



(10) **DE 10 2011 085 735 A1** 2013.05.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 085 735.4**

(22) Anmeldetag: **03.11.2011**

(43) Offenlegungstag: **08.05.2013**

(51) Int Cl.: **B29C 55/06 (2012.01)**

(71) Anmelder:
Windmüller & Hölscher KG, 49525, Lengerich, DE

(72) Erfinder:
Backmann, Martin, 49525, Lengerich, DE; Linkies, Jürgen, 49536, Lienen, DE; Rübhelke, Ingo, 59590, Geseke, DE; Busmann, Markus, 45147, Essen, DE

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

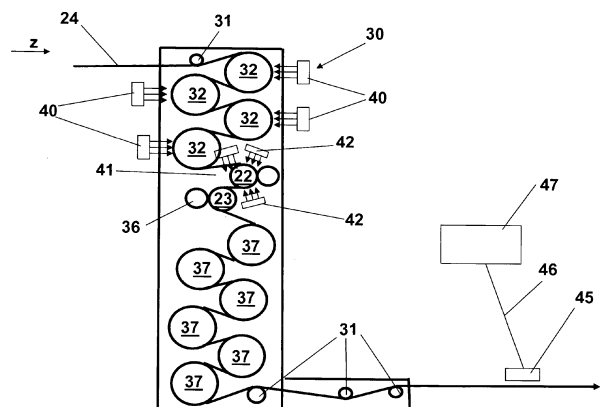
DE 22 42 285 A
US 3 662 821 A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Reckwerk und Verfahren zum Längen von Folienbahnen**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben und beansprucht werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Längen einer Folienbahn (24) entlang ihrer Längsrichtung (z),
– bei denen die Folienbahn (24) in einer Transportrichtung (z) über mehrere Walzen (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) geführt wird,
– und bei denen die Folienbahn (24) in zumindest einem Reckspalt (21) gelangt wird, der von mindestens zwei Walzen (22, 23, 33, 36) begrenzt wird, die mit unterschiedlicher Umfangsgeschwindigkeit betrieben werden.
Als neu und erfinderisch wird angesehen, dass die Bahn mit einem Temperaturgradienten (TG) versehen wird, der (TG) in der Richtung (x) quer zur Längsachse (z) der Folienbahn verläuft.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Reckwerk und ein Verfahren zum Längen von Folienbahnen. Mit Vorrichtungen dieser Art werden Folien gelängt. Das Wort Längen steht in diesem Zusammenhang für Recken oder Verstrecken von Folienbahnen. Zu diesem Zweck sind verschiedene Typen von Reckwerken bekannt geworden. Die in Zusammenhang mit der vorliegenden Druckschrift in Rede stehenden Reckwerke zeichnen sich durch eine Mehrzahl von Walzen aus, über die die zu längenden Folienbahnen geführt werden. Die Folienbahnen werden hierbei sowohl über einzelne Leitwalzen als auch durch Walzenspalte hindurchgeführt. Ein Teil dieser Walzen bildet so genannte Reckspalten. In diesen Reckspalten wird die Folienbahn gelängt, indem sich die Umfangsflächen aufeinander folgender Walzen mit in Folientransportrichtung zunehmender Geschwindigkeit bewegen. Die Druckschriften DE 10 2009 046 592 A1 und DE 10 2009 046 593 A1 zeigen Vorrichtungen dieser Art. Bei den dort gezeigten Vorrichtungen ist besonders auffällig, dass die Längung lediglich entlang der Längsrichtung der Folienbahnen stattfindet (monoaxiale Reckung oder Verstreckung). Die Längsrichtung der Folienbahnen fällt bei diesen Vorrichtungen mit der Transportrichtung derselben zusammen. Das Ergebnis einer Behandlung mit den genannten Vorrichtungen sind Folienbahnen, die in ihrer Längsrichtung an Länge gewinnen. Durch den Längungsprozess werden bei vielen Kunststoffen, insbesondere bei Polyalkylen, mechanische Eigenschaften der Folienbahnen verbessert. Zu diesen Eigenschaften gehört in erster Linie die Zugfestigkeit der Folienbahnen in der Richtung ihrer Längung. Bei dieser Verfahrensweise ist jedoch nachteilig, dass die Folienbahnen in den Raumrichtungen quer zu der Längungsrichtung nicht an Stabilität oder Zugfestigkeit gewinnen. Neben diesen bekannten und erwünschten Resultaten der Reck- oder Verstreckprozesse, die dem Kunststofftechniker bestens bekannt sind, werden insbesondere durch die Längung breiter Folienbahnen so genannte Neck-in-Prozesse ausgelöst. Ein Neck-in-Prozess führt dazu, dass die gelängte Folie am Rande der Folienbahnen dicker ist als in deren Mitte. Dieser Zustand ist unerwünscht. Aus diesem Grund schlägt die Druckschrift EP 2 277 681 A1 vor, das Profil der Folie bereits während der Folienproduktion so zu gestalten, dass die Abschnitte der Breite der Folienbahn, die später an den Rändern der gelängten Folienbahnen liegen, deutlich dünner hergestellt werden. Auf diese Weise soll den negativen Konsequenzen des Neck-in (dicke Folienränder) entgegen gewirkt werden. Zu den Nachteilen des vorgestellten Prozesses gehört, dass er in Bezug auf eine Blasfolienanlage vorgeschlagen wird. Bei einer solchen Blasfolienanlage wird zunächst ein Folienschlauch aus einer Ringsspalt Düse extrudiert. Normalerweise wird das Profil des Blasfolienschlauchs auf eine optimierte, über den Umfang des Folienschlauches konstante Dicke optimiert. Zum Zwecke der Regelung des Dickenprofils des Blasfolienschlauchs werden oft geregelte Kühlringe eingesetzt. Bei dem in der oben genannten Druckschrift vorgestellten Verfahren ist es nötig, an der Stelle des Schlauchumfangs, an der der Folienschlauch mit einem Messer aufgetrennt wird, bereits bei der Extrusion des Folienschlauches eine Dünnstelle herbeizuführen. Eine solche Dünnstelle soll gemäß der oben genannten Druckschrift herbeigeführt werden, indem der geregelte Kühlring der Blasfolienanlage im Bereich der späteren Dünnstelle eine höhere Temperatur herbeiführt als in den übrigen Bereichen des Folienschlauchumfangs. Diese Maßnahme erfordert jedoch eine große Heizleistung im Bereich der Dünnstelle und/oder eine dementsprechend große Kühlleistung in den übrigen Bereichen.

[0002] Damit erfordern die aufgelisteten Maßnahmen stärkere Kühl- oder Heizeinrichtungen als normalerweise in Blasfolienanlage verwendet werden. Darüber hinaus ist das Einprägen einer Dünnstelle durch eine erneute Wärmezufuhr in eine immer noch heiße Folienschmelze, die in der Folge wieder gekühlt werden muss, verfahrenstechnisch nachteilig.

[0003] Aus den genannten Gründen besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, den genannten Nachteilen abzuwehren.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Ansprüche 1 und 11 gelöst.

[0005] Die Erfindung lehrt demzufolge, Mittel zum Beaufschlagen der Folienbahnen mit einem Temperaturgradienten in einem Reckwerk zum Einsatz zu bringen. Die verfahrenstechnischen Nachteile des Standes der Technik werden auf diese Weise abgestellt. Darüber hinaus ist es möglich, effizientere weil direkter wirkende Mittel zum Übertragen von Temperatur in dem Reckwerk einzusetzen. Ein zusätzlicher Temperatureintrag oder eine zusätzliche Kühlung erfolgt in der Blasfolienanlage in der Regel mit Hilfe von Luft. Diese Luft wird in der Blasfolienanlage direkt nach der Extrusion der Folienschmelze ohnehin gebraucht, um die Schmelze oder die noch heiße Folie zu kühlen. Weitere, von dem Ziel der Produktion einer mit einem gleichmäßigen dicken Profil versehenen Folie, abweichende Kühl- oder Heizmaßnahmen müssen in der Blasfolienanlage selber zu verfahrenstechnischen Komplikationen führen. Überdies wird die Stellkraft bzw. der Stellbetrag der Foliendickenregelung für das Einprägen eines ungleichmäßigen Foliendickenprofils verbraucht, wenn die Lehre der EP 2 277 681 A1 zur Anwendung kommt. Eine Verlagerung einer wie auch immer gearteten Temperaturbe-

handlung in das Reckwerk, wie es die vorliegende Erfindung vorsieht, vermeidet diese Probleme. Wenn das in Rede stehende Reckwerk tatsächlich zum Recken von Folienbahnen verwendet wird, d. h., wenn die zu reckende Folie nach ihrer Extrusion bereits erkaltet ist, um dann gereckt zu werden, kann ein größerer Temperaturunterschied in der Folie erzeugt werden als in der gerade extrudierten Schmelze bzw. als in der gerade extrudierten Folie. Dies gilt natürlich auch für Folie, die in Flachfolienextrusionsanlagen hergestellt wird. Daher ist das erfindungsgemäße Reckwerk und das erfindungsgemäße Verfahren auch zum Weiterverarbeiten von Flachfolienbahnen vorteilhaft einsetzbar. Erfindungsgemäße Reckwerke können gerade extrudierte Flach- oder Blasfolie direkt längen, ohne dass die betreffende Folie stillsteht und/oder zum Beispiel auf eine Folienwickelhülse gespeichert wird. Neben einer solchen Inline-Weiterverarbeitung kommt natürlich auch eine Offline-Weiterverarbeitung in Frage, bei der die extrudierte Folie eine Zwischenspeicherung erfährt, bevor sie dem Reckwerk zugeführt wird.

[0006] Selbst wenn mit dem Reckwerk ein Verstreckvorgang durchgeführt werden soll, d. h. selbst wenn die Folie nach ihrer Produktion noch nicht völlig erkaltet ist, bevor sie erneut gelängt wird, ist die Empfindlichkeit der Folie und insbesondere der Folienoberfläche deutlich geringer als unmittelbar nach ihrer Extrusion. Wie bereits erwähnt findet der Längungsprozess in Reckspalten statt, die zwischen zumindest zwei mit unterschiedlicher Umfangsgeschwindigkeit betriebenen Walzen liegen. Die den Reckspalt begrenzenden Walzen sind in der Regel Bestandteil von Walzenpaaren, d. h., die Folie durchheilt vor und/oder nach Erreichen des Reckspalts einen Walzenspalt. Durch den Druck in dem Walzenspalt ist die Gefahr eines Rutschens der Folienbahnen auf der angetriebenen Walze geringer als bei einer einzelnen Walze. Als Folge wird die Bahn einer stärkeren und gleichmäßigeren Längskraft während des Reckprozesses ausgesetzt.

[0007] Es ist vorteilhaft, zumindest Teile der Mittel zum Beaufschlagen der Folienbahnen mit einem Temperaturgradienten entlang der Transportrichtung der Folienbahnen dem zumindest einen Reckspalt unmittelbar vorzulagern. Insbesondere, wenn das Einbringen des Temperaturgradienten mit einem erneuten Temperatureintrag einhergeht, sollte vermieden werden, dass die erneut aufgeheizte Folie mit ihrer empfindlicheren Oberfläche über eine Mehrzahl von Walzen geführt wird, bevor sie dem Zweck ihres Transports durch das Reckwerk, der Längung, zugeführt wird. Alternativ oder ergänzend können zumindest Teile der Mittel zum Beaufschlagen der Folienbahnen mit dem Temperaturgradienten in die Walzen des Reckwerks integriert werden. Die in dieser Art fortgebildeten Walzen können die Walzen sein, die Reckspalte begrenzen. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die in der Bahntransportrichtung erste Walze oder das erste Walzenpaar, das in Bahntransportrichtung einen Reckspalt begrenzt, in dieser Weise weitergebildet ist. Walzen, die im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung vorteilhaft einsetzbar sind, können segmentiert sein. So kann die betreffende Walze eine gegebenenfalls gummierte Metalloberfläche aufweisen, wobei die Oberfläche in ringartige Metallsegmente unterteilt ist, zwischen denen Isolationselemente eingebracht sind oder schlicht ein Abstand besteht. Die erwähnten ringartigen Metallelemente können durch geeignete Heizelemente im Inneren der Walzen geheizt werden. Zu solchen Heizelementen gehören Heizpatronen.

[0008] Es kommt jedoch auch eine indirekte Heizung von Walzenbestandteilen mit Induktionsverfahren oder Strahlungsverfahren in Frage. In den verschiedenen Reckwerken sind oft unterschiedliche Temperiervorrichtungen vorhanden. Oft wird eine bereits völlig erkaltete Folienbahn erneut temperiert, was bedeuten kann, dass die Folienbahn mit Heizmitteln, zu denen auch heiße Ölbäder gehören können, auf eine Recktemperatur gebracht wird, die oft nur geringfügig unterhalb der Extrusionstemperatur liegt. Gerade im Zusammenhang mit solchen Reckwerken ist es vorteilhaft, wenn Teile der Bahnbreite bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens gekühlt werden. Eine Kühlung der Folienbahnen bietet sich insbesondere in dem in der Richtung der Folienbreite mittleren Bereich an. Zum Kühlen der Bahn kann Wasser zum Einsatz kommen. Es ist jedoch auch denkbar, segmentweise temperierbare Walzen mit Pelletierelementen auszustatten. Auch heiße oder kalte Luft stellt ein mögliches Temperierungsmittel dar. Hierbei kann die betreffende Temperierungsluft, beispielsweise unter Verwendung von Gebläsen und Düsen, gegen die Folienbahnen geblasen werden.

[0009] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Folienbahnen mit einem Temperaturgradienten versehen, der in der Richtung quer zur Längsachse der Folienbahnen verläuft. Diese Maßnahme wird ergriffen, während die Folienbahnen von den Walzen transportiert werden. Auf diese Weise findet das Verfahren in einem Reckwerk statt. Wie bereits erwähnt wird die Temperatur in den Außenbereichen der laufenden Folienbahnen in der Regel höher sein als in der Bahnmitte. Alternativ oder ergänzend zu den Maßnahmen, die die Temperatur der Bahn betreffen, können Maßnahmen ergriffen werden die mechanisch auf die Bahn einwirken. Zu diesen Maßnahmen gehört es, zumindest eine Walzen, die an der Bildung eines Walzenspalts beteiligt ist, derart zu einer anderen Walze zu positionieren, dass der Druck, der in dem Walzenspalt auf die Bahn ausgeübt wird, an zumindest einer Seite der Bahn höher ist als in den übrigen Bereichen der betreffenden Bahnbreite. Dies kann durch eine spezielle Formung des Querschnittes dieser Walze geschehen, es ist jedoch auch möglich,

die Walzenachsen in einer von der Parallelität abweichenden Weise gegeneinander zu positionieren. Auf diese Weise kann zunächst eine und dann in einem weiteren Walzenspalt die andere Seite der Folienbahnen mit einem höheren Druck beaufschlagt werden.

[0010] Eine weitere Einwirkungsmöglichkeit besteht darin, die Reibung zwischen der Folienbahn und der Oberfläche von Walzen des Reckwerks in der axialen Richtung der Walzen zu variieren, also auch mit einem Gradienten zu versehen. Auch die Folienbahn selber kann entlang ihrer Breite mit unterschiedlichen Reibungseigenschaften versehen werden.

[0011] So können die Reibungseigenschaften von Walzenumfangsflächen über die axiale Länge der Walze variiert werden. Insbesondere wenn die Haftreibung zwischen der Folienbahn und den axialen Enden der Walzen höher ist als die betreffende Haftreibung in der Mitte der Walze bzw. der Folienbahn lassen sich Vorteile erzielen.

[0012] Eine weitere vorteilhafte Maßnahme besteht darin, Walzen zu verwenden, die insbesondere an ihren axialen Enden mit einer Oberfläche versehen sind, wie sie normalerweise bei Breitstreckwalzen Verwendung findet. Breitstreckwalzen sind derart geformt, dass sie der auf der Breitstreckwalze transportierten Folienbahn während des Kontaktes zwischen der Folienbahn und der Breitstreckwalze Kräfte vermitteln, die in die axiale Richtung der Breitstreckwalze bzw. in die Richtung quer zur Transportrichtung der Folienbahnen wirken.

[0013] Weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung gehen aus der gegenständlichen Beschreibung und den Ansprüchen hervor. Die einzelnen Figuren zeigen:

[0014] [Fig. 1](#) Eine Skizze eines Reckspalts

[0015] [Fig. 2](#) Den Querschnitt einer ungelängten Folie

[0016] [Fig. 3](#) Den Querschnitt einer gelängten Folie

[0017] [Fig. 4](#) Den gewünschten Querschnitt einer gelängten Folie

[0018] [Fig. 5](#) Ein Reckwerk nach dem Stand der Technik

[0019] [Fig. 6](#) Ein erfindungsgemäßes Reckwerk

[0020] [Fig. 7](#) Eine Verteilung der Folientemperatur über die Folienbreite

[0021] [Fig. 1](#) zeigt eine Skizze eines Reckspalts **21**, der von den Walzen **22** und **23** begrenzt wird. Die aus der Bildebene einlaufende Folienbahn **24** umschlingt zunächst die Walze **22**, die eine erste Umfangsgeschwindigkeit besitzt. Die Folienbahn **24** durchquert dann den Reckspalt und erreicht schließlich die Oberfläche der Walze **23**, die **23** eine Umfangsgeschwindigkeit aufweist, die höher ist als die Umfangsgeschwindigkeit der Walze **22**. Aufgrund der Differenz der Umfangsgeschwindigkeiten wird die Bahn **24** in dem Reckspalt **21** gelängt. In [Fig. 1](#) ist zu sehen, dass sich die Breite der Folienbahnen **24** durch den angesprochenen Längungsprozess von der Breite B_1 auf die Breite B_2 verjüngt. Die Randbereiche **27** und **26** der Folienbahn **24** sind anders dargestellt als die Bereiche in der Mitte der Bahn **24**, um den nachfolgend dargestellten Neck-in der Folie **24** zu zeigen. Die [Fig. 2–Fig. 4](#) zeigen unterschiedliche Folienprofile und tragen auf diese Weise zum Verständnis des Neck-in-Prozesses bei. [Fig. 2](#) zeigt das Profil einer neuen Folie **24** vor dem Recken. [Fig. 3](#) zeigt das Profil einer gelängten Folie **26**, die in den Randbereichen **27** und **26** eine größere Folienstärke aufweist als in dem Mittelbereich. [Fig. 4](#) zeigt wieder ein Folienprofil gleichmäßiger Stärke und symbolisiert auf diese Weise ein Folienprofil, das sich der Folienhersteller auch von seiner gelängten Folie erhofft.

[0022] [Fig. 5](#) zeigt eine Funktionsskizze eines Reckwerks **30** des Standes der Technik. Die Folienbahnen **24** laufen entlang der Bahntransportrichtung z in das Reckwerk **30** ein. Hier wird es zunächst von der Leitwalze **31** zu den Heizwalzen **32** geführt, die jeweils mit dem Bezugszeichen **32** bezeichnet sind. Die Aufgabe der Heizwalzen **32** besteht darin, bereits völlig oder teilweise erkaltete Folienbahnen **24** wieder auf eine Temperatur zu bringen, die für einen Reck- oder Verstreckprozess ausreicht. Von Reckwerken des Standes der Technik werden in der Regel Reckprozesse ausgeführt, d. h. dass die Folie eben bereits erkaltet ist und wieder auf Recktemperatur gebracht werden muss. Verstreckprozesse, wie sie zum Beispiel bei der Blasfolienextrusion zum Tragen kommen, sind bei der Verwendung von Reckwerken eher selten anzutreffen, aber denkbar (insbesondere, wenn das Reckwerk inline einer Folienextrusionsanlage folgt).

[0023] Insbesondere, wenn einer Extrusionsanlage direkt ein erfindungsgemäßes Reckwerk nachgeordnet ist, d. h. wenn das Recken „in-line“ geschieht, dürfte es möglich sein, von einem Verstreckprozess auch im Zusammenhang mit einem Reckwerk zu sprechen. Dies ist jedoch eher eine Definitions- als eine technische Frage.

[0024] Nachdem die Folienbahn **24** in dem Bereich der Heizwalzen **28** wieder auf eine Recktemperatur gebracht worden ist, läuft sie in den Bereich der Reckwalzen **22** und **33** ein und durchquert den Spalt zwischen diesen beiden Walzen **22**, **33**. Daraufhin durchläuft die Folienbahn **24** den Reckspalt **21**, um dann die Oberfläche der Reckwalze **23** zu erreichen und den Reckspalt **21** zu verlassen. Diese Reckwalze **23** bildet wieder mit der Reckwalze **36** einen Walzenspalt. Durch die bereits erwähnte unterschiedliche Umfangsgeschwindigkeit des ersten Walzenpaares **22**, **33** gegenüber dem zweiten Walzenpaar **23**, **36** wird die Folienbahn **24** in dem Reckspalt **21** gelängt.

[0025] Die Folienbahn **24** erreicht dann den Bereich **29** der jeweils mit dem Bezugszeichen **37** bezeichneten Kühlwalzen, in dem die Folienbahn **24** wieder abgekühlt wird. Nach dem Verlassen dieses Bereichs **29** hat die Folienbahn **24** wieder eine etwas niedrigere Temperatur erreicht, so dass ihre Oberfläche den Transport über die Leitwalze **31** in der Transportrichtung z ohne weitere Schäden überstehen kann und schlussendlich beispielsweise einer nicht dargestellten Wickelstelle oder einer ebenfalls nicht dargestellten Weiterverarbeitungsmaschine zugeführt werden kann.

[0026] Die [Fig. 6](#) zeigt eine Funktionsskizze eines Reckwerks **30**, das gemäß der erfindungsgemäßen Lehre weitergebildet worden ist. Die dem Fachmann bereits bekannten Funktionskomponenten dieses Reckwerks **30** wie die Heizwalzen **32** und die Kühlwalzen **37** sind mit denselben Bezugszeichen versehen wie die entsprechenden Funktionskomponenten des Reckwerks **30** in [Fig. 5](#). Zusätzlich zu diesen Funktionskomponenten sind jedoch verschiedene Mittel zum Beaufschlagen der Folienbahn **24** mit einem Temperaturgradienten in die [Fig. 6](#) eingezeichnet. Diese Mittel werden nachstehend beschrieben:

Folgt man dem Weg der Folienbahn **24** durch das Reckwerk **30** in der Bahnaufrichtung z, so fallen zunächst die Magnetfelderzeuger **40** auf, die in einer Arbeitsstellung zu den Heizwalzen **32** stehen. Mit diesen Magnetfelderzeugern **40** werden magnetische Wechselfelder erzeugt. Hierbei ist der Abstand, den diese Magnetfelderzeuger gegenüber der Walzenoberfläche einnehmen, geringer als er in [Fig. 6](#) erscheint. Durch das magnetische Wechselfeld werden unterhalb der Folienbahnen **24** und unterhalb der nicht dargestellten Gummierung der in ihrem Inneren aus Metall bestehenden Heizwalzen **32** Wirbelströme induziert, so dass sich die Walzenoberfläche erhitzt. Dieses Funktionsprinzip ist auch von Induktionsherden bekannt. Die Heizwalzen **32** des in [Fig. 6](#) dargestellten Reckwerks **30** sind in der axialen Richtung x der Walzen **32** segmentiert, und die betreffenden in axialer Richtung aufeinander abfolgenden Segmente sind thermisch und elektrisch voneinander getrennt.

[0027] Auch die Magnetfelderzeuger **40** sind in der axialen Richtung x der Walzen **32**, die der Richtung x entspricht, in der die Breite der Folienbahnen **24** verläuft, segmentiert. Auf diese Weise ist es möglich, jedem axialen Segment einer Heizwalze **32** eine spezielle Wärmeenergie zuzuführen und auf diese Weise die Walzenoberfläche mit einem Temperaturgradienten zu versehen. Alternativ oder ergänzend zu dieser Art der Beheizung können die Heizwalzen **32** auch in ihrem Inneren mit weiteren Heizmitteln ausgestattet sein. Diese Heizmittel können wieder derart angeordnet und mit der Walzenoberfläche thermisch verbunden sein, dass sie einzelne axiale Walzensegmente individuell bevorzugt beheizen, oder sie können als gemeinsame Heizvorrichtung der jeweiligen Walze ausgebildet sein. In ersterem Fall würden diese zusätzlichen Heizmittel wieder als Mittel zum Beaufschlagen der Folienbahn **24** mit einem Temperaturgradienten gelten. In letzterem Fall wäre die Verwendung der Heizmittel nützlich, um alle Bereiche der Folienbahnbreite auf eine ausreichende Recktemperatur zu bringen.

[0028] Die nächsten Mittel zum Beaufschlagen der Folienbahnen mit einem Temperaturgradienten, die auf dem Wege der Folienbahn **24** durch das Reckwerk **30** in Folientransportrichtung z auffallen, sind die Infrarotstrahler **42**. Auch die Infrarotstrahler **42** sind entlang der Richtung x segmentiert und können auf diese Weise einen Temperaturgradienten in die Folienbahn **24** einbringen. Der Einwirkbereich der Infrarotstrahler **42** ist in Bahnaufrichtung dem Beginn des Reckspaltes **21** unmittelbar vorgelagert. Dies ist vorteilhaft. Es empfehlen sich Abstände zu dem Spalt zwischen den Walzen **22** und **33**, die geringer als 40 cm sind. Noch vorteilhafter sind Abstände, die geringer als 30 oder 20 cm sind. Am Ausgang des Spaltes zwischen den Walzen **22** und **33** gerät die Folienbahn **24** in den Einflussbereich weiterer Infrarotstrahler **42**. Über die Funktionsweise dieser Infrarotstrahler braucht nichts Ergänzendes gesagt zu werden. Vorteilhafterweise werden sie derart angeordnet, dass die Bahn beim Verlassen der Walze **22** im Einwirkbereich der Infrarotstrahler **42** liegt.

[0029] Die nächsten Mittel zum Beaufschlagen der Folienbahn mit einem Temperaturgradienten, die auf dem Weg der Bahn **42** liegen, sind die Heißluftdüsen **41**. Diese **41** zielen direkt auf die Folienbahn **24** auf ihrem Weg durch den Reckspalt **21**. Durch die Extrusion von Luft unterschiedlicher Temperatur entlang der Breite x der Bahn **24** und oder durch die Extrusion unterschiedlicher Luftvolumina pro Längeneinheit der Bahnbreite kann ebenfalls ein Temperaturgradient in die Folienbahn **24** entlang ihrer Breite x eingeprägt werden. Schließlich erreicht die Folienbahn **24** den Spalt zwischen den Walzen **36** und **23** und verlässt den Reckspalt **21**. Sie **24** gelangt in den Bereich **29** der Kühlwalzen **37**, der **29** in der Regel genauso gestaltet sein wird wie beim Stand der Technik. Es kann jedoch vorteilhaft sein, Bereiche der Folienbahn **24**, die im Bereich der Heizwalzen **32** oder des Reckspalte **21** stärker erhitzt worden sind, stärker zu kühlen. Also ist es auch hier vorteilhaft, die Kühlleistung, mit der die Folienbahn **24** beaufschlagt wird, in axialen Segmenten der Walzen **37** bzw. entlang der Folienbreite unterschiedlich zu gestalten. Die restlichen Funktionskomponenten des Reckwerks **30** funktionieren genauso wie bereits in Bezug auf das Reckwerk **30** in [Fig. 5](#) beschrieben.

[0030] In [Fig. 7](#) ist ein vorteilhafter Verlauf **50** der Folientemperatur t entlang der Raumrichtung x der Folienebreite gezeigt. Ein solcher zu beiden Seiten der Folienbahn gleichmäßiger Verlauf der Folientemperatur T entlang der Richtung x der Folienebreite ist vor allem dann vorteilhaft, wenn die Vorrichtung seit längerer Zeit unter diesen Bedingungen arbeitet und befriedigende Ergebnisse erzielt. Wie die Ergebnisse der Steuerung der Foliendicke in dem Reckwerk **30** kontrolliert werden können, ist in [Fig. 6](#) gezeigt. Hier kontrolliert eine Sensorvorrichtung **45** die Foliendicke. Zur Kontrolle des foliendicken Profils gerade extrudierter Folie sind eine Reihe von Sensorvorrichtungen bekannt. So existieren Kapazitäten für Sensoren, aber es ist auch möglich, die Transmission von Strahlung (zum Beispiel Infrarotstrahlung oder Betastrahlung) zu messen. Da die Folienbahn **24** im Messbereich der Sensorvorrichtung **45** flach liegt, bietet es sich an, eine Sensorvorrichtung zu verwenden, die entlang der Folienebreite traversiert. Die Sensorvorrichtung **45** kann ihre Messergebnisse über die Signalleitung **46** der Steuervorrichtung **47** mitteilen. Die Steuervorrichtung kann Bestandteil eines Maschinencomputers sein, der die verschiedensten Funktionskomponenten des Reckwerks **30** steuern kann. Auf diese Weise lässt sich, unter Verwendung der vorgenannten Funktionskomponenten **45**, **46** und **47**, eine Regelung der Foliendicke bzw. des Foliendickenprofils nach einem Sollwert durchführen. So kann die Steuervorrichtung **47** über nicht gezeigte Signalleitungen oder moderne Kommunikationsmittel wie WLAN-Netzwerke aufgrund des von der Sensorvorrichtung gemessenen Dickenprofils Steuerbefehle an die verschiedenen Mittel zum Erzeugen eines Temperaturgradienten weitergeben. Auf diese Weise kann die Steuervorrichtung zum Beispiel die Folientemperatur in einem Bereich der Folienebreite x erhöhen, wenn die Foliendicke einen Sollwert überschreitet. Im umgekehrten Fall kann die Steuervorrichtung die Heizleistung herabsetzen oder Steuerbefehle an Kühlelemente erteilen, um die Folientemperatur herabzusetzen. Ein weiterer Bestandteil der dargestellten computerimplementierbaren Regelungsverfahren kann in der Anpassung der Folientransportgeschwindigkeit durch das Reckwerk **30** bestehen.

[0031] So erscheint es vorteilhaft, die Folientransportgeschwindigkeit herabzusetzen, wenn die Abweichungen der Foliendicke von einem Sollwert einen Schwellwert überschreiten. Auf diese Weise kann den Mitteln zum Beaufschlagen der Folienbahn **24** mit einem Temperaturgradienten mehr Zeit zur Anpassung der Temperatur eingeräumt werden.

[0032] Es ist ebenfalls vorteilhaft, in einem solchen Fall das Reckverhältnis, das heißt das Verhältnis zwischen den Umfangsgeschwindigkeiten der den oder die Reckspalte **21** begrenzenden Walzen beizubehalten. Auf diese Weise ist es möglich, auch bei größeren Schwankungen der Foliendicke schnell zu reagieren, die Folienproduktion aufrechtzuerhalten und eine gute Folienqualität zu erreichen. Insbesondere in dem zuletzt beschriebenen Fall empfiehlt es sich, zwischen der Folienextrusionsanlage und einem erfindungsgemäßen Reckwerk **30** Bahnspeichervorrichtungen durchzuführen, wenn die Folienextrusionsanlage und das Reckwerk **30** im In-linebetrieb betrieben werden sollen. Aus den vorstehend aufgeführten Tatsachen ergibt sich auch, dass sich die vorliegende Erfindung auch an Reckwerken **30** mit mehreren Reckspalten **21** vorteilhaft einsetzen lässt.

[0033] An dieser Stelle ist noch einmal zu erwähnen, dass es sich als vorteilhaft erwiesen hat, den Temperaturgradienten direkt in die Folienbahn einzubringen, während diese zwischen zwei Walzen transportiert wird. Besonders vorteilhaft ist hier eine derartige Temperaturbeaufschlagung im Reckspalt selber. Eine weitere vorteilhafte Weiterbildungsmöglichkeit der Erfindung lässt sich durch die Verwendung von Walzen in dem Reckwerk erreichen, die auf ihrer Oberfläche mit einer Temperatur isolierenden Schicht versehen sind. Solche Walzen begrenzen vorteilhafterweise den Reckspalt, dort wo die Bahn in ihn einläuft.

Bezugszeichenliste

20	
21	Reckspalt
22	(In Bahnlaufriichtung erste) Walze, die den Reckspalt begrenzt
23	(In Bahnlaufriichtung zweite) Walze, die den Reckspalt begrenzt
24	Folienbahnen/Bahn
25	
26	Rechter Randbereich der Bahn
27	Linker Randbereich der Bahn
28	Bereich der Heizwalzen
29	Bereich der Kühlwalzen
30	Reckwerk
31	Leitwalze
32	Heizwalze
33	Reckwalze
34	
35	
36	Reckwalze
37	Kühlwalze
38	
39	
40	Magnetfelderzeuger
41	Heißluftdüse
42	Infrarotstrahler
43	
44	
45	Sensorvorrichtung
46	Signalleitung
47	Steuervorrichtung
48	
49	
50	Verlauf der Folientemperatur über die Folienbreite (Graph)
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	

60	
B1	Breite der ungelängten Bahn
B2	Breite der gelängten Bahn
z	Bahnaufrichtung
x	Raumrichtung quer zu der Bahnaufrichtung
t	Folientemperatur
TG	Temperaturgradienten

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102009046592 A1 [0001]
- DE 102009046593 A1 [0001]
- EP 2277681 A1 [0001, 0005]

Patentansprüche

1. Reckwerk (30) zum Längen einer Folienbahn (24) entlang ihrer Längsrichtung (z),
 - das (30) mehrere Walzen (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) umfasst, über die eine Folienbahn (24) in einer Transportrichtung (z) entlang ihrer Längsrichtung (z) führbar ist,
 - und das (30) zumindest einen Reckspalt (21) enthält, der von zumindest zwei Walzen (22, 23, 33, 36) begrenzt wird, die mit unterschiedlicher Umfangsgeschwindigkeit antreibbar sind, gekennzeichnet durch Mittel (40, 41, 42) zum Beaufschlagen der Folienbahn (24) mit einem Temperaturgradienten (TG), der (TG) in der Richtung (x) quer zur Längsachse (z) der Folienbahn verläuft.
2. Reckwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest Teile der Mittel (40, 41, 42) zum Beaufschlagen der Folienbahn (24) mit einem Temperaturgradienten (TG) in der Transportrichtung (z) der Folienbahn (24) dem zumindest einen Reckspalt (21) vorgelagert sind.
3. Reckwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest Teile der Mittel (40, 41, 42) zum Beaufschlagen der Folienbahn (24) mit einem Temperaturgradienten (TG) Bestandteil zumindest einer der Walzen (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) sind, über die die Folienbahn (24) führbar ist.
4. Reckwerk nach dem vorstehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest Teile der Mittel (40, 41, 42) zum Beaufschlagen der Folienbahn (24) mit einem Temperaturgradienten (TG) Bestandteile zumindest einer der Walzen (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) sind, die den Reckspalt (21) begrenzen.
5. Reckwerk nach dem vorstehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest Teile der Mittel (40, 41, 42) zum Beaufschlagen der Folienbahn (24) mit einem Temperaturgradienten (TG) Bestandteile zumindest einer der Walzen (22, 23, 33, 36) sind, die den Reckspalt (21) begrenzen und die dem Reckspalt (21) in Transportrichtung (z) der Folie vorgelagert ist.
6. Reckwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (40, 41, 42) zum Beaufschlagen der Folienbahn (24) mit einem Temperaturgradienten (TG) Walzen (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) umfassen, die in ihrer axialen Richtung (x) unterschiedlich temperierbar sind.
7. Reckwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (40, 41, 42) zum Beaufschlagen der Folienbahn (24) mit einem Temperaturgradienten (TG) Kühlmittel und/oder Heizmittel (40, 41, 42) umfassen.
8. Reckwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (40, 41, 42) zum Beaufschlagen der Folienbahn (24) mit einem Temperaturgradienten (TG) Temperaturstrahler (42), Induktionsmittel (40) oder Heißluftgebläse (41) umfassen.
9. Reckwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (40, 41, 42) zum Beaufschlagen der Folienbahn (24) mit einem Temperaturgradienten (TG) Kühlmittel umfassen
10. Reckwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch zumindest eine Walze (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) zum Transport der Folienbahn (24), die mit einer Umfangsfläche ausgestattet ist, deren Haftreibung sich in der axialen Richtung (x) der Walze (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) verändert.
11. Verfahren zum Längen einer Folienbahn (24) entlang ihrer Längsrichtung (z),
 - bei dem die Folienbahn (24) in einer Transportrichtung (z) über mehrere Walzen (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) geführt wird,
 - und bei dem die Folienbahn (24) in zumindest einem Reckspalt (21) gelangt wird, der von mindestens zwei Walzen (22, 23, 33, 36) begrenzt wird, die mit unterschiedlicher Umfangsgeschwindigkeit betrieben werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Bahn mit einem Temperaturgradienten (TG) versehen wird, der (TG) in der Richtung (x) quer zur Längsachse (z) der Folienbahn verläuft.
12. Verfahren nach dem vorstehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur (t) in der Richtung (x), die quer zur Längsachse (z) der Folienbahn (24) verläuft, in den Außenbereichen der Folienbahn (26, 27) auf eine höhere Temperatur (t) gebracht wird als in der Bahnmitte.

13. Verfahren nach dem vorstehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Folienbahn (24) in der Richtung (x), die quer zur Längsachse (z) der Folienbahn (24) verläuft, in den Außenbereichen (26, 27) der Folienbahn (24) geheizt und/oder in der Bahnmitte gekühlt wird.

14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Folienbahn (24) durch zumindest einen Walzenspalt (21) geführt wird, in dem auf die Außenbereiche (26, 27) der Folienbahn (24) ein höherer Druck ausgeübt wird als auf die Bahnmitte.

15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Folienbahn zumindest von einer Walze (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) geführt wird,
- welche mit den Außenbereichen (26, 27) der Folienbahn (24) stärker reibt als mit der Bahnmitte.

16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Folienbahn (24) zumindest von einer Walze (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) geführt wird,
- welche (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) mit den Außenbereichen (26, 27) der Folienbahn (24) stärker reibt als mit der Bahnmitte.

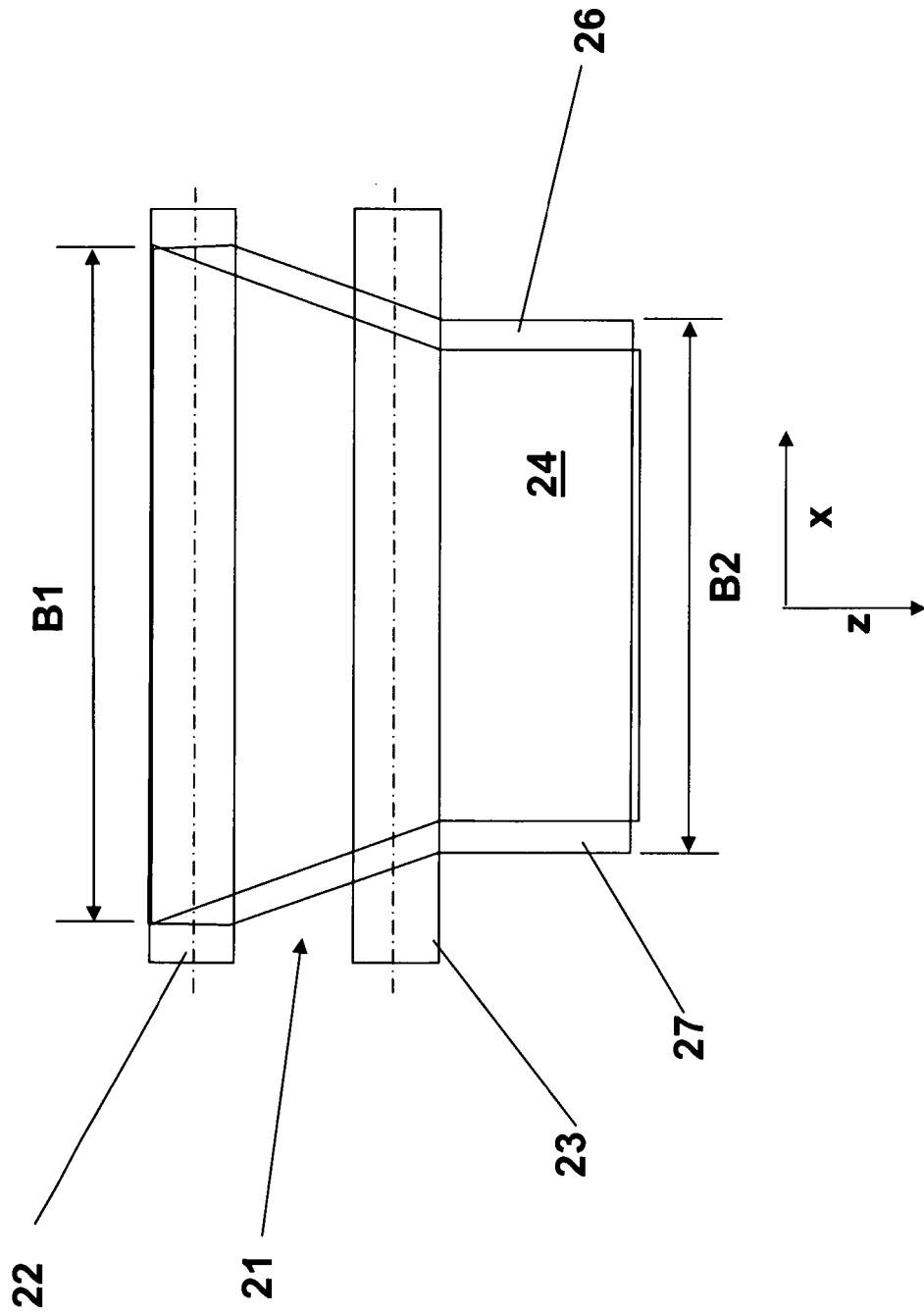
17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Folienbahn (24) zumindest von einer Walze (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) geführt wird,
- welche mit einer Umfangsfläche ausgestattet ist, die zumindest einen Randbereich (26, 27) der Folienbahn (24) mit einer größeren Kraft in der axialen Richtung (x) der Walze (22, 23, 31, 32, 33, 36, 37) beaufschlagt als den mittleren Bereich der Folienbahn (24).

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1



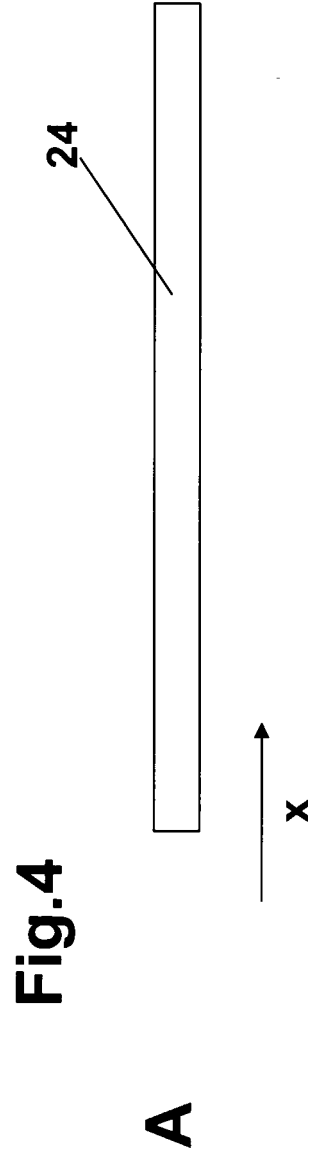
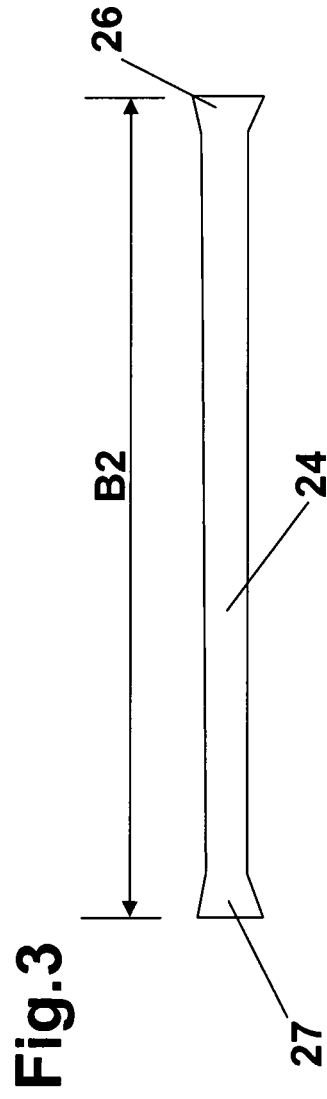
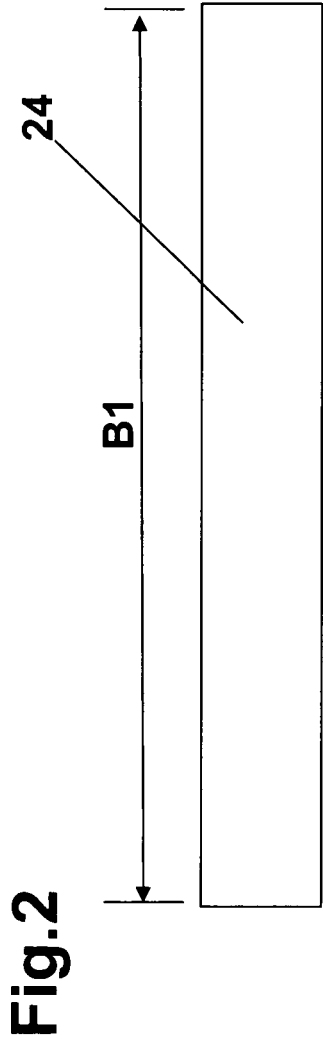


Fig.5 Stand der Technik

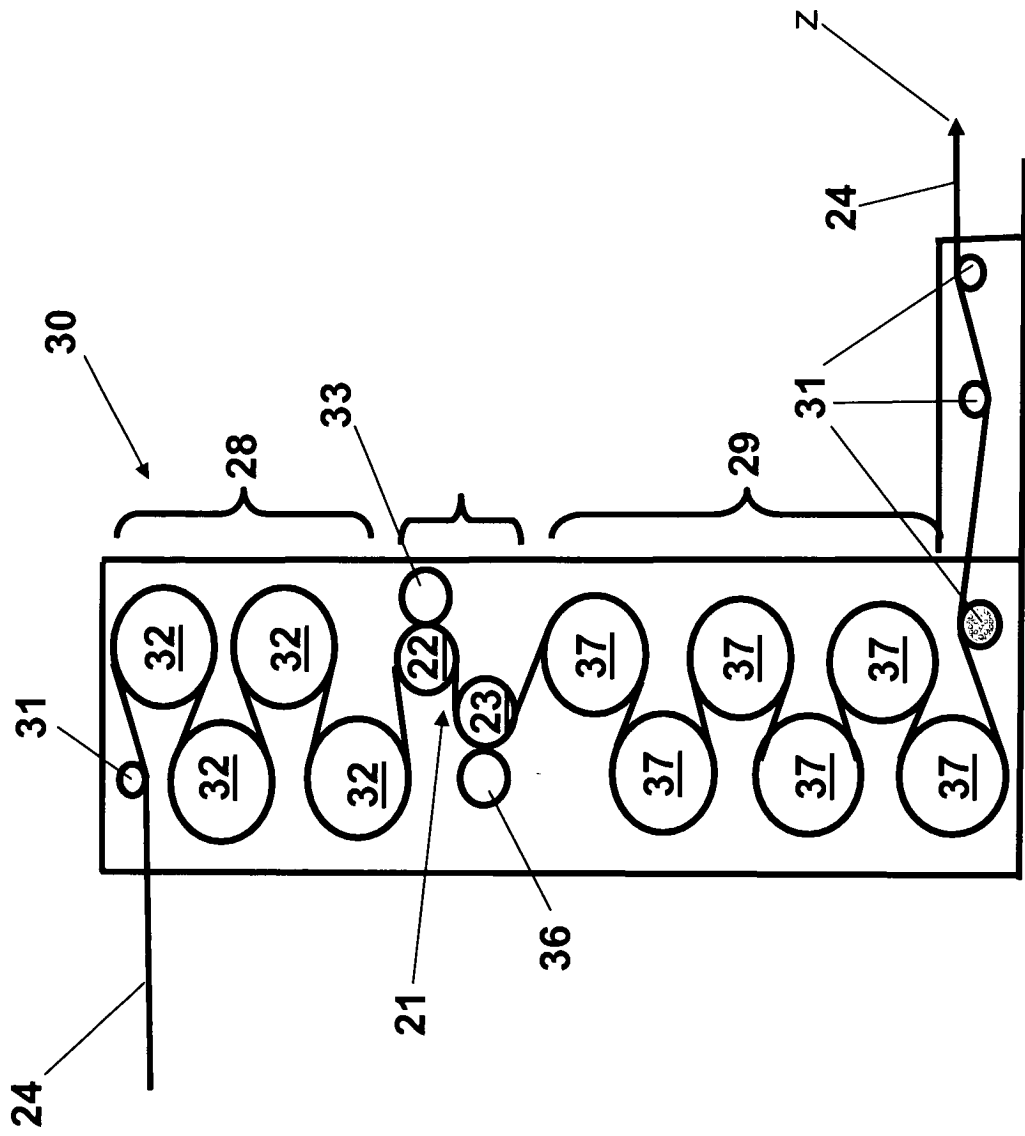


Fig.6

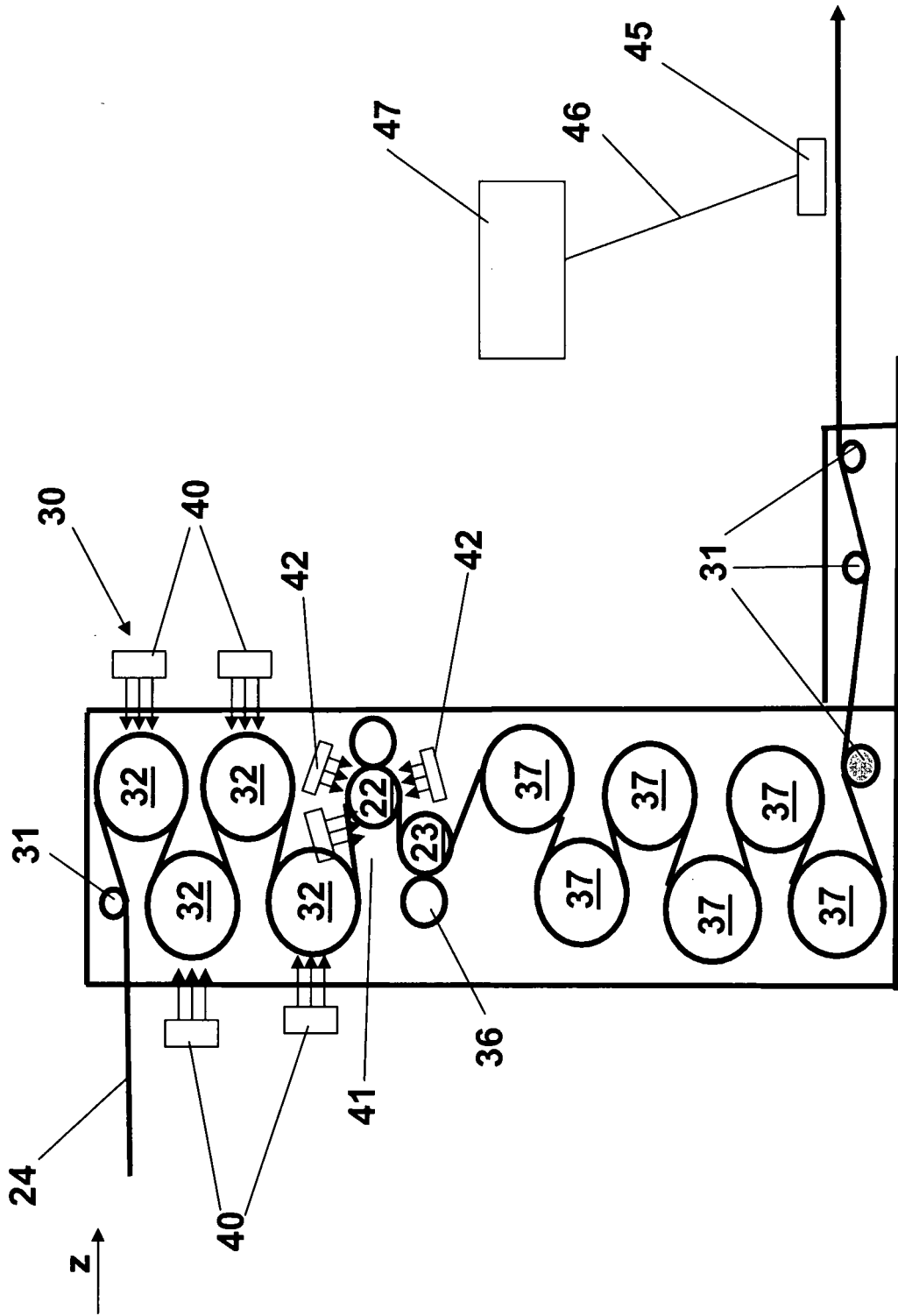


Fig.7

