



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2006 054 980 B4 2008.08.14**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 054 980.5**  
 (22) Anmeldetag: **22.11.2006**  
 (43) Offenlegungstag: **05.06.2008**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **14.08.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B65H 54/52 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Georg Sahn GmbH & Co. KG, 37269 Eschwege, DE**

(74) Vertreter:  
**Rehberg Hüppe + Partner, 37073 Göttingen**

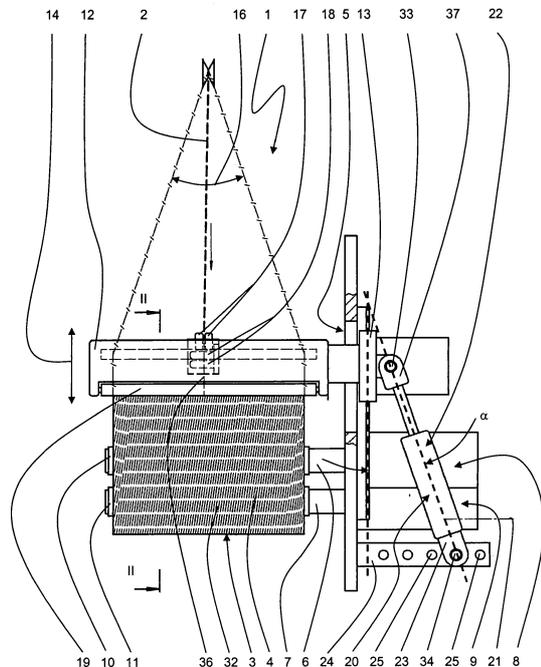
(72) Erfinder:  
**Ludwig, Markus, 37269 Eschwege, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE10 2005 005096 A1**  
**DE10 2005 003334 A1**  
**DE10 2004 032514 A1**  
**DE 197 05 262 A1**  
**DE 102 53 489 A1**  
**DE 41 21 775 A1**  
**DE 601 16 243 T2**  
**US 36 72 584 A**  
**US 36 72 583 A**  
**EP 12 13 246 B1**

(54) Bezeichnung: **Spulmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Spulmaschine (1) zum Aufwickeln eines Fadens (2) zu einem Fadenwickel (4).

Beispielsweise für das Aufwickeln eines Fadens (2) aus Kohlenstofffasern kann es wünschenswert sein, dass eine Anpresskraft zwischen einer Anpresswalze (19) und dem Fadenwickel (4) mit zunehmendem Durchmesser des Fadenwickels (4) abnimmt. Erfindungsgemäß ist ein Aktuator (20), der einer Beeinflussung der Anpresskraft dient, unter einem Winkel ( $\alpha$ ) gegenüber einem Freiheitsgrad (14) der Anpresswalze (19) geneigt. Der Winkel ( $\alpha$ ) ändert sich automatisch mit einer Vergrößerung des Durchmessers des Fadenwickels (4). Die Kraftkomponente des Aktuators (20), die in Richtung des Freiheitsgrads (14) wirkt, verringert sich automatisch in Abhängigkeit des Winkels ( $\alpha$ ). Erfindungsgemäß kann auch für eine konstante Kraft des Aktuators (20) auf konstruktiv einfache Weise eine automatische Anpassung der Anpresskraft an den Durchmesser des Fadenwickels (4) erzielt werden.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Spulmaschine zum Aufwickeln eines Fadens zu einem Fadenwickel gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Aus EP 1 213 246 B1 ist eine Spulmaschine zum Aufwickeln eines Fadens zu einem Fadenwickel bekannt. Die Spulmaschine besitzt einen um eine horizontale Achse verdrehbaren Revolverkopf in Form einer Scheibe, von der sich auf dem Umfang gegenüberliegend auskragend zwei separat antreibbare Spindeln erstrecken. Mit Rotation der Spindeln kann der Faden zu einem Fadenwickel aufgewickelt werden. Während eine Spindel in einer oberen Position mit einem Fadenwickel versehen wird, kann von der Spindel in der unteren Position die Spule mit dem Fadenwickel entfernt werden und die Spindel für einen neuen Wickelvorgang vorbereitet werden, beispielsweise durch Aufstecken einer Hülse auf die Spindel. Mit Fertigstellung des Fadenwickels im Bereich der oberen Spindel und der Vorbereitung der unteren Spindel kann der Revolverkopf um ca. 180° gedreht werden und ein neuer Wickelvorgang initiiert werden. Ein Faden wird der Spule bzw. dem Fadenwickel im Bereich des Kontakts einer Anpresswalze mit dem Fadenwickel zugeführt. Die Anpresswalze ist verdrehbar gegenüber einem Rahmen gelagert, der einen vertikalen translatorischen Verschiebe-Freiheitsgrad aufweist, wobei der Rahmen über zwei vertikal orientierte Führungsstangen geführt ist. Zwischen den Rahmen und ein Gehäuse der Spulmaschine ist ein Aktuator zwischengeschaltet, der als Druckzylinder ausgebildet ist und in Richtung des Freiheitsgrads eine Kraft auf den Rahmen ausübt. Die Anpresskraft der Anpresswalze an den Fadenwickel ergibt sich aus der vektoriellen Summe der Gewichtskraft des Rahmens und der Anpresswalze, vermindert um die Kraft des Druckzylinders. Über eine geeignete Ansteuerung des Druckzylinders kann mit zunehmendem Durchmesser des Fadenwickels der Rahmen mit der Anpresswalze angehoben werden, wobei eine Ansteuerung des Druckzylinders derart erfolgt, dass die Anpresskraft der Anpresswalze an den Fadenwickel konstant gehalten wird. Die hierzu eingesetzte Regeleinheit besitzt ein elektromagnetisches Steuerventil, welches eine Druckluftversorgung des Druckzylinders regelt, eine Druckluftversorgung, einen Steuerkreis, eine Anpasseinrichtung zum Setzen der konstant zu haltenden Anpresskraft sowie Sensoren zum Erfassen der tatsächlichen Kraftverhältnisse. Eine Regelung des Drucks und damit der Anpresskraft erfolgt auf einen festen Wert mit einer vorgegebenen engen Toleranz, hier  $\pm 3\%$ .

**[0003]** Weiterhin offenbart EP 1 213 246 B1 eine al-

ternative Ausgestaltung, bei der der Freiheitsgrad zwischen Spindel und Fadenwickel einerseits und Anpresswalze andererseits nicht translatorisch ausgebildet ist, sondern vielmehr als rotatorischer Freiheitsgrad: In diesem Fall wird die Anpresswalze gegenüber einem Rahmen drehbar gelagert, der als Schwenkarm ausgebildet ist. Der Druckzylinder wirkt hierbei auf den Schwenkarm. Der Hebelarm der von dem Druckzylinder erzeugten Kraft wird für die offenbarte Ausführungsform dadurch konstant gehalten, dass der Schwenkarm mit einer Vergrößerung des Durchmessers des Fadenwickels möglichst nicht verschwenkt wird. Dies wird dadurch erreicht, dass mit Vergrößerung des Durchmessers des Fadenwickels der Revolverkopf geringfügig derart verdreht wird, dass der Kontaktpunkt der Anpresswalze an dem Fadenwickel unabhängig von der Dicke des Fadenwickels ungefähr ortsfest bleibt.

**[0004]** DE 197 05 262 A1 offenbart ein Verfahren zur Regelung der Anpresskraft in Abhängigkeit von dem Verhältnis der Drehzahl der Anpresswalze zu der Drehzahl des Fadenwickels, wobei die Regelung derart gestaltet wird, dass möglichst ein schlupffreier Zustand zwischen der Anpresswalze und dem Fadenwickel erreicht wird.

**[0005]** DE 102 53 489 A1 spricht das Problem an, dass mit Veränderung der Relativlage eines Fadenwickels zu einer Anpresswalze eine veränderliche Gewichtskraftkomponente auf den Fadenwickel einwirkt. Unter der Prämisse gemäß DE 102 53 489 A1, dass derartige Veränderungen der Gewichtskraftkomponente möglichst auszuregulieren sind, erfordern die Spulmaschinen aufwändige Kraftmesseinrichtungen, die veränderte Anpresskräfte erfassen und eine Nachstellung eines Aktuators ermöglichen, so dass die Anpresskraft konstant gehalten wird. DE 102 53 489 A1 schlägt anstelle des Einsatzes der vorgenannten Kraftmesseinrichtung vor, a priori den Zusammenhang zwischen der Relativlage von Anpresswalze und Fadenwickel sowie der wirkenden Gewichtskraftkomponente abzubilden. Mit der Erfassung der Relativlage über einen geeigneten Sensor kann dann eine erforderliche Änderung der Kraft eines Aktuators ermittelt werden, damit sich eine konstante Anpresskraft ergibt. Auch der aus DE 102 53 489 A1 bekannten Ausführungsform liegt der Grundgedanke zugrunde, dass der Aktuator mit konstantem Hebelarm auf einen die Anpresswalze abstützenden Schwenkarm wirkt, wobei Veränderungen des Durchmessers des Fadenwickels ausgeglichen werden durch eine Ausweichbewegung des Revolverkopfs. Gemäß DE 102 53 489 A1 finden Spulmaschinen, bei denen eine Relativbewegung zwischen Anpresswalze und Fadenwickel mittels Linearführungen herbeigeführt wird und bei denen lediglich eine Spindel vorhanden ist, lediglich Einsatz für ein diskontinuierliches Aufwickeln des Fadens.

**[0006]** Auch DE 10 2005 005 096 A1 geht davon aus, dass die Anpresskraft zwischen Anpresswalze und Fadenwickel während der Spulreise annähernd konstant bleiben sollte. Die Druckschrift schlägt vor, an einer Frontseite der Spulmaschine einen frei zugänglichen Stellmechanismus vorzusehen, über den vor Beginn des Spulvorgangs von einem Bedienpersonal die Anpresskraft einstellbar ist.

**[0007]** Aus DE 10 2004 032 514 A1 ist es bekannt, eine Kreuzspule drehbar an einem Spulenrahmen zu lagern. Der Spulenrahmen selbst ist drehbar gegenüber einer ortsfesten Achse gelagert, wobei der Spulenrahmen infolge seines außermittigen Schwerpunktes eine Art "Pendel" bildet. Der Spulenrahmen als "liegendes Pendel" gegenüber einer Antriebswalze abgestützt. Mit zunehmendem Durchmesser der Kreuzspule ändert sich der Auslenkwinkel des "liegenden Pendels", und infolge des vergrößerten Gewichts der Kreuzspule vergrößert sich die Anpresskraft zwischen Kreuzspule und Antriebswalze. Zur Kompensation derartiger Änderungen der Anpresskraft der Kreuzspule an die Antriebswalze wirkt auf den Spulenrahmen ein Krafteinleitungsmittel mit einem Hebelarm, der mit der Vergrößerung des Durchmessers der Kreuzspule, also einer Vergrößerung des Auslenkwinkels des liegenden Pendels, veränderlich ist. Hierbei sind die geometrischen Verhältnisse derart gewählt, dass für minimalen Durchmesser der Kreuzspule das Krafteinleitungsmittel ein Drehmoment bewirkt, welches die Anpresskraft der Kreuzspule an die Antriebswalze verstärkt, während für einen mittleren Durchmesser der Hebelarm Null wird und mit einer weiteren Vergrößerung des Durchmessers der Kreuzspule das von dem Krafteinleitungsmittel bewirkte Moment sein Vorzeichen derart umkehrt, dass dieses zu einer Entlastung führt mit einer Verminderung der Anpresskraft der Kreuzspule an die Antriebswalze. Diese Entlastung kann die Vergrößerung des Gewichts der Kreuzspule mit der Vergrößerung des Durchmessers derselben kompensieren. Weiterhin schlägt DE 10 2004 032 514 A1 eine elektromotorische Stelleinrichtung vor, über welche die zuvor erläuterten geometrischen Verhältnisse zu Beginn einer Spulreise und/oder im Laufe der Spulreise verändert werden können. Das Krafteinleitungsmittel ist als Luftfeder ausgebildet, die in einer Gleichgewichtslage mit einem konstanten, einstellbaren Druck beaufschlagt ist, der über ein Rückschlagventil gesichert ist. Eine entsprechende Ausführungsform ist aus DE 41 21 775 A1 bekannt, wobei hier zusätzlich zu einer Feder eine druckmittelbeaufschlagte Kolben-Zylinder-Aktoreinheit auf den Spulenrahmen wirkt.

**[0008]** US 3 672 584 A sowie US 3 672 583 A offenbaren eine Spulmaschine, bei der die Anpresswalze ortsfest drehbar gelagert ist. Die Spindel ist in der Art eines aufrechten, umgekehrten Pendels gelagert, wobei der Fadenwickel mit Beginn des Spulvorgangs

ca. in einer 1-Uhr-Stellung des Pendels an der Anpresswalze abgestützt ist. Mit zunehmender Vergrößerung des Durchmessers des Fadenwickels bewegt sich das Pendel über eine instabile Gleichgewichtslage in 12-Uhr-Stellung bis zu einer 11-Uhr-Stellung. Während die Gewichtskraft des aufrechten Pendels in der 1-Uhr-Stellung eine maximale Kraft für die Anpresskraft zwischen Anpresswalze und Fadenwickel bereitstellt, sinkt diese Kraft bis auf 0 in der 12-Uhr-Stellung. Für weitere Vergrößerungen des Durchmessers des Fadenwickels erzeugt die Gewichtskraft ein Moment auf das umgekehrte Pendel, welches geneigt ist, den Fadenwickel von der Anpresswalze weg zu bewegen. Die Druckschriften schlagen vor, die Abhängigkeit der Anpresskraft zwischen Fadenwickel und Anpresswalze zusätzlich zu beeinflussen durch mehrere Federn, die mit einem Federfußpunkt an unterschiedlichen Punkten eines Gestells der Spulmaschine angelenkt sind und mit ihren anderen Fußpunkten an unterschiedlichen Punkten des Pendels angelenkt sind, wobei die Federn unter variierenden Winkeln an dem Pendel angreifen können und u. U. lediglich über einen Teilweg der Pendelbewegung wirksam sind. Eine Abstimmung der Federn und von deren Anlenkpunkten erfolgt derart, dass sich eine mit zunehmendem Durchmesser des Fadenwickels verringernde Anpresskraft zwischen Anpresswalze und Fadenwickel ergibt.

**[0009]** Weiterer Stand der Technik ist aus DE 10 2005 003 334 A1 und DE 601 16 243 T2 bekannt.

#### AUFGABE DER ERFINDUNG

**[0010]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Spulmaschine zum Aufwickeln eines Fadens zu einem Fadenwickel vorzuschlagen, bei der auf einfache, aber zuverlässige Weise eine Realisierung einer dem Spulprozess angepassten Anpresskraft zwischen einer Anpresswalze und einem Fadenwickel ermöglicht ist.

#### LÖSUNG

**[0011]** Die Aufgabe der Erfindung wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des unabhängigen Patentsanspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen einer erfindungsgemäßen Spulmaschine ergeben sich entsprechend den abhängigen Ansprüchen 2 bis 6.

#### BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Der Erfindung liegt zunächst die Erkenntnis zugrunde, dass, abweichend zum eingangs genannten Stand der Technik, die Annahme, dass die Anpresskraft zwischen Anpresswalze und Fadenwickel während des Spulvorgangs möglichst konstant zu halten ist, für einige Spulvorgänge und Spulgüter unzutreffend sein kann. Vielmehr hat sich gezeigt, dass sich die mechanischen Eigenschaften des von dem

Fadenwickel für die Anpresswalze gebildeten "Widerlagers" mit zunehmendem Durchmesser des Fadenwickels ändern, da die Steifigkeit mit Vergrößerung des Durchmessers abnimmt. Andererseits können mit Erhöhung des Durchmessers des Fadenwickels überhöhte Anpresskräfte zu einem unerwünschten axialen "Ausbauchen" des Fadenwickels führen.

**[0013]** Andererseits beruht die vorliegende Erfindung auf der Erkenntnis, dass die aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen zur Vorgabe einer (konstanten) Anpresskraft eine geeignete Ansteuerung eines Aktuators mit einer aufwändigen Mess- und Regelungstechnik erfordern. Hierdurch wird der konstruktive Aufwand, die Fehleranfälligkeit, die Wartungsintensität, der Aufwand für Kalibrierungen eines Sensors und die Komplexität der Spulmaschine erhöht.

**[0014]** Ausgehend von diesen Erkenntnissen wird erfindungsgemäß ein Aktuator eingesetzt, der (zumindest für einen Spulvorgang) eine konstante Kraft erzeugt. Möglich ist, dass die erzeugte konstante Kraft des Aktuators für unterschiedliche Spulvorgänge variabel gehalten ist. Unter einer "konstanten Kraft" wird im Sinne der Erfindung eine Kraft verstanden, deren Betrag innerhalb vorgegebener Schranken liegt, beispielsweise  $\pm 8$ , insbesondere  $\pm 5$ ,  $\pm 3\%$  oder  $\pm 1\%$  von einem Sollwert.

**[0015]** Trotz eines Einsatzes eines Aktuators mit einer konstanten Krafterzeugung kann erfindungsgemäß eine veränderliche Anpresskraft erzeugt werden dadurch, dass die von dem Aktuator erzeugte konstante Kraft nicht vollständig in Richtung eines Freiheitsgrads zwischen der Anpresswalze und der Spindel wirkt. Vielmehr wirkt in Richtung des Freiheitsgrades lediglich eine Komponente dieser Kraft. Hierbei ist das Verhältnis der Kraftkomponente zu der von dem Aktuator erzeugten konstanten Kraft nicht während eines Spulvorgangs konstant, sondern vielmehr von dem Abstand zwischen Spindel und Anpresswalze, also von der Bewegung entlang des Freiheitsgrads abhängig. Hieraus resultiert dann eine veränderliche Anpresskraft für die Anpresswalze.

**[0016]** Die Erfindung folgt damit nicht dem gebräuchlichen Streben der Fachwelt, den Aktuator zu einer optimalen Kraft- und Leistungsausbeute direkt in Richtung des Freiheitsgrads wirken zu lassen, sondern nimmt gezielt in Kauf, dass lediglich eine Kraftkomponente genutzt wird, während eine andere Kraftkomponente der Kraft des Aktuators ungenutzt bleibt. Dieser vermeintliche Nachteil der erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird dadurch kompensiert, dass durch die abstandsabhängige Aufteilung der Kraft in eine wirksame und eine unwirksame Kraftkomponente eine abstandsgesteuerte Beeinflussung der Anpresskraft ermöglicht wird, wobei u. U. auf eine aufwändige Sensorik zur Erfassung des Abstands

oder zur Erfassung der Anpresskraft sowie eine Steuerung oder Regelung nach dem Ergebnis eines erfassten Signals entfallen kann. Somit stellt die abstandsabhängige erfindungsgemäße Beeinflussung der Anpresskraft eine einfache, aber effiziente automatische Beeinflussung der Anpresskraft bereit.

**[0017]** Unter einem "Faden" im Sinne der vorliegenden Erfindung ist bspw. ein Faden im klassischen Sinne als gedrehtes, gesponnenes oder gezwirntes Gebilde zu verstehen. Allerdings kann der "Faden" auch ein beliebiges anderes langgestrecktes Wickelgut sein.

**[0018]** Gemäß der Erfindung ist der Freiheitsgrad ein linearer Freiheitsgrad, der beispielsweise ungefähr vertikal orientiert ist. Für den Fall, dass ein derartiger linearer Freiheitsgrad mit der Zuführrichtung des Fadens korreliert, ergibt sich für eine Bewegung der Anpresswalze in Richtung des Freiheitsgrads mit einer Veränderung des Durchmessers des Fadenwickels ein konstanter Winkel, unter dem der Faden zu der Anpresswalze gelangt. Ist der Anpresswalze ein Fadenleitwerk oder Changierfadenführer (im Folgenden "Fadenleitwerk") zugeordnet, hat die erfindungsgemäße Ausgestaltung zur Folge, dass sich die Kontaktbedingungen zwischen Fadenleitwerk und Faden nicht ändern. Wird beispielsweise mit dem Fadenleitwerk ein Faden "aufgefächert", könnte eine Veränderung des Winkels zu veränderten Auffächerungen des Fadens führen, die letztlich ein Ablegen des Fadens in einem unerwünschten Zustand auf dem Fadenwickel zur Folge hätte. Andererseits könnte sich mit einer Veränderung des genannten Winkels der Kontaktbereich des Fadens mit dem Fadenleitwerk verlagern, wodurch sich auch Anlegeort und -winkel des Fadens an den Fadenwickel auf unerwünschte Weise verändern könnten. Eine weitere Erschwernis kann gegeben sein, wenn ein Changierfadenführer in der Spulmaschine vorgesehen ist, der zur bestimmungsgemäßen Funktion einen geeigneten, während der Spulreise nicht veränderlichen Einlaufwinkel des Fadens erfordert.

**[0019]** Eine besonders einfache Realisierung einer Kopplung der Aufteilung der Kraft in die wirksame und die unwirksame Kraftkomponente mit der Bewegung des Freiheitsgrads, also dem Abstand zwischen Spindel und Anpresswalze, ist gegeben, wenn erfindungsgemäß eine Pendelstütze Einsatz findet, die unter einem Winkel  $\alpha$  gegenüber dem Freiheitsgrad geneigt ist, wobei der Winkel  $\alpha$  von dem Abstand zwischen der Spindel und der Anpresswalze abhängig ist.

**[0020]** Unter einer Pendelstütze wird im Sinne der Erfindung

- ein kraftführendes Bauteil verstanden,
- in welches vorrangig externe Kräfte in den Endbereichen eingeleitet werden und

– welches vorrangig einer Normalkraft in Richtung der Verbindung der Endbereiche mit verschwindenden Querkräften ausgesetzt ist.

**[0021]** Durch die Anordnung der Pendelstütze unter dem Winkel  $\alpha$  ergibt sich aus den geometrischen Verhältnissen, dass die Kraftkomponente, die in Richtung des Freiheitsgrads wirkt, über eine trigonometrische Funktion mit der Normalkraft in der Pendelstütze korreliert ist. Beeinflusst der Aktuator die Normalkraft in der Pendelstütze, so ist auf einfache Weise die Abhängigkeit der Kraftkomponente der Kraft des Aktuators von der Bewegung in Richtung des Freiheitsgrads realisiert.

**[0022]** Im einfachsten Fall bildet der Aktuator selbst die Pendelstütze, wobei sich der Aktuator verschwenkbar an einem Gehäuse der Spulmaschine abstützen kann, während der andere Anlenkpunkt des Aktuators verschwenkbar und unter dem Winkel  $\alpha$  gegenüber dem Freiheitsgrad unmittelbar oder mittelbar an der Anpresswalze abgestützt ist.

**[0023]** Ebenfalls möglich ist, dass ein Endbereich der Pendelstütze gelenkig in Richtung des Freiheitsgrads geführt ist, während der gegenüberliegende Endbereich in einer gegenüber dem Freiheitsgrad unter einem Winkel, beispielsweise  $90^\circ$ , orientierten Führung geführt ist und der Aktuator auf diesen Endbereich wirkt.

**[0024]** Für eine Weiterbildung der Erfindung hat sich gezeigt, dass die Ausbildung des Aktuators als druckmittelbetätigter, beispielsweise pneumatischer Stellzylinder vorteilhaft ist. Beispielsweise kann über eine einzige Druckmittelquelle eine Versorgung von mehreren Stellzylindern erfolgen für den Fall, dass gleichzeitig mehrere Fäden zu mehreren Fadenwickeln gewickelt werden sollen. Darüber hinaus sind Druckmittelelemente, beispielsweise pneumatische Ventile, kostengünstig verfügbar, über die eine Bereitstellung eines konstanten Drucks und damit einer konstanten Kraft für den Aktuator möglich ist. Weiterhin hat sich gezeigt, dass derartige Druckmittelelemente auch in einem dauerhaften Betrieb sehr zuverlässig sind.

**[0025]** Für den Fall, dass die Abhängigkeit der Kraftkomponente, die in Richtung des Freiheitsgrads wirkt, (beispielsweise für eine feinfühlig Adaption an die Verhältnisse und/oder für eine Veränderung der Verhältnisse für unterschiedliche Spulvorgänge) veränderbar sein soll, kann ein Ort des Anlenkpunkts der Pendelstütze veränderbar sein. Eine derartige Veränderung kann beispielsweise manuell durch den Benutzer erfolgen durch Verbinden der Pendelstütze wahlweise mit mehreren Aufnahmen, über ein Langloch o. ä.. Ebenfalls möglich ist eine automatische Veränderung der Lage eines Anlenkpunkts der Pendelstütze, beispielsweise über einen Schrittmotor o. ä.

**[0026]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Die in der Beschreibungseinleitung genannten Vorteile von Merkmalen und von Kombinationen mehrerer Merkmale sind lediglich beispielhaft und können alternativ oder kumulativ zur Wirkung kommen, ohne dass die Vorteile zwingend von erfindungsgemäßen Ausführungsformen erzielt werden müssen. Weitere Merkmale sind den Zeichnungen – insbesondere den dargestellten Geometrien und den relativen Abmessungen mehrerer Bauteile zueinander sowie deren relativer Anordnung und Wirkverbindung – zu entnehmen. Die Kombination von Merkmalen unterschiedlicher Ausführungsformen der Erfindung oder von Merkmalen unterschiedlicher Patentansprüche ist ebenfalls abweichend von den gewählten Rückbeziehungen der Patentansprüche möglich und wird hiermit angeregt. Dies betrifft auch solche Merkmale, die in separaten Zeichnungen dargestellt sind oder bei deren Beschreibung genannt werden. Diese Merkmale können auch mit Merkmalen unterschiedlicher Patentansprüche kombiniert werden. Ebenso können in den Patentansprüchen aufgeführte Merkmale für weitere Ausführungsformen der Erfindung entfallen.

#### KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

**[0027]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand in den Figuren dargestellter bevorzugter Ausführungsbeispiele weiter erläutert und beschrieben.

**[0028]** [Fig. 1](#) zeigt eine teilgeschnittene Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Spulmaschine.

**[0029]** [Fig. 2](#) zeigt einen Schnitt II-II durch eine Spulmaschine gemäß [Fig. 1](#).

**[0030]** [Fig. 3](#) zeigt eine Pendelstütze bildenden Aktuator zur Beeinflussung einer Anpresskraft zwischen Spule und Anpresswalze.

**[0031]** [Fig. 4](#) zeigt einen Teilschnitt bei Schnittrichtung quer zur Längsachse einer Spule mit einer Anpresswalze, einem Fadenleitwerk sowie einem Changierfadenführer.

**[0032]** [Fig. 5](#) zeigt eine Prinzipskizze einer pneumatischen Baugruppe zur Bereitstellung eines (weitestgehend) konstanten Pneumatikdrucks für einen als Pneumatikzylinder ausgebildeten Aktuator.

#### FIGURENBESCHREIBUNG

**[0033]** [Fig. 1](#) zeigt eine teilgeschnittene Seitenansicht einer Spulmaschine **1**, die dazu dient, einen Faden **2** auf einer Spule **3** zu einem Fadenwickel **4** zu wickeln. Die Spulmaschine **1** besitzt einen Revolverkopf **5** (s. [Fig. 2](#)), der gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Scheibe ausgebildet ist und von

dem auf dem Umfang gegenüberliegend zwei Spindeln **6**, **7** auskragen. Die Spindeln **6**, **7** können über Antriebseinheiten **8**, **9** unabhängig voneinander und gegenüber dem Revolverkopf **5** um ihre Längsachsen in Rotation versetzt werden. Auf den Spindeln **6**, **7** befinden sich jeweils Hülsen **10**, **11**, auf die der Faden **2** zu einem Fadenwickel **4** zwecks Bildung einer Spule **3** aufgewickelt wird. Oberhalb der Spule **3** befindet sich ein Fadenleitwerk **12**, welches über eine Führung **13**, beispielsweise eine Linearführung, oder mehrere Führungen entlang eines Freiheitsgrads **14** beweglich oder verschieblich gelagert ist. Das Fadenleitwerk **12** weist eine Changiereinrichtung **15** auf, über die in einem Winkelbereich **16** der Ort der Zuführung des Fadens **2** zu dem Fadenwickel **4** bezüglich der Längsachse der Spindel **6** sowie die Orientierung des Fadens zu der Umfangsrichtung bei dem Anlegen des Fadens **2** an den Fadenwickel **4** veränderbar ist. Weiterhin besitzt das Fadenleitwerk **12** im Bereich der Changiereinrichtung **15** obere Fadenführerrollen **17**, die unabhängig von dem Winkel in dem Winkelbereich **16** den Faden durch Vorgabe beidseitiger axialer Führungen zu einer Achse **36** ausrichten. Darüber hinaus sind untere Fadenführerrollen **18** vorgesehen, welche parallel zur Längsachse der Spindel **6** orientierte, entsprechend [Fig. 2](#) versetzt orientierte Anlageflächen bereitstellen, die beispielsweise einer Auffächerung des Fadens **2** und/oder einer Vorgabe einer ungefähr in [Fig. 2](#) vertikal orientierten Zuführung des Fadens **2** zur Anpresswalze **19** dienen.

**[0034]** Unterhalb des Fadenleitwerks **12** ist drehbar gegenüber diesem eine Anpresswalze **19** gelagert, deren Längsachse parallel zur Längsachse der Spindel **6** orientiert ist. Nachfolgend an die unteren Fadenführerrollen ist der Faden über einen Teilumfangswinkel um die Anpresswalze **19** geführt. Der Faden wird im Kontaktbereich der Anpresswalze **19** an eine Mantelfläche **32** des Fadenwickels **4** angelegt.

**[0035]** Für das dargestellte Ausführungsbeispiel ist ein Aktuator **20** als pneumatischer Stellzylinder ausgebildet, der über eine Druckmittelleitung **21** beaufschlagbar ist. Der Aktuator **20** bildet eine Pendelstütze **22**. Die Pendelstütze **22** ist in einem Endbereich **23** gelenkig gegenüber einer gehäusefesten Strebe **24** der Spulmaschine **1** angelenkt, wobei die Pendelstütze **22** um eine vertikal zur Zeichenebene gemäß [Fig. 1](#) orientierte Achse verschwenkbar ist. Der gegenüberliegende Endbereich **37** der Pendelstütze **22** ist unmittelbar oder mittelbar an dem Fadenleitwerk **12** angelenkt, hier benachbart der Führung **13**. Gegenüber dem Freiheitsgrad **14** bildet die Pendelstütze einen Winkel  $\alpha$ . Infolge der gewählten Anlenkpunkte **33**, **34** der Pendelstütze **22** verändert sich der Winkel  $\alpha$  von einem Anfangswinkel  $\alpha_1$  auf einen Winkel  $\alpha_2$  mit einer Vergrößerung des Durchmessers des Fadenwickels **4**, wobei  $\alpha_1 > \alpha_2$  gilt. Bezeichnet  $F_N$  die Normalkraft in der Pendelstütze **22**, die für das in den

Figuren dargestellte Ausführungsbeispiel mit der Kraft des Aktuators **20** übereinstimmt, ergibt sich die in Richtung des Freiheitsgrads **14** wirkende Kraftkomponente  $F_{FHG}$  über

$$F_{FHG} = F_N(\cos\alpha).$$

**[0036]** Für die zuvor beschriebene Veränderung des Winkels von  $\alpha_1$  auf  $\alpha_2$  ergibt sich eine Änderung der in Richtung des Freiheitsgrads **14** wirkenden Kraftkomponente wie folgt:

$$\Delta F_{FHG} = F_N(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1).$$

**[0037]** Somit ist die auf das Fadenleitwerk **12** wirkende Kraftkomponente  $F_{FHG}$  von der Bewegung in Richtung des Freiheitsgrads **14** und damit dem Abstand zwischen der Anpresswalze **19** und der Spindel **6** abhängig. Die nicht in Richtung des Freiheitsgrads wirkende Kraftkomponente  $F_H$  ergibt sich über

$$F_H = F_N \sin\alpha.$$

**[0038]** Die nicht wirksame Kraftkomponente  $F_H$  wird für das dargestellte Ausführungsbeispiel von der Führung **13** aufgenommen.

**[0039]** Für einen vorgegebenen Hub des Fadenleitwerks **12** in Richtung des Freiheitsgrads **14** kann die Änderung der Kraft  $\Delta F_{FHG}$  verändert werden durch Verstellung der Grundgeometrie, also Veränderung der Anlenkpunkte **33**, **34** der Pendelstütze **22**. Durch diese kann der Arbeitsbereich in den oben angeführten cos-Funktionen verschoben werden. Liegt der Arbeitsbereich der Spulmaschine in der Umgebung des Winkels  $\alpha = 0$ , ist die Abhängigkeit der Kraftkomponente  $F_{FHG}$  von dem Hub des Fadenleitwerks minimiert, während für den anderen theoretischen Grenzfall eines Arbeitsbereiches in der Umgebung des Winkels  $\alpha = 90^\circ$  die Änderung der Kraftkomponente  $F_{FHG}$  maximal ist.

**[0040]** Zur Ermöglichung einer Verstellung sind in der Strebe **24** mehrere mögliche Anlenkpunkte **34**, beispielsweise über mehrere Bohrungen **25**, für die Pendelstütze **22** vorgesehen.

**[0041]** Der Aktuator **20** erstreckt sich auf der der Spule **3** abgewandten Seite des Revolverkopfs **5**, vorzugsweise verdeckt durch eine Maschinengrundplatte. Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich ist, kann der Freiheitsgrad **14** gegenüber der Vertikalen geneigt sein. Ohne dass hierdurch das erfindungsgemäße Grundprinzip verlassen wird, ist es somit möglich, dass der Winkel  $\alpha$  (abweichend zu der Bemaßung des Winkels  $\alpha$  in den [Fig. 1](#) und [Fig. 3](#)) in eine beliebige Raumrichtung orientiert ist.

**[0042]** [Fig. 5](#) zeigt eine Druckmitteleinheit **26**, die zur Beaufschlagung der Druckmittelleitung **21** dient.

Der Druckmitteleinheit **26** wird ein Druckmedium **27** unter einem Betriebsdruck zugeführt. Die Druckmitteleinheit **26** besitzt ein Regelventil **28** sowie eine pneumatische Umschalteinrichtung **29**, die über eine Steuer- oder Regeleinheit **30** mittels einer Steuerleitung **31** geeignet angesteuert wird. Über eine Umgehungsleitung **35** kann bei entsprechender Beschaltung der Umschalteinrichtung **29** durch die Steuer- oder Regeleinheit **30** das Regelventil **28** umgangen werden, so dass ein vollständiges Anheben der Anpresswalze **19** möglich ist. Hinsichtlich alternativer Ausgestaltungen zur Bereitstellung des Druckmediums und zur Regelung des Drucks des Druckmediums wird auf die entsprechenden Teile von EP 1 213 246 B1 verwiesen.

**[0043]** Die Spulmaschine dient insbesondere der Herstellung von Kreuzspulen, für die der ankommende Faden durch einen Changierfadenführer entlang der Längsachse der Spule changiert. Bei dem aufzuspulenden Faden **2** handelt es sich insbesondere um ein Kohlenstofffasermaterial, beispielsweise ein Kohlenstofffaserbändchen. Für das dargestellte Ausführungsbeispiel ändert sich der Winkel des Changierfadenführers während der Spulreise gegenüber dem einlaufenden Faden nicht.

**[0044]** Die Anpresskraft der Anpresswalze **19** an den Fadenwinkel **4** ergibt sich aus der vektoriellen Summe der Gewichtskraft des Fadenleitwerks **12** sowie etwaiger Zusatzbauteile und der Kraftkomponente  $F_{FHG}$  des Aktuators **20** in Richtung des Freiheitsgrads **14**. Für den Fall, dass der Freiheitsgrad **14** nicht vertikal orientiert ist, ergibt sich eine entsprechende Minderung der Anpresskraft über den  $\cos$  des Winkels des Freiheitsgrads **14** gegenüber der Vertikalen.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Spulmaschine
<b>2</b>	Faden
<b>3</b>	Spule
<b>4</b>	Fadenwickel
<b>5</b>	Revolverkopf
<b>6</b>	Spindel
<b>7</b>	Spindel
<b>8</b>	Antriebseinheit
<b>9</b>	Antriebseinheit
<b>10</b>	Hülse
<b>11</b>	Hülse
<b>12</b>	Fadenleitwerk
<b>13</b>	Führung
<b>14</b>	Freiheitsgrad
<b>15</b>	Changiereinrichtung
<b>16</b>	Winkelbereich
<b>17</b>	obere Fadenführerrolle
<b>18</b>	untere Fadenführerrolle
<b>19</b>	Anpresswalze
<b>20</b>	Aktuator

<b>21</b>	Druckmittelleitung
<b>22</b>	Pendelstütze
<b>23</b>	Endbereich
<b>24</b>	Strebe
<b>25</b>	Bohrung
<b>26</b>	Druckmitteleinheit
<b>27</b>	Druckmedium
<b>28</b>	Regelventil
<b>29</b>	Umschalteinrichtung
<b>30</b>	Steuer- oder Regeleinheit
<b>31</b>	Steuerleitung
<b>32</b>	Mantelfläche
<b>33</b>	Anlenkpunkt
<b>34</b>	Anlenkpunkt
<b>35</b>	Umgehungsleitung
<b>36</b>	Achse
<b>37</b>	Endbereich

#### Patentansprüche

1. Spulmaschine (**1**) zum Aufwickeln eines Wickelguts oder Fadens (**2**) zu einem Fadenwickel (**4**) mit

- a) mindestens einer Spindel (**6**), über die der Fadenwickel (**4**) rotatorisch antreibbar ist,
- b) einer Anpresswalze (**19**),
- ba) deren Abstand von der Spindel (**6**) entlang eines Freiheitsgrads (**14**) veränderbar ist und
- bb) die auf eine Mantelfläche (**32**) des Fadenwickels (**4**) pressbar ist,
- c) wobei dem Fadenwickel (**4**) im Bereich des Kontakts der Anpresswalze (**19**) mit dem Fadenwickel (**4**) der Faden (**2**) zuführbar ist,
- d) mindestens einem Aktuator (**20**), dessen Kraft die Anpresskraft der Anpresswalze (**19**) an den Fadenwickel (**4**) zumindest beeinflusst, wobei
- e) der Aktuator (**20**) eine konstante Kraft ( $F_N$ ) erzeugt und
- f) lediglich eine Kraftkomponente ( $F_{FHG}$ ) der Kraft ( $F_N$ ) des Aktuators (**20**) in Richtung des Freiheitsgrads (**14**) wirkt und das Verhältnis der in Richtung des Freiheitsgrads (**14**) wirkenden Kraftkomponente ( $F_{FHG}$ ) zu der Kraft ( $F_N$ ) des Aktuators (**20**) von dem Abstand zwischen Spindel (**6**) und Anpresswalze (**19**) abhängig ist,

**dadurch gekennzeichnet**, dass der Freiheitsgrad (**14**) ein linearer Freiheitsgrad ist und der Aktuator (**20**) die Normalkraft ( $F_N$ ) in einer Pendelstütze (**22**) beeinflusst, wobei die Pendelstütze (**22**) unter einem Winkel  $\alpha$  gegenüber dem Freiheitsgrad (**14**) geneigt ist und der Winkel  $\alpha$  von dem Abstand der Spindel (**6**) und der Anpresswalze (**19**) abhängig ist.

2. Spulmaschine (**1**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (**20**) ein druckmittelbetätigter Stellzylinder ist.

3. Spulmaschine (**1**) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage mindestens ei-

nes Anlenkpunkts (**33**; **34**) der Pendelstütze (**22**) veränderbar ist.

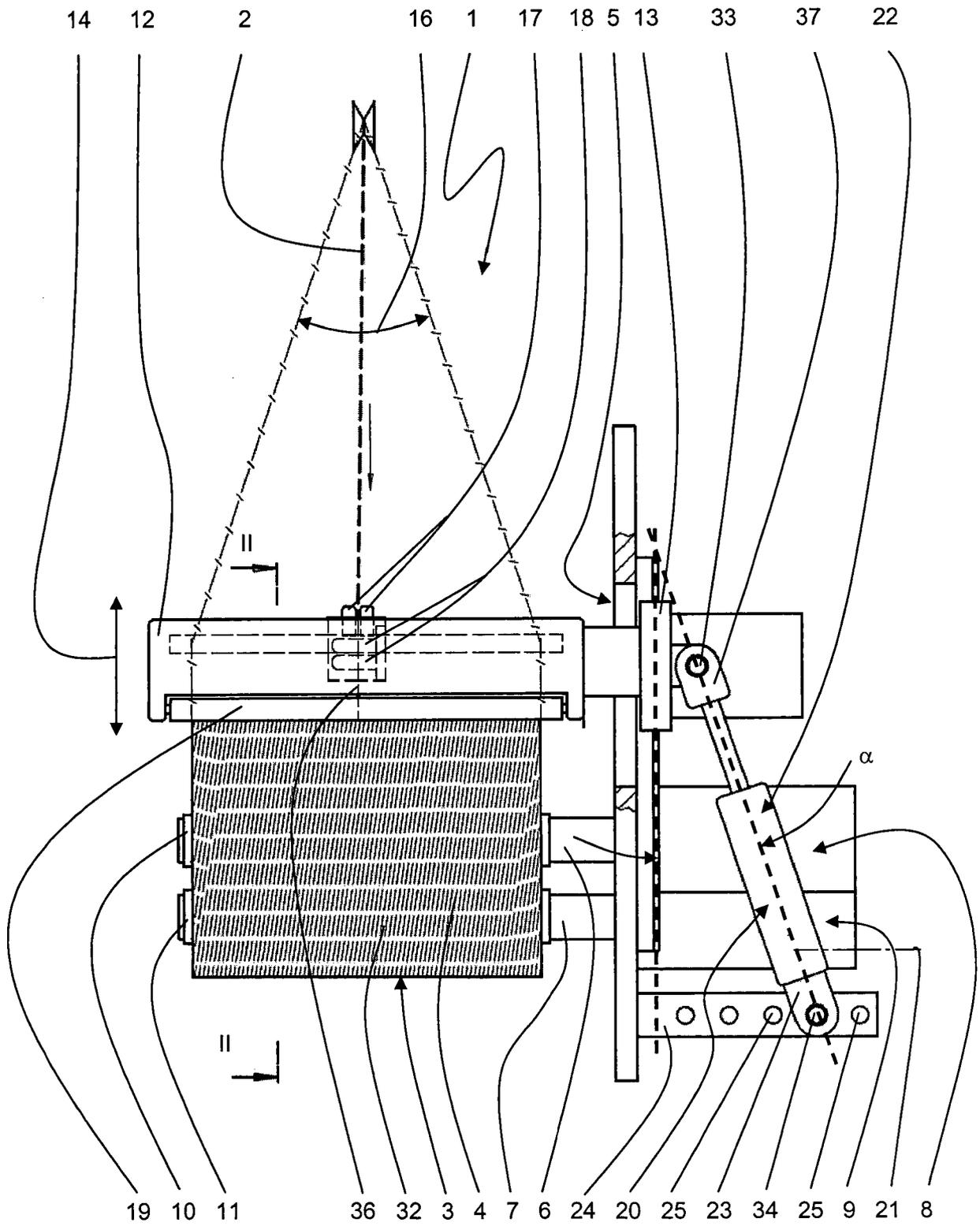
4. Spulmaschine (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (**20**) als pneumatischer Stellzylinder ausgebildet ist.

5. Spulmaschine (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (**20**) mit einer Steuer- oder Regeleinheit (**30**) verbunden ist, über die eine Steuerung oder Regelung des Aktuators (**20**) auf eine konstante Kraft erfolgt.

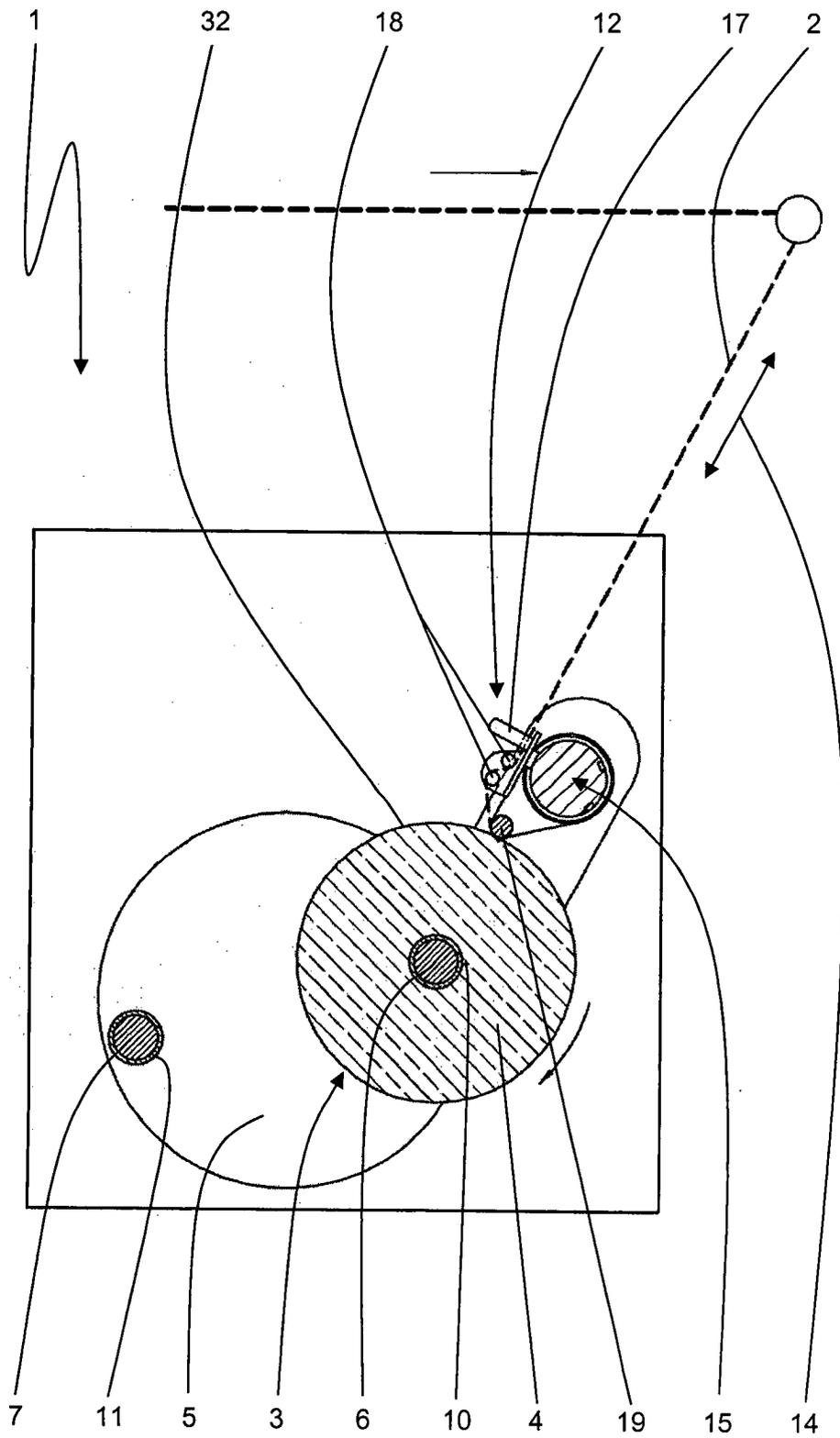
6. Spulmaschine (**1**) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der pneumatische Stellzylinder über ein Regelventil (**28**) druckbeaufschlagt ist, welches eine Beaufschlagung des Stellzylinders mit einem konstanten Druck gewährleistet.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

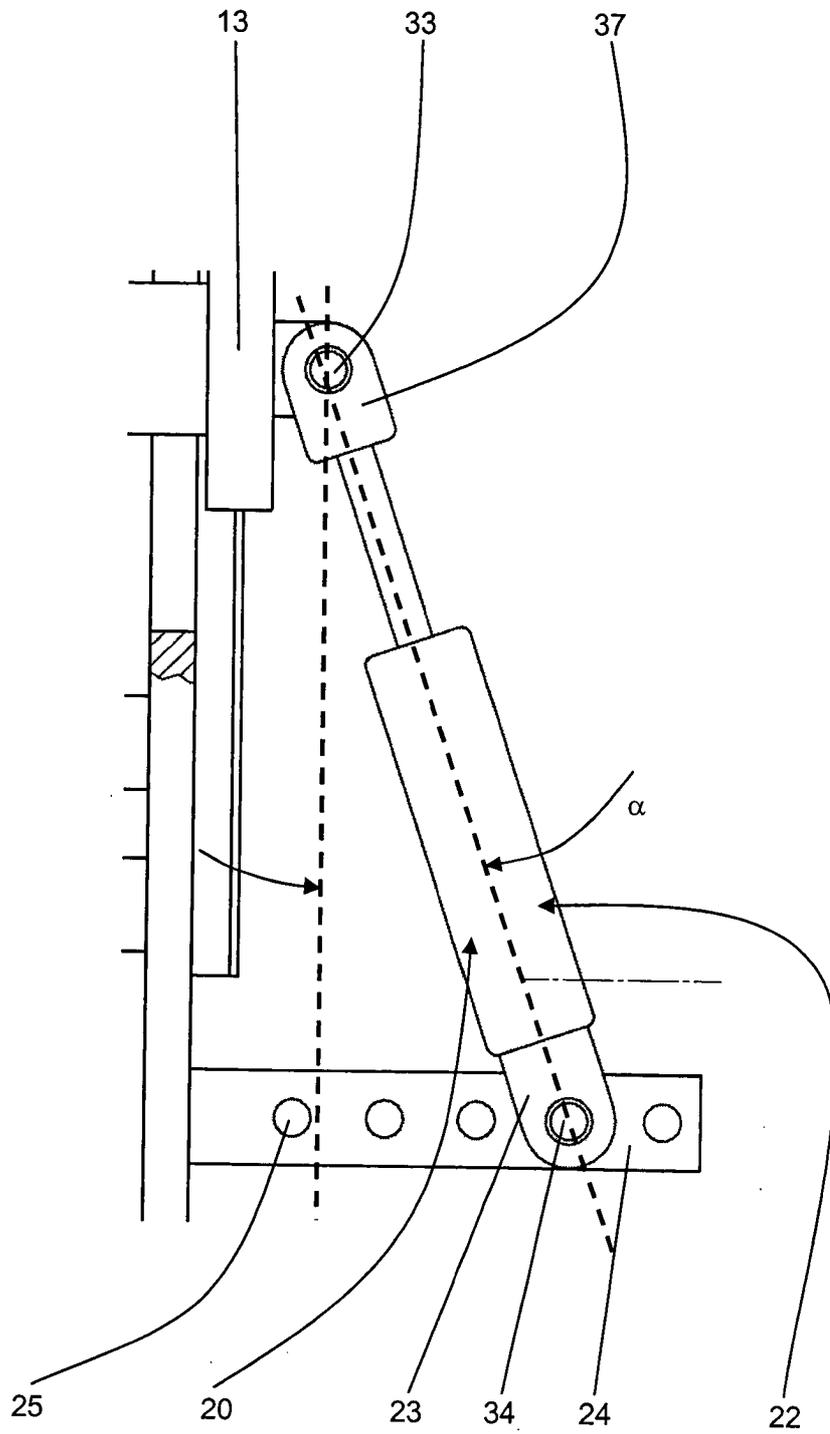
Anhängende Zeichnungen



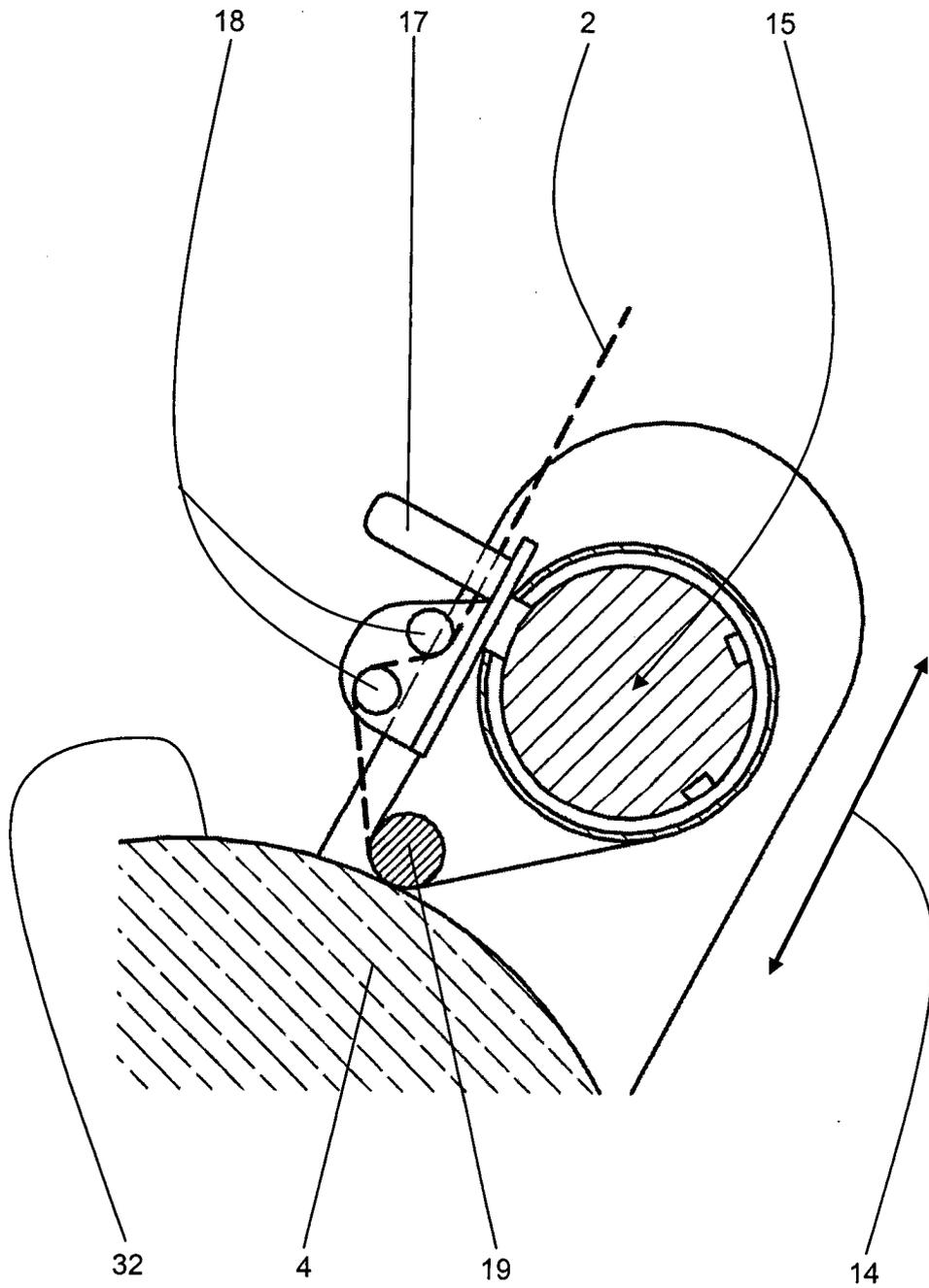
**Fig. 1**



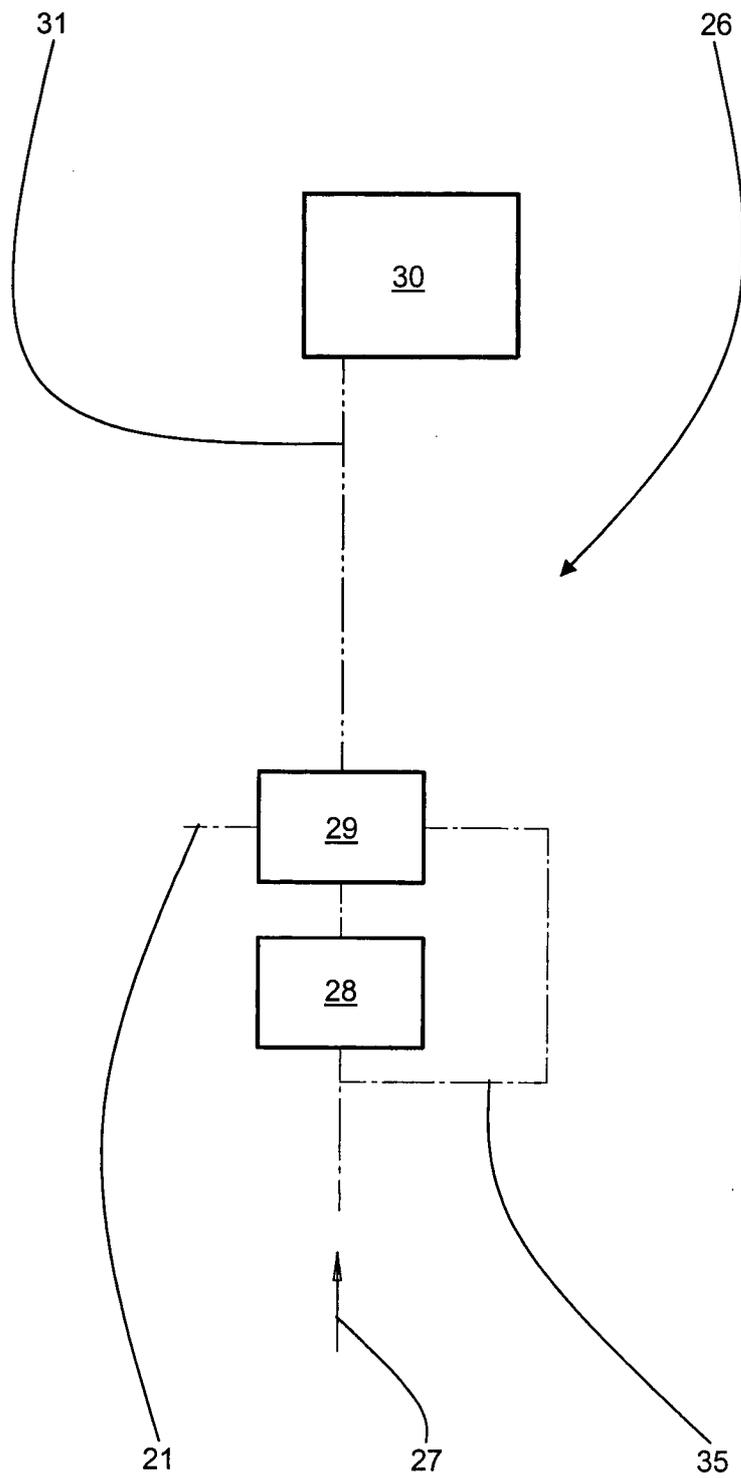
**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**