an eine Ultraschall-Anregungseinrichtung (50) oder

umgekehrt;

- eine Ultraschall-Anregungseinrichtung (50) für ein sukzessives Plastifizieren der Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung (50) herangeführten Querschnitt (Q) aneinandergrenzenden Fügezonen (95) aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) der Tapestruktur (91); und - eine Konsolidierungseinrichtung (60) für ein sukzessives Zusammenbringen der plastifizierten Binder- und/oder Matrix-Werkstoffe in allen im an die Ultraschall-Anregungseinrichtung (50) herangeführten Querschnitt (Q) aneinandergrenzenden Fügezonen (95) aller neben- und aufeinander abgelegten Tapelagen (92) und/oder Tapes (93) der Tapestruktur (91).

8. Tapelegevorrichtung (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ablegeeinrichtung (20) eine Vielzahl an Legebalken (21) umfasst, welche zeitgleich mehrere Tapes (93a, 93b, 93c, 93d, 93e, ...) einzieht, ablängt und ablegt.
9. Tapelegevorrichtung (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ablegeeinrichtung (20) und/oder die Legebalken (21) und/oder ein Legetisch (41) wenigstens um die Breite eines oder einer Gruppe (X) abzulegender Tapes (93) zur Seite verschiebbar ausgebildet sind.
10. Tapelegevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Konsolidierungseinrichtung (40) eine Vielzahl großflächiger Ultraschall-Anregungseinrichtungen (50) umfasst, welche vorzugsweise durchgängig in einer Schweißbalkeneinrichtung (53) oder einer Walzenpaareinrichtung (54) angeordnet sind.
11. Tapelegevorrichtung (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schweißbalkeneinrichtung (53) aus einer Vielzahl nebeneinander angeordneter Gleitschuhe (80) gebildet ist, welche insbesondere hinsichtlich Konsolidierungsparameter jeweils gesondert mittels einer gesonderten oder der Steuereinrichtung (30) ansteuerbar ausgebildet sind.
12. Tapelegevorrichtung (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein jeder Gleitschuh (80) eine Zone (81) mit in Bewegungs- oder Gleitrichtung (G) kurzer Kontaktlänge (83) zum Einkoppeln von Ultraschall-Energie in die Tapestruktur (91) aus Tapelagen (92) und/oder Tape (93) und eine sich

wenigstens einseitig in Bewegungs- oder Gleitrichtung (G) anschließenden langen Zone (82) zum Kühlen der Tapestruktur (91) aus Tapelagen (92) und/oder Tapes (93).

13. Tapelegevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfläche (83) der Zone (81) eines Gleitschuhs (80) zur Einkopplung von Ultraschall-Energie in Gleitrichtung (G) einfach gekrümmt oder kreissegmentförmig gestaltet ist, so dass die Kontaktfläche (83) nahezu auf eine linienförmigen Kufe reduziert ist.
14. Tapelegevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels einer gesonderten oder der Steuereinrichtung (30) die Anpresskraft, die Gleitgeschwindigkeit und/oder die Ultraschall-Intensität konstant oder variable gesteuert wird, insbesondere in Abhängigkeit der Materialeigenschaften und/oder der Temperatur und/oder Dicke einer bereits abgelegten Tapestruktur (91) aus Tapelagen (92) und/oder Tapes (93), wobei insbesondere die Flächenpressung auf der US-Einkopplungszone (81) und der anschließenden Kühlzone (82) unterschiedlich groß angesteuert werden.
15. Tapelegevorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gleitschuh (80), beispielsweise an seinem hinteren Ende, mit mitfahrenden Sensoren (84) ausgestattet ist, die beispielsweise mittels vorzugsweise schräg eingekoppelten Ultraschall die Konsolidierung der Tapestruktur (91) auf Ihre Qualität prüft und Parameter der Steuereinrichtung (30) für eine adaptive Regelung der Konsolidierung, wie insbesondere mittels Änderung der US-Intensität und/oder der Geschwindigkeit und/oder der Anpresskraft, bereitstellt.

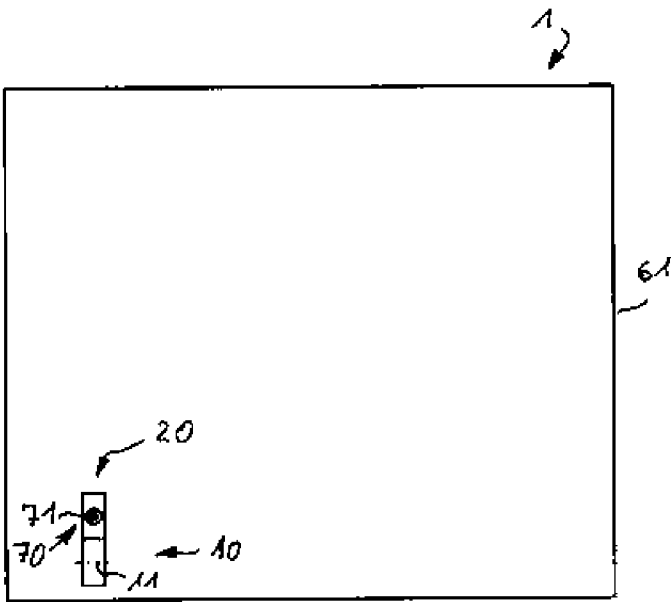


Fig. 1

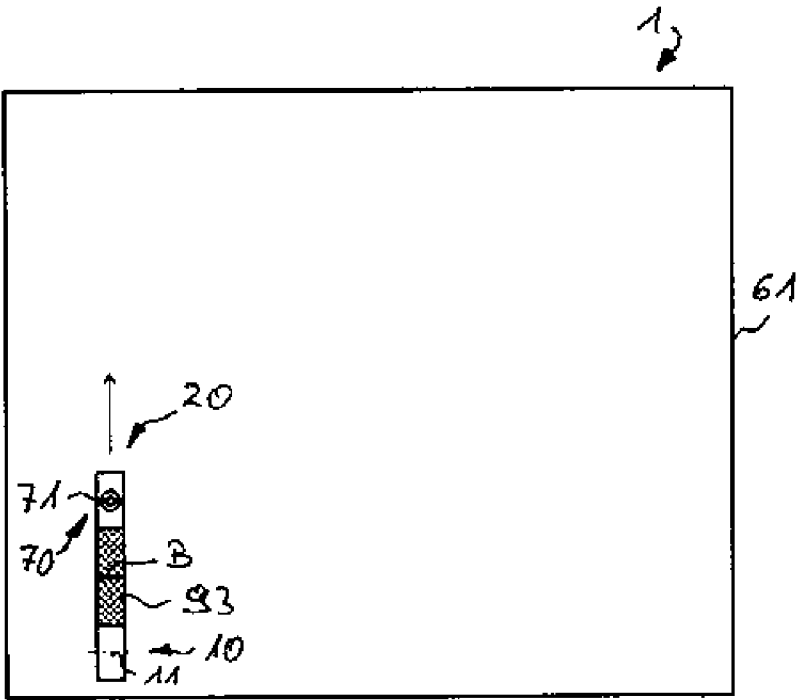


Fig. 2

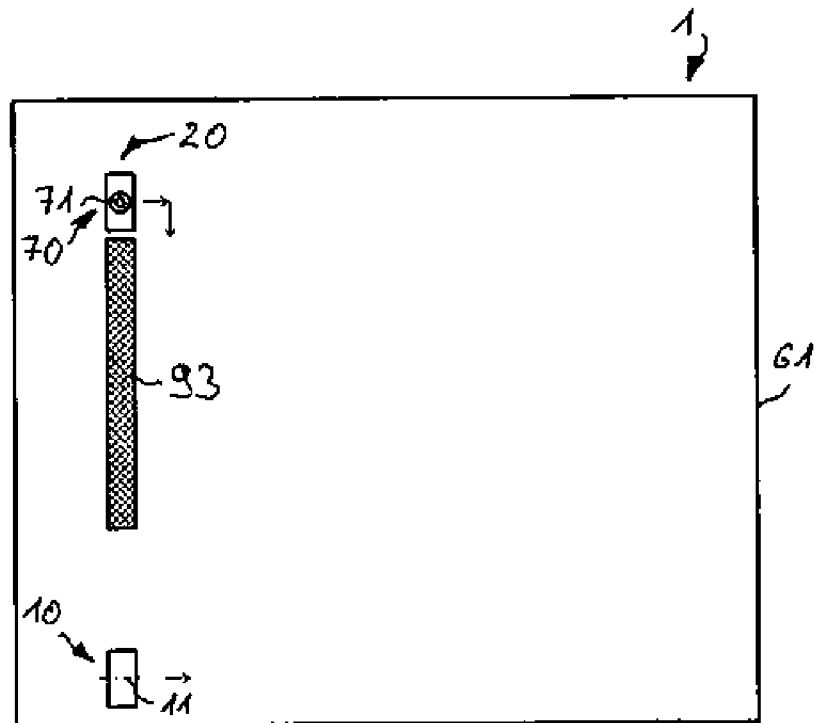


Fig. 3

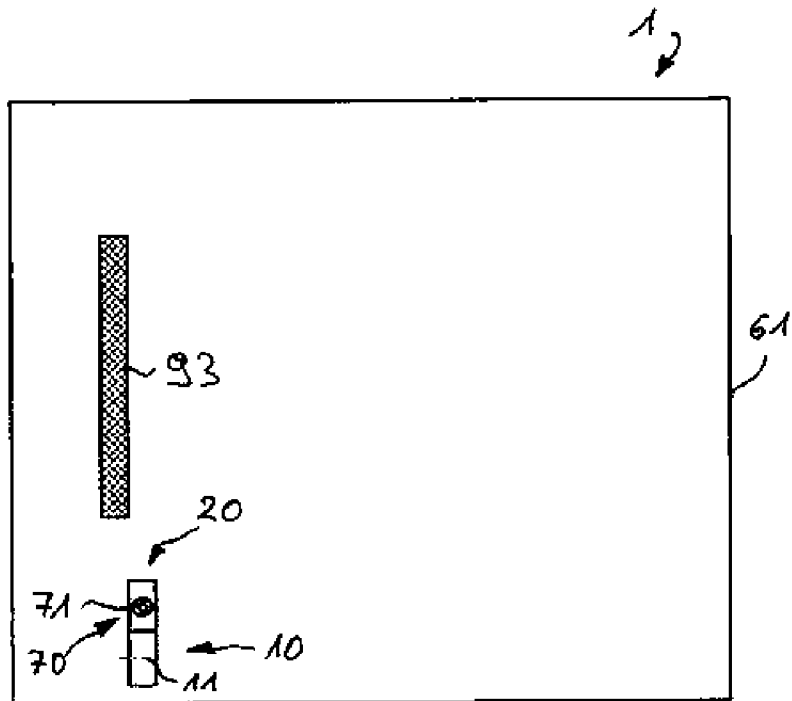


Fig. 4

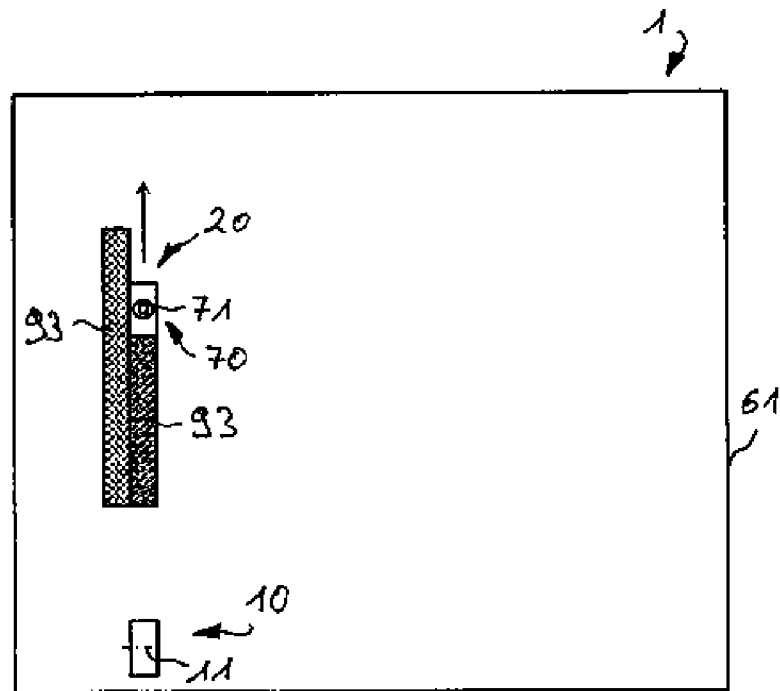


Fig. 5

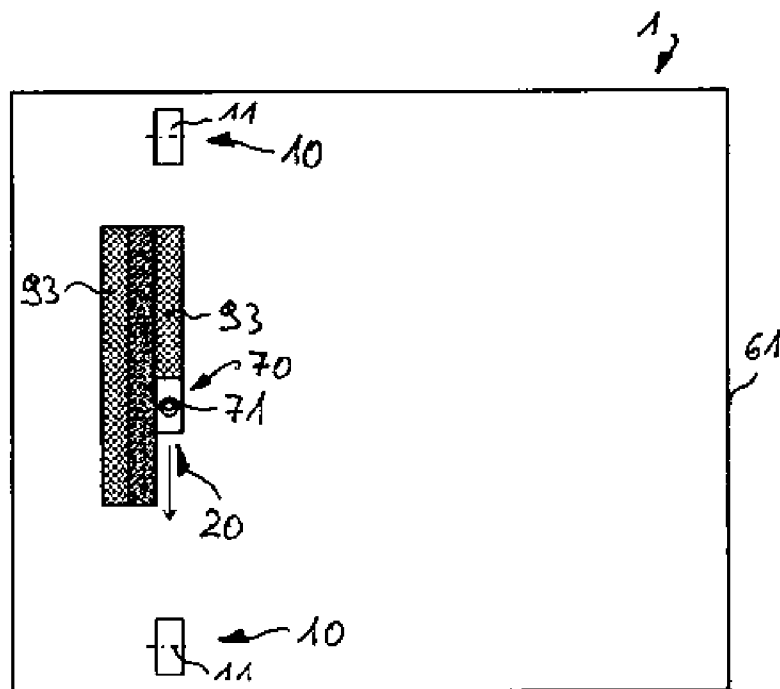


Fig. 6

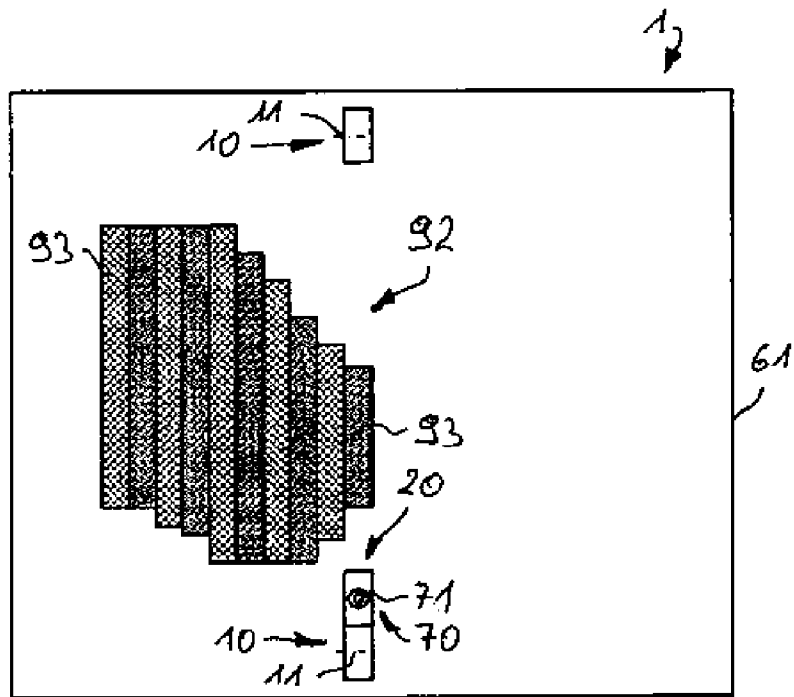


Fig. 7

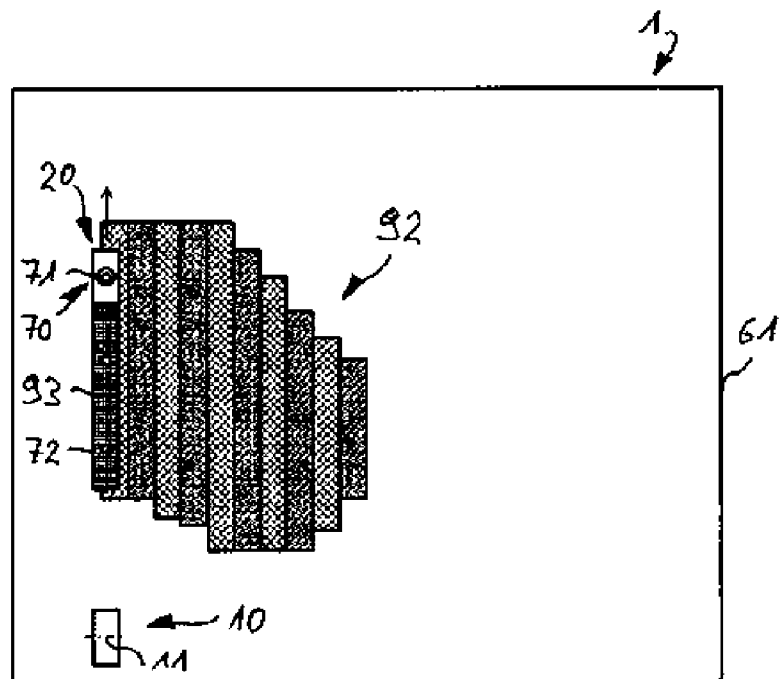


Fig. 8

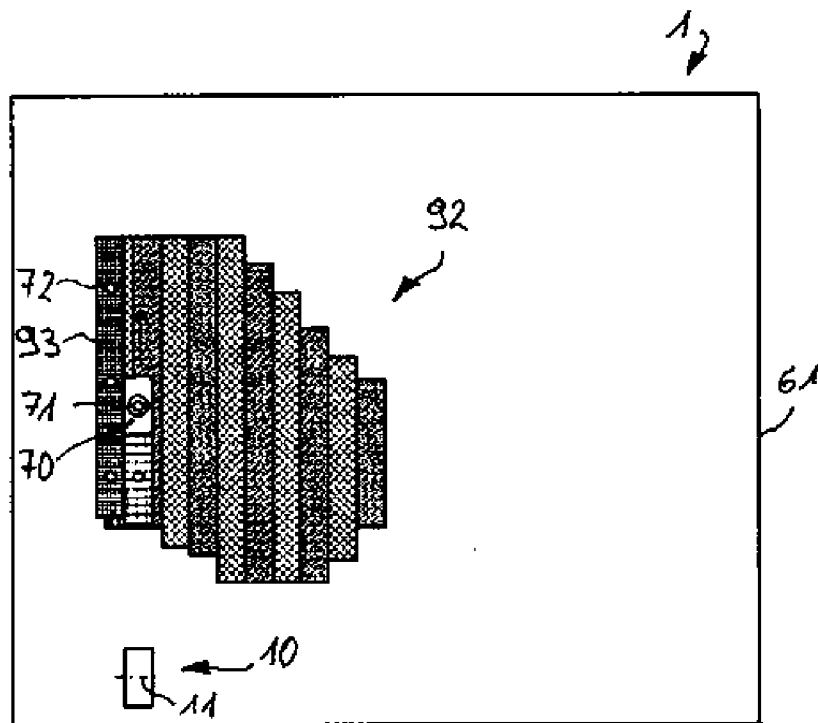


Fig. 9

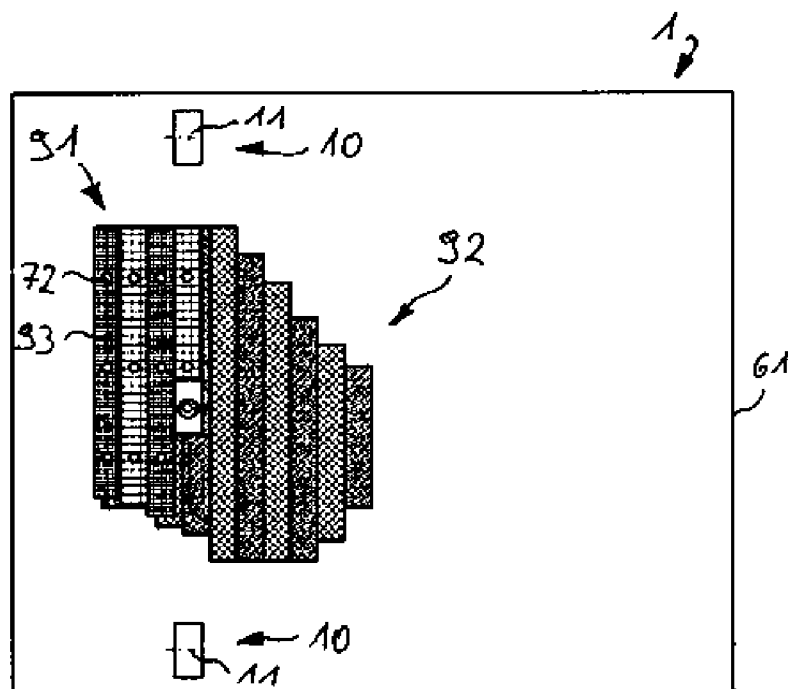


Fig. 10

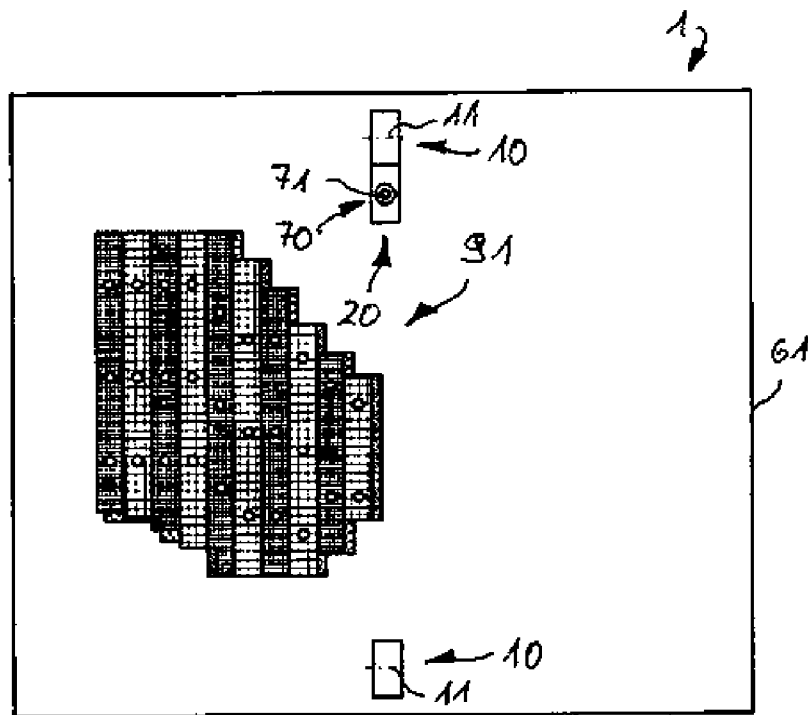


Fig. 11

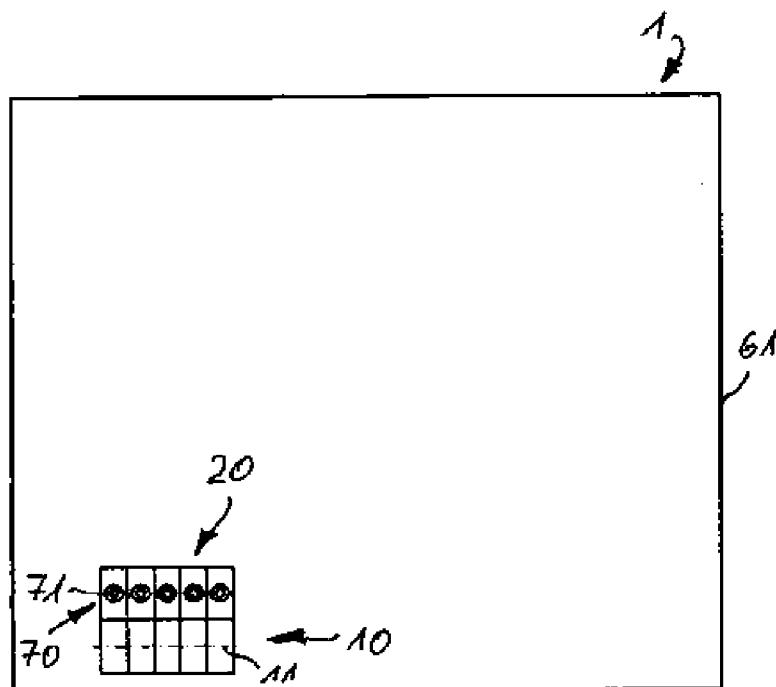


Fig. 12

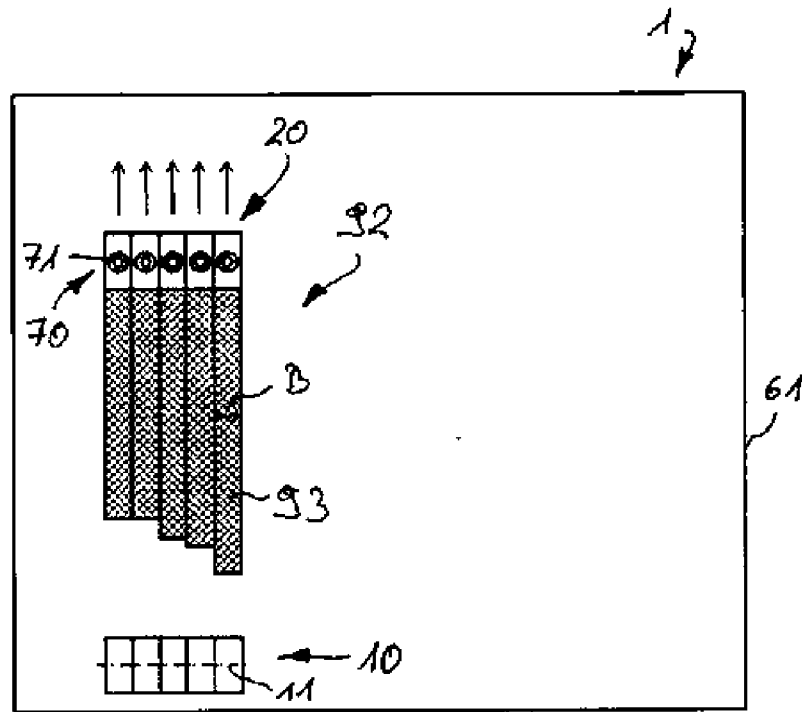


Fig. 13

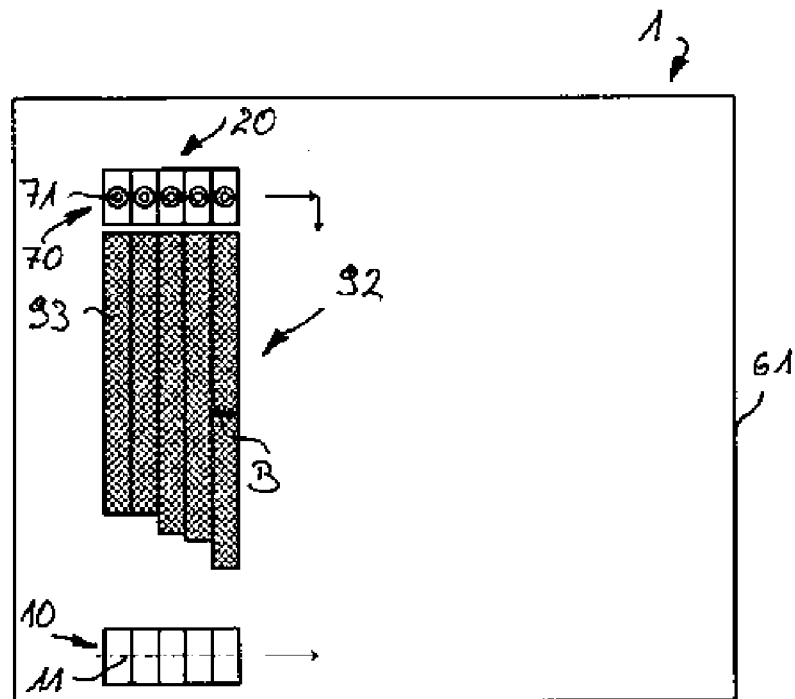


Fig. 14

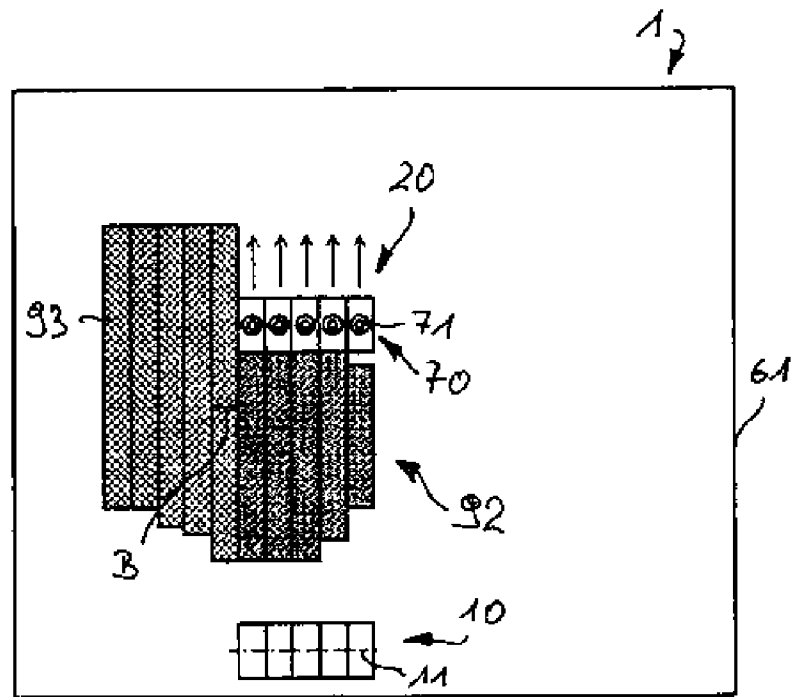


Fig. 15

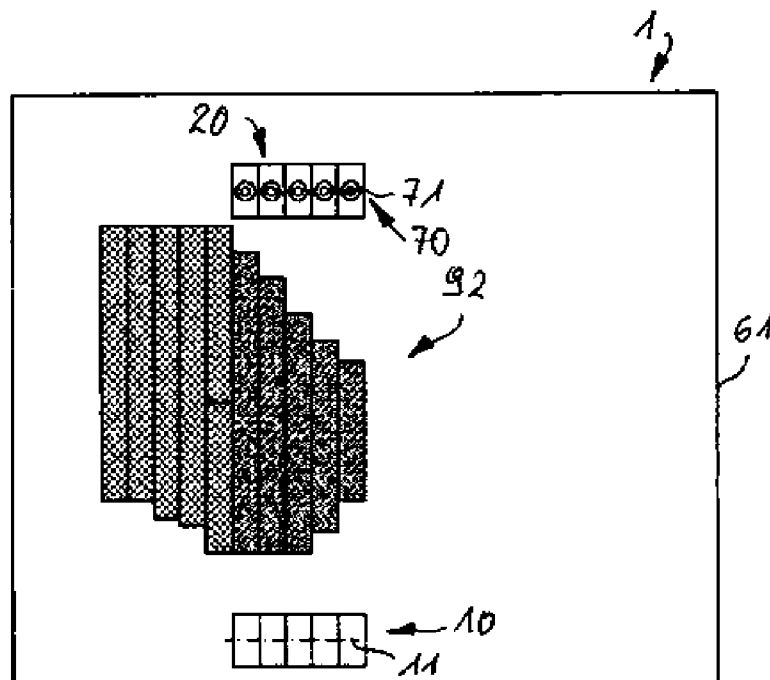


Fig. 16

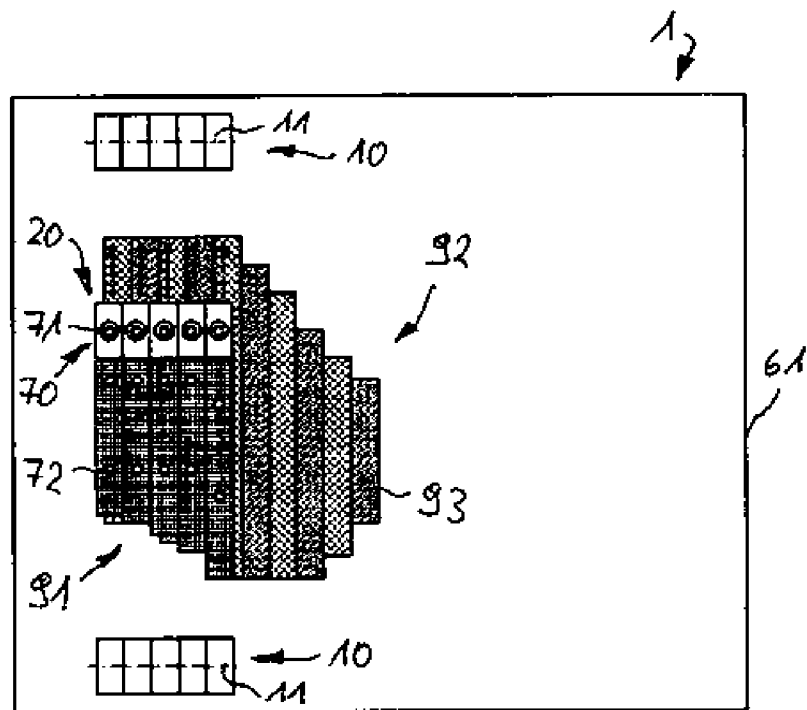


Fig. 17

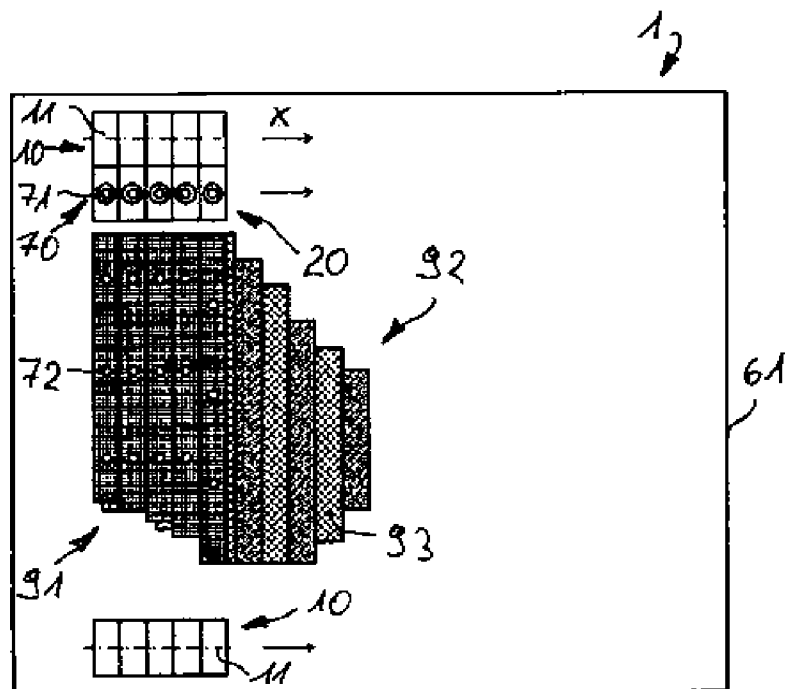


Fig. 18

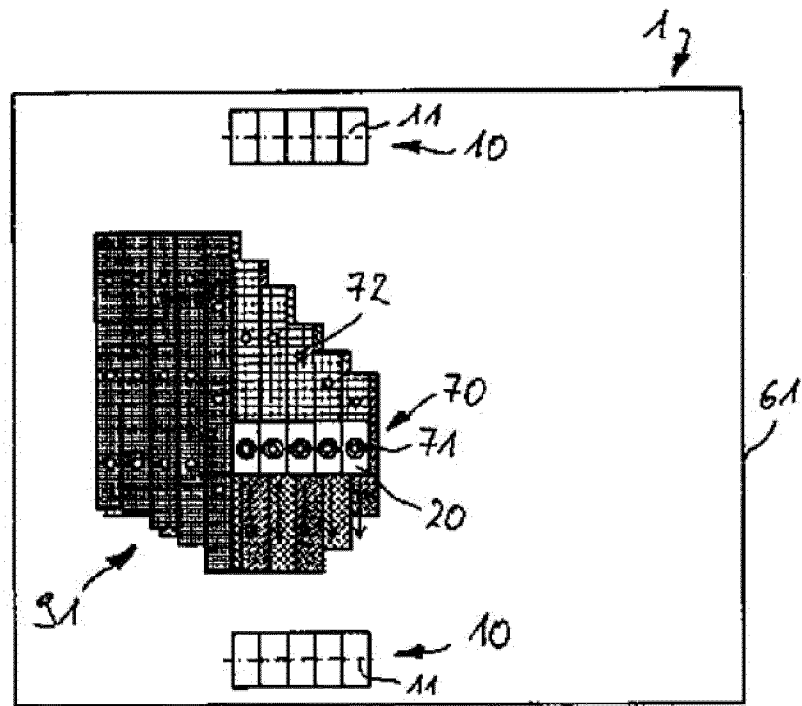


Abb. 19

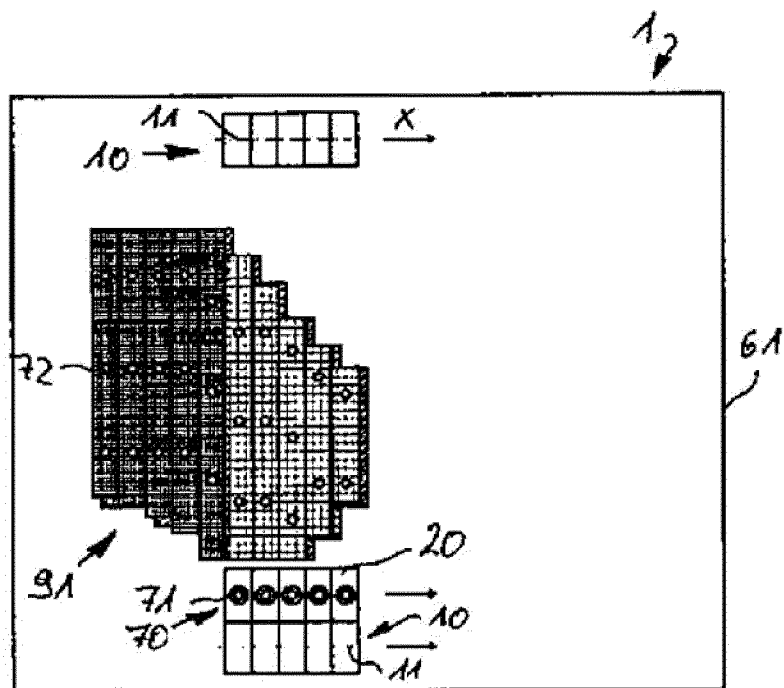


Abb. 20

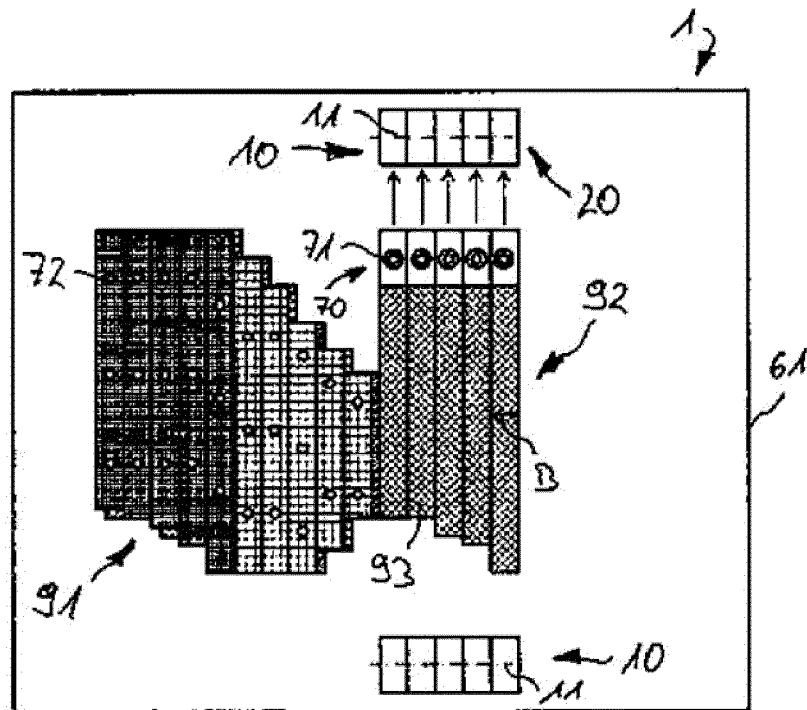


Abb. 21

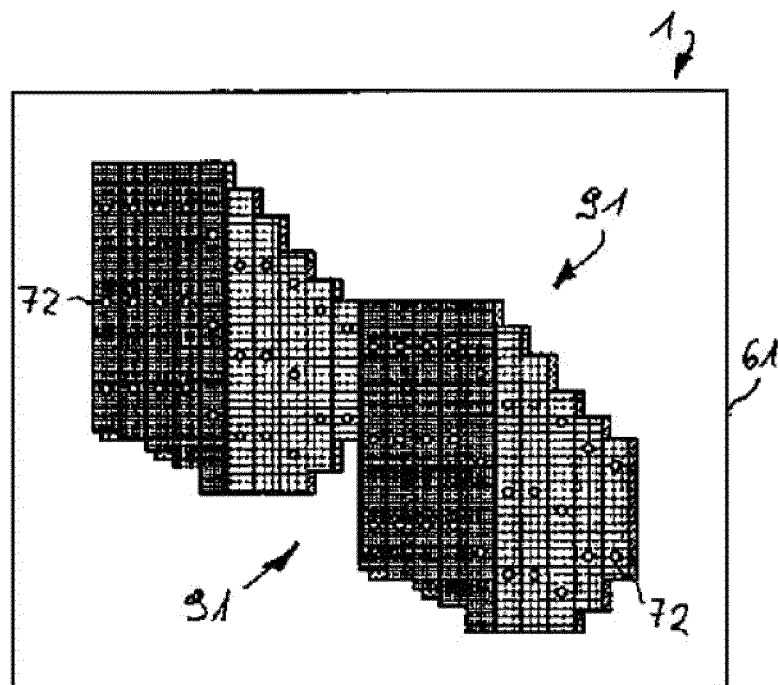


Abb. 22

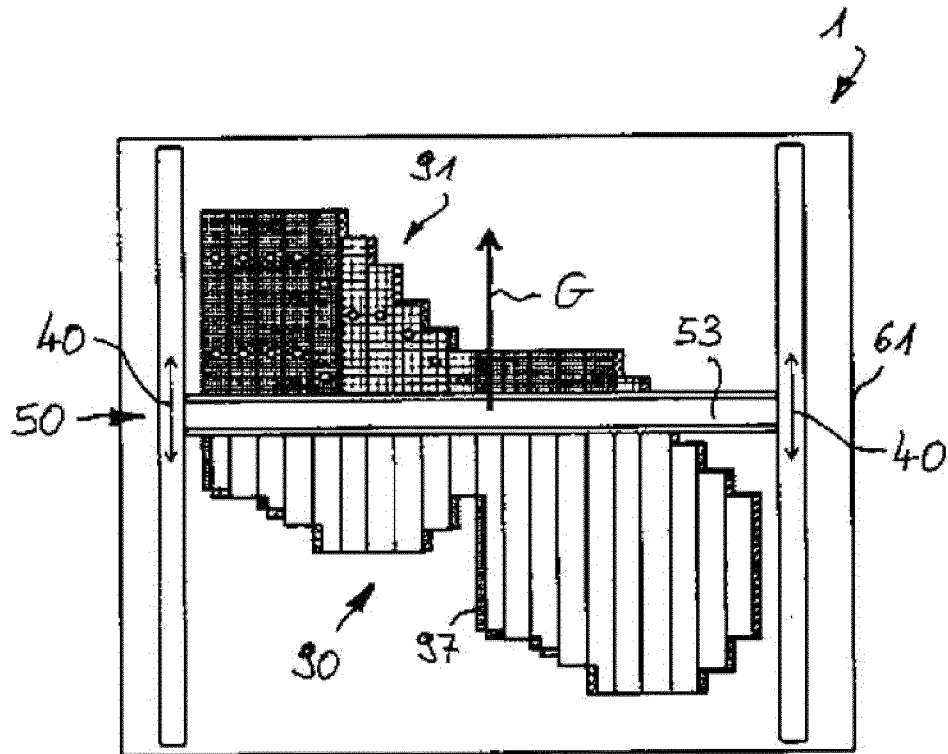


Abb. 23

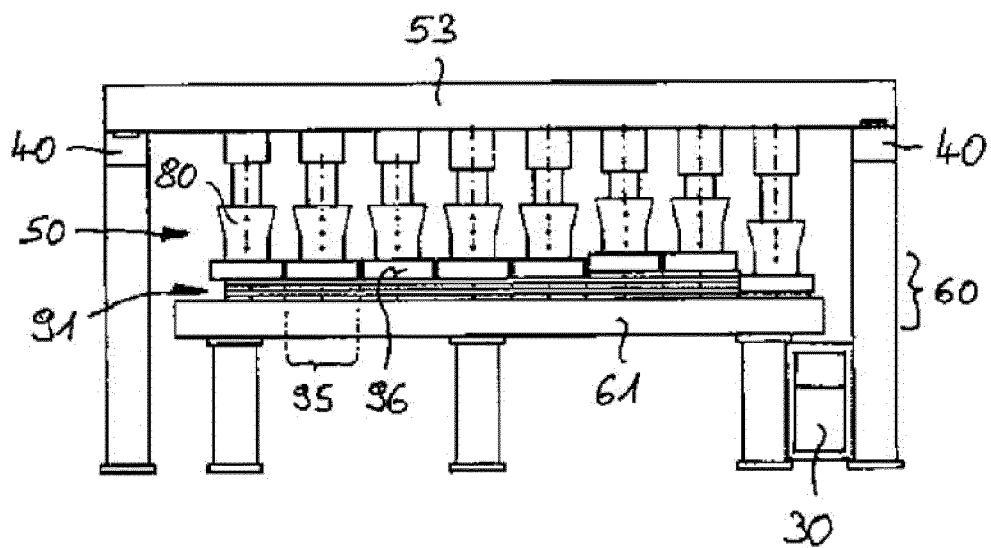


Abb. 24

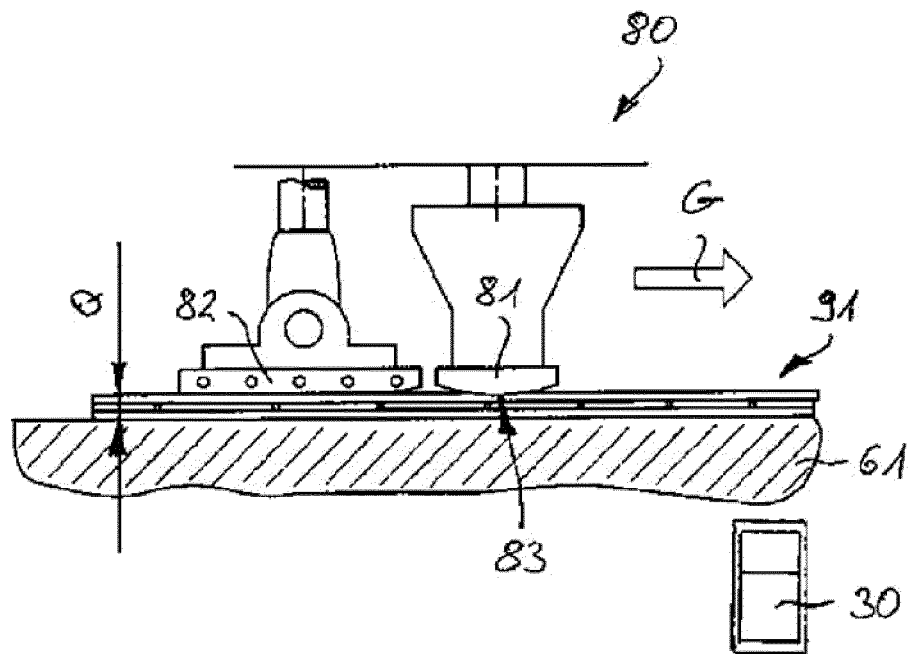


Abb. 25

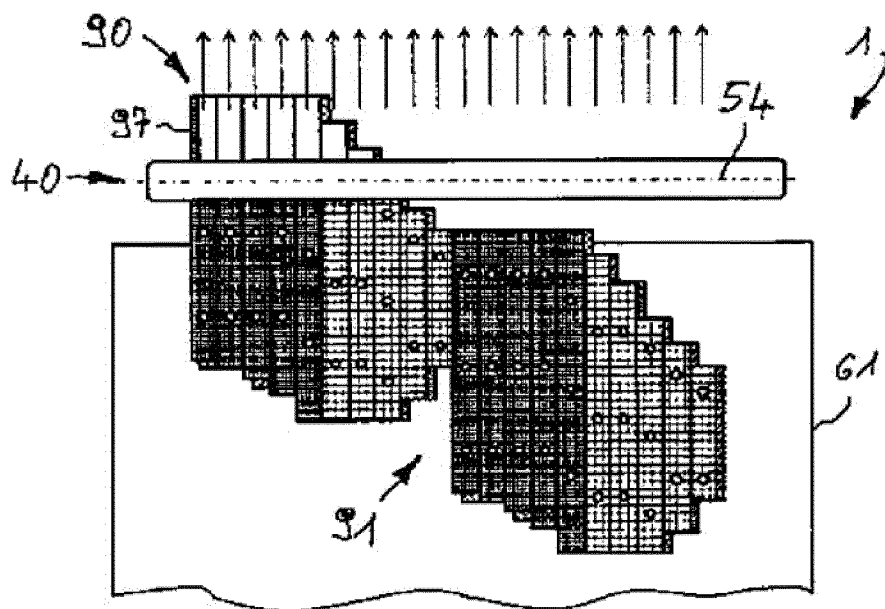


Abb. 26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/052402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B29C70/38 B29C70/20 B29C35/02 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B29C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/023130 A1 (GOMEZ JOSE SANCHEZ [ES] ET AL) 31 January 2008 (2008-01-31) 41 = ultrasonic compacting unit; [0054] Manufacturing the piece begins with the placement of the first layer of material. In this operation, using for example the tool 9 previously described, the prepreg located on the reel 31 passes through a blade system 33 towards the compacting roller 35, which positions it above the upper surface 13 of the stacking table 11. The separating paper accompanying the prepreg is wound on reel 37. Then the compacting roller 39 and the ultrasonic unit 41 carry out compacting operations on the prepreg tape 19 placed on the stacking table 11. Then the material is cured to a certain degree using the microwave emitter 25. This -/--	1-4,7
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 April 2015		Date of mailing of the international search report 29/04/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Boone, John

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/052402

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	operation is carried out by suitably moving the head 15 of the tool 9 until all the material corresponding to a layer of the piece is placed, compacted and partially cured. [0055] This layer cannot be completely cured because it has to have a certain degree of stickiness so that the next layer can be suitably placed on it. [0056] The next layer will be placed in a similar manner to the first one (ATL or FP, compacting roller, US), and the action of the microwave emitter 25 will cause the partial curing of the second layer and also of the first.; paragraph [0054] - paragraph [0056]; figure 1	
X	----- WO 2009/130087 A1 (AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]; LENGSFELD HAUKE [DE]) 29 October 2009 (2009-10-29) page 9, line 8 - line 30; figure 4	1,7
A	----- US 2013/149491 A1 (WAKEMAN MARTYN DOUGLAS [CH] ET AL) 13 June 2013 (2013-06-13) paragraph [0060]; figure 2c	1
A	----- WO 02/32664 A1 (FOSTER MILLER INC [US]) 25 April 2002 (2002-04-25) claim 1; figure 2 -----	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/052402

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2008023130	A1	31-01-2008	BR	PI0621908 A2	20-12-2011
			CA	2659174 A1	07-02-2008
			CN	101511566 A	19-08-2009
			EP	2050559 A1	22-04-2009
			ES	2471374 T3	26-06-2014
			US	2008023130 A1	31-01-2008
			WO	2008015301 A1	07-02-2008

WO 2009130087	A1	29-10-2009	CA	2722054 A1	29-10-2009
			CN	102015262 A	13-04-2011
			DE	102008020564 A1	05-11-2009
			EP	2274154 A1	19-01-2011
			JP	2011524291 A	01-09-2011
			RU	2010146261 A	27-05-2012
			US	2011108188 A1	12-05-2011
			WO	2009130087 A1	29-10-2009

US 2013149491	A1	13-06-2013	CN	104023952 A	03-09-2014
			EP	2788172 A1	15-10-2014
			JP	2015504790 A	16-02-2015
			US	2013149491 A1	13-06-2013
			WO	2013085723 A1	13-06-2013

WO 0232664	A1	25-04-2002	AU	7601101 A	29-04-2002
			EP	1337400 A1	27-08-2003
			ES	2390067 T3	06-11-2012
			US	6432236 B1	13-08-2002
			WO	0232664 A1	25-04-2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B29C70/38 B29C70/20 B29C35/02
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B29C

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2008/023130 A1 (GOMEZ JOSE SANCHEZ [ES] ET AL) 31. Januar 2008 (2008-01-31) 41 = ultrasonic compacting unit; [0054] Manufacturing the piece begins with the placement of the first layer of material. In this operation, using for example the tool 9 previously described, the prepreg located on the reel 31 passes through a blade system 33 towards the compacting roller 35, which positions it above the upper surface 13 of the stacking table 11. The separating paper accompanying the prepreg is wound on reel 37. Then the compacting roller 39 and the ultrasonic unit 41 carry out compacting operations on the prepreg tape 19 placed on the stacking table 11. Then the material is cured to a certain degree using the microwave emitter 25. This -/-	1-4,7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. April 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/04/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boone, John

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
	operation is carried out by suitably moving the head 15 of the tool 9 until all the material corresponding to a layer of the piece is placed, compacted and partially cured. [0055] This layer cannot be completely cured because it has to have a certain degree of stickiness so that the next layer can be suitably placed on it. [0056] The next layer will be placed in a similar manner to the first one (ATL or FP, compacting roller, US), and the action of the microwave emitter 25 will cause the partial curing of the second layer and also of the first.; Absatz [0054] - Absatz [0056]; Abbildung 1 -----	
X	WO 2009/130087 A1 (AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]; LENGSFELD HAUKE [DE]) 29. Oktober 2009 (2009-10-29) Seite 9, Zeile 8 - Zeile 30; Abbildung 4 -----	1,7
A	US 2013/149491 A1 (WAKEMAN MARTYN DOUGLAS [CH] ET AL) 13. Juni 2013 (2013-06-13) Absatz [0060]; Abbildung 2c -----	1
A	WO 02/32664 A1 (FOSTER MILLER INC [US]) 25. April 2002 (2002-04-25) Anspruch 1; Abbildung 2 -----	1,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/052402

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2008023130	A1	31-01-2008	BR	PI0621908 A2	20-12-2011
			CA	2659174 A1	07-02-2008
			CN	101511566 A	19-08-2009
			EP	2050559 A1	22-04-2009
			ES	2471374 T3	26-06-2014
			US	2008023130 A1	31-01-2008
			WO	2008015301 A1	07-02-2008

WO 2009130087	A1	29-10-2009	CA	2722054 A1	29-10-2009
			CN	102015262 A	13-04-2011
			DE	102008020564 A1	05-11-2009
			EP	2274154 A1	19-01-2011
			JP	2011524291 A	01-09-2011
			RU	2010146261 A	27-05-2012
			US	2011108188 A1	12-05-2011
			WO	2009130087 A1	29-10-2009

US 2013149491	A1	13-06-2013	CN	104023952 A	03-09-2014
			EP	2788172 A1	15-10-2014
			JP	2015504790 A	16-02-2015
			US	2013149491 A1	13-06-2013
			WO	2013085723 A1	13-06-2013

WO 0232664	A1	25-04-2002	AU	7601101 A	29-04-2002
			EP	1337400 A1	27-08-2003
			ES	2390067 T3	06-11-2012
			US	6432236 B1	13-08-2002
			WO	0232664 A1	25-04-2002
