(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 115 933 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.12.2003 Patentblatt 2003/51

(21) Anmeldenummer: **99952462.2**

(22) Anmeldetag: **22.09.1999**

(51) Int Cl.[7]: **D05B 29/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP99/07061

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/018997 (06.04.2000 Gazette 2000/14)

(54) **BETÄTIGUNGSVORRICHTUNG**

ACTUATING DEVICE

DISPOSITIF DE COMMANDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorität: **26.09.1998 DE 19844201**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.07.2001 Patentblatt 2001/29

(73) Patentinhaber: **Quick Rotan Elektromotoren GmbH**
67655 Kaiserslautern (DE)

(72) Erfinder:
- **HOSAGASI, Sevki**
  D-67663 Kaiserslautern (DE)
- **JUNG, Helmut**
  D-67659 Kaiserslautern (DE)
- **KILIAN, Michael**
  D-64354 Reinheim (DE)

(74) Vertreter: **Säger, Manfred, Dipl.-Ing.**
Postfach 63
7014 Trin (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 217 826
DE-U- 8 807 493
US-A- 1 383 438
US-A- 4 214 540
US-A- 4 538 533
US-A- 5 551 361

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 115 933 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine für eine Näheinrichtung bzw. Nähmaschine vorgesehene Betätigungsvorrichtung, aufweisend

- eine Stoffdrückereinrichtung zum Niederhalten des Nähgutes während der Stichbildung und des Nähguttransportes,
- als Stellelement für die Stoffdrückereinrichtung mindestens einen Linearmotor, dessen Antriebsstange zur Steuerung der Stoffdrückerkraft, die die Stoffdrückereinrichtung auf das Nähgut ausübt, mit der Stoffdrückereinrichtung in Verbindung steht.

[0002] Die Stoffdrückereinrichtung einer Nähmaschine (im folgenden umfaßt der Begriff "Nähmaschine" auch Näheinrichtungen, wobei sich die vorliegende Erfindung sowohl auf Näheinrichtungen als auch auf Nähmaschinen bezieht) dient dazu, die Position des Nähgutes beim Nadeleinstich zu fixieren und auf das Nähgut in der Transportphase eine Andruckkraft auszuüben, durch die eine Transporteinrichtung das Nähgut weiterschieben kann.

[0003] In der Vergangenheit wurde in diesem Zusammenhang immer wieder versucht, die durch die Stoffdrückereinrichtung ausgeübte Andruckkraft mit Hilfe von Elektromagneten zu erzeugen. Da mit höher werdender Nähgeschwindigkeit die für das einwandfreie Zusammenwirken mit der Transporteinrichtung erforderliche Stoffdrückerkraft sehr hoch ist, scheiterten diesbezügliche Versuche mit Elektromagneten unter anderem am nichtlinearen Verhalten der Elektromagnete in bezug auf Stromfluß und Kraft in Verbindung mit der jeweiligen Position.

[0004] Ein alternativer Lösungsansatz ist in der US-A-4 214 540 beschrieben. Gemäß dieser Druckschrift drückt eine Feder über einen Hebel auf den Stoffdrükkerfuß, wobei der Hebel in der Mitte gelagert ist. Ein Linearmotor greift auf den Lagerpunkt, so daß sich durch Verschiebung des Lagerpunktes die Hebelverhältnisse ändern und damit die Kraft auf den Stoffdrückerfuß verstellt wird.

[0005] Bei diesem in der US-A-4 214 540 vorgestellten Prinzip erweist es sich jedoch als ausgesprochen problematisch, daß die hohe Kraft des Stoffdrückerfußes auf indirekte Weise durch einen relativ schwachen Linearmotor verstellt wird. Die diesbezügliche technische Realisierung ist nicht nur kompliziert, sondern auch kostspielig, da eine sehr hohe Positionsgenauigkeit des Linearantriebs erforderlich ist.

[0006] Ferner ist eine Nähmaschine mit einer Stoffdrückereinrichtung bekannt (US-A1 383 438), die aus einer Stoffdrückerstange, einem Stoffdrückerfuss und einem Elektromagnet besteht, der mit einer Blattfeder verbunden ist, die auf das obere Ende der Stoffdrückerstange drückt. Auf diese Weise dient der Magnet einerseits zum Abwärtsbewegen des Stoffdrückerfusses von der Ruhe- in die Arbeitsstellung und andererseits zum Erzeugen der Andruckkraft des Stoffdrückerfusses auf das zu nähende Werkstück. Nach dem Abschalten des Elektromagneten bewirkt eine auf der Stoffdrückerstange angeordnete Feder die Zurückbewegung des Stoffdrückerfusses in die Ruhestellung.

[0007] Die vom Elektromagnet bewirkte Andruckkraft wird mit Hilfe einer Anschlagschraube eingestellt, indem dieser einen höhenverstellbaren Anschlag für die Magnetstange bildet. Eine weitere Möglichkeit zur Veränderung der Andruckkraft ist durch eine weitere Schraube gegeben, die auf eine streifenförmige Platte wirkt. Für den Betrieb des Elektromagneten ist ein einfacher Schalter vorgesehen, der nur 2 Schaltzustände besitzt und dazu dient, der Stromkreis zu schliessen und zu öffnen. Somit wird bei dieser bekannten Stoffdrückereinrichtung die Andrückkraft des Stoffdrückerfusses nicht über eine variable Bestromung, sondern allein durch Verändern einer Federkraft eingestellt. Die Blattfeder soll bewirken, dass der Stoffdrückerfuss die üblichen kurzen vertikalen Aufund Abbewegungen während des Nähens ausführen kann. Auf diese Weise wird verhindert, dass die durch die Viereckbewegung des nicht dargestellten Stoffschiebers bewirkten Auf- und Abbewegungen des Stoffdrückerfusses entsprechende Bewegungen der Magnetstange hervorrufen. Andernfalls würde nämlich diese bei jeder Abwärtsbewegung auf die Anschlagschraube stossen und ein lautes Geräusch verursachen.

[0008] Es ist weiterhin eine Nähmaschine mit einer Stoffdrückereinrichtung bekannt (DE-U 88 07 493), bei der die auf einen Lenker eines alternierenden Andruckmechanismus wirkende Andruckkraft mit Hilfe eines mehrstufigen, einfach wirkenden Pneumatikzylinders und einer dazwischen geschalteten Feder erzeugt wird. Somit ist hierbei der die Stoffdrückerstangen und die Füsse umfassende Teil des Andruckmechanismus gegenüber dem druckerzeugenden Antriebsteil, nämlich dem Pneumatikzylinder entkoppelt. Da die bekannte Einrichtung aber weder einen Linearmotor aufweist, noch die Andruckkraft in Abhängigkeit von der Drehzahl steuerbar ist, konnte sich diese bekannte Nähmaschine im Markt nicht durchsetzen.

[0009] Schliesslich ist eine Nähmaschine bekannt (DE-PS 822 190), bei der mit Hilfe eines mechanischen Drehzahlreglers eine Drehzahl abhängig, d.h. mit zunehmender Drehzahl anwachsende Stoffdrückerkraft erzeugt wird. Ein mechanisch arbeitender Drehzahlgeber ist aber für schnell laufende Nähmaschinen ungeeignet.

[0010] Durch die US-A-5 551 361 ist eine Nähmaschine bekannt, bei der die Stoffdrückereinrichtung eine von der Krafteinwirkung des Stoffschiebers unbeeinflußte konstante Andruckkraft auf das Nähgut ausüben soll. Zu diesem Zweck ist die Stoffdrückerstange mit einem Kraftsensor verbunden, der zur Ermittlung der aktuellen Stoffdrückerkraft dient. Diese Meßsignale werden in Steuerungssignale für einen Linearmotor umgeformt,

der auf dem Nähmaschinengehäuse befestigt ist, wobei die Stoffdrückerstange zugleich die Antriebsstange des Linearmotors bildet.

[0011] Abgesehen davon, daß bei dieser Stoffdrükkereinrichtung ein erheblicher steuerungstechnischer Aufwand getrieben wird, besteht ein weiterer, sehr wesentlicher Nachteil darin, daß die Stoffdrückerstange unmittelbar mit der Antriebsstange des Linearmotors verbunden ist bzw. daß beide Stangen ein gemeinsames Bauteil bilden. Da diese Stange zusätzlich auch noch eine Spule bzw. die beweglichen Teile des Linearmotors trägt, ergibt sich eine insgesamt sehr große zu bewegende Masse. Zur Beherrschung der entsprechenden Massenträgheitskräfte müssen daher vom Linearmotor insbesondere bei hohen Drehzahlen der Nähmaschine sehr hohe Kräfte aufgebracht werden, damit sich der Stoffdrückerfuß nicht vom Stoffschieber abhebt. Die hohen aufzubringenden Kräfte bewirken wiederum starke Vibrationen der Nähmaschine.

[0012] Ausgehend von den vorstehend dargelegten Nachteilen und Unzulänglichkeiten liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Betätigungsvorrichtung so auszubilden, daß die Kraftübertragung auf die Stoffdrückereinrichtung auf unmittelbare, mechanisch einfache und doch präzise Weise erfolgt.

[0013] Diese Aufgabe wird durch eine Betätigungsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 gelöst, bei der gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung die Antriebsstange mit der Stoffdrükkereinrichtung über mindestens ein federndes massearmes Kopplungselement in Verbindung steht und bei der die Stoffdrückereinrichtung durch den Linearmotor zwischen einer angehobenen Stellung und einer abgesenkten Stellung bewegbar ist.

[0014] Indem die Betätigungsvorrichtung als Stellelement für die Stoffdrückereinrichtung mindestens einen Linearmotor aufweist, dessen Antriebsstange zur Steuerung der Stoffdrückerkraft, die die Stoffdrückereinrichtung auf das Nähgut ausübt, mit der Stoffdrückereinrichtung in Verbindung steht, erfolgt die Kraftübertragung auf die Stoffdrückereinrichtung auf unmittelbare, mechanisch einfache und doch präzise Weise. Da die Krafteinwirkung beim Linearmotor von der Richtung des Stromflusses abhängig ist, wird die Stoffdrückereinrichtung in einer Stromflußrichtung angehoben und in der anderen Stromflußrichtung niedergedrückt, so daß die Stoffdrückereinrichtung gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung durch den Linearmotor zwischen einer angehobenen Stellung und einer abgesenkten Stellung bewegbar ist.

[0015] Aus diesem Grund ist der Linearmotor als unmittelbares Stellelement für die Stoffdrückereinrichtung in besonders überzeugender Weise geeignet, was sich von dem in der Vergangenheit weit verbreiteten Lösungsansatz, nämlich der Erzeugung der Andruckkraft mittels Federvorspannung, insofern unterscheidet, als letzterer, technisch überkommener Lösungsansatz zum Anheben der Stoffdrückereinrichtung ein zusätzliches Stellelement, beispielsweise einen Elektromagneten, verlangt. Im Gegensatz dazu dient der Linearmotor bei der vorliegenden Erfindung nicht nur zur Erzeugung der Stoffdrückerkraft, sondern wird auch zum Anheben und Absenken der Stoffdrückereinrichtung verwendet.

[0016] Gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung hingegen steht die Antriebsstange mit der Stoffdrückereinrichtung über mindestens ein federndes massearmes Kopplungselement in Verbindung. Auf diese Weise wird die Antriebsstange des Linearmotors von der Stoffdrückereinrichtung entkoppelt, so daß die zu bewegenden Massen gering gehalten sind.

[0017] In diesem Zusammenhang ist es an sich bekannt, bei einer Stoffdrückereinrichtung die bewegten Massen gering zu halten. So offenbart beispielsweise die DE-A-32 17 826 eine hohle Stoffdrückerstange, in der ein entsprechend ausgebildeter Schaft des Stoffdrückerfußes verschiebbar aufgenommen ist. Auf den Schaft drückt eine in der Stoffdrückerstange angeordnete Feder, die sich ihrerseits an einer verstellbaren Stange abstützt. Der Schaft des Stoffdrückerfußes ist mittels einer Halterungsplatte in einem etwas größeren Schlitz der hohlen Stoffdrückerstange aufgenommen, wodurch eine begrenzte vertikale Verschiebebewegung des Stoffdrückerfußes relativ zur hohlen Stoffdrückerstange möglich ist. Eine zweite stärkere Feder übt über ein an der hohlen Stoffdrückerstange befestigtes Führungsteil eine einstellbare Druckkraft auf die hohle Stoffdrückerstange aus, wobei deren Federweg durch einen an ihr befestigten Kragen begrenzt wird, der sich an einer festen Führungsbuchse abstützt.

[0018] Diese Konstruktion zur Verringerung der bewegten Massen ist auf eine Stoffdrückereinrichtung mit zwei Federn zugeschnitten und ist wegen der Maßnahmen zur Begrenzung des Federwegs für die Stoffdrükkereinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung mit nur einem federnden, frei beweglichen Kopplungselement ungeeignet. Diese Konstruktion konnte dem Fachmann daher keine Anregung zur Entwicklung der Betätigungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung geben.

[0019] Gemäß bevorzugter Ausgestaltungsformen, die unabhängig voneinander oder in Verbindung miteinander ausgeführt sein können, ist vorgesehen, daß

- das Kopplungselement eine Schraubenfeder ist; und/oder
- die Antriebsstange über der Stoffdrückereinrichtung angeordnet ist; und/oder
- das Kopplungselement eine Blattfeder ist; und/oder
- die Antriebsstange seitlich versetzt zur Stoffdrükkereinrichtung angeordnet ist; und/oder
- die Stoffdrückereinrichtung eine Stoffdrückerstan-

ge und einen Stoffdrückerfuß aufweist; und/oder

- der Linearmotor so ausgebildet ist, daß die Stoffdrückereinrichtung bei nahezu verschwindendem Stromfluß in einer oberen Position gehalten ist; und/oder
- die Stoffdrückereinrichtung programmgesteuert oder tastengesteuert kraftlos schaltbar ist; und/oder
- der Linearmotor im wesentlichen eisenlos ist; und/oder
- der Linearmotor mindestens zwei Permanentmagnete aufweist; und/oder
- die Permanentmagnete rechteckförmig oder ringförmig sind; und/oder
- das Material der Permanentmagnete auf Eisen, Neodym und Bor basiert; und/oder
- der Magnetschluß innerhalb des Linearmotors über ein Gehäuse, über ein Mittelstück und über eine Luftstrecke mit Spule erfolgt; und/oder
- die ringförmigen Permanentmagnete zueinander beabstandet angeordnet sind und daß die Magnetisierung des einen ringförmigen Permanentmagneten entgegen der Magnetisierung des anderen ringförmigen Permanentmagneten gerichtet ist; und/oder
- die Lage der ringförmigen Permanentmagnete im Gehäuse des Linearmotors durch Abstandsringe vorgegeben ist; und/oder
- die Spule in mindestens zwei gegensinnig gewikkelte Teilspulen unterteilt ist; und/oder
- die Antriebsstange über mindestens zwei Lagerbuchsen im Mittelstück geführt ist; und/oder
- das Mittelstück eine Öffnung aufweist, in der ein als Gleitstein ausgebildetes Eisenstück oder ein Stift geführt ist; und/oder
- das Eisenstück oder der Stift mit der Antriebsstange verbunden ist; und/oder
- die Öffnung zentral im Mittelstück vorgesehen ist; und/oder
- die Öffnung und/oder das Eisenstück rechteckförmig ausgebildet sind/ist; und/oder
- an einem Ende des Eisenstücks ein überstehendes, eine magnetische Anziehungskraft erzeugendes Teil aus ferromagnetischem Material angeordnet ist; und/oder
- das überstehende Teil aus Stahl ist; und/oder
- das Eisenstück zur Übertragung der Antriebskraft auf die Antriebsstange über einen Spulenträger mit der Spule verbunden ist; und/oder
- die Öffnung als Langloch und der Stift rund ausgebildet ist; und/oder
- der Stift aus Stahl ist; und/oder
- die Antriebsstange durch mindestens ein Federelement vorgespannt ist; und/oder
- mindestens zwei Federelemente vorgesehen sind; und/oder
- die Federelemente an beiden Seiten des Mittelstücks angeordnet sind; und/oder
- der Linearmotor im stromlosen Zustand die Stoffdrückereinrichtung mittels des mindestens einen Federelements mit einer Kraft gegen eine Stichplatte der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine drückt, die in etwa ein Drittel der maximalen Kraft der Stoffdrückereinrichtung beträgt; und/oder
- die Richtung und/oder die Stärke des Stromflusses im Linearmotor durch mindestens einen Mikroprozessor steuerbar ist; und/oder
- die Bewegung der Stoffdrückereinrichtung durch den Linearmotor zeitgesteuert erfolgt; und/oder
- kurz vor Erreichen der angehobenen Stellung bzw. kurz vor Erreichen der abgesenkten Stellung jeweils eine Umkehr der Stromrichtung im Linearmotor vorgesehen ist; und/oder
- die Kraft des Linearmotors mittels der Winkelposition der Hauptwelle der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine steuerbar ist; und/oder
- der Linearmotor in der Transportphase des Stoffschiebers eine Kraft aufbringt, die der über das Kopplungselement auf die Antriebsstange einwirkenden Kraft entgegenwirkt; und/oder
- die Kraft des Linearmotors und die über das Kopplungselement auf die Antriebsstange einwirkende Kraft betragsmäßig in etwa gleich groß ist; und/oder
- der Stromfluß im Linearmotor außerhalb der Transportphase des Stoffschiebers herabgesetzt ist; und/oder

- das Kopplungselement bei hohen Drehzahlen der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine eine erhöhte Vorspannung aufweist; und/oder

- der Stromfluß im Linearmotor bei hohen Drehzahlen der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine einen Gleichstromanteil aufweist; und/oder

- der Gleichstromanteil des Stromflusses zeitabhängig und/oder in Abhängigkeit von der Drehzahl der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine veränderbar ist; und/oder

- die funktionelle Abhängigkeit des Stromflusses von der Drehzahl der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine nach erstmaliger Ermittlung in der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine speicherbar ist; und/oder

- der Einschaltpunkt des Stromflusses bei hohen Drehzahlen der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine um ein Winkelmaß vorverlegbar ist; und/oder

- der Einschaltpunkt des Stromflusses in Abhängigkeit von der Drehzahl der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine vorverlegbar ist; und/oder

- die Stoffdrückereinrichtung bei der ersten Stichbildung kraftlos geschaltet ist.

[0020] Im einzelnen ist zu den bevorzugten Ausführungsformen, die unabhängig voneinander oder in Verbindung miteinander vorgesehen sein können, folgendes zu erläutern:

[0021] Beim Kopplungselement gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung handelt es sich vorteilhafterweise um eine Schraubenfeder. Hierdurch ist zwar einerseits die Antriebsstange des Linearmotors von der Stoffdrückereinrichtung entkoppelt, andererseits ist jedoch die erwünschte direkte Verbindung zwischen der Antriebsstange des Linearmotors und der Stoffdrückereinrichtung gewährleistet.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Antriebsstange über der Stoffdrückereinrichtung angeordnet. Bei einer derartigen Ausgestaltung erfolgt die Kraftübertragung von der Antriebsstange des Linearmotors auf die Stoffdrückereinrichtung auf mechanisch besonders einfache und doch präzise Weise.

[0023] Alternativ zu der vorstehend dargelegten Ausgestaltung mit Schraubenfeder kann das Kopplungselement auch in Form einer Blattfeder ausgebildet sein. Eine derartige Ausführungsform bietet sich insbesondere dann an, wenn die Antriebsstange, beispielsweise aus konstruktiven Gründen, zweckmäßigerweise seitlich versetzt zur Stoffdrückereinrichtung angeordnet ist.

[0024] Die Stoffdrückereinrichtung, die zweckmäßigerweise programmgesteuert oder tastengesteuert kraftlos schaltbar ist, weist in bevorzugter Weise eine Stoffdrückerstange und einen Stoffdrückerfuß auf.

[0025] Der Linearmotor ist gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung so ausgebildet, daß die Stoffdrückereinrichtung bei nahezu verschwindendem Stromfluß in einer oberen Position gehalten ist.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist der Linearmotor im wesentlichen eisenlos. Dies hat den nicht unmaßgeblichen Vorteil, daß auf die beweglichen Teile des Linearmotors keine zusätzlichen magnetischen Kräfte einwirken, so wie dies bei Linearmotoren mit Eisenteilen unerwünschterweise der Fall ist.

[0027] Praktischerweise weist der Linearmotor mindestens zwei vorzugsweise ringförmige Permanentmagnete auf, mit denen das magnetische Feld erzeugt wird.

[0028] Das Material der Permanentmagnete kann hierbei auf Eisen, Neodym und Bor basieren, da mit diesen Magnetwerkstoffen unter preisgünstigen Bedingungen sehr hohe Energiedichten erzielbar sind. Mit derartigen, sehr hohen Energiedichten kann auch die für die Stoffdrückereinrichtung erforderliche Kraft ohne weiteres in unmittelbarer Weise erzeugt werden.

[0029] Der Linearmotor weist zweckmäßigerweise unter anderem ein Gehäuse, ein Mittelstück und eine Luftstrecke mit Spule auf. Demzufolge kann der Magnetkreis innerhalb des Linearmotors praktischerweise über das Gehäuse, über das Mittelstück und über die Luftstrecke mit Spule geschlossen werden.

[0030] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung sind die ringförmigen Permanentmagnete zueinander beabstandet angeordnet, wobei die Magnetisierung des einen ringförmigen Permanentmagneten vorteilhafterweise entgegen der Magnetisierung des anderen ringförmigen Permanentmagneten gerichtet ist und/oder wobei die Lage der ringförmigen Permanentmagnete im Gehäuse des Linearmotors vorzugsweise durch Abstandsringe vorgegeben ist.

[0031] Hierbei kann die Spule zweckmäßigerweise in mindestens zwei gegensinnig gewickelte Teilspulen unterteilt sein, wobei die Gesamtinduktivität der Spule durch diese Art der Wicklung wesentlich kleiner als die Induktivität einer Teilspule ist, so daß eine kleine elektrische Zeitkonstante des Linearmotors gewährleistet ist; hierdurch ist eine winkelsynchrone Ansteuerung der Motorkraft möglich, und der Linearmotor ist sehr schnell steuerbar.

[0032] In der demzufolge vorzugsweise zweikammerig aufgeteilten Spule wird hierbei eine Kraft erzeugt, sobald die Spule von elektrischem Strom durchflossen ist. Diese Kraft ist proportional zur Stromstärke und unabhängig vom Ort der Spule, solange sich die Spule im homogenen Teil des Magnetfeldes befindet; die Kraftrichtung ist naturgemäß von der Richtung des Stromflusses abhängig, wobei die Richtung und/oder die Stärke des Stromflusses im Linearmotor empfehlenswerter-

weise durch mindestens einen Mikroprozessor steuerbar ist.

[0033] Unabhängig hiervon oder im Zusammenhang hiermit kann die Bewegung der Stoffdrückereinrichtung durch den Linearmotor zeitgesteuert erfolgen.

[0034] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist die Antriebsstange über mindestens zwei Lagerbuchsen im Mittelstück geführt.

[0035] Das Mittelstück kann eine vorzugsweise zentral vorgesehene Öffnung aufweisen, in der ein als Gleitstein ausgebildetes Eisenstück geführt ist, das vorteilhafterweise mit der Antriebsstange verbunden ist. Hierbei sind/ist die Öffnung und/oder das Eisenstück optionalerweise rechteckförmig ausgebildet. Sinn und Zweck dieses Eisenstücks bestehen darin, einerseits die Antriebsstange gegen Verdrehung zu sichern; andererseits soll die Antriebskraft der Spule über das Eisenstück auf die Antriebsstange übertragen werden.

[0036] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist an einem Ende des Eisenstücks ein überstehendes, eine magnetische Anziehungskraft erzeugendes Teil aus ferromagnetischem Material, vorzugsweise aus Stahl, angeordnet. Wie vorstehend bereits andeutungsweise erläutert, kann dieses Eisenstück zur Übertragung der Antriebskraft auf die Antriebsstange über einen Spulenträger mit der Spule verbunden sein.

[0037] In einer zum als Gleitstein ausgebildeten Eisenstück alternativen erfinderungswesentlichen Weiterbildung kann das Mittelstück eine vorzugsweise zentral vorgesehene Öffnung aufweisen, in der ein zweckmäßigerweise aus Stahl gefertigter Stift geführt ist, der vorteilhafterweise mit der Antriebsstange verbunden ist. Hierbei ist die Öffnung optionalerweise als Langloch und der Stift optionalerweise rund ausgebildet. Sinn und Zweck dieses Stifts bestehen darin, einerseits die Antriebsstange gegen Verdrehung zu sichern; andererseits soll die Antriebskraft der Spule über den Stift auf die Antriebsstange übertragen werden.

[0038] Die vorgenannten Eigenschaften und Merkmale sind für einen Stoffdrückerantrieb in überzeugender Weise geeignet, da hierdurch die Stoffdrückerkraft in Abhängigkeit von der Drehzahl der Nähmaschine verstellbar ist. Die erforderliche Andruckkraft für die Stoffdrückereinrichtung ist jedoch relativ hoch, so daß ein Direktantrieb, wie er bei dieser Erfindung vorliegt, größere Dimensionen des Linearmotors bedingen würde. Um jedoch eine kompakte Bauweise des Linearmotors zu gewährleisten, ist die Antriebsstange gemäß einer besonders erfinderischen Weiterbildung der Betätigungsvorrichtung durch mindestens ein Federelement vorgespannt.

[0039] Wenn gemäß einer zweckmäßigen Ausgestaltungsform der vorliegenden Erfindung mindestens zwei Federelemente vorgesehen sind, so sind diese Federelemente in bevorzugter Weise an beiden Seiten des Mittelstücks angeordnet, um eine zusätzliche Momentenerzeugung auf zuverlässige Weise zu verhindern.

[0040] Hierbei sollte der Linearmotor im stromlosen Zustand die Stoffdrückereinrichtung mittels des mindestens einen Federelements mit einer Kraft gegen eine Stichplatte der Nähmaschine sowie gegen einen Stoffschieber, der in der Transportphase mit seinen Zähnen über die Oberseite der Stichplatte hinausragt, drücken, die vorzugsweise in etwa ein Drittel der maximalen Kraft der Stoffdrückereinrichtung beträgt. Bei langsamen Nähgeschwindigkeiten wird mit dieser Andruckkraft des mindestens einen Federelements genäht, wobei diese Andruckkraft erforderlichenfalls noch verringerbar ist, indem ein entsprechender Strom in negativer Richtung durch den Linearmotor geschickt wird.

[0041] Nachfolgend werden die bevorzugten Arbeitsweisen und die gewünschten Funktionen der Betätigungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben, so wie sie sich durch die vorstehend dargelegten vorteilhaften Ausführungsformen als sachdienlich erweisen:

[0042] In bevorzugter Weise ist der Stromfluß durch den Linearmotor in negativer Richtung so bemeßbar, daß die Kraft des mindestens einen Federelements kompensiert wird und die Stoffdrückerkraft mithin verschwindet. Ein derartiges Kraftlosschalten der Stoffdrückereinrichtung hat für die Nähtechnik insbesondere dann Bedeutung, wenn die Naht winklig verläuft.

[0043] Im Eckpunkt der Naht stoppt die Nähmaschine in der Position, in der die Nadel unten ist. Die Stoffdrükkereinrichtung wird dann zweckmäßigerweise kraftlos geschaltet, damit das Nähgut in komfortabler Weise in die gewünschte Richtung gedreht werden kann. Wie vorstehend bereits angedeutet, kann dieses Kraftlosschalten der Stoffdrückereinrichtung hierbei entweder programmgesteuert oder tastengesteuert erfolgen.

[0044] Um bei Nähmaschinen mit elliptisch angetriebenen Stoffschiebern auch bei höheren Drehzahlen der Nähmaschine einen einwandfreien Nähguttransport zu gewährleisten, kann die von der Stoffdrückereinrichtung ausgeübte Andruckkraft erhöht werden. Mit der größer werdenden Nähgeschwindigkeit wird entsprechend die Transportzeit immer kürzer. Da der Transportweg konstant ist, steigen die wirkenden Beschleunigungen bei höheren Drehzahlen der Nähmaschine in nicht proportionaler Weise an.

[0045] Bei den vorgenannten Transporteinrichtungen entstehen hierbei horizontale und vertikale Beschleunigungen. Aufgrund der vertikalen Beschleunigungen besteht die Gefahr, daß sich die Stoffdrückereinrichtung vom Nähgut abhebt und demzufolge der Transport beeinträchtigt wird. Aus diesem Grund wird bei den konventionellen, aus dem Stand der Technik bekannten Nähmaschinen die Stoffdrückerkraft durch eine starke Feder erzeugt, so daß ein Feder-Masse-System mit geringer Reibung vorliegt, wobei die Masse dieses schwingungsfähigen Systems durch die äquivalente Masse der Feder und durch die tatsächliche Masse der Stoffdrückereinrichtung bestimmt ist.

[0046] Hierbei hatten Versuche, die Eigenfrequenz

dieses Feder-Masse-Systems zu erhöhen, zu einer sehr starken Feder geführt, die sich jedoch bei den niedrigen Nähgeschwindigkeiten nachteilig bemerkbar machte.

[0047] Erfreulicherweise kann beim erfindungsgemäßen Einsatz des Linearmotors als krafterzeugendes Element diese Feder entfallen. Bei einer direkten Ankopplung des Linearmotors an die Stoffdrückereinrichtung können jedoch andere Probleme entstehen, denn in diesem Fall würde die vertikale Bewegung der Transporteinrichtung die Stoffdrückereinrichtung mit den beweglichen Teilen des Linearmotors nach oben beschleunigen.

[0048] Um diese Bewegung abzubremsen und die Kraft auf das Nähgut in einem Bruchteil der Transportphase zu erzeugen, müßte der Linearmotor erheblich mehr Kraft produzieren als die Feder in den konventionellen, aus dem Stand der Technik bekannten Systemen. Aus diesem Grund steht die Antriebsstange mit der Stoffdrückereinrichtung über mindestens ein federndes Kopplungselement in Verbindung. Indem mithin die Antriebsstange des Linearmotors durch das federnde Kopplungselement von der Stoffdrückereinrichtung entkoppelt ist, können die zu bewegenden Massen klein gehalten werden. Hierbei drückt die Antriebsstange des Linearmotors den Stoffdrückerfuß über das Kopplungselement gegen eine Stichplatte.

[0049] Die Stoffdrückereinrichtung bewegt sich zu Beginn der Transportphase nach oben. Diese Bewegung drückt das Kopplungselement zusammen, so daß die Kraft entsprechend der Härte des Kopplungselements wächst. Die Antriebsstange des Linearmotors würde durch diese Kraftdifferenz beschleunigt werden; da jedoch die Masse der beweglichen Teile des Linearmotors im Vergleich zur Stoffdrückerstange relativ groß ist und außerdem eine gewisse Reibung vorhanden ist, ist davon auszugehen, daß sich die Antriebsstange des Linearmotors bei den höheren Drehzahlen der Nähmaschine nicht aus ihrer Ruhelage bewegt.

[0050] Da die beweglichen Teile des Linearmotors im Gegensatz zum Anker eines herkömmlichen Elektromagneten vorzugsweise massearm sind, genügt eine relativ geringe Kraft des Linearmotors aus, um die Stoffdrückereinrichtung in kurzer Zeit in die Anfangsposition zu bringen. Je schwächer das Kopplungselement ausgelegt ist, desto besser ist die Entkopplung der Antriebsstange des Linearmotors von der Stoffdrückereinrichtung. Dies bedingt jedoch einen längeren Weg der Antriebsstange beim Aufbringen der Stoffdrückerkraft, weswegen die Härte des Kopplungselements von Fall zu Fall an die jeweilige Anwendung anzupassen ist.

[0051] Wenn die Stoffdrückereinrichtung angehoben wird, muß der Linearmotor die Vorspannkraft des optional vorgesehenen, mindestens einen Federelements überwinden, durch das die Antriebsstange vorgespannt ist. Bei einer Aufwärtsbewegung der Stoffdrückereinrichtung wird dieses mindestens eine Federelement gespannt, so daß die Vorspannkraft mit dem Hub der Stoffdrückereinrichtung größer wird.

[0052] Wenn die Stoffdrückereinrichtung ihre obere Position erreicht hat und in dieser oberen Position für einige Zeit gehalten werden soll, hat der Linearmotor zumindest eine der Federkraft äquivalente Kraft aufzubringen. Hierzu wird zunächst mit dem maximalen Strom die Stoffdrückereinrichtung angehoben und dann der Strom soweit abgesenkt, daß die Stoffdrückereinrichtung in ihrer oberen Position gehalten wird.

[0053] Bei der vorstehend dargelegten Ausführungsform, bei der anstelle des Stifts das als Gleitstein ausgebildete Eisenstück vorgesehen ist, kann dieser Haltestrom wesentlich reduziert werden, indem am oberen Punkt der vorstehend bereits dargelegte Selbsthaltemechanismus in Form des überstehenden, eine magnetische Anziehungskraft erzeugenden Teils aus ferromagnetischem Material vorgesehen ist.

[0054] Wenn die Stoffdrückereinrichtung abgesenkt ist, zeigt dieses überstehende Teil keine Wirkung. Wenn sich die Stoffdrückereinrichtung jedoch ihrer oberen Endposition nähert, kommt das überstehende Teil in den Wirkungsbereich der Permanentmagnete. Ein Teil der magnetischen Feldlinien verläuft dann über das überstehende Teil, so daß eine Anziehungskraft in Richtung der Permanentmagnete entsteht; mithin ist die Richtung dieser Anziehungskraft in entgegengesetzter Richtung zur Kraft der Vorspannung durch die Federelemente. Die Größe der Anziehungskraft hängt vom mechanischen Aufbau ab:

[0055] Die maximale Anziehungskraft tritt hierbei dann auf, wenn sich das überstehende, die magnetische Anziehungskraft erzeugende Teil in der obersten Position der Stoffdrückereinrichtung am Rande des homogenen magnetischen Feldes befindet. Die Dimensionierung dieser Einheit sollte hierbei so gewählt sein, daß sich die magnetische Anziehungskraft und die Kraft der Vorspannung durch die Federelemente nahezu aufheben.

[0056] Wenn nun die Stoffdrückereinrichtung generell abgesenkt werden soll, wird der Linearmotor mit dem maximalen Strom in der Weise versorgt, daß die Antriebsstange des Linearmotors eine Kraftrichtung nach unten erfährt.

[0057] Nach einer kleinen Wegstrecke verschwindet die magnetische Anziehungskraft, und die Antriebsstange wird unter Einwirkung der Kraft des Linearmotors und der Kraft der Vorspannung durch das mindestens eine Federelement stark nach unten hin beschleunigt, was einen unerwünscht starken Schlag des Stoffdrückerfußes auf die Stichplatte zur Folge hätte.

[0058] Um ein derartiges Anschlagen zu verhindern und damit verbunden eine Geräuschminderung zu erzielen, ist in zweckmäßiger Weise kurz vor Erreichen der angehobenen Stellung bzw. kurz vor Erreichen der abgesenkten Stellung jeweils eine Umkehr der Stromrichtung im Linearmotor vorgesehen, das heißt der Stromfluß des Linearmotors kann zeitgesteuert kurz vor Erreichen der unteren Position für eine bestimmte Zeit

in die entgegengesetzte Richtung geschaltet und damit die Stoffdrückereinrichtung gebremst werden. Der Zeitpunkt der Umkehrung der Richtung des Stromflusses und die Dauer der Bremsphase ist hierbei an die mechanischen Gegebenheiten anzupassen.

[0059] Die im wesentlichen gleiche Vorgehensweise kann in analoger Form auch beim Anheben der Stoffdrückereinrichtung eingesetzt werden, um ein weiches Anschlagen gegen die angehobene Stellung zu ermöglichen.

[0060] Um Vibrationen im unteren Drehzahlbereich der Nähmaschine zu vermeiden und um im mittleren Drehzahlbereich der Nähmaschine eine konstante tatsächliche Stichlänge zu erzielen, ist die Kraft des Linearmotors gemäß einer besonders erfinderischen Weiterbildung der vorliegenden Betätigungsvorrichtung mittels der Winkelposition der Hauptwelle der Nähmaschine steuerbar.

[0061] Hierbei kann die Kraft des Linearmotors mit dem Winkel der Hauptwelle der Nähmaschine etwa in der Weise gesteuert werden, daß der Linearmotor in der Transportphase des Stoffschiebers, in der der Stoffschieber mit seinen Zähnen über die Oberseite der Stichplatte hinausragt, eine Kraft aufbringt, die der über das Kopplungselement auf die Antriebsstange einwirkenden Kraft entgegenwirkt.

[0062] Wenn etwa der Stoffschieber den Stoffdrükkerfuß um eine bestimmte Wegstrecke nach oben drückt, erzeugt die Wegänderung über das Kopplungselement mit der Federkonstanten eine Krafteinwirkung auf die Antriebsstange. Wenn die Kraft des Linearmotors und die über das Kopplungselement auf die Antriebsstange einwirkende Kraft in bevorzugter Weise betragsmäßig in etwa gleich groß sind, bleibt die Antriebsstange in ihrer Ruhelage stehen.

[0063] Außerhalb der Transportphase des Stoffschiebers ist der Stromfluß im Linearmotor in bevorzugter Weise herabgesetzt, wodurch zugleich die Erwärmung der Spule bzw. der Teilspulen gering gehalten wird.

[0064] Um eine Änderung der tatsächlichen Stichlänge bei hohen Drehzahlen der Nähmaschine zu verhindern, weist das Kopplungselement bei hohen Drehzahlen der Nähmaschine gemäß einer erfindungswesentlichen Weiterbildung der vorliegenden Betätigungsvorrichtung eine erhöhte Vorspannung auf. Dies kann beispielsweise dadurch bewerkstelligt sein, daß der Stromfluß im Linearmotor bei hohen Drehzahlen der Nähmaschine einen Gleichstromanteil aufweist, wodurch eine konstante Kraftkomponente des Linearmotors bewirkt wird.

[0065] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Gleichstromanteil des Stromflusses zeitabhängig und/oder in Abhängigkeit von der Drehzahl der Nähmaschine veränderbar. Somit erhöht sich die Kraftkomponente zweckmäßigerweise mit der Drehzahl, wobei die Abhängigkeit der Stromänderung von der Drehzahl durch den Aufbau der Nähmaschine bestimmt ist; aus diesem Grunde ist die funktionelle Abhängigkeit des Stromflusses von der Drehzahl der Nähmaschine nach erstmaliger Ermittlung in der Nähmaschine speicherbar.

[0066] Um den Einfluß der elektrischen Zeitkonstante des Linearmotors bei hohen Drehzahlen der Nähmaschine zu eliminieren, ist der Einschaltpunkt des Stromflusses bei hohen Drehzahlen der Nähmaschine in bevorzugter Weise um ein Winkelmaß vorverlegbar, und zwar zweckmäßigerweise in Abhängigkeit von der Drehzahl der Nähmaschine. Hierdurch ist sichergestellt, daß der Linearmotor beim Bewegungsbeginn der Stoffdrückereinrichtung, insbesondere des Stoffdrückerfußes, die erforderliche Gegenkraft erreichen kann.

[0067] Die vorstehend erläuterten Möglichkeiten, die Kraft des Linearmotors als Funktion der Winkelstellung der Hauptwelle der Nähmaschine oder auch zeitabhängig ändern zu können, lassen sich dazu nutzen, die sogenannte Wischerfunktion auch mit einer linearmotorbetriebenen Stoffdrückereinrichtung zu

[0068] erfüllen. Beim Nähanfang muß das freie Ende des Nadelfadens frei liegen. Nur dann kann das Fadenende bei der Schlingenbildung in das Nähgut gezogen werden und ist dadurch später von oben nicht mehr sichtbar.

[0069] Um dies zu erreichen, wird der Fadenanfang nach dem Schneiden bisher konventionellerweise durch eine Wischereinrichtung in Richtung der Näherin auf die Stoffdrückereinrichtung gelegt. Würde stattdessen das Fadenende von der Stoffdrückereinrichtung eingeklemmt, so würde die für die Schlingenbildung benötigte Fadenmenge vom Fadenvorrat abgezogen, so daß das eingeklemmte Fadenende sichtbar bleibt.

[0070] Dieser Fehler kann nun mit Hilfe des Linearmotors gemäß der vorliegenden Erfindung vermieden werden, ohne daß es einer kostspieligen Wischereinrichtung bedarf. Hierzu ist die Stoffdrückereinrichtung, insbesondere der Stoffdrückerfuß, gemäß einer erfindungswesentlichen Weiterbildung der vorliegenden Betätigungsvorrichtung bei der ersten Stichbildung kraftlos geschaltet, beispielsweise indem die Kraft des mindestens einen Federelements mit der Kraft des Linearmotors kompensiert wird. Wenn nun zu Nähbeginn das Nadelfadenende unter der Stoffdrückereinrichtung liegt, wird das Nadelfadenende von der Stoffdrückereinrichtung nicht mehr festgehalten und kann demzufolge bei der ersten Stichbildung genau so nach unten gezogen werden, als wenn es auf der Stoffdrückereinrichtung liegen würde. Nach der ersten Stichbildung wird der Linearmotor dann in bevorzugter Weise in den normalen Nähbereich umgeschaltet.

[0071] Weitere Ausgestaltungen, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachstehend in der Zeichnung anhand der Figuren 1 bis 8 beschrieben, durch die in exemplarischer Form verschiedene Ausführungsbeispiele der Betätigungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht sind.

[0072] Es zeigt:

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Betäti-

gungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Betätigungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Figur 3 ein erstes Ausführungsbeispiel des Linearmotors aus der Betätigungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, im Längsschnitt;

Figur 4 den Linearmotor aus Figur 3, in Aufsicht gemäß der Linie IV - IV in Figur 3;

Figur 5 ein zweites Ausführungsbeispiel des Linearmotors aus der Betätigungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, im Längsschnitt;

Figur 6 eine Schnittdarstellung einer Kabeldurchführung beim Linearmotor aus Figur 5;

Figur 7 ein Diagramm der Größe der tatsächlichen Stichlänge L in Abhängigkeit von der Drehzahl n der Nähmaschine; und

Figur 8 ein Diagramm des Motorstroms I in Abhängigkeit vom Drehwinkel ϕ der Hauptwelle der Nähmaschine.

[0073] Identische Bezugszeichen beziehen sich auf gleich oder ähnlich ausgebildete Elemente oder Merkmale in den Figuren 1 bis 8.

[0074] Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Betätigungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0075] Die für eine Nähmaschine (im folgenden umfaßt der Begriff "Nähmaschine" auch Näheinrichtungen, wobei sich die vorliegende Erfindung sowohl auf Näheinrichtungen als auch auf Nähmaschinen bezieht) vorgesehene Betätigungsvorrichtung weist eine Stoffdrükkereinrichtung 3 zum Niederhalten des Nähgutes während der Stichbildung und des Nähguttransportes auf. Hierbei drückt der Linearmotor 1 im stromlosen Zustand die Stoffdrückereinrichtung 3 mit einer Kraft gegen eine Stichplatte 4 der Nähmaschine sowie gegen einen Stoffschieber 5, der in der Transportphase mit seinen Zähnen über die Oberseite der Stichplatte 4 hinausragt. Die Stoffdrückereinrichtung 3 weist hierzu eine Stoffdrückerstange 31 und einen Stoffdrückerfuß 32 auf, wobei der Stoffschieber 5 in der in Figur 1 dargestellten angehobenen Stellung an der Unterseite des Stoffdrückerfußes 32 anstößt (vgl. auch Figur 2).

[0076] Des weiteren weist die Betätigungsvorrichtung als Stellelement für die Stoffdrückereinrichtung 3 einen Linearmotor 1 auf, dessen Antriebsstange 10 zur Steuerung der Stoffdrückerkraft, die die Stoffdrückereinrichtung 3 auf das Nähgut ausübt, über ein federndes massearmes Kopplungselement 2 mit der Stoffdrückereinrichtung 3 in Verbindung steht. Auf diese Weise wird die Antriebsstange 10 des Linearmotors 1 von der Stoffdrückereinrichtung 3 entkoppelt, so daß die zu bewegenden Massen gering gehalten sind.

[0077] Bei diesem Kopplungselement 2 handelt es sich bei dem in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel einer Betätigungsvorrichtung um eine Schraubenfeder. Hierdurch ist zwar einerseits die Antriebsstange 10 des Linearmotors 1 von der Stoffdrükkereinrichtung 3 entkoppelt, andererseits ist jedoch die erwünschte direkte Verbindung zwischen der Antriebsstange 10 des Linearmotors 1 und der Stoffdrückereinrichtung 3 gewährleistet.

[0078] In Figur 1 ist die Antriebsstange 10 über der Stoffdrückereinrichtung 3 angeordnet. Bei einer derartigen Ausgestaltung erfolgt die Kraftübertragung von der Antriebsstange 10 des Linearmotors 1 auf die Stoffdrükkereinrichtung 3 auf mechanisch besonders einfache und doch präzise Weise.

[0079] In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer Betätigungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt.

[0080] Dieses zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel im wesentlichen dadurch, daß das Kopplungselement 2 in Form einer Blattfeder ausgebildet ist. Eine derartige Ausgestaltungsform bietet sich insbesondere dann an, wenn die Antriebsstange 10, beispielsweise aus konstruktiven Gründen, seitlich versetzt zur Stoffdrückereinrichtung 3 angeordnet ist, so wie dies in Figur 2 dargestellt ist.

[0081] Figur 3 zeigt im Längsschnitt ein erstes Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1, das der Betätigungsvorrichtung aus Figur 1 oder der Betätigungsvorrichtung aus Figur 2 zugeordnet sein kann; in Figur 4 ist der Linearmotor 1 aus Figur 3 in Aufsicht gemäß der Linie IV - IV in Figur 3 dargestellt.

[0082] Die Tatsache, daß der Linearmotor 1 im wesentlichen eisenlos ist, hat den nicht unmaßgeblichen Vorteil, daß auf die beweglichen Teile des Linearmotors 1 keine zusätzlichen magnetischen Kräfte einwirken.

[0083] Der Linearmotor 1 weist zwei rechteckförmige Permanentmagnete 11a, 11b auf, mit denen das magnetische Feld erzeugt wird. Das Material der Permanentmagnete 11a, 11b basiert hierbei auf Eisen, Neodym und Bor, da mit diesen Magnetwerkstoffen unter preisgünstigen Bedingungen sehr hohe Energiedichten erzielbar sind. Mit derartigen, sehr hohen Energiedichten kann auch die für die Stoffdrückereinrichtung 3 erforderliche Kraft ohne weiteres in unmittelbarer Weise erzeugt werden.

[0084] Der Linearmotor 1 weist ferner unter anderem ein Gehäuse 12, ein Mittelstück 13 und eine Luftstrecke mit der Spule 14 auf. Demzufolge kann der Magnetkreis innerhalb des Linearmotors 1 über das Gehäuse 12, über das Mittelstück 13 und über die Luftstrecke mit

Spule 14 geschlossen werden.

[0085] In der Spule 14 wird hierbei eine Kraft erzeugt, sobald die Spule 14 von elektrischem Strom durchflossen ist. Diese Kraft ist proportional zur Stromstärke und unabhängig vom Ort der Spule 14, solange sich die Spule 14 im homogenen Teil des Magnetfeldes befindet; die Kraftrichtung ist naturgemäß von der Richtung des Stromflusses abhängig, wobei die Richtung und/oder die Stärke des Stromflusses im Linearmotor 1 durch einen (in der Zeichnung aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht abgebildeten) Mikroprozessor steuerbar ist.

[0086] Wie des weiteren der Darstellung der Figur 3 entnehmbar ist, ist die Antriebsstange 10 über zwei Lagerbuchsen 15a, 15b im Mittelstück 13 geführt. Das Mittelstück 13 weist eine zentral vorgesehene Öffnung 13a auf, in der ein als Gleitstein ausgebildetes Eisenstück 16 geführt ist, das mit der Antriebsstange 10 verbunden ist. Hierbei sind die Öffnung 13a und das Eisenstück 16 rechteckförmig ausgebildet.

[0087] Sinn und Zweck dieses Eisenstücks 16 bestehen darin, einerseits die Antriebsstange 10 gegen Verdrehung zu sichern; andererseits soll die Antriebskraft über das Eisenstück 16 auf die Antriebsstange 10 übertragen werden. Dieses Eisenstück 16 ist zur Übertragung der Antriebskraft auf die Antriebsstange 10 über einen Spulenträger 17 mit der Spule 14 verbunden.

[0088] Am in den Figuren 3 und 4 linken Ende des Eisenstücks 16 ist ein überstehendes (vgl. Figur 3), eine magnetische Anziehungskraft erzeugendes Teil 16a aus ferromagnetischem Material, vorliegend aus Stahl, angeordnet.

[0089] Figur 5 zeigt im Längsschnitt ein zweites Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1, das der Betätigungsvorrichtung aus Figur 1 oder der Betätigungsvorrichtung aus Figur 2 zugeordnet sein kann; in Figur 6 ist eine Schnittdarstellung einer Kabeldurchführung beim Linearmotor aus Figur 5 dargestellt.

[0090] Zur Vermeidung überflüssiger Wiederholungen werden nachfolgend nur die Ausgestaltungen und Merkmale erläutert, durch die sich das anhand der Figuren 5 und 6 veranschaulichte zweite Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1 vom anhand der Figuren 3 und 4 veranschaulichten ersten Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1 unterscheidet.

[0091] Das in Figur 5 gezeigte zweite Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1 weist zwei ringförmige, radial magnetisierte und zueinander beabstandete Permanentmagnete 11a, 11b auf, mit denen das magnetische Feld erzeugt wird und deren Lage im Gehäuse des Linearmotors 1 durch Abstandsringe 18a, 18b, 18c vorgegeben ist.

[0092] Hierbei unterscheidet sich die Richtung der Magnetisierung der beiden Permanentmagnete: Wenn beispielsweise beim einen ringförmigen Permanentmagnet 11a die Innenfläche magnetisch den Südpol und die Außenfläche magnetisch den Nordpol aufweist, ist die Richtung der Magnetisierung beim anderen ringförmigen Permanentmagnet 11b umgekehrt.

[0093] Hierdurch wird erreicht, daß der magnetische Rückschluß nur die Hälfte des Hauptfeldes führen muß.

[0094] Aufgrund dieser magnetischen Anordnung wird die Spule 14 in zwei gegensinnig gewickelte Teilspulen 14a und 14b unterteilt, wobei die Gesamtinduktivität der Spule 14 durch diese Art der Wicklung wesentlich kleiner als die Induktivität einer Teilspule 14a, 14b ist, so daß der Linearmotor 1 sehr schnell steuerbar ist.

[0095] Die Teilspulen 14a, 14b sind auf einen Spulenträger 17 aus nicht magnetischem Material gewickelt. Dieser Spulenträger 17 ist mit Hilfe eines Stiftes 26 fest mit der Antriebsstange 10 verbunden. Um die Trägheitsmasse des Linearmotors 1 gering zu halten, ist die Antriebsstange 10 hohl ausgebildet. Die Spule 14 mit dem Spulenträger 17 ist der bewegliche Teil des Linearmotors 1, wobei die Stromzuführung zur beweglichen Spule 14 erfindungsgemäß entsprechend Figur 6 gelöst ist, die eine Schnittdarstellung einer Kabeldurchführung beim Linearmotor 1 aus Figur 5 veranschaulicht:

[0096] Eine elektrische, beispielsweise zweiadrige Anschlußleitung 21 für die Spule 14 wird durch eine Aussparung 13b des Mittelstücks 13 und durch die hohle Antriebsstange 10 nach außen geführt. Da der Spulenträger 17 mit Hilfe des Stiftes 26 fest mit der Antriebsstange 10 verbunden ist, wirken bei der Bewegung der Spule 14 auf die elektrische Anschlußleitung 21 keine Zugkräfte ein. Das Ende der Anschlußleitung 21 ist mit einem Stecker 20 verbunden, der zugleich die Zugentlastung des Gegensteckers beinhaltet.

[0097] Dem in den Figuren 3 und 4 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1 und dem in den Figuren 5 und 6 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1 ist gemeinsam, daß die Antriebsstange 10 über zwei Lagerbuchsen 15a, 15b im Mittelstück 13 geführt. Das Mittelstück 13 weist eine zentral vorgesehene Öffnung 13a auf, in der ein Stift 26 aus Stahl geführt ist, der mit der Antriebsstange 10 verbunden ist. Hierbei ist die Öffnung 13a als Langloch und der Stift 26 rund ausgebildet.

[0098] Sinn und Zweck dieses Stifts 26 bestehen - ebenso wie in bezug auf das Eisenstück 16 gemäß dem in den Figuren 3 und 4 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1 - darin, einerseits die Antriebsstange 10 gegen Verdrehung zu sichern; andererseits soll die Antriebskraft über den Stift 26 auf die Antriebsstange 10 übertragen werden.

[0099] Die vorgenannten Eigenschaften und Merkmale sind für einen Stoffdrückerantrieb in überzeugender Weise geeignet, da hierdurch die Stoffdrückerkraft in Abhängigkeit von der Drehzahl n der Nähmaschine verstellbar ist. Die erforderliche Andruckkraft für die Stoffdrückereinrichtung 3 ist jedoch relativ hoch, so daß ein Direktantrieb, wie er bei der veranschaulichten Ausführungsform vorliegt, größere Dimensionen des Linearmotors 1 bedingen würde.

[0100] Um jedoch eine kompakte Bauweise des Linearmotors 1 zu gewährleisten, ist die Antriebsstange 10

beim anhand der Figuren 3 und 4 veranschaulichten ersten Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1 durch zwei Federelemente 19a, 19b vorgespannt, die an beiden Seiten des Mittelstücks 13 angeordnet sind, um eine zusätzliche Momentenerzeugung auf zuverlässige Weise zu verhindern; beim anhand der Figuren 5 und 6 veranschaulichten zweiten Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1 ist die Antriebsstange 10 durch ein Federelement 19 vorgespannt.

[0101] Hierbei drückt der Linearmotor 1 im stromlosen Zustand die Stoffdrückereinrichtung 3 mittels der Federelemente 19a, 19b (vgl. die Figuren 3 und 4) bzw. mittels des Federelements 19 (vgl. Figur 5) mit einer Kraft gegen die Stichplatte 4 (vgl. Figuren 1 und 2) der Nähmaschine, die in etwa ein Drittel der maximalen Kraft der Stoffdrückereinrichtung 3 beträgt. Bei langsamen Nähgeschwindigkeiten wird mit dieser Andruckkraft der Federelemente 19a, 19b (vgl. die Figuren 3 und 4) bzw. des Federelements 19 (vgl. Figur 5) genäht, wobei diese Andruckkraft erforderlichenfalls noch verringerbar ist, indem ein entsprechender Strom in negativer Richtung durch den Linearmotor 1 geschickt wird.

[0102] Der Stromfluß durch den Linearmotor 1 in negativer Richtung ist hierbei so bemeßbar, daß die Kraft der Federelemente 19a, 19b (vgl. die Figuren 3 und 4) bzw. des Federelements 19 (vgl. Figur 5) kompensiert wird und die Stoffdrückerkraft mithin verschwindet. Ein derartiges Kraftlosschalten der Stoffdrückereinrichtung 3 hat für die Nähtechnik insbesondere dann Bedeutung, wenn die Naht winklig verläuft. Im Eckpunkt der Naht stoppt die Nähmaschine in der Position, in der die Nadel unten ist.

[0103] Die Stoffdrückereinrichtung 3 wird dann kraftlos geschaltet, damit das Nähgut in komfortabler Weise in die gewünschte Richtung gedreht werden kann. Dieses Kraftlosschalten der Stoffdrückereinrichtung 3 kann entweder programmgesteuert oder tastengesteuert erfolgen.

[0104] Der bekannte Transportmechanismus der Nähmaschine drückt bei einer bekannten Winkelstellung der Hauptwelle der Nähmaschine mit dem Stoffschieber 5 den Stoffdrückerfuß 32 um die Wegstrecke Δs (vgl. die Figuren 1, 2 und 8) nach oben, wobei die Zähne des Stoffschiebers 5 das Nähgut erfassen. Danach erfolgt in Abhängigkeit von der eingestellten Stichlänge eine lineare Bewegung in Transportrichtung. Anschließend wird der Stoffschieber 5 abgesenkt.

[0105] Wenn mittels des Linearmotors 1 mit konstanter Kraft auf den Stoffdrückerfuß 32 gedrückt wird, macht die Antriebsstange 10 des Linearmotors 1 bei langsamen Drehzahlen n der Nähmaschine die Bewegung des Stoffdrückerfußes 32 mit. Dies bedeutet, daß, wenn der Stoffdrückerfuß 32 um die Wegstrecke Δs nach oben geht, sich auch die Antriebsstange 10 um die gleiche Wegstrecke Δs nach oben bewegt, weil die Zeit der Transportphase lang genug ist. Dabei bleibt die tatsächliche Stichlänge L in einem unteren Drehzahlbereich von n_0 bis n_1 der Nähmaschine konstant (vgl. Figur 7, in der ein Diagramm der Größe der tatsächlichen Stichlänge L in Abhängigkeit von der Drehzahl n der Nähmaschine gezeigt ist). Die Aufund Abbewegung der Antriebsstange 10 verursacht hierbei Vibrationen und Geräusche.

[0106] Wenn die Drehzahl n der Nähmaschine höher wird, wird die Beschleunigung nach oben größer und die Zeit des Transports kürzer. Dies verursacht ein weiteres Problem dergestalt, daß das aus dem Kopplungselement 2 und der Masse der Antriebsstange 10 gebildete Feder-Masse-System bewirkt, daß in einem mittleren Drehzahlbereich von n_1 bis n_2 der Nähmaschine (vgl. Figur 7) die Druckkraft auf den Stoffdrückerfuß 32 kleiner wird, wobei sich der Stoffdrückerfuß 32 unter Umständen für kurze Zeit sogar vom Nähgut abheben kann; durch die verminderte Druckkraft auf den Stoffdrückerfuß 32 verringert sich im mittleren Drehzahlbereich von n_1 bis n_2 der Nähmaschine die tatsächliche Stichlänge L (vgl. Figur 7).

[0107] Wenn die Drehzahl n der Nähmaschine weiter erhöht wird, kann sich die Antriebsstange 10 des Linearmotors 1 aufgrund ihrer Massenträgheit ab einer bestimmten Drehzahl nicht mehr bewegen, und die tatsächliche Stichlänge L wird wieder länger. Dies entspricht dem Kurvenverlauf im Drehzahlbereich von n_2 bis n_3 der Nähmaschine (vgl. Figur 7).

[0108] Bei noch höheren Drehzahlen $n > n_3$ der Nähmaschine tritt das aus dem Kopplungselement 2 und der Masse der Stoffdrückereinrichtung 3 gebildete Feder-Masse-System mit der Folge in Erscheinung, daß die tatsächliche Stichlänge L wieder kürzer wird (vgl. Figur 7).

[0109] Um die Vibrationen im unteren Drehzahlbereich $n < n_1$ der Nähmaschine zu vermeiden und um im mittleren Drehzahlbereich von n_1 bis n_3 der Nähmaschine eine konstante tatsächliche Stichlänge L zu erzielen, wird die Kraft des Linearmotors 1 erfindungsgemäß mit dem Winkel der Hauptwelle der Nähmaschine in der Weise gesteuert, daß der Linearmotor 1 in der Transportphase des Stoffschiebers 5 eine Gegenkraft aufbringt, die der Federkraft $F = C \cdot \Delta s$ gleich ist. Wenn der Stoffschieber 5 den Stoffdrückerfuß 32 um die Wegstrecke Δs (vgl. die Figuren 1, 2 und 8) nach oben drückt, erzeugt die Wegänderung über das Kopplungselement 2 mit der Federkonstanten C eine Krafteinwirkung auf die Antriebsstange 10. Wenn der Linearmotor 1 dieser Kraft mit der gleichen Kraft entgegenwirkt, bleibt die Antriebsstange 10 in ihrer Ruhelage stehen.

[0110] Der gegensinnige Wickelsinn der Teilspulen 14a, 14b (vgl. Figur 5) gewährleistet eine kleine elektrische Zeitkonstante des Linearmotors 1, so daß die vorbeschriebene winkelsynchrone Ansteuerung der Motorkraft möglich wird. Außerhalb der Transportphase wird der Motorstrom abgesenkt (vgl. Figur 8, in der ein Diagramm des Motorstroms I in Abhängigkeit vom Drehwinkel ϕ der Hauptwelle der Nähmaschine gezeigt ist), wodurch zugleich die Erwärmung der Teilspulen 14a, 14b (vgl. Figur 5) gering gehalten wird.

[0111] Um die Änderung der tatsächlichen Stichlänge L bei hohen Drehzahlen $n > n_3$ der Nähmaschine (vgl. Figur 7) zu verhindern, muß die Vorspannung des Kopplungselements 2 erhöht werden. Dies wird mittels einer konstanten Kraftkomponente des Linearmotors 1 durch einen drehzahlabhängig veränderbaren Gleichstromanteil I_G erreicht (vgl. Figur 8). Diese Kraft erhöht sich mit der Drehzahl n der Nähmaschine, wobei die Abhängigkeit der Stromänderung ΔI von der Drehzahl n durch den Aufbau der Nähmaschine bestimmt ist; aus diesem Grunde wird diese funktionelle Abhängigkeit einmal ermittelt und abgespeichert.

[0112] Bis zu mittleren Drehzahlen $n < n_3$ der Nähmaschine, bei denen die elektrische Zeitkonstante des Linearmotors 1 vernachlässigbar bleibt, funktioniert die vorstehend beschriebene Methode mit dem Aufbringen der Gegenkraft recht gut, was auch aus der Darstellung der Figur 7 hervorgeht:

[0113] Während L_1 die Kurve der tatsächlichen Stichlänge L ohne steuerungsmäßige Korrekturen zeigt, zeigt L_2 die Kurve der tatsächlichen Stichlänge L, bei der die "Delle", das heißt das vorübergehende Absinken der tatsächlichen Stichlänge L im mittleren Drehzahlbereich von n_1 bis n_3 der Nähmaschine durch Aufbringen der vorstehend erläuterten Gegenkraft beseitigt ist und bei der durch den Gleichstromanteil I_G (vgl. Figur 8) der Abfall der Kurve der tatsächlichen Stichlänge L "nach rechts", das heißt in einen höheren Drehzahlbereich $n > n_3$ der Nähmaschine verschoben ist; bei der Kurve L_3 ist durch einen erhöhten Gleichstromanteil I_G der Abfall der Kurve der tatsächlichen Stichlänge L im Vergleich zur Kurve L_2 noch weiter "nach rechts", das heißt in einen noch höheren Drehzahlbereich $n > n_3$ der Nähmaschine verschoben.

[0114] Bei hohen Drehzahlen $n > n_3$ der Nähmaschine macht sich die elektrische Zeitkonstante des Linearmotors 1 beim Stromaufbau nachteilig bemerkbar. Die Zeit, in der der Stoffschieber 5 den Stoffdrückerfuß 32 nach oben bewegt, wird bei diesen hohen Drehzahlen $n > n_3$ der Nähmaschine kürzer als die Zeit für den Stromanstieg im Linearmotor 1.

[0115] Um den Einfluß der elektrischen Zeitkonstante des Linearmotors 1 zu eliminieren, wird bei hohen Drehzahlen $n > n_3$ der Nähmaschine der Einschaltwinkel ϕ des Stroms drehzahlabhängig um $\Delta\phi$ vorverlegt (vgl. Figur 8). Hierdurch ist sichergestellt, daß der Linearmotor 1 beim Bewegungsbeginn des Stoffdrückerfußes 32 die erforderliche Gegenkraft erreichen kann.

[0116] Die vorstehend erläuterten Möglichkeiten, die Kraft des Linearmotors 1 als Funktion der Winkelstellung der Hauptwelle der Nähmaschine oder auch zeitabhängig ändern zu können, lassen sich dazu nutzen, die sogenannte Wischerfunktion auch mit einem linearmotorbetriebenen Stoffdrückerfuß 32 zu erfüllen. Beim Nähanfang muß das freie Ende des Nadelfadens frei liegen. Nur dann kann das Fadenende bei der Schlingenbildung in das Nähgut gezogen werden und ist dadurch später von oben nicht mehr sichtbar.

[0117] Um dies zu erreichen, wird der Fadenanfang nach dem Schneiden bisher konventionellerweise durch eine Wischereinrichtung in Richtung der Näherin auf den Stoffdrückerfuß gelegt. Würde stattdessen das Fadenende vom Stoffdrückerfuß 32 eingeklemmt, so würde die für die Schlingenbildung benötigte Fadenmenge vom Fadenvorrat abgezogen, so daß das eingeklemmte Fadenende sichtbar bleibt.

[0118] Dieser Fehler kann nun mit Hilfe des Linearmotors 1 vermieden werden, ohne daß es einer kostspieligen Wischereinrichtung bedarf. Hierzu wird beim ersten Stich der Stoffdrückerfuß 32 kraftlos geschaltet, indem die Kraft der Federelemente 19a, 19b (vgl. die Figuren 3 und 4) bzw. des Federelements 19 (vgl. Figur 5) mit der Kraft des Linearmotors 1 kompensiert wird. Wenn nun zu Nähbeginn das Nadelfadenende unter dem Stoffdrückerfuß 32 liegt, wird das Nadelfadenende vom Stoffdrückerfuß 32 nicht mehr festgehalten und kann demzufolge bei der ersten Stichbildung genau so nach unten gezogen werden, als wenn es auf dem Stoffdrückerfuß 32 liegen würde. Nach der ersten Stichbildung wird der Linearmotor 1 dann in den normalen Nähbereich umgeschaltet.

[0119] Wenn die Stoffdrückereinrichtung 3 angehoben wird, muß der Linearmotor 1 die Vorspannkraft der Federelemente 19a, 19b (vgl. die Figuren 3 und 4) bzw. des Federelements 19 (vgl. Figur 5) überwinden, durch die die Antriebsstange 10 vorgespannt ist. Bei einer Aufwärtsbewegung der Stoffdrückereinrichtung 3 werden diese Federelemente 19a, 19b bzw. wird dieses Federelement 19 gespannt, so daß die Vorspannkraft mit dem Anheben der Stoffdrückereinrichtung 3 größer wird. Wenn die Stoffdrückereinrichtung 3 ihre obere Position erreicht hat und in dieser oberen Position für einige Zeit gehalten werden soll, hat der Linearmotor 1 zumindest eine der Federkraft äquivalente Kraft aufzubringen.

[0120] Hierzu wird zunächst mit dem maximalen Strom die Stoffdrückereinrichtung 3 angehoben und dann der Strom soweit abgesenkt, daß die Stoffdrückereinrichtung 3 in ihrer oberen Position gehalten wird.

[0121] Hierbei kann beim in den Figuren 3 und 4 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel des Linearmotors 1 dieser Haltestrom wesentlich reduziert werden, indem am oberen Punkt der vorstehend bereits dargelegte Selbsthaltemechanismus in Form des überstehenden, eine magnetische Anziehungskraft erzeugenden Teils 16a aus ferromagnetischem Material vorgesehen ist. Wenn die Stoffdrückereinrichtung 3 abgesenkt ist, zeigt dieses überstehende Teil 16a keine Wirkung. Wenn sich die Stoffdrückereinrichtung 3 jedoch ihrer oberen Endposition nähert, kommt das überstehende Teil 16a in den Wirkungsbereich der Permanentmagnete 11a, 11b. Ein Teil der magnetischen Feldlinien verläuft dann über das überstehende Teil 16a, so daß eine Anziehungskraft in Richtung der Permanentmagnete 11a, 11b entsteht; mithin ist die Richtung dieser Anziehungskraft in entgegengesetzter Richtung zur Kraft der Vorspannung durch die Federelemente 19a, 19b (vgl. die

Figuren 3 und 4).

[0122] Die Größe der Anziehungskraft hängt vom mechanischen Aufbau ab. Die maximale Anziehungskraft tritt hierbei dann auf, wenn sich das überstehende, die magnetische Anziehungskraft erzeugende Teil 16a in der obersten Position der Stoffdrückereinrichtung 3 am Rande des homogenen magnetischen Feldes befindet. Die Dimensionierung dieser Einheit sollte hierbei so gewählt sein, daß sich die magnetische Anziehungskraft und die Kraft der Vorspannung durch die Federelemente 19a, 19b (vgl. die Figuren 3 und 4) nahezu aufheben.

[0123] Wenn die Stoffdrückereinrichtung 3 abgesenkt werden soll, wird der Linearmotor 1 mit dem maximalen Strom in der Weise versorgt, daß die Antriebsstange 10 des Linearmotors 1 eine Kraftrichtung nach unten erfährt. Dadurch wird die Antriebsstange 10 unter Einwirkung der Kraft des Linearmotors 1 und der Kraft der Vorspannung durch die Federelemente 19a, 19b (vgl. die Figuren 3 und 4) bzw. durch das Federelement 19 (vgl. Figur 5) stark nach unten hin beschleunigt, was einen unerwünscht starken Schlag des Stoffdrückerfußes auf die Stichplatte 4 (vgl. Figuren 1 und 2) zur Folge hätte.

[0124] Um ein derartiges Anschlagen zu verhindern und damit verbunden eine Geräuschminderung zu erzielen, ist kurz vor Erreichen der angehobenen Stellung bzw. kurz vor Erreichen der abgesenkten Stellung jeweils eine Umkehr der Stromrichtung im Linearmotor 1 vorgesehen, das heißt der Stromfluß des Linearmotors 1 wird zeitgesteuert kurz vor Erreichen der unteren Position für eine bestimmte Zeit in die entgegengesetzte Richtung geschaltet und damit die Stoffdrückereinrichtung 3 gebremst. Der Zeitpunkt der Umkehrung der Richtung des Stromflusses und die Dauer der Bremsphase ist hierbei an die mechanischen Gegebenheiten anzupassen.

[0125] Die im wesentlichen gleiche Vorgehensweise wird in analoger Form auch beim Anheben der Stoffdrückereinrichtung 3 eingesetzt, um ein weiches Anschlagen in der angehobenen Stellung zu ermöglichen.

Patentansprüche

1. Für eine Näheinrichtung bzw. Nähmaschine vorgesehene Betätigungsvorrichtung, aufweisend

   - eine Stoffdrückereinrichtung (3) zum Niederhalten des Nähgutes während der Stichbildung und des Nähguttransportes,
   - als Stellelement für die Stoffdrückereinrichtung (3) mindestens einen Linearmotor (1) , dessen Antriebsstange (10) zur Steuerung der Stoffdrückerkraft, die die Stoffdrückereinrichtung (3) auf das Nähgut ausübt, mit der Stoffdrückereinrichtung (3) in Verbindung steht, wobei
   - die Antriebsstange (10) mit der Stoffdrückereinrichtung (3) über mindestens ein federndes massearmes Kopplungselement (2) in Verbindung steht,
   - die Stoffdrückereinrichtung (3) durch den Linearmotor (1) zwischen einer angehobenen Stellung und einer abgesenkten Stellung bewegbar ist,
   - der Linearmotor (1) bei zunehmender Drehzahl (n) der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine eine wachsende Andruckkraft auf das Nähgut ausübt und
   - die vom Linearmotor (1) aufzubringende Kraftrichtung und Kraftstärke

     -- zeitgesteuert erfolgt und/oder
     -- in Abhängigkeit von der Winkelposition der Hauptwelle der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine steuerbar ist.

2. Betätigungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stoffdrückereinrichtung (3) programmgesteuert oder tastengesteuert kraftlos schaltbar ist.

3. Betätigungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Linearmotor (1) mindestens zwei rechteckförmige oder ringförmige Permanentmagnete (11a, 11b) aufweist und daß der Magnetschluß innerhalb des Linearmotors (1) über ein Gehäuse (12), über ein Mittelstück (13) und über eine Luftstrecke mit Spule (14) erfolgt.

4. Betätigungsvorrichtung gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die ringförmigen Permanentmagnete (11a, 11b) zueinander beabstandet angeordnet sind, daß die Magnetisierung des einen ringförmigen Permanentmagneten (11a) entgegen der Magnetisierung des anderen ringförmigen Permanentmagneten (11b) gerichtet ist und daß die Spule (14) in mindestens zwei gegensinnig gewickelte Teilspulen (14a, 14b) unterteilt ist.

5. Betätigungsvorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebsstange (10) durch mindestens ein Federelement (19) vorgespannt ist.

6. Betätigungsvorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Richtung und/oder die Stärke des Stromflusses im Linearmotor (1) durch mindestens einen Mikroprozessor steuerbar ist.

7. Betätigungsvorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** kurz vor Erreichen der angehobenen Stellung bzw. . kurz vor Erreichen der abgesenkten Stellung jeweils eine Umkehr der Stromrichtung im Linearmotor (1) vorgesehen ist.

8. Betätigungsvorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Linearmotor (1) in der Transportphase des Stoffschiebers (5) eine Kraft aufbringt, die der über das Kopplungselement (2) auf die Antriebsstange (10) einwirkenden Kraft entgegenwirkt.

9. Betätigungsvorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kopplungselement (2) bei hohen Drehzahlen (n) der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine eine erhöhte Vorspannung aufweist.

10. Betätigungsvorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stromfluß im Linearmotor (1) bei hohen Drehzahlen (n) der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine einen Gleichstromanteil (I_G) aufweist, der zeitabhängig und/oder in Abhängigkeit von der Drehzahl (n) der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine veränderbar ist.

11. Betätigungsvorrichtung gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die funktionelle Abhängigkeit des Stromflusses von der Drehzahl (n) der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine nach erstmaliger Ermittlung in der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine speicherbar ist.

12. Betätigungsvorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Einschaltpunkt des Stromflusses bei hohen Drehzahlen (n) der Näheinrichtung bzw. Nähmaschine um ein Winkelmaß ($\Delta\phi$) vorverlegbar ist.

Claims

1. Actuating device provided for a sewing device and/or sewing machine, comprising

- a fabric compression device (3) for holding down the fabric to be sewn during the formation of the stitch and during the transport of the fabric to be sewn,
- at least one linear motor (1) as an adjusting element for the fabric compression device (3), of which the drive rod (10) for controlling the force exerted by the fabric compression device (3) on the fabric to be sewn, is connected to the fabric compression device (3), wherein
- the drive rod (10) is connected to the fabric compression device (3) via at least one spring-loaded, solid-arm coupling element (2),
- the fabric compression device (3) can be moved by the linear motor (1) between a raised position and a lowered position,
- the linear motor (1) exerts a compressive force on the fabric to be sewn, which increases in direct proportion with the speed (n) of the sewing device and/or sewing machine and
- the direction and magnitude of the force to be applied by the linear motor (1)

  -- are applied in a time-controlled manner and/or
  -- can be controlled in dependence upon the angular position of the main shaft of the sewing device and/or sewing machine.

2. Actuating device according to daim 1, **characterised in that** the fabric compression device (3) can be switched off either by software-control or by keystroke.

3. Actuating device according to claim 1 or 2, **characterised in that** the linear motor (1) provides at least two rectangular or annular permanent magnets (11 a, 11 b); and that the magnetic closure within the linear motor (1) is achieved with a coil (14) via a housing (12), via a central element (13) and via an air gap.

4. Actuating device according to claim 3, **characterised in that** the annular permanent magnets (11a, 11b) are disposed at a distance from one another; that one of the annular permanent magnets (11a) is magnetised in the opposite direction to the magnetisation of the other annular permanent magnet (11b); and that the coil (14) is subdivided into at least two partial coils (14a, 14b) wound in opposing directions.

5. Actuating device according to at least one of claims 1 to 4, **characterised in that** the drive rod (10) is pre-tensioned by at least one spring element (19).

6. Actuating device according to at least one of claims 1 to 5, **characterised in that** the direction and/or the magnitude of the current flow in the linear motor (1) can be controlled by at least one microprocessor.

7. Actuating device according to at least one of claims 1 to 6, **characterised in that** the direction of current in the linear motor (1) is reversed, in each case, shortly before reaching the raised position and/or shortly before reaching the lowered position,

8. Actuating device according to at least one of claims 1 to 7, **characterised in that**, in the transport phase of the fabric pusher (5), the linear motor (1) applies a force which opposes the force acting via the coupling element (2) on the drive rod (10).

9. Actuating device according to at least one of claims

1 to 8, **characterised in that**, at high speeds (n) of the sewing device and/or sewing machine, the pretensioning of the coupling element (2) is increased.

10. Actuating device according to at least one of claims 1 to 9, **characterised in that**, at high speeds (n) of the sewing device and/or sewing machine, the current flow in the linear motor (1) provides a direct-current component (I_G), which can be modified either in dependence upon time and/or in dependence on the speed (n) of the sewing device and/or sewing machine.

11. Actuating device according to claim 10, **characterised in that**, after the initial measurement, the functional dependence of the current flow on the speed (n) of the sewing device and/or sewing machine can be stored in the sewing device and/or sewing machine.

12. Actuating device according to at least one of claims in 1 to 11, **characterised in that** the switching-on point of the current flow at high speeds (n) of the sewing device and/or sewing machine can be shifted forward by a angular dimension of ().

Revendications

1. Dispositif d'actionnement prévu pour un dispositif de couture ou une machine à coudre, comprenant :

- un dispositif presseur d'étoffe (3) destiné à maintenir la matière à coudre abaissée pendant la formation des points et le transport de la matière à coudre,
- comme élément de réglage pour le dispositif presseur d'étoffe (3), au moins un moteur linéaire (1) dont la tige d'entraînement (10) est en liaison avec le dispositif presseur d'étoffe (3) pour la commande de la force du presseur d'étoffe que le dispositif presseur d'étoffe (3) exerce sur la matière à coudre,

dans lequel

- la tige d'entraînement (10) est en liaison avec le dispositif presseur d'étoffe (3) par l'intermédiaire d'au moins un élément d'accouplement formant ressort (2),
- le dispositif presseur d'étoffe (3) peut être déplacé entre une position relevée et une position abaissée par le moteur linéaire (1),
- en présence d'une vitesse de rotation croissante (n) du dispositif de couture ou de la machine à coudre, le moteur linéaire (1) exerce une force de pression croissante sur la matière à coudre, et
- la direction de la force et l'intensité de la force qui doivent être exercées par le moteur linéaire (1)

  -- sont déterminées de façon commandée dans le temps et/ou
  -- peuvent être commandées en fonction de la position angulaire de l'arbre principal du dispositif de couture ou de la machine à coudre.

2. Dispositif d'actionnement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif presseur d'étoffe (3) peut être commuté sans force sur un état commandé par programme ou sur un état commandé par touches.

3. Dispositif d'actionnement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le moteur linéaire (1) présente au moins deux aimants permanents de forme rectangulaire ou annulaire (11a, 11b) et **en ce que** la fermeture du circuit magnétique se produit à l'intérieur du moteur linéaire (1) en passant par un carter (12), par un élément central (13) ou par un entrefer avec bobine (14).

4. Dispositif d'actionnement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les aimants permanents annulaires (11a, 11b) sont disposés à espacement l'un de l'autre, **en ce que** la magnétisation de l'un des aimants permanents annulaires (11a) est orientée en sens inverse de la magnétisation de l'autre aimant permanent annulaire (11b) et **en ce que** la bobine (14) est divisée en au moins deux bobines partielles (14a, 14b) bobinées l'une en sens inverse de l'autre.

5. Dispositif d'actionnement selon au moins une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la tige d'entraînement (10) est précontrainte par au moins un élément élastique (19).

6. Dispositif d'actionnement selon au moins une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la direction et/ou l'intensité du flux de courant dans le moteur linéaire (1) peut ou peuvent être commandée(s) par au moins un microprocesseur.

7. Dispositif d'actionnement selon au moins une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que**, juste avant d'atteindre la position relevée ou juste avant d'atteindre la position abaissée, il est prévu une inversion du sens du courant dans le moteur linéaire (1).

8. Dispositif d'actionnement selon au moins une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que**, pendant la phase de transport de l'entraîneur d'étoffe

(5), le moteur linéaire (1) exerce une force qui est antagoniste à la force qui agit sur la tige d'entraînement (10) par l'intermédiaire de l'élément d'accouplement (2).

9. Dispositif d'actionnement selon au moins une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'élément d'accouplement (2) présente une précontrainte augmentée aux grandes vitesses de rotation (n) du dispositif de couture ou de la machine à coudre.

10. Dispositif d'actionnement selon au moins une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le passage de courant dans le moteur linéaire (1) aux grandes vitesses de rotation (n) du dispositif de couture ou de la machine à coudre présente une fraction continue (I_G) qui peut être modifiée en fonction du temps et/ou de la vitesse de rotation (n) du dispositif de couture ou de la machine à coudre.

11. Dispositif d'actionnement selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la dépendance fonctionnelle du flux de courant par rapport à la vitesse de rotation (n) du dispositif de couture ou de la machine à coudre peut être mémorisée après sa première mesure dans le dispositif de couture ou dans la machine à coudre.

12. Dispositif d'actionnement selon au moins une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** le point de mise en circuit du flux de courant aux grandes vitesses de rotation (n) du dispositif de couture ou de la machine à coudre peut être avancée d'une mesure d'angle ($\Delta\Phi$).

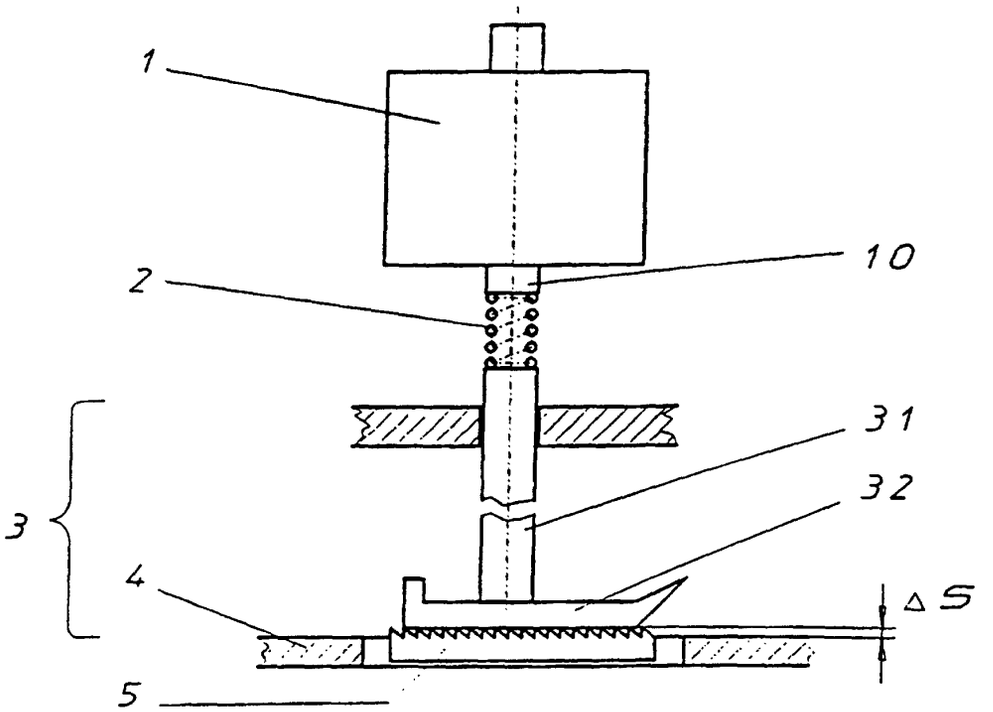


Fig. 1

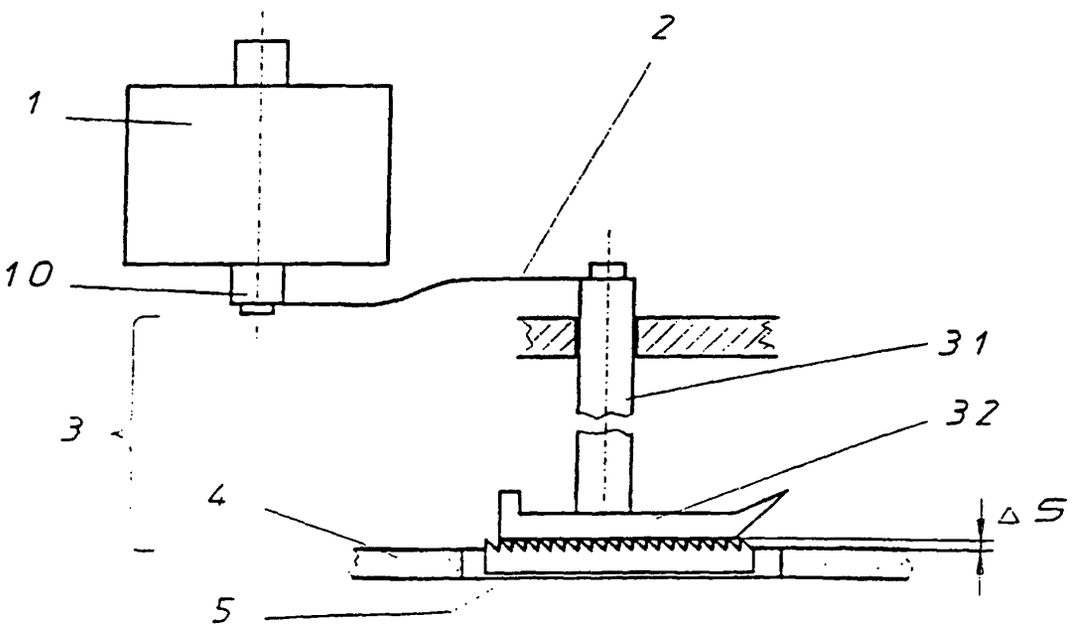


Fig. 2

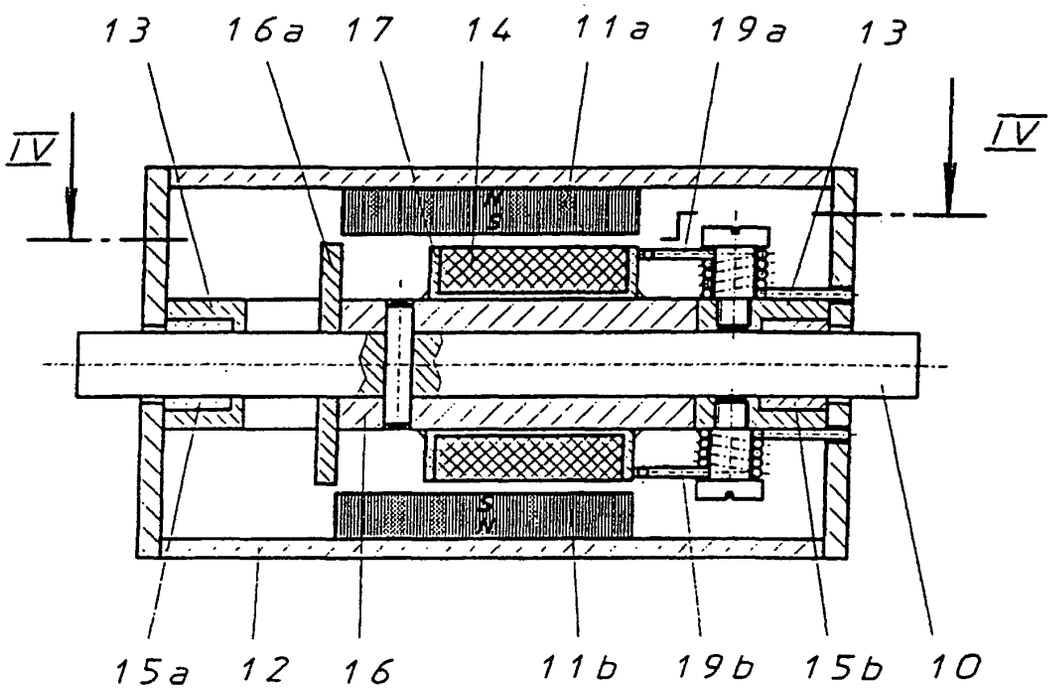

13
16a
17
14
11a
19a
13
IV
IV
15a
12
16
11b
19b
15b
10

Fig. 3

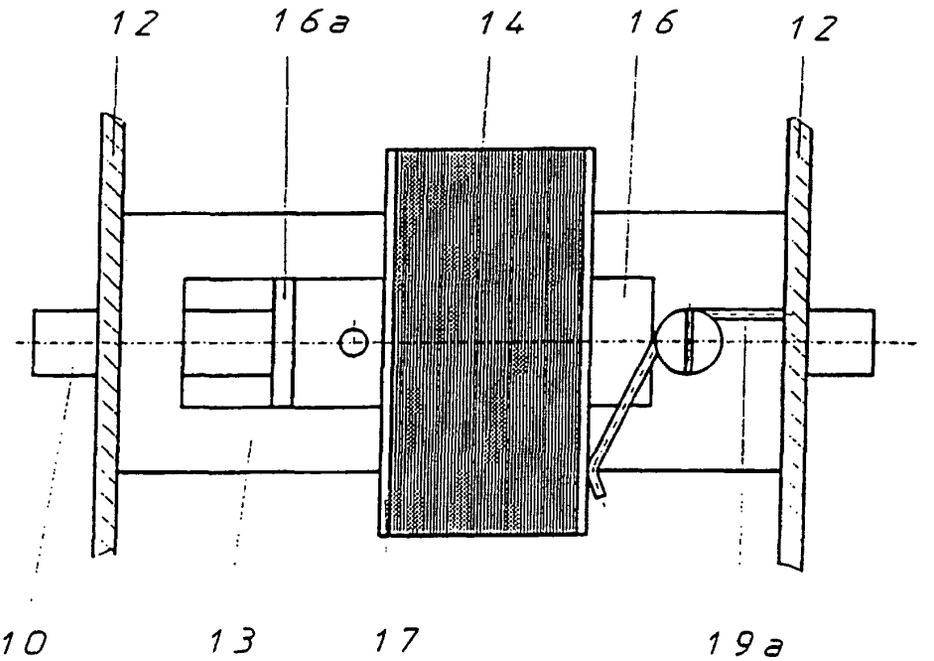

12
16a
14
16
12
10
13
17
19a

Fig. 4

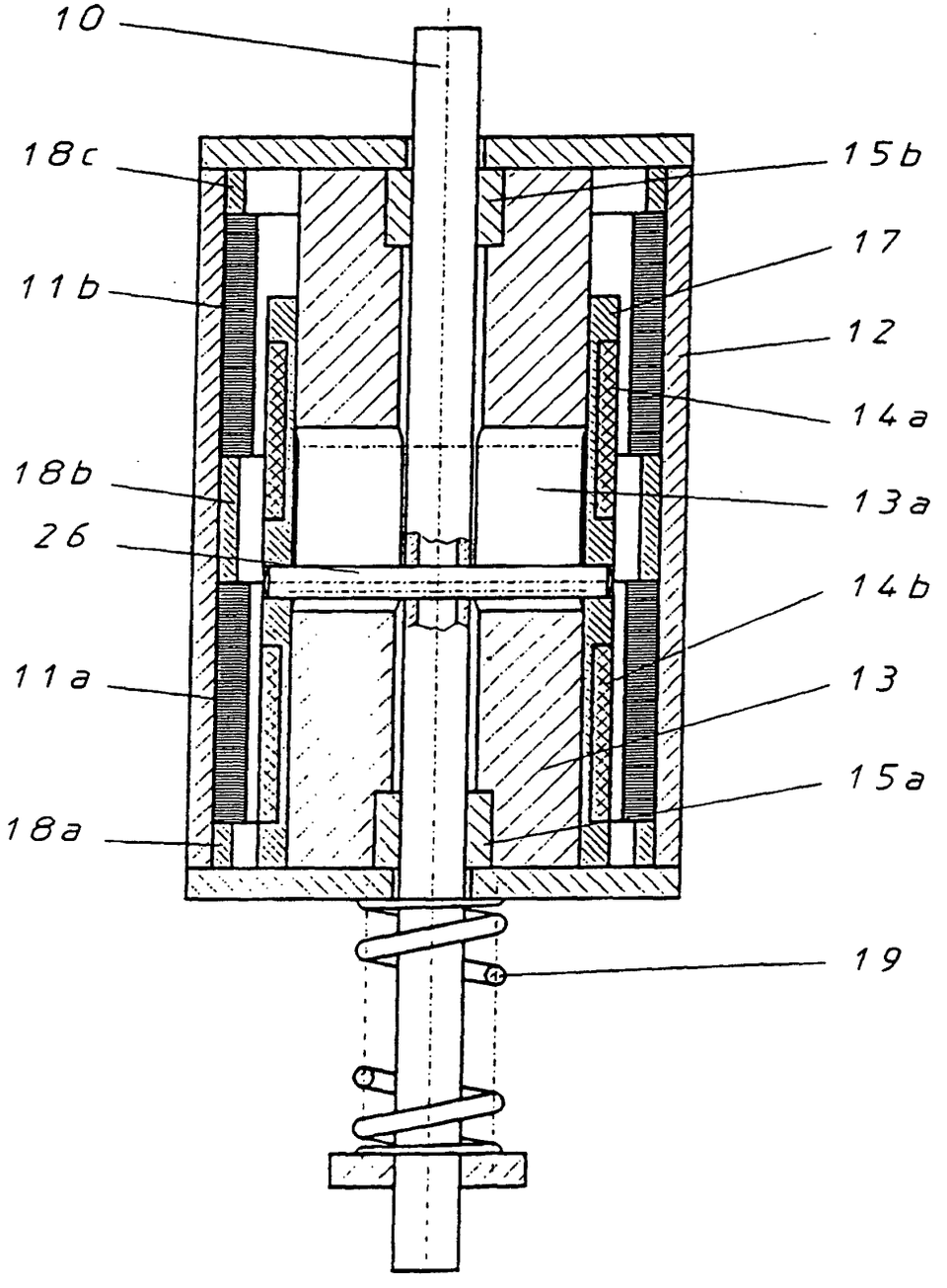


Fig. 5

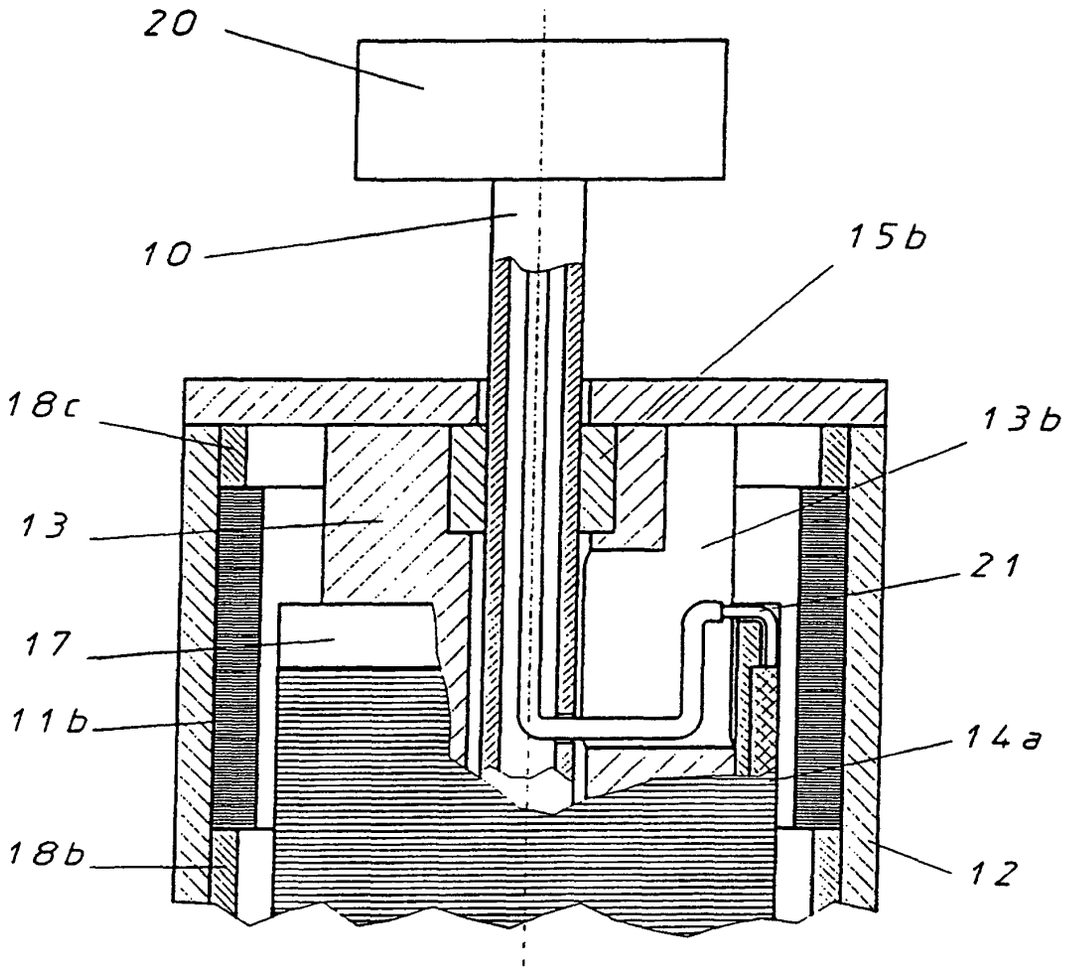


Fig. 6

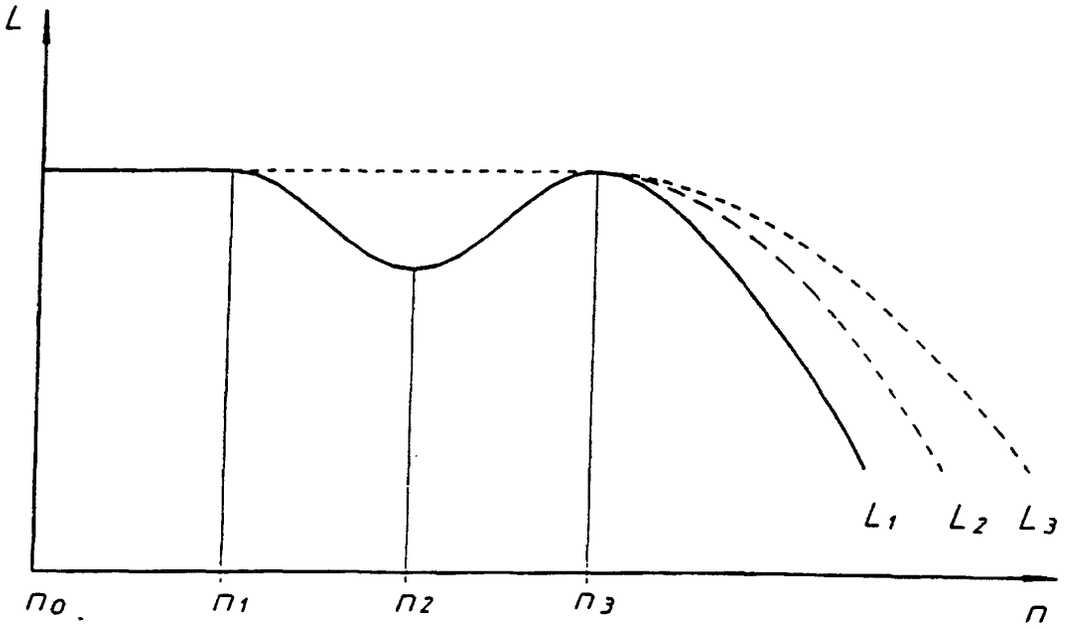


Fig. 7

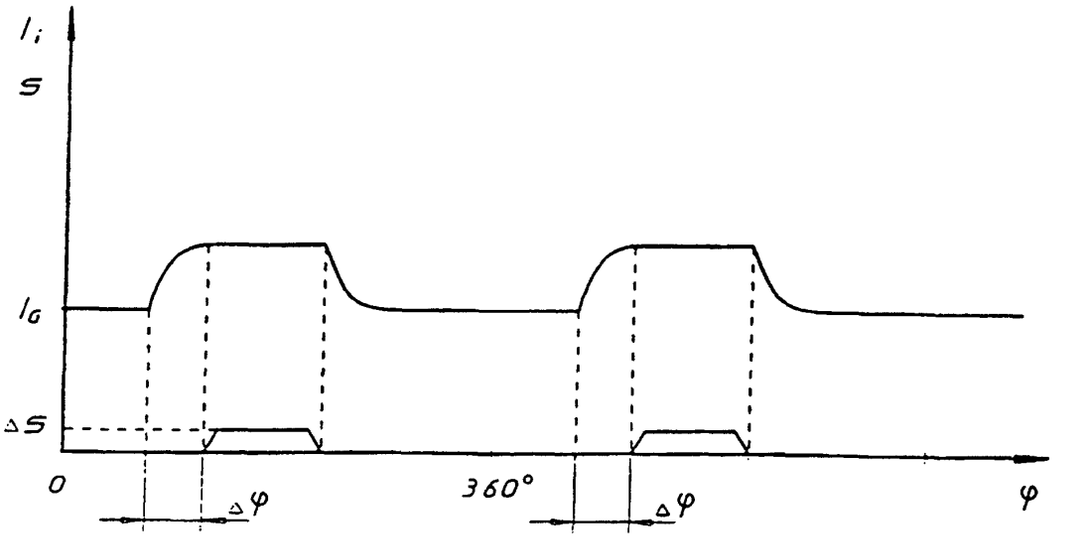


Fig. 8