

①⑨



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

①①

Veröffentlichungsnummer: **0 093 389**
B1

①②

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
29.01.86

⑤①

Int. Cl.⁴: **B 41 J 3/12, B 41 J 9/12,**
B 41 J 19/14

②①

Anmeldenummer: **83104110.8**

②②

Anmeldetag: **27.04.83**

⑤④

Schwingmechanismus für geradlinige gleichförmige Hin- und Herbewegungen eines Trägers oder dgl.

③①

Priorität: **03.05.82 US 373802**

④③

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.11.83 Patentblatt 83/45

④⑤

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.01.86 Patentblatt 86/5

⑧④

Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL SE

⑤⑥

Entgegenhaltungen:
EP - A - 0 044 415
DE - A - 2 945 838
DE - B - 2 646 740
US - A - 3 911 814
US - A - 4 180 766
US - A - 4 306 497

⑦③

Patentinhaber: **Mannesmann Tally Corporation,**
8301 South 180th Street, Kent Washington 98031 (US)

⑦②

Erfinder: **Whitaker, Gordon C., 7215 SE 24th, Mercer**
Island Washington 98040 (US)
Erfinder: **Safford, James H., 14725 149th Ave. Ne,**
Woodinville Washington 98072 (US)

⑦④

Vertreter: **Flaig, Siegfried, Dipl.-Ing. (FH), Mannesmann**
AG Mannesmannufer 2, D-4000 Düsseldorf (DE)

EP 0 093 389 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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

Die Erfindung betrifft einen Schwingmechanismus für geradlinige, gleichförmige Hin- und Herbewegungen eines Trägers oder dgl. mittels eines Linearantriebs, insbesondere eines Trägers für eine Matrixdruckeinrichtung, die in Zeilenrichtung vor einem senkrecht zur Zeilenrichtung verschiebbaren Aufzeichnungsträger bewegbar ist, wobei der Träger auf in einem Rahmen eingespannten, parallel verlaufenden Biegeelementen abgestützt ist, der Linearantrieb aus einem elektrisch angetriebenen Linearmotor besteht, der in einem Gehäuse angeordnet ist, der Linearmotor Magnetmittel und eine bewegliche Elektromagnetspule aufweist, deren Polarität veränderbar und die Elektromagnetspule an Stromversorgungsmittel und Regelmittel für die Polarität und Grösse des Stromflusses elektrisch angeschlossen ist. Eine derartige Lösung ist aus der US-A-3911814 bekannt.

Es sind verschiedene Arten von Zeichen- bzw. Zeilendruckern, die nach dem Matrixpunktdruckverfahren arbeiten, vorgeschlagen worden, die praktisch eingesetzt werden. Allgemein gesprochen umfassen Matrix-Zeilendrucker einen Druckkopf bzw. eine Hammerbank mit einer Vielzahl von Punkt-Druckelementen, wobei jedes Druckelement bei einem Anschlag einen Punkt auf dem Aufzeichnungsträger bildet. Diese Punkt-Druckelemente liegen in einer Reihe, die wiederum rechtwinklig zur Richtung der Förderung des Aufzeichnungsträgers liegt. Da die Förderrichtung des Aufzeichnungsträgers normalerweise senkrecht verläuft, liegen die Punkt-Druckelemente gewöhnlich in einer horizontalen Reihe. Auf der von den Punkt-Druckelementen abgewandten Seite des Papiers befindet sich eine Auflage, d.h. eine Walze, und zwischen den Punkt-Druckelementen und dem Aufzeichnungsträger ein Farbband. Während des Druckens werden die Punkt-Druckelemente betätigt, so dass in der durch die Punkt-Druckelemente beschriebenen Druckreihe ein oder mehrere Punkte auf dem Aufzeichnungsträger entstehen. Der Aufzeichnungsträger, meist Papier, wird nach dem Druck einer Punktreihe schrittweise weiterbewegt. Ein kontinuierliches Bewegen des Aufzeichnungsträgers ist ebenfalls möglich. Eine Serie von Punktreihen in Richtung der Bewegung des Aufzeichnungsträgers bildet horizontal eine Zeichenreihe, wobei solche Zeichen aus alphanumerischen Zeichen bestehen können.

Obgleich die vorliegende Erfindung entwickelt wurde, um den Druckkopf bzw. die Hammerbank eines Matrix-Zeilendruckers hin- und herzufahren und somit primär in Druckern dieser Gattung zum Einsatz kommt, kann die Erfindung jedoch auch eingesetzt werden, um die Träger anderer Einrichtungen, die einer genauen Hin- und Herbewegung mit geregelter Geschwindigkeit bedürfen, hin- und herzubewegen.

Allgemein lassen sich Matrix-Zeilendrucker im Gegensatz zu seriell arbeitenden Druckern in zwei Kategorien einteilen. Die erste Kategorie der Matrix-Zeilendrucker basiert auf dem System, bei dem

lediglich die Punkt-Druckelemente hin- und hergefahren werden. Die zweite Kategorie der Matrix-Zeilendrucker enthält Punkt-Druckelemente, mit denen der gesamte Druckkopf, d.h. die Betätigungseinrichtungen für die Punkt-Druckelemente hin- und hergefahren werden. Die Einzelteile der Punkt-Druckelemente, die hin- und herbewegt werden müssen, sind auf einem Träger, Schlitten, Wagen oder dgl. montiert, wobei es gleichgültig ist, um welche Art von Matrixdruckern es sich handelt. Die vorliegende Erfindung eignet sich für beide Kategorien der Matrix-Zeilendrucker.

Es sind bisher verschiedene Arten von Schwingmechanismen für Matrix-Zeilendrucker vorgeschlagen worden. Eine bekannte Art enthält einen Schrittmotor, der gegenüber dem Träger derart eingestellt ist, dass einzelne Schritte des Trägers ausgeführt werden können. Am Ende eines jeden Schrittes werden die entsprechenden Betätigungseinrichtungen für die Punkt-Druckelemente erregt, so dass Punkte auf dem Aufzeichnungsträger abgebildet werden. Ein Drucken in beiden Bewegungsrichtungen wird dadurch ermöglicht, dass der Träger bzw. der Wagen zunächst in eine Richtung schrittweise vorwärtsbewegt und dann in die entgegengesetzte Richtung schrittweise zurückbewegt wird. Ein Hauptnachteil beim Einsatz von Schrittmotoren in Matrix-Zeilendruckern, insbesondere in solchen Matrix-Zeilendruckern, bei denen sowohl die Betätigungseinrichtungen als auch die zugehörigen Punkt-Druckelemente hin- und herbewegt werden, ist der Umstand, dass schrittmotoren herkömmlicher Grösse nicht genügend Kraft besitzen, um den Druckkopf dieser Matrix-Zeilendrucker zu bewegen. Solche Schrittmotoren herkömmlicher Grösse besitzen nur ausreichend Kraft, um die Punkt-Druckelemente allein hin- und herzubewegen, so dass sie nur in Grenzfällen für Matrixdrucker von Vorteil sind, bei denen der gesamte Druckkopf bzw. die Hammerbank hin- und hergefahren wird. Darüber hinaus sind Schrittmotoren in ihrer Geschwindigkeit beschränkt, so dass sich diese für Matrix-Zeilendrucker mit relativ hoher Geschwindigkeit, d.h. mit einer Druckleistung von 600 und mehr Zeilen pro Minute nicht eignen.

Wegen der vorstehend genannten Nachteile von Schrittmotoren sind Versuche unternommen worden, Wechselstrommotore mit konstanter Drehzahl und Gleichstrommotore für die Pendelbewegung des Druckkopfes bzw. der Hammerbank von Matrix-Zeilendruckern einzusetzen. Ein wesentlicher Nachteil der Schwingmechanismen, die auf der Basis von Motoren mit konstanter Drehzahl arbeiten, liegt in den Kupplungseinrichtungen, mittels denen die Motore an den Druckkopf bzw. an die Hammerbank angekuppelt werden. In den meisten Fällen dient als Kupplungseinrichtung eine Nockenkurve mit kraftschlüssig anliegender Stösseinrichtung. Sowohl die Nockenkurve als auch die Stösseinrichtung sind jedoch einem hohen mechanischen Verschleiss ausgesetzt und sind daher für den sehr genau arbeitenden Pendelmechanismus eines Matrix-Zeilendruckers ungeeignet. Genauer gesagt müssen Ma-

trix-Zeilendrucker, die mit hoher Geschwindigkeit betrieben werden, hinsichtlich des Druckkopfes bzw. der Hammerbank bei Betätigung der Punkt-druckelemente genau positioniert sein. Ein mechanischer Verschleiss ist daher äusserst nachteilig, da er die Genauigkeit der Positionierung des Druckkopfes beeinträchtigt. Sofern jedoch die Genauigkeit der Druckkopf-Positionierung nachlässt, entstehen Mängel des Druckbildes. Als Folge ergeben sich verzerrte und/oder verwischte Schriftzüge und Darstellungen. Derartige Verzerrungen und Verwischungen sind jedoch dort, wo ein Druck von hoher Güte benötigt oder angestrebt wird, nicht akzeptabel. Mit anderen Worten ausgedrückt, verlangt ein Druck von hoher Qualität einen Matrix-Zeilendrucker, bei dem die Punkte in jeder Punktreihe an genau dergleichen Stelle bei Hin- und Herbewegung des Druckkopfes bzw. der Hammerbank liegen.

Ein weiterer Nachteil bekannter Schwingmechanismen, die mit Motoren konstanter Drehzahl arbeiten und deren Kupplungseinrichtungen aus einer Nockenkurve mit Nockenstössel bestehen, ist darin zu sehen, dass die Bewegungs-Zeit-Kurve nicht linear verläuft. Dieser Umstand bedeutet jedoch, dass relativ komplizierte Stellungsfühler- und Regelsysteme erforderlich sind, um bei derartigen Schwingmechanismen dennoch eine genaue Punktpositionierung zu erreichen.

Um den mechanischen Verschleiss und die nicht linear verlaufende Bewegungs-Zeit-Kurve früherer Systeme bei mechanischer Ankupplung eines Motors mit konstanter Drehzahl an den Druckkopf bzw. an die Hammerbank eines Matrix-Zeilendruckers auszuschalten, wurde bereits vorgeschlagen (Europäische Patentanmeldung 0044415) ein Kupplungssystem mit einem Paar elliptischer Scheiben bzw. Zahnräder zu verwenden. Die beschriebene Kupplungseinrichtung mittels elliptischen, mit zwei Hökern versehene Räder zweiter Ordnung sind entweder direkt oder über einen Riemen 90° phasenversetzt miteinander verbunden. Obgleich eine derartige Kupplungseinrichtung eine sehr genaue Bewegungs-Zeit-Kurve erzeugt, sind damit wenig wünschenswerte Geräusche verbunden und die Kupplungseinrichtung ist ausserdem mechanisch kompliziert und teurer in der Herstellung als wünschenswert wäre.

Neben den Schrittmotoren und Motoren konstanter Drehzahl wurde auch bereits vorgeschlagen (US-Patent 3911814), Linearmotoren für die Hin- und Herbewegung der Wagen von Druckern anzuwenden.

Bei einem derartigen Linearmotor handelt es sich um einen Motor, bei dem die Bewegungsachse des beweglichen Motorelements geradlinig und nicht rotierend verläuft. Aus der genannten Druckschrift ist ein Schwingmechanismus für geradlinige, gleichförmige Hin- und Herbewegungen eines Hammerbank-Trägers zwischen zwei Stellungen bekannt. In einer Stellung werden die Hämmer zu ungeraden Zeichenpositionen ausgerichtet und in der anderen Stellung zu geraden Zeichenpositionen. Auf Regelsignale hin wird die Hammerbank betätigt, um ein Zeichen zu drucken, sobald das

entsprechende Punkt-Druckelement mit dem zugeordneten Hammer ausgerichtet ist. Mit anderen Worten ist die Einrichtung für den Einsatz in einem Typendrucker und nicht in einem Matrixdrucker bestimmt. Es versteht sich, dass ein Typendrucker nicht die gleiche präzise Druckkopfpositionierung wie ein Matrix-Zeilendrucker benötigt.

Ein weiterer Vorschlag für den Einsatz eines Linearmotors in einem Matrix-Zeilendrucker ist aus der US-Patentschrift 4180766 bekannt. Bei diesem System wird der hin- und hergehende Antriebsmechanismus, der die Hammerbank stützt, dem freien Flug bei geringer Reibung auf einer bestimmten Achse parallel zur Zeilenrichtung unterzogen. Jeweils am Ende der Bewegung trifft der Antrieb auf einen gefederten Anschlag, der die Bewegungsrichtung des Antriebs und damit der Hammerbank umkehrt. Energieverluste, die während der Umkehr auftreten, werden mit Hilfe eines Energieimpulses, eines angekoppelten Linear-Elektromagnetantriebs und eines angeschlossenen Geschwindigkeitsausgleichssystems aufgefangen, so dass sich eine genaue Servoregelung während der Umkehr erübrigt und die Antriebsumkehr durch den Rückprall bewirkt wird. Während der Umkehr fühlt das Geschwindigkeitsausgleichssystem, das vollkommen ausgenutzt wird, den Eintritt einer Null-Bewegung des Antriebs und kehrt die Richtung der Energiebeaufschlagung des elektromagnetischen Antriebs um. Gleichzeitig wird die Hammerbankgeschwindigkeit während der Bewegung über einen Druckpass abgetastet, und vom Geschwindigkeitshilfssystem wird weitere kinetische Energie aufgebracht, um die Reibungsverluste und die Bremsseffekte während des Druckens und andere Veränderungen der Hammerbankgeschwindigkeit zu kompensieren.

Der hin- und hergehende Linearantrieb, der in dem US-Patent 4180766 beschrieben wird, besitzt eine Reihe von Nachteilen. Beispielsweise führt der Einsatz eines Motors mit niedriger Leistung, der im wesentlichen dazu dient, die Reibungs- und Druckbelastungsverluste zu decken, zu einem System mit grosser Hin- und Rücklaufzeit, so dass der Drucker insgesamt langsam arbeitet. Diese wenig wünschenswerte Eigenschaft wird noch durch das Rückprallsystem im Gegensatz zu einem Energiespeichersystem, das die Schwingungszeit verbessern würde, belastet. Auch die beschriebene Art der Einrichtungen benötigt mehrere Schwingbewegungen, bevor die Vor- bzw. Rückfahrgeschwindigkeit die gewünschte Druckgeschwindigkeit erreicht hat. Der bekannte Drucker weist daher eine nachteilig hohe Anfahrzeit auf, die unerwünscht ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Schwingmechanismus für eine schnelle Schwingbewegung zu schaffen, der einfach aufgebaut ist, wenig Antriebsenergie erfordert und dessen Antriebsenergie genau geregelt werden kann.

Die gestellte Aufgabe wird bei dem eingangs bezeichneten Schwingmechanismus erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass das Gehäuse auf separate, ebenfalls eingespannte, parallel verlaufende Biegeelemente gestützt ist, dass die Resonanz-

schwingfrequenz der Kombination aus dem Linearmotor und den Gehäuse-Biegeelementen auf die Resonanzschwingfrequenz der Kombination aus dem Träger und den Biegeelementen des Trägers abgestimmt ist, und dass zwischen der Elektromagnetspule und dem Träger ein an die Elektromagnetspule angekoppeltes Verbindungsglied vorgesehen ist.

Ein solcher Schwingmechanismus eignet sich für schnelle Bewegungen des Druckkopfes bzw. der Hammerbank, ist übersichtlich aufgebaut und die Bewegungsschritte können genau positioniert, d.h. eingestellt werden. Ausserdem ist der Aufbau einfach und die physikalischen Voraussetzungen für Bewegungen über eine kurze Distanz sind geschaffen. Vorteilhaft ist auch, dass bei Bewegung des Druckkopfes bzw. der Hammerbank in die eine oder andere Bewegungsrichtung die Biegeelemente Energie speichern, die zur Verringerung der Zeit für die Bewegungsumkehr am Hubende benutzt werden kann. Ein weiterer Vorteil beruht darauf, dass die Resonanzschwingfrequenz der genannten Kombinationen leicht abgestimmt werden kann auf die Hubzahl der Bewegungen des Trägers. Der Schwingmechanismus ist ausserdem leicht zu regeln und die Stromversorgung der Elektromagnetspule ist ebenfalls einfach zu verwirklichen. Der mittels Biegeelementen montierte Linearmotor ist vorteilhafterweise so angeordnet, dass die Bewegungsachse (vorzugsweise coaxial) mit der Bewegungsachse des Druckkopfes bzw. der Hammerbank ausgerichtet ist. Hierbei ist vorteilhafterweise die Elektromagnetspule mit dem Druckkopf bzw. mit der Hammerbank unmittelbar gekoppelt, wobei ein Zusammenspiel der Kräfte der Biegeelemente mit den Kräften, die durch die Elektromagnetspule erzeugt werden, von besonderer Bedeutung ist.

Der Schwingmechanismus kann nunmehr dadurch besonders schnell konzipiert werden, indem die Federkonstante der den Träger stützenden Biegeelemente derart gewählt ist, dass die Resonanzschwingfrequenz der Kombination aus dem Träger und den Biegeelementen weitestgehend mit der Hin- und Herbewegungsfrequenz übereinstimmt.

Ein übersichtlicher und daher gut funktionierender Aufbau der elektrischen Schaltung ergibt sich ferner dadurch, dass die Regelmittel für die Polarität und Grösse des Stromflusses in der Elektromagnetspule aus einem Positionsfühler für die Stellung des Trägers aus Mitteln für die kontinuierliche Erzeugung eines Ist-Stellungssignals, aus Mitteln für die kontinuierliche Erzeugung eines Soll-Stellungssignals, aus Mitteln für den Vergleich der Ist-Stellungssignale mit den Soll-Stellungssignalen, aus Mitteln für die Erzeugung von Abweichungssignalen von der Grösse der Differenz zwischen Ist- und Soll-Werten und aus Mitteln für die Regelung des Stromflusses in der Elektromagnetspule nach Polarität und Grösse bestehen.

Zur Steigerung der Schnelligkeit des Systems wird ausserdem vorgeschlagen, dass die Mittel für die kontinuierliche Erzeugung eines Soll-Stellungssignals einen Hauptregler zur Erzeugung der Soll-Stellungssignale in Digitalform sowie einen

Digital-Analog-Wandler aufweisen und dass die in Analogform vorliegenden Ist-Stellungssignale zusammen mit den Analog-Soll-Stellungssignalen in Analogsignalmitteln verglichen werden.

Eine genaue Ansteuerung der Elektromagnetspule wird ferner dadurch unterstützt, dass die Mittel für die Regelung des Stromflusses in der Elektromagnetspule einen Impulsbreiten-Modulator einschliessen.

Dieser genauen Ansteuerung der Elektromagnetspule dient ausserdem der Vorschlag, dass die Mittel für die Regelung des Stromflusses in der Elektromagnetspule einen Brückenschaltkreis aufweisen, der vier Schalter enthält, wobei jeweils ein Schalter in einem Brückenweig und die Elektromagnetspule in der Brückendiagonalen angeordnet sind und ein Brückenweig an die Stromquelle angeschlossen ist, und dass der Impulsbreiten-Modulator vier Ausgangsregelsignale an den vier Schaltern erzeugt.

Die Ermittlung der Ist-Werte bzw. die Erzeugung von Ist-Stellungssignalen wird dadurch unterstützt, dass der Positionsfühler für die Stellung des Trägers eine Lichtquelle aufweist, ausserdem ein Paar der Lichtquelle zugeordnete Fotozellen und einen Schieber der ein Fensterpaar besitzt und der mit dem Träger verbunden ist.

Hierbei ist es vorteilhaft, dass die Fotozellen aus länglich ausgebildeten, etwa gleichgrossen fotoelektrischen Zellen bestehen.

Die Ermittlung der Ist-Werte wird ferner dadurch begünstigt, dass die Fenster in den Fotozellen etwa gleichgross, von länglicher Form und in Längsrichtung gegeneinander versetzt angeordnet sind.

Der schnellen und genauen Ermittlung der Ist-Werte dient ausserdem, dass die Fenster sich in Richtung der länglich geformten Fotozellen erstrecken.

Die Weitergabe der vom Positionsfühler ermittelten Ist-Werte wird ausserdem dadurch verbessert, dass der Positionsfühler einen Differentialkomparator aufweist, der an die fotoelektrischen Zellen angeschlossen ist, wobei das Ausgangssignal entsprechend der Spannungsdifferenz das Ist-Stellungssignal bildet.

Der Ist-Wert-Ermittlung dient ferner vorteilhaft, dass der Positionsfühler mit einem Lichtregelkreis verbunden ist, der an die Ausgänge der fotoelektrischen Zellen und an die Lichtquelle angeschlossen ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 den zusammengebauten Schwingmechanismus und hierbei die Lage des Druckkopfes sowie die übrigen Bauteile für einen Matrix-Zeilendrucker,

Fig. 2 einen senkrechten Querschnitt des in Fig. 1 dargestellten Linearmotors,

Fig. 3 ein Blockdiagramm zur Ermittlung der Ist- und Soll-Werte sowie zur Steuerung der Druckhämmer in Abhängigkeit der Bewegung des Druckkopfes,

Fig. 4 einen elektrischen Schaltplan mit den

elektronischen Bauteilen für die Ermittlung der Regelungsgrößen, deren Verarbeitung und deren Verwendung als Steuerbefehle für die Druckhammer.

Fig. 1 zeigt den Druckkopf 11 bzw. die erwähnte Hammerbank eines Matrix-Zeilendruckers, der durch ein Paar Biegeelemente 13 und 15 abgestützt ist. Der Druckkopf 11 bzw. die Hammerbank sind nicht Teil der Erfindung und deshalb nicht im einzelnen dargestellt. Die Biegeelemente 13 und 15 sind vorzugsweise aus länglichen, flachen Federstahlstücken gebildet, die auf einer Seite am Rahmen 16 des Matrixdruckers befestigt sind. Die Biegeelemente 13 und 15 sind ausserdem parallel ausgerichtet und liegen, bedingt durch die Länge des Druckkopfes 11, mit Abstand zueinander.

Der Druckkopf 11 ist zwischen den beweglichen Enden der Biegeelemente 13 und 15 montiert, so dass er sich rechtwinklig in Richtung des Pfeils 17 bewegt. Der Pfeil 17 verläuft parallel zur Längsachse des Druckkopfes 11 und rechtwinklig zu den Parallelebenen der Biegeelemente 13 und 15.

Die Länge des Druckkopfes 11 entspricht im wesentlichen der Breite des grössten Aufzeichnungsträgers 21, der von einem Matrix-Drucker aufgenommen werden kann. Der Druckkopf 11 kann beispielsweise 66 getrennte Punkt-Druckelemente besitzen, die jeweils so ausgelegt sind, dass sie zwei Zeichenpositionen abtasten oder abdecken. Die gesamte oder maximale Zeichenzeilenbreite eines solchen Druckers beträgt somit 132 Punktzeichen. Da die Anzahl der abzutastenden Zeichenpositionen (2) im Vergleich zur Anzahl der Punktdruckelemente (66) gering ist, ist der Bewegungsweg im Vergleich zur Länge des Druckkopfes klein.

Zum besseren Verständnis zeigt Fig. 1 die Druckwalze 19 parallel zum Druckkopf 11 auf der anderen Seite des Aufzeichnungsträgers 21 vom Druckkopf aus gesehen. In Fig. 1 ist nicht gezeigt, wie ein geeigneter Farbvorrat (wie beispielsweise ein Farbband) arbeitet, der zwischen dem Druckkopf 11 und dem Aufzeichnungsträger 21 angeordnet sein muss. Die Biegeelemente 13 und 15 liegen neben dem Rand des Aufzeichnungsträgers 21.

Auf einer Seite des Druckkopfes 11 befindet sich der Linearmotor 23, und zwar unmittelbar neben dem Biegeelement 15. Das Gehäuse 25 des Linearmotors 23 wird durch ein Paar Biegeelemente 27 und 29 abgestützt. Eine Seite der Biegeelemente 27 und 29 sind am Rahmen 16 des Matrixdruckers befestigt. Die anderen Seiten der Biegeelemente 27 und 29 stützen das Gehäuse 25 des Linearmotors 23. Die Biegeelemente 27 und 29 werden vorzugsweise aus flachen Federstahlstücken gebildet, die parallel zueinander verlaufen, aber auch parallel zu den Ebenen der Biegeelemente 13 und 15.

Der Linearmotor 23 ist so angeordnet, dass die Bewegungsachse der Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23 mit der Längsachse des Druckkopfes 11 koaxial liegt. Die Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23 ist mit der anliegenden Seite

des Druckkopfes 11 über ein Verbindungsglied 33 gekoppelt. Somit wird bei einer hin- und hergehenden Oszillation der Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23, wie nachstehend noch genauer beschrieben werden wird, der Druckkopf 11 in Richtung des Pfeiles 17 hin- und herbewegt. Wie leicht verständlich ist, lassen sich derartige Matrix-Zeilendrucker als Zeichen- und Plotterdrucker einsetzen. Ein entsprechend der Erfindung ausgebildeter Matrix-Zeilendrucker ist für beide Betriebsarten geeignet. Bei Einsatz als Zeichendrucker ist die Bewegung der Elektromagnetspule etwas grösser als die Breite der vom Druckkopf 11 abzutastenden Anzahl von Zeichenpositionen, wie im Beispiel mit zwei festgelegt.

In Fig. 2 ist schematisch dargestellt, dass die Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23 derart angeordnet ist, dass sie im Gehäuse 25 des Motors hin- und herbewegt werden kann. Das Gehäuse 25 enthält einen Dauermagneten 35, der vorzugsweise zylindrische Form hat. Eine Seite des zylindrischen Dauermagneten 35 wird durch eine Platte 37 verschlossen, deren magnetischer Widerstand gering ist (d.h. z.B. ferromagnetisch ist) und die in der Mitte einen Stehbolzen 39 bildet. Die Elektromagnetspule 31 ist grössenmässig so bemessen, dass sie den Stehbolzen 39 mit Spiel umgibt. Die andere Seite des zylindrischen Dauermagneten 35 wird von der Platte 41 (ebenfalls mit geringem magnetischem Widerstand eingeschlossen), die eine Mittenöffnung 43 aufweist, durch die die Elektromagnetspule 31 hindurchgreift. Der von dem zylindrischen Dauermagneten 35 erzeugte Magnetfluss besitzt die durch die Pfeile in Fig. 2 angegebenen Flussrichtungen. Dieser Magnetfluss steht in Wechselwirkung mit dem Magnetfluss, der von der Elektromagnetspule 31 erzeugt wird, wenn infolge der Beaufschaltung von Strom auf die Elektromagnetspule 31 in dieser elektrischer Strom fliesst. Je nach Richtung des Stromflusses ist die elektromagnetische Wirkung so, dass die Elektromagnetspule 31 entweder in das Gehäuse 25 gezogen oder aus diesem herausgestossen wird. Damit steuert die momentane Stromrichtung die momentane Bewegungsrichtung der elektromagnetischen Spule 31 und damit die momentane Bewegungsrichtung des Druckkopfes 11. Die Grösse des Stromflusses regelt die Grösse der Spulenanziehungs- oder -rückstosskraft.

Die Federkonstanten der Biegeelemente 27 und 29 sind so gewählt, dass der Schwingmechanismus schwingungsabgeglichen wirkt. Das heisst, dass die Resonanzschwingfrequenz des Linearmotors 23 und seiner Biegeelemente 27 und 29 auf die Resonanzschwingfrequenz des Trägers 11 und dessen Biegeelemente 13 und 15 abgestimmt wird. Darüber hinaus liegt die Resonanzfrequenz auf oder in der Nähe der Hin- und Herbewegungsgeschwindigkeit. Somit ist der Energiebedarf für den Schwingmechanismus gering.

Fig. 3 stellt ein Blockdiagramm dar, das die bevorzugte Ausführungsform eines Schwingmechanismus mit einem Linearmotor entsprechend der Erfindung in Verbindung mit dem Druckkopf 11

eines Matrix-Zeilendruckers zeigt. Neben dem Druckkopf 11, dem Linearmotor 23 und dem Verbindungsglied 33, die ebenfalls in Fig. 1 gezeigt und dort beschrieben sind, enthält Fig. 3 darüber hinaus einen Positionsfühler 51, einen Hauptregler 53, einen Kippregler 55, einen Kippkomparator 57, einen Schaltverstärker 59, einen Druckhammerauslöse-
komparator 63 und einen Druckhammerauslöse-
kreis 65.

Wie durch die gestrichelte Linie angezeigt wird, ist der Positionsfühler 51 mit dem Druckkopf 11 verbunden, um so die Stellung des Druckkopfes 11 kontinuierlich abzutasten. Aufgrund der erhaltenen Information erzeugt der Positionsfühler 51 ein Ist-Stellungssignal, das an einen Eingang des Kippkomparators 57 und an einen Eingang des Druckhammerauslösekomparators 63 gelegt wird. Der Hauptregler 53 erzeugt Regelsignale, die an den zweiten Eingang des Kippkomparators 57 gelegt werden, und zwar über den Kippregler 55 und über den Druckhammerauslöse-
regler 61 an den zweiten Eingang des Druckhammerauslösekomparators 63. Der Ausgang des Kippkomparators 57 ist mit dem Regeleingang des Schaltverstärkers 59 verbunden. Der Schaltverstärker 59 ist an die Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23 angeschlossen und regelt die Grösse und Richtung des Stromflusses. Somit regelt das vom Kippkomparator 57 erzeugte Ausgangssignal den Betrieb des Linearmotors 23.

Der Ausgang des Druckhammerauslösekomparators 63 ist mit dem Druckhammerauslösekreis 65 verbunden zwecks Steuerung des Zeitpunktes für den Auslösevorgang der Betätigungseinrichtungen für die einzelnen Punktdruckelemente im Druckkopf 11 und somit des Zeitpunktes des Druckvorgangs auf dem Aufzeichnungsträger 21.

Im Betrieb erzeugt der Hauptregler 53 Regelsignale, die zur Regelung der Druckkopfstellung und der Stellung des Druckkopfes, in der die Betätigungseinrichtungen zum Drucken der Punkte freigesetzt werden, geeignet sind. Genauer gesagt, erzeugt der Hauptregler 53 Druckkopf-Positionsregelsignale, d.h. Soll-Stellungssignale in Digitalform. Der Kippregler 55 setzt die Digitalsignale in Analogsignale um und legt die Analogsignale an den Kippkomparator 57. Der Kippkomparator 57 vergleicht das vom Kippregler 55 erzeugte Analogsignal (das Soll-Stellungssignal) mit dem vom Positionsfühler 51 erzeugten Ist-Stellungssignal. Als Folge erzeugt der Kippkomparator 57 ein Abweichungssignal, das dem Schaltverstärker 59 zugeführt wird. Daraufhin legt der Schaltverstärker 59 einen Strom an die Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23, dessen Grösse und Polarität die Elektromagnetspule 31 in eine Richtung bewegt, die den Druckkopf 11 in die Soll-Stellung bringt. Das bedeutet, dass der Schaltverstärker 59 die Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23 mit einem Korrekturstrom beaufschlagt. In gleicher Weise erhält der Druckhammerauslöse-
regler 61 Digitalsignale vom Hauptregler 53 mit der Stellung des Druckkopfes 11, in der die Druckhämmer
gesetzt werden sollen. Entsprechend wird ein

Analogsignal erzeugt. Dieses Analogsignal durchläuft einen Vorlaufkreis, und zwar bevor es mit dem Ist-Stellungssignal im Druckhammerauslösekomparator 63 verglichen wird. Wenn der Druckkopf 11 die Stellung erreicht, in der die Druckbetätigungseinrichtungen erregt werden sollen, dann erzeugt der Druckhammerauslösekomparator 63 einen Auslöseimpuls. Der Auslöseimpuls ermöglicht es dem Druckhammerauslösekreis 65, den entsprechenden Betätigungseinrichtungen Betätigungssignale zu übertragen. Genauer gesagt erhält der Druckhammerauslösekreis 65 neben dem Auslöseimpuls Signale, die anzeigen, welche der (z.B. 66) Betätigungseinrichtungen erregt werden sollen, wenn die Stellung erreicht wird, die durch die Stellung der vom Hauptregler 53 erzeugten Regelsignale bestimmt und durch den Druckhammerauslöse-
regler 61 umgesetzt wird. Bewirkt durch den Vorlaufkreis tritt der Auslöseimpuls ein, ehe die Punktdruckstellung erreicht ist. Die Vorlaufzeit wird so gewählt, dass sie der Zeit entspricht, die die Punktdruckelemente benötigen, um aus ihrer Ruhestellung in die Punktdruckstellung auf dem Aufzeichnungsträger 21 zu gelangen. Welche der Betätigungseinrichtungen als erste bestromt werden sollen, hängt natürlich von der Art der Zeichen oder des zu schaffenden Bildes ab. Die Auswahl der zu betätigenden Einrichtungen erfolgt durch den Hauptregler 53 oder eine andere Datenquelle, z.B. einen Zeichengenerator. Ungeachtet der Auslöseinformationsquelle werden die entsprechenden Betätigungseinrichtungen erst dann erregt, wenn der Druckhammerauslösekomparator 63 einen Auslöseimpuls erzeugt. Zusammengefasst kann gesagt werden, dass der Druckhammerauslösekomparator 63 ein Signal erzeugt, dass lediglich anzeigt, dass sich der Druckkopf 11 in der Stellung befindet, in der die Betätigungseinrichtungen für die Druckpunktelemente bestromt werden sollen – jedoch nicht, welche Druckpunktelemente abgeschossen werden müssen.

Fig. 4 stellt ein detailliertes Blocksche-
ma der wesentlichsten Bauteile des Schwingme-
chanismus dar, das in Fig. 3 gezeigt ist. Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, umfasst der Positionsfühler 51 vorzugsweise zwei Signalverstärker, nämlich A1 und A2; vier Operationsverstärker, nämlich OA1, OA2, OA3 und OA4; eine Lichtquelle L (lichtemittierende Diode); zwei fotoelektrische Zellen A und B und einen Schieber V mit zwei Fenstern W1 und W2. Der Schieber V ist mit der Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23 durch eine gestrichelte Linie verbunden, die anzeigt, dass der Schieber V sich mit der Elektromagnetspule 31 bewegt und somit die Stellung des Schiebers V der Stellung des Druckkopfes 11 folgt. Die Lichtquelle L, der Schieber V und die fotoelektrischen Zellen A und B sind alle so positioniert, dass Licht von der Lichtquelle L durch die Fenster W1 und W2 strahlt und auf die Lichtdetektorflächen der fotoelektrischen Zellen A und B trifft. Anders ausgedrückt liegen die Fenster W1 und W2 zwischen der Lichtquelle L und den fotoelektrischen Zellen A und B, so dass ein Fenster, nämlich W1, die auf die lichtempfind-

liche Fläche der fotoelektrischen Zelle A auftreffende Lichtmenge regelt und das andere Fenster W2 die auf die lichtempfindliche Fläche der fotoelektrischen Zelle B auftreffende Lichtmenge regelt. Die fotoelektrischen Zellen sind länglich, von gleicher Grösse und liegen parallel zueinander, wie aus Fig. 4 ersichtlich ist. Die Fenster W1, W2 sind gleichfalls länglich, von gleicher Grösse und liegen parallel zueinander. Während die Fenster W1, W2 gleich gross sind, ist lediglich die Länge der Fenster W1, W2 die gleiche wie die Länge der fotoelektrischen Zellen A, B. Die Fenster W1, W2 sind etwas breiter als die fotoelektrischen Zellen A, B. Die Fenster W1, W2 sind auch gegeneinander versetzt und nicht seitlich ausgerichtet wie die fotoelektrischen Zellen A, B, so dass jedes Fenster W1, W2 am Ende des jeweils anderen Fensters beginnt und sich nach aussen hin in entgegengesetzter Längsrichtung erstreckt.

Die Signalverstärker A1 und A2 sind jeweils mit einer der fotoelektrischen Zellen A und B verbunden. Die Signalverstärker A1 und A2 verstärken die von den fotoelektrischen Zellen erzeugten Signale. Der Operationsverstärker OA1 arbeitet als Differentialverstärker und erzeugt eine Ausgangsspannung, deren Grösse der Differenz der Spannung der Signale entspricht, die an die invertierenden und nichtinvertierenden Ausgänge gelegt werden. Der Ausgang des Signalverstärkers A1 ist an den nichtinvertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA1 und der Ausgang des Signalverstärkers A2 an den invertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA1 gelegt. Demzufolge ist der Ausgang des Differentialverstärkers OA1 mathematisch gleich dem Wert der von der fotoelektrischen Zelle A erzeugten Spannung abzüglich des Wertes der von der fotoelektrischen Zelle B erzeugten Spannung (in Fig. 4, unterer linker Teil mit A-B bezeichnet).

Der Ausgang des Differentialverstärkers OA1 ist an einen Eingang des Kippkomparators 57 gelegt und an einen Eingang des Druckhammerauslösekomparators 63.

Der Summator OA2 erzeugt eine Ausgangsspannung, deren Grösse der Summe der an die beiden Eingänge gelegten Teilspannungen entspricht, wobei beide als nichtinvertierend zu bezeichnen sind. Die Differentialverstärker OA3 und OA4 sind Bestandteile des Positionsfühlers 51. Der Ausgang des Signalverstärkers A1 ist an den Eingang des Summators OA2 gelegt und der Ausgang des Signalverstärkers A2 ist an den zweiten Eingang des Summators OA2 geschaltet. Der Ausgang des Summators OA2 (mit A+B in Fig. 4 bezeichnet) ist an den invertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA3 gelegt. An dem nichtinvertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA3 liegt eine Bezugsspannung VR. Somit bildet der Differentialverstärker OA3 einen Abgleichverstärker, der den Ausgang des Summators OA2 auf eine geeignete Spannungshöhe anhebt oder absenkt. Der Ausgang des Differentialverstärkers OA3 ist an den invertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA4 gelegt. Die Basisspannungsquelle VB ist an den nichtinvertierenden

Eingang des Differentialverstärkers OA4 gelegt. Der Ausgang des Differentialverstärkers OA4 liegt über die Lichtquelle L an Masse.

Wie ohne weiteres zu erkennen ist, handelt es sich bei dem von dem Summator OA2, den Differentialverstärkern OA3 und OA4 gebildeten Schaltkreis um eine Intensitätsregelung, die die von der Lichtquelle L erzeugte Beleuchtungsstärke so regelt, dass diese stets konstant ist. Dieser Regelkreis gleicht Schwankungen in der von der Lichtquelle L erzeugten Beleuchtungsstärke aus, wie auch Verstärkungsschwankungen, die gleichermassen in den beiden fotoelektrischen Zellen A und B auftreten. Die beiden fotoelektrischen Zellen A und B sollten vorteilhafterweise identisch, d.h. aufeinander abgestimmt sein, so dass die meisten langfristigen Schwankungen gleich sind und durch den erläuterten Regelkreis aufgehoben werden. Die Abstimmung erfolgt am besten durch Aufbau der beiden fotoelektrischen Zellen auf der gleichen Platte und Dotieren der nebeneinanderliegenden Flächen der gemeinsamen Platte.

Der in Fig. 4 dargestellte Kippregler 55 enthält folgende Bauteile: Einen Zähler 71, eine Flipflop-Baugruppe 73, in der Daten vorübergehend gespeichert werden können, einen Nur-Lese-Speicher 75 (ROM) und einen Digital-Analog-Wandler 77. Der Hauptregler 53 erzeugt eine Vielzahl von Ausgangssignalen, die an den Kippregler 55 gelegt sind. Diese Regelsignale schliessen Rückstellimpulse ein, die an den Rückstelleneingang des Zählers 71 gelegt sind, ferner Kippimpulse, die an den Impulszählereingang des Zählers 71 gelegt sind und ein paralleles, ausgewähltes, digitales Kippprofil-Signal, welches an den Signaleingang der Flipflop-Baugruppe 73, in der Daten vorübergehend gespeichert werden, gelegt ist. Der Eingang der Flipflop-Baugruppe 73 ist an den Ausgang einer der Stufen des Zählers 71 gelegt. Die Adresseingänge des Nur-Lese-Speichers 75 sind an die Parallelausgänge der Stufen des Zählers 71 gelegt und an den Ausgang der Flipflop-Baugruppe 73. Die Signalausgänge des Nur-Lese-Speichers 75 sind an die Digitalsignaleingänge des Digital-Analog-Wandlers 77 gelegt. Der Analogausgang des Wandlers 77 liegt an dem Eingang des Kippkomparators 57, wie in Fig. 3 gezeigt und vorstehend beschrieben ist.

Immer, wenn während des Betriebes ein Rückstellimpuls eintritt, wird der Zähler 71 in die Ausgangsstellung (beispielsweise Null) zurückgestellt. Danach fährt der Zähler 71 bei jedem Impuls um 1 weiter, wenn vom Hauptregler 53 ein Kippimpuls erzeugt wird. Das ausgewählte, digitale Kippprofil-Signal bestimmt das vom Druckkopf 11 zu befolgende Kippprofil während der Bewegung durch den Linearmotor 23. Anders ausgedrückt, erzeugt der Hauptregler 53 Kippprofil-Auswahlsignale, die das Profil (dreieckförmig, sinusförmig, sägezahnförmig und dgl.) bestimmen, das beim Hin- und Herbewegen des Druckkopfes 11 befolgt werden muss. In allen Fällen, in denen die entsprechende Stufe des Zählers 71 einen Impuls erzeugt, werden die ausgewählten Kippprofil-Si-

gnale in die Flipflop-Baugruppe 73 hineingelesen und dort gespeichert. Der von dem Zähler 71 erzeugte Impuls kann beispielsweise eintreten, wenn der Zähler 71 auf Null zurückgestellt worden ist. Das in der Flipflop-Baugruppe 73 gespeicherte auswählbare Kippprofil signal bildet in Verbindung mit den Zählerstufenausgangssignalen, die zu jedem Zeitpunkt an den Nur-Lese-Speicher 75 anzulegende Adresse. Da der Zähler 71 jedesmal weitergefahren wird, wenn vom Hauptregler 53 ein Kippimpuls erzeugt wird, so ändert sich die Nur-Lese-Speicheradresse in dem Masse, wie Kippimpulse vom Hauptregler 53 erzeugt werden. Somit steuert der Hauptregler 53 durch Regelung der Kippimpulsgeschwindigkeit auch die Geschwindigkeit der Nur-Lese-Speicher-Adressenänderung, wodurch wiederum die Geschwindigkeit der Änderung der Nur-Lese-Speicher-Ausgangssignale geregelt wird. Daraus ergibt sich, dass sowohl das Druckkopf-Kippprofil als auch die Geschwindigkeit mit der dem Kippprofil gefolgt wird, durch den Hauptregler 53 gesteuert werden. Das bedeutet, dass jedesmal, wenn sich die Nur-Lese-Speicheradresse ändert, ein anderes paralleles Digitalausgangssignal erzeugt wird. Die vom Nur-Lese-Speicher 75 erzeugten parallelen Digitalausgangssignale werden durch den Digital-Analog-Wandler 77 von der Digitalform in die Analogform umgesetzt. Somit ist das durch den Kippregler 55 an den Kippkomparator 57 angelegte Signal ein Analogsignal, dessen Form und Änderungsgeschwindigkeit durch die an dem Nur-Lese-Speicher 75 liegende Adresse bestimmt wird, die wiederum durch den Hauptregler 53 gesteuert ist.

Der Kippkomparator 57 weist einen Differentialverstärker OA5 auf. Der Ausgang des Differentialverstärkers OA5 ist an den invertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA6 gelegt und der Ausgang des Digital-Analog-Wandlers 77 des Kippreglers 55 liegt an dem nichtinvertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA5. Der Differentialverstärker OA5 vergleicht seine beiden Eingänge auf herkömmliche Weise und erzeugt ein entsprechendes Differentialausgangssignal.

Der Schaltverstärker 59 besteht aus folgenden Baugruppen: Aus zwei Differentialverstärkern OA6 und OA7, einem Filter 81, einem Strombegrenzer 83, einem Impulsbreitenmodulator 85, zwei PNP-Transistoren Q1 und Q2, zwei NPN-Transistoren Q3 und Q4 und aus zwei Widerständen R1 und R2. Die Spannungsquelle +V ist über den Filter 81 jeweils mit den Emitteranschlüssen der Transistoren Q1 und Q2 verbunden sowie mit dem Spannungseingang des Strombegrenzers 83. Der Kollektor des Transistors Q1 ist mit dem Kollektor Q3 verbunden und der Kollektor des Transistors Q2 mit dem Kollektor des Transistors Q4. Die Emitter der Transistoren Q3 und Q4 sind über die Widerstände R1 und R2 mit Masse verbunden. Der Abzweig zwischen den Transistoren Q1 und Q3 liegt auf einer Seite der Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23 und der Abzweig zwischen den Transistoren Q2 und Q4 auf der anderen Seite der Elektromagnetspule 31. Der Ausgang des Diffe-

rentialverstärkers OA5 ist mit dem invertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA6 verbunden. Der Abzweig zwischen dem Emitter des Transistors Q3 und des Widerstandes R1 ist mit dem invertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA7 verbunden und der Abzweig zwischen dem Emitter des Transistors Q4 und des Widerstandes R2 mit dem nichtinvertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA7. Der Ausgang des Differentialverstärkers OA7 ist mit dem nichtinvertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA6 verbunden und mit dem Regeleingang des Strombegrenzers 83. Der Ausgang des Differentialverstärkers OA6 ist mit dem Regeleingang des Impulsbreitenmodulators 85 verbunden und der Ausgang des Strombegrenzers 83 mit dem Abschaltregeleingang des Impulsbreitenmodulators 85. Der Impulsbreitenmodulator 85 erzeugt vier Ausgänge, von denen einer jeweils an der Basis der Transistoren Q1, Q2, Q3 und Q4 liegt.

Wie aus der vorhergehenden Beschreibung leicht zu erkennen ist, bilden die Transistoren Q1 bis Q4 die Zweige eines Brückenschaltkreises, der die Polarität des Stromflusses durch die Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23 regelt. Anders ausgedrückt bilden die Transistoren Q1 und Q4 sowie Q2 und Q3 Schalterpaare, die sich zu einem Zeitpunkt jeweils in entgegengesetzten Betriebszuständen befinden (d.h. die Transistoren Q1 und Q4 sind eingeschaltet, wenn die Transistoren Q2 und Q3 ausgeschaltet sind und umgekehrt), es sei denn, dass alle vier Transistoren Q1 bis Q4 ausgeschaltet sind. Wenn ein Transistorpaar, also Q1 und Q4 eingeschaltet ist, so fließt Strom von der Spannungsquelle +V durch den Filter 81, durch den Transistor Q1, durch die Elektromagnetspule 31 (in einer bestimmten Richtung), dann durch den Transistor Q4 und schliesslich durch den Widerstand R2 zur Masse. Für den Fall, dass das andere Transistorpaar Q2 bzw. Q3 eingeschaltet ist, fließt Strom von der Spannungsquelle +V durch den Filter 81, durch den Transistor Q2, durch die Elektromagnetspule 31 (jetzt in die entgegengesetzte Richtung), dann durch den Transistor Q3 und schliesslich durch den Widerstand R1 zur Masse.

Die jeweils offenen bzw. geschlossenen Schaltzustände der Transistoren Q1 bis Q4 werden durch die High-Low-Zustände der Ausgänge des Impulsbreitenmodulators 85 geregelt. Die HL-Zustände der Ausgänge des Impulsbreitenmodulators 85 werden ihrerseits durch die Polarität des Ausgangs des Differentialverstärkers OA6 geregelt. Für den Fall, dass der Ausgang des Differentialverstärkers OA6 positiv ist, sind die Ausgänge des Impulsbreitenmodulators 85 derartig geschaltet, dass ein Paar Transistoren (Q1 und Q4 oder Q2 und Q3) eingeschaltet ist und das jeweils andere Paar ausgeschaltet ist. Für den Fall, dass demgegenüber der Ausgang des Differentialverstärkers OA6 negativ geschaltet ist, sind die Ausgänge des Impulsbreitenmodulators 85 derart geschaltet, dass das zweite Paar der Transistoren eingeschaltet ist und das erste Paar ausgeschaltet.

Da die Polarität des Ausgangs des Differential-

verstärkers OA6 davon abhängt, ob das durch den Differentialverstärker OA7 entwickelte Stromrückkopplungssignal (das durch die Differenz der Spannungsabfälle an den Widerständen R1 und R2 bestimmt wird) grösser oder kleiner ist als der Ausgang des Differentialverstärkers OA5, so bestimmt das Verhältnis zwischen diesen beiden Spannungen die Polarität des Stromflusses durch die Elektromagnetspule 31 des Linearmotors 23. Für den Fall, dass die Positionsabweichungsspannung, die am Ausgang des Differentialverstärkers OA5 eintritt, über der Spannung am Ausgang des Differentialverstärkers OA7 liegt, ist die Stromflussrichtung so, dass die Elektromagnetspule 31 den Schieber V in eine Richtung treibt, die den Spannungswert A-B auf eine Weise verändert, dass sich der Ausgang des Differentialverstärkers OA5 erhöht. Liegt demgegenüber die Positionsabweichungsspannung, die am Ausgang des Differentialverstärkers OA5 auftritt, unter der Spannung am Ausgang des Differentialverstärkers OA7, so ist die Stromflussrichtung so, dass die Spule den Schieber V (und somit den Druckkopf 11) in eine Richtung bewegt, dass sich der Spannungswert A-B in einer Weise ändert, bei der sich der Ausgangsimpuls am Differentialverstärker OA5 verringert.

Der Ausgang des Differentialverstärkers OA6 regelt jedoch nicht nur die Richtung des Stromflusses durch die Elektromagnetspule 31 in der gerade beschriebenen Weise, sondern auch die Grösse des Stromflusses. Genauer gesagt, regelt die Grösse des Ausgangs am Differentialverstärker OA6 die Breite der Schaltimpulse, die auf das eingeschaltete Transistorpaar gelegt werden. Da die Breite bzw. Einschaltzeit der Transistorschalter die Grösse des an der Elektromagnetspule 31 liegenden Stromes bestimmt, regelt die Grösse des Ausgangs am Differentialverstärker OA6 die Grösse des an der Elektromagnetspule 31 liegenden Stromes. Der Strombegrenzer 83 ist vorgesehen, um die Strommenge, die an die Elektromagnetspule gelegt werden kann, maximal festzulegen, damit eine Zerstörung der Elektromagnetspule und/oder der Transistoren Q1 bis Q4 verhindert wird.

Der Druckhammerauslöse regler 61 besteht im wesentlichen aus folgenden Baugruppen: Aus der Flipflop-Baugruppe 91, in der Daten vorübergehend gespeichert werden können, und aus einem Digital-Analog-Wandler 93. Der Hauptregler 53 erzeugt parallel Digitalsignale, die die Druckhammerauslösestellungen anzeigen. Die Digitalsignale werden in der Flipflop-Baugruppe 91 eingelesen und dort gespeichert, und zwar immer wenn der Hauptregler 53 ein Speichersignal erzeugt. Der Digitalausgang der Flipflop-Baugruppe 91 ist an den Digitaleingang des Digital-Analog-Wandlers 93 gelegt und wird dort von Digitalform in Analogform umgesetzt. Die Analogform der Druckhammerauslösepositionssignale sind an den zweiten Eingang des Druckhammerauslösekomparators 63 gelegt.

Der Druckhammerauslösekomparator 63 umfasst folgende wesentlichen Elemente: Einen Führungskreis 95 und einen Differentialverstärker

OA8. Die vom Positionsfühler 51 erzeugten Signale A-B sind über den Führungskreis 95 an den nichtinvertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA8 gelegt. Die von dem Digital-Analog-Wandler 93 des Druckhammerauslöse reglers 61 erzeugten Analogsignale sind an den invertierenden Eingang des Differentialverstärkers OA8 gelegt. Der Differentialverstärker OA8 vergleicht durch Differenzierung seine beiden Eingangssignale und erzeugt ein anderes Ausgangssignal, was an den in Fig. 3 gezeigten und bereits beschriebenen Druckhammerauslösekreis 65 gelegt ist. Der Führungskreis 95 bildet einen Teil des Pfades für das Ist-Stellungssignal zum Ausgleich der Druckhammerflugzeit. Im praktischen Betrieb wird ein Zeitvorlauf des tatsächlichen Druckhammerstellungssignals mit einem Signal verglichen, das die gewünschte Druckhammerauslösestellung darstellt. Für den Fall, dass die beiden Signale übereinstimmen, ändert sich der Zustand des Ausgangs am Differentialverstärker OA8 und bildet einen Druckhammerauslöseimpuls für den Druckhammerauslösekreis 65.

Wie sich aus der vorstehenden Beschreibung ergibt, stellt die Erfindung einen hochgenauen Schwingmechanismus dar, der sich für Matrix-Zeilendrucker besonders eignet und die Bewegung des Druckkopfes 11 sowie die Auslösung der Druckbetätigungseinrichtungen genau steuert. Die Erfindung benutzt ein relativ starres abgestimmtes Biegeelements system, das in der Nähe seiner Resonanzschwingfrequenz arbeitet sowie einen relativ starken Linearmotor mit einer schwingenden Elektromagnetspule, um die Druckkopfbewegungszeit kleinzuhalten. Die Erfindung eignet sich somit ideal zum Einsatz in Matrix-Zeilendruckern, die mit hoher Geschwindigkeit arbeiten. Vorzugsweise wird die Elektromagnetspule 31 voll umgesteuert, wenn die letzte Punktstellung erreicht ist. Die volle Erregung des Linearmotors 23 in Verbindung mit der in den Biegeelementen 13, 15 bzw. 27, 29 gespeicherten Energie führt zu extrem kurzen Zykluszeiten. Bei einer Ausführungsform der Erfindung beträgt die Zykluszeit 3 Millisekunden. Im Gegensatz zu der Ausführungsart, wie sie in der USA-Patentschrift 4180766 beschrieben ist, die mehrere Zyklen erfordert, bevor die Druckkopfbewegung auf die Betriebsgeschwindigkeit ansteigt, erhöht sich bei der Ausführungsform gemäss der vorliegenden Erfindung die Druckkopfbewegung innerhalb eines Viertels auf die Betriebsgeschwindigkeit.

Patentansprüche

1. Schwingmechanismus für geradlinige, gleichförmige Hin- und Herbewegungen eines Trägers (11) oder dgl. mittels eines Linearantriebs für eine Druckeinrichtung, die in Zeilenrichtung vor einem senkrecht zur Zeilenrichtung verschiebbaren Aufzeichnungsträger (21) bewegbar ist, wobei der Träger (11) auf in einem Rahmen (16) eingespannten, parallel verlaufenden Biegeelementen (13, 15) abgestützt ist, der Linearantrieb

aus einem elektrisch angetriebenen Linearmotor (23) besteht, der in einem Gehäuse (25) angeordnet ist, der Linearmotor (23) Magnetmittel und eine bewegliche Elektromagnetspule (31) aufweist, deren Polarität veränderbar und die Elektromagnetspule (31) an Stromversorgungsmittel und Regelmittel für die Polarität und Grösse des Stromflusses elektrisch angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (25) auf separate, ebenfalls eingespannte, parallel verlaufende Biegeelemente (27, 29) gestützt ist, dass die Resonanzschwingfrequenz der Kombination aus dem Linearmotor (23) und den Gehäuse-Biegeelementen (27, 29) auf die Resonanzschwingfrequenz der Kombination aus dem Träger (11) und den Biegeelementen (13, 15) des Trägers (11) abgestimmt ist, und dass zwischen der Elektromagnetspule (31) und dem Träger (11) ein an die Elektromagnetspule (31) angekoppeltes Verbindungsglied (33) vorgesehen ist.

2. Schwingmechanismus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Federkonstante der den Träger (11) stützenden Biegeelemente (13, 15) derart gewählt ist, dass die Resonanzschwingfrequenz der Kombination aus dem Träger (11) und den Biegeelementen (13, 15) weitestgehend mit der Hin- und Herbewegungsfrequenz übereinstimmt.

3. Schwingmechanismus nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelmittel für die Polarität und Grösse des Stromflusses in der Elektromagnetspule (31) aus einem Positionsfühler (51) für die Stellung des Trägers (11), aus Mitteln für die kontinuierliche Erzeugung eines Ist-Stellungssignals, aus Mitteln für die kontinuierliche Erzeugung eines Soll-Stellungssignals, aus Mitteln für den Vergleich der Ist-Stellungssignale mit den Soll-Stellungssignalen, aus Mitteln für die Erzeugung von Abweichungssignalen von der Grösse der Differenz zwischen Ist- und Soll-Werten und aus Mitteln für die Regelung des Stromflusses in der Elektromagnetspule (31) nach Polarität und Grösse bestehen.

4. Schwingmechanismus nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel für die kontinuierliche Erzeugung eines Soll-Stellungssignals einen Hauptregler (53) zur Erzeugung der Soll-Stellungssignale in Digitalform sowie einen Digital-Analog-Wandler (77) aufweisen und dass die in Analogform vorliegenden Ist-Stellungssignale zusammen mit den Analog-Soll-Stellungssignalen in Analogsignalmitteln verglichen werden.

5. Schwingmechanismus nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel für die Regelung des Stromflusses in der Elektromagnetspule (31) einen Impulsbreiten-Modulator (85) einschliessen.

6. Schwingmechanismus nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel für die Regelung des Stromflusses in der Elektromagnetspule (31) einen Brückenschaltkreis aufweisen, der vier Schalter (Q1, Q2, Q3, Q4) enthält, wobei jeweils ein Schalter in einem Brückenweig und die Elektromagnetspule (31) in der Brückendiagona-

len angeordnet sind und ein Brückenweig an die Stromquelle (+V) angeschlossen ist, und dass der Impulsbreiten-Modulator (85) vier Ausgangsregelsignale an den vier Schaltern (Q1 bis Q4) erzeugt.

7. Schwingmechanismus nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Positionsfühler (51) für die Stellung des Trägers (11) eine Lichtquelle (L) aufweist, ausserdem ein Paar der Lichtquelle (L) zugeordnete Fotozellen (A, B) und einen Schieber (V), der ein Fensterpaar (W1, W2) besitzt und der mit dem Träger (11) verbunden ist.

8. Schwingmechanismus nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Fotozellen (A, B) aus länglich ausgebildeten, etwa gleichgrossen fotoelektrischen Zellen bestehen.

9. Schwingmechanismus nach den Ansprüchen 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fenster (W1, W2) in den Fotozellen (A, B) etwa gleichgross, von länglicher Form und in Längsrichtung gegeneinander versetzt angeordnet sind.

10. Schwingmechanismus nach den Ansprüchen 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Fenster (W1, W2) sich in Richtung der länglich geformten Fotozellen (A, B) erstrecken.

11. Schwingmechanismus nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Positionsfühler (51) einen Differentialkomparator aufweist, der an die fotoelektrischen Zellen (A, B) angeschlossen ist, wobei das Ausgangssignal entsprechend der Spannungsdifferenz das Ist-Stellungssignal bildet.

12. Schwingmechanismus nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Positionsfühler (51) mit einem Lichtregelkreis verbunden ist, der an die Ausgänge der fotoelektrischen Zellen (A, B) und an die Lichtquelle (L) angeschlossen ist.

Claims

1. Swinging mechanism for straightline, uniform movements to and fro of a carrier (11) or similar device by means of a linear drive for a printing mechanism that can be moved, in line direction, in front of a recording carrier (21) shiftable vertically relative to the line direction, with the carrier (11) being supported by parallel bending elements (13, 15) retained in a frame (16), the linear drive consisting of an electrically powered linear motor (23), arranged in a housing (25) and featuring magnetic means and a movable electric solenoid coil (31) with changeable polarity, and the electric solenoid coil (31) being electrically connected to an electricity supply and means to control polarity and magnitude of current flow, characterized by the housing (25) being supported by separate, likewise retained, parallel bending elements (27, 29) to match the resonant vibration frequency of the linear motor (23) and housing bending elements (27, 29) combination to the resonant vibration frequency of the carrier (11) and bending elements (13, 15) of the carrier (11) combination,

and a connecting element (33) which is coupled to the electric solenoid coil (31) being provided between the electric solenoid coil (31) and the carrier (11).

2. Swinging mechanism according to claim 1, characterized by the spring constant of the bending elements (13, 15) supporting the carrier (11) being selected so that the resonant vibration frequency of the carrier (11) and bending elements (13, 15) combination largely agrees with the to and fro movement frequency.

3. Swinging mechanism according to claims 1 and 2, characterized by the control means for the polarity and the magnitude of the current flow in the electric solenoid coil (31) consisting of a position sensor (51) sensing the position of the carrier (11), means for the continuous generation of an actual position signal, means for the continuous generation of a desired position signal, means for the comparison of the actual position signals with the desired position signals, means for the generation of variation signals depending on the magnitude of the differential between the actual and desired values as well as means for the control of the current flow in the electric solenoid coil (31) in keeping with polarity and magnitude.

4. Swinging mechanism according to claims 1 to 3, characterized by the means for the continuous generation of a desired position signal featuring a main controller (53) to generate the desired position signals digital-fashion and a digital/analog converter (77), with the analog type actual position signals being compared together with the analog desired position signals by analog signal means.

5. Swinging mechanism according to one or several of the claims 1 to 4, characterized by the means for the control of the current flow in the electric solenoid coil (31) including a pulse width modulator (85).

6. Swinging mechanism according to claim 5, characterized by the means for the control of the current flow in the electric solenoid coil (31) featuring a bridge circuit containing four switches (Q1, Q2, Q3, Q4) with always one switch being arranged in one bridge and the electric solenoid coil (31) being arranged in the bridge diagonal, and one bridge being connected to the power source (+V), the pulse width modulator (85) generating four output control signals on the four switches (Q1 to Q4).

7. Swinging mechanism according to one or several of the claims 1 to 6, characterized by the position sensor (51) for the position of the carrier (11) featuring a light source (L), one pair of photocells (A, B) associated with the light source (L) and a slide (V) having one pair of windows (W1, W2) and being connected with the carrier (11).

8. Swinging mechanism according to claim 7, characterized by the photocells (A, B) consisting of longitudinal approximately equal-sized photoelectric cells.

9. Swinging mechanism according to claims 7 and 8, characterized by the windows (W1, W2) in

the photocells (A, B) being approximately of equal size, of longitudinal shape and off set relative to each other in longitudinal direction.

10. Swinging mechanism according to claims 7 to 9, characterized by the windows (W1, W2) extending in the direction of the longitudinal photocells (A, B).

11. Swinging mechanism according to one or several of the claims 1 to 10, characterized by the position sensor (51) featuring a differential comparator connected to the photoelectric cells (A, B) with the output signal constituting the actual position signal based on the voltage differential.

12. Swinging mechanism according to one or several of the claims 1 to 11, characterized by the position sensor (51) being connected with a light control loop connected to the outputs of the photoelectric cells (A, B) and the light source (L).

Revendications

1. Mécanisme d'oscillation pour mouvement de va-et-vient à l'aide d'un entraînement linéaire d'une barre-support (ou équivalent) utilisée pour une imprimante et se déplaçant dans le sens des lignes, devant un support dont le sens de défilement est perpendiculaire à celui des lignes, cette barre-support (11) étant soutenue par deux éléments flexibles (13, 15) encastrés dans un bâti (16), l'entraînement linéaire se composant d'un moteur linéaire (23) électrique logé dans un carter (25) et comprenant des éléments magnétiques et une bobine (31) — à polarité modulable — reliée à des dispositifs d'alimentation en courant et un appareillage de régulation de polarité et d'intensité du courant, ce mécanisme se caractérisant par le fait que: le carter (25) repose sur des éléments flexibles (27, 29) séparés, parallèles et également encastrés, que la fréquence de résonance du bloc-moteur linéaire (23) et éléments flexibles (27, 29) du carter est en harmonie avec celle du bloc-barre-support (11) et éléments flexibles (13, 15) correspondants, et qu'un organe de liaison (33), accouplé à la bobine (31), est situé entre celle-ci et la barre-support (11).

2. Mécanisme d'oscillation selon la revendication 1, se caractérisant par le fait que: la flexibilité des éléments (13, 15) recevant la barre-support est choisie de sorte que la fréquence de résonance du bloc-barre-support (11) et éléments flexibles (13, 15) soit en meilleure harmonie possible avec la fréquence du mouvement de va-et-vient.

3. Mécanisme d'oscillation selon les revendications 1 et 2, se caractérisant par le fait que: l'appareillage de régulation de la polarité et de l'intensité du courant de la bobine (31) comprend un capteur de position (51) de la barre-support (11), des dispositifs nécessaires à l'émission en continu du signal de position effective, des dispositifs nécessaires à l'émission en continu du signal de position de consigne, des dispositifs assurant la comparaison entre les signaux de position effective et de position de consigne, des dispositifs servant à l'émission de signaux de déviation représentant la diffé-

rence entre les valeurs de consigne et effective et enfin des dispositifs de régulation de la polarité et de l'intensité du courant à l'intérieur de la bobine (31).

4. Mécanisme d'oscillation selon les revendications 1 à 3, se caractérisant par le fait que: les dispositifs servant à l'émission en continu des signaux de position de consigne comprennent un régulateur principal (53) produisant ces signaux sous forme numérique ainsi qu'un convertisseur numérique/analogique (77) et que les signaux analogiques de position effective sont, à l'aide d'instruments analogiques, comparés aux signaux également analogiques de position de consigne.

5. Mécanisme d'oscillation selon une ou plusieurs des revendications 1 à 4, se caractérisant par le fait que: l'appareillage de régulation du courant à l'intérieur de la bobine (31) comprend un modulateur de largeur d'impulsion (85).

6. Mécanisme d'oscillation selon la revendication 5, se caractérisant par le fait que: l'appareillage de régulation du courant à l'intérieur de la bobine (31) comprend un circuit en pont comportant quatre éléments (Q1, Q2, Q3, Q4), chaque élément se trouvant sur une branche, la bobine (31) au niveau des diagonales du pont et une branche étant connectée à l'alimentation (+V) et que le modulateur de largeur d'impulsion (85) produit quatre impulsions au niveau des quatre éléments (Q1 à Q4).

7. Mécanisme d'oscillation selon une ou plusieurs des revendications 1 à 6, se caractérisant par le fait que: le capteur de position de la barre-

support (11) comporte une source lumineuse (L), deux cellules photo-électriques (A, B) reliées à celle-ci, ainsi qu'un curseur (V) possédant deux fenêtres (W1, W2) et relié à la barre-support (11).

8. Mécanisme d'oscillation selon la revendication 7, se caractérisant par le fait que: les cellules photo-électriques (A, B) sont de forme oblongue et environ de même taille.

9. Mécanisme d'oscillation selon les revendications 7 et 8, se caractérisant par le fait que: les fenêtres (W1, W2) des cellules photo-électriques (A, B) sont à peu près de même taille, oblongues, et décalées l'une par rapport à l'autre dans le sens de la longueur.

10. Mécanisme d'oscillation selon les revendications 7 à 9, se caractérisant par le fait que: les fenêtres (W1, W2) se situent dans le prolongement des cellules photo-électriques (A, B) oblongues.

11. Mécanisme d'oscillation selon une ou plusieurs des revendications 1 à 10, se caractérisant par le fait que: le capteur de position (51) est muni d'un comparateur différentiel et connecté aux cellules photo-électriques (A, B), l'impulsion constituant, en fonction de la différence de potentiel, le signal de position effective.

12. Mécanisme d'oscillation selon une ou plusieurs des revendications 1 à 11, se caractérisant par le fait que: le capteur de position (51) est connecté à un circuit de régulation lumineuse, lui-même connecté aux sorties des cellules photo-électriques (A, B) ainsi qu'à la source lumineuse (L).

35

40

45

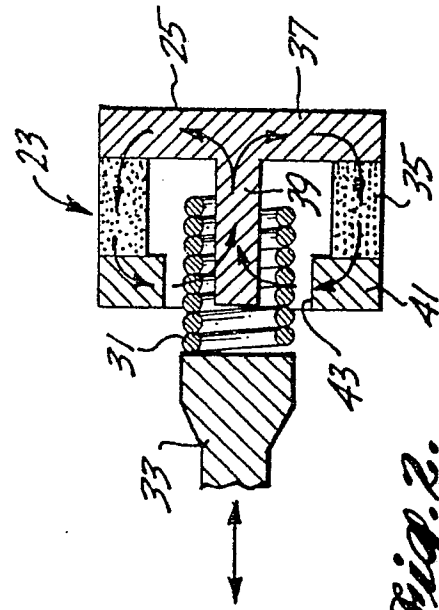
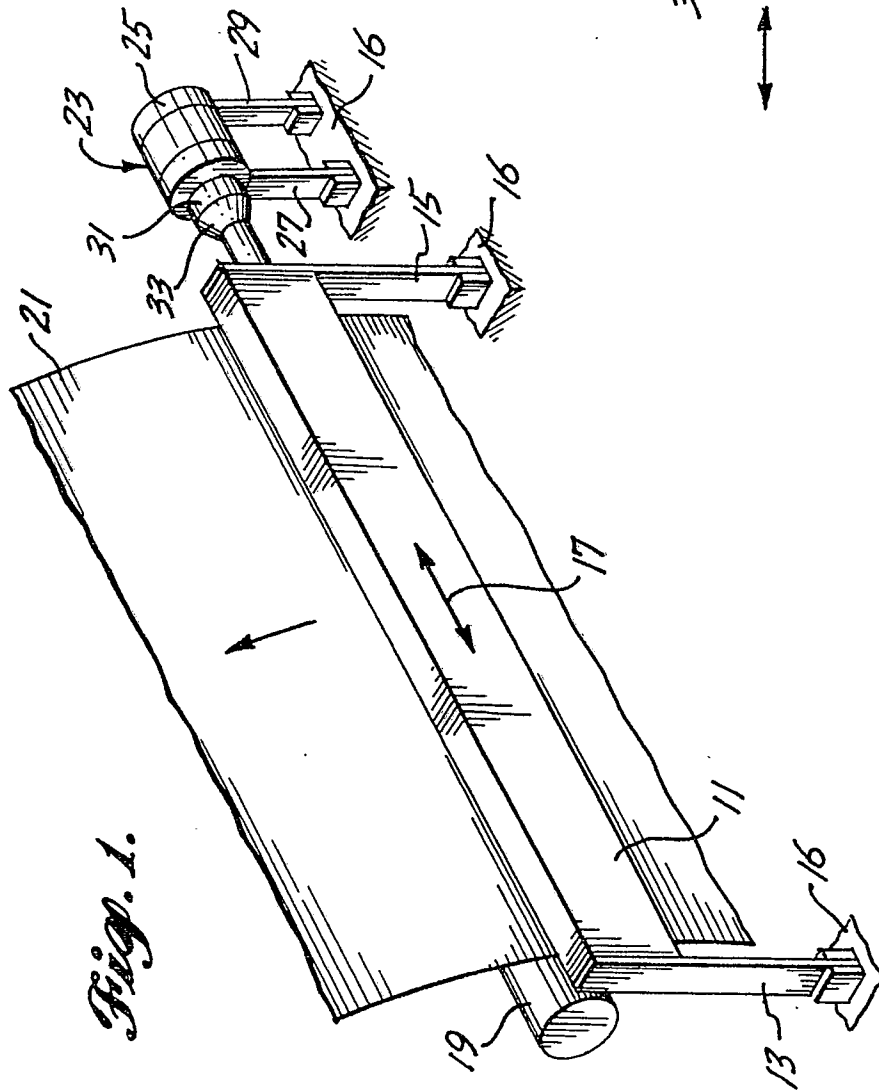
50

55

60

65

12



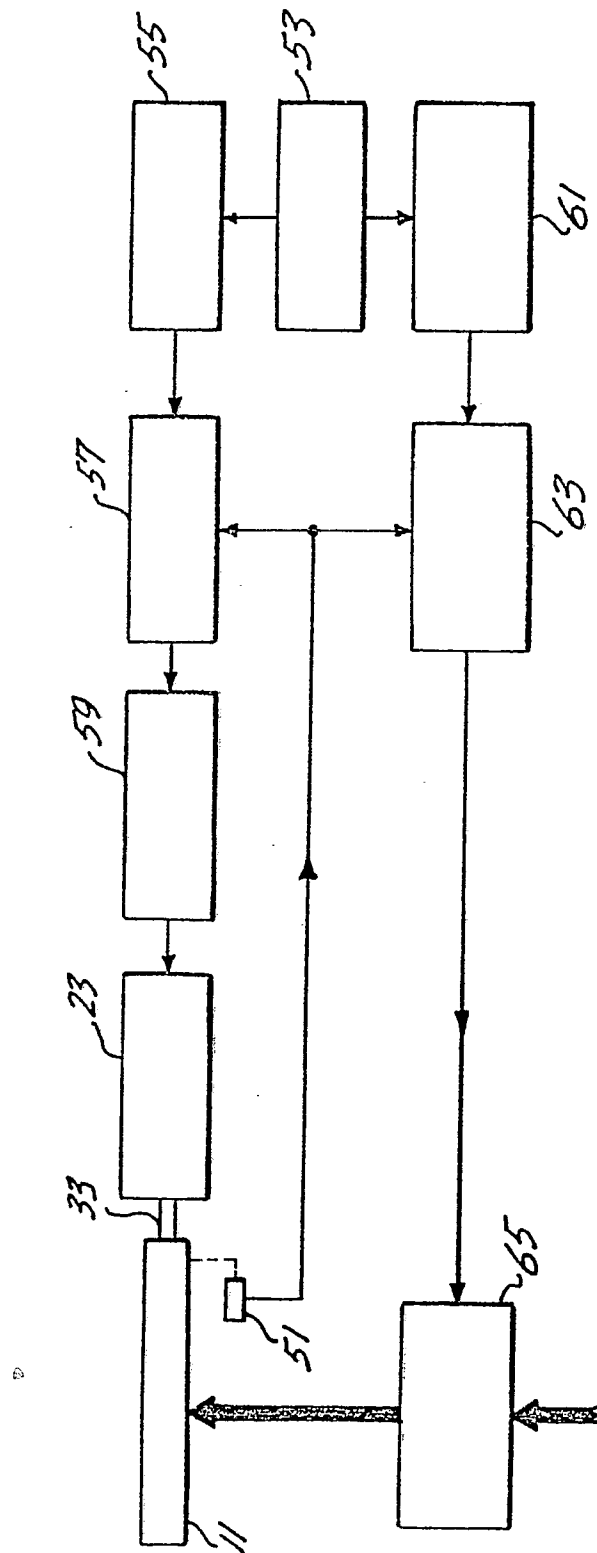


Fig. 3.

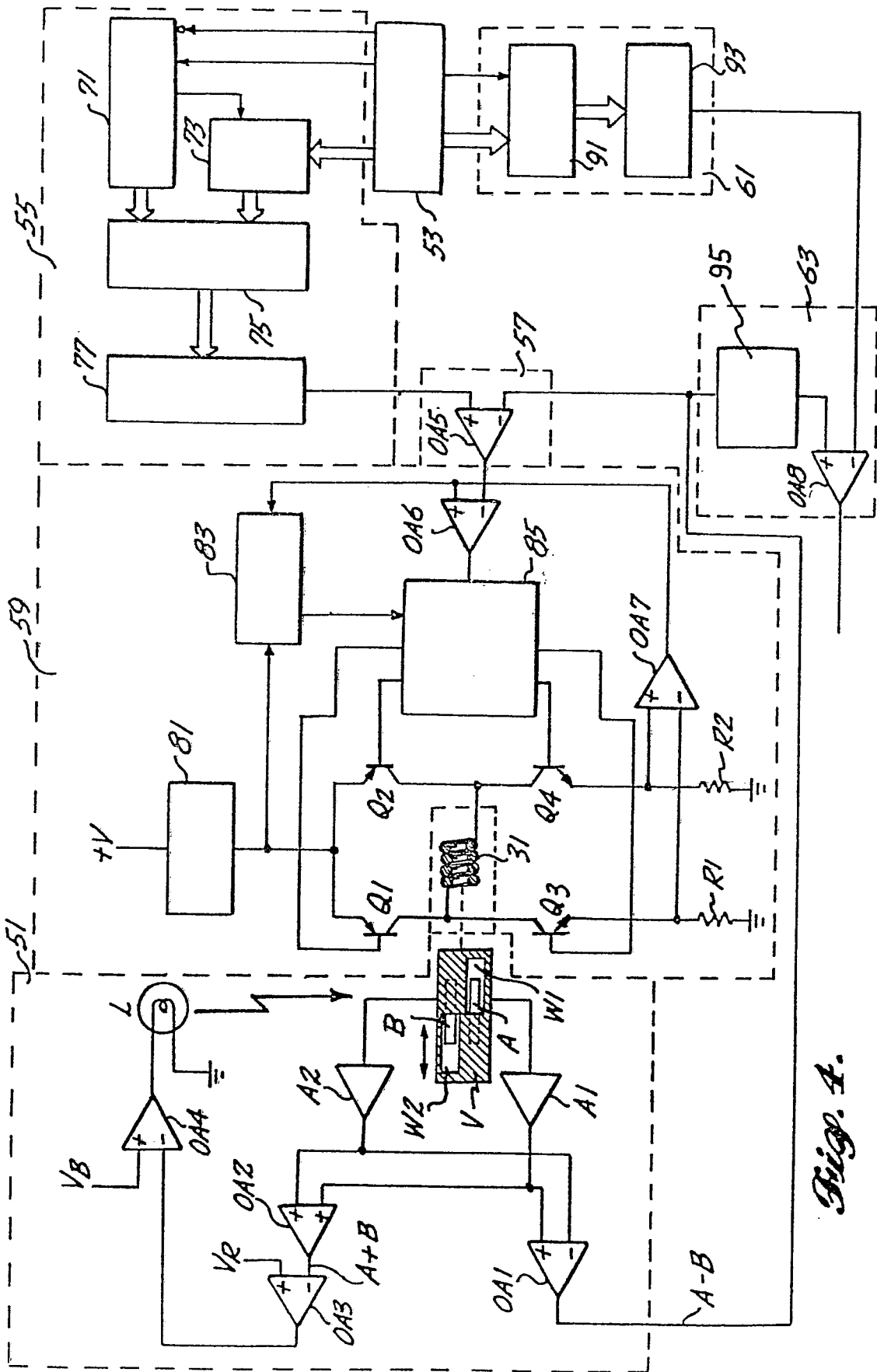


Fig. 4.