



(10) **DE 10 2019 106 629 A1** 2020.09.17

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 106 629.8**

(22) Anmeldetag: **15.03.2019**

(43) Offenlegungstag: **17.09.2020**

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

**B29C 70/24** (2006.01)

**B29C 70/46** (2006.01)

**B29C 31/08** (2006.01)

**B29C 43/00** (2006.01)

**B21D 22/26** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Universität Bremen, 28359 Bremen, DE**

(72) Erfinder:  
**Brink, Michael, 28199 Bremen, DE; Ohlendorf,  
Jan-Hendrik, 28215 Bremen, DE; Richrath, Marvin,  
28199 Bremen, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

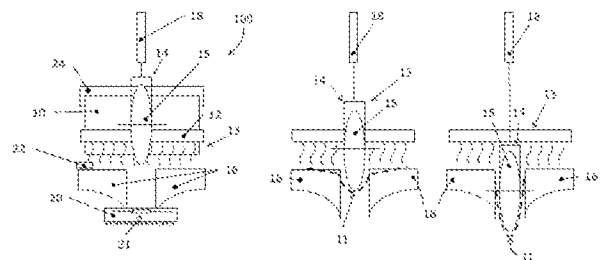
<b>DE</b>	<b>10 2006 058 584</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2015 007 043</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2016 116 552</b>	<b>A1</b>
<b>AT</b>	<b>518 786</b>	<b>A4</b>
<b>US</b>	<b>2017 / 0 197 346</b>	<b>A1</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials in ein Formwerkzeug**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: kontinuierliches Zuführen des Materials als endlose oder in einer vorgebbaren Länge vorkonfektionierte Materialbahn, vorzugsweise kontrolliertes oder geregeltes, Erwärmen der Materialbahn durch kontinuierliches Fördern der Materialbahn an einer Heizeinrichtung vorbei oder durch diese hindurch, kontinuierliches variierbares Umformen der erwärmten Materialbahn durch kontinuierliches Fördern der erwärmten Materialbahn durch eine variabel einstellbare Umformeinrichtung, kontinuierliches Ablegen der umgeformten Materialbahn in ein Formwerkzeug unter Durchführung einer Relativbewegung zwischen der umgeformten Materialbahn und dem Formwerkzeug, sowie Vorrichtung zur Durchführung desselben und Roboter oder Führungswagen mit derselben.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug, sowie einen Roboter, insbesondere Portal-Roboter oder Führungswagen mit einer derartigen Vorrichtung.

**[0002]** Die kontinuierliche Ablage von beispielsweise thermoplastischen Hybridmaterialien sowie Lagenpaketen technischer Textilien mit thermoplastischen Elementen in ein Formwerkzeug erfolgt derzeit manuell.

**[0003]** Für die Herstellung von Bauteilen aus beispielsweise Faser-Kunststoff-Verbunden, wie z. B. Rotorblättern von Windenergieanlagen, werden Formwerkzeuge als negatives oder positives Abbild des zu fertigenden Bauteils genutzt, um biegeeweiche, trockene technische Textilien für den Laminier- oder Infusionsvorgang zu positionieren und zu fixieren.

**[0004]** Bei dem Beispiel der Rotorblattfertigung nimmt die Handhabung der technischen Textilien einen hohen Stellenwert ein. Die einzelnen Bauteile des Rotorblattes werden beispielsweise in einem Vakuuminfusionsverfahren hergestellt. Hierzu werden die einzelnen Textillagen nacheinander in das entsprechende Formwerkzeug abgelegt und drapiert, um anschließend mit der Vakuuminfusion zu beginnen. Zukünftig werden absehbar immer mehr sogenannte Hybridtextilien im Bereich der Fertigung von Faser-Kunststoff-Verbunden eingesetzt. Die hybriden Textilien bestehen aus einem herkömmlichen Teil (beispielsweise ein Glasfasergelege oder -gewebe) und einem Kunststoff (beispielsweise Thermoplast). Eine besondere Herausforderung besteht in der Ablage der technischen Textilien in eine mehrdimensional gekrümmte Form. Mehrere technische Textilien werden hierfür nacheinander manuell in das Formwerkzeug abgelegt und an die Konturen der Form angedrückt. Dabei werden die Textilien übereinander angeordnet und müssen am Formwerkzeug anliegen. Beim Ablegen der Textilien dürfen keine Falten entstehen und die Lagen dürfen nicht untereinander verrutschen. Zusätzlich kann sich während der Ablagelänge die Geometrie des Formwerkzeugs ändern. Daneben weisen hybride Textilien auf Grund der Kunststoffanteile eine höhere Steifigkeit auf und haben daher auch eine geringere Drapierbarkeit.

**[0005]** Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zu Grunde, ein maschinelles kontinuierli-

ches Umformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug zu ermöglichen.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gemäß einem ersten Aspekt gelöst durch ein Verfahren zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

- kontinuierliches Zuführen des Materials als endlose oder in einer vorgebbaren Länge vorkonfektionierte Materialbahn,
- vorzugsweise kontrolliertes oder geregeltes Erwärmen der Materialbahn durch kontinuierliches Fördern der Materialbahn an einer Heizeinheit vorbei oder durch diese hindurch,
- kontinuierliches variierbares Umformen der erwärmten Materialbahn durch kontinuierliches Fördern der erwärmten Materialbahn durch eine variabel einstellbare Umformeinheit, und
- kontinuierliches Ablegen der umgeformten Materialbahn in ein Formwerkzeug unter Durchführung einer Relativbewegung zwischen der umgeformten Materialbahn und dem Formwerkzeug.

**[0007]** Weiterhin wird diese Aufgabe gemäß einem zweiten Aspekt gelöst durch eine Vorrichtung zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Vorformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug, wobei die Vorrichtung umfasst:

- eine Fördereinheit zum kontinuierlichen Fördern des Materials als endlose oder in einer vorgebbaren Länge vorkonfektionierte Materialbahn,
- eine Heizeinheit zum, vorzugsweise gesteuerten oder geregelten, Erwärmen der Materialbahn beim Fördern der Materialbahn an der Heizeinheit vorbei oder durch diese hindurch,
- eine der Heizeinheit nachgeschaltete variabel einstellbare Umformeinheit zum kontinuierlichen

variierbaren Umformen der erwärmten Materialbahn und

- eine der Umformeinheit nachgeschaltete Ablegeeinheit zum kontinuierlichen Ablegen der umgeformten Materialbahn in ein Formwerkzeug unter Durchführung einer Relativbewegung zwischen der umgeformten Materialbahn und dem Formwerkzeug.

**[0008]** Bei dem Verfahren kann vorgesehen sein, dass das Erwärmen ein linienförmiges oder flächiges Erwärmen umfasst.

**[0009]** Vorteilhafterweise wird die Erwärmung der Materialbahn durch die Fördergeschwindigkeit und die Wärmezufuhr gesteuert oder geregelt.

**[0010]** Zweckmäßigerweise erfolgt das Umformen so, dass die Umformung entlang der Ablegelänge der Materialbahn variiert.

**[0011]** Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Materialbahn nach dem Umformen, vorzugsweise über die Breite der Materialbahn, abgekühlt, um die Biegesteifigkeit der Materialbahn wieder zu erhöhen.

**[0012]** Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass beim Umformen das Zurückfederverhalten der Materialbahn nach einem nachfolgenden passiven oder aktiven Abkühlen berücksichtigt wird, um eine gewünschte Geometrie der Materialbahn zu erzeugen.

**[0013]** Vorteilhafterweise wird beim Ablegen der Materialbahn in das Formwerkzeug mindestens ein Drapierwerkzeug verwendet.

**[0014]** Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass das mindestens eine Drapierwerkzeug kraftgeregelt in das Formwerkzeug gedrückt wird.

**[0015]** Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Innenkontur des Formwerkzeugs, vorzugsweise vorab, beispielsweise durch Scannen ermittelt und wird das Umformen der Materialbahn auf der Basis der ermittelten Innenkontur des Formwerkzeugs gesteuert oder geregelt.

**[0016]** Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden nach dem Ablegen der Materialbahn in ein Formwerkzeug und gegebenenfalls Abschneiden der Materialbahn zumindest die Schritte des Verfahrens nach Anspruch 1 wiederholt.

**[0017]** Bei der Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass die Heizeinheit mindestens einen, vorzugswei-

se steuer- oder regulierbaren, Infrarot-Strahler und/oder mindestens einen Heizlüfter aufweist.

**[0018]** Vorteilhafterweise ist die Umformeinheit gestaltet, um die Umformung der Materialbahn entlang der Ablegelänge zu variieren.

**[0019]** Vorteilhafterweise weist die Umformeinheit mindestens ein höhenverstellbares Umformelement sowie mindestens zwei positionsvariabel einstellbare Umformbleche zur Erzeugung einer Gegenkraft auf.

**[0020]** Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform umfasst die Vorrichtung ferner eine der Umformeinheit nachgeschaltete, vorzugsweise variabel einstellbare, Kühleinrichtung.

**[0021]** Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass die Ablegeeinrichtung mindestens ein, vorzugsweise kraftgeregelt, Drapierwerkzeug umfasst.

**[0022]** Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform umfasst die Vorrichtung ferner mindestens eine Formwerkzeuginnenkonturermittlungseinrichtung zum Ermitteln der Innenkontur eines Formwerkzeugs.

**[0023]** Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass die Umformeinheit gestaltet ist, um eine Umformung auf der Basis der ermittelten Innenkontur des Formwerkzeugs gesteuert oder geregelt durchzuführen.

**[0024]** Schließlich kann vorgesehen sein, dass die Vorrichtung ferner eine Abschneideeinrichtung zum Abschneiden der in dem Formwerkzeug abgelegten Materialbahn umfasst.

**[0025]** Außerdem liefert die vorliegende Erfindung einen Roboter, insbesondere Portal-Roboter, oder Führungswagen mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 19.

**[0026]** Der vorliegenden Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zu Grunde, dass durch eine anpassbare (variierbare) Umformung des Materials nach einer Erwärmung eine maschinelle und kontinuierliche Ablage insbesondere von biegesteifen und/oder schwieriger drapierbaren Materialien in ein Formwerkzeug ermöglicht wird.

**[0027]** Ein Anwendungsbereich ist die Fertigung von Windenergieanlagen, insbesondere die Rotorblattfertigung. Neben dieser Branche kommen etliche Hersteller infrage, die beispielsweise trockene, aber auch vorgetränkte technische Textilien in ein Formwerkzeug ablegen. Hierzu zählen unter anderem die Flugzeug-, Automobil- sowie Schienenfahrzeugindustrie.

**[0028]** Es können auch weniger biegeeweiche Materialien, wie beispielsweise Organobleche und Metallbleche, kontinuierlich umgeformt werden und deren Geometrie über die Länge (Ablegelänge) verändert und angepasst werden.

**[0029]** Vorzugsweise erfolgt das Umformen und Ablegen vollautomatisch.

**[0030]** Wenn auch eine Abkühleinrichtung vorgesehen ist, so kann in einer besonderen Ausführungsform die Abkühlung auch steuer- bzw. regelbar sein. Die Abkühlung kann beispielsweise durch ein Gas (Druckluft) oder beispielsweise auch ein Fluid (Wasserkühlung) realisiert werden.

**[0031]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Ansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung von besonderen Ausführungsformen der Erfindung anhand der schematischen Zeichnungen. Dabei zeigt/zeigen:

**Fig. 1** mehrere Vorderansichten einer Vorrichtung zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Vorformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Einsatz;

**Fig. 2** eine perspektivische Ansicht (links) der Vorrichtung von **Fig. 1** schräg von vorne und eine Seitenansicht der Vorrichtung von **Fig. 1**;

**Fig. 3** eine Vorderansicht und eine Seitenansicht von einer Fördereinheit der Vorrichtung von **Fig. 1** gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 4** mehrere weitere perspektivische Ansichten der Vorrichtung von **Fig. 1** schräg von vorne im Einsatz;

**Fig. 5** eine weitere perspektivische Ansicht der Vorrichtung von **Fig. 1** schräg von vorne;

**Fig. 6** eine perspektivische Ansicht (rechts) einer Vorrichtung zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der

vorliegenden Erfindung schräg von vorne und eine Detailansicht (links);

**Fig. 7** eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform schräg von vorne;

**Fig. 8A-8F** Prozessschritte eines Verfahrens zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 9** eine perspektivische Ansicht eines Roboters mit einer Vorrichtung zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 10** einen Führungswagen mit einer Vorrichtung zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials, wobei das Material ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 11** einen Prozessschritt des Scannens der Innenkontur eines Formwerkzeugs; und

**Fig. 12** eine Querschnittsansicht (rechts) eines Lagenpakets und eine schematische Darstellung (links) des Lagenpakets nach Vorformung (Umformung).

**[0032]** Die in den **Fig. 1** bis **Fig. 5** beispielhaft gezeigte Vorrichtung **100** umfasst eine Fördereinheit (**70**) zum kontinuierlichen Fördern eines Materials, wie z. B. das in der **Fig. 12** gezeigte Material **200**, im vorliegenden Fall von einer Materialrolle **10** als im vorliegenden Beispiel Endlos-Materialbahn **11**, eine Heizeinheit **12** zum, vorzugsweise gesteuerten oder geregelten, Erwärmen der Materialbahn **11** an der Heizeinheit **12** vorbei, eine der Heizeinheit **12** nachgeschaltete variabel einstellbare Umformeinheit **13** zum kontinuierlichen variierbaren Umformen der mittels der Heizeinheit **12** erwärmten Materialbahn **11** und eine der Umformeinheit **13** nachgeschaltete Ablegeeinheit **26** (siehe **Fig. 8A** bis **Fig. 8F** als Beispiel) zum kontinuierlichen Ablegen der umgeformten Materialbahn in ein Formwerkzeug **28** (siehe beispielsweise **Fig. 8A** bis **Fig. 8F**) unter Durchführung einer Relativbewegung zwischen der umgeformten Materialbahn **11** und dem Formwerkzeug **28**.

**[0033]** Die Materialrolle **10** kann beispielsweise auf einer Wickelwelle (nicht gezeigt) gespeichert sein. Die Wickelwelle wiederum kann beispielsweise direkt durch einen Motor oder beispielsweise durch eine zusätzliche Antriebsstrommel **62** (siehe **Fig. 5**) angetrieben werden.

**[0034]** **Fig. 12** zeigt beispielhaft einen Lagenaufbau des Materials **200**. Eine erste Lage umfasst ein kaschiertes Hybrid **30** aus einer unteren Schicht aus Kunststoff **30a** und einer oberen Schicht aus einem biaxialen Glasfasergelege **30b**. Darüber folgen eine Schicht aus einem triaxialen Glasfasergelege **40** und eine Schicht aus einem biaxialen Glasfasergelege **50** mit unterschiedlicher Schäftung. Selbstverständlich sind weitere Kombinationen und Anordnungen denkbar. Das Material **200** kann z. B. ein Kunststoff (insbesondere Thermoplast) oder ein Kunststoff-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus Kunststoff oder Kunststoff-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil (siehe **Fig. 12**) umfassen. Es können auch beispielsweise Organobleche oder Metallbleche abgewickelt und umgeformt werden.

**[0035]** In der bestückten Vorrichtung **100** wird das Material **200** von der Materialrolle **10** als Materialbahn **11** abgewickelt. Ganz allgemein kann das Material entweder als Endlosrolle bestückt oder in gewünschten Längen vorkonfektioniert sein.

**[0036]** Die Heizeinheit **12** dient zur Verringerung der Biegesteifigkeit des Materials **200**, um anschließend mittels der Umformeinheit **13** kontinuierlich umgeformt zu werden. Dazu weist die Heizeinheit **12** in diesem Beispiel entweder mindestens einen steuer- oder regulierbaren Infrarot-Strahler und/oder mindestens einen Heizlüfter auf. Die Heizeinheit **12** dient zur kontrollierten Wärmezufuhr, um in diesem Beispiel eine flächige Erwärmung der Materialbahn **11** zu er-

zielen. Es ist aber beispielsweise auch eine partielle steuer- bzw. regulierbare Erwärmung denkbar.

**[0037]** Die Umformeinheit **13** weist in diesem Beispiel ein oberes und zudem noch in der Höhe verstellbares Umformelement **14** und in diesem Beispiel zwei untere Umformbleche **16** zu beiden Seiten des Umformelements **14** auf.

**[0038]** Das obere Umformelement **14** ist mittels eines Aktuators **18** in der Höhe verstellbar. Die unteren Umformbleche **16** sind, wie beispielhaft in der **Fig. 5** gezeigt, mittels in diesem Beispiel eines jeweiligen Aktuators **17** seitlich verstellbar.

**[0039]** Die variabel einstellbaren Umformbleche **16** dienen zur Erzeugung einer Gegenkraft. In diesem Beispiel sind die Umformbleche **16** starr an einem Rahmen (nicht dargestellt) der Vorrichtung **100** befestigt, um das Material **200** bzw. die Materialbahn **11** zu führen.

**[0040]** Wie sich beispielsweise aus der **Fig. 1** ergibt, kann die Materialbahn **11** durch eine Kantenregulierung positionsgenau über ein Umlenkeblech **19** geführt werden. Dazu wird in diesem Beispiel die Materialkante über einen Sensor **22** erfasst und durch eine axiale Verschiebung der Materialrolle **10** kann das Material **200** in Position gehalten werden (siehe auch **Fig. 2**).

**[0041]** Die Umformbleche **16** werden üblicherweise so positioniert, dass sie nicht mit dem Formwerkzeug **28** in Kontakt kommen. Das Formwerkzeug **28** kann jedoch für die Formgebung des Materials genutzt werden. Dafür können z. B. flexible Umformbleche verwendet werden, die auch in Kontakt mit dem Formwerkzeug kommen könnten.

**[0042]** Eine partielle und steuer- bzw. regulierbare Erwärmung der Materialbahn **11** ist beispielsweise durch beheizbare Umformbleche **16** (siehe **Fig. 7**) möglich.

**[0043]** Beispielsweise ist zur Umformung eines 2 mm dicken Materials aus Kunststoff eine Temperatur von 70°C notwendig. Die Erwärmung des Materials bzw. der Materialbahnen lässt sich durch die Fördergeschwindigkeit der Materialbahn **11** sowie durch die Wärmezufuhr beispielsweise mittels der Heizeinheit **12** steuern bzw. regulieren.

**[0044]** Wie beispielsweise durch die Abbildungen in der **Fig. 1** von oben nach unten angedeutet werden soll, wird durch die einstellbaren Umformbleche **16** sowie durch das Positionieren des Umformelements **14** mittels des Aktuators **18** die Umformgeometrie bestimmt. Im vorliegenden Beispiel umfasst das Umformelement **14** eine mitlaufende Rolle **15**. Alternativ kann das Umformelement **14** beispielsweise eine

aktiv betriebene Kugel **15a** (siehe **Fig. 6**) umfassen. Beispielsweise kann die Kugel **15a** durch einen Motor (nicht gezeigt) quer zur Förderrichtung des Materials bzw. der Materialbahn rotiert werden. Somit ist eine Verschiebung des Materials möglich.

**[0045]** Die Umformeinheit **13** kann auch gestaltet sein, um eine seitliche Bewegung durchzuführen.

**[0046]** Die Vorrichtung **100** ist somit in der Lage, die Umformgeometrie während des kontinuierlichen Umformens einzustellen und somit die Kontur der Materialbahn **11** über die Ablegelänge zu verändern (siehe beispielsweise **Fig. 4**).

**[0047]** Um ein Zurückfedern des Materials **200** zu verhindern, kann nach der Umformung das Material über beispielsweise seine Breite abgekühlt werden, um die Biegesteifigkeit des Materials wieder zu erhöhen. Dies kann beispielsweise durch eine adaptive Kühleinheit **20** mittels eines Aktuators **21** erfolgen. Die adaptive Kühleinheit **20** kann mittels des Aktuators **21** die Geometrie ändern, um so die Geometrie des umgeformten Materials **200** bzw. der umgeformten Materialbahn **11** abzubilden. So ist eine gleichmäßige Kühlung vorzugsweise über die gesamte Breite der Materialbahn **11** möglich.

**[0048]** Wie sich aus den **Fig. 8A** bis **Fig. 8F** ergibt, kann die Ablegeeinheit **26** beispielsweise ein Drapierwerkzeug **60**, im vorliegenden Beispiel in Form eines Drapierrades, aufweisen. Das Drapierrad dient zum Andrücken des umgeformten Materials **200** bzw. der umgeformten Materialbahn **11** in das Formwerkzeug **28** und verfügt in diesem Beispiel über einen Kraftsensor **63**, worüber der Anpressdruck des Drapierrades in das Formwerkzeug **28** gemessen wird. Somit lässt sich die Andruckkraft regeln bzw. steuern und eine Beschädigung durch zu hohen Druck vermeiden.

**[0049]** Für eine direkte und kontinuierliche Ablage der Materialbahn **11** in ein Formwerkzeug **28** kann die Vorrichtung **100** beispielsweise durch einen Roboter **64**, insbesondere einen Portal-Roboter (siehe **Fig. 9**), oder durch beispielsweise einen Führungswagen **66** (siehe **Fig. 10**) positioniert und verfahren werden. Hierdurch kann dann die Vorschub- bzw. Fördergeschwindigkeit geregelt werden. Zur besonders sicheren Ablage in das Formwerkzeug wird vorteilhafterweise das Drapierwerkzeug **60** beispielsweise mit einem Aktuator **61** zur Höhenverstellung benutzt (siehe **Fig. 6** und **Fig. 7**).

**[0050]** Zudem besteht die Möglichkeit, beispielsweise durch ein direktes oder vorheriges Scannen des Formwerkzeugs **28** (siehe **Fig. 11**) mittels einer geeigneten Formwerkzeuginnenkonturermittlungseinrichtung **68**, beispielsweise in Form einer Scaneinrichtung (siehe **Fig. 11**), die Innenkontur des

Formwerkzeugs aufzunehmen und somit die Vorformung bzw. Umformung entsprechend zu regeln.

**[0051]** Ein beispielhafter Verfahrensablauf zur Umformung und Ablage eines entsprechenden Materials in einem Formwerkzeug **28** beispielsweise unter Verwendung der Vorrichtung **100** gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in den **Fig. 8A** bis **Fig. 8F** beispielhaft dargestellt. Zu Beginn (siehe **Fig. 8A**) positioniert sich die Vorrichtung **100** an einem gewünschten Startpunkt über dem Formwerkzeug **28**. Das Material **200** in Form der Materialbahn **11** wird anschließend zu den Umformblechen **16** in Längsrichtung des Formwerkzeugs **28** geführt, erwärmt (siehe **Fig. 8B**) und umgeformt (siehe **Fig. 8C**). Um die Biegesteifigkeit wieder zu erhöhen, kann das umgeformte Material **200** durch die Kühleinrichtung **20** abgekühlt werden (siehe **Fig. 8C** und **Fig. 8D**). Anschließend wird das umgeformte Material **200** mit dem Drapierwerkzeug **60** in das Formwerkzeug **28** drapiert (siehe **Fig. 8D**). Die Vorrichtung **100** verfährt entlang des Formwerkzeugs **28** und wickelt das Material **200** von der Materialrolle **10** synchronisiert ab (siehe **Fig. 8D**). Bei Endlosrollen würde abschließend ein Abschnitt durchgeführt (siehe **Fig. 8E**). Wenn das Material **200** bzw. die Materialbahn **11** komplett im Formwerkzeug **28** abgelegt wurde, ist die Vorrichtung **100** bereit für eine nächste Ablage (siehe **Fig. 8F**).

**[0052]** Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in den beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Materialrolle
<b>11</b>	Materialbahn
<b>12</b>	Heizeinheit
<b>13</b>	Umformeinheit
<b>14</b>	Umformelement
<b>15</b>	Rolle
<b>15a</b>	Kugel
<b>16</b>	Umformbleche
<b>17</b>	Aktuatoren
<b>18</b>	Aktuator
<b>19</b>	Umlenkblech
<b>20</b>	Kühleinheit
<b>21</b>	Aktuator
<b>22</b>	Sensor

<b>26</b>	Ablegeeinheit	geschwindigkeit und die Wärmezufuhr gesteuert oder geregelt wird.
<b>28</b>	Formwerkzeug	
<b>30</b>	kaschiertes Hybrid	4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Umformen so erfolgt, dass die Umformung entlang der Ablegelänge der Materialbahn (11) variiert.
<b>30a</b>	Kunststoff	
<b>30b</b>	Glasfasergelege	5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Materialbahn (11) nach dem Umformen, vorzugsweise über die Breite der Materialbahn (11), abgekühlt wird, um die Biegesteifigkeit der Materialbahn (11) wieder zu erhöhen.
<b>40</b>	triaxiales Glasfasergelege	
<b>50</b>	biaxiales Glasfasergelege	
<b>60</b>	Drapierwerkzeug	6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei beim Umformen das Zurückfederverhalten der Materialbahn (11) nach einem nachfolgenden passiven oder aktiven Abkühlen berücksichtigt wird, um eine gewünschte Geometrie der Materialbahn (11) zu erzeugen.
<b>61</b>	Aktuator	
<b>62</b>	Antriebsstrommel	
<b>63</b>	Kraftsensor	
<b>64</b>	Roboter	
<b>66</b>	Führungswagen	
<b>68</b>	Formwerkzeuginnenkonturermittlungseinrichtung	7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei beim Ablegen der Materialbahn (11) in das Formwerkzeug (28) mindestens ein Drapierwerkzeug (60) verwendet wird.
<b>70</b>	Fördereinheit	

### Patentansprüche

1. Verfahren zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials (200), wobei das Material (200) ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug (28), wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

- kontinuierliches Zuführen des Materials (200) als endlose oder in einer vorgebbaren Länge vorkonfektionierte Materialbahn (11),
- vorzugsweise kontrolliertes oder geregeltes, Erwärmen der Materialbahn (11) durch kontinuierliches Fördern der Materialbahn (11) an einer Heizeinheit (12) vorbei oder durch diese hindurch,
- kontinuierliches variierbares Umformen der erwärmten Materialbahn (11) durch kontinuierliches Fördern der erwärmten Materialbahn (11) durch eine variabel einstellbare Umformeinheit (13) und
- kontinuierliches Ablegen der umgeformten Materialbahn (11) in ein Formwerkzeug (28) unter Durchführung einer Relativbewegung zwischen der umgeformten Materialbahn (11) und dem Formwerkzeug (28).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Erwärmen ein linienförmiges oder flächiges Erwärmen umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Erwärmung der Materialbahn (11) durch die Förder-

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das mindestens eine Drapierwerkzeug (60) kraftgeregelt in das Formwerkzeug (28) gedrückt wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Innenkontur des Formwerkzeugs (28), vorzugsweise vorab, beispielsweise durch Scannen ermittelt wird und das Umformen der Materialbahn 11 auf der Basis der ermittelten Innenkontur des Formwerkzeugs (28) gesteuert oder geregelt wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei nach dem Ablegen der Materialbahn (11) in ein Formwerkzeug (28) und gegebenenfalls Abschneiden der Materialbahn (11) zumindest die Schritte des Verfahrens nach Anspruch 1 wiederholt werden.

11. Vorrichtung (100) zum kontinuierlichen, variierbaren und mehrdimensionalen Umformen und Ablegen eines Materials (200), wobei das Material (200) ein Thermoplast oder ein Thermoplast-Textil-Hybrid oder ein Lagenpaket aus einem Thermoplast und mindestens einem weiteren Textil oder einem Thermoplast-Textil-Hybrid und mindestens einem weiteren Textil oder ein Organoblech oder ein Metallblech ist, in ein Formwerkzeug (28), wobei die Vorrichtung umfasst:

- eine Fördereinheit(70) zum kontinuierlichen Fördern des Materials (200) als endlose oder in einer vorgebbaren Länge vorkonfektionierte Materialbahn (11),
- eine Heizeinheit (12) zum, vorzugsweise gesteuerten oder geregelten, Erwärmen der Materialbahn (11)

beim Fördern der Materialbahn (11) an der Heizeinheit (12) vorbei oder durch diese hindurch,  
- eine der Heizeinheit (12) nachgeschaltete variabel einstellbare Umformeinheit (13) zum kontinuierlichen variierbaren Umformen der erwärmten Materialbahn (11) und  
- eine der Umformeinheit (13) nachgeschaltete Ablegeeinheit (26) zum kontinuierlichen Ablegen der umgeformten Materialbahn (11) in ein Formwerkzeug (28) unter Durchführung einer Relativbewegung zwischen der umgeformten Materialbahn (11) und dem Formwerkzeug (28).

12. Vorrichtung (100) nach Anspruch 11, wobei die Heizeinheit (12) mindestens einen, vorzugsweise steuer- oder regelbaren, Infrarot-Strahler und/oder mindestens einen Heizlüfter aufweist.

13. Vorrichtung (100) nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Umformeinheit (13) gestaltet ist, um die Umformung der Materialbahn (11) entlang der Ablegelänge zu variieren.

14. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die Umformeinheit (13) mindestens ein höhenverstellbares Umformelement sowie mindestens zwei positionsvariabel einstellbare Umformbleche (16) zur Erzeugung einer Gegenkraft aufweist.

15. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, ferner umfassend eine der Umformeinheit (13) nachgeschaltete, vorzugsweise variabel einstellbare, Kühleinheit (20).

16. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei die Ablegeeinheit (26) mindestens ein, vorzugsweise kraftgeregeltes, Drapierwerkzeug (60) umfasst.

17. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 11 bis 16, ferner umfassend mindestens eine Formwerkzeuginnenkonturermittlungseinrichtung (68) zum Ermitteln der Innenkontur eines Formwerkzeugs (28).

18. Vorrichtung (100) nach Anspruch 17, wobei die Umformeinheit (13) gestaltet ist, um eine Umformung auf der Basis der ermittelten Innenkontur des Formwerkzeugs (28) gesteuert oder geregelt durchzuführen.

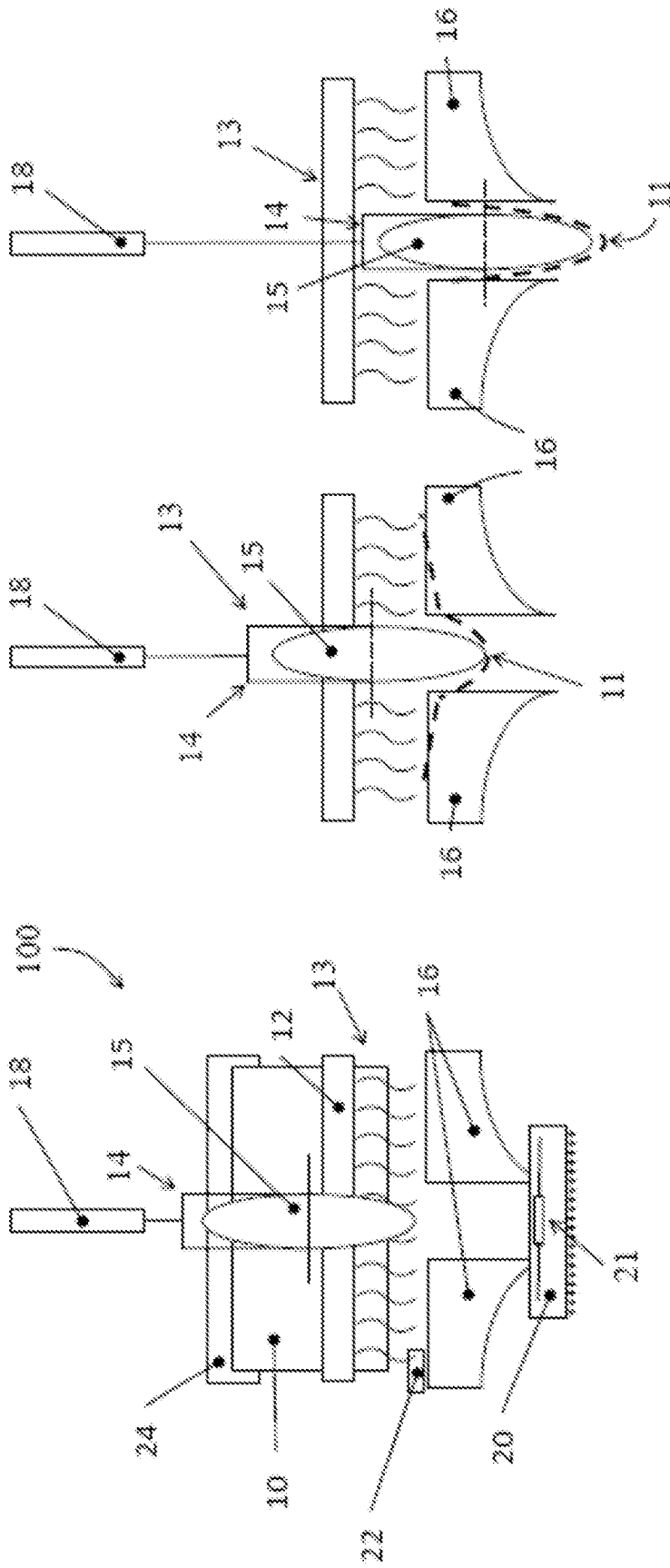
19. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 11 bis 18, ferner umfassend eine Abschneideeinrichtung zum Abschneiden der in dem Formwerkzeug (28) abgelegten Materialbahn (11).

20. Roboter (64), insbesondere Portal-Roboter, oder Führungswagen (66) mit einer Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 11 bis 19.

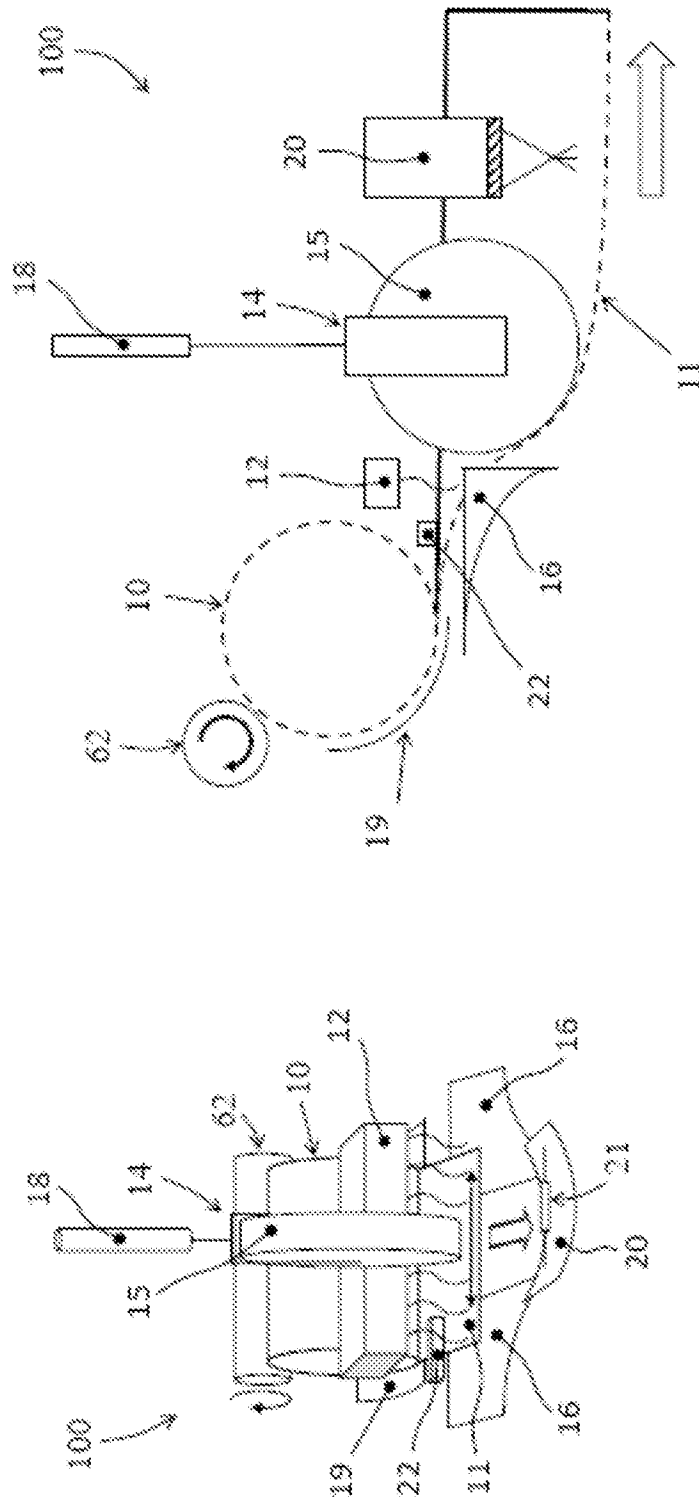
Es folgen 17 Seiten Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen



Figur 1



Figur 2

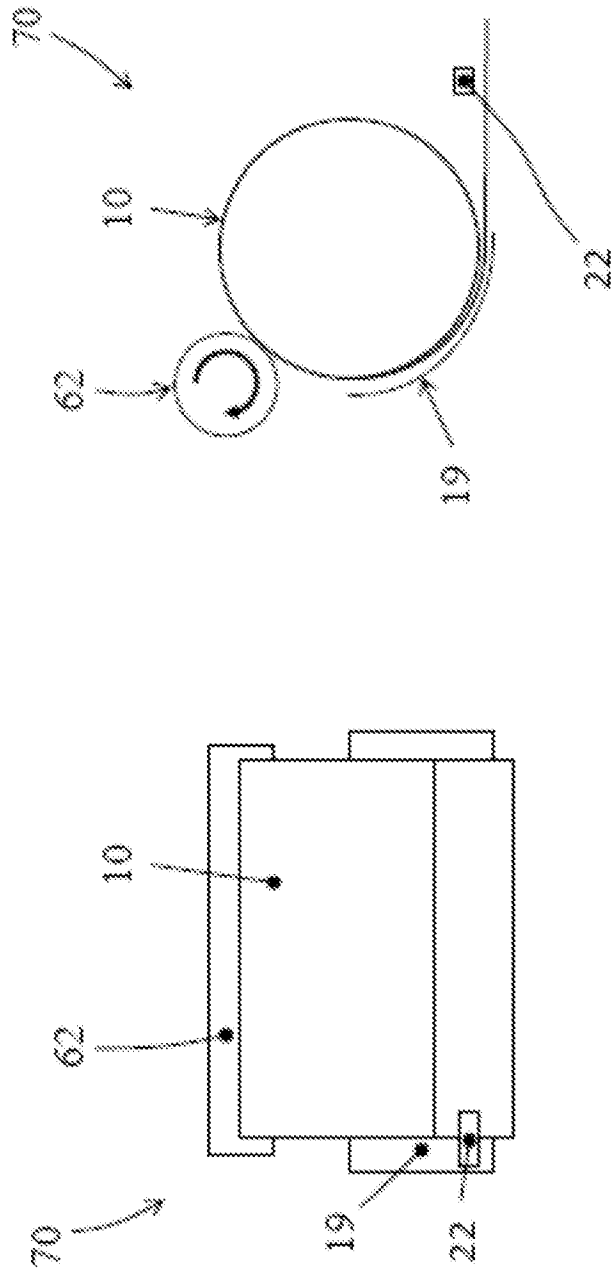
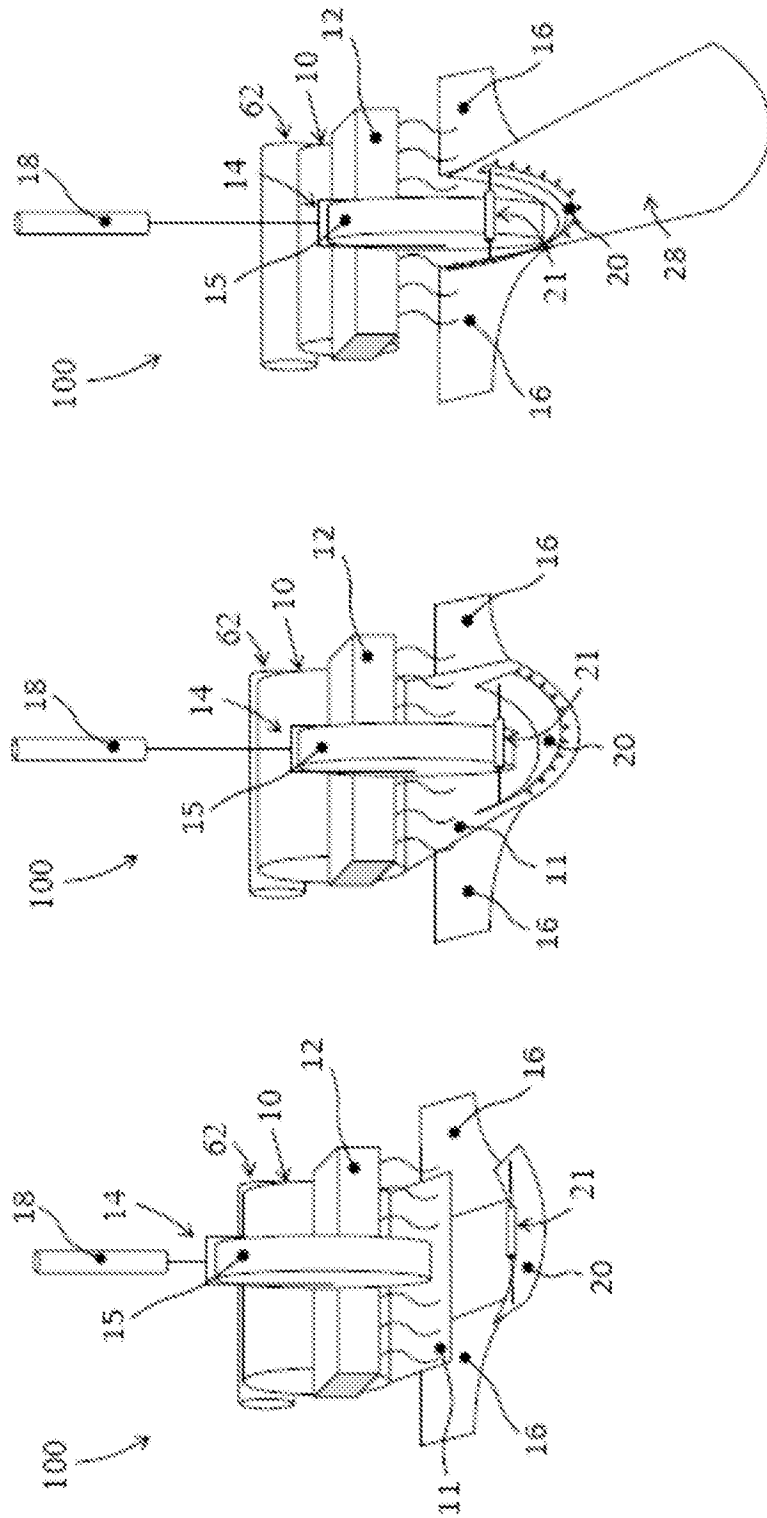


Figure 3



Figur 4

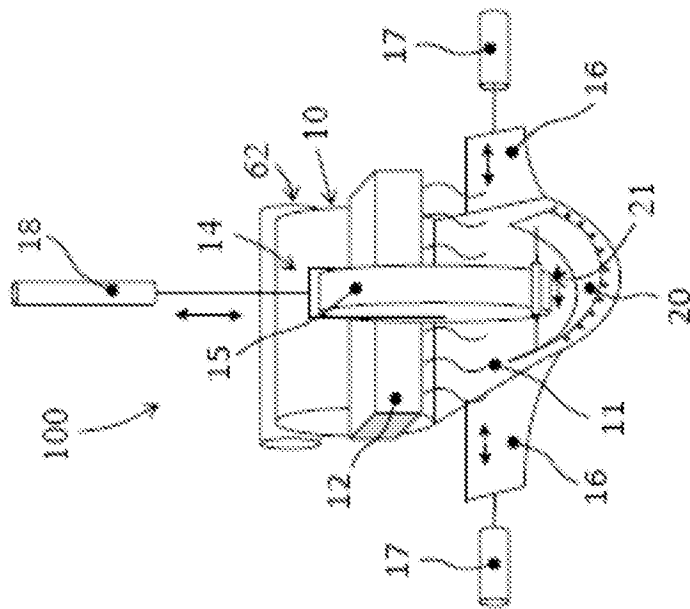


Figure 5

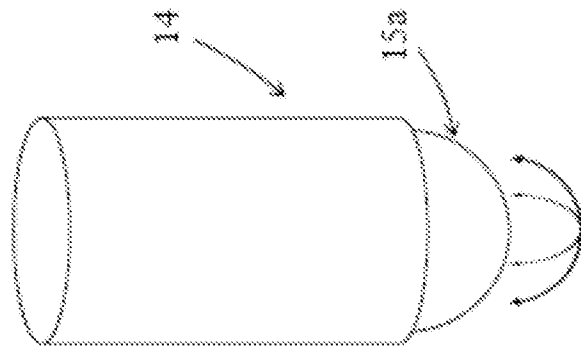
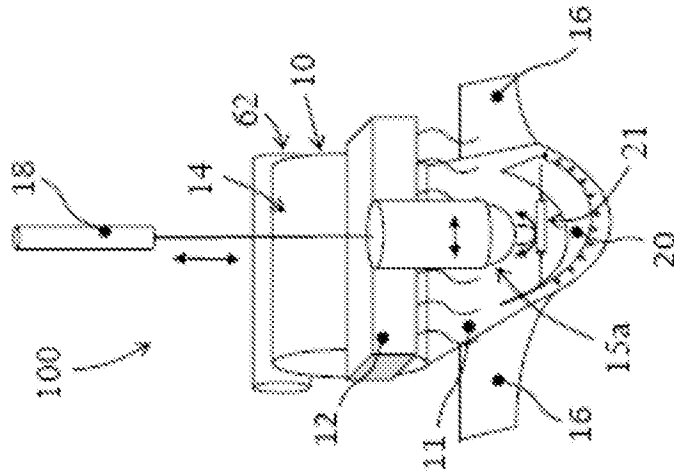


Figure 6

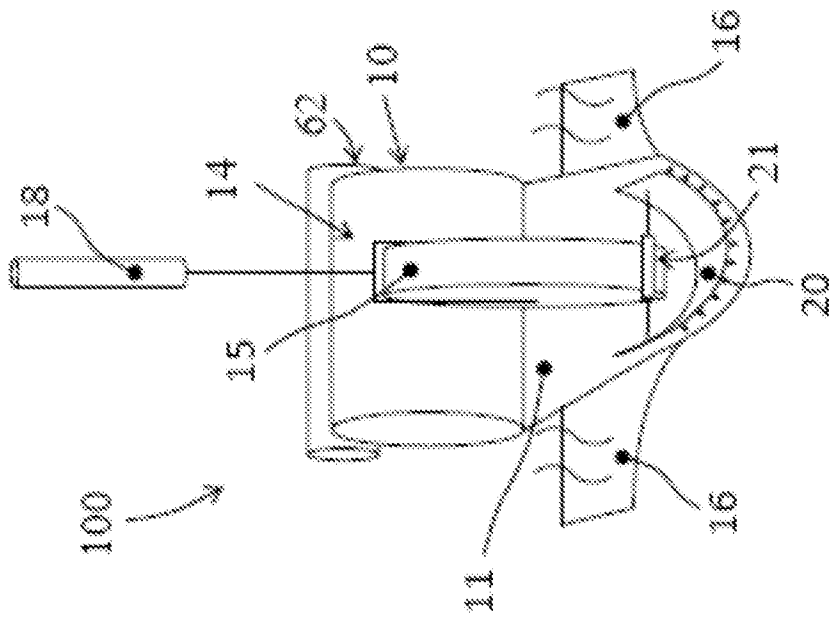
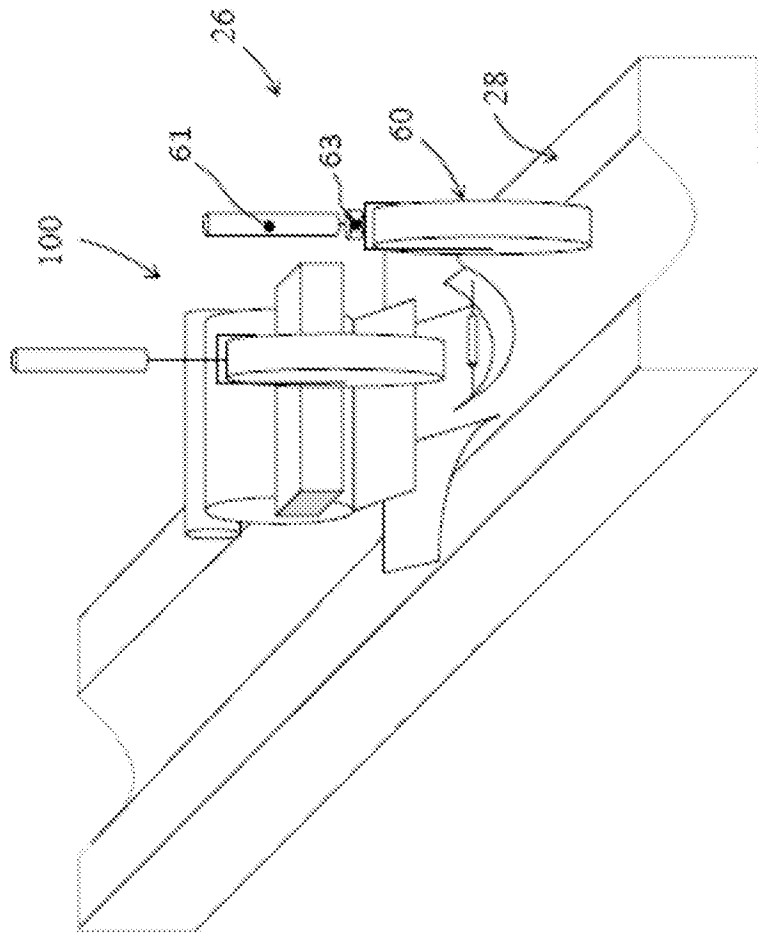
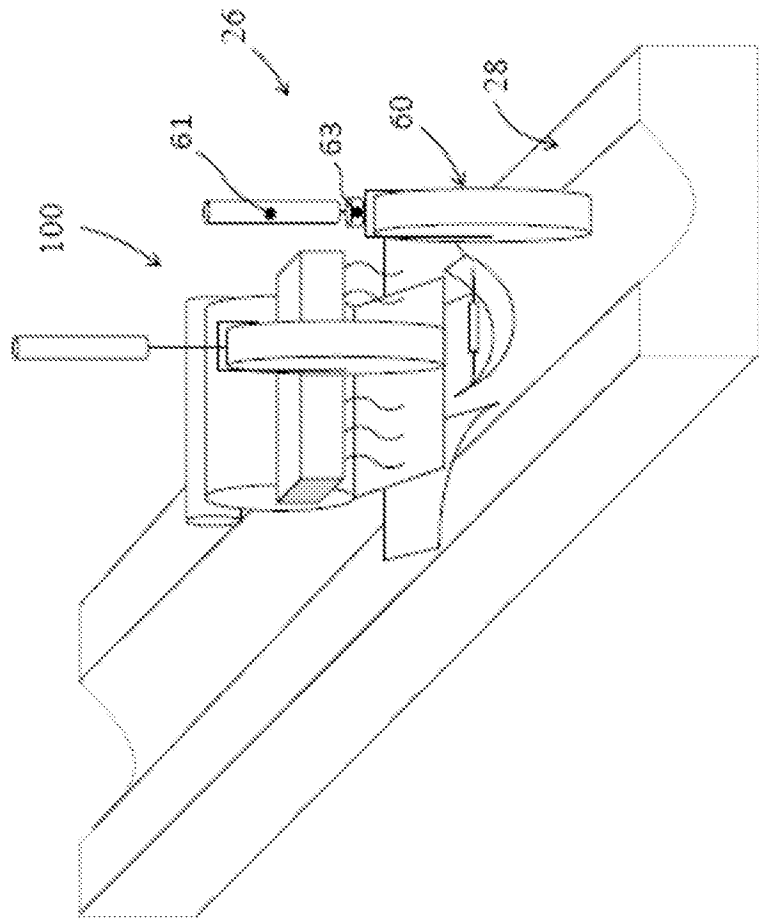


Figure 7

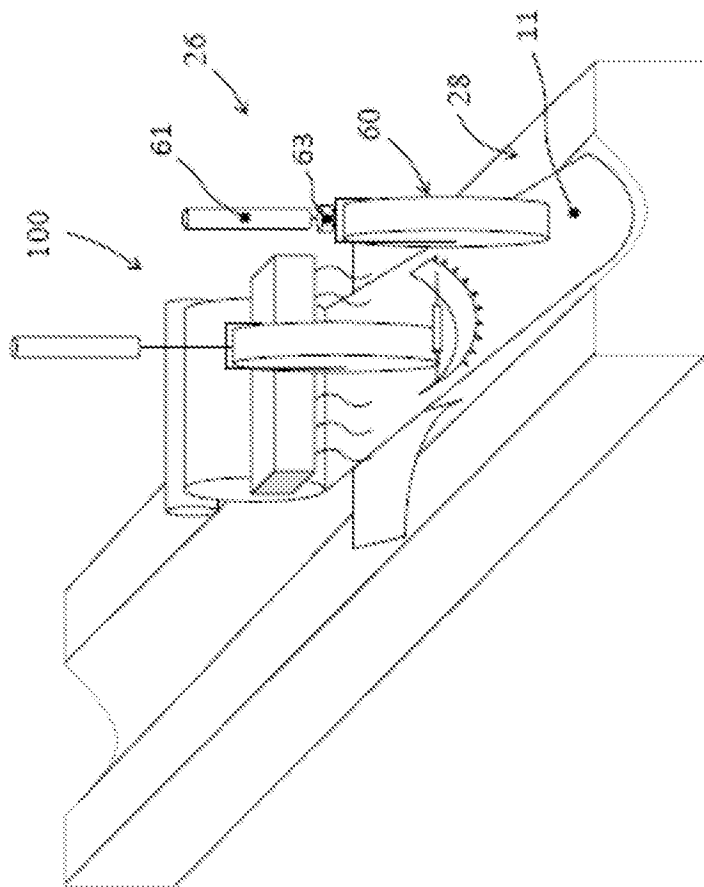


Figur 8A

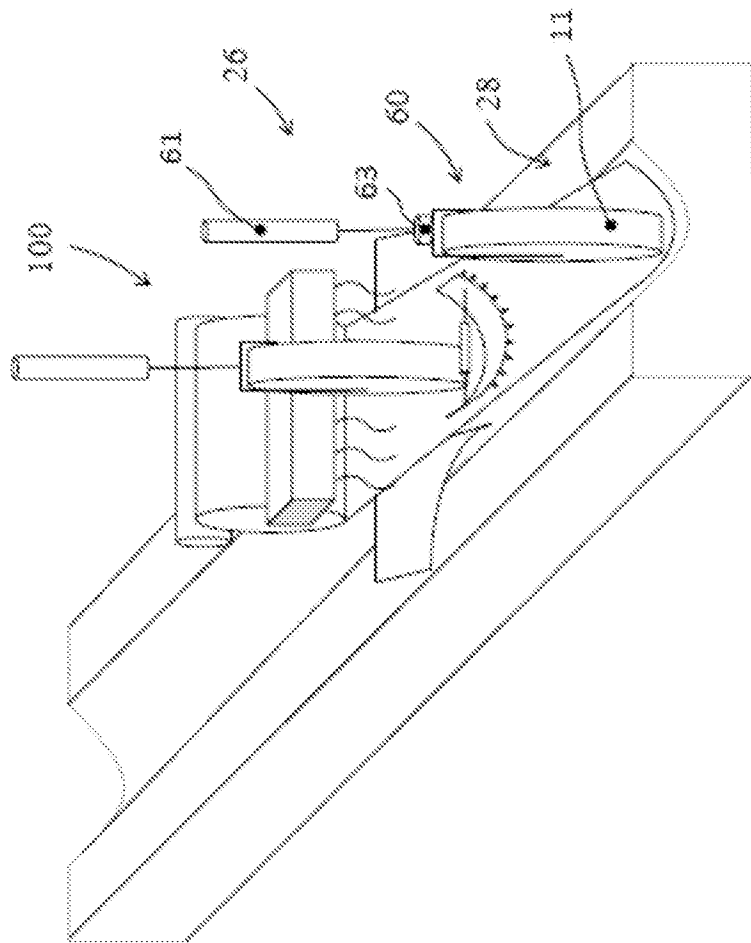




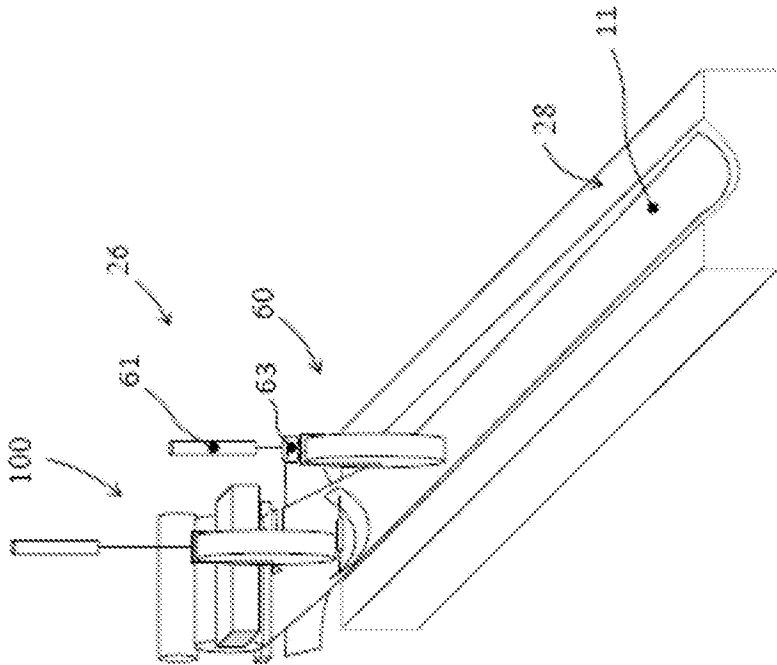
Figur 8B



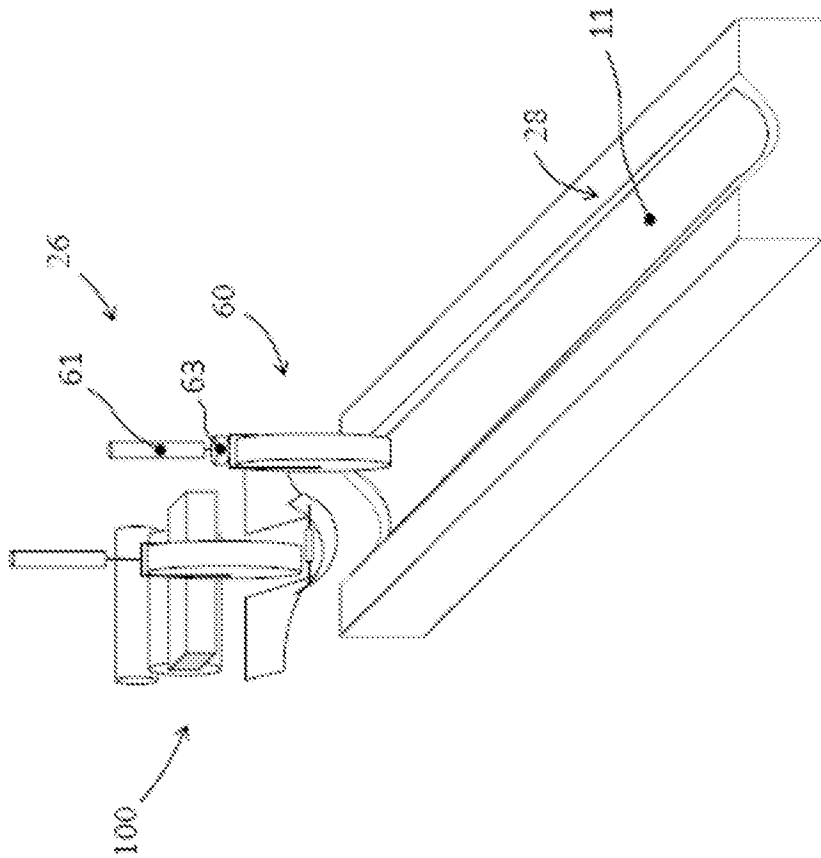
Figur 8C



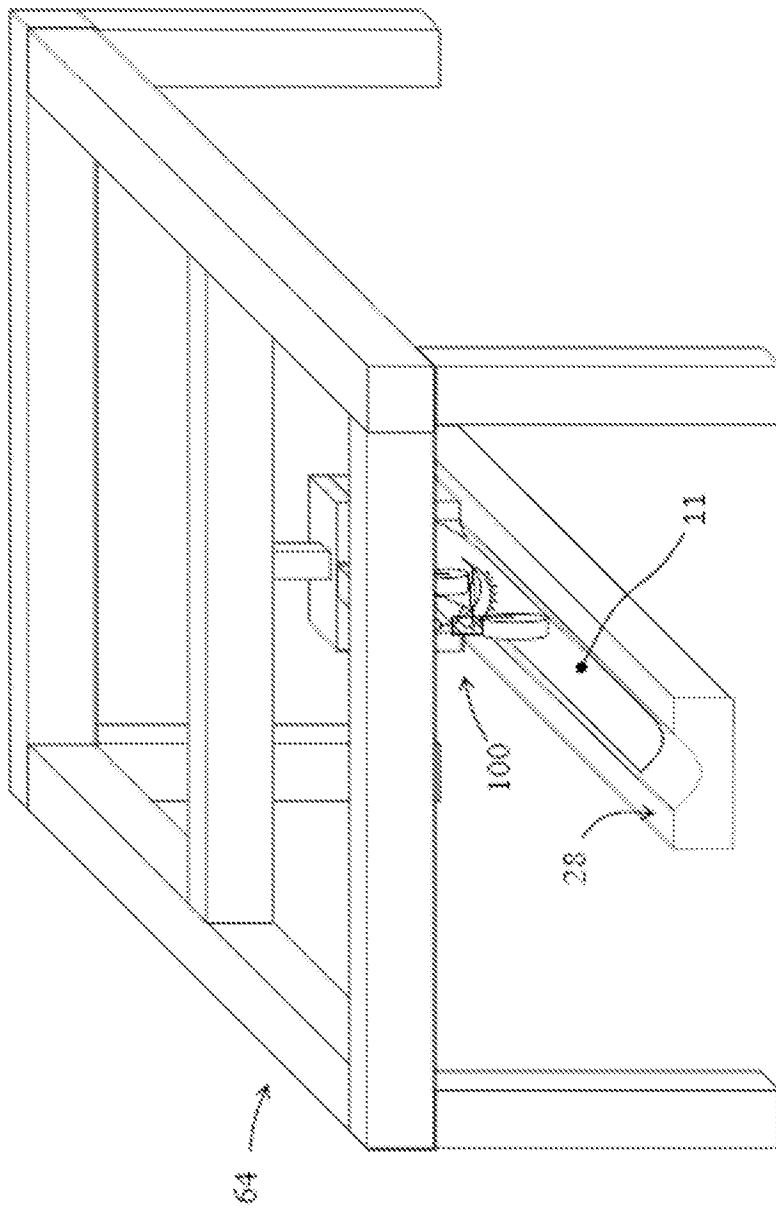
Figur 8D



Figur 8E



Figur 8F



Figur 9

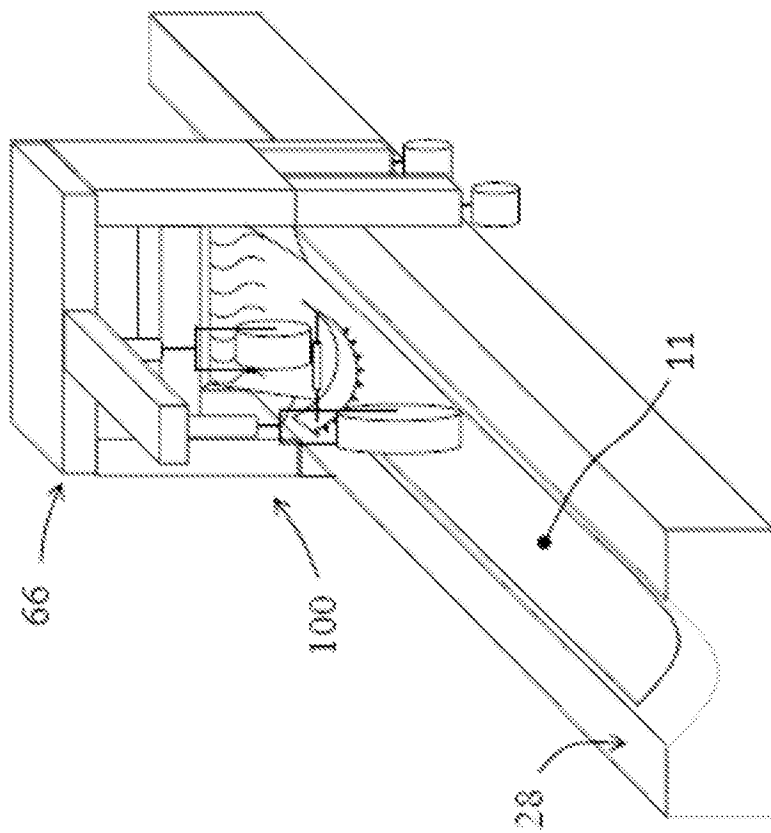


Figure 10

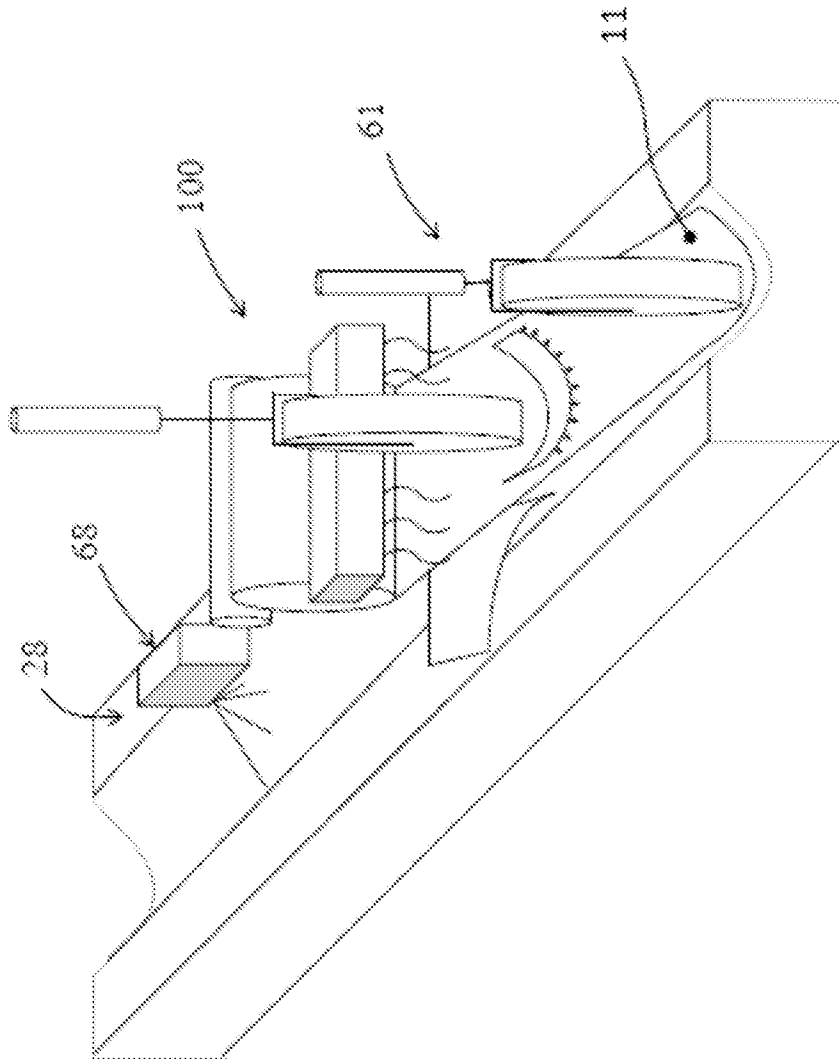
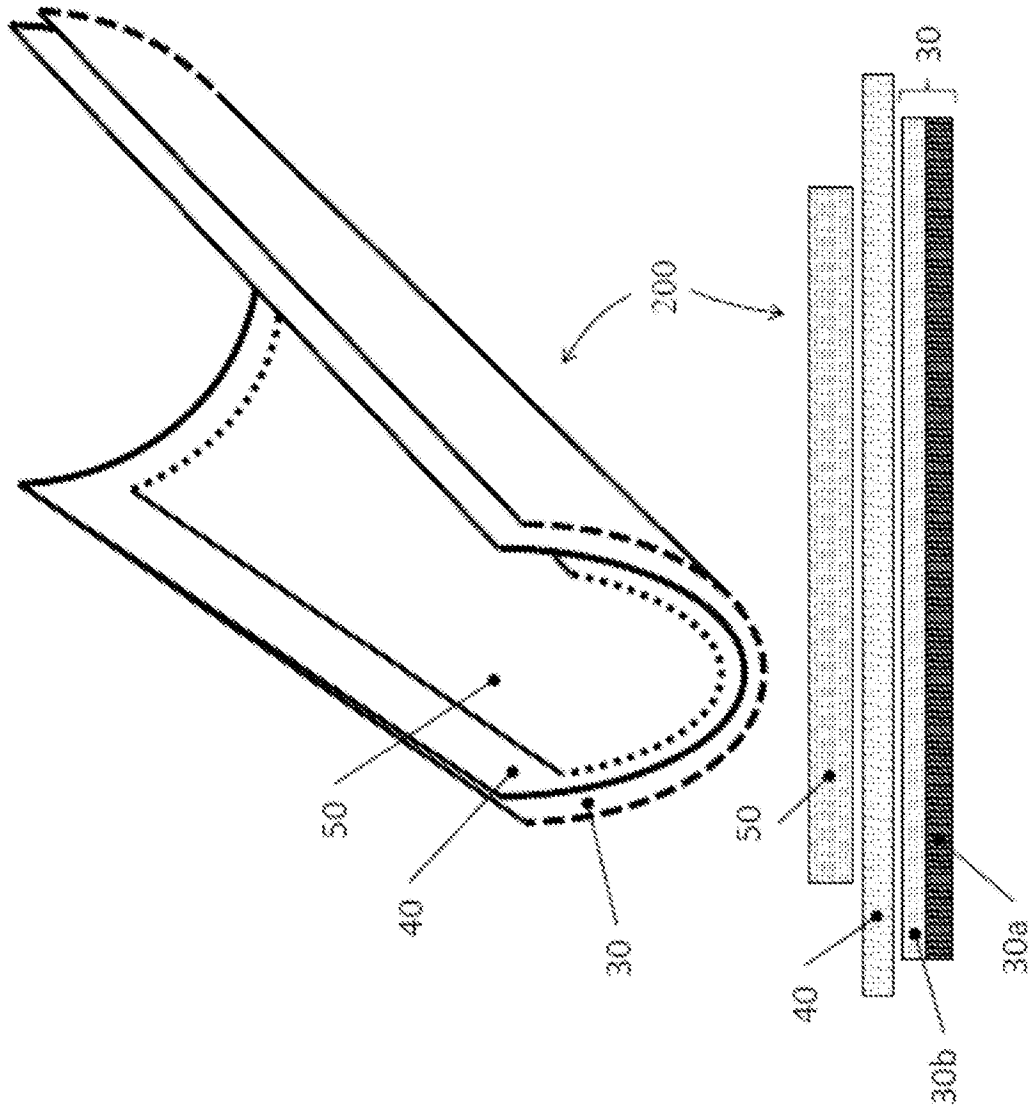


Figure 11





Figur 12