(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
18. September 2014 (18.09.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/140146 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 70/38 (2006.01) *B29C 70/54* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/054908

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. März 2014 (13.03.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
61/777,370 12. März 2013 (12.03.2013) US

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

(72) Erfinder: **BORGMANN, Robert E.**; c/o Dieffenbacher GmbH Maschinen- und Anlagenbau, Heilbronner Straße 20, 75031 Eppingen (DE). **BEACHY, Wendell**; c/o Dieffenbacher GmbH Maschinen- und Anlagenbau, Heilbronner Straße 20, 75031 Eppingen (DE). **EVANS, Don O.**; c/o Dieffenbacher GmbH Maschinen- und Anlagenbau, Heilbronner Straße 20, 75031 Eppingen (DE). **MCCLARD, Christina**; 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, LT, 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, 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)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

— *das Anmeldedatum der internationalen Anmeldung ist innerhalb von zwei Monaten nach Ablauf der Prioritätsfrist (Regel 26bis.3)*

(54) **Title**: METHOD AND SYSTEMS FOR PRODUCING ADVANCED COMPOSITE COMPONENTS

(54) **Bezeichnung** : VERFAHREN UND SYSTEME ZUR HERSTELLUNG FORTSCHRITTLICHER VERBUNDBAUTEILE

(57) **Abstract**: The invention relates to a method for producing composite components using a fiber placement system (1) having a material storage enclosure (2), a material feed station (8), which has a squeezing-roller drive system (9) and a cutting device (10), and a material transfer station (12), which has a respective movable guide trough (13) for each fiber bundle (24) to be produced per layer. In the method, the squeezing-roller drive system is activated in order to draw each of the material webs and to guide the material webs into the respective guide troughs of the material webs. The gripper (21) is rotated in alignment with the movable guide troughs, lowered until contact with the fiber bundles, activated, and pulled back in order to remove the fiber bundles from the movable guide troughs. Then the gripper is placed over the vacuum table or the laying surface, lowered, deactivated, and pulled back, such that the fiber bundles remain in the position thereof on top of the previously laid layer on the vacuum table or the laying surface.

(57) **Zusammenfassung**: Ein Verfahren zur Herstellen von Verbundbauteilen verwendet ein Faserplatzierungssystem (1) mit einer Materiallagereinhausung (2), eine Materialzufuhrstation (8), welche ein Quetschwalzenantriebssystem (9) und eine Schneidevorrichtung (10) aufweist, und eine Materialübertragungsstation (12), welche für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel (24) jeweils eine bewegliche Führungswanne (13) aufweist. Im Verfahren wird das Quetschwalzenantriebssystem aktiviert, um jede der Materialbahnen zu ziehen und in ihre jeweilige Führungswanne zu führen. Der Greifer (21) wird in Ausrichtung mit den beweglichen Führungswannen rotiert, bis zur Berührung mit den Faserbündeln abgesenkt, aktiviert und zurückgezogen, um die Faserbündel von den beweglichen Führungswannen zu entfernen. Anschließend wird der Greifer über dem Vakuumtisch oder der Legefläche platziert, abgesenkt, deaktiviert und zurückgezogen, sodass die Faserbündel oben auf der vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche in ihrer Position zurückbleiben.

WO 2014/140146 A1

VERFAHREN UND SYSTEME ZUR HERSTELLUNG FORTSCHRITTLICHER VERBUNDBAUTEILE

VERWANDTE ANMELDUNGEN

Diese Anmeldung steht in Zusammenhang mit dem US-Patent Nr. 6,607,626 mit Erteilungsdatum am 19. August 2003; US-Patent Nr. 6,939,423, mit Erteilungsdatum am 6. September 2005; US-Patent Nr. 7,235,149 mit Erteilungsdatum am 26. Juni 2007; US-Patent Nr. 8,007,894 mit Erteilungsdatum am 30. August 2011; US-Patent Nr. 8,048,253 mit Erteilungsdatum am 1. November 2011; US-Patent Nr. 8,168,029 mit Erteilungsdatum am 1. Mai 2012; US-Patentanmeldung Nr. 13/435,006 mit Einreichungsdatum am 30. März 2012; und US-Patentanmeldung Nr. 13/557,621 mit Einreichungsdatum am 25. Juli 2012. Alle diese Dokumente sind im vorliegenden Dokument durch Bezugnahme vollständig aufgenommen.

HINTERGRUNDINFORMATIONEN

Gebiet der Erfindung

Die vorliegenden Ausführungsformen beziehen sich im Allgemeinen auf die Herstellung fortschrittlicher Verbundbauteile und insbesondere auf Verfahren und Systeme für die Herstellung fortschrittlicher Verbundbauteile mittels eines automatischen Faserplatzierungsverfahrens, das unidirektionale Prepeg-Verbundmaterialien verwendet.

Hintergrund

Herkömmliche Faserplatzierungssysteme werden normalerweise optimiert, um sehr große und oftmals äußerst konturierte Bauteile zu produzieren, die vor dem Aushärten nur einem geringen oder keinem Postforming unterzogen werden. Die sich daraus ergebenden Designkonfigurationen können erhebliche Nachteile darstellen, wenn sie bei der Produktion kleiner, im Wesentlichen flacher Rohlinge eingesetzt werden, wie im Folgenden erklärt:

Mindestlagenlänge (MCL): Herkömmliche Faserplatzierungssysteme legen jede Materiallage mehr oder weniger ununterbrochen auf die Arbeitsfläche auf, indem die Faserbündel von den Materialspulen über einen komplexen Faseranlieferungsweg dem Klemmpunkt einer Walze zugeführt werden, die sich entlang der Arbeitsfläche bewegt. Dies erfordert, dass sich die Vorrichtungen für das Zuschneiden eines jeden Faserbündels auf die geforderte Länge auf der Austragevorrichtung befinden, so nah an der Quetschwalze wie möglich. Der Abstand zwischen der Schneidevorrichtung und dem Klemmpunkt an der Walze legt die Länge des kürzesten Faserbündels, oder der Lage, fest, das bzw. die produziert und gelegt werden kann. Somit erhöht eine längere Mindestlagenlängenabmessung die Abfallmenge, die während des Trimmvorgangs zu entfernen ist. Es kann daher sein, dass die Mindestlagenlänge, die mit der herkömmlichen Faserplatzierungskonfiguration erreicht werden kann, zu lang ist, um für die Produktion kleiner flacher Bauteile geeignet zu sein.

Komplexe Spannungssteuerung: Da herkömmliche Systeme jede Materiallage mehr oder weniger ununterbrochen auf die Arbeitsfläche auflegen, muss jedes Faserbündel zwangsläufig eine erhebliche Strecke von der Materialspule zur Austragevorrichtung zurücklegen, wobei es Belastungen unterworfen ist, die verursacht werden durch das wiederholte Biegen und Verdrehen, das entlang der Strecke erforderlich ist. Weil die Geschwindigkeit des Faserbündels durch das Faseranlieferungssystem der Auflegegeschwindigkeit des Materials auf die Arbeitsfläche entsprechen muss, erfolgen die Zuführung und das Zuschneiden eines jeden Bündels auf die benötigte Länge normalerweise „on the fly“. Diese Bedingungen erfordern den Einsatz eines durchdachten und teuren Systems, um die Spannung in jedem einzelnen Faserbündel zu steuern. Die mit einem derartigen Spannungssteuerungssystem verbundenen Kosten machen ein herkömmliches Faserplatzierungssystem als Alternative zum händischen Legen für die Produktion sehr kleiner, im Wesentlichen flacher Bauteile unpraktisch.

Konturierte Legefähigkeit: Die Konfiguration herkömmlicher Faserplatzierungssysteme wird zum Teil durch die Notwendigkeit bestimmt, in der Lage zu sein, eine Materiallage auf Arbeitsflächen aufzulegen, die ziemlich komplexe Konturen aufweisen. Die Anforderung an eine derartige Fähigkeit beeinflusst die Auslegung in vielerlei Hinsicht, was insgesamt zu einer

Systemgestaltung führt, die zu komplex und teuer ist, um eine tragbare Alternative zu einem Handlegeverfahren für kleine, im Wesentlichen flache Bauteile zu sein, z. B.:

- Herkömmliche Systeme erfordern normalerweise eine Gestaltung der Austragevorrichtung, die es jedem einzelnen Faserbündel ermöglicht, bei voller Legegeschwindigkeit einzeln ausgegeben zu werden, um besser in der Lage zu sein, den Konturen der Arbeitsoberfläche zu entsprechen;
- Herkömmliche Systeme erfordern normalerweise eine komplexe Gestaltung der Quetschwalze mit ausreichend Nachgiebigkeit, um sich an abrupte, lokale Änderungen bei der Kontur anzupassen;
- Herkömmliche Systeme erfordern normalerweise eine leistungsfähige Wärmequelle für das Verfahren, um bei voller Legegeschwindigkeit die Bauteiloberfläche „on the fly“ klebrig zu machen;
- Herkömmliche Systeme erfordern normalerweise einen relativ großen Manipulator mit 6 (und in einigen Fällen 7) Freiheitsgraden, um in der Lage zu sein, eine Materiallage auf die Arbeitsfläche in der richtigen Ausrichtung und Laufbahn aufzulegen, mit ausreichend Gussformfreiraum.

Somit besteht weiterhin ein Bedarf für effizient produzierende fortschrittliche Verbundrohlinge, insbesondere kleine, im Wesentlichen flache fortschrittliche Verbundrohlinge.

ZUSAMMENFASSUNG

Ausführungsformen bieten Verfahren, Systeme und Geräte für die Herstellung fortschrittlicher Verbundbauteile mittels eines automatischen Faserplatzierungssystems, das gleichgerichtete Prepeg-Verbundmaterialien verwendet. In diesem Dokument beschriebene Ausführungsmaterialien können Hilfsmittel bereitstellen zum effizienten kleiner und im Wesentlichen flacher Endform-Verbundlaminate, welche nach dem Legen bzw. „lay-up“ dann nachgeformt und ausgehärtet werden können. Normalerweise werden derartige Bauteile mittels herkömmlicher Handlegemethoden hergestellt. Demgegenüber bieten diese Ausführungsformen ein automatisches Verfahren auf kostengünstige Art und Weise, um die Beständigkeit der Bauteilequalität zu verbessern, Kosten zu senken und die Durchlaufleistung zu steigern. Die Ausführungsformen können für

die effiziente Herstellung sowohl duroplastischer als auch thermoplastischer Verbundmaterialien gelten. Allerdings konzentrieren sich die in diesem Dokument ausführlich beschriebenen Ausführungsformen zu Veranschaulichungszwecken auf die gleichgerichteten duroplastischen Prepeg-Verbundmaterialien.

Als eine Ausführungsform wird Verfahren angegeben zur Herstellen von Verbundbauteilen mittels einem Faserplatzierungssystem, welches aufweist: zumindest eine Materiallagereinhausung, welche für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel eine Materialspule, eine drehbare Schwenkwalze und eine Umlenkwalze aufweist; zumindest eine Materialzufuhrstation, welche ein Quetschwalzenantriebssystem und eine Schneidevorrichtung und aufweist; zumindest eine Materialübertragungsstation, welche für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel jeweils eine einzeln bewegliche Führungswanne aufweist, wobei die beweglichen Führungswannen jeweils ein Vakuumsystem aufweisen; und zumindest eine Legestation, welche einen Vakuumtisch oder eine Legefläche und eine mit einem Endeffektor ausgestattete Pick-und-Place-Vorrichtung aufweist; wobei das Verfahren die Schritte aufweist: Aktivieren des Quetschwalzenantriebssystems, um jede der Materialbahnen durch die jeweiligen Schwenkwalzen und Umlenkwalzen zu ziehen, wobei mit dem Ziehen jeder der Materialbahn von ihrer jeweiligen Materialspule durch das Quetschwalzenantriebssystem, jede der Materialbahn vorwärts über die Schneidevorrichtung hinaus und in ihre jeweilige Führungswanne der Materialzufuhrstation geführt wird, nachdem jede Materialbahn über die gewünschte Strecke in ihre jeweilige Führungswanne geführt worden ist, Aktivieren des Vakuumsystems der jeweiligen Führungswanne zum Fixieren der Materialbahn, nach dem Fixieren jeder Materialbahn in ihrer jeweiligen beweglichen Führungswanne, Betätigen der Schneidevorrichtung, um die jeweilige Materialbahn von dem von den Materialanlieferungsspulen zugeführten Material abzutrennen und einzelne Faserbündel zu erstellen, wenn jedes Faserbündel in seiner jeweiligen beweglichen Führungswanne fixiert ist, Bewegen der beweglichen Führungswannen horizontal in Richtung weg von der Schneidevorrichtung, so dass alle Faserbündel für die Pick-und-Place-Vorrichtung zugänglich sind, Rotieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung in Ausrichtung mit den beweglichen Führungswannen; Absenken des Endeffektors bis zur Berührung mit den Faserbündeln; Aktivieren des Endeffektors; Deaktivieren des Vakuumsystems in den beweglichen

Führungswannen; Zurückziehen des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung, um die Faserbündel von den beweglichen Führungswannen zu entfernen; Positionieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung über dem Vakuumtisch oder der Legefläche; Absenken des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung, um die Faserbündel in Berührung mit einer vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche zu platzieren; und Deaktivieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung und Zurückziehen des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung, sodass die Faserbündel oben auf der vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche in ihrer Position zurückbleiben.

Es kann vorgesehen sein, dass der Endeffektor ein vakuumbetriebener Greifer ist, wobei zum Aktivieren und Deaktivieren des Endeffektors das Vakuum aktiviert beziehungsweise deaktiviert wird.

Vorzugsweise kann, nach dem Absenken des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung, um die Faserbündel in Berührung mit einer vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche zu platzieren, die Pick-und-Place-Vorrichtung eine nach unten gerichtete Kraft ausüben, um die Faserbündel gegen die vorher gelegte Schicht auf den Vakuumtisch oder die Legefläche zu drücken.

Bevorzugt kann vorgesehen sein, dass bei dem Ziehen jeder der Materialbahn von ihrer jeweiligen Materialspule durch das Quetschwalzenantriebssystem die Materialbahnen jeweils unabhängig voneinander gezogen werden und jede der Materialbahnen über eine Strecke in ihre jeweilige Führungswanne geführt wird, die einer vom Legeprogramm des Bauteils vorgegebenen Faserbündellänge entspricht.

Die Legestation kann bevorzugt weiter ein Heizgerät aufweisen, und das Verfahren kann weiter die Schritte aufweisen: während die Pick-und-Place-Vorrichtung sich in Position über den beweglichen Führungswannen befindet, Positionieren des Heizgeräts über dem Vakuumtisch oder der Legefläche, und Einschalten des Heizgeräts, um die Oberfläche der zuvor gelegten Materialschicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche zu erwärmen und klebrig zu machen; und nachdem die Oberfläche der vorher gelegten Schicht erwärmt und klebrig gemacht worden ist, Zurückziehen des Heizgeräts von seiner Position über dem Vakuumtisch

oder der Legefläche, bevor der vakuumbetriebene Greifer der Pick-und-Place-Vorrichtung über dem Vakuumtisch oder der Legefläche positioniert wird.

Vorzugsweise kann beim Bewegen der beweglichen Führungswannen horizontal in Richtung weg von der Schneidevorrichtung jede bewegliche Führungswanne unabhängig in eine eigenständige Endstellung geführt wird, so dass die Enden eines jeden Faserbündels in einer durchgängigen Beziehung zueinander ausgerichtet sind, so wie sie in dem zu produzierenden Bauteil enthalten sein sollen.

Vorzugsweise können für zumindest eine zu legende Materiallage die Faserbündel in seitlicher Stellung von den angrenzenden Faserbündeln um einen Abstand beabstandet sind, der der Breite eines einzigen Faserbündels entspricht, und wobei die Lücken zwischen den Faserbündeln gefüllt werden durch Legen von Faserbündeln in einer nächsten zu legenden Lage.

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass für eine erste zu legende Materialschicht die Schritte ausgeführt werden: Legen eines Trägermaterials, insbesondere einer Trägerfolie, auf die Oberfläche des Vakuumtischs und Aktivieren des Vakuumsystems zum Fixieren des Trägermaterials; klebrig Machen der Oberfläche des Trägermaterials zur Vorbereitung der Aufnahme der ersten Materialschicht; Rotieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung in Ausrichtung mit den beweglichen Führungswannen; Absenken des Endeffektors bis zur Berührung mit den Faserbündeln; Aktivieren des Endeffektors; Deaktivieren des Vakuumsystems in den beweglichen Führungswannen; Zurückziehen des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung, um die Faserbündel von den beweglichen Führungswannen zu entfernen; Positionieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung über dem Vakuumtisch oder der Legefläche; Absenken des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung, um die Faserbündel in Berührung mit dem Trägermaterial auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche zu platzieren; Ausüben einer nach unten gerichteten Kraft durch die Pick-und-Place-Vorrichtung, um die Faserbündel gegen das Trägermaterial auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche zu drücken; Deaktivieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung und Zurückziehen des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung, sodass die Faserbündel auf dem Trägermaterial auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche zurückbleiben; und Wiederholen der Schritte, bis die erste Schicht fertiggestellt ist.

Als eine weitere Ausführungsform wird ein Faserplatzierungssystem angegeben, welches aufweist: zumindest eine Materiallagereinhausung, welche für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel eine Materialspule, eine drehbare Schwenkwalze und eine Umlenkwalze aufweist; zumindest eine Materialzufuhrstation, welche ein Quetschwalzenantriebssystem und eine Schneidevorrichtung und aufweist; zumindest eine Materialübertragungsstation, welche für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel jeweils eine einzeln bewegliche Führungswanne aufweist, wobei die beweglichen Führungswannen jeweils ein Vakuumsystem aufweisen; und zumindest eine Legestation, welche einen Vakuumtisch oder eine Legefläche und eine mit einem Endeffektor ausgestattete Pick-und-Place-Vorrichtung aufweist, wobei das Quetschwalzenantriebssystem aktiviert werden kann, um jede der Materialbahnen durch die jeweiligen Schwenkwalzen und Umlenkwalzen zu ziehen, und dabei jede der Materialbahn vorwärts über die Schneidevorrichtung hinaus und in ihre jeweilige Führungswanne der Materialzufuhrstation zu führen, das Vakuumsystem der jeweiligen Führungswannen aktiviert werden kann zum Fixieren der Materialbahn in ihrer jeweiligen beweglichen Führungswanne, die Schneidevorrichtung betätigt werden kann, um die jeweilige Materialbahn von dem von den Materialanlieferungsspulen zugeführten Material abzutrennen und einzelne Faserbündel zu erstellen, die beweglichen Führungswannen horizontal in Richtung weg von der Schneidevorrichtung bewegt werden können, um alle Faserbündel für die Pick-und-Place-Vorrichtung zugänglich zu machen, der Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung in Ausrichtung mit den beweglichen Führungswannen rotiert werden, der Endeffektor bis zur Berührung mit den Faserbündeln abgesenkt werden und der Endeffektor aktiviert werden kann, das Vakuumsystems in den beweglichen Führungswannen deaktiviert und der Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung zurückgezogen werden kann um die Faserbündel von den beweglichen Führungswannen zu entfernen, der Endeffektor der Pick-und-Place-Vorrichtung über dem Vakuumtisch oder der Legefläche positioniert werden und der Endeffektor der Pick-und-Place-Vorrichtung abgesenkt werden kann, um die Faserbündel in Berührung mit einer vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche zu platzieren, und der Endeffektor der Pick-und-Place-Vorrichtung deaktiviert und zurückgezogen werden kann, sodass die Faserbündel oben auf der vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legeoberfläche in ihrer Position zurückgelassen werden können.

Das Faserplatzierungssystem kann bevorzugt eine Faserplatzierungszelle sein oder eine Faserplatzierungszelle umfassen.

Es kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die beweglichen Führungswannen unabhängig voneinander in eine eigenständige Endstellung geführt werden können, so dass die Enden eines jeden Faserbündels in einer durchgängigen Beziehung zueinander ausgerichtet werden können, so wie sie in dem zu produzierenden Bauteil enthalten sein sollen.

Es kann bevorzugt auch vorgesehen sein, dass zwischen den beweglichen Führungswannen ein Abstand zueinander ausgebildet ist, der ungefähr dem zweifachen der Breite des im System eingesetzten Materials entspricht.

Weiter bevorzugt kann die Schneidevorrichtung eingerichtet sein, die Materialenden in einem Winkel oder Bogen zu schneiden.

Vorzugsweise kann die Pick-und-Place-Vorrichtung mit einem Werkzeugwechsler ausgestattet sein, welcher es erlaubt, verschiedene Endeffektor zu befestigen, insbesondere einen spezialisierten vakuumbetriebenen Greifer zum Platzieren bestimmter Lagetypen und/oder zum Platzieren einer Lage auf bestimmten Bauteilbereiche, insbesondere einen Bereich, der keine durchgehende Dichte aufweist, einen Greifer zum Entfernen des Bauteil von der Werkzeugoberfläche entfernt, einen Greifer zum Legen eines Trägermaterials auf den Vakuumtisch oder die Legefläche, einen Greifer zum Platzieren von Einsatzstücken oder anderen Materialien, ein Prüfsystem zum Prüfen jeder Schicht für die Qualitätssicherung, und/oder einen Kompaktierungsrahmen, der über das Bauteil und das angelegte Vakuum platziert werden kann, um das Bauteil zusammenzudrücken und den Lufteinschluss zu entfernen.

Weiter bevorzugt kann die Materiallagereinhausung mit einer Kühlanlage ausgestattet ist, um die Materialspulen auf einer vorgegebenen Temperatur und Feuchtigkeit zu halten.

Es kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Materialübertragungsstation weiter zur Bewegung jeder der bewegliche Führungswanne einen jeweiligen servogesteuerten Schubantrieb aufweist.

Die Materialzufuhrstation kann auch gleichzeitig als Materialzuschneidestation verwendet werden.

Andere Systeme, Verfahren, Eigenschaften und Vorteile der Ausführungsformen sind für jeden Fachmann nach Überprüfung der folgenden Figuren und ausführlichen Beschreibung ersichtlich bzw. werden ersichtlich sein. Alle derartigen zusätzlichen Systeme, Verfahren, Eigenschaften und Vorteile sollen in dieser Beschreibung und Zusammenfassung enthalten sein, im Geltungsbereich der Ausführungsformen liegen und durch die Ansprüche geschützt sein.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die Ausführungsformen lassen sich mit Bezugnahme auf die folgenden Zeichnungen und die folgende Beschreibung besser verstehen. Die Bauelemente in den Figuren sind nicht unbedingt maßstabsgetreu, wobei der Schwerpunkt darauf liegt, die Grundsätze der Erfindung zu veranschaulichen. Außerdem bezeichnen gleichartige Bezugszeichen in den Figuren die entsprechenden Bauteile in den verschiedenen Ansichten.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer beispielhaften Faserplatzierungszelle gemäß einer Ausführungsform;

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung beispielhafter Bauelemente einer beispielhaften Materiallagereinhausung gemäß einer Ausführungsform;

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung einer beispielhaften Materialzufuhrstation und einer Umlenkwalzenbaugruppe gemäß einer Ausführungsform;

Fig. 4 ist eine schematische Darstellung einer Detailansicht der beispielhaften Materialzufuhrstation aus Fig. 3;

Fig. 5 ist eine schematische Darstellung einer Materialübertragungsstation gemäß einer Ausführungsform;

Fig. 6A ist eine schematische Darstellung einer Detailansicht der Materialübertragungsstation aus Fig. 5;

Fig. 6B ist eine schematische Abbildung der Materialübertragungsstation aus Fig. 6A, wobei die obere Führungsschiene aus Veranschaulichungszwecken entfernt worden ist;

Fig. 7 ist eine schematische Darstellung einer beispielhaften Legestation gemäß einer Ausführungsform; und

Fig. 8 bis 15 sind schematische Darstellung, die einen beispielhaften Betrieb des Systems für die Herstellung fortschrittlicher Verbundbauteile gemäß einer Ausführungsform veranschaulichen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

Ausführungsformen bieten Verfahren, Systeme und Geräte für die Herstellung fortschrittlicher Verbundbauteile mittels eines automatischen Faserplatzierungssystems, das gleichgerichtete Prepreg-Verbundmaterialien verwendet.

Unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 15 kann eine Faserplatzierungszelle 1 in Ausführungsformen eine Materiallagereinhausung 2, eine Materialzufuhrstation 8, eine Materialübertragungsstation 12 und eine Legestation 16 umfassen.

Eine Materiallagereinhausung 2 kann über einen an ihr montierten Trägerfolienaufnahmebehälter 3 verfügen. Die Materiallagereinhausung 2 kann eine individuelle Materialspule 4, eine drehbare Schwenkwalze 5, ein Trägerfolienführungsrohr 6 und eine Umlenkwalze 7 für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel umfassen. Jede Materialspulenbaugruppe kann eine Spannvorrichtung zur Fixierung der Materialspule 4 als Unterstützung der Spindel und eine Vorrichtung zur Steuerung der Zugspannung auf dem ausgegebenen Material umfassen. Die Materiallagereinhausung 2 kann mit einer Kühlanlage

ausgestattet sein, um die Materialspulen 4 auf optimaler Temperatur und Feuchtigkeit zu halten.

Eine Materialzufuhrstation 8 kann mit einem Quetschwalzenantriebssystem 9, einer Schneidevorrichtung 10 und Materialführungswannen 11 gestaltet werden.

Wie in der Figur 6A am besten zu sehen ist, kann eine Materialübertragungsstation 12 mit einer einzelnen, beweglichen Führungswanne 13, einer oberen Führungsschiene 14 und einem servogesteuerten Schubantrieb 15 für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel gestaltet sein. (Bei einigen der Figuren, z. B. Figur 6B, wird die obere Führungsschiene 14 zu Veranschaulichungszwecken weggelassen). Der seitliche Abstand zwischen den beweglichen Führungswannen 13 zueinander entspricht ungefähr dem zweifachen der Breite des im System eingesetzten Materials. Dieser Abstand kann der Position jedes zweiten Faserbündels in einer vorgegebenen, zu legenden Lage entsprechen. Die beweglichen Führungswannen 13 können mit Vakuumanschlüssen gestaltet werden, um das Material zu fixieren.

Eine Legestation 16 kann eine servogesteuerte Pick-und-Place-Vorrichtung 17, einen Vakuumtisch oder eine Legefläche 18, ein Heizgerät 19 und einen Schubantrieb 20 umfassen. Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann mit einem vakuumbetriebenen Greifer 21 ausgestattet sein, der in der letzten Bewegungsachse an ihrem Werkzeugmontageflansch befestigt werden kann. Der vakuumbetriebene Greifer 21 kann mit ausreichender Nachgiebigkeit gestaltet werden, um Material auf die konturierten Oberflächen platzieren zu können.

Obwohl die Figuren Ausführungsformen zeigen, die dafür gestaltet sind, vier Faserbündel pro Lage zu produzieren, kann die Anzahl der pro Lage zu produzierenden Faserbündel variieren und somit so gestaltet werden, um am besten zu den Anwendungsparametern für die bestimmten zu produzierenden Bauteile zu passen.

In Ausführungsformen arbeitet ein beispielhaftes System zur Herstellung kleiner fortschrittlicher Verbundbauteile wie folgt.

Das Quetschwalzenantriebssystem 9 kann aktiviert werden und zieht jede Materialbahn 22 nach vorne durch seine jeweiligen Schwenkwalzen 5 und Umlenkwalzen 7. Jede Materialbahn 22 kann unabhängig gezogen werden, damit die Länge jedes einzelnen Faserbündels variiert, wie vom Legeprogramm des Bauteils vorgegeben.

Mit jeder Materialbahn 22, die von ihrer jeweiligen Materialspule 4 vom Quetschwalzenantriebssystem 9 nach vorne gezogen wird, kann die Trägerfolie 23 auf jeder Materialspule 4 zugleich kontinuierlich abgestreift werden und über das Trägerfolienführungsrohr 6 in den Trägerfolienaufnahmebehälter 3 gezogen werden. Obwohl ein vakuumbetriebenes Trägerfolienentfernungssystem in den Figuren angedeutet ist, kann das Entfernen der Trägerfolie auch erreicht werden, indem die Folie auf eine passive oder angetriebene Aufwickelspule oder jedwedes beliebige geeignete, alternative Hilfsmittel gewickelt wird.

Mit jeder Materialbahn 22, die von ihrer jeweiligen Materialspule 4 vom Quetschwalzenantriebssystem 9 nach vorne gezogen wird, kann jede Bahn zugleich vorwärts über die Schneidevorrichtung 10 hinaus und in ihre jeweilige Führungswanne 13 – die sich in der Materialübestation 8 befindet – geführt werden. Jede Bahn kann die entsprechende Strecke in ihre jeweilige Führungswanne 13 geführt werden, die der gewünschten Faserbündellänge entsprechen kann, wie vom Legeprogramm des Bauteils vorgegeben. Da jede Materialbahn 22 vorwärts in ihre jeweilige Führungswanne 13 geführt wird, läuft sie unter der oberen Führungsschiene 14 durch, die eine Einschließung in vertikaler Richtung bietet, wie z. B. in Figuren 8-9 gezeigt (obere Führungsschiene 14 wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht gezeigt) dargestellt.

Nachdem jede Materialbahn über die gewünschte Strecke in ihre jeweilige Führungswanne 13 geführt worden ist, kann das Vakuumsystem aktiviert werden, wodurch jede Materialbahn 22 innerhalb ihrer jeweiligen beweglichen Führungswanne 13 fixiert wird.

Wenn jede Materialbahn 22 sicher in ihrer jeweiligen beweglichen Führungswanne 13 fixiert ist, kann die Schneidevorrichtung 10 betätigt werden, die jede

Materialbahn 22 von dem von den Materialanlieferungsspulen zugeführten Material abtrennt und somit einzelne Faserbündel 24 erstellt.

Wenn jedes Faserbündel 24 sicher in seiner jeweiligen beweglichen Führungswanne 13 fixiert ist, können die Schubantriebe 15 betätigt werden und jede bewegliche Führungswanne 13 horizontal bewegen, in die Richtung weg von der Schneidevorrichtung 10, wie z. B. in Figur 10 gezeigt. Jeder Schubantrieb 15 kann seine jeweilige bewegliche Führungswanne 13 unabhängig in eine eigenständige Endstellung führen, damit:

- Alle Faserbündel 24 für die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 zugänglich sind;
- Die Enden eines jeden Faserbündels 24 in einer durchgängigen Beziehung zueinander ausgerichtet sind, so wie sie in dem zu produzierenden Bauteil enthalten sein sollen.

Wenn alle Faserbündel 24 sich im richtigen Verhältnis zueinander befinden, kann die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 in die Position über den beweglichen Führungswannen 13 fahren und der vakuumbetriebene Greifer 21 kann aktiviert werden.

In Ausführungsformen können für die erste zu legende Materialschicht die folgenden Arbeitsabläufe eintreten:

- Eine Trägerfolie kann auf die Oberfläche eines Vakuumtischs oder einer Legefläche 18 gelegt werden und das Vakuumsystem kann aktiviert werden, um sie zu fixieren;
- Die Oberfläche der Trägerfolie kann klebrig gemacht werden, um es für die Aufnahme der ersten Materialschicht vorzubereiten;
- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann den vakuumbetriebenen Greifer 21 in Ausrichtung mit den beweglichen Führungswannen 13 rotieren, ihn zur Berührung mit den Faserbündeln 24 abzusenken (siehe z. B. Figur 11) und sein Vakuum aktivieren;
- Das Vakuumsystem in den beweglichen Führungswannen 13 kann deaktiviert werden und die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann den vakuumbetriebenen Greifer 21 zurückziehen, um die Faserbündel 24 aus den beweglichen Führungswannen 13 zu entfernen;

- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann den vakuumbetriebenen Greifer 21 in der richtigen Stellung und Ausrichtung über dem Vakuumtisch oder der Legefläche 18 positionieren (siehe z. B. Figur 13);
- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann den vakuumbetriebenen Greifer 21 absenken, um die Faserbündel 24 in Berührung mit der Trägerfolie auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche 18 zu platzieren (siehe z. B. Figur 14);
- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann eine leichte nach abwärts gerichtete Kraft ausüben, um die Faserbündel 24 gegen die Trägerfolie auf dem Vakuumtisch oder die Legefläche 18 zu drücken, und der vakuumbetriebene Greifer 21 kann deaktiviert werden;
- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann den vakuumbetriebenen Greifer 21 zurückziehen, wodurch die Faserbündel 24 auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche 18 zurückbleiben; und
- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann weiterhin Materiallagen in der oben beschriebenen Art und Weise legen, bis die erste Bauteilschicht fertiggestellt worden ist.

In Ausführungsformen können für nachfolgende, zu legende Materialbahnen die folgenden Arbeitsabläufe eintreten:

- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann den vakuumbetriebenen Greifer 21 in Ausrichtung mit den beweglichen Führungswannen 13 rotieren, ihn zur Berührung mit den Faserbündeln 24 abzusenken (siehe z. B. Figur 11) und sein Vakuum aktivieren;
- Während die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 sich in Position über den beweglichen Führungswannen 13 befinden, kann der Schubantrieb 20 aktiviert und das Heizgerät 19 in Position über dem Vakuumtisch oder der Legefläche 18 gefahren werden (siehe z. B. Figur 12);
- Das Heizgerät 19 kann eingeschaltet werden, um die Oberfläche der vorher gelegten Materialschicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche 18 zu wärmen und klebrig zu machen (obwohl ein Heißluftheizsystem in den Konzeptabbildungen angedeutet sind, kann der Heizvorgang mittels einer IR-Quelle oder eines beliebigen alternativen Hilfsmittels durchgeführt werden);
- Das Vakuumsystem in den beweglichen Führungswannen 13 kann deaktiviert werden und die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann den

vakuumbetriebenen Greifer 21 zurückziehen, um die Faserbündel 24 von den beweglichen Führungswannen 13 zu entfernen;

- Wenn die Oberfläche der vorher gelegten Schicht gewärmt und klebrig gemacht worden ist, kann der Schubantrieb 20 wieder aktiviert werden und das Heizgerät 19 von seiner vorherigen Position über dem Vakuumtisch oder der Legefläche 18 zurückziehen (siehe z. B. Figur 13);
- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann den vakuumbetriebenen Greifer 21 in der richtigen Stellung und Ausrichtung über dem Vakuumtisch oder der Legefläche 18 positionieren;
- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann den vakuumbetriebenen Greifer 21 absenken, um die Faserbündel 24 in Berührung mit der vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche 18 zu platzieren;
- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann eine leichte nach abwärts gerichtete Kraft ausüben, um die Faserbündel 24 gegen die vorher gelegte Schicht auf den Vakuumtisch oder die Legefläche 18 zu drücken;
- Das Vakuum des vakuumbetriebenen Greifers 21 kann deaktiviert werden und die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann den Greifer zurückziehen, wodurch die Faserbündel 24 oben auf der vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche 18 in ihrer Position zurückbleiben (siehe z. B. Figur 15); und
- Die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 kann weiterhin nachfolgende Materiallagen auf die oben beschrieben Art und Weise legen, bis alle Schichten des Bauteils fertiggestellt worden sind.

In den oben beschriebenen Ausführungsformen kann jede mittels der obigen Methoden gelegte Materiallage jede zweite Faserbündelposition umfassen, d. h. jedes Faserbündel in einem beliebigen Lauf kann in seitlicher Stellung von den angrenzenden Faserbündel um den Abstand, der der Breite eines einzigen Faserbündels entspricht, abgesetzt werden (siehe z. B. Figur 14). Die nächste produzierte Lage kann dann diejenigen Faserbündel umfassen, die zum Füllen der Lücken zwischen den Faserbündeln in der vorher gelegten Lage erforderlich sind (siehe z. B. Figur 15).

Im Vergleich zu herkömmlichen Faserplatzierungssystemen, die dieselbe Breite und Anzahl an Materiallagen verwenden, kann jede mittels der oben beschriebenen

Ausführungsformen produzierte Lage 2x die Breite der von einem herkömmlichen System produzierten Lage haben; allerdings kann die tatsächliche Nettofläche des auf der Legeoberfläche platzierten Materials ähnlich oder identisch sein.

Alternative Ausführungsformen

Viele Variationen der oben beschriebenen Ausführungsformen werden auch in Erwägung gezogen.

Erstens, während die oben beschriebenen Ausführungsformen für das Herstellen kleiner Bauteile gestaltet sein können, sind die Ausführungsformen nicht auf eine bestimmte Größe beschränkt. Andere Ausführungsformen können gestaltet werden, um größere Bauteile herzustellen.

Zweitens können Ausführungsformen jede beliebige Pick-und-Place-Vorrichtung verwenden. Ein industrieller Pick-und-Place-Roboter kann eine beliebige Anzahl an Pick-und-Place-Ausführungen umfassen. Ausführungsformen können jedwede Hilfsmittel umfassen, um die Faserbündel von den Führungswannen 13 zu entfernen und sie auf einem herzustellenden Bauteil abzusetzen.

Außerdem sind die Ausführungsformen auf jede beliebige Bandbreite anwendbar und sind nicht auf schmale Bandbreiten beschränkt. Ausführungsformen können Konfigurationen verwenden, die den in diesem Dokument offengelegten Ausführungen ähnlich sind, um Bauteile mit einem breiteren Band herzustellen.

Des Weiteren kann die Schneidevorrichtung so gestaltet werden, um die Materialenden in einem Winkel oder Bogen zu schneiden, damit Bauteile mit weniger Kantenabfall entstehen.

Ferner kann ein System mehr als eine Materiallagereinhausung 2, Materialzufuhrstation 8, eine Materialübertragungsstation 12, eine Legestation 16 oder darin enthaltene Elemente umfassen, um die Geschwindigkeit und Produktivität zu steigern. So kann eine Maschine zum Beispiel mit zwei Materiallagereinhausungen 2 und Materialzufuhrstationen 8 gestaltet werden, damit das Pick-und-Place-System 17 Material aus einem System ziehen kann, während

das nächste Material zugeführt wird. Jede Materiallagereinhausung 2 kann aber auch so eingerichtet werden, um unterschiedliche Bandbreiten zu verarbeiten, damit in einem einzigen Bauteil zwei Bandbreiten verwendet werden können.

Zusätzlich können in Situationen, in denen ein Bauteil während dem Legen kompaktiert werden muss, mehrere Werkzeugoberflächen enthalten sein, damit die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 Material auf das zweite Bauteil setzen kann, während das erste Bauteil kompaktiert wird.

Überdies kann die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 mit einem Werkzeugwechsler gestaltet werden, damit der vakuumbetriebene Greifer 21 von der Pick-und-Place-Vorrichtung 17 entfernt werden kann und andere Endeffektoren befestigt werden können. Das Montagesystem kann zum Beispiel eine Vakuumspannvorrichtung sein. Bei anderen Endeffektoren kann es sich um spezialisierte vakuumbetriebene Greifer handeln, die bestimmte Lagetypen platzieren sollen oder Lage auf bestimmten Bauteilbereiche platzieren soll, z. B. einen Bereich, der keine durchgehende Dichte aufweist.

- Ein Greifer, der das Bauteil von der Werkzeugoberfläche entfernt;
- Ein Greifer, der ein Trägermaterial auf der Werkzeugoberfläche platziert, auf die das Bauteil gelegt wird;
- Ein Greifer, der Einsatzstücke oder andere Materialien gemäß den Anforderungen der Bauteilauslegung platziert (ein Beispiel für ein derartiges Einsatzstück wäre eine Glasgewebefaser-Isolationsschicht, die auf den beiden Außenflächen des Bauteils platziert wird);
- Ein Prüfsystem, das jede Schicht für die Qualitätssicherung prüft;
- Ein Kompaktierungsrahmen, der über das Bauteil und das angelegte Vakuum platziert werden kann, um das Bauteil zusammenzudrücken und den Lufteinschluss zu entfernen.

Anstatt das Material direkt auf den Vakuumtisch zu legen kann ein Trägermaterial auch mit Hilfe eines Vakuums oder anderen Hilfsmittels auf der Werkzeugoberfläche (z. B. einer Polymerfolie) fixiert werden. Die erste Schicht des Bauteils kann mittels einer geeigneten Methode, z. B. Wärme, Klebrigmacher oder Druck, auf das Trägermaterial geklebt werden.

Weiterhin können Ausführungsformen ein nicht flaches Bauteil produzieren. Während die oben beschriebenen Ausführungsformen eine flache Werkzeugoberfläche verwenden, können gebogene Bauteile auch unter Verwendung eines Greifers 21, mittels dessen sich das Band an das nicht flache Bauteil anpassen könnte, gelegt werden. Eine einfache Krümmung kann eine kompatible Greiferoberfläche umfassen, die zu der Bauteilform passen kann, während die Faserbündel auf die Werkzeugoberfläche gepresst werden. Bei komplexeren Formen können durchdachtere Greifer zum Einsatz kommen, die die flachen Faserbündel in die endgültige Bauteilform biegen bzw. betätigt werden, um die Faserbündel zur endgültigen Bauteilform umzuformen.

Zudem können die oben beschriebenen Ausführungsformen auch auf das Legen thermoplastischer Prepeg-Verbundmaterialien angewandt werden. In einer thermoplastischen Ausführung muss die Materiallagereinhausung 2 möglicherweise nicht gekühlt werden und kann auf den Trägerfolienaufnahmebehälter 3 verzichten. Es können alternative Heizmethoden, z. B. Laser, Heizgas, IR oder Erwärmung durch Ultraschall, eingesetzt werden, um das Material schnell auf eine Temperatur zu erwärmen, bei der die Schichten während dem Legen aneinander anhaften würden. Anstatt die Oberfläche des bereits gelegten Materials zu erwärmen, um die Haftung an der nächsten Materiallage zu unterstützen, kann die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 oder der vakuumbetriebene Greifer 21 zusätzlich Ultraschallschweißgeräte umfassen, um die gelegte Lage an die darunterliegenden Schichten schweißen. Ausführungsformen geeigneter Schweißmethoden werden im US-Patent Nr. 8,043,253 offengelegt, das im vorliegenden Dokument durch Bezugnahme vollständig aufgenommen ist.

Außerdem können die vorliegenden Ausführungsformen zur Herstellung kleiner fortschrittlicher Verbundbauteile mit anderen Legemethoden verbunden werden, in den Fällen, in denen ein Hybridverfahren für eine bestimmte Bauteilgeometrie vorteilhaft wäre. Zum Beispiel können für Bauteile, die ein größeres Längen-Breiten-Seitenverhältnis haben, – in Fällen, in denen Schichten, deren Lagen parallel zur langen Kante des Bauteils laufen, viel länger sind als die Schichten, deren Lagen in einem Winkel zur langen Kante laufen – die lange Lagen mit einem anderen Hilfsmittel platziert werden. Zu den alternativen Hilfsmittel gehören unter anderem das händische Legen („Hand-Lay-Up“) von vorgeschnittenen Bandmaterialschichten

für lange Lagen, bei der die Pick-und-Place-Vorrichtung 17 verwendet wird, um lange Streifen mit einem entsprechenden vakuumbetriebenen Greifer 21 zu platzieren oder bei der das Band mit einem verfahrbaren Kopf für lange Lage platziert wird.

Die vorliegenden Ausführungsformen können zu mehreren überraschenden und nützlichen Ergebnissen führen.

Ersten können bei Ausführungsformen, die dafür gestaltet sind, um eher vorgeschnittene Faserbündel zu platzieren als sie ohne Vorbereitung zuzuführen und zu schneiden, die beschränkten Platzverhältnisse der Platzierung der Schneidevorrichtung gelockert sein, wodurch es dem System ermöglicht wird, eine sehr kurze Mindestlagelänge (MCL) zu verwenden. Die erzeugte Abfallmenge kann verringert werden, wodurch dies somit eine tragbare Alternative zum händischen Legeverfahren für kleine Bauteile bietet.

Zweitens kann bei Ausführungsformen, die dafür gestaltet sind, um eher vorgeschnittene Faserbündel zu platzieren als sie ohne Vorbereitung zuzuführen und zu schneiden, die Notwendigkeit für ein teures und durchdachtes Spannungssteuerungsystem ausgeschlossen werden, wodurch sich die Kosten des Systems gemäß den vorliegenden Ausführungsformen verringern.

Ferner kann bei Ausführungsformen, die mit einer ortsfesten Materiallagereinhausung und einer ortfesten Zufuhr-/Schneidestation gestaltet sind, die Notwendigkeit für ein komplexes und teures Faseranlieferungssystems ausgeschlossen werden, zusammen mit einem Großteil der Beanspruchung des Materials durch das mit derartigen Systemen verbundene Biegen und Verdrehen.

Zusätzlich kann bei Ausführungsformen, die mit einer ortsfesten Materiallagereinhausung und einer ortfesten Zufuhr-/Schneidestation gestaltet sind, der größte Teil der Materialführung von einer gekühlten Einhausung umschlossen sein, wodurch die Klebrigkeit des Materials und somit die Menge des auf die Bauteile im gesamten System übertragenen Harzes verringert wird. Dies bietet die Möglichkeit, die Häufigkeit der Reinigungsarbeiten unter gleichzeitiger Verbesserung der Zuverlässigkeit des Systems zu verringern.

Des Weiteren können bei Ausführungsformen, die gestaltet sind, um vorgeschnittene Faserbündel auf einer flachen Legeoberfläche zu platzieren, die Größe, Komplexität und somit die Kosten eines für das System geeigneten Manipulators deutlich reduziert werden.

Schließlich kann bei Ausführungsformen, die gestaltet sind, um vorgeschnittene Faserbündel auf einer flachen Legeoberfläche zu platzieren, die Notwendigkeit ausgeschlossen werden, die vorher gelegten Schichten ohne Vorbereitung zu erwärmen/klebrig zu machen. Eine geringere Kapazität und somit ein günstigeres Heizsystem können ohne die Notwendigkeit von ausgeklügelten Steuermechanismen eingesetzt werden.

Die obige Offenbarung der Ausführungsformen wurde für Zwecke der Veranschaulichung und Beschreibung dargestellt. Sie soll nicht erschöpfend sein oder andere Ausführungsformen zur den offengelegten präzisen Formen einschränken. Viele Abweichungen von und Abänderungen der in diesem Dokument beschriebenen Ausführungsformen werden für einen Fachmann angesichts der obigen Offenlegung offensichtlich sein. Der Geltungsbereich der Ausführungsformen ist nur von den Ansprüchen und ihren Entsprechungen festzulegen.

Ferner kann es sein, dass bei der Beschreibung der repräsentativen Ausführungsformen der vorliegenden Ausführungsformen die Methode und/oder das Verfahren der vorliegenden Ausführungsformen als eine bestimmte Abfolge von Schritten dargestellt hat. Allerdings sollte die Methode oder das Verfahren – soweit die Methode oder das Verfahren nicht auf einer bestimmten, in diesem Dokumenten festgelegten Abfolge von Schritten basiert – nicht auf die bestimmte Abfolge von Schritten beschränkt sein. Es ist daher für einen Fachmann verständlich, dass andere Schrittabfolgen möglich sind. Daher sollte die besondere Reihenfolge der festgelegten Schritte nicht als Einschränkung der Ansprüche ausgelegt werden. Zusätzlich sollten die auf die Methode und/oder das Verfahren der vorliegenden Ausführungsformen gerichteten Ansprüche nicht auf die Ausführung ihrer Schritte in der schriftlich vorliegenden Reihenfolge beschränkt werden und für einen Fachmann ist es ohne Weiteres verständlich, dass die Abfolgen variieren und nach wie vor im Geiste und Rahmen der vorliegenden Ausführungsformen sein können.

Bezugszeichenliste P0160WO

1	Faserplatzierungszelle
2	Materiallagereinhausung
3	Trägerfolienaufnahmebehälter
4	Materialspule
5	Schwenkwalze
6	Trägerfolienführungsrohr
7	Umlenkwalze
8	Materialzufuhrstation
9	Quetschwalzenantriebssystem
10	Schneidvorrichtung
11	Materialführungswanne
12	Materialübertragungsstation
13	Führungswanne
14	Führungsschiene
15	Schubantrieb
16	Legestation
17	Pick-und-Place-Vorrichtung
18	Legefläche
19	Heizgerät
20	Schubantrieb
21	Greifer
22	Materialbahn
23	Trägerfolie
24	Faserbündel

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellen von Verbundbauteilen mittels einem Faserplatzierungssystem, welches aufweist:
zumindest eine Materiallagereinhausung (2), welche für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel (24) zumindest eine Materialspule (4), eine drehbare Schwenkwalze (5) und eine Umlenkwalze (7) aufweist;
zumindest eine Materialzufuhrstation (8), welche ein Quetschwalzenantriebssystem (9) und eine Schneidevorrichtung (10) und aufweist;
zumindest eine Materialübertragungsstation (12), welche für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel (24) jeweils eine bewegliche Führungswanne (13) aufweist, wobei die beweglichen Führungswannen (13) jeweils ein Vakuumsystem aufweisen; und
zumindest eine Legestation (16), welche einen Vakuumtisch oder Legefläche (18) und eine mit einem Endeffektor ausgestattete Pick-und-Place-Vorrichtung (17) aufweist;
wobei das Verfahren die Schritte aufweist:
Aktivieren des Quetschwalzenantriebssystems (9), um jede der Materialbahnen (22) durch die jeweiligen Schwenkwalzen (5) und Umlenkwalzen (7) zu ziehen,
wobei mit dem Ziehen jeder der Materialbahn (22) von ihrer jeweiligen Materialspule (4) durch das Quetschwalzenantriebssystem (9), jede der Materialbahn (22) vorwärts über die Schneidevorrichtung (10) hinaus und in ihre jeweilige Führungswanne (13) der Materialzufuhrstation (8) geführt wird,
nachdem jede Materialbahn (22) über die gewünschte Strecke in ihre jeweilige Führungswanne (13) geführt worden ist, Aktivieren des Vakuumsystems der jeweiligen Führungswanne (13) zum Fixieren der Materialbahn (22),
nach dem Fixieren jeder Materialbahn (22) in ihrer jeweiligen beweglichen Führungswanne (13), Betätigen der Schneidevorrichtung (10), um die jeweilige Materialbahn (22) von dem von den Materialanlieferungsspulen zugeführten Material abzutrennen und einzelne Faserbündel (24) zu erstellen,
wenn jedes Faserbündel (24) in seiner jeweiligen beweglichen Führungswanne (13) fixiert ist, Bewegen der beweglichen Führungswannen

(13) horizontal in Richtung weg von der Schneidevorrichtung (10), so dass alle Faserbündel (24) für die Pick-und-Place-Vorrichtung (17) zugänglich sind,
Rotieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) in Ausrichtung mit den beweglichen Führungswannen (13);
Absenken des Endeffektors bis zur Berührung mit den Faserbündeln (24);
Aktivieren des Endeffektors;
Deaktivieren des Vakuumsystems in den beweglichen Führungswannen (13);
Zurückziehen des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17), um die Faserbündel (24) von den beweglichen Führungswannen (13) zu entfernen;
Positionieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) über dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18);
Absenken des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17), um die Faserbündel (24) in Berührung mit einer vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) zu platzieren; und
Deaktivieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) und Zurückziehen des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17), sodass die Faserbündel (24) oben auf der vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) in ihrer Position zurückbleiben.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Endeffektor ein vakuumbetriebener Greifer (21) ist, und wobei zum Aktivieren und Deaktivieren des Endeffektors das Vakuum aktiviert beziehungsweise deaktiviert wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei nach dem Absenken des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17), um die Faserbündel (24) in Berührung mit einer vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) zu platzieren, die Pick-und-Place-Vorrichtung (17) eine nach unten gerichtete Kraft ausübt, um die Faserbündel (24) gegen die vorher gelegte Schicht auf den Vakuumtisch oder die Legefläche (18) zu drücken.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei mit dem Ziehen jeder der Materialbahn (22) von ihrer jeweiligen Materialspule (4) durch das Quetschwalzenantriebssystem (9) die Materialbahnen (22) jeweils unabhängig voneinander gezogen werde und jede der Materialbahnen (22) über eine

Strecke in ihre jeweilige Führungswanne (13) geführt wird, die einer vom Legeprogramm des Bauteils vorgegebenen Faserbündellänge entspricht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Legestation (16) weiter ein Heizgerät (19) aufweist, und wobei das Verfahren weiter die Schritte aufweist:
während die Pick-und-Place-Vorrichtung (17) sich in Position über den beweglichen Führungswannen (13) befindet, Positionieren des Heizgeräts (19) über dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18), und Einschalten des Heizgeräts (19), um die Oberfläche der zuvor gelegten Materialschicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) zu erwärmen und klebrig zu machen; und
nachdem die Oberfläche der vorher gelegten Schicht erwärmt und klebrig gemacht worden ist, Zurückziehen des Heizgeräts (19) von seiner Position über dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18), bevor der vakuumbetriebene Greifer (21) der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) über dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) positioniert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei beim Bewegen der beweglichen Führungswannen (13) horizontal in Richtung weg von der Schneidevorrichtung (10) jede bewegliche Führungswanne (13) unabhängig in eine eigenständige Endstellung geführt wird, so dass die Enden eines jeden Faserbündels (24) in einer durchgängigen Beziehung zueinander ausgerichtet sind, so wie sie in dem zu produzierenden Bauteil enthalten sein sollen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei für zumindest eine zu legende Materiallage die Faserbündel (24) in seitlicher Stellung von den angrenzenden Faserbündeln (24) um einen Abstand beabstandet sind, der der Breite eines einzigen Faserbündels entspricht, und wobei die Lücken zwischen den Faserbündeln (24) gefüllt werden durch Legen von Faserbündeln (24) in einer nächsten zu legenden Lage.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei für eine erste zu legende Materialschicht die Schritte ausgeführt werden:

Legen eines Trägermaterials, insbesondere einer Trägerfolie, auf die Oberfläche des Vakuumtischs oder der Legefläche (18) und Aktivieren des Vakuumsystems zum Fixieren des Trägermaterials;
klebrig Machen der Oberfläche des Trägermaterials zur Vorbereitung der Aufnahme der ersten Materialschicht;
Rotieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) in Ausrichtung mit den beweglichen Führungswannen (13);
Absenken des Endeffektors bis zur Berührung mit den Faserbündeln (24);
Aktivieren des Endeffektors;
Deaktivieren des Vakuumsystems in den beweglichen Führungswannen (13);
Zurückziehen des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17), um die Faserbündel (24) von den beweglichen Führungswannen (13) zu entfernen;
Positionieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) über dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18);
Absenken des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17), um die Faserbündel (24) in Berührung mit dem Trägermaterial auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) zu platzieren;
Ausüben einer nach unten gerichteten Kraft durch die Pick-und-Place-Vorrichtung (17), um die Faserbündel (24) gegen das Trägermaterial auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) zu drücken;
Deaktivieren des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) und Zurückziehen des Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17), sodass die Faserbündel (24) auf dem Trägermaterial auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) zurückbleiben; und
Wiederholen der Schritte, bis die erste Schicht fertiggestellt ist.

9. Faserplatzierungssystem, aufweisend:
zumindest eine Materiallagereinhausung (2), welche für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel (24) eine Materialspule (4), eine drehbare Schwenkwalze (5) und eine Umlenkwalze (7) aufweist;
zumindest eine Materialzufuhrstation (8), welche ein Quetschwalzenantriebssystem (9) und eine Schneidevorrichtung (10) und aufweist;
zumindest eine Materialübertragungsstation (12), welche für jedes pro Lage zu produzierende Faserbündel jeweils eine bewegliche Führungswanne (13)

aufweist, wobei die beweglichen Führungswannen (13) jeweils ein Vakuumsystem aufweisen; und

zumindest eine Legestation (16), welche einen Vakuumtisch oder eine Legefläche (18) und eine mit einem Endeffektor ausgestattete Pick-und-Place-Vorrichtung (17) aufweist, wobei

das Quetschwalzenantriebssystem (9) aktiviert werden kann, um jede der Materialbahnen (22) durch die jeweiligen Schwenkwalzen (5) und Umlenkwalzen (7) zu ziehen, und dabei jede der Materialbahn (22) vorwärts über die Schneidevorrichtung (10) hinaus und in ihre jeweilige Führungswanne (13) der Materialzufuhrstation (8) zu führen,

das Vakuumsystem der jeweiligen Führungswannen (13) aktiviert werden kann zum Fixieren der Materialbahn (22) in ihrer jeweiligen beweglichen Führungswanne (13),

die Schneidevorrichtung (10) betätigt werden kann, um die jeweilige Materialbahn (22) von dem von den Materialanlieferungsspulen zugeführten Material abzutrennen und einzelne Faserbündel (24) zu erstellen,

die beweglichen Führungswannen (13) horizontal in Richtung weg von der Schneidevorrichtung (10) bewegt werden können, um alle Faserbündel (24) für die Pick-und-Place-Vorrichtung (17) zugänglich zu machen,

der Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) in Ausrichtung mit den beweglichen Führungswannen (13) rotiert werden, der Endeffektor bis zur Berührung mit den Faserbündeln (24) abgesenkt werden und der Endeffektor aktiviert werden kann,

das Vakuumsystems in den beweglichen Führungswannen (13) deaktiviert und der Endeffektors der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) zurückgezogen werden kann um die Faserbündel (24) von den beweglichen Führungswannen (13) zu entfernen,

der Endeffektor der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) über dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) positioniert werden und der Endeffektor der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) abgesenkt werden kann, um die Faserbündel (24) in Berührung mit einer vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) zu platzieren, und

der Endeffektor der Pick-und-Place-Vorrichtung (17) deaktiviert und zurückgezogen werden kann, sodass die Faserbündel (24) oben auf der

vorher gelegten Schicht auf dem Vakuumtisch oder der Legefläche (18) in ihrer Position zurückgelassen werden können.

10. Faserplatzierungssystem nach Anspruch 9, wobei das Faserplatzierungssystem eine Faserplatzierungszelle (1) ist.

11. Faserplatzierungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 10, wobei der Endeffektor ein vakuumbetriebener Greifer (21) ist.

12. Faserplatzierungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die beweglichen Führungswannen (13) unabhängig voneinander in eine eigenständige Endstellung geführt werden können, so dass die Enden eines jeden Faserbündels (24) in einer durchgängigen Beziehung zueinander ausgerichtet werden können, so wie sie in dem zu produzierenden Bauteil enthalten sein sollen.

13. Faserplatzierungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei zwischen den beweglichen Führungswannen (13) ein Abstand zueinander ausgebildet ist, der ungefähr dem zweifachen der Breite des im System eingesetzten Materials entspricht.

14. Faserplatzierungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 13, wobei die Schneidevorrichtung (10) eingerichtet ist, die Materialenden in einem Winkel oder Bogen zu schneiden.

15. Faserplatzierungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 14, wobei die Pick-und-Place-Vorrichtung (17) mit einem Werkzeugwechsler ausgestattet ist, welche es erlaubt, verschiedene Endeffektor zu befestigen, insbesondere
einen spezialisierten vakuumbetriebenen Greifer zum Platzieren bestimmter Lagetypen und/oder zum Platzieren einer Lage auf bestimmten Bauteilbereiche, insbesondere einen Bereich, der keine durchgehende Dichte aufweist,
einen Greifer zum Entfernen des Bauteil von der Werkzeugoberfläche entfernt,

einen Greifer zum Legen eines Trägermaterials auf den Vakuumtisch oder die Legefläche (18),
einen Greifer zum Platzieren von Einsatzstücken oder anderen Materialien,
ein Prüfsystem zum Prüfen jeder Schicht für die Qualitätssicherung, und/oder
einen Kompaktierungsrahmen, der über das Bauteil und das angelegte Vakuum platziert werden kann, um das Bauteil zusammenzudrücken und den Lufteinschluss zu entfernen.

16. Faserplatzierungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei die Materiallagereinhausung (2) weiter mit einer Kühlanlage ausgestattet ist, um die Materialspulen (4) auf einer vorgegebenen Temperatur und Feuchtigkeit zu halten.

17. Faserplatzierungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 16, wobei die Materialübertragungsstation (12) weiter zur Bewegung jeder der bewegliche Führungswanne (13) einen jeweiligen servogesteuerten Schubantrieb (15) aufweist.

18. Faserplatzierungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 17, wobei das Faserplatzierungssystem eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

Fig. 1

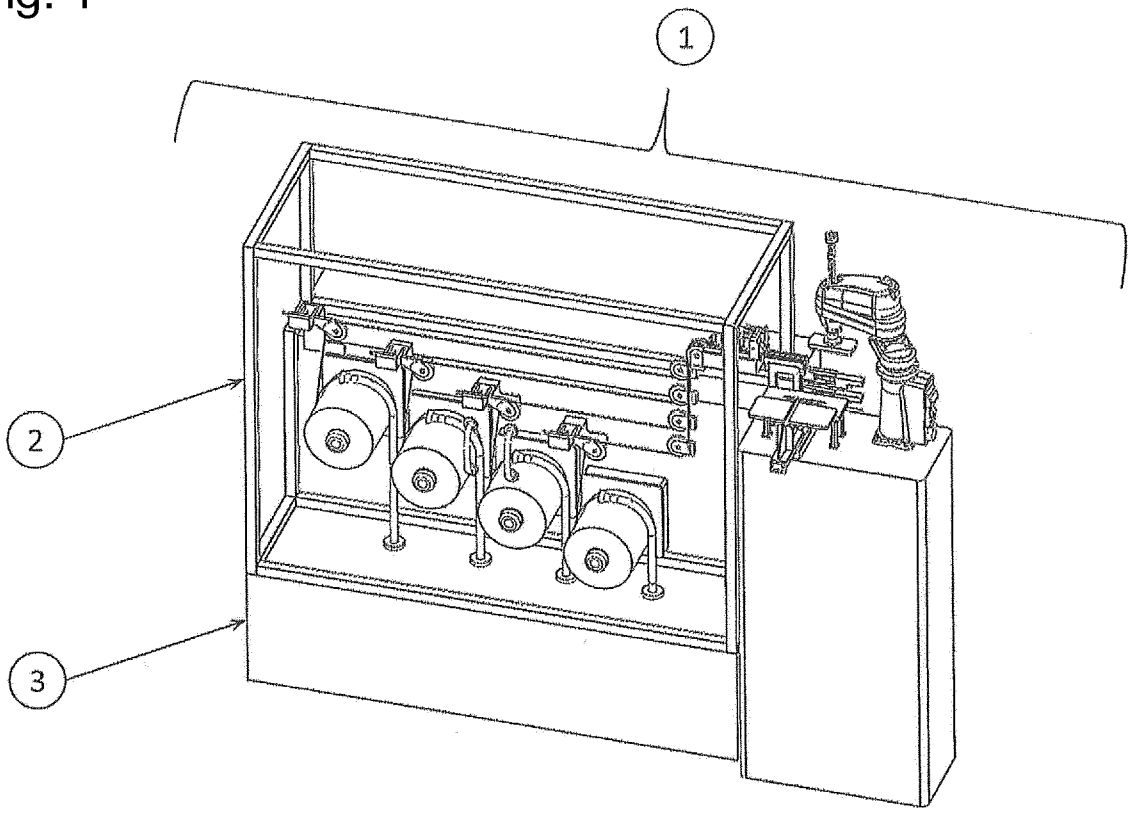


Fig. 2

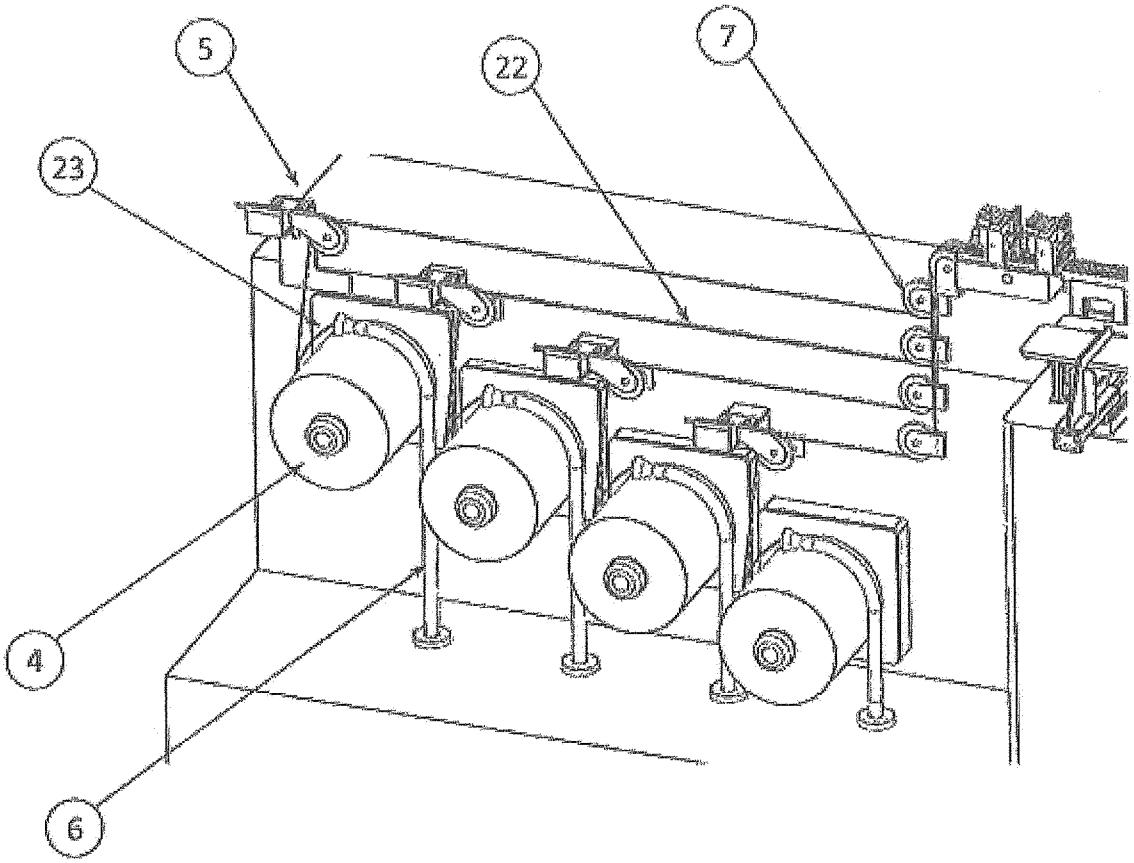


Fig. 3

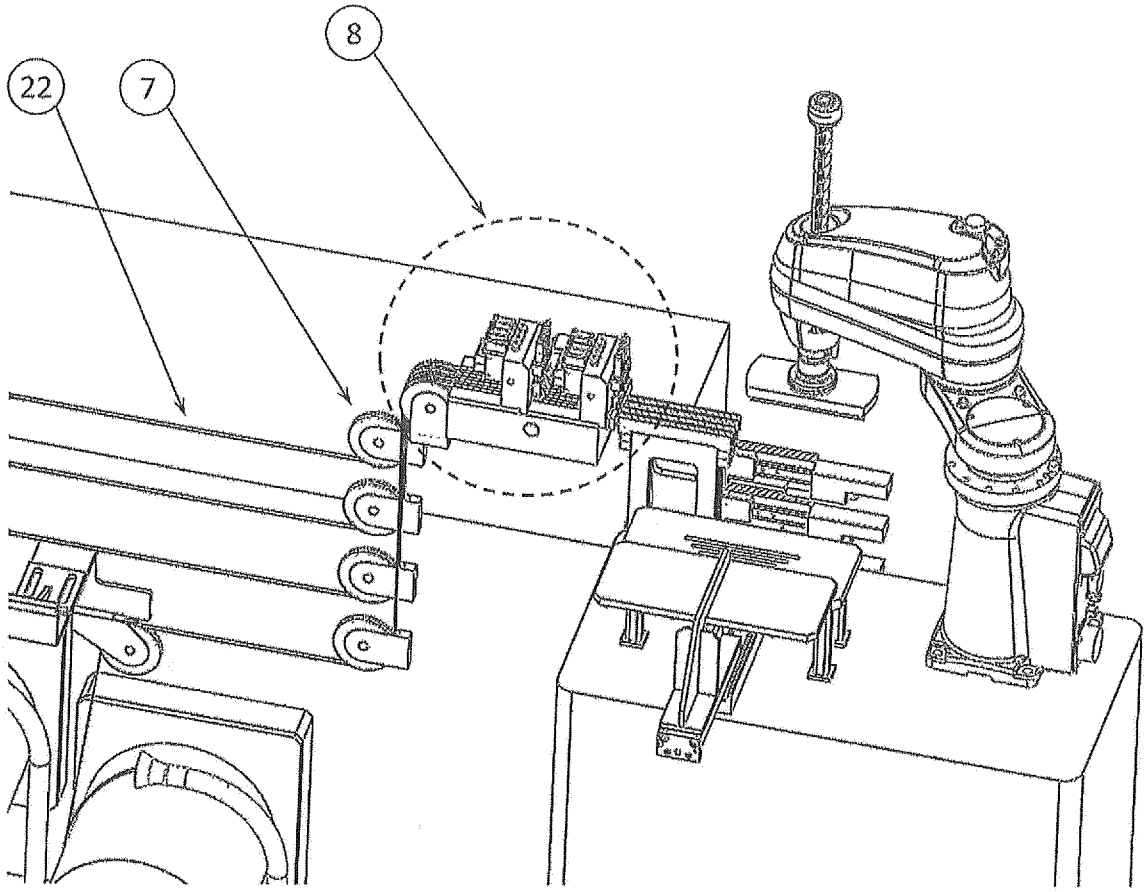


Fig. 4

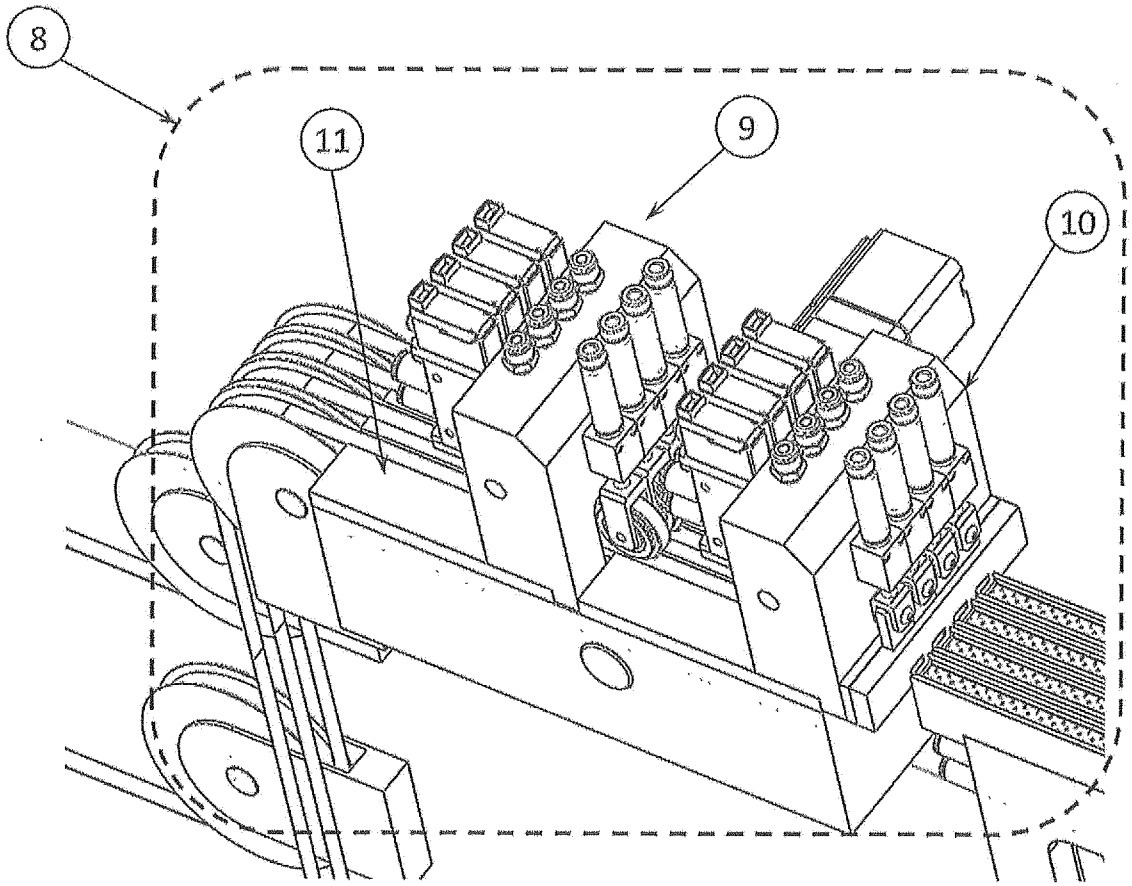


Fig. 5

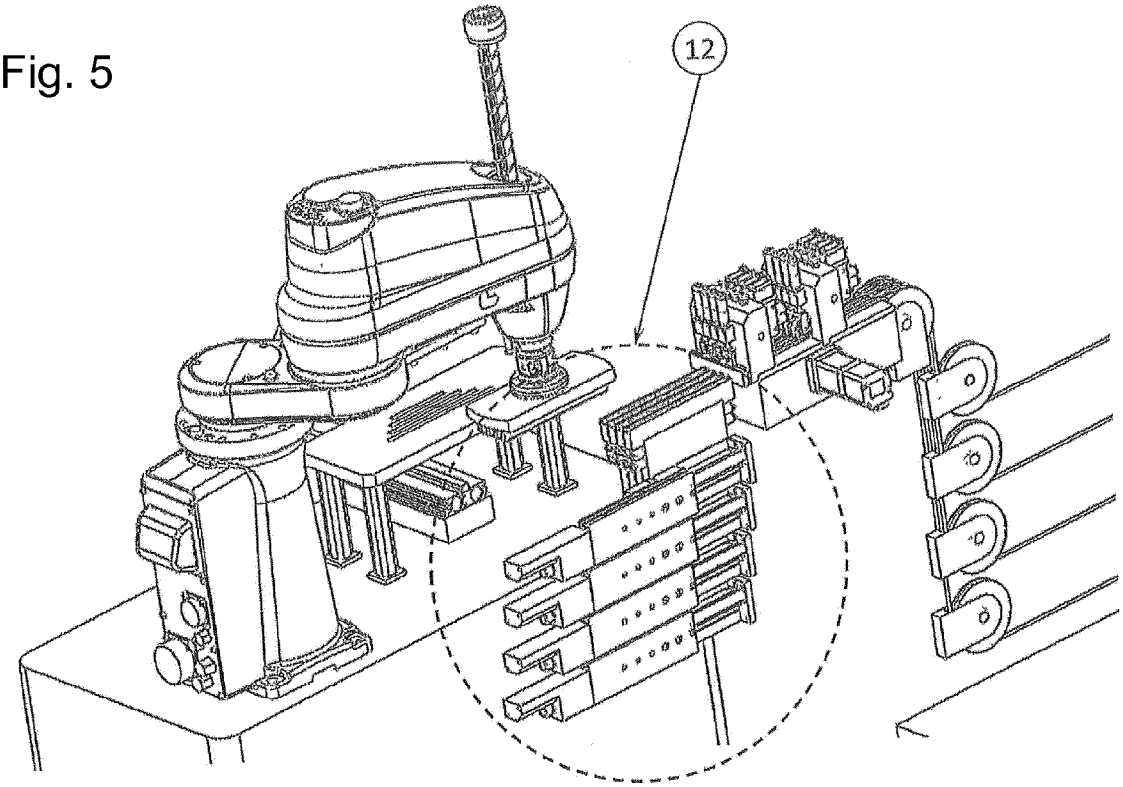


Fig. 6a

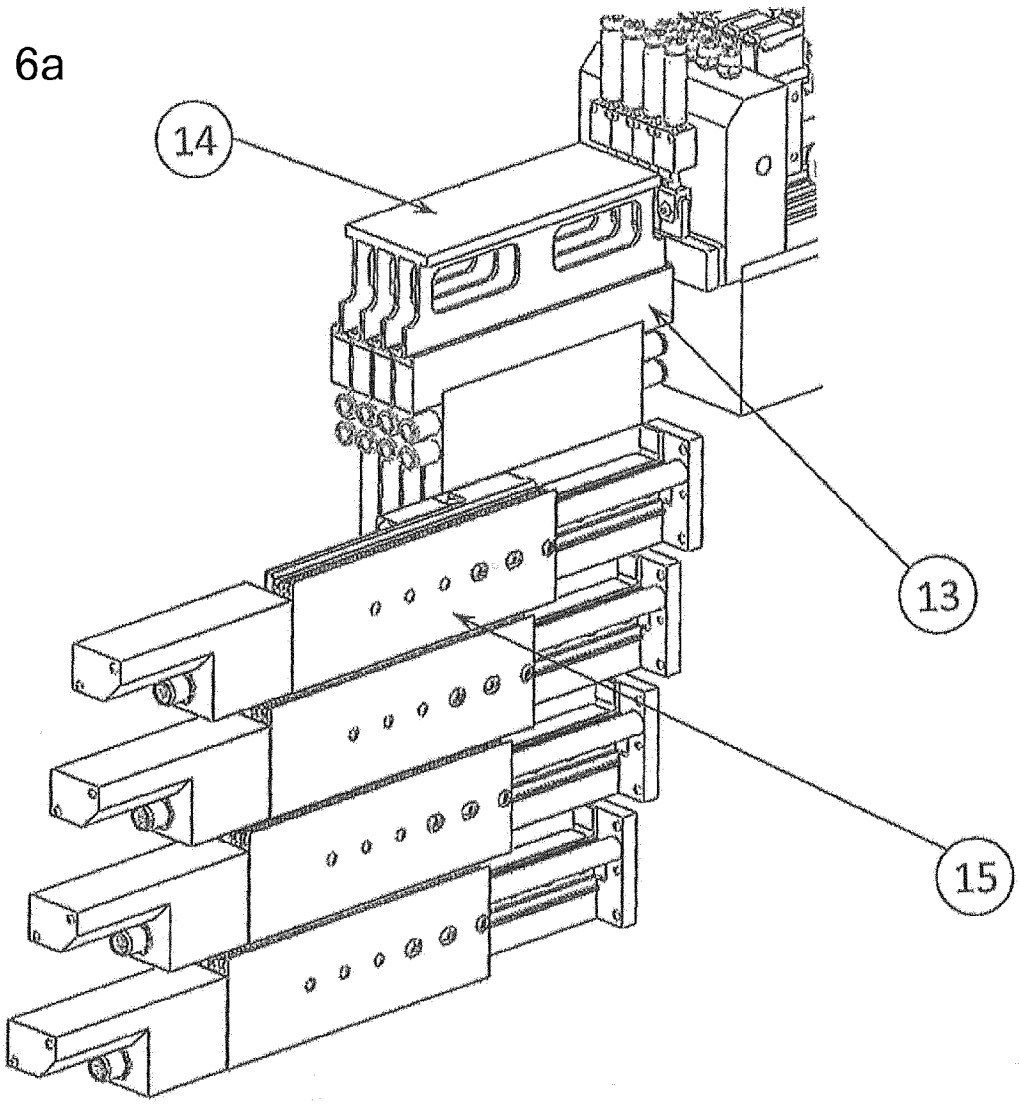


Fig. 6b

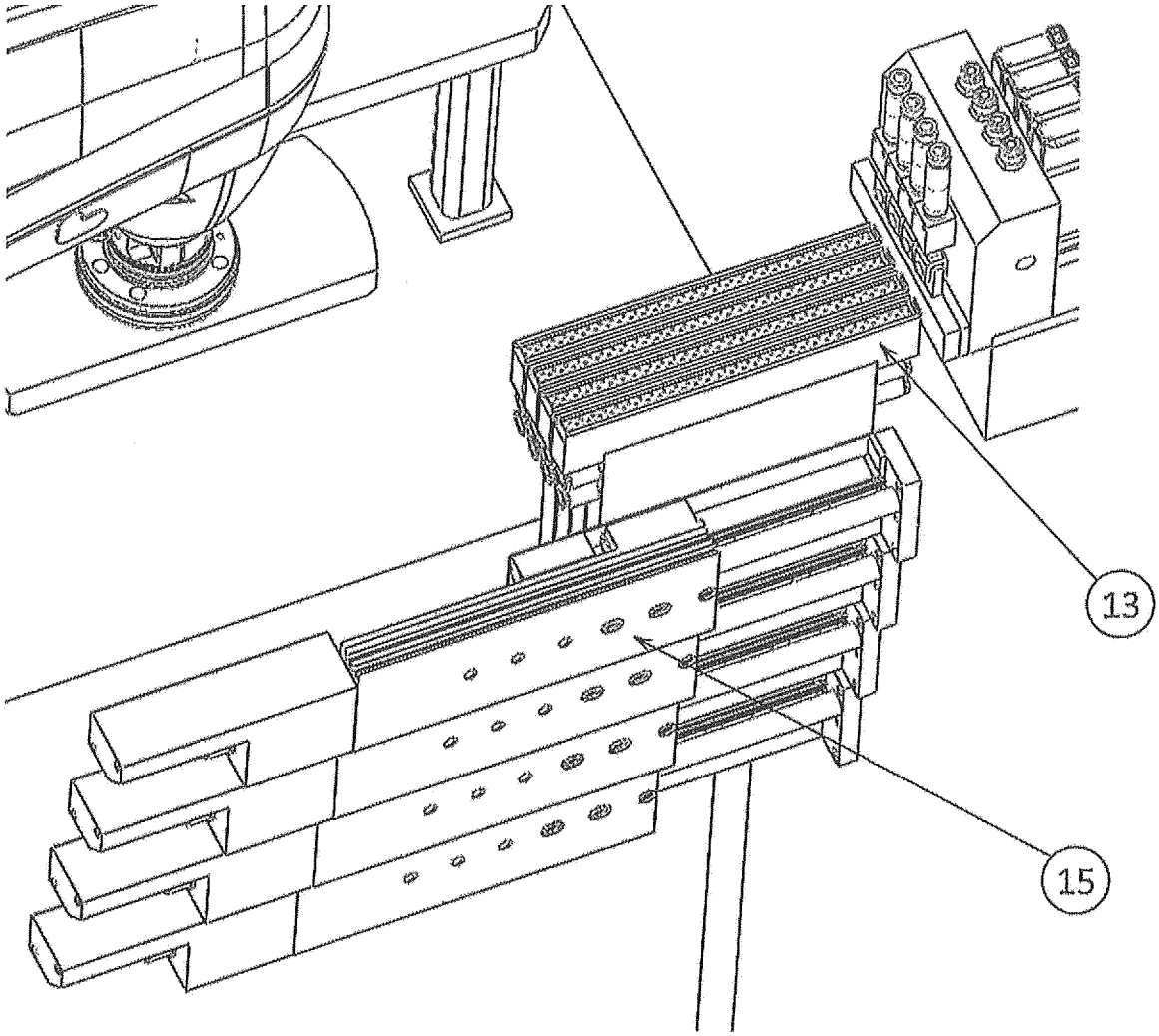


Fig. 7

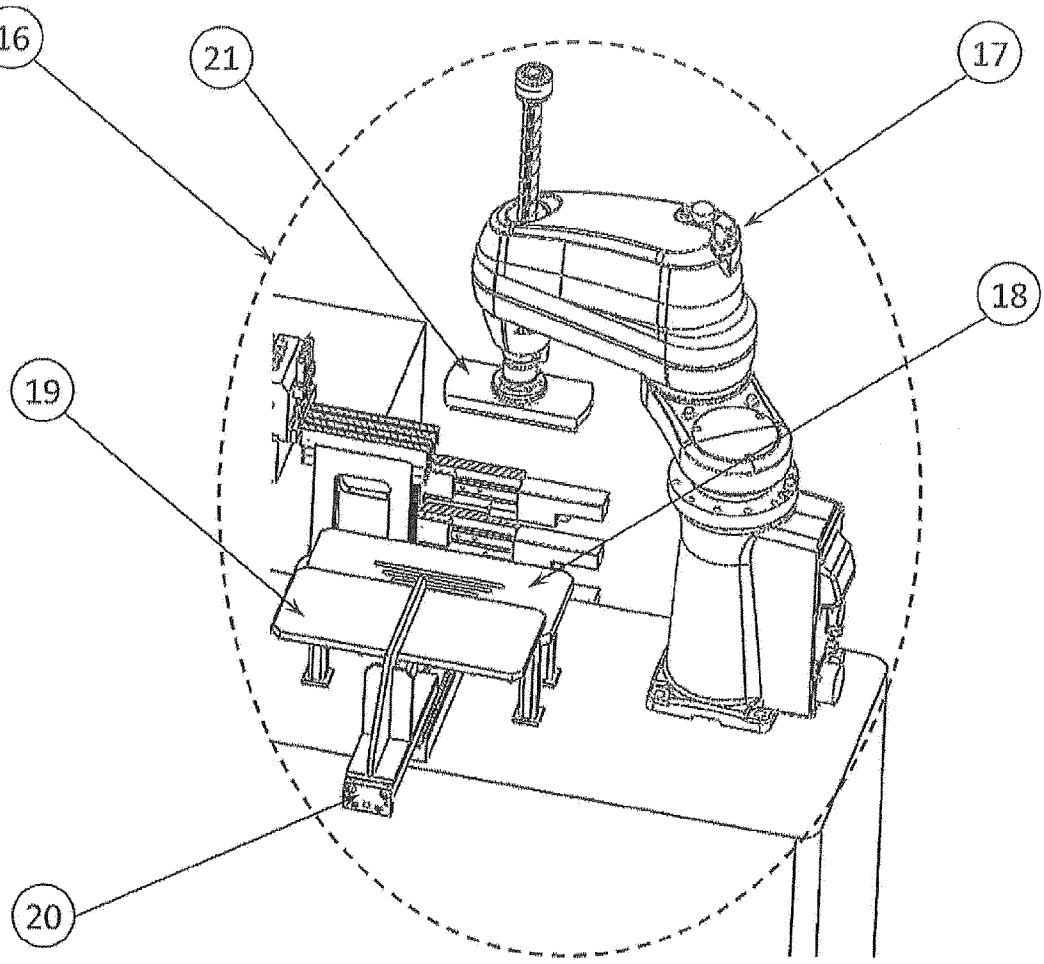


Fig. 8

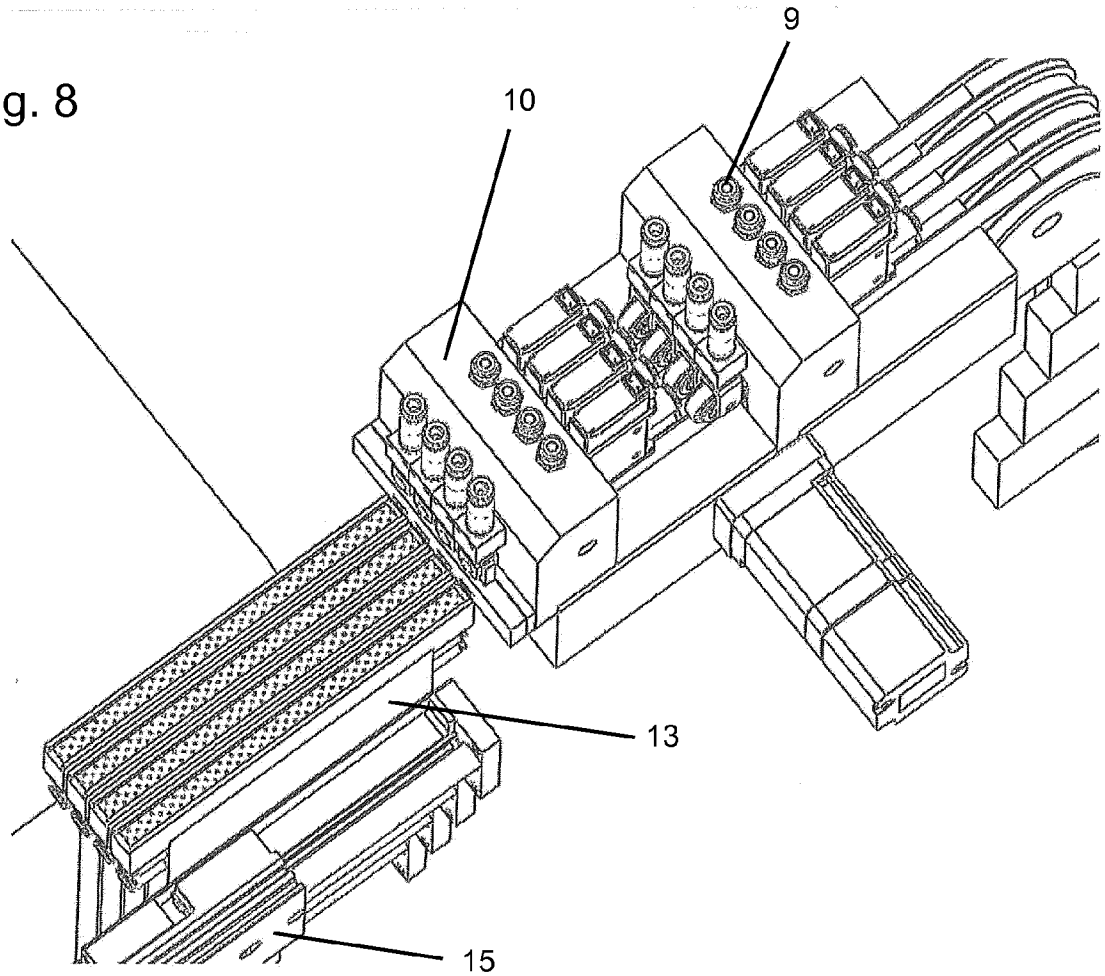


Fig. 9

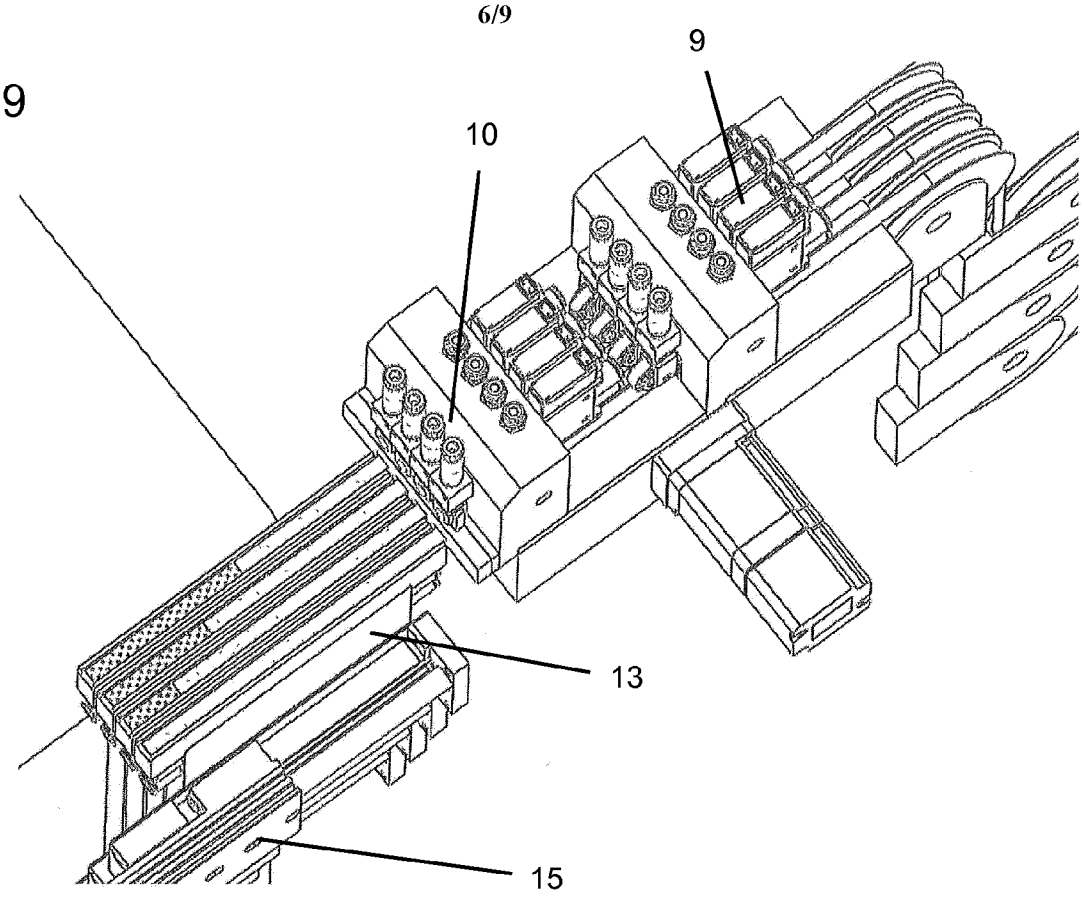


Fig. 10

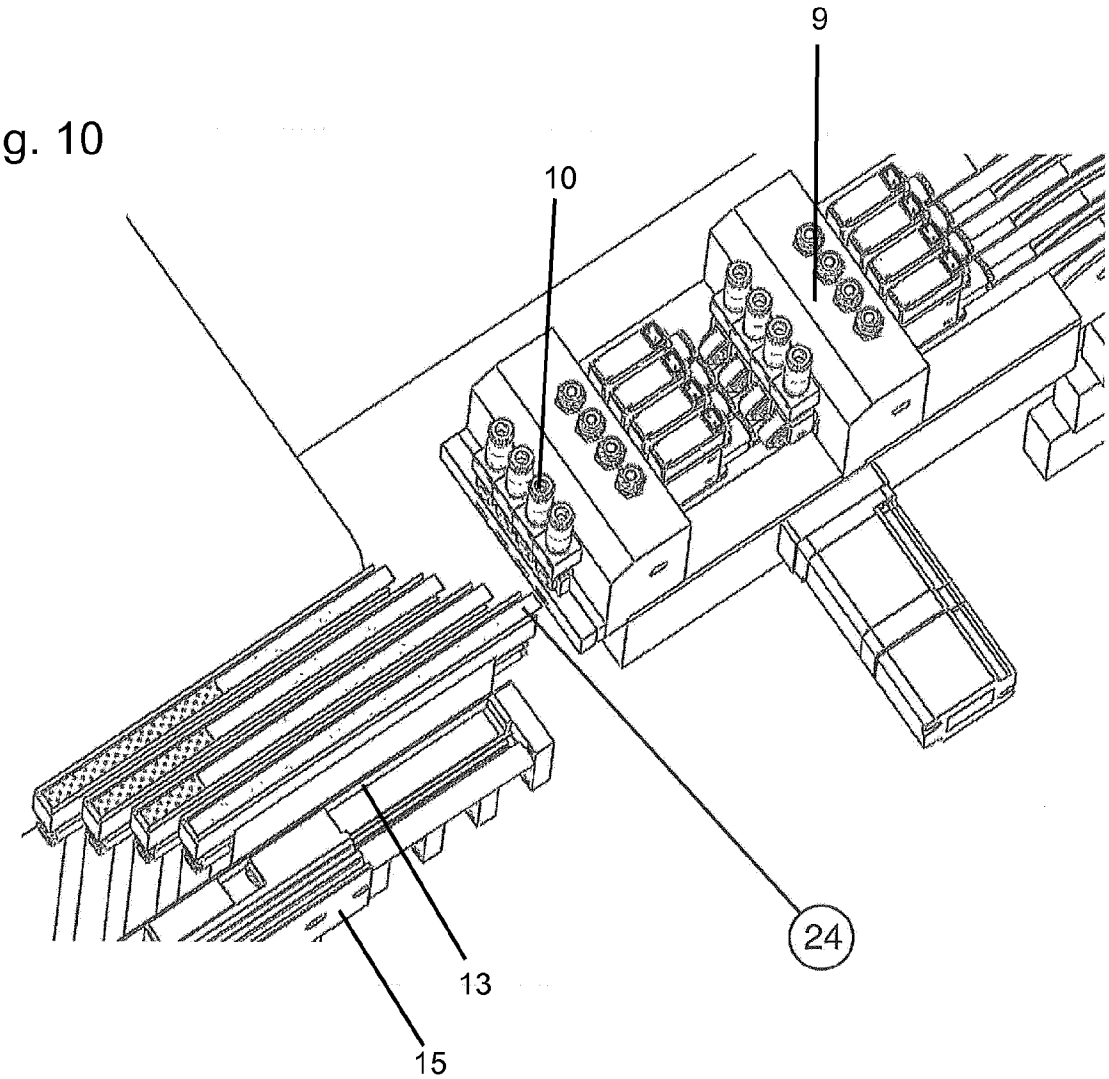


Fig. 11

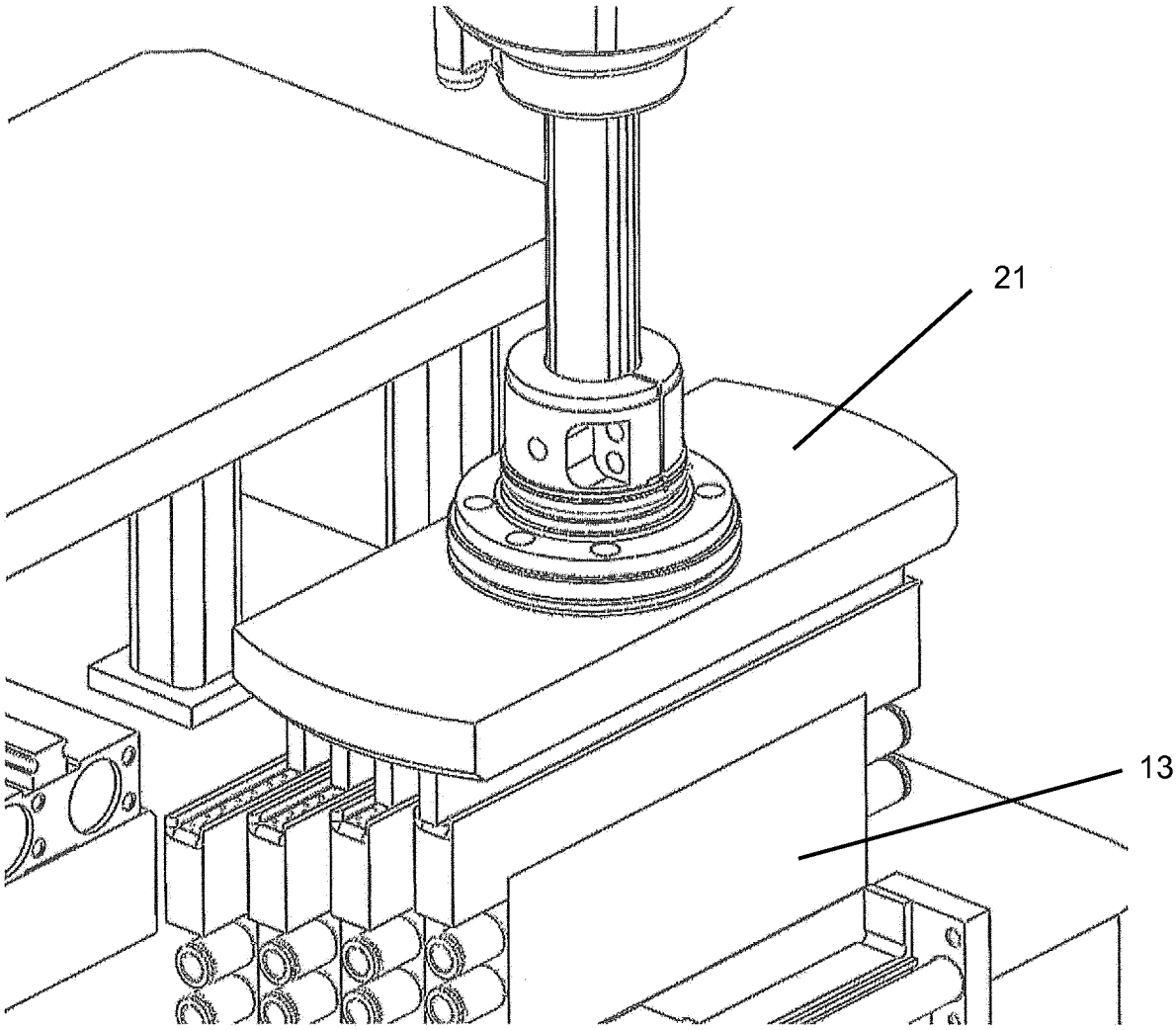


Fig. 12

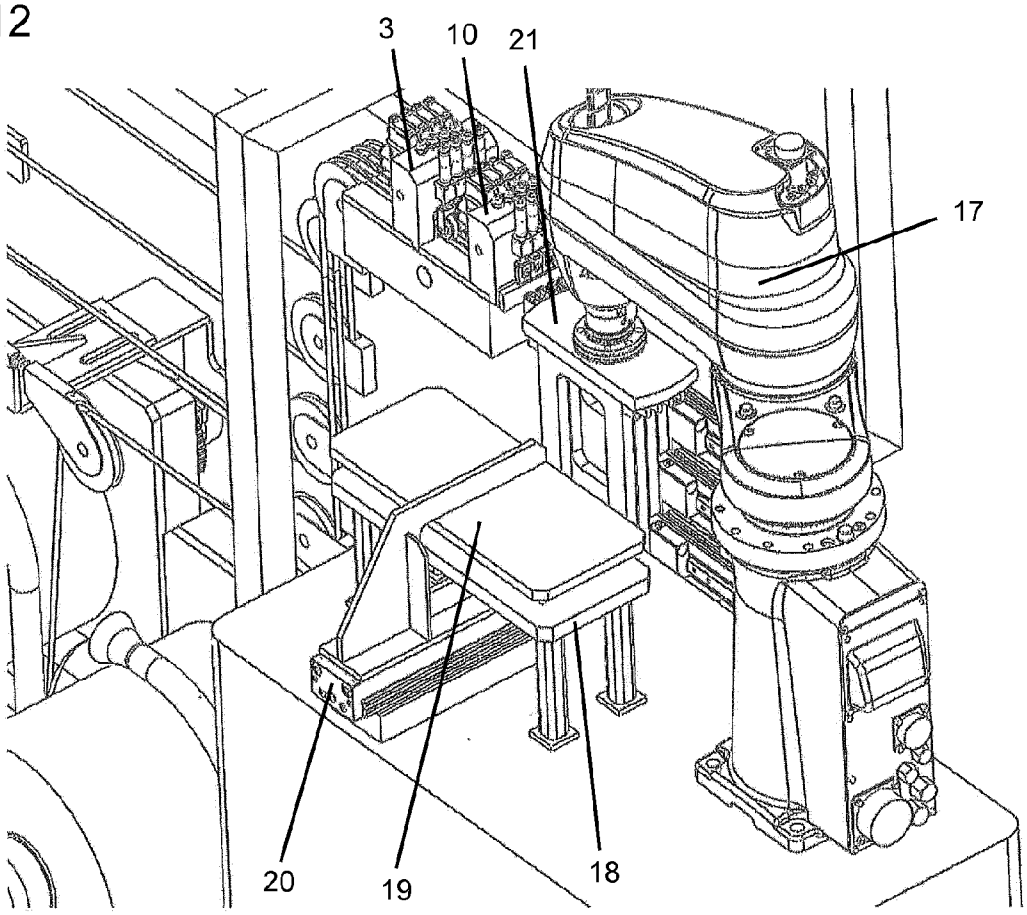


Fig. 13

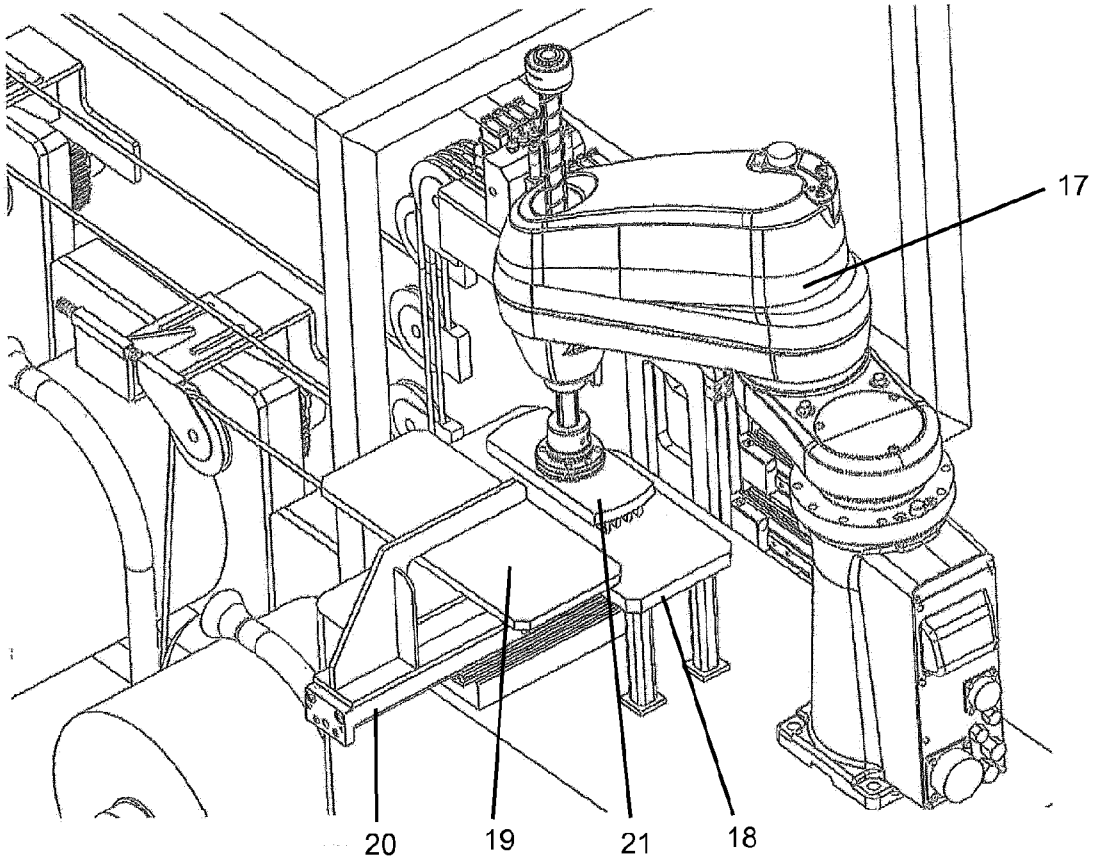


Fig. 14

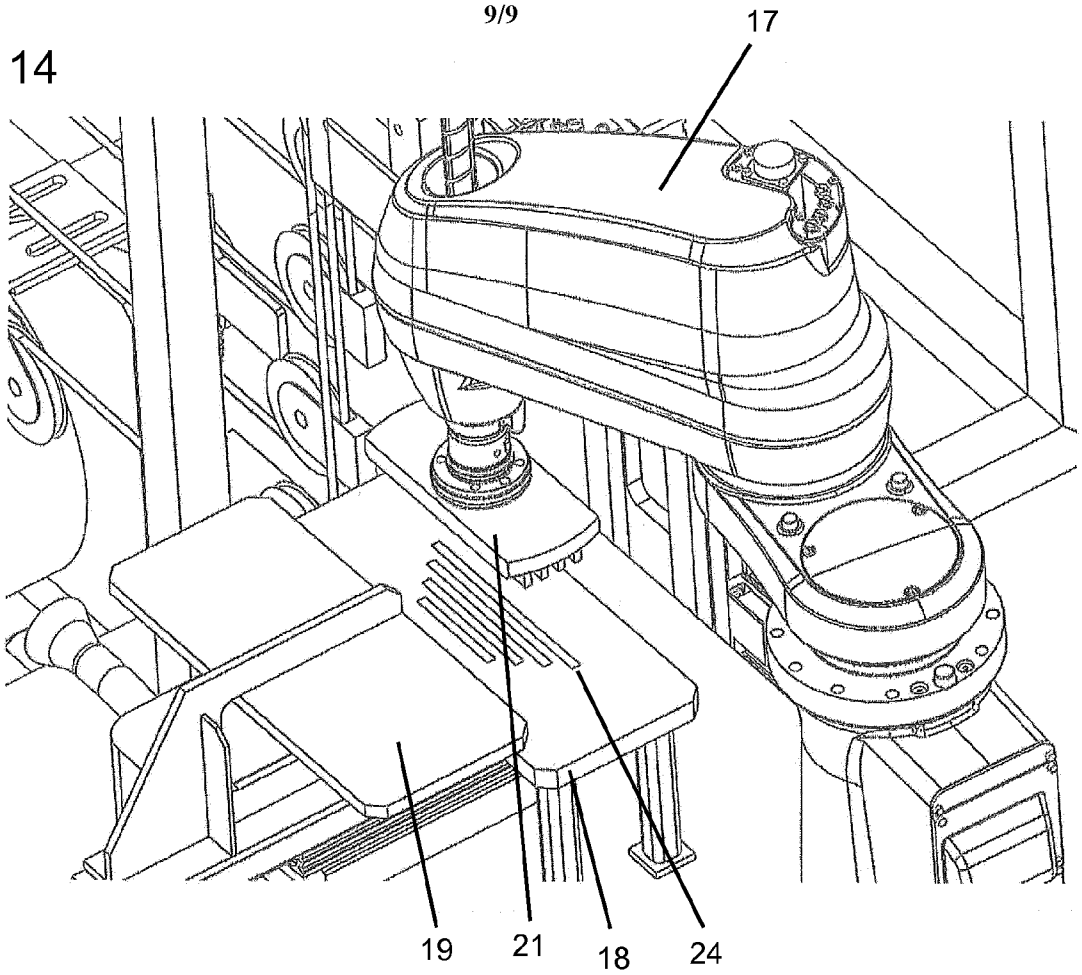
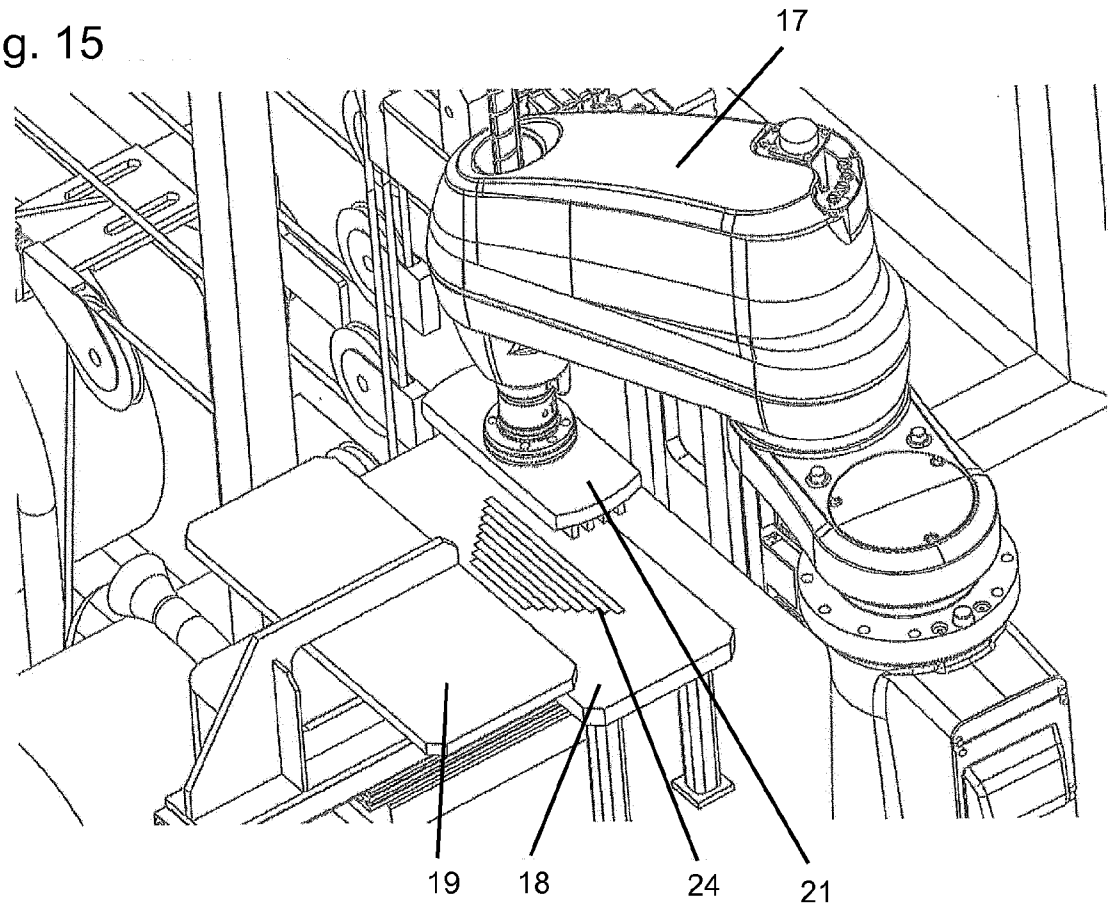


Fig. 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/054908

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C70/38
ADD. B29C70/54

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.
A	DE 10 2011 109698 A1 (DAIMLER AG [DE]) 7 February 2013 (2013-02-07) paragraphs [0001], [0006], [0007], [0009], [0026], [0028], [0032], [0033], [0036] figure 3	1-18
A	DE 10 2010 044721 A1 (DAIMLER AG [DE]) 8 March 2012 (2012-03-08) paragraphs [0001], [0006], [0007], [0025], [0026], [0030], [0031], [0034] figure 3	1-18

☐ 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	Date of mailing of the international search report
10 July 2014	24/07/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Jouannon, Fabien

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2014/054908

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011109698 A1	07-02-2013	NONE	
DE 102010044721 A1	08-03-2012	DE 102010044721 A1	08-03-2012
		WO 2012031723 A1	15-03-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/054908

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C70/38
ADD. B29C70/54

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.
A	DE 10 2011 109698 A1 (DAIMLER AG [DE]) 7. Februar 2013 (2013-02-07) Absätze [0001], [0006], [0007], [0009], [0026], [0028], [0032], [0033], [0036] Abbildung 3 -----	1-18
A	DE 10 2010 044721 A1 (DAIMLER AG [DE]) 8. März 2012 (2012-03-08) Absätze [0001], [0006], [0007], [0025], [0026], [0030], [0031], [0034] Abbildung 3 -----	1-18

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. Juli 2014	24/07/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Jouannon, Fabien

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/054908

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011109698 A1	07-02-2013	KEINE	
DE 102010044721 A1	08-03-2012	DE 102010044721 A1	08-03-2012
		WO 2012031723 A1	15-03-2012