



(10) **DE 10 2012 017 595 A1** 2014.03.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 017 595.7**

(22) Anmeldetag: **06.09.2012**

(43) Offenlegungstag: **06.03.2014**

(51) Int Cl.: **B29C 70/38 (2006.01)**

D04H 13/00 (2006.01)

D04H 3/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

Premium AEROTEC GmbH, 86179, Augsburg, DE

(72) Erfinder:

Kreimeyer, Michael, Dr., 28816, Stuhr, DE; Fleßner, Thorsten, 26316, Varel, DE; Ströher, Martin, 26316, Varel, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 100 12 378 A1

DE 10 2006 052 592 A1

DE 11 49 592 B

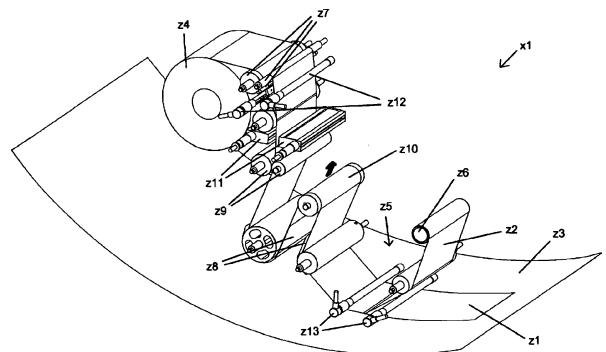
EP 0 443 308 A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ablegekopf und Ablegeverfahren zum automatisierten Ablegen von Zuschnitten eines flächigen Materials, insbesondere zur Herstellung von großflächigen Faserverbundbauteilen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Ablegekopf zum automatisierten Ablegen von Zuschnitten eines flächigen Materials (z1) auf eine Ablegefläche (z3), umfassend eine Bevorratungseinrichtung zur drehbaren Lagerung einer Vorratsrolle (z4) von aufgewickeltem Verbundmaterial (z1, z2), bei dem das abzulegende Material (z1) auf einem Trägermaterial (z2) aufgebracht ist, und eine Förder- und Ablegeeinrichtung, umfassend ein Führungs- und Antriebssystem zum Abwickeln und Fördern von Verbundmaterial (z1, z2) von der Vorratsrolle (z4), und ein Drapiersystem zum Drapieren von zugeführtem Verbundmaterial (z1, z2) auf die Ablegefläche (z3) und zum Abziehen des Trägermaterials (z2) von dem drapierten Verbundmaterial (z1, z2), wobei das Führungs- und Antriebssystem mit einer Aufladeeinrichtung (z11) zum elektrostatischen Aufladen des Materials (z1) bezüglich des Trägermaterials (z2) ausgestaltet ist. Ferner betrifft die Erfindung ein entsprechendes Ablegeverfahren.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Ablegekopf sowie ein Ablegeverfahren zum automatisierten Ablegen von Zuschnitten eines flächigen Materials auf eine Ablegefläche, insbesondere zum automatisierten Ablegen bzw. "Drapieren" (Anlegen und Andrücken) von so genannten "Prepregs" (vorimprägnierte Fasermaterialien) bei der Herstellung von Faserverbundbauteilen.

[0002] Bei der Herstellung eines Faserverbundbauteils werden oftmals ein oder mehrere Prepregs an einer formgebenden Fläche eines Werkzeuges (z. B. Aushärtewerkzeug) abgelegt, gegebenenfalls auch in mehreren Lagen gestapelt zur Bildung eines mehrlagigen Laminats durch Aushärten einer solchen Struktur.

[0003] Im Stand der Technik erfolgt sowohl das Drapieren als auch ein zuvor gegebenenfalls erforderliches Konfektionieren (Zuschneiden) des Prepregmaterials nachteiligerweise zumeist bzw. im Wesentlichen rein manuell. Analoges gilt für etwaig vorgesehene weitere Funktionslagen wie z. B. Klebefilme oder sonstige Zwischen- oder Deckschichten des herzustellenden Faserverbundbauteils.

[0004] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum automatisierten Ablegen von Zuschnitten eines flächigen Materials auf einer Ablegefläche anzugeben.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch einen Ablegekopf zum automatisierten Ablegen von Zuschnitten eines flächigen Materials auf eine Ablegefläche, umfassend

- eine Bevorratungseinrichtung zur drehbaren Lagerung einer Vorratsrolle von aufgewickelttem Verbundmaterial, bei dem das abzulegende Material auf einem Trägermaterial aufgebracht ist, und
- eine Förder- und Ablegeeinrichtung, umfassend
 - ein Führungs- und Antriebssystem zum Abwickeln und Fördern von Verbundmaterial von der Vorratsrolle, und
 - ein Drapiersystem zum Drapieren von zugeführtem Verbundmaterial auf die Ablegefläche und zum Abziehen des Trägermaterials von dem drapierten Verbundmaterial,

wobei das Führungs- und Antriebssystem mit (wenigstens) einer Aufladeeinrichtung zum elektrostatischen Aufladen des Materials bezüglich des Trägermaterials ausgestattet ist.

[0006] Mit der Erfindung lässt sich eine elektrostatische Anziehungskraft zwischen dem abzulegenden Material und dem Trägermaterial realisieren und über das Ausmaß der Aufladung auch in gewissen Grenzen einstellen. Dies ist zum einen vorteilhaft, um re-

lativ schlecht am Trägermaterial anhaftende Materialien bei der Verarbeitung durch den Ablegekopf zuverlässig am Trägermaterial zu halten, zum anderen aber auch, um mittels der elektrostatischen Anziehungskraft eine besonders gut definierte Anhaftung des Materials am Trägermaterial vorzusehen. Diese Ausgestaltung ist somit insbesondere zum Ablegen von nicht oder sehr wenig klebrigen Materialien geeignet, bei denen ansonsten die Gefahr bestünde, dass diese sich vom Trägermaterial ablösen.

[0007] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Ablegekopf mit (wenigstens) einer Entladeeinrichtung zum Neutralisieren einer elektrostatischen Aufladung des Materials bezüglich des Trägermaterials ausgestattet ist.

[0008] Eine solche Entladeeinrichtung kann z. B. sehr vorteilhaft im Bereich des Drapiersystems eingesetzt werden. Damit kann erreicht werden, dass die durch die erfindungsgemäß vorgesehene(n) Ladeeinrichtung(en) bewerkstelligte elektrostatische Anziehungskraft zwischen Material und Trägermaterial nicht mehr wirkt, sobald das Material (samt Trägermaterial) auf die Ablegefläche drapiert wurde. Eine Anziehungskraft in diesem Stadium wäre insofern nachteilig, als damit beim Abziehen des Trägermaterials von dem drapierten Verbundmaterial die Gefahr vergrößert würde, dass auch das Material (zusammen mit dem Trägermaterial) wieder von der Ablegefläche entfernt (abgezogen) wird.

[0009] Eine Ausstattung des Ablegekopfes mit einer Entladeeinrichtung zum Neutralisieren einer elektrostatischen Aufladung kann jedoch auch als solche von Vorteil sein, insbesondere um damit gegebenenfalls "unerwünscht entstehende" elektrostatische Aufladungen des Materials bezüglich des Trägermaterials zu neutralisieren, wie sie z. B. beim Abwickeln des Verbundmaterials (Abrollen der Vorratsrolle) entstehen können.

[0010] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Führungs- und Antriebssystem mit einer Vereinzelungstrenneinrichtung zum isolierten Vereinzelnen des auf dem Trägermaterial geförderten abzulegenden Materials in einzelne Materialzuschnitte ausgestattet ist. Der Begriff "isoliertes Vereinzelnen" (des auf dem Trägermaterial geförderten abzulegenden Materials) soll zum Ausdruck bringen, dass hierbei nur das abzulegende Material, nicht jedoch das Trägermaterial vereinzelnd wird. Ein entscheidender Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass auch im Falle eines quasi-endlosen Vorrats von aufgewickelttem Material in einfacher Weise hinsichtlich der jeweiligen Länge individuell konfektionierte Materialzuschnitte erzeugt und abgelegt werden können.

[0011] Dieser Vorteil steht in synergistischer Weise mit einem weiteren Vorteil in Verbindung, der dar-

in besteht, dass das abzulegende Material nicht als solches, sondern im Verbund mit dem Trägermaterial durch das Führungs- und Antriebssystem des Ablegekopfes befördert wird, so dass z. B. auch mechanisch empfindliche Materialien mittels des Ablegekopfes abgelegt werden können, oder z. B. auch Materialien, welche auf Grund einer zu starken Klebrigkeit gar nicht als solche zur Bildung einer Vorratsrolle aufgewickelt werden könnten (wie dies z. B. bei vielen Prepresses der Fall ist).

[0012] Mit dem Ablegekopf gemäß dieser Ausführungsform können somit insbesondere auch mechanisch empfindliche stark klebrige Materialien zuverlässig verarbeitet, d. h. konfektioniert und auf der Ablegefläche drapiert werden, wobei ausgehend von einem quasi-endlosen (Rollen-)Vorrat durch die Vereinzelungstrenneinrichtung das Ablegen von längenmäßig konfektionierten Zuschnitten ermöglicht ist. Von großer praktischer Bedeutung ist hierbei auch, dass das Trägermaterial erst dann endgültig vom abzulegenden Material getrennt wird, nachdem letzteres bereits auf die Ablegefläche drapiert wurde. Die Stabilisierung des Materials durch das Trägermaterial wirkt somit von der Bevorratung bis hin zum Drapieren des Materials.

[0013] An dieser Stelle sei jedoch nochmals angemerkt, dass die Erfindung aufgrund der besonderen Ausgestaltung des Führungs- und Antriebssystems mit (wenigstens) einer Aufladeeinrichtung auch hervorragend zum Ablegen von "sehr wenig klebrigen" Materialien verwendbar ist, bei denen im Prinzip die Gefahr besteht, dass diese sich von selbst vom Trägermaterial ablösen.

[0014] Es versteht sich, dass im Betrieb des Ablegekopfes dieser in geeigneter Weise, nämlich entsprechend der "Ausstoß- bzw. Ablegegeschwindigkeit", relativ zur Ablegefläche bewegt werden muss, sei es durch ein Bewegen des Ablegekopfes entlang der (stationär gehaltenen) Ablegefläche oder durch ein Bewegen der die Ablegefläche aufweisenden Komponente am (stationär gehaltenen) Ablegekopf vorbei. Auch eine Kombination dieser beiden Bewegungsweisen ist möglich.

[0015] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Führungs- und Antriebssystem mit einer Seitenrandtrenneinrichtung zum Seitenrandbeschnitt des geförderten Verbundmaterials ausgestattet ist. Vorteilhaft kann damit ein abzulegender Materialzuschnitt auch hinsichtlich des Verlaufes der beiden seitlichen Ränder konfektioniert werden.

[0016] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Drapiersystem wenigstens eine Reihe von mehreren nebeneinander angeordneten Drapierrollen zum Andrücken des Verbundmaterials auf die Ablegefläche umfasst. Damit lässt sich vorteilhaft, an-

ders als bei einer (prinzipiell ebenfalls möglichen) in Querrichtung durchgehenden einzigen Drapierrolle, eine besonders gute Anpassung der Andruckkräfte und/oder Andruckrichtungen an einen jeweiligen Form- bzw. Konturverlauf der Ablegefläche realisieren.

[0017] Das Drapiersystem kann auch mehrere hintereinander angeordnete Drapierstufen aufweisen, die jeweils aus einer in Querrichtung durchgehenden Drapierrolle oder aus mehreren nebeneinander angeordneten Drapierrollen gebildet sind.

[0018] In einer Weiterbildung dieser Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine Andruckkraft und/oder (wenigstens) ein Schwenkwinkel bei den einzelnen Drapierrollen jeweils individuell einstellbar ist. Damit lässt sich vorteilhaft insbesondere eine während des Betriebes des Ablegekopfes variierende Anpassung des Drapiersystems an die Form der Ablegefläche realisieren.

[0019] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Führungs- und Antriebssystem mit einer Ablöseeinrichtung zum temporären Ablösen des Materials vom Trägermaterial ausgestattet ist.

[0020] Der Begriff "temporäres Ablösen" soll hierbei zum Ausdruck bringen, dass das Material nur über einen Teil der vom Führungs- und Antriebssystem gebildeten Verarbeitungsstrecke getrennt vom Trägermaterial befördert wird (um sodann wieder mit dem Trägermaterial vereinigt zu werden).

[0021] Damit lässt sich vorteilhaft z. B. eine Vergleichmäßigung der Anhaftung des Materials an dem Trägermaterial im Hinblick auf verschiedene Herstellungschargen bzw. -toleranzen und/oder verschiedene Lagerungsbedingungen des Ausgangsmaterials (Vorratsrollen des Verbundmaterials) realisieren. Durch das Ablösen des Materials vom Trägermaterial und die nachfolgende, gegebenenfalls "gut definierte" Zusammenführung von Material und Trägermaterial lassen sich entsprechende Anhaftungstoleranzen des mittels der Bevorratungseinrichtung bereitgestellten Ausgangsmaterials (Verbundmaterial) wenigstens teilweise kompensieren. Insofern kann eine Ablöseeinrichtung besonders vorteilhaft z. B. im Verarbeitungsverlauf unmittelbar nach der Bevorratungseinrichtung (oder z. B. nach einer der Bevorratungseinrichtung nachgeordneten Entladeeinrichtung) angeordnet sein.

[0022] Alternativ oder zusätzlich zu einer Entladeeinrichtung zwischen Bevorratungseinrichtung und Ablöseeinrichtung kann eine Entladeeinrichtung auch im Bereich der Ablöseeinrichtung selbst angeordnet sein, etwa in einem Abschnitt des Verarbeitungsverlaufes, in welchem das Material getrennt vom Trägermaterial befördert wird.

[0023] Die der Erfindung zugrunde liegende eingangs genannte Aufgabe wird gemäß der Erfindung ferner gelöst durch ein Verfahren zum automatisierten Ablegen von Zuschnitten eines flächigen Materials auf eine Ablegefläche, umfassend

- Bevorratung von aufgewickeltem Verbundmaterial, bei dem das abzulegende Material auf einem Trägermaterial aufgebracht (bzw. "appliziert") ist,
- Abwickeln und Fördern von Verbundmaterial des Vorrats (in Form einer "Verbundmaterialbahn"),
- Drapieren von gefördertem Verbundmaterial auf die Ablegefläche und Abziehen des Trägermaterials von dem drapierten Verbundmaterial,

wobei ein elektrostatisches Aufladen des Materials bezüglich des Trägermaterials vorgesehen ist.

[0024] Die oben bereits beschriebenen und nachfolgend noch beschriebenen Ausführungsformen bzw. Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Ablegekopfes können, einzeln oder in beliebigen Kombinationen, auch vorteilhaft für das erfindungsgemäße Ablegeverfahren vorgesehen werden.

[0025] So kann das erfindungsgemäße Ablegeverfahren beispielsweise ein isoliertes Vereinzeln des auf dem Trägermaterial geförderten abzulegenden Materials in einzelne (zu drapierende) Materialzuschnitte und/oder ein Seitenrandbeschneiden des geförderten Verbundmaterials umfassen. Ferner kann bei dem Verfahren das Drapieren z. B. mittels wenigstens einer Reihe von nebeneinander angeordneten Drapierrollen durchgeführt werden. Hierbei kann insbesondere vorgesehen sein, dass vor einem Betriebsstart und/oder während des Betriebes eines für das Verfahren verwendeten Ablegekopfes eine Andruckkraft und/oder ein Schwenkwinkel der einzelnen Drapierrollen jeweils individuell eingestellt bzw. verstellt wird. Ferner kann bei dem Verfahren ein Neutralisieren einer elektrostatischen Aufladung des Materials bezüglich des Trägermaterials vorgesehen sein, insbesondere nach dem Abwickeln des Verbundmaterials von einer Vorratsrolle, und/oder im Bereich einer temporären Ablösung des Materials vom Trägermaterial, und/oder vor oder beim Drapieren.

[0026] Gemäß eines weiteren Aspekts der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung eines Ablegekopfes und/oder eines Ablegeverfahrens der hier beschriebenen Art in Verbindung mit einer automatischen Handhabungsvorrichtung vorgesehen.

[0027] Der Begriff "automatische Handhabungsvorrichtung" soll hierbei insbesondere jede Vorrichtung bzw. Anlage bezeichnen, welche es ermöglicht,

– den daran gehaltenen Ablegekopf ("Werkzeug") in automatischer Weise entsprechend der Ausstoß- bzw. Ablegegeschwindigkeit des drapierten Materials entlang der (stationären) Ablegefläche zu bewegen, oder

– ein daran gehaltenes "Werkstück", welches die Ablegefläche aufweist, in automatischer Weise entsprechend der Ausstoß- bzw. Ablegegeschwindigkeit des drapierten Materials an dem (stationären) Ablegekopf vorbeizuführen.

[0028] Im ersten Fall könnte man von einer "Werkzeughandhabungsvorrichtung" und im zweiten Fall von einer "Werkstückhandhabungsvorrichtung" sprechen.

[0029] Darüber hinaus kann eine "automatische Handhabungsvorrichtung" auch eine Vorrichtung bzw. Anlage sein, an welcher sowohl der Ablegekopf als auch die die Ablegefläche aufweisende Komponente gehalten werden und welche in automatischer Weise deren Relativbewegung zueinander bewirkt.

[0030] In einer spezielleren Ausführungsform ist die Verwendung eines Ablegekopfes und/oder eines Ablegeverfahrens der hier beschriebenen Art in Verbindung mit einer einem Industrieroboter oder einer so genannten Portalanlage, insbesondere z. B. Flächenportalanlage vorgesehen.

[0031] Eine besonders bevorzugte Verwendung des Ablegekopfes bzw. des Ablegeverfahrens der hier beschriebenen Art ergibt sich für die Herstellung von Faserverbundbauteilen (einschließlich so genannter Faser-Metall-Laminate, FML). Bei dem hierbei abzulegenden "flächigen Material" kann es sich insbesondere um Prepregmaterial handeln. Alternativ kann jedoch auch eine andere bei der betreffenden Faserverbundherstellung benötigte Materiallage verarbeitet werden. Beispiele hierfür sind: "Trockenes" Fasermaterial in Form eines Gewebes, Geflechts, Geleges oder Vlieses. Ferner kommt z. B. ein Klebefilm (z. B. aus Kunstharz), eine Zwischenschicht oder eine Deckschicht (z. B. aus Kunststoff bzw. Kunstharz) in Betracht.

[0032] Die Erfindung ist insbesondere bei der Herstellung von Strukturbauteilen von Fahrzeugen allgemein, einschließlich Luft- und Raumfahrzeugen, vorteilhaft einsetzbar. Bei den Strukturbauteilen kann es sich z. B. insbesondere um Rumpfschalenbauteile (z. B. für Flugzeuge oder Hubschrauber) handeln.

[0033] Noch weitere vorteilhaft einsetzbare besondere Ausgestaltungen des Ablegekopfes bzw. des Ablegeverfahrens ergeben sich aus der nachfolgenden, für die einzelnen Ablegekopfkomponenten bzw. Ablegekopffunktionsbereiche gegebenen Erläuterung von optionalen Details (sowie aus der Erläuterung der am Ende mit Bezug auf die beigefügten

Zeichnungen noch beschriebenen konkreten Ausführungsbeispiele).

1. Bevorratungseinrichtung

[0034] Die Bevorratungseinrichtung dient zur drehbaren Lagerung einer Vorratsrolle von aufgewickelter Verbundmaterial, umfassend das eigentliche, d. h. abzulegende Material und das Trägermaterial. Gegebenenfalls ist das abzulegende Material in der Vorratsrolle bereits in einzelne Materialzuschnitte vereinzelt (In diesem Fall ist eine Ausstattung des Ablegekopfes mit einer Vereinzelungstrenneinrichtung zum isolierten Vereinzeln auf dem Trägermaterial geförderten Materials entbehrlich).

[0035] Bei dem abzulegenden Material kann es sich insbesondere um ein Prepreg handeln, d. h. ein mit einem Matrixmaterial vorimprägniertes Fasermaterial, z. B. in Form von einem Gewebe, Geflecht, Gelege oder dergleichen, z. B. enthaltend Glasfasern oder Kohlenstofffasern. Das Prepreg kann mit einem aushärtbaren Kunststoff (z. B. thermisch aushärtbares Kunstharz) getränkt sein. In einer Ausführungsform handelt es sich um ein Epoxidharzsystem.

[0036] Alternativ kann im Rahmen der Erfindung jedoch auch ein anderes flächiges Material verarbeitet werden. Lediglich beispielhaft seien hierzu Klebefilme und Blitzschutzfolien genannt, wie sie in der Faserverbundtechnologie ebenfalls häufig zum Einsatz kommen.

[0037] Bei dem Trägermaterial kann es sich beispielsweise um eine Kunststoffolie oder um (z. B. mit Kunststoff) beschichtetes Papier handeln.

[0038] Bevorzugt umfasst die Bevorratungseinrichtung eine gebremst drehbare Wickelwelle, so dass beim Abwickeln des Verbundmaterials (durch das Führungs- und Antriebssystem) beim Abwickelvorgang eine vorbestimmte Zugkraft im Verbundmaterial aufrechterhalten wird.

2. Förder- und Ablegeeinrichtung

[0039] Die Förder- und Ablegeeinrichtung umfasst das Führungs- und Antriebssystem und (nachgeordnet) das Drapiersystem.

2.a) Führungs- und Antriebssystem

[0040] Das Führungs- und Antriebssystem dient zum Abwickeln und Fördern des Verbundmaterials von der Vorratsrolle zum Drapiersystem. Es umfasst bevorzugt eine Mehrzahl von im Wesentlichen koaxial zur Vorratsrolle bzw. der genannten Wickelwelle angeordnete Rollen bzw. Walzen. Insbesondere können folgende Rollen bzw. Walzen vorgesehen sein:

- eine oder mehrere Umlenkrollen zur Umlenkung des Bahnverlaufes einer über derartige Rollen geführten Materialbahn,
- ein oder mehrere Antriebswalzenpaare zum (ansteuerbaren) Antreiben einer zwischen den Walzen hindurch geführten Materialbahn,
- eine oder mehrere Bahnspeicher-Umlenkrollen zur Pufferung von Bahnmaterial bzw. zur Einstellung einer definierten Zugkraft im Bahnmaterial. Derartige Umlenkrollen besitzen die Besonderheit, dass deren Rollenachsen vorbelastet, (z. B. elastisch vorbelastet) sind, um das davon umgelenkte Bahnmaterial "auf Zug zu halten" bzw. bei einer Ungleichheit zwischen den Bahngeschwindigkeiten vor und hinter der Umlenkrolle in gewissem Ausmaß als Bahnmaterialspeicher zu fungieren.

[0041] Ein oder mehrere Bahnmaterialspeicher im Verarbeitungsverlauf des Ablegekopfes können z. B. sehr vorteilhaft dazu verwendet werden, bei einer zeitweise verlangsamten Förderung von Bahnmaterial (bzw. ganz gestoppter Förderung) in einem bestimmten Abschnitt, beispielsweise im Bereich der beschriebenen "Trenneinrichtungen" (zum Vereinzelungstrennen und/oder Seitenrandbeschnitt), die Bahnmaterialverarbeitung in anderen Abschnitten fortzusetzen.

[0042] Falls das Führungs- und Antriebssystem mit einer Ablöseeinrichtung zum temporären Ablösen des Materials vom Trägermaterial ausgestattet ist, so ist die Ablöseeinrichtung im Verarbeitungsverlauf des Führungs- und Antriebssystems relativ weit vorne, beispielsweise unmittelbar nach der Bevorratungseinrichtung angeordnet.

[0043] Die genannte Ablöseeinrichtung ist bevorzugt vor der Vereinzelungstrenneinrichtung und z. B. auch vor der gegebenenfalls vorgesehenen Seitenrandtrenneinrichtung angeordnet.

[0044] Im einfachsten Fall wird die Ablöseeinrichtung von einer Umlenkrolle gebildet, über welche lediglich eines von Material und Trägermaterial läuft, wohingegen das jeweils andere Bahnmaterial an dieser Umlenkrolle vorbeiläuft. Im nachfolgenden Verarbeitungsverlauf werden diese beiden Einzelmaterialien dann gewissermaßen automatisch wieder zusammengeführt, sei es z. B. durch eine weitere Umlenkrolle oder z. B. ein Antriebswalzenpaar.

[0045] Beim Abwickeln des Verbundmaterials vom Vorrat wie auch bei einem Ablösen des Materials von dem Trägermaterial kommt es oftmals zu einer (schwer kontrollierbaren) elektrostatischen Aufladung. In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Führungs- und Antriebssystem Mittel zum Neutralisieren einer solchen Aufladung umfasst. Eine solche Entladeeinrichtung kann z. B. in einem Abschnitt

des Verarbeitungsverlaufes angeordnet sein, in welchem Material und Trägermaterial getrennt voneinander verlaufen. Diese Entladeeinrichtung kann z. B. zur Ionisierung der Luft im Bereich der voneinander abgelösten Einzelmaterialien ausgebildet sein.

[0046] Die erfindungsgemäß wenigstens eine Aufladeeinrichtung zum elektrostatischen Aufladen des Materials bezüglich des Trägermaterials kann z. B. im Bahnverlauf unmittelbar nach der Bevorratungseinrichtung, bzw. falls dort die genannte Ablöseeinrichtung (gegebenenfalls mit integrierter oder nachgeordneter Entladeeinrichtung) vorgesehen ist, unmittelbar nach der Ablöseeinrichtung (bzw. deren Entladeeinrichtung) angeordnet sein. Es können auch eine oder mehrere Aufladeeinrichtungen im Verarbeitungsverlauf nach der Ablöseeinrichtung bzw. einer der Ablöseeinrichtung nachfolgenden Entladeeinrichtung, jedoch noch vor dem Drapiersystem, angeordnet sein, um das Material bezüglich des Trägermaterials aufzuladen oder "nachzuladen".

[0047] In einer Ausführungsform ist eine solche Aufladeeinrichtung in einem Bereich angeordnet, in welchem Material und Trägermaterial vereinigt (bzw. nach temporärer Ablösung wiedervereinigt) verlaufen.

[0048] Es empfiehlt sich die Anordnung einer (gegebenenfalls weiteren) Entladeeinrichtung zum Neutralisieren einer elektrostatischen Aufladung hinter einer Aufladeeinrichtung, z. B. sehr weit oder möglichst weit hinten im Verarbeitungsverlauf. Dies jedoch bevorzugt so, dass die Neutralisierung bewirkt wird, noch bevor mittels des Drapiersystems das Trägermaterial vom drapierten Verbundmaterial abgezogen wird.

[0049] Auch wenn an derjenigen Stelle im Verarbeitungsverlauf, an der das Trägermaterial vom drapierten Verbundmaterial abgezogen wird, keine den Abziehprozess erschwerende Aufladung des Materials bezüglich des Trägermaterials vorliegt, so soll im Rahmen der Erfindung keineswegs ausgeschlossen sein, dass an dieser Stelle eine elektrostatische Aufladung des Materials bezüglich der Ablegefläche (bzw. der die Ablegefläche ausbildenden Komponente) verbleibt oder aktiv bewirkt wird, um unabhängig von einem mechanischen Andrücken des Materials durch das Drapiersystem auch eine elektrostatische Anziehung zwischen Material und Ablegefläche zu realisieren. Hierfür kann z. B. die erfindungsgemäß vorgesehene Aufladung und/oder eine optional vorgesehene Entladung geeignet ausgestaltet werden. Alternativ oder zusätzlich kann z. B. die genannte "Handhabungseinrichtung" mit Mitteln versehen sein, die eine geeignete Einstellung eines elektrischen Potentials der Ablegefläche ermöglichen.

[0050] Das Führungs- und Antriebssystem kann wenigstens ein Antriebswalzenpaar umfassen, um damit in gesteuerter Weise die Abwickelgeschwindigkeit und Fördergeschwindigkeit des Bahnmaterials im betreffenden Verarbeitungsverlaufsabschnitt einzustellen.

[0051] Außerdem kann wenigstens ein Umlenkrollen-Bahnspeicher vor und/oder nach dem Antriebswalzenpaar angeordnet sein. Dies ermöglicht vorteilhaft verschiedene momentane Fördergeschwindigkeiten in verschiedenen Verarbeitungsverlaufsabschnitten.

[0052] Das am Ende des Verarbeitungsverlaufes vom drapierten Verbundmaterial abgezogene Trägermaterial wird bevorzugt mittels einer drehangetriebenen Aufwickelrolle aufgewickelt (um dieses Trägermaterial z. B. später in einfacher Weise entsorgen zu können). Funktional betrachtet ist eine solche angetriebene Aufwickelrolle ein Teil des Antriebssystems zum Fördern des Verbundmaterials. Konstruktiv betrachtet ist diese angetriebene Aufwickelrolle jedoch bevorzugt baulich mit dem Drapiersystem zusammengefasst.

[0053] Falls sowohl eine Vereinzelungstrenneinrichtung als auch eine Seitenrandtrenneinrichtung vorgesehen sind, so ist gemäß einer Ausführungsform im Bahnverlauf zunächst die Seitenrandtrenneinrichtung zum Seitenrandbeschnitt und erst nachfolgend die Vereinzelungstrenneinrichtung zum Vereinzeln des Materials angeordnet. Möglich ist jedoch auch die umgekehrte Anordnungsreihenfolge dieser beiden Trenneinrichtungen.

[0054] Die Vereinzelungstrenneinrichtung dient dazu, bei dem Verbundmaterial eine in Querrichtung durchgehende Trennung des auf dem Trägermaterial befindlichen Materials zu bewirken, ohne hierbei das Trägermaterial zu durchtrennen. Hierfür eignet sich z. B. eine Schneideinrichtung mit einer vibrationsangeregten, insbesondere z. B. Ultraschall-angeregten Klinge, die in gesteuerter Weise in Querrichtung durch das Material geführt wird, wobei auf der diesem Schneidprozess abgewandten Seite das Trägermaterial bevorzugt mittels einer geeigneten Unterlage (Schneidunterlage) geführt bzw. gestützt wird. Eine Anregungsfrequenz kann hierbei z. B. größer als 1 kHz, insbesondere größer als 10 kHz sein. Das freie Ende der Schneidklinge kann z. B. spitz ausgebildet sein. Die verwendete Schneidklinge (z. B. aus Metall) kann z. B. durch eine Linearverfahreinheit in Querrichtung (orthogonal zur Bahnbewegungsrichtung) geführt werden. Um in diesem Fall einen Vereinzelungsschnitt exakt in Querrichtung durchzuführen, muss das Verbundmaterial im Bereich der Vereinzelungstrenneinrichtung für die Dauer des Schneidprozesses angehalten werden. Der Ablegeprozess muss während dieser Dauer nicht unbedingt unter-

brochen werden, falls im Bahnverlauf hinter der Vereinzelungstrenneinrichtung ein ausreichend dimensionierter Bahnspeicher vorgesehen wird.

[0055] Mit einer lediglich in Querrichtung verfahrbaren Schneidklinge lassen sich jedoch auch nichtgeradlinige, schräge, abgewinkelte und/oder abgerundete Vereinzelungstrennschnitte realisieren, indem beim Schneidprozess in koordinierter Weise einerseits die Querbewegung der Schneidklinge und andererseits die Längsbewegung der Materialbahn (Bahnbewegungsrichtung) im Bereich der Vereinzelungstrenneinrichtung gesteuert werden.

[0056] Im Hinblick auf schräge Schnitte bzw. schräge Schnittverlaufsabschnitte kann vorteilhaft eine ansteuerbare Rotation der Schneidklinge derart vorgesehen sein, dass während des Schneidprozesses die Orientierung der Klinge stets an die momentane Schneidrichtung angepasst werden kann.

[0057] Um beim Schneidprozess sicherzustellen, dass das Material, jedoch nicht das Trägermaterial durchtrennt wird, kann z. B. eine entsprechende (präzise) Bemessung der Schneideinrichtung (in Verbindung mit einer Schneidunterlage) vorgesehen sein. Insbesondere im Hinblick auf eine Verwendung des Ablegekopfes für unterschiedlich dicke Materialien und/oder unterschiedlich dicke Trägermaterialien ist es von Vorteil, wenn eine entsprechende Einstellbarkeit der Vereinzelungstrenneinrichtung vorgesehen ist, also z. B. eine Einstellbarkeit eines Abstandes zwischen der Schneidklinge und der Schneidunterlage. Dieser Abstand sollte entsprechend der Dicke des Trägermaterials eingestellt sein. Hierfür kommt eine "Höhenverstellbarkeit" der Schneideinrichtung (bzw. zumindest deren Klinge) in Betracht. Alternativ oder zusätzlich kann eine Verstellbarkeit der Schneidunterlage vorgesehen sein.

[0058] Die Seitenrandtrenneinrichtung dient zum Seitenrandbeschnitt des geförderten Verbundmaterials und kann hierfür z. B. zwei Schneideinrichtungen mit jeweiligen Schneidklingen (z. B. aus Metall) umfassen, die unabhängig voneinander in Querrichtung verfahrbar sind, um beiderseitig unabhängig voneinander den entsprechenden Randbeschnitt an der in Längsrichtung geförderten Materialbahn vorzunehmen. Auf der den beiderseitigen Schneidprozessen abgewandten Seite kann das Trägermaterial mittels einer geeigneten Unterlage (Schneidunterlage) abgestützt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass durch die Schneidprozesse das gesamte Verbundmaterial, also einschließlich des Trägermaterials durchtrennt wird.

[0059] In einer Ausführungsform werden die Schneidklingen der Seitenrandtrenneinrichtung bewegungsangeregt (z. B. vibrationsangeregt) betrieben, so dass die Schneidklingen oszillieren. Insbe-

sondere kann eine oszillierende Bewegung vorgesehen sein, durch welche die Schneidklingen in der Art einer "Säge" oder in der Art einer "Nähmaschinen-nadel" durch das zu trennende Material geführt werden. Im ersteren Fall erfolgt ein Schneiden im engeren Sinne, im zweiten Fall ein Schneiden durch Perforieren, sei es mit eng aufeinanderfolgenden Perforationslöchern, oder bevorzugt mit ineinander übergehenden Perforationslöchern. Welche konkrete Art von "Schneiden", etwa in Anpassung an das zu schneidende Material, durchgeführt wird, kann durch eine entsprechende Wahl bzw. Einstellung von Betriebsparametern wie z. B. Oszillationshub, Oszillationsfrequenz und Geschwindigkeit der Schneidklinge in Schnittrichtung festgelegt werden.

[0060] Um einen einwandfreien Trenn- bzw. Schneidprozess zuverlässig durchführen zu können, oder diesen zu verbessern, kann – abhängig vom zu durchtrennenden Material – die Verwendung einer Schneidunterlage von essentieller Bedeutung sein, um damit das zu schneidende Material auf der der Schneidklinge abgewandten Seite abzustützen und somit ein "Zurückweichen" des Materials zu vermeiden. Das freie Ende der Schneidklinge ist bevorzugt spitz ausgebildet.

[0061] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Schneidunterlage das Material (auch) im Bereich direkt unter der (bevorzugt oszillierenden) Schneidklinge abstützt, wobei in diesem Fall z. B. ein etwas nachgiebiges Schneidunterlagenmaterial vorgesehen sein kann, so dass die (z. B. oszillierende) Schneidklinge in das nachgiebige Schneidunterlagenmaterial eindringen kann oder dieses lokal zurückdrängen kann.

[0062] In einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass zwar eine Schneidunterlage zur Abstützung des zu schneidenden Materials verwendet wird, diese Schneidunterlage jedoch im Bereich direkt unter der (z. B. oszillierenden) Schneidklinge ausgespart ist, so dass das Ende bzw. eine Spitze der Schneidklinge sich frei "in Luft" (der Aussparung) bewegen kann. Hierfür können die Schneidunterlagen z. B. jeweils mit einer in Querrichtung verlaufenden Nut ausgestattet sein, in welcher sich die betreffende Klinge bzw. deren Ende dann frei bewegen kann.

[0063] Auch ist es möglich, die genannte Aussparung oder Nut in einer (z. B. aus relativ festem, z. B. metallischen Material gefertigten) Schneidunterlage zwar vorzusehen, darin jedoch ein (z. B. speziell an das zu schneidende Material angepasstes, bevorzugt eher nachgiebiges) Schneidunterlagenmaterial einzulegen.

[0064] Durch den Seitenrandbeschnitt entstehender Abfall kann z. B. von einer am Ablegekopf integrierten Entsorgungseinrichtung aufgenommen werden, z. B.

von einer Saugvorrichtung (umfassend eine oder mehrere Saugdüsen und eine Saugrohr- bzw. Saugschlauchanordnung) abgesaugt werden, um diesen Abfall zu entsorgen.

[0065] Falls die Schneidklingen nur in Querrichtung verfahrbar sind, so muss zumindest über einen Teil der Dauer des Schneidprozesses das zu beschneidende Bahnmaterial in Längsrichtung (Bahnverlauf- richtung) bewegt werden. Nahezu beliebige Verläufe der seitlichen Randbeschnitte können dann durch eine entsprechende gesteuerte Koordination einerseits der Verfahrbewegungen der Schneidklinge in Querrichtung und andererseits der Bahnbewegung in Längsrichtung realisiert werden.

[0066] Ähnlich wie bereits für die Vereinzelungstrenneinrichtung beschrieben kann auch bei der Seitenrandtrenneinrichtung eine ansteuerbare Rotation der Schneidklingen um eine Klingennachse vorgesehen sein, um die Klingenorientierung beim Schneidprozess an die jeweils momentane Schnittrichtung anpassen zu können.

2.b) Drapiersystem

[0067] Das Drapiersystem dient zum Drapieren (Anlegen und Andrücken) des vom Führungs- und Antriebssystem zugeführten Verbundmaterials auf die Ablegefläche und zum Abziehen des Trägermaterials von dem drapierten Verbundmaterial, so dass letztlich lediglich das Material (ohne Trägermaterial) an der Ablegefläche verbleibt.

[0068] Im einfachsten Fall wird das Drapiersystem von einer einzigen, sich in Querrichtung über die gesamte Bahnmaterialbreite erstreckenden Drapierrolle (und einer Einrichtung zum Abziehen des Trägermaterials, z. B. "Trägermaterial-Aufwickelrolle") gebildet. Falls die Ablegefläche insgesamt im Wesentlichen eben ist, so eignet sich z. B. eine Drapierrolle mit zylindrischem Außenumfang.

[0069] Falls die Ablegefläche jedoch z. B. in Querrichtung gekrümmt ist, so kann vorteilhaft auch eine nicht-zylindrische Drapierrolle verwendet werden, bei welcher ein Außendurchmesser der Drapierrolle in Längsrichtung der Drapierrolle (entsprechend der Querrichtung des Bahnverlaufes) variiert.

[0070] Das Drapiersystem kann auch eine Mehrzahl von hintereinander angeordneten Drapierrollen aufweisen, so dass mehrere "Drapierstufen" gebildet werden.

[0071] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Drapiersystem jedoch wenigstens eine Reihe von nebeneinander angeordneten Drapierrollen, wobei weiter bevorzugt eine Andruckkraft und/oder ein Schwenkwinkel bei den einzelnen Drapierrollen

jeweils individuell einstellbar ist. Bei dem Ablegeverfahren können derartige Einstellungen jeweils vor Betriebsbeginn, bei entsprechender Ausgestaltung einer den Betrieb steuernden Steuereinrichtung jedoch auch während des Ablegeverfahrens vorgesehen sein. Der Vorteil einer Mehrzahl von nebeneinander angeordneten Drapierrollen besteht darin, dass damit eine bessere Anpassung an die jeweilige Form der Ablegefläche, insbesondere eine Krümmung in Querrichtung, ermöglicht wird, was durch die erwähnte Einstellbarkeit von Andruckkräften und/oder Schwenkwinkeln noch weiter optimiert wird. Auch bei diesen Drapierrollen soll nicht ausgeschlossen sein, dass wenigstens eine davon einen nicht-zylindrischen Außenumfang besitzt.

[0072] Zur Einstellung der Andruckkraft kann z. B. ein pneumatischer Aktor wie z. B. ein doppelt-wirkender Druckluftzylinder eingesetzt werden, dessen Betätigungsdruck von der genannten Steuereinrichtung des Ablegekopfes gesteuert wird. Eine Halterung zur drehbaren Lagerung einer Drapierrolle, beispielsweise eine Gabelhalterung, kann hierzu mit einem in einer Linearführung geführten Stößel verbunden sein, wobei durch die Aktoransteuerung der Stößel entsprechend linear verfahren wird.

[0073] Zur Einstellung eines Schwenkwinkels kann der genannte Stößel oder eine Führungshülse der genannten Linearführung mit einem entsprechenden Schwenkgelenk versehen sein, um durch eine Verschwenkung an diesem Gelenk die Linearführung samt Stößel und Drapierrolle zu verschwenken. Die Verschwenkung kann z. B. durch einen elektromotorischen, hydraulischen oder pneumatischen Aktor bewirkt werden. Die Schwenkachse kann z. B. parallel zur Bahnbewegungsrichtung, jedoch im Abstand von dem zu drapierenden Bahnmaterial angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich kann wenigstens eine weitere Schwenkachse vorgesehen sein, um welche die genannte Halterung der Drapierrolle in gesteuerter Weise verschwenkt werden kann (z. B. eine in Querrichtung sich erstreckende Schwenkachse).

[0074] In einer Ausführungsform sind wenigstens zwei in Bahnaufrichtung hintereinander angeordnete Drapierrollenanordnungen bzw. "Drapierstufen" aus jeweils einer Reihe von nebeneinander angeordneten Drapierrollen vorgesehen. Durch einen geeigneten seitlichen Versatz von Drapierrollen der verschiedenen hintereinander angeordneten Drapierstufen bzw. durch eine geeignete Anordnung der Drapierrollen lässt sich vorteilhaft vorsehen, dass das abzulegende Material über die gesamte Materialbreite an die Ablegefläche angeedrückt wird.

[0075] Das Drapiersystem kann auch eine Heizeinrichtung zum Erwärmen des zugeführten Verbundmaterials umfassen. Falls z. B. Prepreg zugeführt wird, so lässt sich damit vorteilhaft dessen Klebrig-

keit ("Tack") verbessern. Eine solche Heizeinrichtung ist im Verarbeitungsverlauf bevorzugt unmittelbar vor der verwendeten Drapierrollenanordnung angeordnet (z. B. baulich mit der Drapierrollenanordnung zusammengefasst).

[0076] Die Heizeinrichtung kann z. B. als eine Wärmestrahlungsheizung ausgebildet sein, gegebenenfalls mit einer verstellbaren Blendenanordnung zur raschen Verstellbarkeit der Heizstrahlungsleistung. Alternativ oder zusätzlich kann wenigstens eine beheizbare Rolle verwendet werden, um eine an dieser Rolle geführte bzw. umgelenkte Materialbahn zu heizen. Beispielsweise können eine oder mehrere Drapierrollen in dieser Weise gleichzeitig als Komponenten der Heizeinrichtung ausgebildet sein. Schließlich kommt zum Erwärmen auch z. B. eine Düsenanordnung in Betracht, mittels welcher eine Strömung eines Heizmediums (z. B. heiße Luft) auf das zu erwärmende Bahnmaterial gerichtet werden kann.

[0077] Unabhängig von einer am Ablegekopf integrierten Heizeinrichtung des kann auch eine Erwärmung der Ablegefläche bzw. der die Ablegefläche ausbildenden Komponente eingesetzt werden, um die Anhaftung des Materials an der Ablegefläche zu verbessern.

[0078] Ebenfalls bevorzugt unmittelbar vor und/oder nach der Drapierrollenanordnung können auch eine oder mehrere Kontur-Rollen zur Materialstraffung und/oder Vergleichmäßigung von Zugkräften im Bahnmaterial angeordnet werden.

[0079] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen weiter beschrieben. Es stellen dar:

[0080] Fig. 1 eine perspektivische Ansicht von Komponenten eines Ablegekopfes gemäß eines Ausführungsbeispiels,

[0081] Fig. 2 ein Detail (Drapierzone) von Fig. 1,

[0082] Fig. 3 eine Seitenansicht des Ablegekopfes von Fig. 1,

[0083] Fig. 4 eine isolierte perspektivische Ansicht einer modularen Drapiereinheit des Ablegekopfes,

[0084] Fig. 5 eine perspektivische Ansicht der mittels Stütz- und Halterungsleisten in den Ablegekopf integrierten Drapiereinheit von Fig. 4,

[0085] Fig. 6 eine perspektivische weitere Ansicht des Ablegekopfes,

[0086] Fig. 7 eine Darstellung zur Veranschaulichung einer Verstellung der Andruckkraft bzw. "Ausfahrstellung" bei einer Drapiereinheit,

[0087] Fig. 8 eine Darstellung zur Veranschaulichung einer gleichzeitigen Verstellung der Andruckkraft und eines Führungswinkels der Drapiereinheit,

[0088] Fig. 9 eine die Fig. 8 ergänzende perspektivische Ansicht,

[0089] Fig. 10 eine Darstellung zur Veranschaulichung verschiedener Einstellungen bei einer Drapiereinheit,

[0090] Fig. 11 eine perspektivische weitere Ansicht des Ablegekopfes, wobei ein Antriebsmotor zum Antrieb eines Antriebswalzenpaars und ein Aufwickelmotor samt Schlupfkupplung an einer Aufwickelrolle des Ablegekopfes mit eingezeichnet sind,

[0091] Fig. 12 eine Seitenansicht des Ablegekopfes, wobei der Antriebsmotor und der Aufwickelmotor mit eingezeichnet sind,

[0092] Fig. 13 eine perspektivische Detailansicht des Ablegekopfes zur Veranschaulichung einer temporären Ablösung eines abzulegenden Materials vom Trägermaterial sowie einer definierten elektrostatischen Aufladung an dem wieder zusammengeführten Verbundmaterial,

[0093] Fig. 14 eine perspektivische Detailansicht des Ablegekopfes zur Veranschaulichung einer Konfektionierung der Seitenränder des geförderten Verbundmaterials mittels einer Seitenrandtrenneinrichtung zum doppelten (beiderseitigen) Randbeschnitt,

[0094] Fig. 15 eine Seitenansicht des in Fig. 14 dargestellten Details,

[0095] Fig. 16 eine perspektivische Detailansicht des Ablegekopfes zur Veranschaulichung einer Veranzelung des auf dem Trägermaterial geförderten abzulegenden Materials durch Ausführung eines Trennschnittes mittels einer Veranzelungstrenneinrichtung,

[0096] Fig. 17 eine perspektivische Detailansicht des Ablegekopfes zur Veranschaulichung einer bei dem Ablegekopf optional einsetzbaren Heizeinrichtung sowie einer optional einsetzbaren Konturrollenanordnung,

[0097] Fig. 18 eine perspektivische Darstellung zur Veranschaulichung einer Verwendung des Ablegekopfes in Verbindung mit einem Industrieroboter, und

[0098] Fig. 19 eine perspektivische Darstellung zur Veranschaulichung einer Verwendung des Ablegekopfes bei einer Flächenportalanlage.

[0099] Fig. 1 zeigt die Gesamtanordnung (Übersicht zu Aufbau und Funktion) wesentlicher Komponenten

eines Ablegekopfes x1 gemäß eines Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0100] Der Ablegekopf x1 ermöglicht im dargestellten Beispiel ein direktes Verarbeiten (= Abwickeln, Zuschneiden, Fördern und Drapieren) von Glasfaser-Prepreg z1, das im Anlieferungszustand auf einem Trägermaterial z2 (z. B. beschichtetes Papier) appliziert ist und auf einer Materialrolle z4 ("Vorratsrolle") bereitgestellt wurde.

[0101] Der Ablegekopf wird mittels eines geeigneten Automatisierungssystems (z. B. einem Industrieroboter) entlang einer Bahn über eine Ablegeform z3 geführt (vgl. hierzu auch **Fig. 18**). Bei der Ablegeform z3 handelt es sich z. B. um eine so genannte Laminier-Klebevorrichtung zur Herstellung von Rumpfschalen für Luftfahrzeuge, insbesondere z. B. zur Fertigung von so genannten FML(Faser-Metall-Laminat)-Hautfeldern.

[0102] Zwei angetriebene Antriebswalzen z9 fördern das Glasfaser-Prepreg z1 zusammen mit dem Trägermaterial z2, also als "Verbundmaterial", durch eine Anordnung mehrerer Umlenkrollen z7 bis vor eine Drapierzone z5, an der das Glasfaser-Prepreg z1 mit dem Trägermaterial z2 in die Ablegeform z3 drapiert wird.

[0103] Das Trägermaterial wird in der Anordnung als Transportmittel verwendet, um das Glasfaser-Prepreg sicher und relativ unbelastet in die Drapierzone zu befördern.

[0104] **Fig. 2** lässt erkennen, wie das Glasfaser-Prepreg durch modulare Drapiereinheiten z14 drapiert wird, die sich individuell auf den jeweiligen Form- und Konturverlauf der Ablegeform z3 anpassen.

[0105] Zum besseren Verständnis wurden die Drapiereinheiten z14 in der Übersichtsdarstellung von **Fig. 1** innerhalb der Drapierzone z5 ausgeblendet. Die Drapierzone ist der Bereich der Anordnung, der direkten Kontakt zur Ablegeform-Oberfläche ("Ablegefläche") über die Drapiereinheiten hat.

[0106] Materialführungen z8 gewährleisten, dass das Glasfaser-Prepreg nicht vorzeitig vereinzelt wird. Zudem unterstützen sie den Förderprozess. Hinter der Drapierzone z5 wird das Trägermaterial z2 vom Glasfaser-Prepreg z1 abgezogen und mit einer Aufwickelrolle z6 aufgenommen. Das Glasfaser-Prepreg verbleibt nach diesem Abziehen in der Ablegeform.

[0107] Durch eine spezielle Umlenkrolle z10, die in Richtung des in **Fig. 1** eingezeichneten Pfeils auslenkbar ist, kann durch Anlegen einer Kraft eine Zugkraft innerhalb des geförderten Verbundmaterials (Prepreg- und Trägermaterial) erzeugt und die Materialbahn dadurch gestrafft werden. Diese Anordnung

ermöglicht außerdem das "Abpuffern" der Materialbahn und gewährleistet, dass diese nicht unzulässig beansprucht wird.

[0108] **Fig. 3** ist eine Seitenansicht zu Aufbau und Funktion des Ablegekopfes x1.

[0109] Unterstützt wird der Förderprozess durch ein Ionisationssystem, das im dargestellten Beispiel mehrere Aufladestäbe z11 und Ionisationsstäbe z12 und z13 enthält.

[0110] Die Aufladestäbe z11 dienen dem Erzeugen einer elektrostatischen Haltekraft zwischen Glasfaser-Prepreg z1 und Trägermaterial z2. Durch diese Maßnahme lassen sich insbesondere auch Prepreg-Materialien verarbeiten und durch das Trägermaterial befördern, die selbst kaum bis gar nicht "klebrig" sind und demzufolge nicht an dem Trägermaterial haften können. Die Aufladestäbe z11 sind z. B. zum Anlegen bzw. "Aufsprühen" elektrischer Ladungen auf die daran vorbeilaufenden Materialbahnen z1, z2 ausgebildet (z. B. mit einer "Ladespannung" in der Größenordnung einiger Kilovolt bis einiger 10 Kilovolt). Die beiden Materialien z1, z2 können hierbei z. B. mit Ladungen entgegengesetzter Polarität ("bipolare Aufladung"), oder mit gleicher Polarität jedoch auf unterschiedliche elektrische Potentiale aufgeladen werden. Auch kann z. B. eine der beiden Materialbahnen z1, z2 auf einer "elektrischen Masse" gehalten werden, wohingegen die andere der beiden Materialbahnen aufgeladen wird ("unipolare Aufladung").

[0111] Die Ionisationsstäbe z12 mit der Funktion des Neutralisierens von elektrostatischer Aufladung entladen im dargestellten Beispiel das Glasfaser-Prepreg z1 und Trägermaterial z2 unmittelbar nach der in diesem Bereich des Ablegekopfes x1 vorgesehenen "temporären Ablösung" des Prepregs z1 vom Trägermaterial z2. Außerdem schafft diese Neutralisation eine gut definierte Ausgangsbedingung für das anschließende Aufladen des Prepregs z1 bezüglich des Trägermaterials z2 durch die Aufladestäbe z11. Die Aufladestäbe wirken auf die wieder zum "Verbundmaterial" zusammengeführte Materialbahn.

[0112] Durch eine im dargestellten Beispiel gegenpolige elektrostatische Aufladung mittels der Aufladestäbe z11 wirkt eine Haltekraft des Prepregs z1 an dem Trägermaterial z2 innerhalb des Bereiches von den Aufladestäben z11 bis zu den Ionisationsstäben z13 des Drapiersystems. Dort wird die Aufladung durch die weiteren Ionisationsstäbe z13 wieder entfernt, so dass ab diesem Punkt keine Haltekraft mehr vorhanden ist und das Trägermaterial z2 aufgenommen werden kann, während das Prepreg z1 in der Ablegeform z3 verbleibt. In einer Ausführungsvariante ist die Entladung im Bereich der Drapierzone z5 derart vorgesehen, dass eine elektrostatische Anziehung zwischen Material z1 und Ablegefläche z3 ver-

bleibt (Zu diesem Zweck kann alternativ oder zusätzlich auch eine aktive Potentialeinstellung der Ablegefläche z3 vorgesehen sein).

[0113] Die **Fig. 4** und **Fig. 5** verdeutlichen den Aufbau einer modularen Drapiereinheit z14 zum ortstreuen Ablegen und definierten Andrücken (= Drapieren) des Prepregs z1.

[0114] Das Andrücken des Verbundmaterials aus Prepreg z1 und Trägermaterial z2 innerhalb der Drapierzone erfolgt durch elastische Drapierrollen d12, die jeweils zwischen einer Gabelhalterung d8 drehbar gelagert werden. Der elastische Rollenkörper besteht aus einem Schaumstoff, der an der Mantelfläche mit einer abriebfesten, flexiblen Beschichtung versehen ist. Durch den elastischen Rollenkörper können sich die Drapierrollen d12 bei wirkender Drapierkraft an die Ablegeform-Oberfläche flexibel anpassen und kleinere Konturabweichungen, sowie stufenförmige Erhebungen und Versetzungen des Lagenaufbaus in den Ablegeformen kompensieren.

[0115] Die Gabelhalterung d8 ist fest und verdrehsicher mit einem in einer Führungshülse d6 gelagerten und axial-beweglichen Drapierstößel d7 verbunden. Die lineare Bewegung (Bewegungsrichtung siehe Doppelpfeil in **Fig. 4**) wird im dargestellten Beispiel durch einen doppelt-wirkenden Druckluftzylinder d9 realisiert, dessen Betätigungsdrücke im Vor- und Zurücklauf frei einstellbar sind. Durch den Betätigungsdruck im Vorlauf kann die Drapierkraft individuell eingestellt werden und ist über die gesamte ausfahrbare Länge der Kolbenstange durch die Eigenschaften eines beaufschlagten, doppeltwirkenden Druckluftzylinders konstant.

[0116] Die modularen Drapiereinheiten z14 werden mit Halterungsleisten d4 (**Fig. 5**) über eine jeweilige Schwenkachse d11 in den Aufbau des Ablegekopfes x1 integriert.

[0117] **Fig. 6** veranschaulicht beispielhaft, wie im Material-Förderverlauf des Ablegekopfes x1 z. B. neun Drapiereinheiten z14 zu zwei Stufen (fünf und vier Drapiereinheiten) seitlich versetzt montiert angeordnet sind. Die seitliche Versetzung hintereinander ermöglicht, dass die abzulegende Prepreg-Bahn auf der gesamten Breite angedrückt (= drapiert) wird.

[0118] Die Anzahl der Drapiereinheiten z14 und die Anordnung zu mehreren Stufen kann je nach Anwendungsfall verschieden sein.

[0119] Damit die Drapiereinheiten individuell auf jeweils unterschiedliche Konturverläufe der Ablegeform z3 eingestellt werden können (die Kontur kann sich z. B. während des Überfahrens mit dem Ablegekopf x1 stetig ändern), werden weitere Bestandteile

verwendet, die mittels starrer Stützleisten d1 im Aufbau des Ablegekopfes x1 integriert sind:

Eine Kulissenführung d3 (**Fig. 5**) pro Drapiereinheit z14, deren Führungswinkel und Höhe durch einen Stellantrieb d2 vor und während des Ablegevorgangs verstellt werden kann, beeinflusst die mögliche Position und Orientierung eines jeweiligen Anschlagstößels d5 (**Fig. 7**), die beim Schwenken der Drapiereinheit z14 um die Schwenkachse d11 erreichbar ist.

[0120] Der Anschlagstößel d5 ist axial verschiebbar in dem Drapierstößel gelagert.

[0121] Ein mit einem "Angriffspunkt Schwenkantrieb" d10 drehbar verbundener bzw. angekoppelter Linear-Aktor (z. B. ein Kontraktionszylinder, Elektrozylinder oder ähnliches; nicht dargestellt) erwirkt bei Betätigung die Auslenkung des schwenkbaren Teils der Drapiereinheit z14, umfassend die Führungshülse d6, den Druckluftzylinder d9 sowie die linear-verstellbare Unterbaugruppe bestehend aus Drapierstößel d7, Gabelhalterung d8 und Drapierrolle d12.

[0122] **Fig. 7** soll die Funktionsweise der modularen Drapiereinheiten z14 und die Einstellmöglichkeiten auf den individuellen Konturverlauf der Ablegeform z3 verdeutlichen.

[0123] Mit Bezug auf **Fig. 7** wird zunächst die Funktionsweise einer Drapiereinheit z14 in einem Zustand mit Führungswinkel $\varphi = 0^\circ$ und Auslenkungswinkel $\alpha = 0^\circ$ erläutert. Hierbei bezeichnet φ den Schrägstellungswinkel der Kulissenführung d3 bezüglich der Horizontalen (Grundstellung) und α den Winkel der Auslenkung (Verschwenkung) der Drapiereinheit z14 um die Schwenkachse d11.

[0124] In **Fig. 7** links ist eine Ausgangsstellung Ia einer Drapiereinheit z14 gezeigt. Hierbei liegt die Mantelfläche der Drapierrolle d12 auf einem Null-Niveau "0".

[0125] Durch das Ein- und Ausfahren des doppelt-wirkenden Druckluftzylinders d9 kann die Drapierrolle d12 auf ein anderes Niveau bewegt werden. In **Fig. 7** rechts ist beispielhaft eine daraus resultierende Stellung IIa der Drapiereinheit z14 gezeigt.

[0126] Die Drapierkraft wirkt im Zustand IIa in Richtung des eingezeichneten Pfeils. Zwischen dem Anschlagstößel d5 und der oberen Stirnseite des Drapierstößels d7 ergibt sich beim Ausfahren des Druckluftzylinders ein Abstand, welcher der ausgefahrenen Länge der Kolbenstange entspricht.

[0127] **Fig. 8** zeigt eine Seitenansicht einer Drapiereinheit z14 in zwei verschiedenen Zuständen Ib und IIb. **Fig. 9** zeigt die Drapiereinheit z14 im Zustand Ib (Ausgangsstellung).

[0128] Im Zustand IIb ist die Kulissenführung d3 (im Gegensatz zum Zustand Ib) durch den Stellantrieb d2 hinsichtlich der Höhenrichtung H sowie des Führungswinkels φ verstellt (siehe auch Fig. 10).

[0129] Fig. 10 veranschaulicht beispielhaft eine Einstellung der Drapiereinheiten (schematisch) auf einen individuellen Konturverlauf der Ablegeform. Dargestellt ist eine Drapiereinheit in drei Zuständen Ic, IIc und IIIc.

[0130] Während einer Schwenkbewegung vom Zustand Ic zum Zustand IIc, die den Auslenkungswinkel α der Führungshülse d6 in Richtung R1 variiert, wird bei druckbeaufschlagtem Druckluftzylinder d9 im Rücklauf der Drapierstößel d7 gegen den Anschlagstößel d5 gepresst (Abstand zwischen Drapierstößel d7 und Anschlagstößel d5 = 0; siehe Zustand IIc). Die Lage und der Führungswinkel $\varphi > 0^\circ$ der Kulissenführung d3 wurde mit dem Stellantrieb d2 eingestellt. Die Lage des Anschlagstößels d5 wird dadurch beim Auslenken der Drapiereinheit nach oben verschoben, der Drapierstößel d7 und damit auch die Drapierrolle d12 werden durch den Rücklauf des Druckluftzylinders d9 nach oben bewegt und gleichzeitig angestellt.

[0131] Prepreg- und Trägermaterial z1, z2 (im Ausgangszustand planar anliegend) können so an die Drapierrollen d12 im entsprechenden Konturverlauf am Anfang einer jeweiligen Bahn angelegt werden. Es werden dadurch keine Querkräfte in das Prepreg- und Trägermaterial eingeleitet, die zu Verwerfungen und Faltenbildung während des Ablegeprozesses führen könnten.

[0132] Zum Ablegen einer Verbundmaterialbahn wird der Ablegekopf x1 am Startpunkt auf einen definierten Spalt zwischen Drapierrollenunterseite und Ablegeform-Oberfläche z3 positioniert. Danach werden die Drapiereinheiten durch die doppeltwirkenden Druckluftzylinder mit der eingestellten Drapierkraft auf die Ablegeform-Oberfläche ausgefahren (Übergang vom Zustand IIc zum Zustand IIIc).

[0133] Der Konturverlauf wird dadurch auf die Ablegeform verschoben, das Verbundmaterial wird auf der Ablegefläche z3 angedrückt und drapiert.

[0134] Der Ablegevorgang mit einer weiteren Bewegung des Ablegekopfes x1 entlang der Ablegefläche z3 kann nun beginnen. Auf sich ergebende Konturverlaufsänderungen während des Ablegevorgangs kann mit einer kontinuierlichen Änderung des Auslenkungswinkels α reagiert werden. Das Prinzip zum Anstellen der Drapiereinheiten z14 und die damit verbundene kinematische Kette durch die jeweilige Anordnung der Komponenten ermöglichen die universelle Eignung des Ablegekopfes x1 zum Ablegen in planare, zylindrische (einfach-gekrümmte) und sphä-

rische (doppelt-gekrümmte) Ablegeform-Geometrien und Konturverläufe.

[0135] Die Fig. 11 und Fig. 12 veranschaulichen das Antriebskonzept zum Fördern des Verbundmaterials während des Ablegevorgangs durch den Ablegekopf x1.

[0136] Eine Materialrolle z4 (Vorratsrolle) wird auf einer Abwickelwelle aufgespannt, die durch eine Dauerschlupfkupplung a4 beim Abwickeln kontinuierlich gebremst wird, damit die Materialrolle z4 beim Abwickeln nicht überdrehen kann. Das Auf- und Abrüsten der Verbundmaterialien kann durch eine einseitige Lagerung innerhalb kürzester Zeit durch gute Zugänglichkeit auf der der Schlupfkupplung a4 abgewandten Seite erfolgen. Die Aufwickelrolle z6 wird ebenfalls mit einer Dauerschlupfkupplung a6 betrieben, mit der ein Grenzdrehmoment vorgegeben wird. Ein Aufwickelmotor a5 erzeugt die notwendige Drehbewegung zum Aufnehmen des vom Verbundmaterial z1, z2 abgezogenen Trägermaterials z2.

[0137] Die Drehbewegung der Aufwickelrolle z6 ergibt sich bei ständig angetriebenem Aufwickelmotor a5 durch die Dauerschlupfkupplung a6 nur dann, wenn Material durch den Ablegevorgang bei Bewegen der Anordnung über/entlang der Ablegeform z3 "freigegeben" wird. Es ergibt sich ein Wickelzug im Bereich zwischen der Aufwickelrolle z6 und dem Momentanpol der Drapierrollen d12 der letzten Drapierstufe, der bei konstantem Grenzdrehmoment und konstanter Drehzahl des Aufwickelmotors a5 bei zunehmenden Aufwickeldurchmesser größer wird. Durch kontinuierlich einstellbare Drehzahl (schneller oder langsamer) des Aufwickelmotors kann, bei entsprechender Drehmomentcharakteristik der Dauerschlupfkupplung a6, das fest eingestellte Grenzdrehmoment nachträglich erhöht oder verringert werden. Dementsprechend wird der Wickelzug im vorgenannten Bereich des Verarbeitungsverlaufes dadurch größer oder kleiner.

[0138] Ein mit der Bewegung zum Ablegevorgang synchronisierter Antriebsmotor a1 erzeugt eine Drehbewegung, die eine Antriebswalze a2 zum Fördern des Verbundmaterials z1, z2 antreibt. Eine Andruckwalze a3, die mit einer einstellbaren Kraft gegen die Antriebswelle a2 ausgelenkt wird, erzeugt die für die Materialförderung notwendige Reibung zwischen dem Antriebswalzenpaar a2, a3. Auf diese Weise kann die Materialbahn von der Materialrolle z4 gegen das durch die Dauerschlupfkupplung a4 eingestellte Bremsmoment abgewickelt und weiter durch die Anordnung gefördert werden. In dem Bereich zwischen Materialrolle z4 und Antriebswalzenpaar a2, a3 ergibt sich ein Wickelzug, der bei konstantem Bremsdrehmoment der Dauerschlupfkupplung a4 bei abnehmender Materialrolle kleiner wird.

[0139] Im Bereich zwischen Antriebswalzenpaar a2, a3 und den Momentanpolen der Drapierrollen d12 der ersten Drapierstufe wird ein Wickelzug durch die in Pfeilrichtung nach oben, mit einer kontinuierlichen einstellbaren Kraft, auslenkbaren Umlenkrollen-Bahnspeicher-Umlenkrolle z10 erzeugt. Der Wickelzug bleibt im dargestellten Beispiel während einer Bewegung der Umlenkrolle z10 (in oder entgegen der Pfeilrichtung) stets konstant.

[0140] Es besteht die Möglichkeit die Wickelzüge in den genannten Bereichen während des Ablegevorgangs stetig zu verändern. Auf diese Weise können z. B. die durch eine Seitenrandkonfektionierung generierten Materialquerschnitte, hinsichtlich der durch die Wickelzüge eingeleiteten Zugkräfte, nicht überlastet werden. Der Wickelzug in einem Bereich wird bevorzugt auf den in ihm befindlichen kleinsten Materialquerschnitt angepasst.

[0141] Fig. 13 veranschaulicht den Prozess eines temporären Ablösens (Vereinzeln) des Prepregs z1 vom Trägermaterial z2 mit nachfolgender ionisierender Materialbehandlung zur verbesserten Einstellung der für die Förderung des wiedervereinigten Verbundmaterials erforderlichen Haltekraft. Es erfolgt ein gezieltes Einstellen der Prepreg-Haftung am Trägermaterial für die nachfolgende Förderung und Verarbeitung.

[0142] Während das Material durch das Antriebswalzenpaar a2, a3 gefördert und kontinuierlich von der Materialrolle z4 abgewickelt wird, durchläuft es ein System bestehend aus mehreren Umlenkrollen z7. Prepreg z1 und Trägermaterial z2 werden durch eine Kombination aus einer der Umlenkrollen und einer Vereinzlungsschulter v1 voneinander getrennt und nach/an einer größeren Umlenkrolle wieder zusammengeführt. Dadurch wird eine eventuell vorhandene Klebrigkeit zwischen den Materialien temporär aufgehoben.

[0143] Ionisationsstäbe z12, an denen eine Wechselspannung angelegt wird, neutralisieren ungleichmäßige Ladungszustände in Prepreg z1 und Trägermaterial z2 (u. a. durch das Abwickeln und/oder vereinzeln erzeugt) und bereiten so einen nachfolgenden statischen Aufladevorgang optimal vor.

[0144] Durch bipolare elektrostatische Aufladung wird durch Aufladestäbe z11 eine zwischen den Materialbahnen z1, z2 wirkende Haltekraft erzeugt. Dadurch haftet das Prepreg-Material z1 an dem Trägermaterial z2 und kann über die weitere Förderstrecke mit mehreren Umlenkungen bis vor die Drapierzone und somit zum Drapiersystem transportiert werden.

[0145] Nach diesem Prinzip lassen sich auch Materialien fördern und verarbeiten, die nicht klebrig sind oder über eine sehr kleine Klebrigkeit verfügen.

[0146] Auch wenn Verbundmaterialien z1, z2 verarbeitet werden, deren Prepreg z1 über eine hohe Klebrigkeit (z. B. durch höhere Harzgehalte) verfügt, so kann das statische Aufladen von Vorteil sein. Je nach konkreten Materialien z1, z2 kann dann jedoch auch ein Verzicht auf das statische Aufladen erfolgen. Auch in diesem Fall kann das in Fig. 13 ersichtliche System von Umlenkrollen z7 verwendet werden, jedoch mit deaktivierten Aufladestäben z11.

[0147] Außerdem ist das in Fig. 13 ersichtliche System von Umlenkrollen z7 für den Fall geeignet, dass auf die temporäre Ablösung des Prepregs z1 vom Trägermaterial z2 verzichtet werden soll. In diesem Fall kann die Materialkombination aus Prepreg z1 und Trägermaterial z2 beispielsweise gemäß eines in Fig. 13 gestrichelt eingezeichneten Förderweges (alternativer Förderverlauf) durch die Anordnung geführt werden. Die Vereinzlungsschulter v1 und die zugehörigen Umlenkrollen werden dann nicht genutzt. Ein Verzicht auf die temporäre Ablösung kann insbesondere bei der Verarbeitung von Verbundmaterialien z1, z2 erfolgen, deren Prepreg z1 über eine hohe Klebrigkeit verfügt.

[0148] Die Fig. 14 und Fig. 15 veranschaulichen, wie bei dem Ablegekopf x1, falls erforderlich, eine Bearbeitung, insbesondere Konfektionierung des Seitenrands des abzulegenden Materials realisiert werden kann (In den Fig. 1 bis Fig. 13 wurden die nun beschriebenen Konfektionierungseinrichtungen der Einfachheit halber weggelassen).

[0149] Beim dargestellten Beispiel gemäß der Fig. 14 und Fig. 15 wird nach dem Abwickeln und dem ggf. durchgeführten Vereinzlungs- und Ionisationsprozess eine Konfektionierung des Seitenrands des abzulegenden Materials durch zwei Messeinheiten mit oszillierenden Schneidklingen, hier so genannte Tangentialschneidmesser-Einheiten k1 vorgenommen (bei denen eine ansteuerbare Rotation der Schneidklingen zur Anpassung der Klingenorientierung an die momentane Schneidrichtung vorgesehen ist). Es erfolgt eine von einer Steuereinrichtung je nach Bedarf in automatischer Weise angesteuerte Konfektionierung des Seitenrandes des Verbundmaterials z1, z2 durch doppelten (beiderseitigen) Randbeschnitt.

[0150] Die Tangentialschneidmesser-Einheiten k1 sind an jeweils einer motorisch gesteuert angetriebenen Lineareinheit montiert (nicht dargestellt) und unabhängig voneinander in dargestellter Verfahrrichtung (siehe Doppelpfeile in Fig. 14) bewegbar. Die zu schneidende Materialbahn z1, z2 wird auf einer als Schneidunterlage dienenden Schneidleiste k2 durch die Tangentialmesser, bei kontinuierlich ablaufenden Förderprozess durch ein Antriebswalzenpaar z9, bei aktivem Ablegeprozess durchgeschnitten. Die linearen Bewegungen der Tangentialschneidmesser-Ein-

heiten k1 in Messerverfahrungsrichtung (Querrichtung), die Rotationen der oszillierenden Schneidklingen und die Vorschubbewegung des Materials (in Längsrichtung) durch eine entsprechende Ansteuerung des Antriebswalzenpaars z9 sind mittels einer Steuereinrichtung synchronisiert. Es ergeben sich zwei, voneinander unabhängig eingebrachte Schnittverläufe k3.

[0151] Im dargestellten Beispiel ist die Schneidleiste k2 im Bereich direkt unter den Schneidklingen ausgespart, so dass eine jeweilige Schneidklingenspitze sich frei in der Aussparung bewegen kann. Die Schneidleiste k2 ist hierfür im dargestellten Beispiel mit einer in Querrichtung durchgehend verlaufenden Nut ausgestattet (**Fig. 14**, **Fig. 15** und **Fig. 16**). Gegebenenfalls kann in diese Nut auch ein Streifen eines (z. B. an das zu schneidende Material z1, z2 angepassten) bevorzugt nachgiebigen Schneidunterlagenmaterials eingelegt sein.

[0152] Der nicht verwendbare Materialverschnitt an den Bahnseiten kann z. B. hinter dem Antriebswalzenpaar z9 durch eine Saugdüse k5 an- und abgesaugt werden, welches in ein Saugrohr oder einen Saugschlauch k4 mündet, um diesen Abfall bei einem von einer Handhabungseinrichtung (z. B. Industrierobotersystem) geführten Ablegekopf x1 durch das System Ablegekopf-Handhabungseinrichtung nach außen in einen Entsorgungsbereich zu befördern (siehe Pfeil in **Fig. 15**) und dort z. B. zu zerkleinern. Durch die Saugdüse k5 werden außerdem beim Schneidprozess entstehende kleinere Späne und Stäube abgesaugt und gebunden.

[0153] **Fig. 16** veranschaulicht, wie bei dem Ablegekopf x1, falls erforderlich, ein Vereinzeln von Prepreg-Bahnen z1 durch Ausführen von in Querrichtung durchgehenden Trennschnitten, also eine Konfektionierung des abzulegenden Materials z1 in Zuschnitte einer jeweils vorbestimmten Länge, realisiert werden kann (In den vorangegangenen beschriebenen Figuren wurden die nun beschriebenen Konfektionierungseinrichtungen der Einfachheit halber weggelassen). Das beispielsweise zuvor bereits am Seitenrand zugeschnittene (= konfektionierte) Verbundmaterial z1, z2 läuft hierfür weiter durch eine nachfolgend angeordnete Vereinzlungstrenneinrichtung zum isolierten Vereinzeln des auf dem Trägermaterial z2 geförderten abzulegenden Materials (hier: Prepreg z1) in einzelne Materialzuschnitte.

[0154] Im dargestellten Beispiel wird das Prepreg z1 durch eine bewegungsangeregte, hier durch eine Ultraschall-angeregte Schneidklinge einer Ultraschallmesser-Einheit k6 (**Fig. 16**) auf dem Trägermaterial z2 vereinzelt (= getrennt). Das Trägermaterial z2 wird dabei nicht durchgeschnitten. Vielmehr wird das Prepreg z1 "isoliert" durchtrennt.

[0155] Das Ausführen eines Trennschnitts zum Aufteilen des Materials z1 (Zuschneiden einer Bahn definierter Länge in Längsrichtung) kann mittels der Steuereinrichtung des Ablegekopfes gesteuert an jeweils einer im voraus berechneten (und ggf. korrigierten) Stelle z. B. bei angehaltenem Ablegeprozess (bzw. bei zumindest im Bereich der Vereinzlungstrenneinrichtung verlangsamtem oder angehaltenem Förderprozess) durch eine Linearbewegung der Ultraschallmesser-Einheit in Querrichtung (vgl. Doppelpfeil in **Fig. 16**) mittels einer (nicht dargestellten) Linearverfahreinheit erfolgen. Eine ultraschall-angeregte Klinge der Messereinheit k6 führt einen nahezu querkräftlosen Schnitt durch das Prepreg-Material z1, mit dem Trägermaterial z2 als Unterlage auf einer Schneidunterlage k7, prozesssicher aus. Es ergibt sich ein Schnittverlauf k8 in Verfahrensrichtung der Lineareinheit. Alternativ können, je nach dementsprechend ausgerüstetem Ablegekopf, auch 2-dimensionale, etwa schräg zur Querrichtung und/oder gekrümmte Schnittverläufe erzeugt werden. In **Fig. 16** ist beispielhaft ein solcher alternativer Schnittverlauf k9 eingezeichnet.

[0156] Der Aufbau des Ablegekopfes x1 kann so konzipiert sein, dass zwischen der Messer-Einheit k6 und dem Beginn der Drapierzone z5 mehrere vereinzelt Trennschnitte vorliegen können. Die Haftung der vereinzelt Prepregzuschnitte am Trägermaterial z2 erfolgt wie vorab beschrieben z. B. durch oder unterstützt durch die elektrostatisch eingebrachte Haltekraft zwischen Prepreg z1 und Trägermaterial z2, oder bei "ausreichend klebrigem" Material z1 (wie z. B. im Zusammenhang mit **Fig. 13** bereits erwähnt) durch die Materialien z1, z2 selbst.

[0157] **Fig. 17** zeigt zwei weitere, optional einsetzbare Hilfsfunktionen/einrichtungen, die bei dem Ablegekopf x1 je nach Bedarf eingesetzt werden können, um damit die Ablegeeigenschaften weiter zu verbessern und/oder die Ablege-Parameter konstant zu halten.

1. Verwendung einer Material-Heizung h1 zur Verbesserung der Klebrigkeit ("Tack") des Prepreg-Materials z1: Eine Materialheizung h1 erzeugt einen Wärmestrom und/oder eine Wärmestrahlung in einem Bereich direkt vor die Drapierzone z5 (bei mehreren Drapierstufen bevorzugt vor der ersten Drapierstufe). Durch die so eingeleitete Wärme wird das abzulegende Material z1 lokal oder partiell auf seiner Unterseite erwärmt. Eine steuer- oder regelbare Temperaturerhöhung verbessert die Klebrigkeit des Prepregs z1 (ggf. auch durch Aktivierung des darin gelösten Harzsystems). Die Haftwirkung zur Ablegeformoberfläche z3 nimmt zu und das Trägermaterial z2 kann besser vom Prepreg z1 abgezogen werden.

2. Verwendung/Einsatz von Kontur-Rollen h2 zur Materialstraffung und/oder Materialstützung: Vor und/oder nach der Drapierzone z5 können zwischen den Umlenkrollen z7 und den Drapierstufen

(z. B. Reihenanzordnung von Drapierrollen d12) in Richtung der in **Fig. 17** eingezeichneten Pfeile vorbelastete bzw. auslenkbare, drehbar gelagerte und einformbare Kontur-Rollen h2 eingesetzt werden. Die Kontur-Rollen h2 straffen die Materialien, was z. B. im Hinblick auf einen Übergang von und zu den zylindrischen Umlenkrollen d7 in bzw. aus den einfach- oder doppeltgekrümmten Ablegeflächen z3 (in der Drapierzone z5) vorteilhaft ist. Auf diese Weise wird im Bedarfsfall gewährleistet, dass die durch die Wickelzüge in den betroffenen Bereichen hervorgerufene Zugspannung in den an den Kontur-Rollen h2 laufenden Materialien nahezu konstant bleibt.

[0158] **Fig. 18** zeigt ein Anwendungsbeispiel, bei dem ein Ablegekopf x1 der oben beschriebenen Art als "Effektor" oder "Endeffektor" an einer Handhabungseinrichtung, hier einem Industrierobotersystem x2 montiert ist. Der beschriebene Ablegevorgang erfolgt in diesem Beispiel in eine bereitgestellte Laminier-Klebevorrichtung x3 als Ablegeform bzw. die Ablegefläche z3 aufweisend. Die erforderliche Bewegung des Ablegekopfes x1 über die Ablegeform x3 wird durch das Industrierobotersystem x2 (hier ein Gelenkarmroboter) erzeugt. Durch die Verwendung eines oder mehrerer Industrierobotersysteme oder dergleichen lassen sich sehr viele unterschiedliche Fertigungssystemaufbauten und -anordnungen realisieren, sowie weitere erforderliche Arbeitsvorgänge zur Erstellung von z. B. Rumpfschalenbauteilen bzw. Hautfeldern oder anderen Bauteilen zeitgleich ermöglichen.

[0159] **Fig. 19** zeigt ein weiteres Anwendungsbeispiel. In diesem wird ein Ablegekopf x1 von einer Portalanlage (hier: Flächenportalanlage x4) über die Ablegeform z3 einer im Bauplatz bereitgestellten Laminier-Klebevorrichtung x3 geführt.

[0160] Diese Anwendungsbeispiele verdeutlichen die Universalität eines solchen, wie oben beschriebenen Ablegekopfes x1 und des damit realisierbaren Ablege-Prinzips. Der Ablegekopf x1 kann in Verbindung mit unterschiedlichsten Automatisierungsgäten verwendet werden. Der Ablegekopf x1 ist zudem für unterschiedlichste Ablegeformen geeignet und dadurch nicht auf einen bestimmten Konturverlauf festgelegt.

[0161] Zusammenfassend können mit der Erfindung insbesondere folgende Vorteile erzielt werden:

- Kombination einer Bearbeitung durch Zuschneiden (Trennschnitte in Querrichtung und/oder Seitenrandbeschnitt) bei kontinuierlichem Abwickeln von einer Vorrats-Materialrolle nebst direktem Ablegen der konfektionierten Bahnabschnitte auf die dafür vorgesehene Ablegefläche, z. B. an einer Laminier-Klebevorrichtung zur Herstellung flächiger Faserverbundteile (z. B. Rumpfschalen

für Luftfahrzeuge), mittels eines bevorzugt vollautomatischen Ablegekopfes. Alle ansteuerbaren Komponenten des Ablegekopfes können hierbei von einer Steuereinrichtung angesteuert werden, die ganz oder teilweise in den Ablegekopf integriert ist. Alternativ oder zusätzlich können im Ablegekopf integrierte Einrichtungsteile über Kommunikationsverbindung mit externen Steuereinrichtungsteilen (z. B. Steuereinrichtung für Handhabungssystem) verbunden sein.

- Bei Verwendung eines Automatisierungssystems zum Führen und Zustellen des z. B. vollautomatischen Ablegekopfes, wie z. B. einem Industrieroboter oder einer Portalanlage (siehe z. B. **Fig. 18** und **Fig. 19**), und den damit bestehenden Einsatzmöglichkeiten vorhandener oder zu ergänzender Messtechniken (Messdaten einer Betriebsablaufsensoren können als Eingangsgrößen von einer in der Steuereinrichtung ablaufenden Steuerungssoftware berücksichtigt werden), wird mit der Erfindung eine höhere, gleichbleibende Qualität der damit gefertigten Bauteile, resultierend aus der verbesserten Ablegegenauigkeit erzielt.

- Durch den universellen Aufbau des Ablegekopfes kann prinzipiell eine Vielzahl verschiedener Materialien verarbeitet werden, wie z. B. auch Kohlefaser-Prepreg oder Folienmaterial wie z. B. Blitzschutzfolien (z. B. mit darin enthaltenem Metallgewebe oder dergleichen). Voraussetzung ist, dass diese Materialien mit einem biegsamen, bevorzugt nicht elektrisch leitenden, Trägermaterial bereitgestellt werden können. Durch die Verwendung der beschriebenen Ionisationskomponenten können auch Materialien verarbeitet werden, die keine nennenswerte Klebrigkeit aufweisen.

Bezugszeichenliste

z1	Glasfaser-Prepreg
z2	Trägermaterial
z3	Ablegeform (Ablegefläche)
z4	Materialrolle (Vorratsrolle)
z5	Drapierzone
z6	Aufwickelrolle
z7	Umlenkrollen
z8	Materialführungen
z9	Antriebswalzen
z10	Umlenkrolle (Bahnspeicher)
z11	Aufladestäbe
z12	Ionisationsstäbe
z13	Ionisationsstäbe
z14	Drapiereinheit
d1	Stützleiste
d2	Stellantrieb
d3	Kulissenführung
d4	Halterungsleisten
d5	Anschlagstößel
d6	Führungshülse
d7	Drapierstößel

d8	Gabelhalterung
d9	Druckluftzylinder
d10	Angriffspunkt für Schwenkantrieb
d11	Schwenkachse
d12	Drapierrolle
φ	Führungswinkel
α	Auslenkungswinkel
a1	Antriebsmotor
a2	Antriebswalze
a3	Andruckwalze
a4	Dauerschlupfkupplung
a5	Aufwickelmotor
a6	Dauerschlupfkupplung
v1	Vereinzelungsschulter
k1	Tangentialschneidmessereinheit
k2	Schneidleiste
k3	Schnittverläufe
k4	Saugrohr bzw. Saugschlauch
k5	Saugdüse
k6	Ultraschallmessereinheit
k7	Schneidunterlage
k8	Schnittverlauf (standard)
k9	Schnittverlauf (alternativ)
h1	Materialheizung
h2	Konturrollen
x1	Ablegekopf
x2	Industrieroboter
x3	Laminier-Klebevorrichtung
x4	Flächenportalanlage

Patentansprüche

1. Ablegekopf zum automatisierten Ablegen von Zuschnitten eines flächigen Materials (z1) auf eine Ablegefläche (z3), umfassend

- eine Bevorratungseinrichtung zur drehbaren Lagerung einer Vorratsrolle (z4) von aufgewickelter Verbundmaterial (z1, z2), bei dem das abzulegende Material (z1) auf einem Trägermaterial (z2) aufgebracht ist, und
- eine Förder- und Ablegeeinrichtung, umfassend
- ein Führungs- und Antriebssystem zum Abwickeln und Fördern von Verbundmaterial (z1, z2) von der Vorratsrolle (z4), und
- ein Drapiersystem zum Drapieren von zugeführtem Verbundmaterial (z1, z2) auf die Ablegefläche (z3) und zum Abziehen des Trägermaterials (z2) von dem drapierten Verbundmaterial (z1, z2), wobei das Führungs- und Antriebssystem mit einer Aufladeeinrichtung (z11) zum elektrostatischen Aufladen des Materials (z1) bezüglich des Trägermaterials (z2) ausgestattet ist.

2. Ablegekopf nach Anspruch 1, wobei der Ablegekopf, insbesondere das Drapiersystem, mit einer Entladeeinrichtung (z12, z13) zum Neutralisieren einer elektrostatischen Aufladung des Materials (z1) bezüglich des Trägermaterials (z2) ausgestattet ist.

3. Ablegekopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Führungs- und Antriebssystem mit einer Vereinzelungstrenneinrichtung zum isolierten Vereinzeln des auf dem Trägermaterial (z2) geförderten abzulegenden Materials (z1) in einzelne Materialzuschnitte ausgestattet ist.

4. Ablegekopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Führungs- und Antriebssystem mit einer Seitenrandtrenneinrichtung zum Seitenrandbeschnitt des geförderten Verbundmaterials (z1, z2) ausgestattet ist.

5. Ablegekopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Drapiersystem wenigstens eine Reihe von nebeneinander angeordneten Drapierrollen (d12) zum Andrücken des Verbundmaterials (z1, z2) auf die Ablegefläche (z3) umfasst.

6. Ablegekopf nach Anspruch 5, wobei eine Andruckkraft und/oder ein Schwenkwinkel (a) bei den einzelnen Drapierrollen (d12) jeweils individuell einstellbar ist.

7. Ablegekopf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Führungs- und Antriebssystem mit einer Ablöseeinrichtung (z7, v1) zum temporären Ablösen des Materials (z1) vom Trägermaterial (z2) ausgestattet ist.

8. Verfahren zum automatisierten Ablegen von Zuschnitten eines flächigen Materials (z1) auf eine Ablegefläche (z3), umfassend

- Bevorratung von aufgewickelter Verbundmaterial (z1, z2), bei dem das abzulegende Material (z1) auf einem Trägermaterial (z2) aufgebracht ist,
- Abwickeln und Fördern von Verbundmaterial (z1, z2) des Vorrats,
- Drapieren von gefördertem Verbundmaterial (z1, z2) auf die Ablegefläche (z3) und Abziehen des Trägermaterials (z2) von dem drapierten Verbundmaterial (z1, z2), wobei ein elektrostatisches Aufladen des Materials (z1) bezüglich des Trägermaterials (z2) vorgesehen ist.

9. Verwendung eines Ablegekopfes (x1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und/oder eines Ablegeverfahrens nach Anspruch 8 in Verbindung mit einer Handhabungsvorrichtung, z. B. einem Industrieroboter (x2) oder einer Flächenportalanlage (x4).

10. Verwendung eines Ablegekopfes (x1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und/oder eines Ablegeverfahrens nach Anspruch 8 zur Herstellung von Faserverbundbauteilen.

Es folgen 19 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

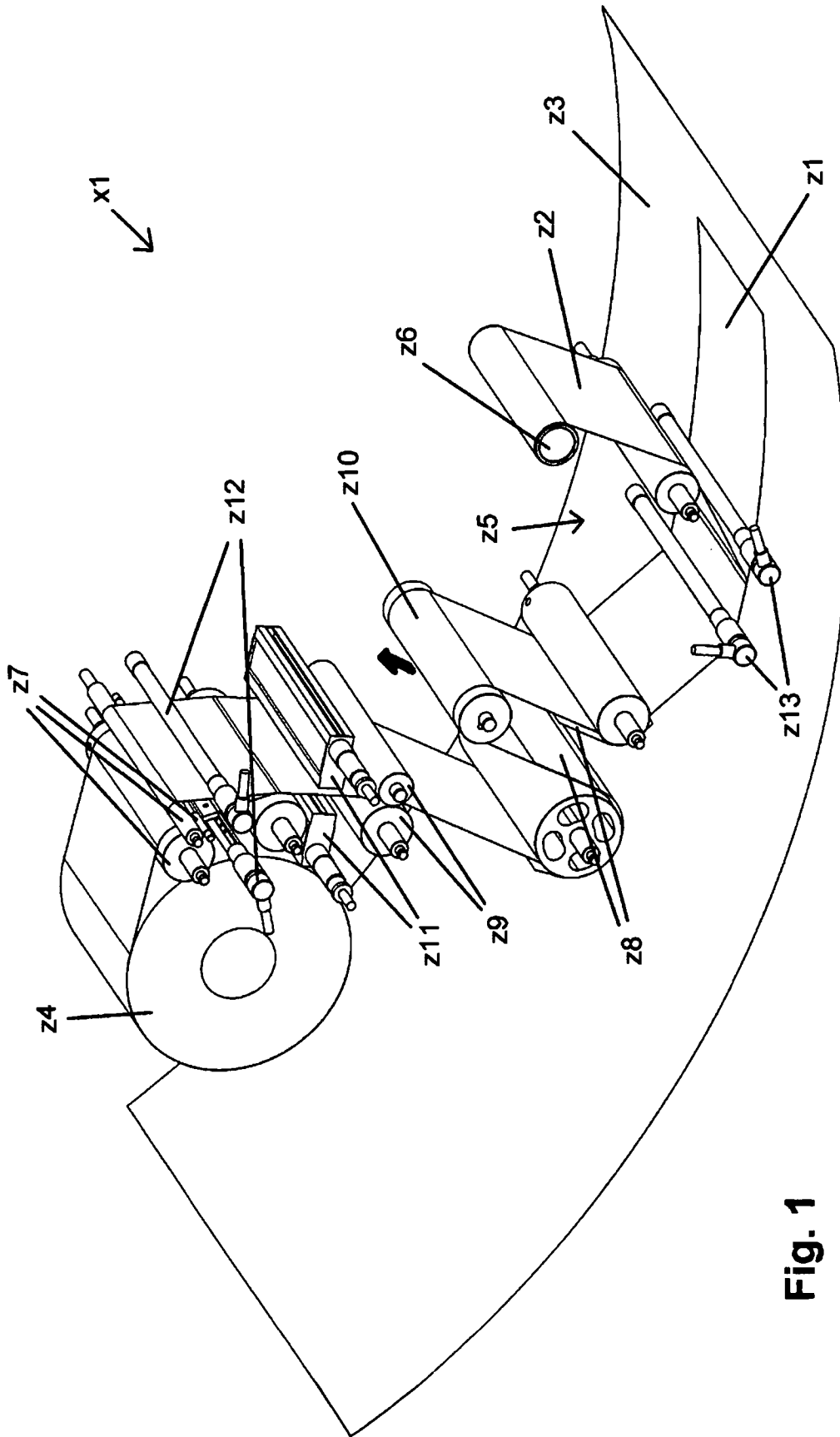


Fig. 1

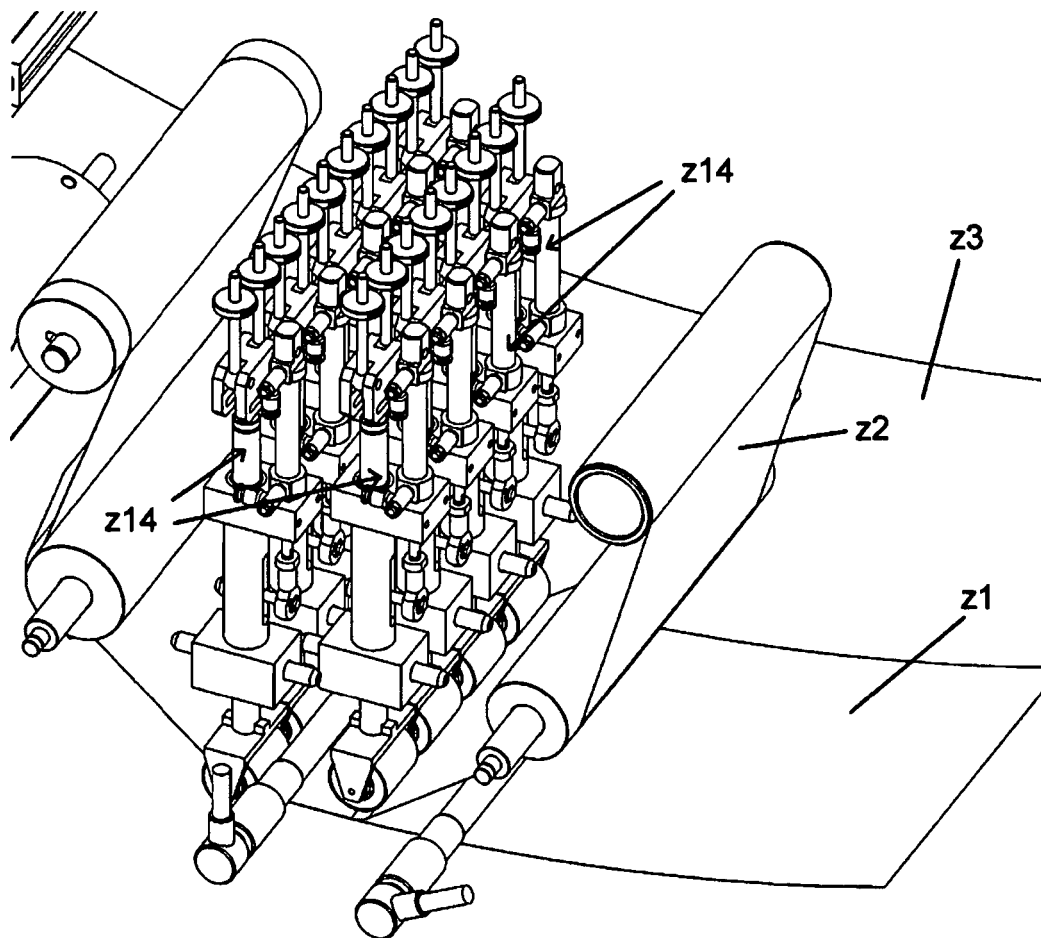


Fig. 2

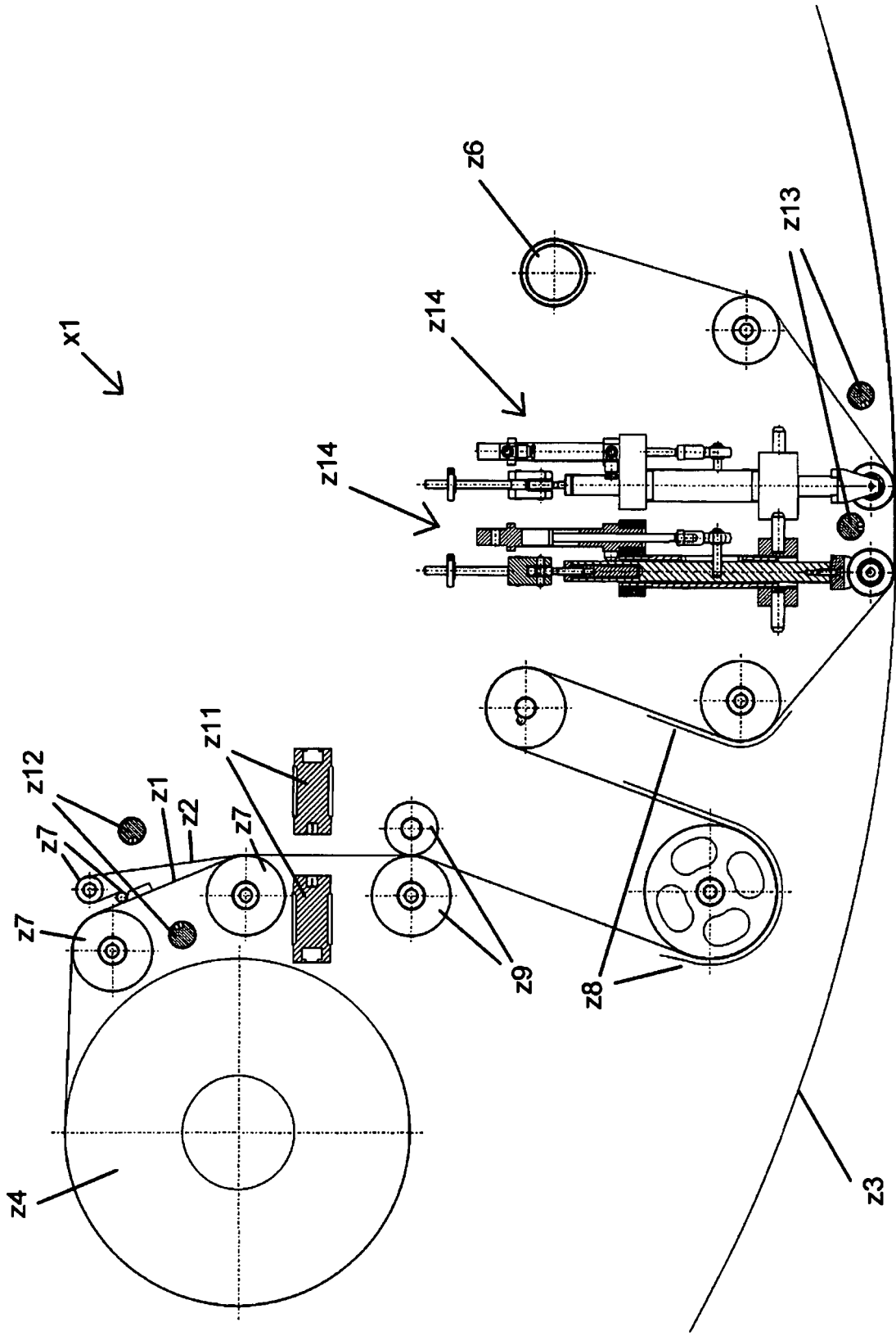


Fig. 3

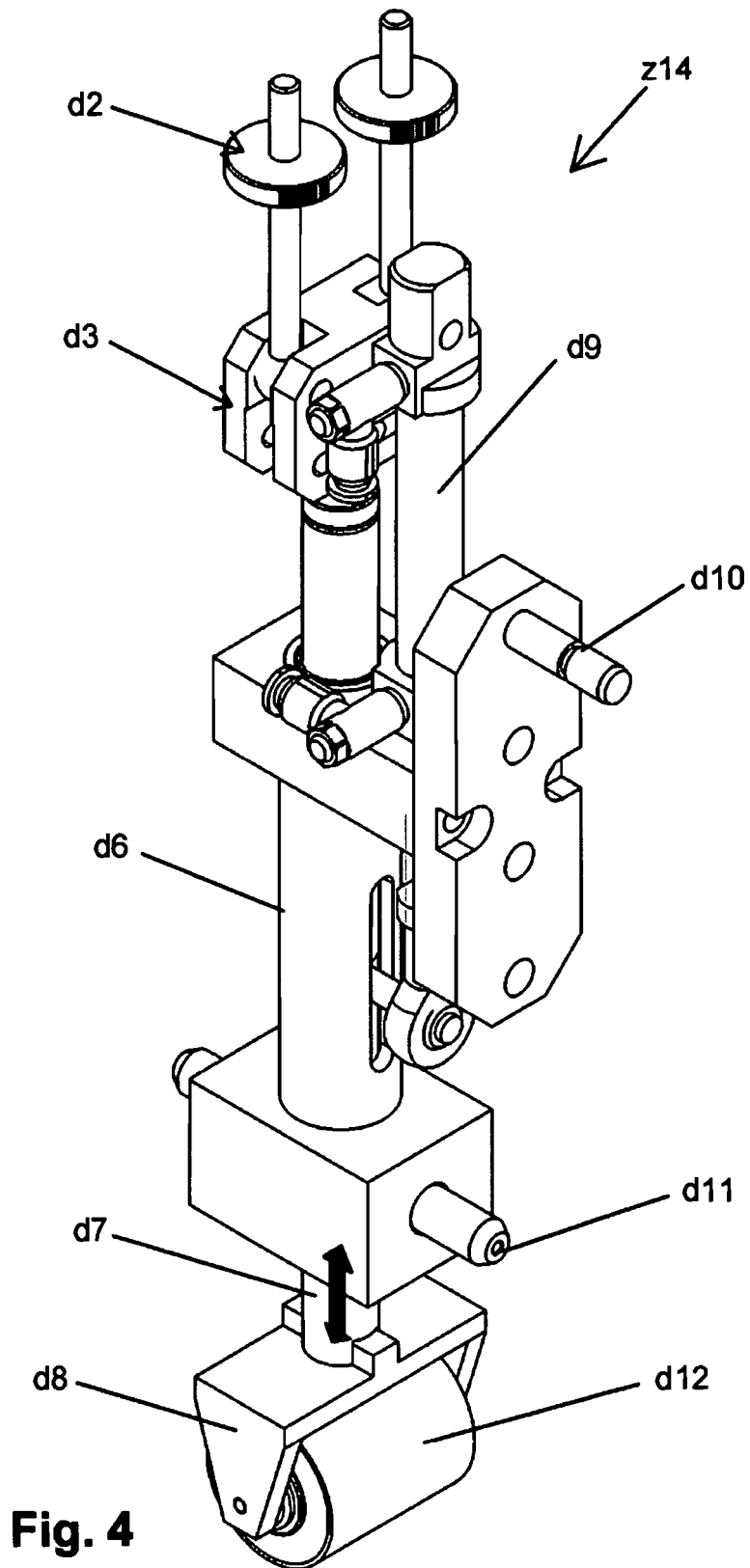


Fig. 4

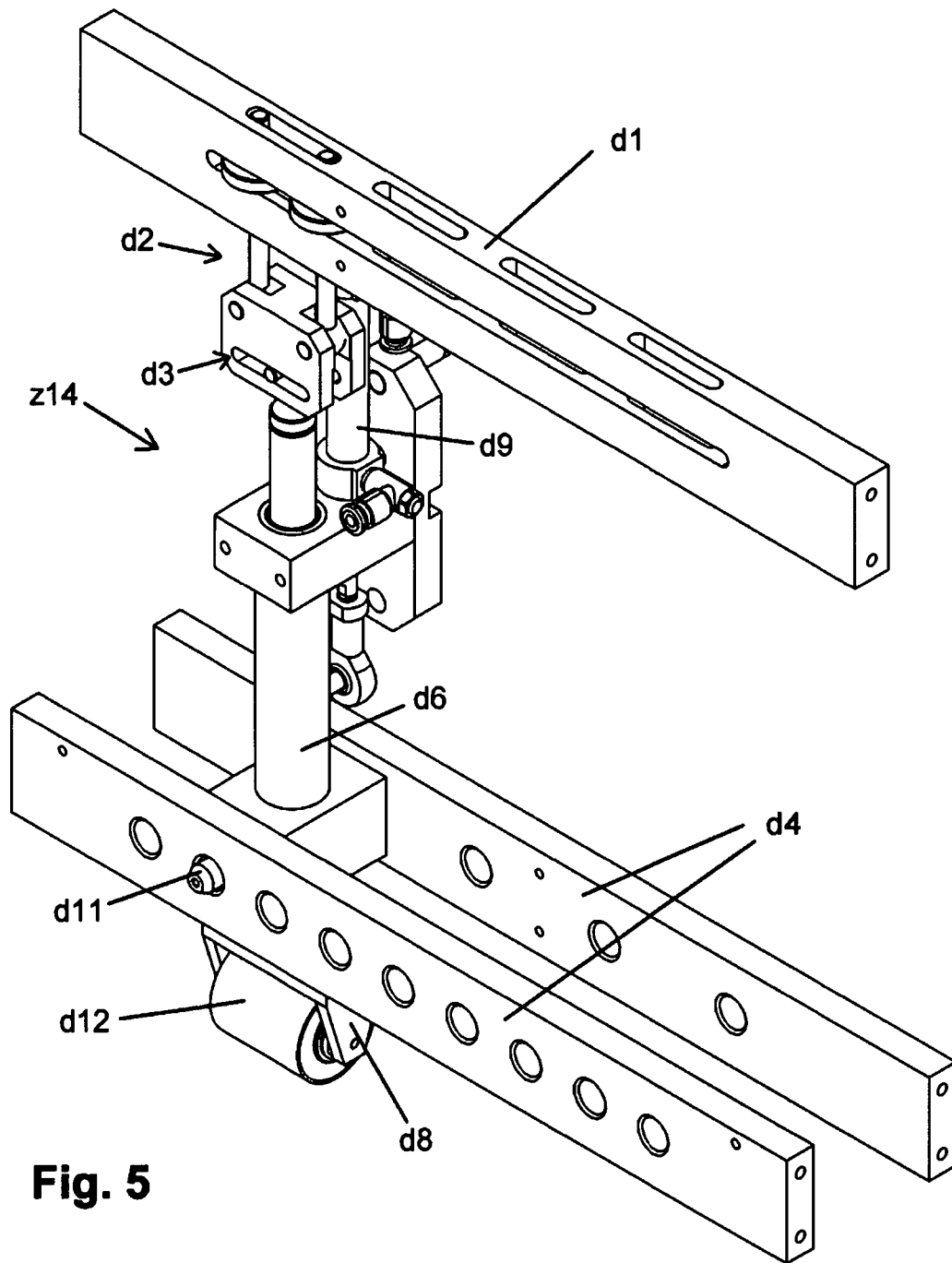


Fig. 5

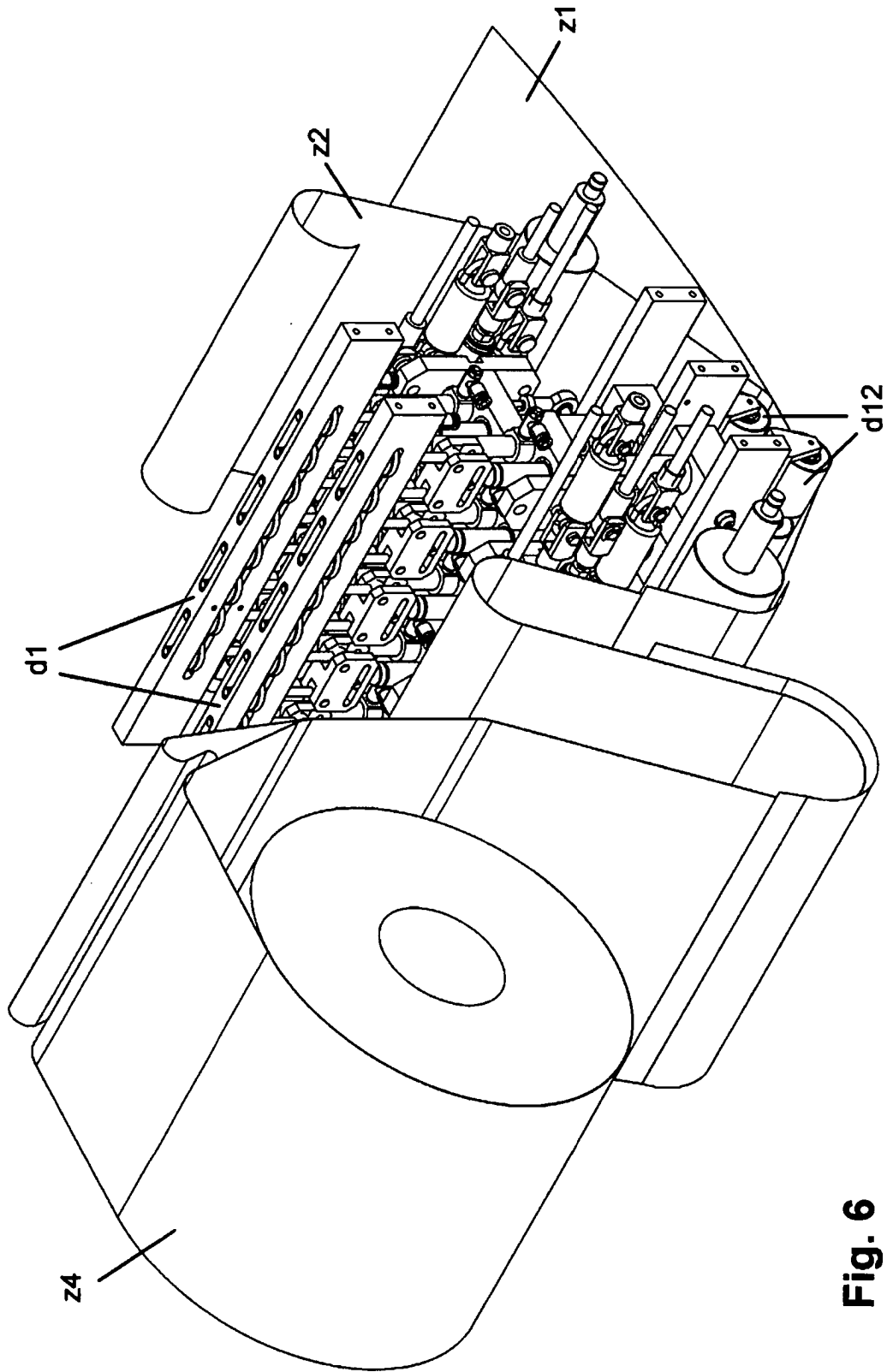


Fig. 6

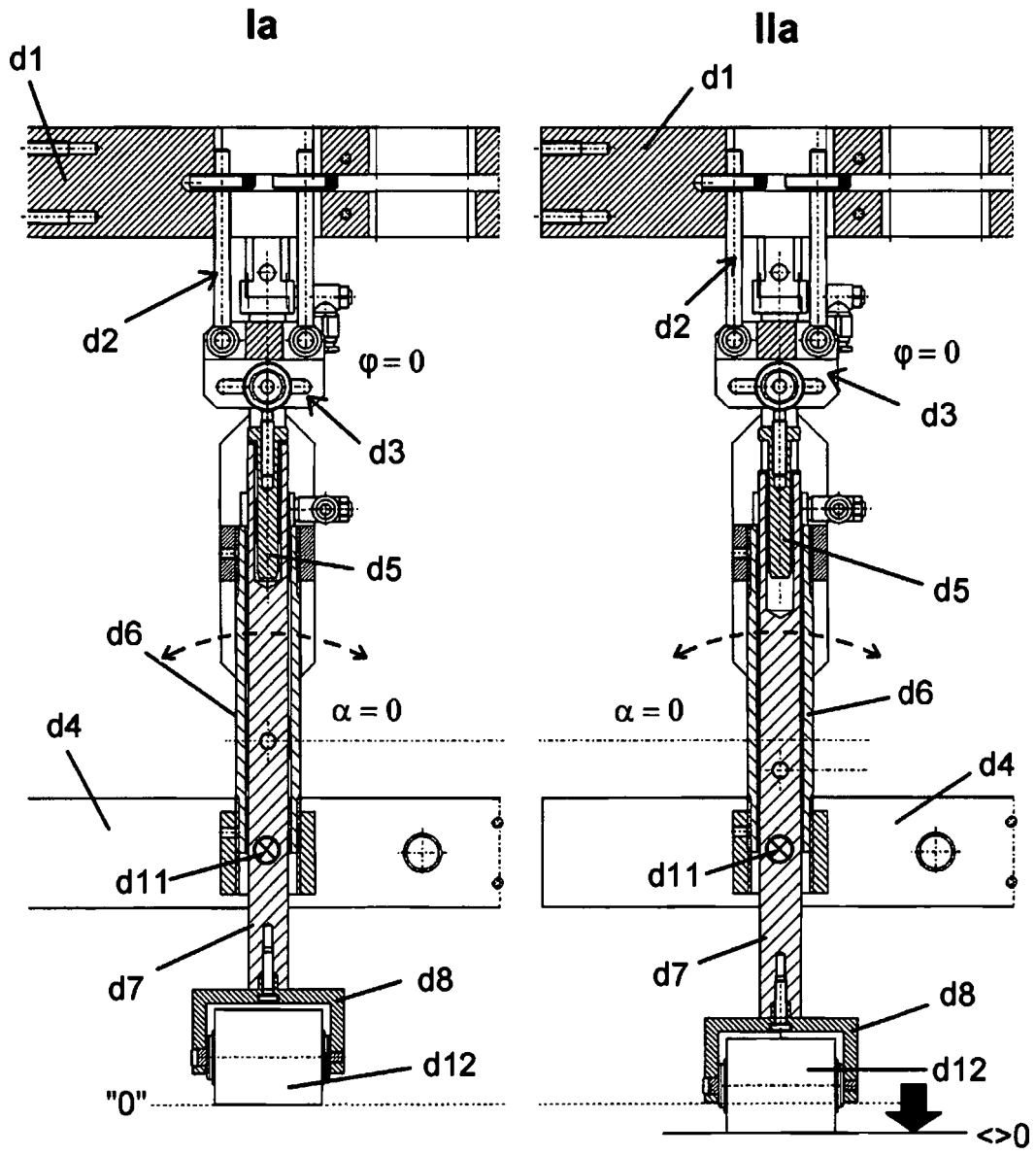


Fig. 7

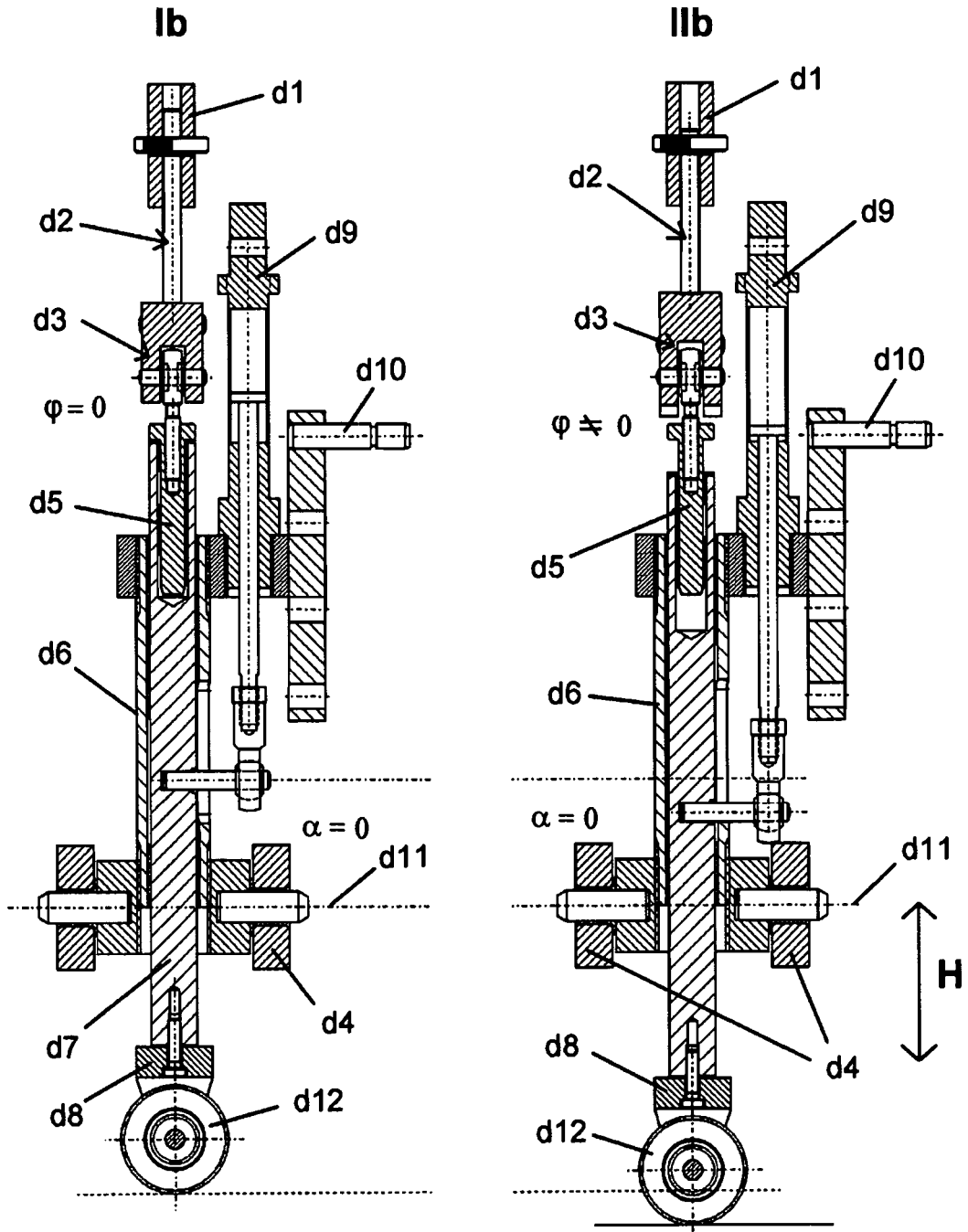


Fig. 8

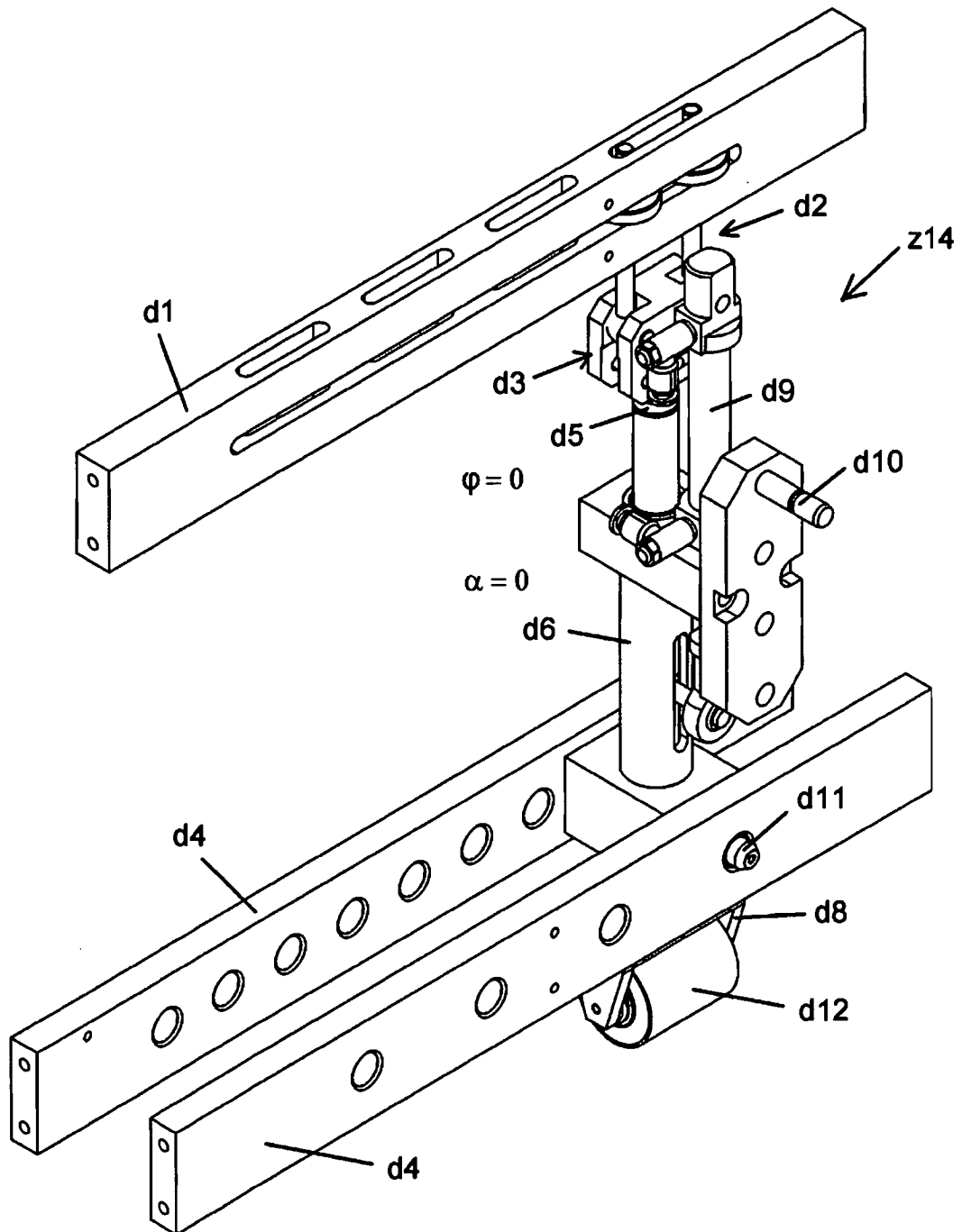


Fig. 9

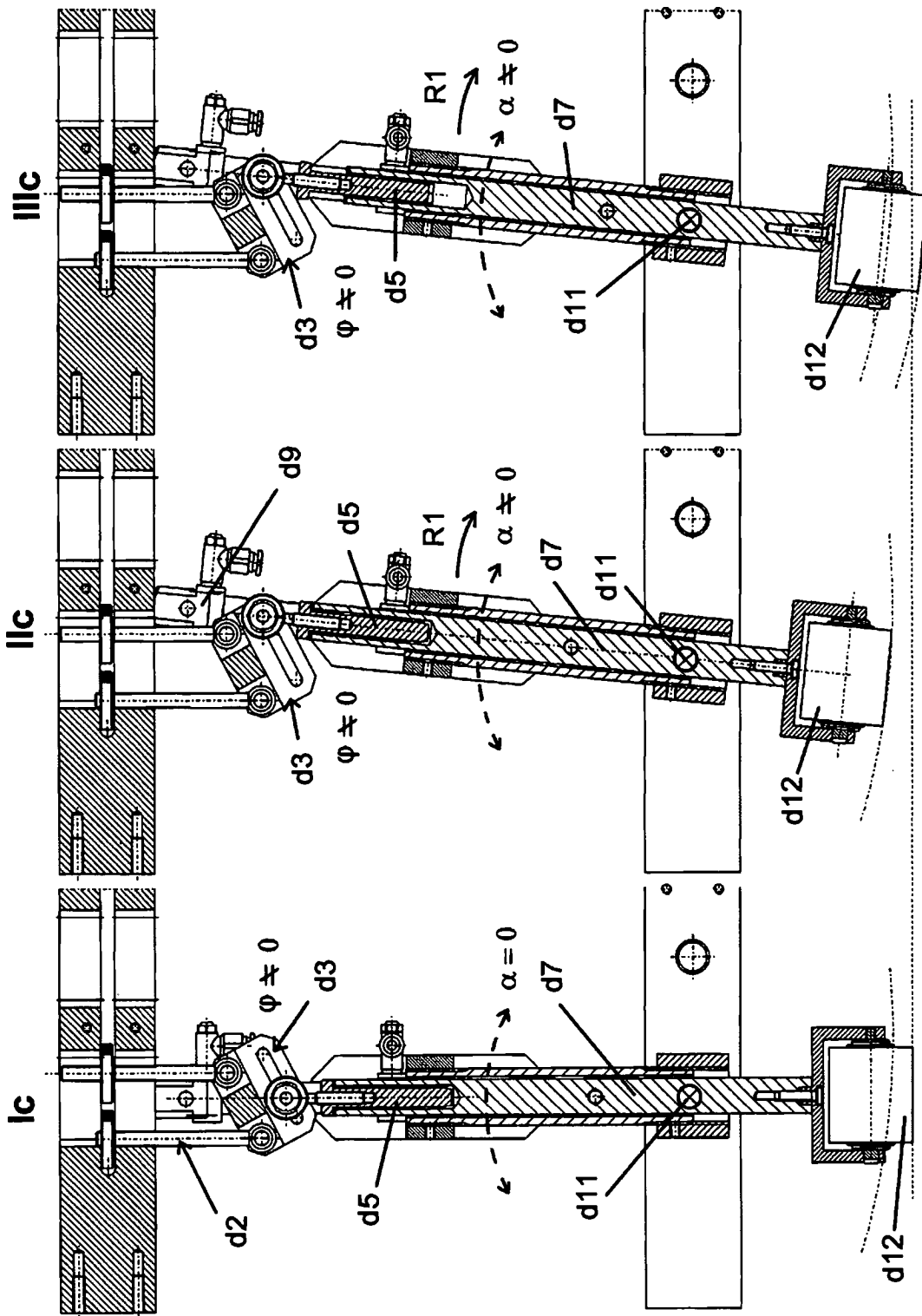


Fig. 10

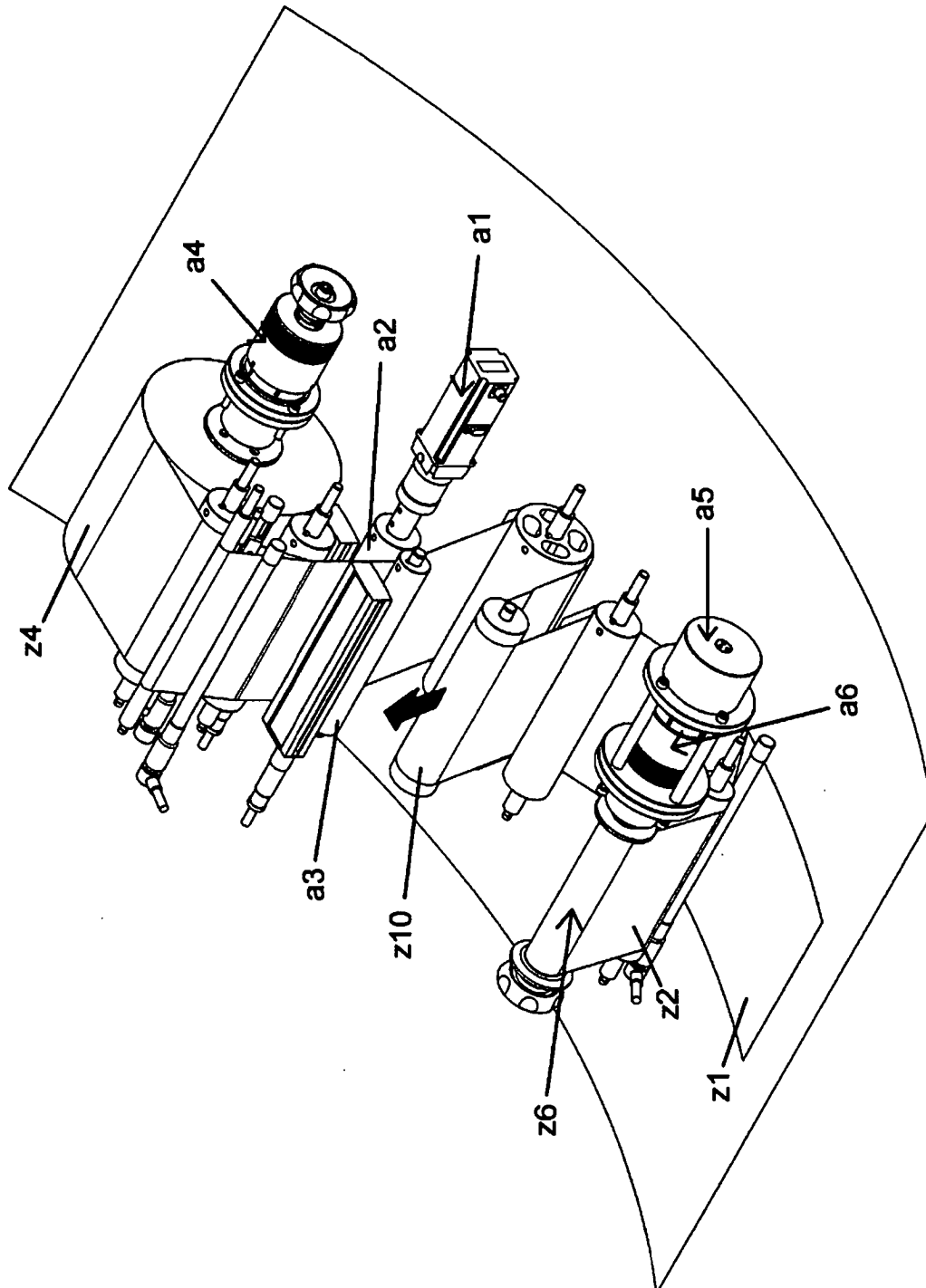


Fig. 11

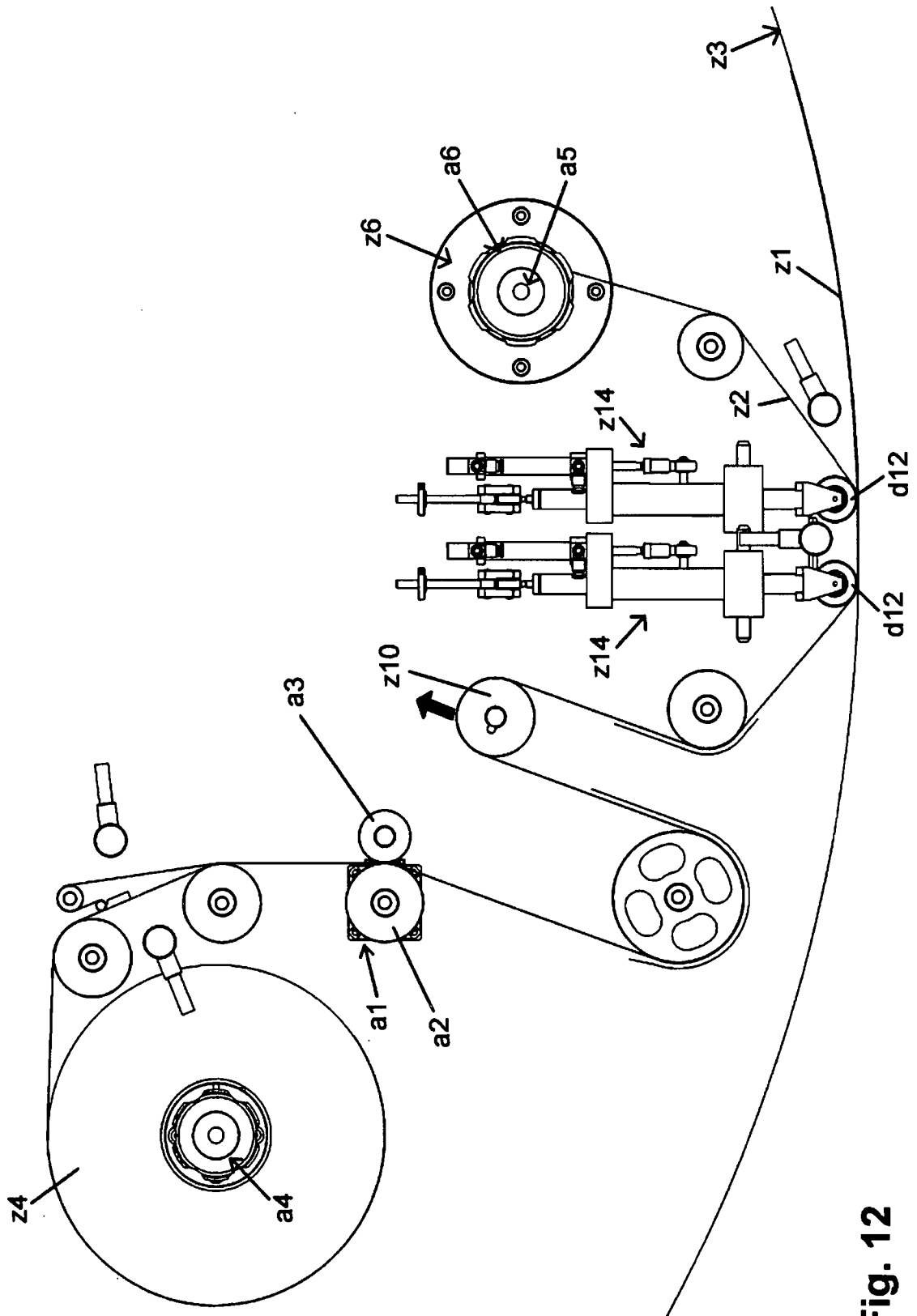


Fig. 12

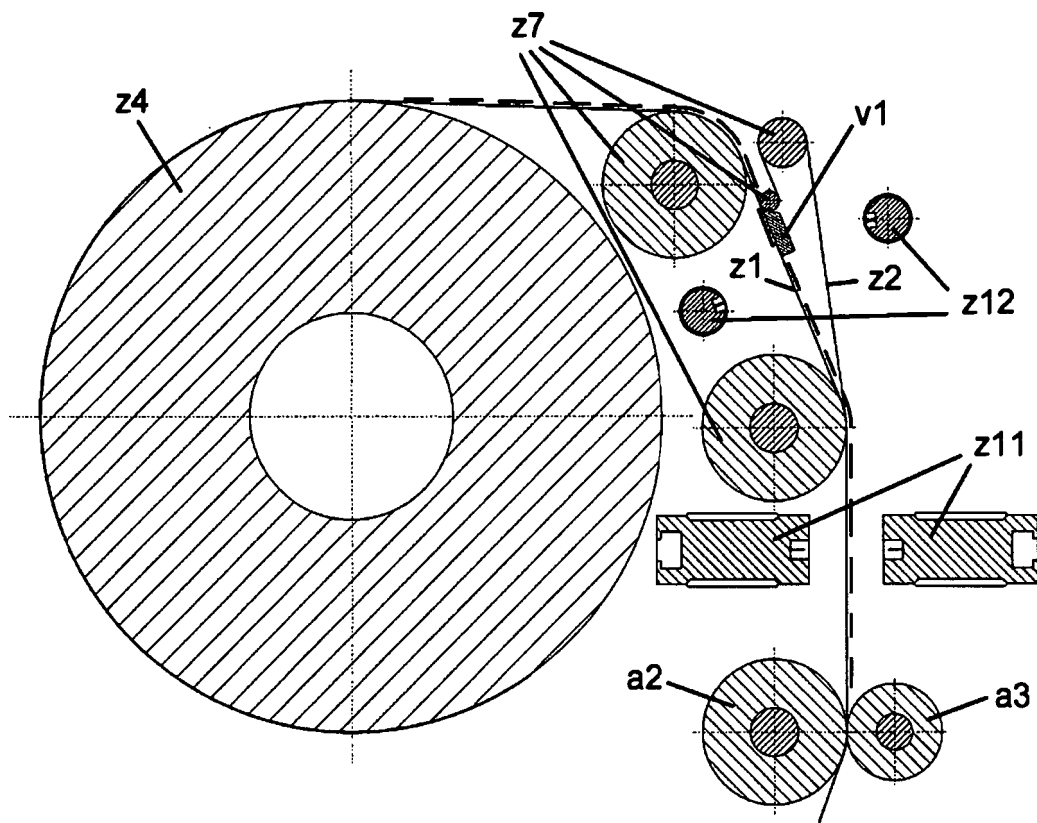


Fig. 13

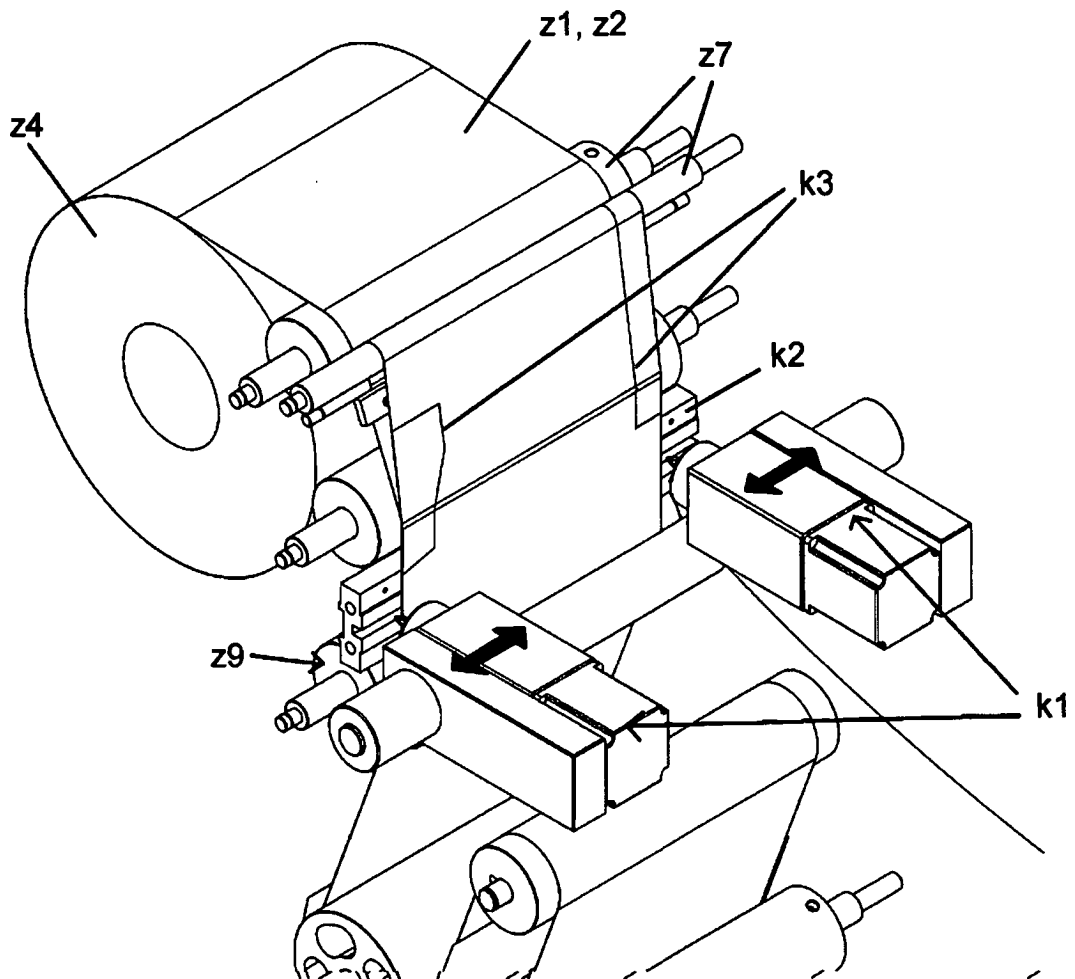


Fig. 14

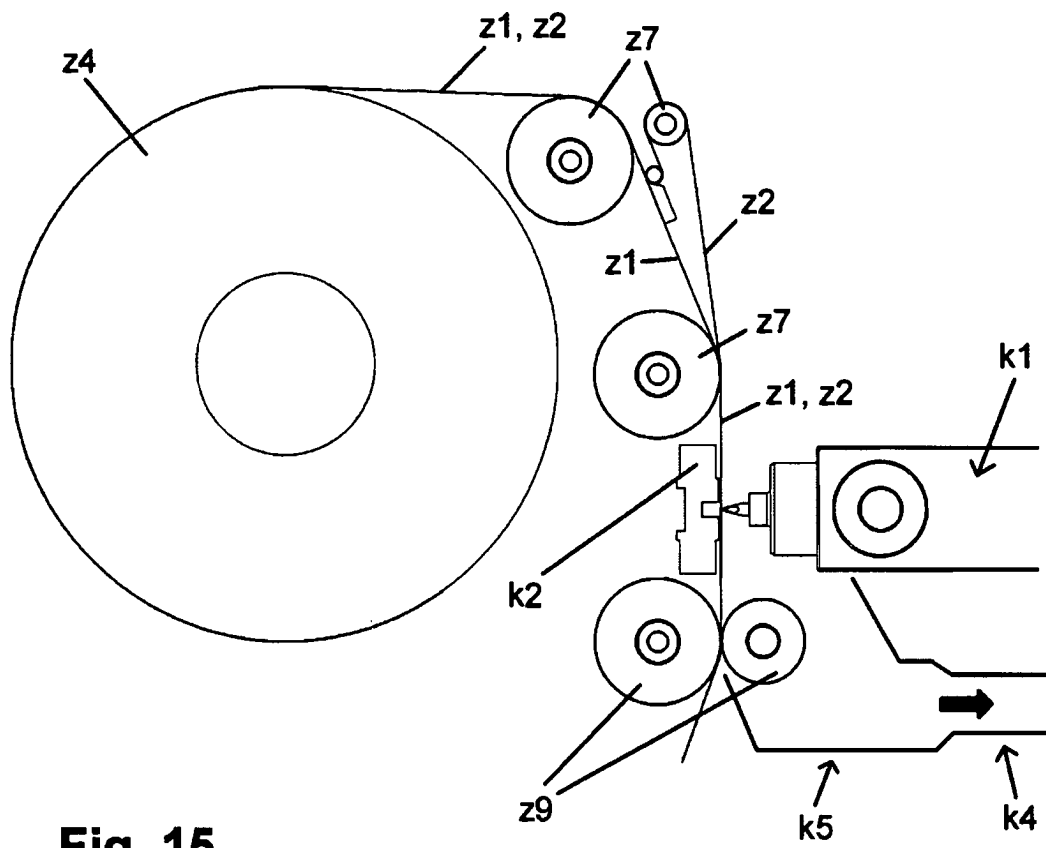


Fig. 15

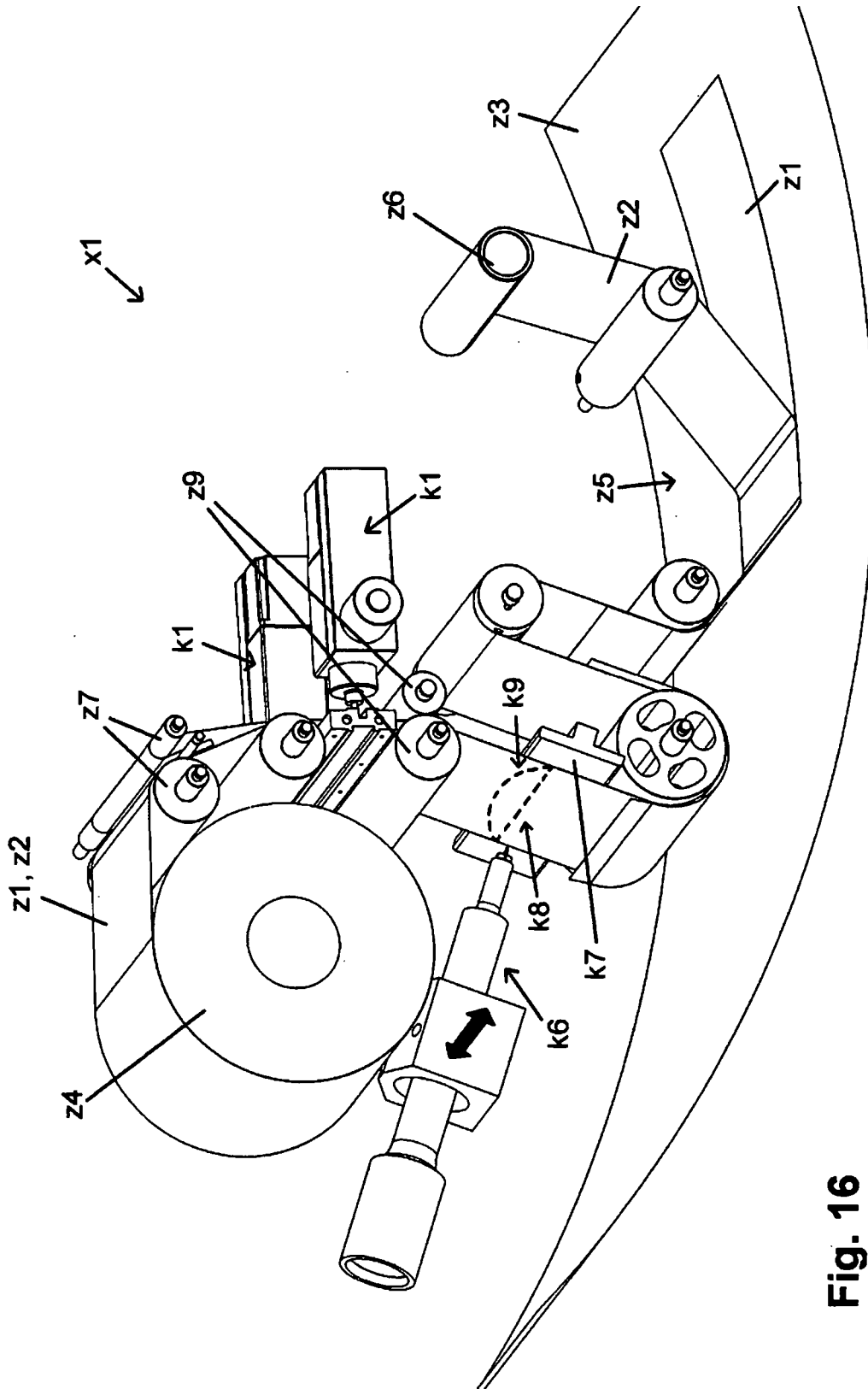


Fig. 16

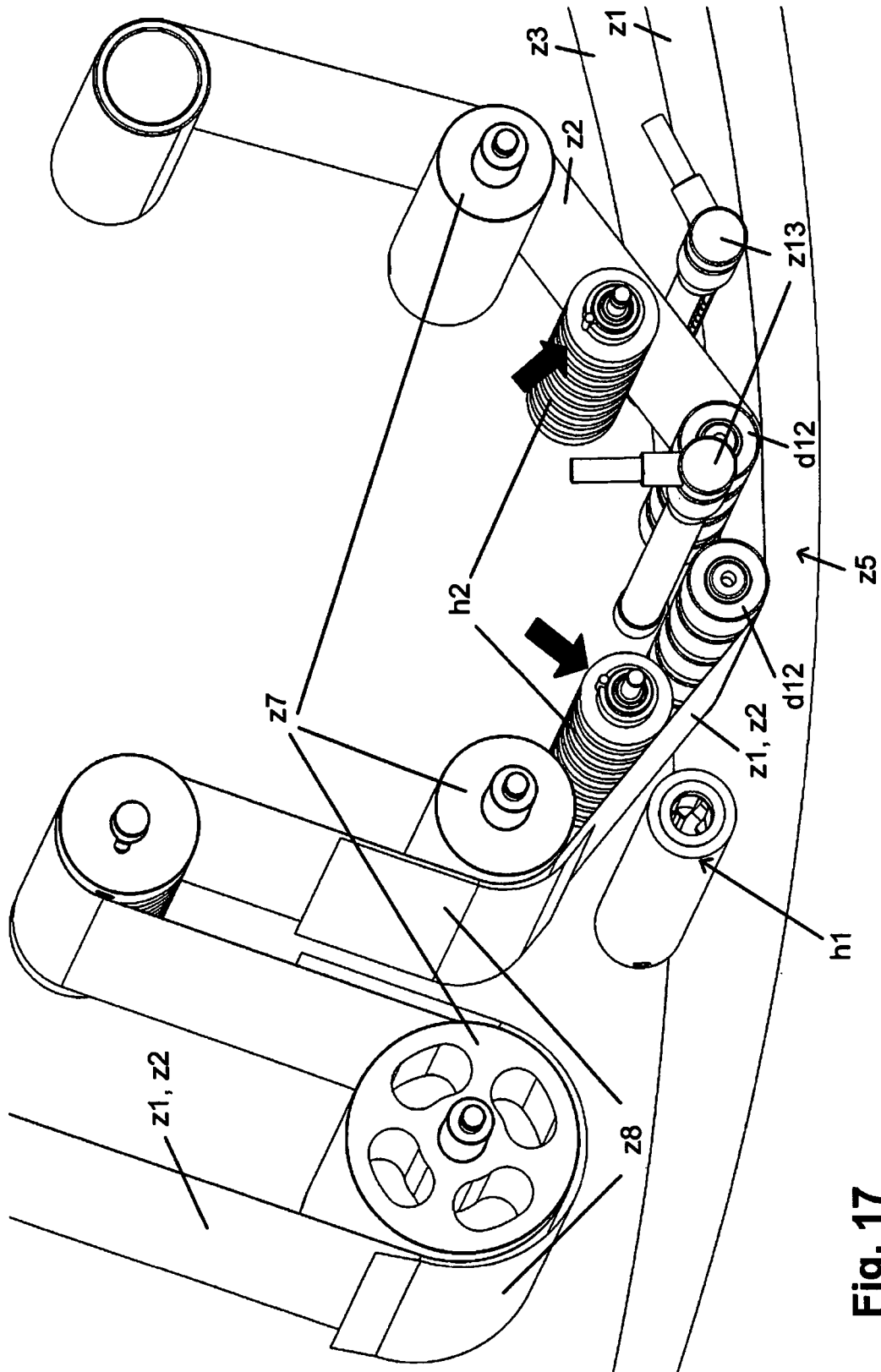


Fig. 17

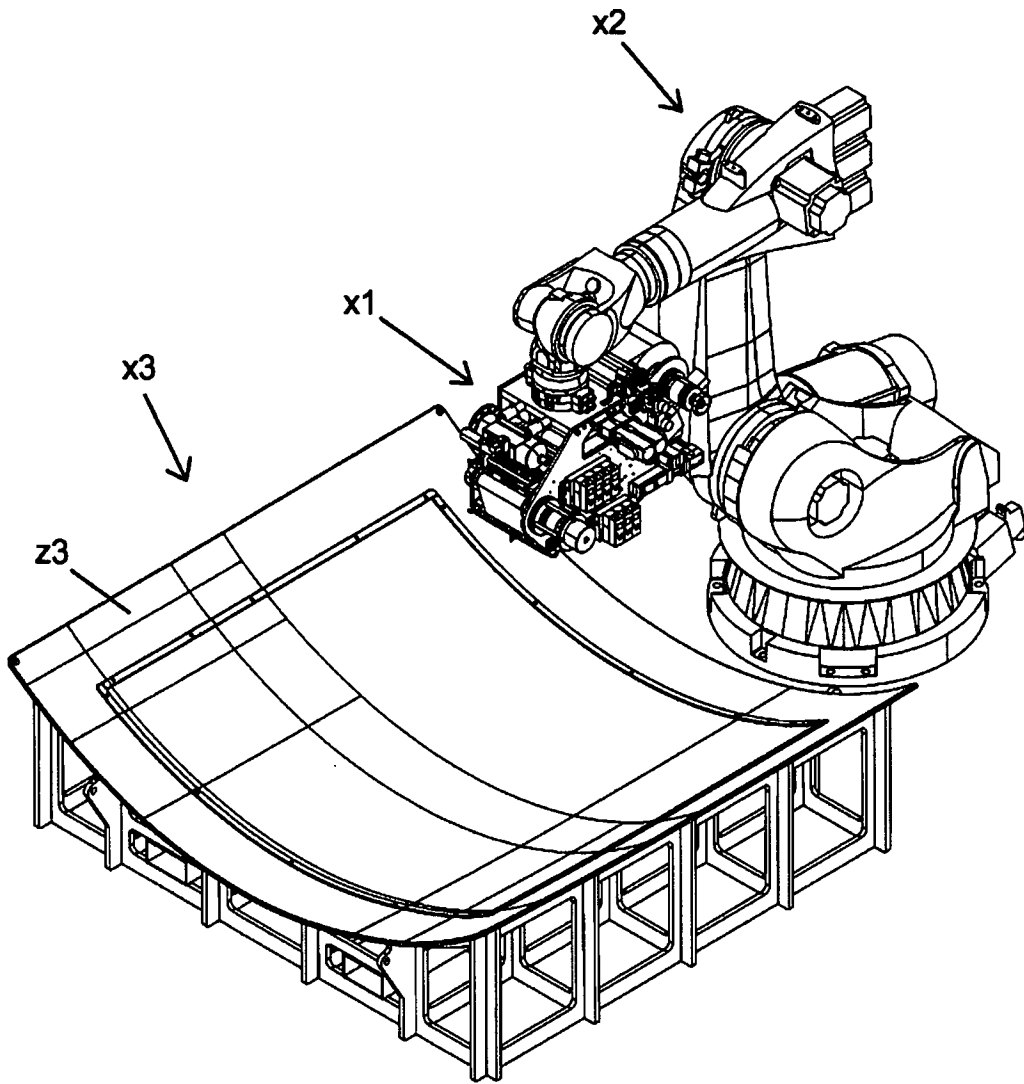


Fig. 18

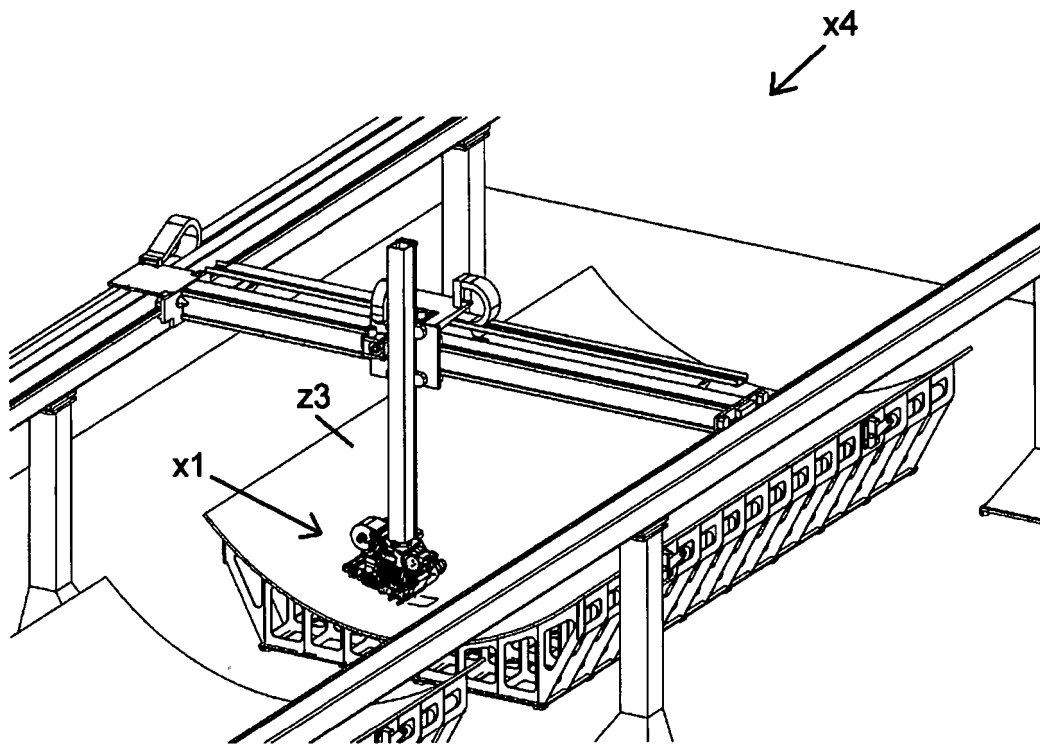


Fig. 19