

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 262 249 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.09.2006 Patentblatt 2006/38

(51) Int Cl.:
B21C 1/30^(2006.01) B23Q 5/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02009185.6**

(22) Anmeldetag: **25.04.2002**

(54) Ziehmaschine zum Ziehen von langgestrecktem Material

Drawing machine for drawing elongated material

Machine à tréfiler pour tréfilage de matériau allongé

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

(30) Priorität: **10.05.2001 DE 10122655**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.12.2002 Patentblatt 2002/49

(73) Patentinhaber: **SMS Meer GmbH
41069 Mönchengladbach (DE)**

(72) Erfinder:
• **Klingen, Hermann-Josef
47447 Moers (DE)**

- **Zillekens, Norbert
41836 Hückelhoven (DE)**
- **Bonsels, Ralf
41836 Hückelhoven (DE)**
- **Winterfeldt, Thomas
47495 Rheinberg (DE)**

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard
Patentanwälte
Hemmerich, Valentin, Gihlske, Grosse,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DD-A- 80 421 FR-A- 2 289 261

EP 1 262 249 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ziehmaschine mit einem Maschinenrahmen und mit einer Zugeinheit zum Ziehen von langgestrecktem Material, insbesondere zur Querschnittsverminderung, durch ein Ziehwerkzeug, wobei die Zugeinheit zumindest einen Ziehschlitten mit Antriebsmitteln für den Ziehschlitten aufweist (siehe z.B. DD-A-80421).

[0002] Ziehmaschinen dienen zum Ziehen von länglichen metallischen Gegenständen, wie Rohre, Stränge oder Stangen, durch ein Ziehwerkzeug. Es wird zwischen kontinuierlich arbeitenden Ziehmaschinen, bei denen die Länge des Ziehgutes die Abmessung der Maschine um ein Vielfaches überschreiten kann, und diskontinuierlich arbeitenden Ziehmaschinen, wie Ziehbänke, unterschieden.

[0003] Ein Beispiel für eine kontinuierlich arbeitende Geradeausziehmaschine ist aus der DE-OS 28 52 071 bekannt. Diese offenbart eine Schlittenziehmaschine mit einer Zugeinheit, die zwei in Gleitbahnen am Maschinenrahmen parallel zur Ziehrichtung geführte Ziehschlitten aufweist. Diese beiden gegenläufig sich hin- und herbewegenden Ziehschlitten ziehen das Ziehgut im Hand-an-Hand-Betrieb endlos. Zur Durchführung dieser Hubbewegung sind die Ziehschlitten jeweils mit einem zweiarmligen Hebel verbunden, die mittels einer auf einer gemeinsamen Achse sitzenden Doppelkurvenscheibe gegenläufig hin- und hergeschwenkt werden.

[0004] Ein weiterhin bekanntes Antriebssystem, wie es beispielsweise in der EP 0 371 165 A1 beschrieben ist, umfaßt eine rotierende Trommel mit kurvenförmig auf der Oberfläche verlaufenden Stegen zur Erzeugung der gegenläufigen Ziehschlittenbewegungen.

[0005] Die basierend auf solchen Antrieben kurze und nicht erweiterbare Hublänge der Ziehschlitten führt dazu, daß der Hub zu einem großen Teil aus Beschleunigungs- und Bremsweg besteht. Um eine hohe mittlere Ziehgeschwindigkeit zu erreichen, muß mit sehr hohen Hubfrequenzen gearbeitet werden. Die Hubfrequenz ist aber nicht beliebig erhöhbar, da sie durch die an den Umkehrpunkten der Ziehschlitten entstehenden Massekräfte begrenzt wird.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Zugeinheit einer Ziehmaschine mit Antriebsmitteln auszurüsten, die diese Nachteile nicht aufweisen. Insbesondere soll eine Ziehmaschine bereitgestellt werden, deren Antriebsmittel darüber hinaus weniger kostenintensiv und gut zugänglich sind und ein verkleinertes Baumaß des Maschinenrahmens erlauben.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Ziehmaschine mit den Merkmalen nach Anspruch 1 oder 18 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0008] Erfindungsgemäß wird eine Ziehmaschine dadurch weitergebildet, daß die Antriebsmittel für den Ziehschlitten mindestens zwei Linearmotorantriebe mit jeweils einem energieversorgten Primär- und mit einem

Sekundärteil umfassen. Der Primärteil umfaßt hierbei felderzeugende Spulen, wobei unter dem Begriff Primärteil auch mehrere Primärteile bzw. Spulentripel zu fassen sind. Der Sekundärteil wird im wesentlichen durch eine Metallschiene oder -platte gebildet. Der Maschinenrahmen umfaßt eine sich in Ziehrichtung erstreckende Laufbahn für den Ziehschlitten, die Teil der Linearmotorantriebe ist, wobei diese Laufbahn einen ersten, oberen, Laufbahnteil und einen zweiten, unteren, Laufbahnteil umfaßt, die schräg und zueinander hinweisend am Maschinenrahmen angeordnet sind und wobei der Schlitten sich in einem Zwischenraum zwischen den zueinander hinweisenden Laufbahnteilen bewegt. Hierbei sind unter dem Begriff zueinander hinweisend vorzugsweise fluchtende, aber auch nicht fluchtende Ausrichtungen der Laufbahnteile zu verstehen.

[0009] Im Vergleich zu den Antriebssystemen nach dem Stand der Technik ist der Bewegungsablauf des einzelnen Schlittens wesentlich flexibler. Durch Verwendung von Linearmotorantrieben ist die Hublänge bzw. der Fahrweg des einzelnen Schlittens nicht mehr beschränkt bzw. die Ziehwege variabel. Linearmotoren lassen sich genau steuern und ermöglichen eine schnelle Beschleunigung und schnelle Bremswirkung. Unter Ausnutzen eines insgesamt längeren Hubweges wird die durchschnittliche Ziehgeschwindigkeit insgesamt höher, da der Beschleunigungs- bzw. Bremsweg anteilmäßig kürzer ist. Zudem wird es möglich, daß die jeweiligen Schlitten auf dem Vor- und dem Rückweg mit unterschiedlichen und regelbaren Geschwindigkeiten verfahren werden können. Hierdurch lassen sich die Ziehschlitten wieder schneller in Zieheingriff bringen. Von Vorteil ist ferner, daß aufgrund des Wegfalls der unterhalb der Ziehschlitten liegenden Antriebsmechanik die Bauhöhe der Ziehmaschine insgesamt niedriger werden kann.

[0010] Vorzugsweise weist der Maschinenrahmen zusätzlich zu dem oberen und unteren Laufbahnteil weitere Laufbahnteile auf, wobei die Laufbahnteile nach der Form eines X oder eines Sterns am Maschinenrahmen angeordnet sind und wobei an ihrem Schnittpunkt der Zwischenraum für die Bewegung des Ziehschlittens ist. Neben zwei zueinander hinweisenden Laufbahnteilen wird somit die Anordnung von drei, fünf etc. sternförmig angeordneten oder vier X-förmig angeordneten Laufbahnteilen vorgeschlagen.

[0011] Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind der obere und der untere Laufbahnteil oder sich jeweils entsprechende weitere Laufbahnteile sich diagonal gegenüberliegend am Maschinenrahmen angeordnet, so daß sich symmetrische X- oder Sternanordnungen ergeben.

[0012] Vorzugsweise sind die Linearmotorantriebe von jeweils zwei zueinander hinweisenden, vorzugsweise diagonal gegenüberliegenden, Laufbahnteilen, symmetrisch ausgelegt, damit die Resultierende der Antriebskräfte in der Mitte des Ziehmaterials liegt. Dies weist den Vorteil auf, daß beim Ziehvorgang kein Kippmoment entsteht, das die Führung belasten könnte. Die

Anziehungskräfte zwischen Primärteil sowie Sekundärteil der jeweiligen Linearmotorantriebe kompensieren sich, ohne den Schlitten oder die Schlittenführung zu belasten.

[0013] Nach einer bevorzugten ersten Ausführungsform der Ziehmaschine umfaßt die Laufbahn den Primärteil als stationären Teil, während nach einer zweiten Ausführungsform die Laufbahn den Sekundärteil als stationären Teil umfaßt. Die erste Ausführungsform beinhaltet den besonderen Vorteil, daß das energieversorgte Primärteil starr ist und damit notwendige Stromkabel bzw. die Kühlmittleitungen nicht mitbewegt werden müssen, was kosteneinsparend wirkt.

[0014] Die erste Ausführungsform wird vorzugsweise so gestaltet, daß die den Laufbahnteilen zugeordneten beweglichen Sekundärteile, die entlang der Laufbahnteile verfahrbar sind, mittels mindestens eines Verbindungselementes mit dem jeweiligen Ziehschlitten verbunden sind und daß das Verbindungselement sich in Ziehrichtung erstreckende Schenkel aufweist, deren Anzahl vorzugsweise der Anzahl der Laufbahnteile entspricht und die mit den Sekundärteilen verbunden sind, wobei die Verbindungselemente unmittelbar benachbarter Ziehschlitten versetzt zueinander angeordnet sind und ineinandergreifen, wenn die benachbarten Ziehschlitten sich zueinander bewegen. Auf diese Weise wird erreicht, daß trotz sich relativ lang in Ziehrichtung erstreckender Sekundärteile die Baulänge der Ziehmaschine gering gehalten werden kann, weil das Verbindungselement eines sich in Ziehrichtung bewegenden Schlittens in das entsprechende Verbindungselement eines zurückgefahrenen Schlittens eingreift und die Ziehschlitten platzsparend relativ nahe zueinander verfahren werden können.

[0015] Dabei entspricht die Schenkelanzahl eines jeweiligen Verbindungselementes vorzugsweise der Anzahl der Laufbahnteile einer Ziehmaschine. Bei zwei Linearmotoren pro Schlitten, die sich diagonal gegenüber liegen, ist das Verbindungselement U-förmig ausgebildet, bei drei Linearmotoren in etwa gabelförmig mit drei Zacken usw. Das Verbindungselement bzw. die Laufbahnteile eines jeweils unmittelbar benachbarten Ziehschlittens ist dann so angeordnet, daß dessen Schenkel bzw. Zacken in die von dem ersten Verbindungselement freigelassenen Zwischenräume eingreifen können, wenn sich zwei benachbarte Schlitten nähern.

[0016] Vorzugsweise ist jeder Ziehschlitten mit zwei Verbindungselementen versehen, die an den quer zur Ziehrichtung verlaufenden Seitenflächen bzw. Stirnseiten des Ziehschlittens angebracht sind. Diese Ausführungsform wird vorteilhafterweise weitergebildet, indem die Verbindungselemente eines Schlittens längs ihrer äußeren Schenkel bzw. Zacken mit jeweils einer sich entlang der Schenkel erstreckenden Metallschiene, die den Sekundärteil des jeweiligen Linearmotors bildet, verbunden sind und daß die jeweiligen Laufbahnteile als Führungskanal die Metallschiene umgreifen. Die jeweiligen Laufbahnteile als Primärteil sind zweigeteilt und nehmen

die Metallschiene im Sinne eines Führungskanals bzw. einer Aufnahmeführung auf.

[0017] Durch die Länge der Sekundärteil-Schiene wird der Hubweg des Linearmotors bzw. des Schlittens festgelegt. Es wird vorgeschlagen, daß die Metallschienen in etwa doppelt so lang sind wie der Führungskanal oder länger, um einen möglichst langen Hubweg zu erreichen. Aufgrund des Merkmals des Ineinanderverschiebens der Verbindungselemente bleibt insgesamt die Baulänge der Ziehmaschine im Verhältnis gering.

[0018] Als Alternative oder zusätzlich zu den Kühlmittleitungen ist der Führungskanal bzw. der Primärteil jedes Linearmotors an den Kanalausenseiten mit Kühlflanken versehen.

[0019] Nach der zweiten Ausführungsform der Antriebsmittel für die Zugeinheit der Ziehmaschine umfaßt die Laufbahn den Sekundärteil als stationären Teil, während die Primärteile der jeweiligen Linearmotoren beweglich sind. Vorzugsweise sind die Primärteile in einem an den Winkel der jeweiligen Laufbahnteile, mit dem sie an dem Maschinenrahmen angeordnet sind, angepaßten Winkelläufer, der mit dem Ziehschlitten verbunden ist, integriert. Ein solcher Winkelläufer umfaßt eine Tragplatte, die entweder mit der Ober- oder Unterseite des Ziehschlittens verbunden wird sowie mindestens einen abgewinkelten Arm, vorzugsweise zwei Arme, die sich entlang der Laufbahn bewegen.

[0020] Vorzugsweise umfaßt der Winkelläufer Führungskanäle für die stationären Laufbahnteile, so daß eine sichere Führung des Winkelläufers erreicht wird. Diese Führungskanäle werden mittels Schienen oder vorzugsweise mittels eines Mittelstücks gebildet, das in den Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Laufbahnteilen eintaucht.

[0021] Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Ziehmaschine vier in Form eines X zueinander angeordnete Laufbahnteile, die sich entlang des Maschinenrahmens in Ziehrichtung erstrecken sowie jeweils zwei Winkelläufer pro Schlitten, die auf der Ober- bzw. Unterseite des Schlittens angeordnet sind, die sich entlang der oberen bzw. unteren Laufbahnteile bewegen.

[0022] Vorzugsweise wird vorgeschlagen, daß der Maschinenrahmen einer erfindungsgemäßen Ziehmaschine von der Seite zugänglich ist, beispielsweise zur Wartung der Spannbacken der Ziehschlitten. Es ist aber ebenso von der Erfindung eingeschlossen, daß die Ziehmaschine von oben zugänglich ist.

[0023] Schließlich wird eine Ziehmaschine mit den Merkmalen des Anspruch 17 vorgeschlagen, die bei einer vertikalen oder horizontalen Anordnung von Laufbahnteilen am Maschinenrahmen Verbindungselemente an den sich bewegenden Sekundärteilen vorsieht, wobei die Verbindungselemente unmittelbar benachbarter Ziehschlitten versetzt zueinander angeordnet sind und ineinandergreifen, wenn die benachbarten Ziehschlitten sich zueinander bewegen.

[0024] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung

ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung, in der die in den Figuren dargestellten Ausführungsformen der Erfindung näher erläutert werden. Dabei sind neben den oben aufgeführten Kombinationen von Merkmalen auch Merkmale alleine oder in anderen Kombinationen erfindungswesentlich. Es zeigen:

- Fig. 1 xeine Schrägansicht einer Ziehmaschine mit zwei Ziehschlitten nach der ersten Ausführungsform der Erfindung;
 Fig. 2 eine Seitenansicht der Ziehmaschine nach Fig. 1;
 Fig. 3a,b jeweils einen Schnittdarstellung der Ziehmaschine;
 Fig. 4 eine Schrägansicht einer Ziehmaschine mit zwei Ziehschlitten nach der zweiten Ausführungsform der Erfindung.

[0025] Fig. 1 zeigt eine Ziehmaschine 1 mit einem Maschinenrahmen 2 sowie einer in dem Maschinenrahmen angeordneten Zugeinheit. Diese Zugeinheit besteht aus einem Ziehwerkzeug (hier nicht dargestellt) sowie zwei Ziehschlitten 3, 4, die im Hand-an-Hand-Betrieb das Ziehmaterial, wie beispielsweise ein Rohr oder eine Stange (hier nicht gezeigt), durch das Ziehwerkzeug ziehen. Hierzu werden beide Ziehschlitten 3, 4, wobei einer der Ziehschlitten auch ein kombinierter Vorziehhund Ziehschlitten sein kann, mit jeweils zwei Linearmotorantrieben 5a,b; 6a, b in Ziehrichtung und zurück bewegt und zwar entlang einer durch die Linearmotorantriebe gebildeten Laufbahn. Diese Laufbahn ist Teil der beiden Linearmotorantriebe und umfaßt jeweils einen ersten (oberen) und einen zweiten (unteren) Laufbahnteil 7b, 8b; 7a, 8a. Bei der hier gezeigten Ausführungsform werden die Laufbahnteile 7a,b; 8a, b durch den stationären Primärteil der Linearmotorantriebe 5a,b; 6a,b gebildet. Einer der beiden Laufbahnteile (7b, 8b) ist oben am Maschinenrahmen 2, der andere der beiden Laufbahnteile (7a, 7b) unten am Maschinenrahmen 2 befestigt. Die Laufbahnteile sind als Führungskanäle 9a,b; 10a,b ausgebildet, indem zwei Platten 11, 12 (vgl. Fig. 3a) mit den felderzeugenden Spulen parallel zueinander angeordnet sind. Dies hat den Vorteil, daß die sich zwischen den gegenüberliegenden Teilen 11 und 12 bildende Anziehungskraft aufgehoben wird und sich nicht nachteilig auf die Führungsbahnen auswirkt. Zur Kühlung der Primärteile bzw. Führungskanäle 9a,b; 10a,b sind die Außenflächen 13, 14 der Führungskanäle 9a,b; 10a,b mit Kühlflanken 15 versehen. Die jeweiligen Laufbahnteile 7a,b; 8a,b bzw. Führungskanäle 9a,b; 10a,b sind schräg und zueinander hinweisend am Maschinenrahmen 2 angeordnet. Bei der gezeigten Ausführungsform sind die Führungskanäle 9a,b; 10a,b sich unmittelbar diagonal gegenüberliegend angeordnet, wobei in dem verbleibenden Zwischenraum 16 die Ziehschlitten geführt werden.

[0026] In den jeweiligen Führungskanälen 9a,b; 10a, b werden die Sekundärteile der jeweiligen Linearmotor-

antriebe 5a,b; 6a,b in Form von langgestreckten Metallschienen 16a,b; 17a, b geführt. Diese Metallschienen 16a,b; 17a,b sind etwa doppelt so lang wie die Führungskanäle 9a,b; 10a,b ausgeführt. Mit der von den Führungskanälen wegweisenden Längsseite 18 sind die Metallschienen 16a,b; 17a,b mit Verbindungselementen 19a, b; 20a,b verbunden, die fest mit den Ziehschlitten 3, 4 verbunden sind. Diese Verbindungselemente 19a, b; 20a,b sind jeweils U-förmig und bestehen aus einem Mittelstück 21, welches an einer Seitenfläche 22 des Schlittens montiert ist, mit jeweils zwei sich in Ziehrichtung erstreckenden Schenkeln 23, 24. Diese Schenkel 23, 24 sind mit den Metallschienen 16a, b des Sekundärteils verbunden.

[0027] Bei der gezeigten Ziehmaschine 1 sind die Linearmotorantriebe 5a,b; 6a,b der beiden benachbarten Ziehschlitten 3, 4 jeweils um 90° versetzt zueinander angeordnet, so daß zur Vorbewegung des ersten Schlittens 3 die beiden Metallschienen 16a, b in den "freien" Bereich 25 des zweiten Schlittens 4 vorbewegt werden können und analog die beiden Metallschienen 17a,b des zweiten Schlittens 4 bei einer Rückwärtsbewegung in den "freien" Bereich 26 des ersten Schlittens 3 bewegt werden können. Dabei können die beiden Schlitten 3, 4 so weit zueinander bewegt werden, bis die beiden U-förmigen Verbindungselemente 19b, 20a bis etwa zum Anschluß miteinander in Eingriff gekommen sind. Neben den gezeigten U-förmigen Verbindungselementen sind auch zum Beispiel drei- oder vierstrebige Verbindungselemente von der Erfindung umfaßt, die jeweils entsprechend versetzt zueinander angeordnet sind.

[0028] Der Boden, die Oberseite und eine Seitenfläche des Maschinenrahmens 2 werden mittels Verstrebungen 27 gebildet, wobei eine Seitenfläche offen und damit zugänglich bleibt. Wartungen der Schlitten 3, 4, insbesondere deren Spannbacken zum Greifen des Ziehmaterials, können von der Seite erledigt werden, wobei die diagonale Anordnung der Linearmotorantriebe die Zugänglichkeit weiter begünstigt.

[0029] Einen guten Überblick über die Anordnung der Führungskanäle 9a,b; 10a,b der Primärteile sowie der darin ablaufenden Metallschienen 16a,b; 17a,b der Sekundärteile der jeweiligen Linearmotorantriebe 5a,b; 6a, b geben auch die Fig. 2 und 3a,b, in denen die gleichen Bauteile mit entsprechenden Bezugsziffern versehen sind.

[0030] In den Fig. 3a, b wird die versetzte Anordnung der Verbindungselemente 19b, 20a zweier unmittelbar benachbarter Ziehschlitten 3, 4 zueinander deutlich, die hier um einen Winkel von 90° versetzt angeordnet sind, während beispielsweise bei einem dreischenkigen Verbindungselement der Versatz 60° betragen würde. Fig. 3a zeigt den Schnitt A-A der Fig. 2. Der erste Schlitten 3 wird durch Linearmotorantriebe bewegt, wobei einer rechts unten sowie der andere links oben am Maschinenrahmen 2 angeordnet ist. Die Linearmotorantriebe des zweiten Schlittens 4 sind links unten und rechts oben am Maschinenrahmen 2 angeordnet. Die beiden in den

Führungskanälen verschobenen Metallschienen sind mit dem Schlitten über Verbindungselemente verbunden. Entlang der Innenflächen 28, 29 der Führungskanäle 9a, b 10a, b sind die mit den Spulen versehenen Platten 11, 12 der Primärteile angeordnet, wobei die Führungskanäle selbst mittels Verstrebungen 27 am Boden oder am Oberteil des Maschinenrahmens 2 angeordnet sind.

[0031] Eine zweite Ausführungsform der Ziehmaschine 101 ist in Fig. 4 dargestellt, wobei die Laufbahn der zwei gezeigten Ziehschlitten 103, 104 durch den jetzt stationären Sekundärteil in Form von Metallschienen 130a, b und 131a, b gebildet ist, die an einem Maschinenrahmen 102 in Form eines X zueinander angeordnet sind. Hierbei werden zwei obere (107b, 108b) und zwei untere Laufbahnteile (107a, 108a) gebildet, die schräg am Maschinenrahmen 102 angeordnet sind.

[0032] Entlang dieser Sekundärteil-Metallschienen 130a, b; 131a, b werden jeweils zwei Winkelläufer 132a, b und 133a, b pro Ziehschlitten bewegt. Diese umfassen eine plane Tragplatte 34 sowie zwei abgewinkelte Arme 35, 36, die zusammen mit weiteren Schienen oder mit einem Mittelstück 37 Führungskanäle 38 bilden. Aufgrund dieser Führungskanäle 38 wird ein sehr effektiver Bewegungsablauf und eine eindeutige Führung der Schlitten 103, 104 entlang der Metallschienen erreicht. Die Primärteile der Linearmotorantriebe 105a, b; 106a, b sind jeweils an den zu den Metallschienen hinweisenden Seiten der Winkelarme der Winkelläufer angebracht.

[0033] Auch bei dieser gezeigten Ausführungsform sind der Maschinenrahmen 102 und damit die Ziehschlitten 103, 104 von der Seite her zugänglich. Bei beiden Ausführungsformen (Fig. 1 und 4) werden die Linearmotorantriebe zur Anpassung der Bewegung des ersten Schlitten an die des zweiten Schlitten gesteuert und sind daher mit einer Rechner- bzw. Steuereinheit verbunden, die hier nicht gezeigt ist.

[0034] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Anordnung von Linearmotorantrieben zum Antrieb von Ziehschlitten in einer Ziehmaschine, die insbesondere hinsichtlich der Baulänge Vorteile aufweist, findet insbesondere Anwendung für Maschinen zum Ziehen von langgestrecktem Material mit runden oder prismatischen Querschnitten und hier insbesondere für Geradeausziehmaschinen.

Patentansprüche

1. Ziehmaschine (1, 101) mit einem Maschinenrahmen (2, 102) und mit einer Zugeinheit zum Ziehen von langgestrecktem Material durch ein Ziehwerkzeug, wobei die Zugeinheit zumindest einen Ziehschlitten (3, 4; 103, 104) mit Antriebsmitteln für den Ziehschlitten aufweist, wobei die Antriebsmittel für jeweils einen Ziehschlitten (3, 4; 103, 104) mindestens zwei Linearmotorantriebe (5a, 5b; 6a, 6b) mit einem energieversorgten Primär- und mit einem Sekundärteil umfassen, **dadurch ge-**

kennzeichnet, daß der Maschinenrahmen (2, 102) eine sich in Ziehrichtung erstreckende Laufbahn für den jeweiligen Ziehschlitten umfaßt, die Teil der Linearmotorantriebe (5a, 5b; 6a, 6b) ist, wobei die Laufbahn einen ersten, oberen, Laufbahnteil (7b, 8b; 107b) und einen zweiten, unteren, Laufbahnteil (7a, 8a; 108a) umfaßt, die schräg und zueinander hinweisend am Maschinenrahmen angeordnet sind und wobei der jeweilige Schlitten (3, 4; 10, 104) sich in einem Zwischenraum (16; 116) zwischen den zueinander hinweisenden Laufbahnteilen bewegt.

2. Ziehmaschine nach Anspruch 1; **dadurch gekennzeichnet, daß** zusätzlich zu dem oberen und unteren Laufbahnteil (107b, 108a) weitere Laufbahnteile (107a, 108b) vorhanden sind, wobei die Laufbahnteile nach der Form eines X oder eines Sterns am Maschinenrahmen (2, 102) angeordnet sind und an ihrem Schnittpunkt der Zwischenraum (116) für die Bewegung des jeweiligen Ziehschlittens (103, 104) ist.
3. Ziehmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der obere und der untere Laufbahnteil (7b, 8b; 107b; 7a, 8a, 108a) oder sich jeweils entsprechende weitere Laufbahnteile (107a, 108b) sich diagonal gegenüberliegend am Maschinenrahmen (2, 102) angeordnet sind.
4. Ziehmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Linearmotorantriebe (5a, 5b; 6a, 6b) von jeweils zwei zueinander hinweisenden, vorzugsweise diagonal gegenüberliegenden, Laufbahnteilen (7a, 7b; 8a, 8b) symmetrisch ausgelegt sind, damit die Resultierende der Antriebskräfte in der Mitte des Ziehmaterials liegt.
5. Ziehmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Laufbahn den Primärteil als stationären Teil umfaßt.
6. Ziehmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die den Laufbahnteilen (7a, 7b; 8a, 8b) zugeordneten beweglichen Sekundärteile, die entlang der Laufbahnteile verfahrbar sind, mittels mindestens eines Verbindungselementes (19a, 19b; 20a, 20b) mit dem Ziehschlitten (3, 4) verbunden sind und **daß** das jeweilige Verbindungselement (19a, 19b; 20a, 20b) sich in Ziehrichtung erstreckende Schenkel (23, 24) aufweist, deren Anzahl vorzugsweise der Anzahl der Laufbahnteile (7a, 7b; 8a, 8b) entspricht und die mit den Sekundärteilen verbunden sind,

wobei die Verbindungselemente (19b, 20a) unmittelbar benachbarter Ziehschlitten (3, 4) versetzt zueinander angeordnet sind und ineinandergreifen, wenn die benachbarten Ziehschlitten sich zueinander bewegen.

7. Ziehmaschine nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß jeder Ziehschlitten (3, 4) mit zwei Verbindungselementen (19a, 19b; 20a, 20b) versehen ist, die sich in Ziehrichtung erstrecken.
8. Ziehmaschine nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Verbindungselemente (19a, b; 20a,b) eines Schlittens längs ihrer äußeren Schenkel (23, 24) mit jeweils einer sich entlang der Schenkel erstreckenden Schiene (16a, 16b; 17a, 17b), die den Sekundärteil der Linearmotorantriebe bildet, verbunden sind und
daß die Laufbahnteile (7a, 7b; 8a, 8b) als Führungskanal (9a, 9b; 10a, 10b) die Schienen (16a, 16b; 17a, 17b) umgreifen.
9. Ziehmaschine nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Sekundärteil-Schienen (16a, 16b; 17a, 17b) in etwa doppelt so lang wie der Führungskanal (9a, 9b; 10a, 10b) oder länger als der Führungskanal sind.
10. Ziehmaschine nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der jeweilige Führungskanal (9a, 9b; 10a, 10b) an seinen Außenseiten (13, 14) mit Kühlflanken (15) versehen ist.
11. Ziehmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der jeweilige Führungskanal (9a, 9b; 10a, 10b) zwei parallel und gegenüberliegend angeordnete Platten (11, 12) mit den felderzeugenden Spulen umfaßt.
12. Ziehmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Laufbahn den Sekundärteil als stationären Teil umfaßt.
13. Ziehmaschine nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Primärteile der Linearmotorantriebe in einem an den Winkel der jeweiligen Laufbahnteile (107a, 107b; 108a, 108b) angepaßten Winkelläufer (132a, 132b; 133a, 133b), der mit dem Ziehschlitten (103, 104) verbunden ist, integriert sind.
14. Ziehmaschine nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Winkelläufer (132a,b; 133a,b) Führungskanäle (38) für die stationären Laufbahnteile umfaßt.

- 5 15. Ziehmaschine nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Führungskanäle (38) mittels Schienen oder mittels eines Mittelstücks (37), das in den Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Laufbahnteilen eintaucht, gebildet sind.
- 10 16. Ziehmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 15,
gekennzeichnet durch,
vier in Form eines X zueinander angeordnete Laufbahnteile (107a,b; 108a,b), die sich entlang des Maschinenrahmens (102) und in Ziehrichtung erstrecken sowie
durch jeweils zwei Winkelläufer (132a,b; 133a,b) pro Schlitten (103, 104), die auf der Ober- bzw. Unterseite des Schlittens angeordnet sind und die entlang der oberen bzw. unteren Laufbahnteile bewegt werden.
- 15 17. Ziehmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Maschinenrahmen (2, 102) von der Seite zugänglich ist.
- 20 18. Ziehmaschine (1) mit einem Maschinenrahmen (2) und mit einer Zugeinheit zum Ziehen von langgestrecktem Material durch ein Ziehwerkzeug, wobei die Zugeinheit zumindest einen Ziehschlitten (3,4) mit Antriebsmitteln für den Ziehschlitten aufweist, wobei
30 die Antriebsmittel für den Ziehschlitten (3, 4) mindestens zwei Linearmotorantriebe (5a,5b; 6a, 6b) mit einem energievorsorgten Primär- und mit einem Sekundärteil umfassen, **dadurch gekennzeichnet,**
daß der Maschinenrahmen (2) eine sich in Ziehrichtung erstreckende Laufbahn für den Ziehschlitten umfaßt, die Teil der Linearmotorantriebe (5a,5b; 6a, 6b) ist,
35 wobei die Laufbahn einen ersten, oberen, Laufbahnteil (7b,8b) und einen zweiten, unteren, Laufbahnteil (7a, 8a) umfaßt, die zueinander hinweisend am Maschinenrahmen (2) angeordnet sind und wobei der Schlitten (3, 4) sich in einem Zwischenraum (16) zwischen den zueinander hinweisenden Laufbahnteilen bewegt und
40 **daß** die den Laufbahnteilen zugeordneten beweglichen Sekundärteile, die entlang der Laufbahnteile verfahrbar sind, mittels mindestens eines Verbindungselementes (19a,19b; 20a,20b) mit dem Ziehschlitten verbunden sind und
45 **daß** das Verbindungselement (19a, 19b;20a,20b) sich in Ziehrichtung erstreckende Schenkel (23, 24) aufweist, deren Anzahl vorzugsweise der Anzahl der
- 50
- 55

Laufbahnteile entspricht und die mit den Sekundärteilen verbunden sind, wobei die Verbindungselemente (19b, 20a) unmittelbar benachbarter Ziehschlitten (3, 4) versetzt zueinander angeordnet sind und ineinandergreifen, wenn die benachbarten Ziehschlitten sich zueinander bewegen.

Claims

1. A drawing machine (1, 101) with a machine frame (2, 102) and with a traction unit for drawing elongated material through a die, wherein the traction unit features at least one carriage (3, 4; 103, 104) with driving means for the carriage, and wherein the respective driving means for a carriage (3, 4; 103, 104) comprise at least two linear motor drives (5a, 5b; 6a, 6b) with a primary component supplied with energy and with a secondary component,
characterized in
that the machine frame (2, 102) comprises a slideway for the respective carriage that extends in the drawing direction and forms part of the linear motor drives (5a, 5b; 6a, 6b), wherein the slideway comprises a first, upper slideway section (7b, 8b; 107b) and a second, lower slideway section (7a, 8a; 108a) that are arranged on the machine frame at an incline and such that they point toward one another, and wherein the respective carriage (3, 4; 10, 104) moves in an intermediate space (16; 116) between the slideway sections that point toward one another.
2. The drawing machine according to Claim 1,
characterized in
that further slideway sections (107a, 108b) are provided in addition to the upper and lower slideway sections (107b, 108a), wherein the slideway sections are arranged on the machine frame (2, 102) in the form of an X or a star and the intermediate space (116) for the movement of the respective carriage (103, 104) lies at their intersecting point.
3. The drawing machine according to Claim 1 or 2,
characterized in that the upper and the lower slideway sections (7b, 8b; 107b; 7a, 8a, 108a) or respectively corresponding further slideway sections (107a, 108b) are arranged on the machine frame (2, 102) diagonally opposite of one another.
4. The drawing machine according to one of Claims 1-3,
characterized in that the linear motor drives (5a, 5b; 6a, 6b) are designed symmetrically with two respective slideway sections (7a, 7b; 8a, 8b) that point toward one another and preferably lie diagonally op-

posite of one another such that the resultant of the driving forces lies in the center of the material to be drawn.

5. The drawing machine according to one of Claims 1-4,
characterized in
that the slideway comprises a primary component in the form of the stationary component.
6. The drawing machine according to one of Claims 1-5,
characterized in
that the movable secondary components assigned to the slideway sections (7a, 7b, 8a, 8b) can be displaced along the slideway sections and are connected to the carriage (3, 4) by means of at least one connecting element (19a, 19b; 20a, 20b), and in
that the respective connecting elements (19a, 19b; 20a, 20b) feature limbs (23, 24) that extend in the drawing direction, wherein the number of limbs preferably corresponds to the number of slideway sections (7a, 7b; 8a, 8b) and the limbs are connected to the secondary components, and wherein the connecting elements (19b, 20a) of directly adjacent carriages (3, 4) are arranged offset relative to one another and engage when the adjacent carriages move toward one another.
7. The drawing machine according to Claim 6,
characterized in
that each carriage (3, 4) is provided with two connecting elements (19a, 19b; 20a, 20b) that extend in the drawing direction.
8. The drawing machine according to Claim 6 or 7,
characterized in
that the connecting elements (19a, b; 20a, b) of a carriage are respectively connected along their outer limbs (23, 24) to a rail (16a, 16b; 17a, 17b) that extends along the limbs and forms the secondary component of the linear motor drives, and in
that the slideway sections (7a, 7b; 8a, 8b) encompass the rails (16a, 16b; 17a, 17b) in the form of a guide channel (9a, 9b; 10a, 10b).
9. The drawing machine according to Claim 8,
characterized in
that the secondary component rails (16a, 16b; 17a, 17b) are approximately twice as long as the guide channel (9a, 9b; 10a, 10b) or longer than the guide channel.
10. The drawing machine according to Claim 8 or 9,
characterized in
that the respective guide channels (9a, 9b; 10a, 10b) are provided with cooling flanks (15) on their outer sides (13, 14).

11. The drawing machine according to one of Claims 8-10,
characterized in
that the respective guide channels (9a, 9b; 10a, 10b) comprise two parallel plates (11, 12) that are arranged opposite of one another and feature the field-generating coils. 5
12. The drawing machine according to one of Claims 1-4,
characterized in
that the slideway comprises a secondary component in the form of the stationary component. 10
13. The drawing machine according to Claim 12,
characterized in
that the primary components of the linear motor drives are integrated into an angled runner (132a, 132b; 133a, 133b) that is adapted to the angle of the respective slideway section (107a, 107b; 108a, 108b) and connected to the carriage (103, 104) 15 20
14. The drawing machine according to Claim to 13,
characterized in
that the angled runners (132a, b; 133a, b) comprise guide channels (38) for the stationary slideway sections. 25
15. The drawing machine according to Claim 14,
characterized in
that the guide channels (38) are formed by rails or by a centerpiece (37) that penetrates into the intermediate space between two adjacent slideway sections. 30
16. The drawing machine according to one of Claims 12-15,
characterized in
four slideway sections (107a, b; 108a, b) that are arranged in the form of an X and extend along the machine frame (102) and in the drawing direction, and in 35 40
two respective angled runners (132a, b; 133a, b) per carriage (103, 104) that are arranged on the upper side and the underside of the carriage and moved along the upper and lower slideway sections, respectively. 45
17. The drawing machine according to one of the preceding claims,
characterized in
that the machine frame (2, 102) is accessible from the side. 50
18. A drawing machine (1) with a machine frame (2) and with a traction unit for drawing elongated material through a die, wherein the traction unit features at least one carriage (3, 4) with driving means for the 55

carriage, and
wherein the driving means for the carriage (3, 4) comprise at least two linear motor drives (5a, 5b; 6a, 6b) with a primary component supplied with energy and a secondary component,
characterized in
that the machine frame (2) comprises a slideway for the carriage that extends in the drawing direction and forms part of the linear motor drives (5a, 5b; 6a, 6b), wherein the slideway comprises a first, upper slideway section (7b, 8b) and a second, lower slideway section (7a, 8a) that are arranged on the machine frame such that they point toward one another, and wherein the carriage (3, 4) moves in an intermediate space (16) between the slideway sections that point toward one another, in
that the movable secondary components that are assigned to and can be displaced along the slideway sections are connected to the carriage by means of at least one connecting element (19a, 19b; 20a, 20b), and in
that the connecting element (19a, 19b; 20a, 20b) features limbs (23, 24) that extend in the drawing direction, wherein the number of limbs preferably corresponds to the number of slideway sections and the limbs are connected to the secondary components, and
wherein the connecting elements (19b, 20a) of directly adjacent carriages (3, 4) are arranged offset relative to one another and engage when the adjacent carriages move toward one another.

Revendications

1. Etireuse (1, 101) comportant un bâti de machine (2, 102) et une unité d'étirage pour l'étirage de matière étirée en longueur à l'aide d'un outil d'étirage, l'unité d'étirage comportant au moins un chariot d'étirage (3, 4 ; 103, 104) équipé de moyens de propulsion pour le chariot d'étirage, dans laquelle les moyens de propulsion pour respectivement un chariot d'étirage (3, 4 ; 103, 104) comprennent au moins deux propulsions à moteur linéaire (5a, 5b ; 6a, 6b) comportant une pièce primaire alimentée en énergie et une pièce secondaire, **caractérisée en ce que**
le bâti de machine (2, 102) comprend une voie de circulation s'étendant dans le sens d'étirage pour le chariot d'étirage respectif et faisant partie des propulsions à moteur linéaire (5a, 5b ; 6a, 6b), la voie de circulation comprenant un premier élément supérieur de voie de circulation (7b, 8b ; 107b) et un deuxième élément inférieur de voie de circulation (7a, 8a ; 108a) qui sont disposés à l'oblique et orientés l'un vers l'autre sur le bâti de machine et le chariot respectif (3, 4 ; 10, 104) se déplaçant dans un intervalle (16 ; 116) entre les éléments de voie de circu-

lation orientés l'un vers l'autre.

2. Etireuse selon la revendication 1,
caractérisée en ce que,
en plus de l'élément supérieur et de l'élément inférieur de voie de circulation (107b, 108a), il y a d'autres éléments de voie de circulation (107a, 108b), ces éléments de voie de circulation étant disposés en forme de X ou d'étoile sur le bâti de machine (2, 102) et l'intervalle (116) permettant le mouvement du chariot d'étréage respectif (103, 104) se trouvant à leur point d'intersection.
3. Etireuse selon la revendication 1 ou 2,
caractérisée en ce que
l'élément de voie de circulation supérieur et l'élément de circulation inférieur (7b, 8b ; 107b ; 7a, 8a, 108a) ou les autres éléments de voie de circulation se correspondant respectivement (107a, 108b) sont disposés de manière à s'opposer en diagonale sur le bâti de machine (2, 102).
4. Etireuse selon une des revendications 1 à 3,
caractérisée en ce que
les propulsions à moteur linéaire (5a, 5b ; 6a, 6b) de respectivement deux éléments de voie de circulation (7a, 7b ; 8a, 8b) orientés l'un vers l'autre et s'opposant de préférence en diagonale sont conçus symétriquement afin que la résultante des forces de propulsion se situe au centre de la matière à étirer.
5. Etireuse selon une des revendications 1 à 4,
caractérisée en ce que
la voie de circulation inclut la pièce primaire en tant que pièce stationnaire.
6. Etireuse selon une des revendications 1 à 5,
caractérisée en ce que
les pièces secondaires mobiles associées aux éléments de voie de circulation (7a, 7b ; 8a, 8b) et pouvant se déplacer le long des éléments de voie de circulation sont reliées par au moins un élément de liaison (19a, 19b ; 20a, 20b) au chariot d'étréage (3, 4) et que
l'élément de liaison respectif (19a, 19b ; 20a, 20b) comporte des branches (23, 24) s'étendant dans le sens d'étréage dont le nombre équivaut de préférence au nombre d'éléments de voie de circulation (7a, 7b ; 8a, 8b) et qui sont reliées aux pièces secondaires,
les éléments de liaison (19a, 20a) des chariots d'étréage immédiatement voisins (3, 4) étant disposés décalés les uns par rapport aux autres et s'engrenant les uns dans les autres lorsque les chariots d'étréage voisins se déplacent les uns vers les autres.
7. Etireuse selon la revendication 6,
caractérisée en ce que

chaque chariot d'étréage (3, 4) est pourvu de deux éléments de liaison (19a, 19b ; 20a, 20b) s'étendant dans le sens d'étréage.

- 5 8. Etireuse selon la revendication 6 ou 7,
caractérisée en ce que
les éléments de liaison (19a, b ; 20a, b) d'un chariot, le long de leurs branches extérieures (23, 24), sont reliés respectivement à un rail (16a, 16b ; 17a, 17b)
10 s'étendant le long des branches et constituant la pièce secondaire des propulsions à moteur linéaire et que
les éléments de voie de circulation (7a, 7b ; 8a, 8b) faisant office de canal de guidage (9a, 9b ; 10a, 10b) entourent les rails (16a, 16b ; 17a, 17b).
- 15 9. Etireuse selon la revendication 8,
caractérisée en ce que
les rails des pièces secondaires (16a, 16b ; 17a, 17b) sont approximativement deux fois plus longs que le canal de guidage (9a, 9b ; 10a, 10b) ou sont plus longs que le canal de guidage.
- 20 10. Etireuse selon la revendication 8 ou 9,
caractérisée en ce que
le canal de guidage respectif (9a, 9b ; 10a, 10b) est pourvu sur ses côtés extérieurs (13, 14) de flancs de refroidissement (15).
- 25 11. Etireuse selon une des revendications 8 à 10,
caractérisée en ce que
le canal de guidage respectif (9a, 9b ; 10a, 10b) inclut deux plaques (11, 12) disposées parallèlement et à l'opposé avec les bobines génératrices de champ.
- 30 12. Etireuse selon une des revendications 1 à 4,
caractérisée en ce que
la voie de circulation inclut la pièce secondaire en tant que pièce stationnaire.
- 35 13. Etireuse selon la revendication 12,
caractérisée en ce que
les pièces primaires des propulsions à moteur linéaire sont intégrées dans un passage angulaire (132a, 132b ; 133a, 133b) adapté à l'angle des éléments respectifs de voie de circulation (107a, 107b ; 108a, 108b) et qui est relié au chariot d'étréage (103, 104).
- 40 14. Etireuse selon la revendication 13,
caractérisée en ce que
le passage angulaire (132a, b ; 133a, b) inclut des canaux de guidage (38) pour les éléments stationnaires de voie de circulation.
- 45 15. Etireuse selon la revendication 14,
caractérisée en ce que
les canaux de guidage (38) sont constitués au moyen de rails ou au moyen d'une pièce centrale
- 50
- 55

(37) qui plonge dans l'intervalle entre deux éléments voisins de voie de circulation.

16. Etireuse selon une des revendications 12 à 15,
caractérisée par 5
 quatre éléments de voie de circulation (107a, b ;
 108a, b) disposés l'un par rapport à l'autre en forme
 de X et s'étendant le long du bâti de machine (102)
 et dans le sens d'étirage ainsi que par
 respectivement deux passages angulaires (132a, b ; 10
 133a, b) par chariot (103, 104) qui sont disposés sur
 le côté supérieur ou inférieur du chariot et sont dé-
 placés le long des éléments supérieurs ou inférieurs
 de voie de circulation. 15
17. Etireuse selon une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
 le bâti de machine (2, 102) est accessible par le côté.
18. Etireuse (1) comportant un bâti de machine (2, 102) 20
 et une unité d'étirage pour l'étirage de matière étirée
 en longueur à l'aide d'un outil d'étirage, l'unité d'éti-
 rage comportant au moins un chariot d'étirage (3, 4)
 équipé de moyens de propulsion pour le chariot d'éti-
 rage, dans laquelle 25
 les moyens de propulsion pour le chariot d'étirage
 (3, 4) comprennent au moins deux propulsions à mo-
 teur linéaire (5a, 5b ; 6a, 6b) comportant une pièce
 primaire alimentée en énergie et une pièce secon-
 daire, 30
caractérisée en ce que
 le bâti de machine (2) comprend une voie de circu-
 lation s'étendant dans le sens d'étirage pour le cha-
 riot d'étirage et faisant partie des propulsions à mo-
 teur linéaire (5a, 5b ; 6a, 6b), 35
 la voie de circulation comprenant un premier élément
 supérieur de voie de circulation (7b, 8b) et un deuxiè-
 me élément inférieur de voie de circulation (7a, 8a)
 qui sont disposés orientés l'un vers l'autre sur le bâti
 de machine (2) et le chariot respectif (3, 4) se dépla-
 çant dans un intervalle (16) entre les éléments de
 voie de circulation orientés l'un vers l'autre et
 les pièces secondaires mobiles associées aux élé-
 ments de voie de circulation et pouvant se déplacer
 le long des éléments de voie de circulation étant re-
 liées par au moins un élément de liaison (19a, 19b ;
 20a, 20b) au chariot d'étirage et
 l'élément de liaison (19a, 19b ; 20a, 20b) comportant
 des branches (23, 24) s'étendant dans le sens d'éti-
 rage, dont le nombre équivaut de préférence au
 nombre d'éléments de voie de circulation et qui sont
 reliées aux pièces secondaires,
 les éléments de liaison (19b, 20) de chariots d'éti-
 rage immédiatement voisins (3, 4) étant disposés dé-
 calés les uns par rapport aux autres et s'engrenant
 les uns dans les autres lorsque les chariots d'étirage
 voisins se déplacent les uns vers les autres. 55

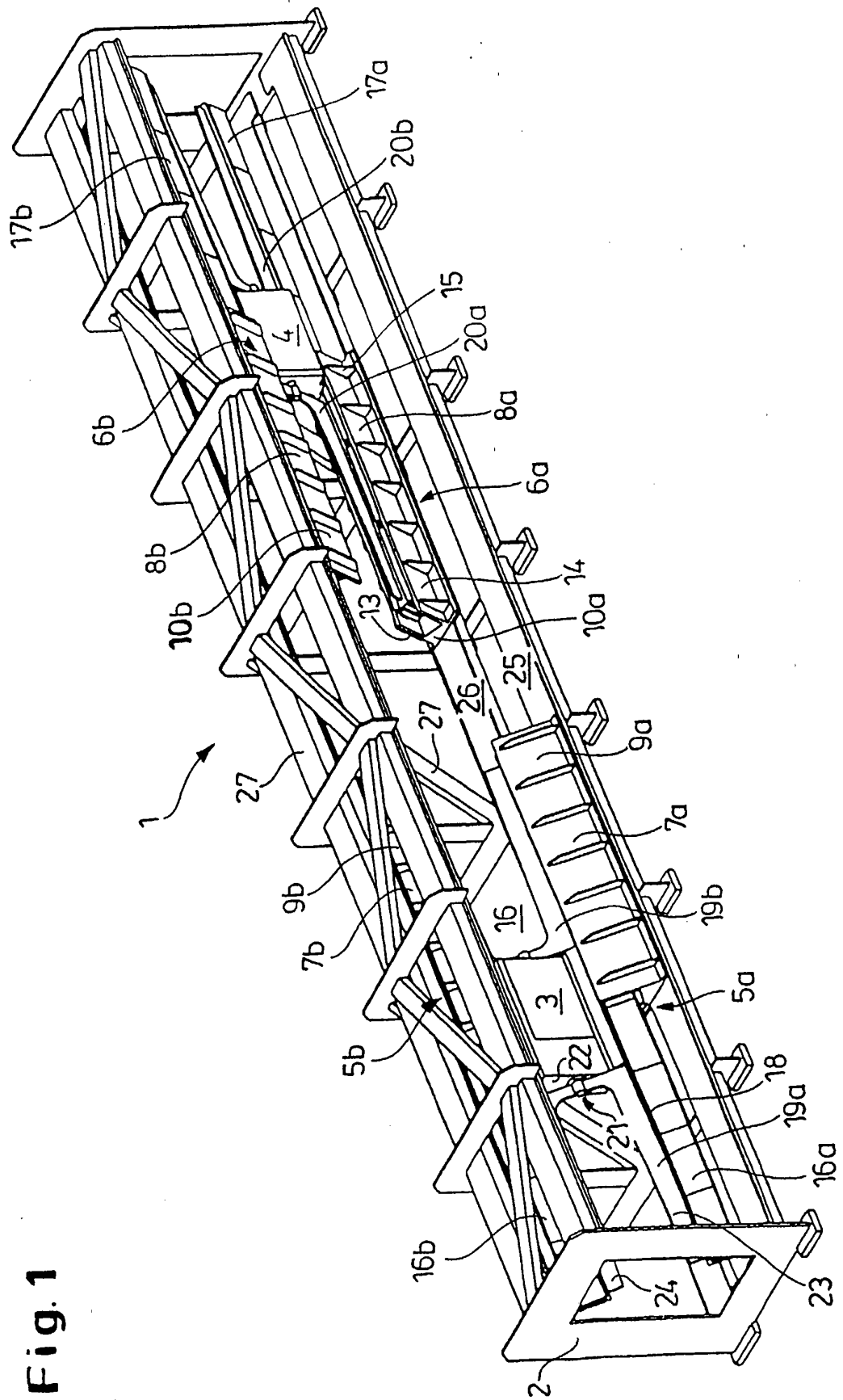


Fig. 1

Fig. 2

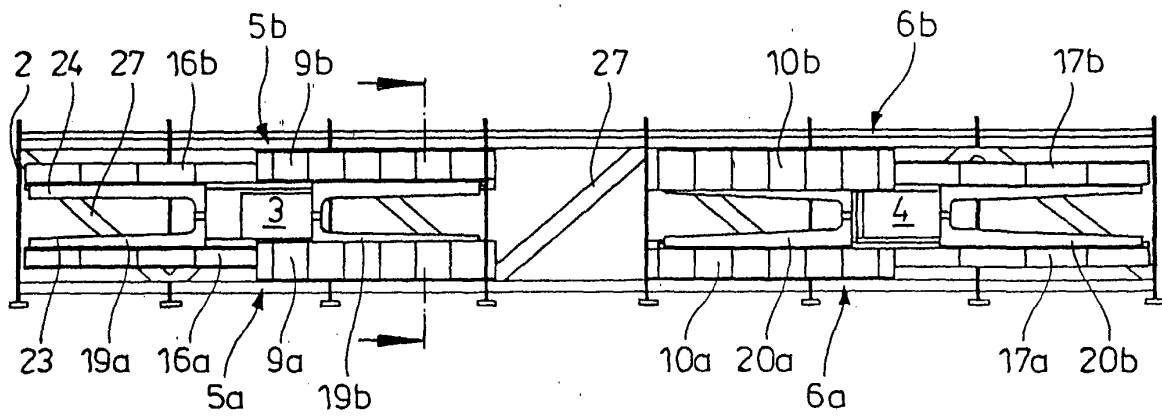


Fig. 3a

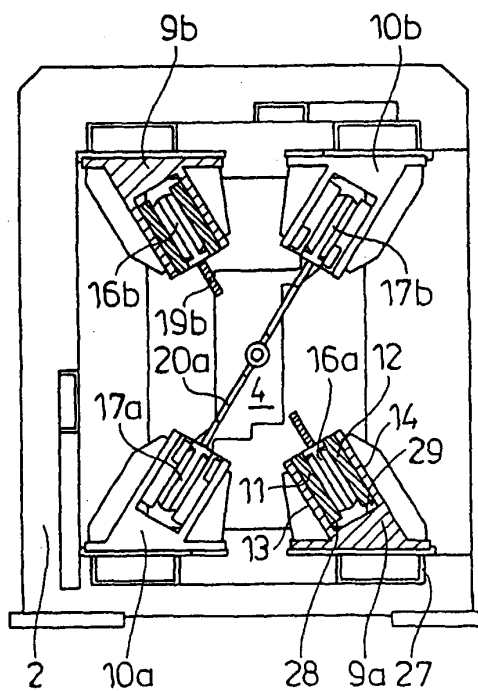


Fig. 3b

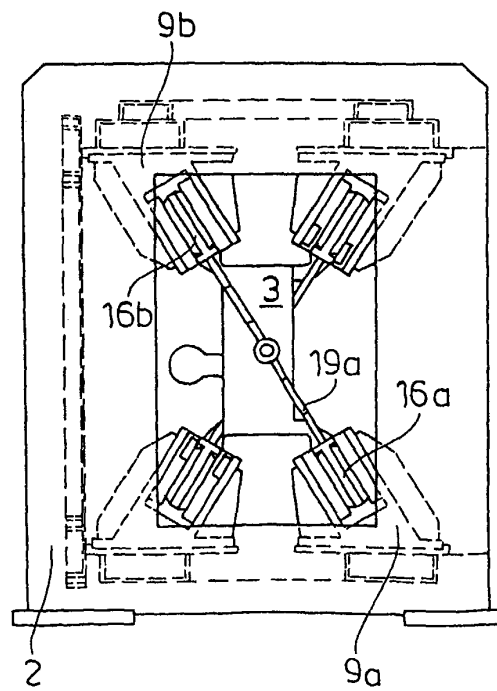


Fig. 4

