



(10) **DE 10 2012 007 439 A1** 2013.10.17

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 007 439.5**

(22) Anmeldetag: **13.04.2012**

(43) Offenlegungstag: **17.10.2013**

(51) Int Cl.: **D04H 13/00 (2012.01)**
B29C 70/38 (2012.01)

(71) Anmelder:
Compositence GmbH, 71229, Leonberg, DE

(74) Vertreter:
**KRAMER - BARSKE - SCHMIDTCHEN, 80687,
München, DE**

(72) Erfinder:
**Witzel, Volker, 74369, Löchgau, DE; Karb, Ingo,
71287, Weissach, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

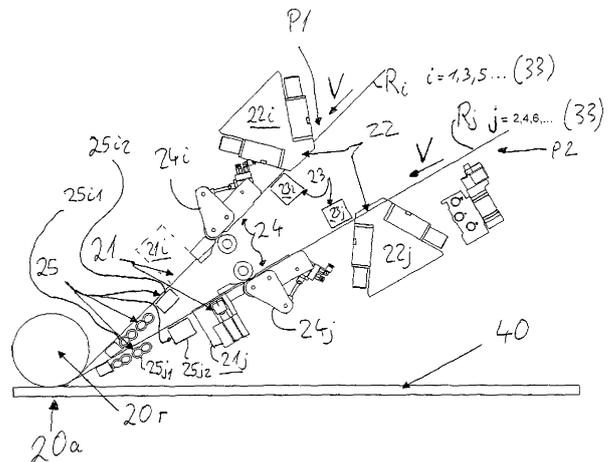
US	2009 / 0 229 760	A1
EP	2 433 784	A1
WO	2009/ 077 581	A2
WO	2009/ 158 262	A1
WO	2011/ 128 110	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Legekopf und Vorrichtung und Verfahren zum Aufbau eines dreidimensionalen Vorformlings für ein Bauteil aus einem Faserverbundwerkstoff**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Legekopf für die Herstellung von Fasergelegen und Bauteilvorformlingen aus Fasern angegeben, mit einem Eingang (20e), der zum Einführen einer Mehrzahl von trockenen Rovings (33; R1, R2, ...) angepasst ist, einer Faserfördervorrichtung (20f) zum gleichzeitigen und voneinander unabhängigen Fördern von über den Eingang (20e) eingeführten Rovings (33; R1, R2, ...) in einer Faservorschubrichtung (V), einem Ausgang (20a), der in Faservorschubrichtung (V) stromabwärts der Faserfördervorrichtung (20f) angeordnet ist und zum gleichzeitigen Ablegen einer Mehrzahl von Rovings (33; R1, R2, ...) auf einem Werkstückträger (40) zum Aufbau eines dreidimensionalen Formformlings (31) angepasst ist, einer Faserschneidvorrichtung (21, 21i, 21j), die in Faservorschubrichtung (V) stromaufwärts des Ausgangs (20a) angeordnet ist und zum Schneiden der Rovings (33; R1, R2, ...) angepasst ist, und einer Düse (22, 22i, 22j) zum Aufbringen eines Mediums auf die Rovings (33; R1, R2, ...), bei dem die Düse (22, 22i, 22j) zum beidseitigen Aufbringen des Mediums auf die Rovings (33; R1, R2, ...) und zum Einbringen des Mediums in die Rovings (33; R1, R2, ...) angepasst ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Legekopf und eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Aufbau eines dreidimensionalen Vorformlings für ein Bauteil aus einem Faserverbundwerkstoff.

[0002] Ein Legekopf, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Aufbau eines dreidimensionalen Vorformlings für ein Bauteils aus einem Faserverbundwerkstoff sind aus der WO 2011/128110 A1 bekannt. Auf die Beschreibung des Standes der Technik und des technischen Hintergrunds auf den Seiten 1 bis 3 dieser Druckschrift wird Bezug genommen. In der Druckschrift wird gelehrt, wie eine Mehrzahl von trockenen Rovings einem Legekopf zur Ausbildung eines dreidimensionalen Vorformlings zugeführt und auf einem entsprechenden dreidimensionalen Werkstückträger abgelegt werden kann, um einen Bauteilvorformling für ein Bauteil aus Faserverbundwerkstoffen herzustellen.

[0003] Das Ausgangsmaterial sind dabei, wie in der vorliegenden Anmeldung, sogenannte Rovings. Ein Roving ist ein Faden, der aus einer Mehrzahl aus Filamenten aus dem Faserwerkstoff besteht, die man als die eigentlichen Fasern bezeichnen könnte. Für Faserverbundwerkstoffe werden bevorzugt Kohlerstofffasern, auch Karbonfasern genannt, Glasfasern, Aramidfasern, etc. verwendet. Ein solches Roving kann aus einigen wie zum Beispiel 8 oder 10 Filamenten bis zu einigen 10.000 oder mehr Filamenten bestehen. Ein 50 k Roving besteht zum Beispiel aus 50.000 Filamenten.

[0004] In der vorliegenden Anmeldung bezeichnet der Begriff Faser ein Roving, außer wenn ausdrücklich auf einzelne Filamente Bezug genommen wird.

[0005] Die WO 2011/128110 A1 offenbart das Fixieren der Anfänge und Enden der Rovings am Rand des Werkstückträgers mittels Klebstoff.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Möglichkeiten der Fixierung der Rovings und die Möglichkeiten des Auftragens von Medien wie Klebstoff, Bindern, Imprägnierungsharzen und Ähnlichem zu verbessern.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Legekopf nach Anspruch 1, eine Vorrichtung nach Anspruch 14 und ein Verfahren nach Anspruch 15.

[0008] Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Es wird insbesondere ermöglicht, mittels einer Düse ein Medium in die Rovings zu imprägnieren, das heißt, das Medium wie einen Klebstoff, einen

Binder oder ein Harz nicht nur außen auf ein Roving aufzubringen, sondern das Roving mit dem Medium zu durchdringen.

[0010] Das ermöglicht ein verschnittarmes Fixieren der abzulegenden Faserschar bzw. Rovings im Fixierbereich des Werkstückträgers.

[0011] Die Prozessstabilität kann erhöht werden, da an den Enden des jeweiligen Rovings alle Filamente in Klebstoff/Binder/Harz eingebettet sind und dadurch nicht unvorhergesehen woandershin bewegt werden können.

[0012] In einer bevorzugten Ausführung können am Ende einer Legebahn die mit Klebstoff imprägnierten Abschnitte der Rovings derart mittig durchtrennt werden, dass gleichzeitig die Klebestelle für das Endfixieren der Rovings der aktuellen Legebahn und die Klebestelle für das Anfangsfixieren der folgenden Legebahn erhalten wird.

[0013] Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren. Von den Figuren zeigen:

[0014] **Fig. 1** in a) eine schematische Ansicht eines Roboters mit Legekopf, Rovingspulen und einem Werkstückträger, und in b) eine Ansicht des vorderen Endes des Roboters mit Legekopf beim Ablegen einer Faserschar auf dem Werkstückträger;

[0015] **Fig. 2** in a) eine Ansicht eines Werkstückträgers und in b), c) und d) mit abgelegten Faserlagen;

[0016] **Fig. 3** in a) eine perspektivische Ansicht eines Teils eines Legekopfs nach einer ersten Ausführungsform, und in b) eine Seitenansicht eines Teils des Legekopfs;

[0017] **Fig. 4** in a) eine schematische perspektivische Ansicht einer Düse nach einer Ausführungsform, in b) eine perspektivische schematische Ansicht eines hinteren Teils der Düse aus **Fig. 4a)**, und in c) eine Vorderansicht des Teils aus **Fig. 4b)**;

[0018] **Fig. 5** in a) eine Vorderansicht der Düse aus **Fig. 4a)**, in b) eine Draufsicht auf die Düse aus

[0019] **Fig. 5a)**, und in c) oben eine Seitenansicht der Düse aus **Fig. 5a)** und unten eine vergrößerte Ansicht des oben gestrichelt umrahmten Teils; und

[0020] **Fig. 6** eine schematische Darstellung eines Schneidens eines imprägnierten Rovings, in a) vor dem Schneiden und in b) nach dem Schneiden.

[0021] Die **Fig. 1a** und **Fig. 1b** zeigen schematisch einen Roboter **10**, an dem ein Legekopf **20** befestigt

ist. Ein Werkstückträger **40** ist auf einer Halterung **15** für den Werkstückträger gehalten. Es ist schematisch gezeigt, dass der Legekopf **20** zum gleichzeitigen Ablegen einer Faserschar **30** aus mehreren Rovings **33** auf dem Werkstückträger **40** ausgebildet ist. In **Fig. 1a**) sind 5 Spulen **51** eines Faserzuführungsmechanismus **50** gezeigt, auf dem die Fasern (Rovings) **33** aufgewickelt sind und von dort über den Faserzuführungsmechanismus **50** dem Legekopf **20** zugeführt werden. In **Fig. 1b**) sind nur 4 Rovings schematisch dargestellt. Die Faserschar **30** kann eine Mehrzahl n von Rovings aufweisen, mit $n = 2, 3, \dots$ wobei momentan $n = 8$ oder $n = 16$ oder $n = 32$ bevorzugt wird.

[0022] Die Anordnung dient zum Aufbau eines dreidimensionalen Vorformlings für ein Bauteil aus einem Faserverbundwerkstoff mit einer mehrlagigen, multi-axialen Faserarchitektur (MAFA) ähnlich einem Multi-axialgelege (MAG).

[0023] Der Faserzuführungsmechanismus **50** weist bevorzugt einen Faserführungsmechanismus, der bevorzugt in der zu den **Fig. 12, Fig. 13** der WO 2011/128110 A1 gezeigten und zu diesen Figuren beschriebenen Art ausgebildet ist, auf.

[0024] Nach einer Ausführungsform weist der Werkstückträger **40** einen Werkstückformbereich **41** und einen Randfixierbereich **42** auf, wie in **Fig. 2a**) gezeigt ist. Der Werkstückformbereich **41** entspricht der gewünschten dreidimensionalen Gestalt des Vorformlings. Der Randfixierbereich **42** dient zum Fixieren der Rovings **33** im Randbereich des Werkstückträgers **40**.

[0025] In **Fig. 2b**) ist der Werkstückträger mit einer ersten Faserlage **31a**, die auf dem Werkstückträger **40** in einer ersten Orientierung (= axialen Ausrichtung) abgelegt worden ist, gezeigt. Wie in **Fig. 2b**) angedeutet ist, besteht die Faserlage **31a** aus Rovings **33**, die in dieser axialen Ausrichtung abgelegt wurden. In **Fig. 2c**) ist derselbe Werkstückträger **40** gezeigt, auf dem eine zweite Faserlage **31b** über der ersten Faserlage **31a** abgelegt wurde. Die Fasern der zweiten Faserlage **31b** haben eine Orientierung von -45 Grad relativ zur Orientierung der ersten Faserlage **31a**. In **Fig. 2d**) ist gezeigt, wie eine dritte Faserlage **31c** über der zweiten Faserlage **31b** abgelegt ist, wobei diese nur auf einem Teil des Werkstückträgers **40** abgelegt wurde. Die dritte Lage **31c** hat eine Orientierung von $+45$ Grad relativ zur ersten Lage und somit von 90 Grad relativ zur zweiten Lage **31b**. Die drei Lagen **31a** bis **31c** bilden eine mehrlagige, multi-axiale Faserarchitektur (MAFA) **31**.

[0026] Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 1a**) ist zu erkennen, dass der Legekopf **20** einen Eingang **20e** aufweist, über den die trockenen Rovings **33** dem Legekopf zugeführt werden. Der Legekopf **20**

weist weiter einen Ausgang **20a** auf, aus dem die Rovings **33** zum Ablegen auf dem Werkstückträger **40** ausgegeben werden, wobei an dem Ausgang **20a** eine Anpressrolle **20r** angeordnet ist, mittels derer die ausgegebenen Rovings **33** gegebenenfalls an den Werkstückträger **40** angedrückt werden können. In **Fig. 1a**) ist eine Faservorschubrichtung V für die Richtung der Förderung bzw. des Transports der Rovings **33** eingezeichnet. In der Faserschubrichtung V stromabwärts des Eingangs **20e** des Legekopfs **20** ist eine Faserfördervorrichtung **20f** vorgesehen. Diese Faserfördervorrichtung kann zum Beispiel mit einer Fördereinheit, wie sie in der US 2009/0229760 A1 beschrieben ist, verwirklicht werden. Grundsätzlich ist eine solche Faserförderung nach dem Eytelwein-Prinzip bekannt. In Bezug auf die Faserfördervorrichtung wird im Übrigen auf die genannten US 2009/0229760 A1 und die genannte WO 2011/128110 A1 verwiesen.

[0027] In Faservorschubrichtung V stromabwärts der Faserfördervorrichtung **20** ist in **Fig. 1a**) eine Faserbehandlungseinheit **20b** schematisch dargestellt. Diese Faserbehandlungseinheit **20b** wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die **Fig. 3a**) und b) detaillierter beschrieben. In **Fig. 3a**) ist in perspektivischer Ansicht der Teil **20b** des Legekopfs zur Führung und Behandlung der Rovings **33** bzw. R_i, R_j in Vorschubrichtung V stromabwärts der Faserfördervorrichtung **20f** bis zu der Anpressrolle **20r** gezeigt. In **Fig. 3b**) ist derselbe Abschnitt **20b** des Innenlebens des Legekopfs **20** schematisch in einer Seitenansicht gezeigt. Die über den Eingang **20e** in den Legekopf **20** eingeführten Rovings **33** werden bei der gezeigten Ausführungsform des Legekopfs in zwei Gruppen von Rovings R_i ($i = 1, 3, 5, \dots$) und R_j ($= 2, 4, 6, \dots$) aufgeteilt. Die Gruppe R_i enthält die geradzahlig nummerierten Rovings **33** und die Gruppe R_j enthält die ungeradzahlig nummerierten Rovings **33**. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist $n = 16$, so dass 8 Rovings in der Gruppe R_i ($i = 1, \dots, 15$) und 8 Rovings in der Gruppe R_j ($j = 2, \dots, 16$) vorhanden sind. Die Gruppen R_i und R_j werden auf 2 getrennten Pfaden P_1 und P_2 geführt und behandelt.

[0028] Die Aufteilung in die beiden Gruppen und die getrennten Pfade P_1 und P_2 ist nicht notwendig. Es könnte auch ein einzelner Pfad ohne Auftrennung vorhanden sein. Andererseits könnte auch eine Mehrzahl von mehr als zwei Gruppen und Pfaden implementiert werden.

[0029] Nachfolgend wird die Behandlungseinheit **20e** für den Pfad P_1 beschrieben. Die Beschreibung gilt analog für den Pfad P_2 . Die mit i versehenen Bezugszeichen des Pfads P_1 haben für den Pfad P_2 anstelle des i ein j .

[0030] Die Rovings **33**, R_i werden von der Faserfördervorrichtung **20f** in der Faservorschubrichtung V

gefördert und gelangen stromabwärts zu einer Düse **22, 22i** zum Auftragen und Einbringen eines Mediums M in die Rovings, die nachfolgend noch detaillierter beschrieben wird. Die Düse ist angepasst zum Aufbringen eines Mediums (Klebstoff, Binder, Harz, o. ä.) derart, dass das Medium beidseitig auf die Rovings aufgebracht und in die Rovings eingebracht (imprägniert) wird. Dieses beidseitige Aufbringen und Einbringen kann durchgehend oder getaktet abschnittsweise erfolgen.

[0031] Nachfolgend wird die entsprechende Beschreibung für den Fall gegeben, dass das Medium ein sogenannter Hot-Melt-Klebstoff ist. Ein solcher Hot-Melt-Klebstoff ist oberhalb einer vorbestimmten Temperatur klebrig und unterhalb der vorbestimmten Temperatur (nachfolgend Klebetemperatur genannt) nicht klebrig aber immer noch über einen signifikanten Temperaturbereich elastisch.

[0032] Bei Verwendung eines solchen Hot-Melt-Klebstoffes ist es bevorzugt, dass in Vorschubrichtung V stromabwärts der Düse **22** eine Kühlvorrichtung **23, 23i** zum Kühlen der Rovings mit dem auf- und eingebrachten Klebstoff unter die Klebetemperatur vorgesehen ist.

[0033] In der Behandlungseinheit **20b** der in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsform ist bevorzugt in Vorschubrichtung V stromabwärts der Düse **22**, bei Vorhandensein der Kühlvorrichtung **23** bevorzugt stromabwärts der Kühlvorrichtung **23**, eine Zwischenfördevorrichtung **24, 24i** vorgesehen. Die Zwischenfördevorrichtung dient zum sicheren Fördern der Rovings stromabwärts der Düse **22**. Eine Faserschneidvorrichtung **21, 21i** ist in Vorschubrichtung V stromabwärts der Düse **22**, und bei Vorhandensein der Kühlvorrichtung **23** und/oder der Zwischenfördevorrichtung **24** bevorzugt stromabwärts dieser Vorrichtungen, vorgesehen. Die Faserschneidvorrichtung **21** ist angepasst zum Schneiden der Rovings. In Bezug auf konkrete Ausführungen der Faserschneidvorrichtung wird auf die **Fig. 9** der WO 2011/128110 A1 und deren entsprechende Beschreibung verwiesen.

[0034] Wie bereits zuvor erläutert wurde, ist an dem Ausgang **20a** des Legekopfs **20** eine Anpressrolle **20r** angeordnet. In Vorschubrichtung V stromaufwärts der Anpressrolle **20r** ist eine Heizvorrichtung **25, 25i1, 25i2** vorgesehen, die stromabwärts der Faserschneidvorrichtung **21, 21i** vorgesehen ist. In der gezeigten Ausführungsform weist die Heizvorrichtung **25i** zwei Elemente, die mit **25i1** und **25i2** bezeichnet sind, auf. Das in Vorschubrichtung V näher an der Anpressrolle **20r** gelegene erste Element **25i1** ist eine Endaufheizung, die dazu dient, den auf und in die Rovings **33, Ri** eingebrachten Klebstoff wieder über die Klebetemperatur (z. B. 100°C) aufzuheizen. Das zweite Element **25i2** ist eine Heizung zum Erhal-

ten einer vorbestimmten Temperatur (z. B. 70°C) der Rovings (Temperaturhalteheizung).

[0035] Wenn die Rovings **33, Ri** von der Faserschneidvorrichtung **22, 22i** geschnitten worden sind, so kann das stromaufwärts der Schnittebene liegende Ende des Rovings **33, Ri** Klebstoff aufweisen. Damit dieser Klebstoff nicht zu weit unter die Klebetemperatur abkühlt, kann dieser Teil des Rovings auf einer Temperatur unterhalb aber nahe der Klebetemperatur durch die Temperaturhalteheizung **25i2** gehalten werden.

[0036] Der Legekopf **20** und der Roboter **10** sowie die einzelnen Bestandteile des Legekopfs **20** werden von einer nicht gezeigten Steuervorrichtung gesteuert.

[0037] Der Werkstückträger **40** ist in **Fig. 3** als ebener Werkstückträger gezeigt. Das dient lediglich der Vereinfachung der Darstellung.

[0038] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** und **Fig. 5** die Gestaltung der Düse **22, 22i, 22j** detaillierter beschrieben.

[0039] In **Fig. 4a**) ist eine perspektivische Ansicht in der Düse **22** in schematischer Darstellung gezeigt. Ein Roving **33** wird in der Vorschubrichtung V über eine auf einem Vorsprung **22P** ausgebildete Führungsbahn **22b** in die Düse **22** zugeführt. Über eine an der Oberseite vorgesehene Öffnung wird das Medium (z. B. Klebstoff) M zugeführt. In **Fig. 4a**) ist der Körper der Düse **22** stromabwärts des Vorsprungs als aus vier Teilen **22-1** bis **22-4** bestehend dargestellt, die miteinander verschraubt (nicht dargestellt) sind. Das ist auch in der Seitenansicht aus **Fig. 5c**) gut zu erkennen. In **Fig. 4b**) und **c**) ist lediglich der hintere Teil dargestellt. Zur Beschreibung der Ausbildung der Düse **22** und der Anpassung an die Durchführung des Rovings **33** wird ein Koordinatensystem 1-d-b eingeführt, bei dem die Achse **1** in Längsrichtung des Rovings **33**, die der Vorschubrichtung V entspricht, zeigt, die Richtung **d** in Richtung der Dicke des Rovings und die Richtung **b** in Richtung der Breite des Rovings zeigt. Wie in den **Fig. 4b**), **c**) und **Fig. 5a**) bis **c**) gut zu erkennen ist, weist die Düse **22** einen Schlitz **22s** auf, der in Höhe und Breite an die Abmessungen des durchzuführenden Rovings **33** angepasst ist. Die Höhe **s** in Richtung **d** des Schlitzes entspricht dabei der Höhe des Rovings **33** mit einem vorbestimmten Aufmass. Die Bestimmung des Aufmasses wird nachfolgend noch erläutert. Die nicht mit einem Bezugszeichen versehene Breite des Schlitzes **22s** entspricht der Breite des Rovings mit einem ebenfalls vorbestimmten Aufmass.

[0040] Die Düse weist ein Kanalsystem **22k** auf, das zwei Verteiler **22v** mit dem über dem Eingang **22e** zugeführten Medium M versorgt. Im Falle des Hot-

Melt-Klebstoffs wird dieser über den Eingang **22e** mit einem Druck von zum Beispiel 50 bar zugeführt.

[0041] In der Düse **22** ist je ein Verteiler **22v** oberhalb und unterhalb des Durchführungsschlitzes **22s** angeordnet. Von dem oberhalb des Durchführungsschlitzes **22s** gelegenen Verteiler **22v** führt ein als Düsenspalt **22d** ausgebildeter Klebstoffaufträger zu dem Durchführungsschlitz. Der Düsenspalt **22d** weist bevorzugt die Breite des Schlitzes **22s** auf. In gleicher Weise führt ein als Düsenspalt **22d** ausgebildeter Klebstoffaufträger von dem unterhalb des Durchführungsschlitzes **22s** gelegenen Verteilers **22v** zu demselben.

[0042] Bei entsprechender Zuführung des Mediums M wird dieses also über die Düsenspalte **22d** auf die Oberseite und die Unterseite eines durchgeführten Rovings **33** aufgetragen. Durch die Bewegung des Rovings in Vorschubrichtung V kann dieses, abhängig von der gesteuerten Zufuhr, abschnittsweise oder getaktet oder durchgehend aufgetragen werden.

[0043] Damit der Klebstoff nicht nur auf das Roving aufgetragen, sondern in das Roving imprägniert wird, ist der Durchgangsschlitz **22s**, abhängig von den Abmessungen des Rovings und der Natur des Klebstoffes oder anderen Mediums sowie dem Versorgungsdruck, in seinen Abmessungen angepasst.

[0044] Für einen üblichen Hot-Melt-Klebstoff mit einer Klebetemperatur von ca. 150°C und einem Versorgungsdruck von ca. 50 bar kann bei einem 50 k-Roving mit 12 mm Breite und einer Dicke von ca. 0,3 mm bis 0,35 mm ein Aufmass von 0,05 bis 0,1 mm gewählt werden, um den Hot-Melt-Klebstoff nicht nur auf das Roving aufzubringen, sondern auch in das Roving einzubringen, also dieses zu imprägnieren. In einem solchen Fall beträgt die Höhe des Schlitzes **22s** also z. B. 0,4 mm. Die lichte Weite w des Spalts **22d** liegt dann im Bereich von 0,025 bis 1 mm, beträgt also z. B. 0,05 mm.

[0045] Unterstützende Maßnahmen wie ein leichtes Kämmen des Rovings direkt vor der Mediumzufuhr oder Ähnliches sind zur Unterstützung möglich (siehe auch die in der WO 2011/128110 A1 beschriebene Faseraufbereitung). Allgemein soll das Aufmass im Bereich von 0,025 bis 0,2 mm in Höhenrichtung d und/oder Breitenrichtung b liegen, für Rovings mit Breiten im Bereich von 5 bis 100 mm und Dicken im Bereich von 0,2 bis 0,6 mm.

[0046] Für eine Roving und Medien-Kombination, bei der das Imprägnieren leicht ist, kann ein einzelner Durchführungsschlitz für alle oder mehrere Rovings eines Zufuhrpfades P1, P2 vorgesehen werden. Zu bevorzugen ist es allerdings, pro individuellem Roving einen separaten Durchführungsspalt **22s** vorzusehen.

[0047] Als Medien kommen insbesondere Klebstoffe, die für die Anfangs- und Endfixierung der Faserlagen **31a, b, c** oder deren Zwischenfixierung geeignet sind, wie zum Beispiel Klebstoffe auf EVA oder Polyolefin oder Epoxid-Basis in Frage. Als Medien kommen auch Binder und Harze in Frage. Binder werden dabei dazu verwendet, die trockenen Rovings beim Ablegen mit Binder zu beaufschlagen, um eine handhabbare, trockene (d. h. kein Harz beinhaltende) Preform zu erhalten und ein Verrutschen der Fasern während der Preformfertigung zu vermeiden. Das Aufbringen und Einbringen von Harz kann dazu genutzt werden, dass das Harz nicht in eine dem Ausbilden des Preforms nachgelagerten Prozess in das Perform eingebracht werden muss, sondern die Imprägnierung mit Harz direkt bei Ablegen der Fasern geschieht (Online-Prepregging). Sollen mehrere Medien angewandt werden, kann für jedes Medium eine eigene Düse **22** in jedem Pfad P1, P2 vorgesehen werden.

[0048] Im Hinblick auf die Binder und das Harz ist darauf hinzuweisen, dass das Aufbringen in dem Legkopf **20** insbesondere mit der beschriebenen Düse **22**, das Handhaben trockener Rovings von der Spule bis stromabwärts der Faserfördervorrichtung im Legkopf **20** und damit hohe Geschwindigkeiten etc. ermöglicht.

[0049] Der beschriebene Legkopf bzw. eine Vorrichtung zum Aufbau eines dreidimensionalen Vorformlings für ein Bauteil aus einem Faserverbundwerkstoff mit einem solchen Legkopf kann also mit einem Verfahren der in der WO 2011/12810 A1 beschriebenen Art, in sehr vorteilhafter Weise verwendet werden und dieses fortbilden.

[0050] Es wird insbesondere eine Fortbildung eines Verfahrens zum Aufbau eines Vorformlings für ein Bauteil aus einem Faserverbundwerkstoff ermöglicht, bei dem die Fixierung der Endabschnitte von Rovings beidseitig eines Schnitts in besonders vorteilhafter Weise bewerkstelligt werden kann.

[0051] Dies wird anhand eines Falles, bei dem trockene Rovings auf dem Werkstückträger **40** abgelegt werden erläutert. Ein Roving **33** wird, wie in **Fig. 6a** zu erkennen ist, über eine vorbestimmte Länge l mit dem Medium M, das hier ein Hot-Melt-Klebstoff ist, beschichtet und eventuell imprägniert. Die Länge l, die in **Fig. 6a** gezeigt ist, beinhaltet mindestens die vorbestimmten Längen l1 und l2, die in **Fig. 6b** gezeigt sind, das heißt $l \geq l_1 + l_2$. Das Roving **33** wird von der Faserschneidvorrichtung **21** an einer Stelle geschnitten, die so bestimmt ist, dass nach dem Ausführen des Schnitts entlang der Schnittebene S das Ende **33e** am Ende einer Legebahn in dem Randfixierbereich mit dem Klebstoff M über die erste vorbestimmte Länge l1 fixiert werden kann. Auf der anderen Seite des Schnitts S ist an dem stromabwärts vor-

deren Ende des verbleibenden Teils des Rovings **33** der Klebstoff M mit der zweiten vorbestimmten Länge l₂ vorhanden, mit dem das Roving **33** beim Beginn des Ablegens der nächsten Legebahn an dem Werkstückträger **40** fixiert werden kann.

[0052] Das ist grundsätzlich nicht auf eine Randfixierung beschränkt, sondern kann analog auch beim Aufbringen von Zwischenverstärkungen o. ä. angewandt werden.

[0053] Die Düsenspalten enden bei der beschriebenen Ausführungsform relativ zu der Vorschubrichtung auf einer Linie. Sie können alternativ auch in Vorschubrichtung V versetzt sein. Die Düsenspalte ist bevorzugt linear ausgebildet. Alternativ sind auch linear oder in einer Matrix angeordnete Löcher als Ausgang des Medienaufträgers **22d** möglich. Die stromabwärts gelegene Lippe des Düsenspalts **22d** kann in dem Schlitz **22s** vorspringend ausgebildet sein, um ein Abziehen (Rakeln) zu bewirken.

[0054] Die Gestaltung der Düse **22** mit den 4 Teilen **22-1** bis **22-4** ermöglicht es, die Düsenspalte **22d** und den Schlitz **22s** an Stirnflächen der 4 Teile vorzusehen, was eine einfache Herstellung erlaubt.

[0055] Es wird ausdrücklich betont, dass die einzelnen Elemente und Verfahrensschritte, die beschrieben wurden, auch separat als eigenständige Gegenstände offenbart werden. So ist zum Beispiel die Gestaltung der Düse **22** unabhängig von der genauen Gestaltung des Legekopfs oder dein Einbau in einem Legekopf. Das zu **Fig. 6** beschriebene Verfahren kann grundsätzlich auch ohne den Legekopf und/oder die beschriebene Düse implementiert werden. Analoges gilt für die anderen beschriebenen Elemente und Verfahrensschritte wie die Heizvorrichtung, die Kühlvorrichtung, die Aufteilung in Pfade etc..

[0056] In der oben beschriebenen Ausführungsform wurde das Medium wie z. B. der Klebstoff beidseitig auf die Rovings auf- und eingebracht. Die Konstruktion der Düse war entsprechend angepasst. Es ist alternativ möglich, ein Auf- und Einbringen des Mediums auf und in die Rovings **33** mit einer einseitigen Medienzuführung zu erzielen, wie nachfolgend beschrieben wird. Die bisherigen Ansätze des Aufbringens von Medien wie Klebstoff, Binder, Harz haben im Wesentlichen eine Art kontaktloses oder druckloses Aufbringen gelehrt. Die oben beschriebene Düse führt dazu, dass das Medium nicht nur in Kontakt mit den Rovings gebracht wird, sondern in das Roving eingepresst wird. Das lässt sich auch bei einer einseitigen Medienzuführung, also falls z. B. nur die obere Düse **22d** in den **Fig. 4**, **Fig. 5** vorhanden ist, erzielen, falls das Medium trotzdem unter Druck in das Roving eingepresst wird. Diese wird erzielt, in dem eine Art Gegenlager auf der anderen Seite des Rovings vorhanden ist, also die Gegenseite des Durchführungs-

schlitzes **22s**, so dass das Medium unter Druck in das Roving eingepresst wird. Zur Förderung der Imprägnierung insbesondere bei einer einseitigen Medienzuführung ist es zu bevorzugen, das Flächengewicht des Rovings zu erniedrigen. Das kann z. B. durch Kämmen, Aufspreizen oder andere bekannte Maßnahmen zum Erniedrigen des Flächengewichts erfolgen. Ein einseitiges bzw. beidseitiges Aufbringen bezieht sich in der vorliegenden Anmeldung auf die Breitseiten des Rovings, also die Seiten, die sich in der Ebene 1-b in **Fig. 4b**) erstrecken.

[0057] Es wird ausdrücklich erklärt, dass alle Merkmale die in der Beschreibung und/oder den Ansprüchen offenbart sind, dazu gedacht sind, getrennt und unabhängig voneinander zum Zwecke der ursprünglichen Offenbarung und ebenso zum Zwecke des Beschränkens der beanspruchten Erfindung, unabhängig von der Zusammenstellung der Merkmale in den Ausführungsformen und/oder den Ansprüchen, offenbart zu werden. Es wird ausdrücklich erklärt, dass alle Wertebereiche oder Angaben von Gruppen von Gesamtheiten jeden möglichen Zwischenwert und jede Zwischengesamtheit zum Zwecke der ursprünglichen Offenbarung und ebenso zum Zwecke des Beschränkens der beanspruchten Erfindung offenbaren.

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

- WO 2011/128110 A1 [[0002](#), [0005](#), [0023](#),
[0026](#), [0033](#), [0045](#)]
- US 2009/0229760 A1 [[0026](#), [0026](#)]
- WO 2011/12810 A1 [[0049](#)]

Patentansprüche

1. Legekopf für die Herstellung von Fasergelegen und Bauteilvorformlingen aus Fasern, mit einem Eingang (**20e**), der zum Einführen einer Mehrzahl von trockenen Rovings (**33**; R1, R2, ...) angepasst ist, einer Faserfördervorrichtung (**20f**) zum gleichzeitigen und voneinander unabhängigen Fördern von aber den Eingang (**20e**) eingeführten Rovings (**33**; R1, R2, ...) in einer Faservorschubrichtung (V), einem Ausgang (**20a**), der in Faservorschubrichtung (V) stromabwärts der Faserfördervorrichtung (**20f**) angeordnet ist und zum gleichzeitigen Ablegen einer Mehrzahl von Rovings (**33**; R1, R2, ...) auf einem Werkstückträger (**40**) zum Aufbau eines dreidimensionalen Vorformlings (**31**) angepasst ist, einer Faserschneidvorrichtung (**21**, **21i**, **21j**), die in Faservorschubrichtung (V) stromabwärts der Faserfördervorrichtung (**20f**) und stromaufwärts des Ausgangs (**20a**) angeordnet ist und zum Schneiden der Rovings (**33**; R1, R2, ...) angepasst ist, und einer Düse (**22**, **22i**, **22j**) zum Aufbringen eines Mediums auf die Rovings (**33**; R1, R2, ...), bei dem die Düse (**22**, **22i**, **22j**) zum Aufbringen des Mediums auf die Rovings (**33**; R1, R2, ...) und zum Einbringen des Mediums in die Rovings (**33**; R1, R2, ...) angepasst ist.

2. Legekopf nach Anspruch 1, bei dem die Düse (**22**, **22i**, **22j**) in Vorschubrichtung (V) stromabwärts der Faserfördervorrichtung (**20f**) angeordnet ist.

3. Legekopf nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Düse (**22**, **22i**, **22j**) in Vorschubrichtung (V) stromaufwärts der Faserschneidvorrichtung (**21**, **21i**, **21j**) angeordnet ist.

4. Legekopf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Düse einen schlitzförmigen Durchgangsspalt (**22s**) mit einer Höhe (s), die der Höhe eines trockenen Rovings (**33**; R1, R2, ...) in Dickenrichtung (d) plus einem geringen Ausmaß, das so gewählt ist, dass ein Imprägnierungsdruck zum Drücken des Mediums in das Roving erzeugt wird, aufweist.

5. Legekopf nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Düse (**22**, **22i**, **22j**) für jedes Roving aus der Mehrzahl der Rovings (**33**; R1, R2, ...) einen schlitzförmigen Durchgangsspalt (**22s**) aufweist.

6. Legekopf nach einer der Ansprüche 1 bis 5, bei dem eine Anpressrolle (**20r**) an dem Ausgang (**20a**) angeordnet ist.

7. Legekopf nach einer der Ansprüche 1 bis 6, bei dem eine Heizvorrichtung (**25**, **25i1**, **25i2**, **25j1**, **25j2**) in Vorschubrichtung (V) stromabwärts der Faserschneidvorrichtung (**21**, **21i**, **21j**) angeordnet ist.

8. Legekopf nach einer der Ansprüche 1 bis 7, bei dem eine Kühlvorrichtung (**23**, **23i**, **23j**) in Vorschubrichtung (V) stromabwärts der Düse (**22**, **22i**, **22j**) und stromaufwärts der Schneidvorrichtung (**21**, **21i**, **21j**) angeordnet ist.

9. Legekopf nach einer der Ansprüche 1 bis 8, bei dem eine Zwischenfördervorrichtung (**24**, **24i**, **24j**) in Vorschubrichtung (V) stromabwärts der Düse (**22**, **22i**, **22j**) angeordnet ist.

10. Legekopf nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Düse (**22**, **22i**, **22j**) zum beidseitigen Aufbringen und Einbringen des Mediums auf/in die Rovings angepasst ist.

11. Legekopf nach einer der Ansprüche 7 bis 10, bei dem die Heizvorrichtung eine Endheizung (**25i1**, **25j1**) zum Wiederaufheizen des Mediums, das auf die Rovings (**33**; R1, R2, ...) aufgebracht und in die Rovings eingebracht ist, aufweist, die in Vorschubrichtung (V) stromaufwärts und benachbart zu der Anpressrolle (**20r**) angeordnet ist.

12. Legekopf nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem eine Mehrzahl von Vorschubpfaden (P1, P2) für die Mehrzahl von trockenen Rovings (**33**), die durch den Eingang (**20e**) eingeführt werden, derart vorgesehen ist, dass die trockenen Rovings in Gruppen (R_i, R_j) aufgeteilt werden und für jede der Gruppen, die dem Ausgang (**20a**) über die separaten Vorschubpfade (P1, P2) zugeführt werden, jeweils eine entsprechende Düse (**22i**, **22j**), Schneidvorrichtung (**21i**, **21j**) und optional eine entsprechende Kühlvorrichtung (**23i**, **23j**), Zwischenfördervorrichtung (**24i**, **24j**) bzw. Heizvorrichtung (**25i1**, **25i2**, **25j1**, **25j2**) vorgesehen sind.

13. Legekopf nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem die Düse (**22**, **22i**, **22j**) dazu angepasst ist, ein Medium, das ausgewählt ist aus einem Klebstoff zum Fixieren der Rovings, einem Binder zum Verbinden der Rovings, und einem Harz zum Imprägnieren des Rovings, angepasst ist.

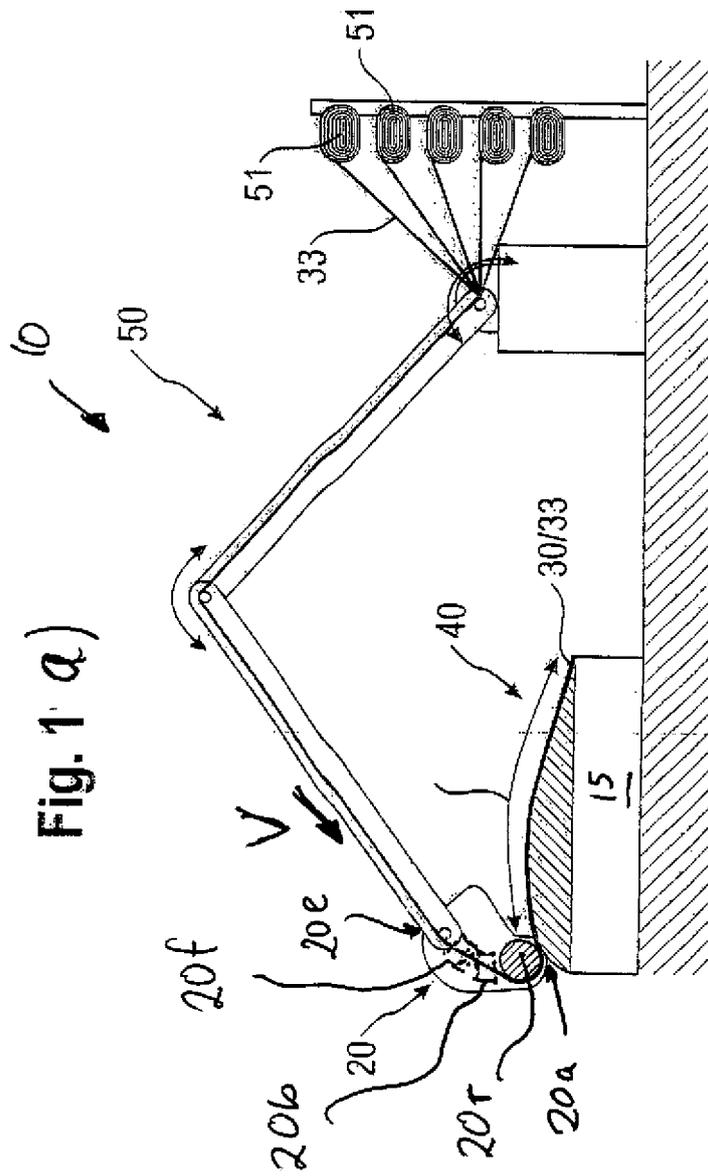
14. Vorrichtung zum Aufbau eines Vorformlings (**31**) für ein Bauteil aus einem Faserverbundwerkstoff, mit einem Werkstückträger (**40**), einem Legekopf (**20**) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 zum Ablegen einer Faserschar (**30**) aus Rovings (**33**) auf dem Werkstückträger (**40**), und einer Transfervorrichtung zum Übertragen des Vorformlings (**31**) von dem Werkstückträger (**40**) zu einem nächsten Herstellungsschritt.

15. Verfahren zum Aufbau eines dreidimensionalen Vorformlings für ein Bauteil aus einem Faserverbundwerkstoff, mit den folgenden Schritten:

- a) Bereitstellen eines Werkstückträgers (40) entsprechend der dreidimensionalen Gestalt des Vorformlings (31);
- b) Ablegen einer Faserschar (30) durch gleichzeitiges Ablegen einer Mehrzahl von Rovings (33) auf dem Werkstückträger (40);
- c) Fixieren der Rovings (33) am Rand (42) des Werkstückträgers (40);
- d) Wiederholen der Schritte b) und c) nach einem vorbestimmten Faserscharlegemuster zur Ausbildung des dreidimensionalen Vorformlings (31), wobei
- d1) bei jeder Ausführung des Schrittes c) die Rovings (33) hinter den am Rand des Werkstückträgers bereits fixierten oder zu fixierenden Abschnitten der Rovings (33) abgeschnitten werden und die nächste Ausführung des Schrittes b) danach folgt; und
- e) nach Abschluss der Ausbildung des Vorformlings entsprechend des vorbestimmten Faserscharlegemusters in Schritt d), Übertragen des dreidimensionalen Vorformlings (31) von dem Werkstückträger (40) zum nächsten Herstellungsschritt, bei dem
- b1) die Rovings der Faserschar beim Beginn eines Ablegevorgangs gemäß Schritt
- b) am Rand des Werkstückträgers über eine erste vorbestimmte Länge (I1) fixiert werden,
- d2) die gemäß Schritt d1) am Rand des Werkstückträgers bereits fixierten oder zu fixierenden Abschnitte der Rovings (33) über eine zweite vorbestimmte Länge (I2) fixiert sind/werden, und
- d3) in Schritt c) vor dem Schneiden auf die Rovings (33) Klebstoff mit einer dritten vorbestimmten Länge (I), die wenigstens der Summe der ersten und zweiten vorbestimmten Länge (I1, I2) entspricht, aufgetragen wird und die Rovings (33) gemäß Schritt d1) so geschnitten werden, dass Klebstoff in wenigstens der zweiten vorbestimmten Länge (I2) auf der einen Seite des Schnitts auf dem am Ende einer Legebahn des Faserscharmusters zu fixierenden Abschnitt verbleibt und Klebstoff in wenigstens der ersten vorbestimmten Länge (I1) für das Fixieren zu Beginn der nächsten Ausführung des Schrittes b) auf der anderen Seite des Schnitts auf dem anderen Ende des geschnittenen Rovings (33) verbleibt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



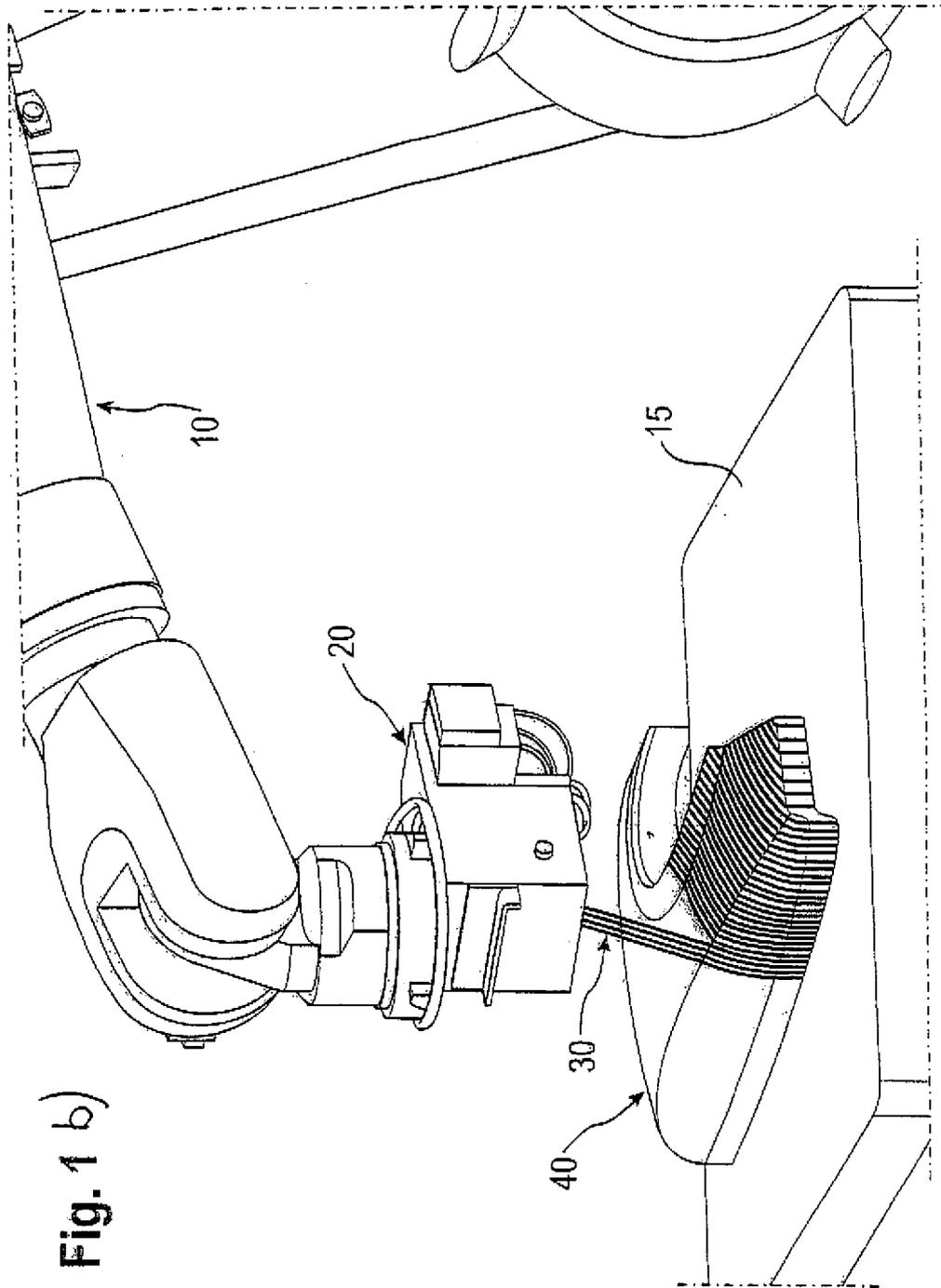


Fig. 2

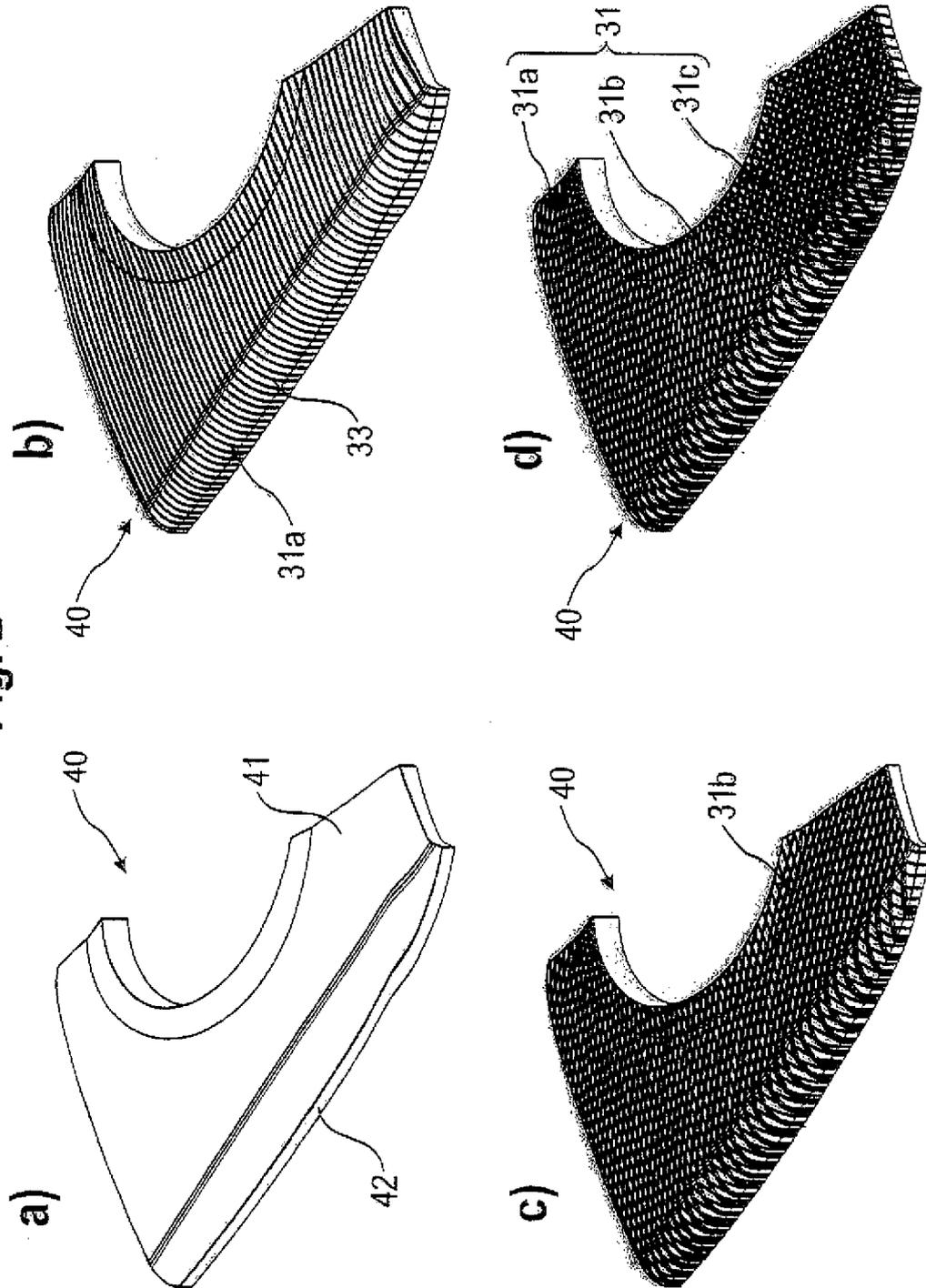


Fig. 3

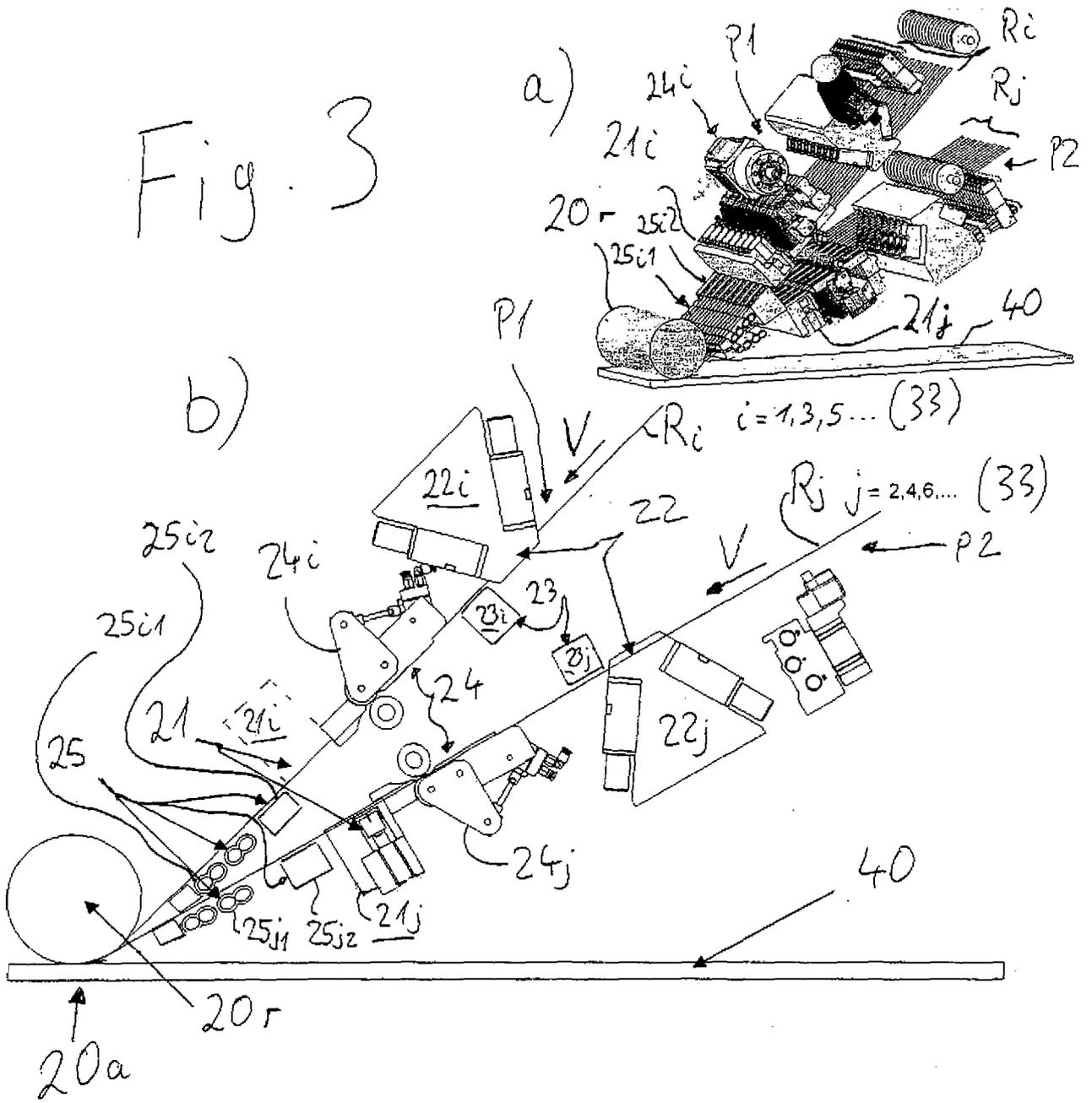


Fig. 6

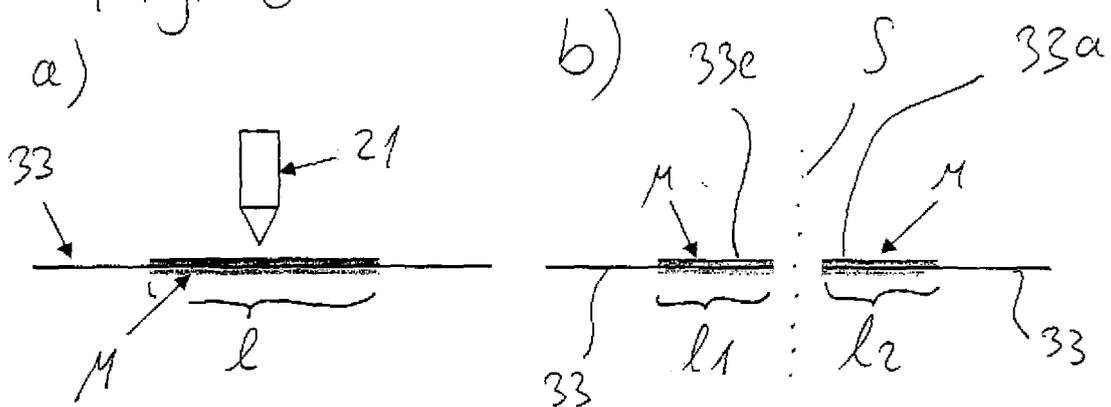


Fig. 4

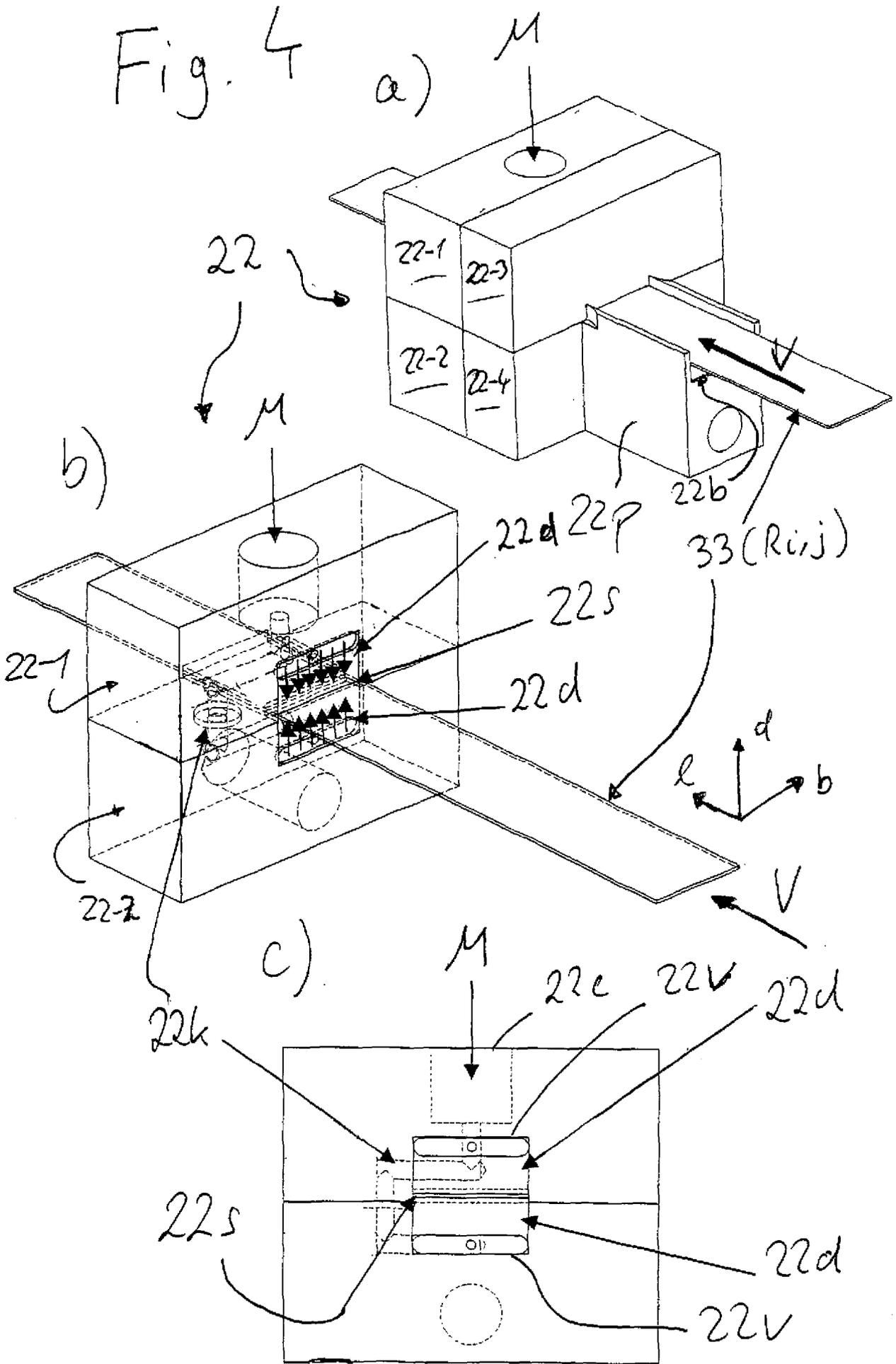


Fig. 5

