



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 976 566 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.02.2000 Patentblatt 2000/05

(51) Int Cl.7: **B41J 2/295**

(21) Anmeldenummer: **99305806.4**

(22) Anmeldetag: **22.07.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **27.07.1998 DE 19833782**

(71) Anmelder: **ABB Instrumentation Limited
Huntingdon, Cambridgeshire PE19 3EU (GB)**

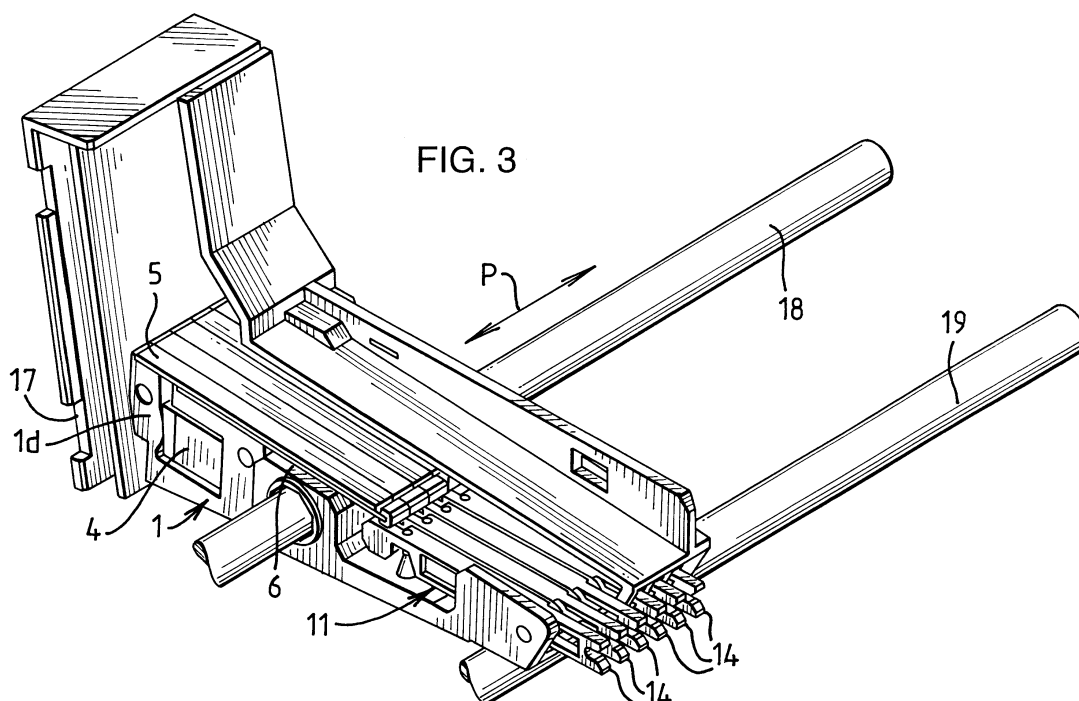
(72) Erfinder:
• **Roscher, Dietrich
98693 Ilmenau (DE)**
• **Gebert, Norbert
99195 Schwansee (DE)**
• **Reinold, Udo
82538 Geretsried (DE)**

(74) Vertreter: **Cozens, Paul Dennis et al
Mathys & Squire
100 Grays Inn Road
London WC1X 8AL (GB)**

(54) **Antriebsanordnung für einen Schreibkopf**

(57) Eine Antriebsanordnung, beispielsweise für einen Schreibkopf, die eine piezoelektrisch betätigte Hebelanordnung (1d) umfaßt, um eine Schreibspitze (21) in Richtung eines Aufzeichnungsträgers zu bewegen, wenn auf dem Aufzeichnungsträger geschrieben wird. Diese Antriebsanordnung zeichnet sich dadurch aus, daß ein von der Hebelanordnung (1d) getrennter, piezoelek-

trischer Aktuator (4) verwendet wird, und daß die Hebelanordnung (1d) eine komprimierende Kraft auf den piezoelektrischen Aktuator (4) ausübt, welcher an einer starren Widerlage (Abschnitt 1b) abgestützt ist. Diese Antriebsanordnung kann für eine Reihe von anderen Anwendungen als Stellantrieb benutzt werden. Auch sind inverse Anordnungen beschrieben.



EP 0 976 566 A1

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft eine Antriebsanordnung, beispielsweise für einen Schreibkopf, die eine piezoelektrisch betätigte Hebelanordnung umfaßt, um eine Schreibspitze in Richtung eines Aufzeichnungsträgers zu bewegen, wenn auf dem Aufzeichnungsträger geschrieben wird. Diese Antriebsanordnung kann auch erfindungsgemäß für eine Reihe von anderen Anwendungen als Stellantrieb benutzt werden und kann auch erfindungsgemäß als Signalgenerator verwendet werden.

[0002] Der Schreibkopf, der mindestens eine Schreibspitze zum Drucken auf einem Aufzeichnungsträger umfaßt, kann beispielsweise verwendet werden, um Tinte auf einem Aufzeichnungsträger, wie Papier, aufzutragen, wobei die Aufzeichnungen alphanumerischen Text und/oder gemessene Werte darstellen. Es können mehrere Schreibspitzen verwendet werden, um Tinten unterschiedlicher Farben zu drucken. Jedoch ist es nicht wesentlich, Tinte zu verwenden, weil Aufzeichnungen auch thermisch oder durch Druck auf einem geeignet empfindlichem Aufzeichnungsträger hergestellt werden können. Die Aufzeichnungen auf dem Aufzeichnungsträger können entweder diskontinuierlich, z. B. Punkte, oder kontinuierlich, z. B. eine Linie, sein. Die Aufzeichnungen können auch Spuren sein, die zu Protokoll- oder Meßzwecken aufgenommen werden sollen.

[0003] Ein Schreibkopf der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus der DE-OS-38 32 564 bekannt. Diese Bewegung der Schreibspitzen gegen einen Aufzeichnungsträger erfolgt dort über einen Hebelarm, der der Bewegung eines piezoelektrischen Aktuators folgt. Dieser Aktuator umfaßt einen Arm, wobei dieser in Form eines sich biegenden piezoelektrischen Schwingungselements (nach Art einer flexiblen Zunge) realisiert ist, das aus einem gesinterten Keramikmaterial hergestellt ist. Das Schwingungselement weist eine Längsabmessung auf, die viel größer als ihr Querschnitt ist, so daß es elastisch verformbar ist. Ein Ende der Zunge ist an dem Körper des Schreibkopfes befestigt, so daß, wenn das piezoelektrische Schwingungselement durch ein geeignetes Steuersignal erregt wird, das freie Ende der Zunge sich in einer Richtung senkrecht zu ihrer Längsachse bewegt. Das freie Ende der Zunge ist mit dem Hebelarm verbunden, der sich bis zu einem gewissen Ausmaß um eine Achse drehen kann. Beim Anlegen des Steuersignals an das Schwingungselement bewegt sich das am Hebelarm angreifende Ende, dabei schwingt der Hebelarm um seinen Drehpunkt und treibt mit seinem gegabelten freien Ende die Schreibspitze an. Diese wird dadurch in bezug auf eine den Aufzeichnungsträger führende Walze angehoben und abgesenkt, wodurch periodisch Tinte, welche von einem Reservoir über ein Speiserohr der Schreibspitze zugeführt wird, von dieser auf dem Aufzeichnungsträger gebracht wird.

[0004] Der Aufbau nach der DE-OS-38 32 564 er-

reicht nur eine kleine Übersetzung über den Hebelarm. Die Ausdehnung der piezoelektrischen Schwingungselemente ist im wesentlichen für die Amplitude der Bewegung der Schreibspitze selbst verantwortlich, d.h. diese Amplitude hängt von der Bewegung des piezoelektrischen Arms selbst ab.

[0005] Es ist ein Problem bei dieser bekannten Anordnung, daß eine häufige und schnelle Hin- und Herbewegung der piezoelektrischen Schwingungselemente, die selbst einen Teil der Hebelanordnung darstellen, eine Ermüdung hervorruft, die durch die Tatsache verschärft wird, daß deren Querschnitt im Vergleich mit ihrer Längsabmessung sehr klein ist. Deshalb brechen die piezoelektrischen Schwingungselemente leicht und häufig.

[0006] Dies führt zu einer vollständigen oder teilweisen Zerstörung des Schreibkopfes, und der Drucker kann nicht benutzt werden, bis der Schaden repariert ist. Außerdem sind diese zungenartigen piezoelektrischen Schwingungselemente relativ teuer, weil sie in relativ kleinen Stückzahlen hergestellt werden, und dies verteuert den Schreibkopf.

[0007] Problematisch ist auch die Rückstellung der piezoelektrischen Zunge, die durch eine angelegte Spannung bewerkstelligt wird. Wird die Stromzufuhr ausgeschaltet oder tritt eine Störung ein, bewegt sich die flexible Zunge zu einer Stellung näher am Aufzeichnungsträger zu, wobei es dazu kommen kann, daß die Schreibspitze den Aufzeichnungsträger kontaktiert und Tinte aufläuft, was zu Verunreinigungen führt.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es eine Antriebsanordnung der eingangs genannten Art preisgünstig und betriebssicher zu realisieren und dabei eine lange Betriebsdauer sicherzustellen, wobei vorzugsweise automatisch eine mechanische Rückstellung der Antriebsanordnung erfolgen soll. Die Antriebsanordnung soll auch allgemein als Stellantrieb geeignet sein und in umgekehrter Form als Signalgenerator dienen können.

[0009] Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß ein von der Hebelanordnung getrennter piezoelektrischer Aktuator verwendet, wobei die Hebelanordnung eine komprimierende Kraft auf den piezoelektrischen Aktuator ausübt.

[0010] Anders ausgedrückt, wird erfindungsgemäß eine Antriebsanordnung der eingangs genannten Art vorgesehen, die sich dadurch auszeichnet, daß der piezoelektrische Aktuator in einem Joch angeordnet ist, daß das Joch durch Federwirkung eine komprimierende Kraft auf den piezoelektrischen Aktuator ausübt und als Übersetzungsgetriebe bzw. als Teil eines Übersetzungsgetriebes ausgelegt ist, das eingangsseitig bei elektrischer Ansteuerung des piezoelektrischen Aktuators dessen auftretender Längenänderung als Eingangsbewegung folgt und ausgangsseitig eine vielfach größere Bewegungsamplitude aufweist.

[0011] Die Erfindung ermöglicht die Anwendung herkömmlicher piezoelektrischer Elemente für den Aktua-

tor, wodurch der zerbrechliche und teure, zungenartige piezoelektrische Keramikaktuator nach dem Stand der Technik vermieden werden kann. Es ist beabsichtigt, daß der Ausdruck "piezoelektrischer Aktuator (oder PZ-Aktuator)" die Anwendung von einem piezoelektrischen Element bzw. von mehreren piezoelektrischen Elementen abdeckt.

[0012] Bei der vorliegenden Erfindung umfaßt der PZ-Aktuator vorzugsweise einen Stapel aus piezoelektrischen Elementen, beispielsweise in der Form von Scheiben oder Platten, die Seite an Seite entlang einer Achse gestapelt sind, die senkrecht zu den ausgerichteten parallelen Seiten der Elemente verläuft. Weil sich jedes piezoelektrische Element geringfügig ausdehnt, wenn eine Antriebsspannung angelegt wird, summieren sich die individuellen Ausdehnungen jedes PZ-Elements entlang der Achse, wodurch sich eine resultierende Bewegung größerer Amplitude ergibt. Diese Bewegung, die beispielsweise 5µ betragen kann, wird dann über das Übersetzungsgetriebe weiter vergrößert, beispielsweise etwa um das 400-fache, wodurch unter Berücksichtigung von auftretenden Verformungen eine Bewegungsamplitude und Toleranzen von etwa 1.5 mm erreichbar ist, was zur Betätigung der Schreibspitze ohne weiteres ausreicht. Da die Hebelanordnung vorteilhafterweise eine komprimierende Kraft auf den PZ-Aktuator, z. B. auf den Stapel aus PZ-Elementen, ausübt, ergibt dies eine robustere und stabilere Anordnung für das gleiche Ausmaß an Bewegung wie bei der aus der DE-OS-38 32 564 bekannten Anordnung, während herkömmliche (z. B. handelsübliche) PZ-Elemente verwendet werden. Sie ist deshalb genauso wirksam aber weniger teuer und haltbarer als die Anordnung nach dem Stand der Technik.

[0013] Besonders günstig ist, daß die Kräfte, die durch Ausdehnung der piezoelektrischen Elemente entstehen, nicht nach außen wirken, d.h. sozusagen intern im Joch bzw. Rahmen ggf. vom Übersetzungsgetriebe aufgenommen werden und somit nicht auf das Gehäuse des Schreibkopfs bzw. die darin enthaltenen Schwenkachsen und Führungen wirken. Bei den kompakten Abmessungen des erfindungsgemäßen Schreibkopfs stellt dies im Vergleich zum Stand der Technik einen wesentlichen Vorteil dar, da auch relativ kleine unausgewogene Kräfte zu Verformungen und Fehlverhalten des Schreibkopfs führen könnten.

[0014] Darüber hinaus führt die Anwendung einer die piezoelektrischen Elemente komprimierende Kraft günstigerweise zu einer mechanisch definierten Rückstellposition des Aktuators und deshalb der Schreibspitze.

[0015] Der PZ-Aktuator (z. B. ein Stapel aus PZ-Elementen) ist vorzugsweise zwischen einem beweglichen Teil des Hebelarms und einem festen Teil der Anordnung komprimiert. Er kann beispielsweise zwischen einem Abschnitt eines Hebelarms und einem an dem Schreibkopf befestigten Träger angebracht sein. Vorzugsweise ist er in einem U-förmigen Joch oder geschlossenen Rahmen komprimiert, der sich ausdehnt,

wenn der PZ-Aktuator erregt wird. Bei einer Ausführungsform der Erfindung umgreift ein U- oder C-förmiges Joch, das einen einstückigen flexiblen Abschnitt aufweist (der wie ein Scharnier oder Gelenk wirkt), den PZ-Aktuator elastisch, so daß sich das Joch geringfügig ausdehnt, wenn das PZ-Element oder die PZ-Elemente erregt werden. Das Joch kehrt in seine Ausgangsposition zurück, wenn die Erregung aufhört. Der PZ-Aktuator kann durch ein lösbares Mittel zur Einstellung der komprimierenden Kraft, beispielsweise einen Keil, in dem Joch befestigt sein.

[0016] Um die Bewegung des PZ-Aktuators zu vergrößern, kann das Joch einen Schenkel aufweisen, der über dem flexiblen Abschnitt am starren Rest des Joches federnd angelenkt ist und als Hebelanordnung arbeitet.

[0017] Diese Hebelanordnung ist ausgelegt, um selbst ein mechanisches Übersetzungsverhältnis zu erzeugen, so daß die von dem PZ-Aktuator (z. B. auf einen Eingangsabschnitt eines Hebelarms) aufgebrachte Bewegung eine deutlich größere Bewegung an seinem Ausgangsabschnitt erzeugt. Dies kann bei Ausführungsformen der Erfindung leicht und vorteilhaft erreicht werden.

[0018] Wie oben zum Ausdruck gebracht ist der Schenkel über den flexiblen Abschnitt am Rest des Joches angelenkt, so daß der flexible Abschnitt eine Schwenkachse bildet. Wenn der Abstand zwischen dem Angriffspunkt des piezoelektrischen Aktuators am genannten Schenkel und der Schwenkachse kleiner ist als der Abstand zwischen dem freien Ende des Schenkels und der Schwenkachse, entsteht eine mechanische Vergrößerung der Bewegung des piezoelektrischen Aktuators am freien Ende des Schenkels. Mit anderen Worten trägt bei einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ein U- oder C-förmiger Rahmen den PZ-Aktuator, und ein beweglicher Schenkel des Jochs bewegt sich schwenkend in bezug auf den Rest des Jochs. Die Hebelwirkung erfolgt vorzugsweise derart, daß die Bewegung des PZ-Aktuators oder der PZ-Elemente von dem beweglichen Schenkel des Rahmens vergrößert wird. Diese Hebelanordnung bildet somit eine erste Stufe eines mehrstufigen Übersetzungsgetriebes.

[0019] Es können jedoch andere Übersetzungsstufen zusätzlich oder statt dessen verwendet werden, um die Bewegung des PZ-Aktuators oder der PZ-Elemente zu vergrößern und somit die erforderliche Bewegungsamplitude der Schreibspitze bereitzustellen.

[0020] Besonders bevorzugt ist eine Antriebsordnung nach Anspruch 6, wonach das Übersetzungsgetriebe bzw. die zweite Übersetzungsstufe des Übersetzungsgetriebes als Schiebegetriebe realisiert ist. Diese Anordnung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß das Schiebegetriebe aus zwei länglichen Gliedern besteht, wobei das erste Glied an seinem einen Ende vom genannten Schenkel des Jochs betätigt wird, das zweite Glied an seinem einen Ende von einem weiteren Teil

des Jochs gehalten wird und die zwei Glieder an ihren anderen Enden aneinander befestigt sind. Mit einem solchen Schiebegetriebe können sogar, je nach den Längenverhältnissen der beiden vorzugsweise als Blattfeder ausgebildeten Glieder, sehr große Übersetzungen realisiert werden, allerdings mit beschränkten Gesamtamplituden, die aber für einen Schreibkopf der eingangs genannten Art vollkommen ausreichen.

[0021] Bei dieser Variante der ersten Ausführungsform der Erfindung werden somit elastische Bauteile oder Streifen, d.h. die als Blattfedern ausgebildeten Glieder verwendet, um die Bewegung des beweglichen Schenkels zu einem entfernten Punkt zu übertragen, wo die übertragene Bewegung entweder direkt oder indirekt verwendet wird. Die freien Enden der elastischen Bauteile oder Streifen sind an dem entfernten Punkt aneinander befestigt. Durch die Anbringung der anderen Enden der Streifen am Joch, d.h. an dem beweglichen Schenkel bzw. an einem starren Teil des Jochs, tritt bei Bewegung der beweglichen Schenkel eine differentielle Bewegung des Streifens auf und wird in eine Bewegung der fernen Enden umgesetzt, deren Amplitude ein Vielfaches der des freien Endes des beweglichen Schenkels beträgt.

[0022] Allgemein ist festzustellen, daß, wenn ein Stapel aus PZ-Elementen verwendet wird, diese von einem Träger geeignet gehalten sein können. Es kann ein Einstellungsmittel an dem Träger vorgesehen sein, um die auf die PZ-Elemente ausgeübten Kompressionskräfte einzustellen. Es kann beispielsweise ein Keil zwischen den PZ-Elementen und einer Seite des Trägers eingesetzt sein, um diese zu befestigen und/oder eine Vorbelastung vorzusehen. Alternativ kann eine in dem Träger in Eingriff stehende Schraube angezogen werden, um einen Stapel aus PZ-Elementen zu befestigen und/oder vorzubelasten.

[0023] Die Erfindung wird im folgenden beispielhaft anhand der Zeichnung näher beschrieben, in dieser zeigt:

- Fig. 1 eine Perspektivansicht einer Antriebsanordnung, die bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung verwendet wird,
- Fig. 2 eine Perspektivansicht der Antriebsanordnung von Fig. 1, die in einer Schreibkopfunterbaugruppe eingebaut ist,
- Fig. 3 eine schematische perspektivische Darstellung des Schreibkopfs der Figur 2 zu einem größeren Maßstab, und
- Fig. 4 eine Seitenansicht des Schreibkopfs der Figur 3 mit Schreibspitze und Führungswalze für den Aufzeichnungsträger.

[0024] Fig. 1 zeigt eine Antriebsanordnung für einen Schreibkopf gemäß einer bevorzugten Ausführungs-

form der Erfindung. Ein im allgemeinen C-förmiges Joch 1 weist starre Abschnitte 1a, 1b und 1c (die normalerweise stationär sind) und einen beweglichen Schenkel 1d auf, der mit dem unteren stationären Abschnitt 1c durch einen flexiblen Abschnitt 1e mit dünnerem Querschnitt verbunden ist. Der flexible Abschnitt 1e wirkt wie ein einstückiges Gelenk, wodurch sich der Schenkel 1d schwenkend (um das Gelenk 1e) in bezug auf den festen unteren Abschnitt 1c bewegen kann. Der bewegliche Schenkel 1d weist einen Vorsprung oder Nocken 2 auf, der in Kontakt mit einem Keil 3 gezeigt ist. Ein Stapel aus PZ-Elementen 4 ist in dem Rahmen gehalten und durch den zwischen einer Seite des PZ-Stapels 4 und dem Vorsprung oder Nocken 2 eingezwängten Keil 3 befestigt und vorbelastet. Die innere Spannung des vorgespannten Jochs übt eine komprimierende Kraft auf den Stapel der piezoelektrischen Elemente 4 aus. Wenn der Stapel aus PZ-Elementen 4 erregt wird, dehnen sich diese jeweils aus und üben eine zusammengesetzte Kraft zwischen dem festen Seitenabschnitt 1b des Rahmens und dem Keil 3 aus. Dies übt eine Kraft auf den Nocken 2 aus, die bewirkt, daß der bewegliche Schenkel 1d um das Gelenk schwenkt, i.e. unter Erhöhung der Federspannung des Jochs. Wenn die Erregung der PZ-Elemente verringert wird oder aufhört, ziehen sie sich zusammen, und der bewegliche Schenkel 1d kehrt aufgrund der Elastizität des flexiblen Abschnitts 1e in eine Ausgangsposition zurück. Wenn ein pulsierendes Signal verwendet wird, um den PZ-Stapel 4 zu erregen, wird deshalb der bewegliche Schenkel 1d des Jochs 1 um das Gelenk 1e oszillieren oder schwingen. Diese oszillierende oder schwingende Bewegung wird von der Hebelwirkung des Schenkels 1d vergrößert und in übersetzter Form zu der Schreibspitze übertragen, wie es unten erläutert ist. Der Schenkel 1d bildet eine erste Übersetzungsstufe eines hier dreistufigen Übersetzungsgetriebes.

[0025] Das Joch 1 trägt zwei flexible Streifen oder Blattfedern 5, 6, die beispielsweise aus Federstahl hergestellt sein können und ein Schiebegetriebe bilden. Der obere Streifen 5 ist an einem Ende 5a am Oberteil des beweglichen Arms 1d befestigt. Er ist an seinem anderen Ende 5b an dem freien Ende 6b des unteren Streifens 6 angebracht. (Die angebrachten Enden 5b, 6b schwingen in einer vertikalen Richtung, wie es unten beschrieben ist). Das andere Ende 6a des Streifens 6 ist auf einem Schulterabschnitt 7 an dem oberen Teil des festen Rahmenabschnitts 1a angeordnet und kann am Abschnitt 1a des Jochs befestigt werden. Diese Schulter 7 wirkt als ein Anschlag, um zu verhindern, daß das Ende 6a des Streifens bei Bewegung des Schenkels 1d mitbewegt wird.

[0026] Wenn ein pulsierendes Signal an die PZ-Elemente 4 angelegt wird, schwingt oder oszilliert der bewegliche Schenkel 1d, was bewirkt, daß der obere Streifen 5 sich in der horizontalen Richtung (d. h. parallel zu seiner Längsachse) zurück- und dann vorbewegt. Das entfernte Ende 5b des Streifens 5 ist mit dem entfernten

Ende 6b des unteren Streifens 6 verbunden, jedoch liegt das nahe Ende 6a des Streifens 6 fest an der Schulter 7 bzw. am Abschnitt 1a an, und das Ergebnis ist eine ziehende, schiebende und biegende Wirkung der Streifen 5 und 6, die bewirkt, daß die verbundenen Enden 5b und 6b sich in der vertikalen Richtung zuerst nach oben und dann nach unten bewegen. Bei Auslegung mit in etwa den Verhältnissen, die in Fig. 1 und 2 gezeigt sind, kann eine Übersetzung von etwa 20 : 1 ohne weiteres durch das Schiebegetriebe erreicht werden und kann durch Verlängerung der Blattfedern 5 und 6 ohne weiteres vergrößert werden. Das bedeutet, daß eine Schwenkbewegung des Schenkels 1d um das Gelenk 1e zu einer in Fig. 1 horizontalen Bewegung des freien Endes des Schenkels 1d mit einer Amplitude A, über das Schiebegetriebe zu einer vertikalen Bewegung der aneinander befestigten Enden 5b und 6b der Schiebegetriebe mit einer Amplitude von 20 A führt, das Schiebegetriebe bildet somit eine zweite Übersetzungsstufe, deren Eingang (das Ende 5a der Blattfeder 5) mit dem Ausgang (das freie Ende des Schenkels 1d) der ersten Übersetzungsstufe gekoppelt ist.

[0027] Die vertikale Bewegung bzw. Schwingung der aneinander befestigten Enden 5b, 6b, d.h. der Ausgang der durch das Schiebegetriebe gebildeten zweiten Übersetzungsstufe, wird durch eine Kupplung 8 (die einen gegabelten Abschnitt 8a und einen Augenabschnitt 8b umfaßt) zu einer weiteren Hebelanordnung 11 übertragen, wie es in Fig. 2 gezeigt ist.

[0028] In Fig. 2 ist eine Unterbaugruppe 10 eines Schreibkopfes gezeigt (der nicht in allen Details dargestellt ist), die einen Trägerabschnitt 9 umfaßt, in dem mehrere Joche 1 untergebracht werden können, von denen nur eines in Fig. 2 gezeigt ist. Die Hebelanordnung 11 umfaßt einen kurzen Arm 11a und einen langen Arm 11b auf jeweiligen Seiten eines Drehzapfens (oder einer Drehachse) 12. Dies vergrößert die oszillierende Bewegung der Enden 5b, 6b der Streifen 5, 6, wodurch bewirkt wird, daß das entfernte Ende 14 des längeren Armabschnitts 11b über eine größere Entfernung in der vertikalen Richtung schwingt.

[0029] Diese weitere Hebelanordnung 11 bildet eine dritte Übersetzungsstufe, hier mit einer Übersetzung von 8 : 1. Das Ausgangsende des Schiebegetriebes, d. h. die aneinander befestigten Enden 5b, 6b der Blattfeder 5 und 6 sind somit mit dem Eingangsende der dritten Übersetzungsstufe in Form des Hebels 11 verbunden. Das gegabelte Ende 14 des Hebels 11 treibt eine Schreibspitze 16 direkt an, beispielsweise in der gleichen Weise wie bei der eingangs genannten Schrift DE OS 38 32 564 beschrieben.

[0030] Bei einem praktischen Beispiel der in den Fig. 1 und 2 gezeigten Anordnung war der Stapel aus PZ-Elementen mit ungefähr 10-50 % seiner Druckkraft vorbelastet.

[0031] Wenn man für die erste Übersetzungsstufe in Form des Schenkels 1d ein Übersetzungsverhältnis von 2.5:1, für die zweite Übersetzungsstufe in Form des

Schiebegetriebes 5, 6 ein Übersetzungsverhältnis von 20 : 1 und für die dritte Übersetzungsstufe ein Übersetzungsverhältnis von 8 : 1 ansetzt, so ergibt sich eine Gesamtübersetzung des dreistufigen Übersetzungsgetriebes von $2.5 \times 20 \times 8 : 1 = 400 : 1$, wodurch aus einem Stapel von fünf Piezoelementen mit einer Ausdehnung von insgesamt 5μ eine Bewegung am Ausgangsende der dritten Übersetzungsstufe, d.h. an der Schreibspitze von $400 \times 5 \mu = 2 \text{ mm}$, erwartet werden kann.

[0032] Die in Fig. 1 gezeigte Antriebsanordnung weist verschiedene Vorteile gegenüber der in der DE-OS-38 32 564 offenbarten Anordnung auf. Beispielsweise hält das Joch 1 den Stapel aus PZ-Elementen 4 sicher. Die PZ-Elemente 4 können aus einer herkömmlich leicht erhältlichen Sorte bestehen, die weit weniger zerbrechlich und teuer ist, als der Typ von keramischem PZ-Aktuator, der in der DE-OS-38 32 564 verwendet wird. Das Joch 1 weist einen einfachen jedoch festen Aufbau auf, und die PZ-Elemente 4 können leicht im Rahmen befestigt oder entfernt werden, indem einfach der Keil 3 entfernt und zurückgesetzt wird. Dies erleichtert die Wartung abgesehen davon, daß es robuster ist. Der Rahmen 1 weist sein eigenes, einstückiges, flexibles Gelenk 1e auf, das die Notwendigkeit für separate Federn umgeht. Der bewegliche Schenkel 1d des Rahmens 1 weist eine einfache Form (mit dem Vorsprung oder Nocken 2) auf, jedoch erzeugt er einen ersten Grad an Vergrößerung der Bewegung der PZ-Elemente 4. Eine zweite Vergrößerungsstufe wird durch die elastischen Streifen 5, 6 geschaffen. Diese können einfach aus Federstahl hergestellt sein und sind daher fest, verläßlich und weniger teuer (als der keramische PZ-Aktuator der DE-OS-38 32 564). Die Antriebsanordnung von Fig. 1 kann auch leicht in einem Träger 9 mit einfachem Aufbau aufgenommen werden, was die Wartung erleichtert.

[0033] Es wirken keine nennenswerten Kräfte, die innerhalb des Jochs wirken, nach außen. Lediglich die Kräfte, die benötigt werden, um die Schreibspitze zu betätigen, müssen vom Gehäuse bzw. von Teilen außerhalb des Aktuators aufgenommen werden.

[0034] Wie es in Fig. 3 gezeigt ist, kann der Träger 9 weitere bspw. fünf weitere Antriebsanordnungen an Seite tragen, um eine Schreibspitzenanordnung in dem Schreibkopf 15 anzutreiben. Der Schreibkopf 15 trägt an seinem in Fig. 3 linken Ende eine Schaltungsplatte 17, welche die Ansteuerspannungen für die piezoelektrischen Elemente 4 zur Verfügung stellt. Der Schreibkopf ist an der Führungswelle 18 entlang in Richtung der Doppelpfeile P bewegbar. Die winkelmäßige Ausrichtung des Schreibkopfs 15 wird von einer weiteren Führungswelle 19 sichergestellt, die von einem Teil 20 teilweise umgriffen wird, wie in Fig. 4 gezeigt.

[0035] Die Figur 4 zeigt außerdem, wie das gegabelte Ende 14 des Hebels 11 die Schreibspitze 21 in Richtung des Doppelpfeils D bewegt, wobei die Schreibspitze in senkrechter Richtung im Kopf 21a geführt ist und mit einer Tintenpatrone kommuniziert, die nicht gezeigt ist,

jedoch in der Aufnahme 21b einlegbar ist (eine Patrone pro Schreibspitze 21). Die Walze 21c, die den Aufzeichnungsträger führt, ist ebenfalls in Fig. 4 zu sehen.

[0036] Die Schreibspitze 21 wird in Richtung auf die Walze 21c zu durch die Betätigung des piezoelektrischen Aktuators bewegt und durch die Federspannung des Schenkels 1d zurückgestellt.

[0037] Die obige Beschreibung befaßt sich mit der Anwendung der erfindungsgemäßen Antriebsanordnung für einen Schreibkopf. Diese Anordnung kann jedoch auch als allgemeiner Stellantrieb für die verschiedensten Aufgaben verwendet werden. Beispielsweise kann sie als Schalter benutzt werden, um optische Fasern für Nachrichtenkanäle umzuschalten. In einer derartigen Anwendung könnte das eine Ende einer optischen Faser, das am Ausgangsende des Schiebegetriebes angebracht ist, wahlweise je nach Schalterstellung in Ausrichtung mit zwei weiteren optischen Faserenden zur Realisierung einer Weichenfunktion gebracht werden.

[0038] Die Antriebsanordnung könnte auch als Stellantrieb für die Ablenkung eines Spiegels verwendet werden, beispielsweise in einem optischen Instrument. Auch wäre es durchaus denkbar, ein optisches Element, wie beispielsweise eine Laserdiode, am Übersetzungsgetriebe ausgangsseitig anzubringen und durch die entsprechende Bewegung des Übersetzungsgetriebes eine optische Abtastfunktion zu realisieren.

[0039] Schließlich kann die Antriebsanordnung in umgekehrter Form als Signalgenerator verwendet werden. In einer derartigen Anordnung, die in den Ansprüchen 23 bis 27 beschrieben ist, wird die bisherige Ausgangsseite des Übersetzungsgetriebes als Eingangsseite eines Übersetzungsgetriebes benutzt und der bisher als Aktuator benutzte piezoelektrische Teil dient dann der Signalerzeugung. Beispielsweise könnte das Ende des Schiebegetriebes, an dem die beiden länglichen Glieder aneinander befestigt sind, zum Detektieren einer Bewegung benutzt werden - man denke zum Beispiel an die Bewegung eines Werkzeugs am Ende seines Arbeitsweges - wobei das elektrische Ausgangssignal des piezoelektrischen Teils proportional zur Bewegung ansteigt.

Patentansprüche

1. Antriebsanordnung, beispielsweise für einen Schreibkopf, die eine piezoelektrisch betätigte Hebelanordnung (1d) umfaßt, um eine Schreibspitze (21) in Richtung eines Aufzeichnungsträgers zu bewegen, wenn auf dem Aufzeichnungsträger geschrieben wird, dadurch **gekennzeichnet**, daß ein von der Hebelanordnung (1d) getrennter, piezoelektrischer Aktuator (4) verwendet wird, und daß die Hebelanordnung (1d) eine komprimierende Kraft auf den piezoelektrischen Aktuator (4) ausübt,

welcher an einer starren Widerlage (Abschnitt 1b) abgestützt ist.

2. Antriebsanordnung, beispielsweise für einen Schreibkopf, die eine piezoelektrisch betätigte Hebelanordnung (1d) umfaßt, um eine Schreibspitze (21) in Richtung eines Aufzeichnungsträgers zu bewegen, wenn auf dem Aufzeichnungsträger geschrieben wird, dadurch **gekennzeichnet**, daß der piezoelektrische Aktuator (4) in einem Joch (1a, 1b, 1c, 1d) angeordnet ist, daß das Joch durch Federwirkung eine komprimierende Kraft auf den piezoelektrischen Aktuator (4) ausübt und als Übersetzungsgetriebe (1d, 5, 6) bzw. als Teil eines Übersetzungsgetriebes (5, 6) ausgelegt ist, das eingangsseitig bei elektrischer Ansteuerung des piezoelektrischen Aktuators (4) dessen auftretender Längenänderung als Eingangsbewegung folgt und ausgangsseitig eine mehrfach größere Bewegungsamplitude aufweist.
3. Antriebsanordnung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Joch (1a, 1b, 1c, 1d) zumindest im wesentlichen U-förmig ausgebildet ist.
4. Antriebsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Übersetzungsgetriebe (1d, 5, 6) mindestens zweistufig ausgebildet ist.
5. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die erste Übersetzungsstufe durch den einen Schenkel (1d) des Jochs (1a, 1b, 1c, 1d) realisiert ist, der an einem ersten Ende (1e) mit dem Rest des Jochs zur Erzeugung der komprimierenden Kraft federnd angebracht bzw. angelenkt ist und an seinem zweiten Ende am Eingang (5a) der zweiten Übersetzungsstufe (5,6) wirkt, wobei zum Erzielen der erwünschten Übersetzung der piezoelektrische Aktuator (4) am genannten Schenkel (1d) an einer Stelle angreift, deren Abstand vom ersten Ende (1e) des Schenkels (1d) kleiner ist als dessen Abstand vom zweiten Ende des Schenkels (1d).
6. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Übersetzungsgetriebe bzw. die zweite Übersetzungsstufe des Übersetzungsgetriebes (5, 6) als Schiebegetriebe realisiert ist.
7. Antriebsanordnung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Schiebegetriebe (5, 6) aus zwei länglichen

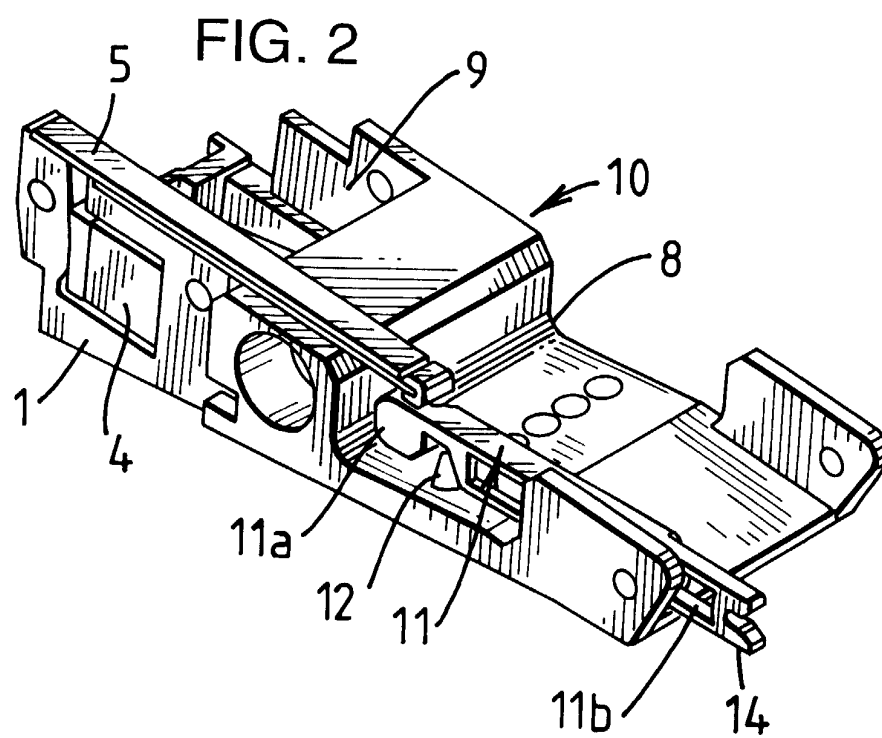
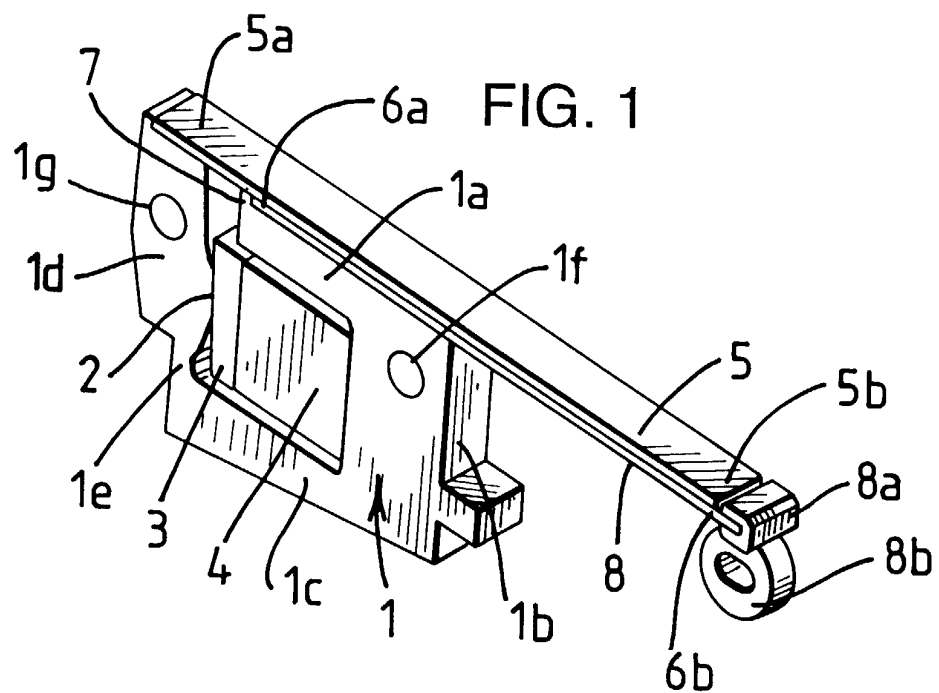
Gliedern besteht, wobei das erste Glied (5) an seinem einen Ende (5a) vom genannten Schenkel (1d) des Jochs (1a, 1b, 1c, 1d) betätigt wird, das zweite Glied (6) an seinem einen Ende (6a) von einem weiteren Teil (1a, 7) des Jochs (1a, 1b, 1c, 1d) gehalten wird und die zwei Glieder (5, 6) an ihren anderen Enden (5a, 6a) aneinander befestigt sind.

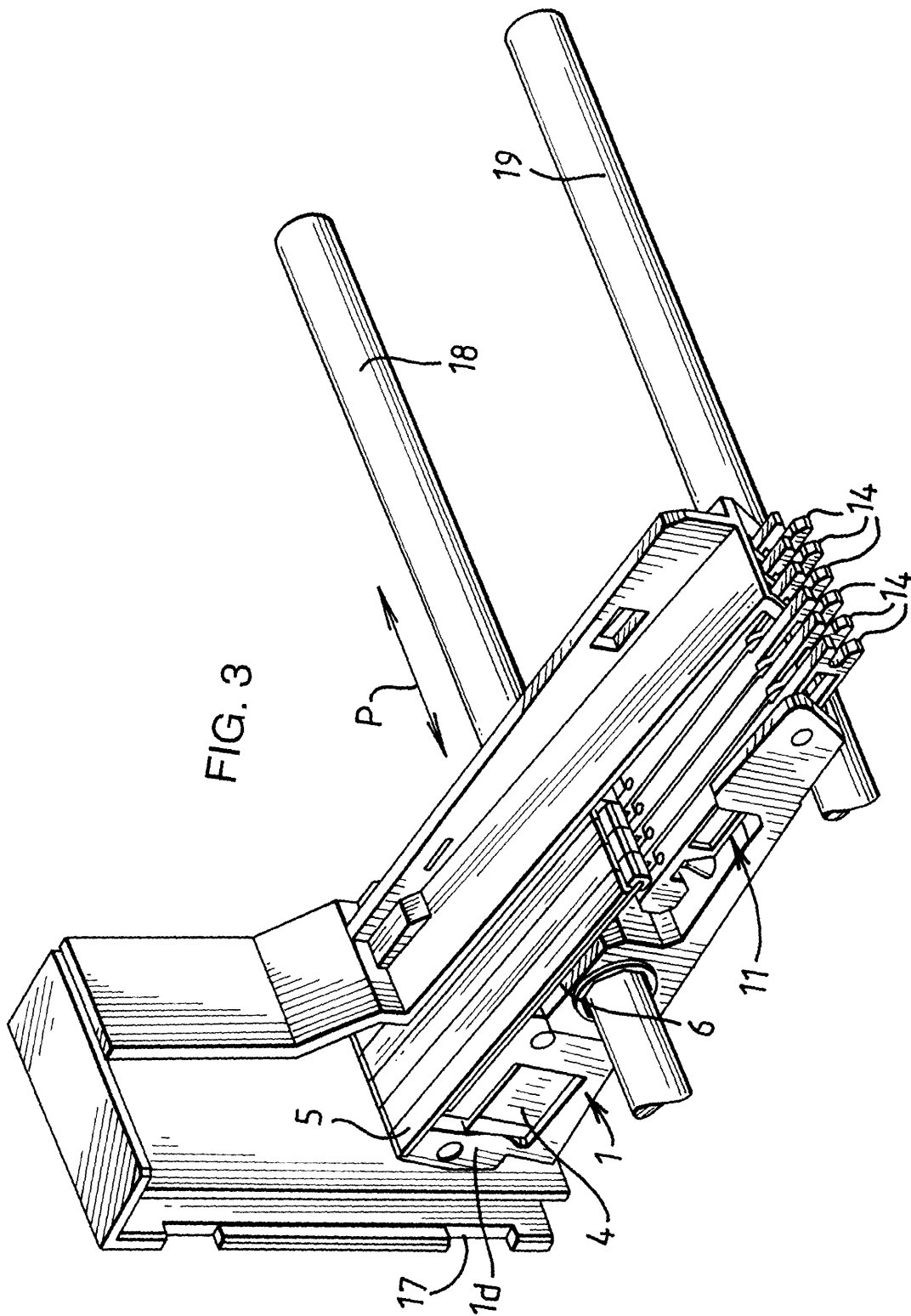
8. Antriebsanordnung nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**,
daß mindestens das zweite Glied (6) und vorzugsweise auch das erste Glied (5) als Blattfeder ausgebildet ist.
9. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß das Schiebegetriebe (5, 6) an seinem Ausgangsende (5b, 6b) mit dem Eingangsende (11a) einer dritten Übersetzungsstufe (11) gekoppelt ist.
10. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Übersetzung des Übersetzungsgetriebes (1d, 5, 6) größer als fünf und vorzugsweise im Bereich zwischen zehn und eintausend liegt.
11. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei einem zweistufigen Übersetzungsgetriebe die erste Stufe (1d) eine Übersetzung von etwa 2,5 : 1 und die zweite Stufe (5, 6) eine Übersetzung von etwa 20 : 1 erzeugt und bei einem dreistufigen Übersetzungsgetriebe die dritte Stufe (11) eine Übersetzung von etwa 8 : 1 erzeugt.
12. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß der piezoelektrische Aktuator (4) mehrere piezoelektrische Elemente umfaßt, die vorzugsweise die Form von Scheiben oder Platten aufweisen, die Seite an Seite entlang einer Achse gestapelt sind, die senkrecht zu jeder dieser parallelen Seiten der Elemente steht.
13. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß der piezoelektrische Aktuator (4) zwischen einem beweglichen Teil (1d) und einem festen Teil (1b) der Hebelanordnung komprimiert ist.
14. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Hebelanordnung zur Vergrößerung der Be-

wegung des piezoelektrischen Aktuators (4) einen beweglichen Armabschnitt (1d) aufweist, der sich um eine Achse (1e) dreht, und daß der piezoelektrische Aktuator (4) einem Eingangsabschnitt (2) des beweglichen Armabschnitts (1d) eine Bewegung verleiht, so daß an einem Ausgangsabschnitt (5a) des beweglichen Armabschnitts (1d) eine größere Bewegung erzeugt wird.

15. Antriebsanordnung nach Anspruch 14, dadurch **gekennzeichnet**,
daß der Abstand zwischen dem Eingangsabschnitt (2) und der Achse (1e) kürzer als der Abstand zwischen dem Ausgangsabschnitt (5a) und der Achse (1e) ist.
16. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch **gekennzeichnet**,
daß der Hebelarmabschnitt (1d) ein Teil eines Rahmens (1) zum Halten des piezoelektrischen Aktuators (4) ist.
17. Antriebsanordnung nach Anspruch 16, wobei der bewegliche Armabschnitt (1d) schwenkbar an dem Rahmen (1) durch einen elastischen Abschnitt (1e) angebracht ist, der eine Vorspannung bereitstellt, um den beweglichen Armabschnitt (1d) in eine Ausgangsposition zurückzuführen.
18. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß die Hebelanordnung einen im allgemeinen U- oder C-förmigen Rahmen umfaßt, der derart eingerichtet ist, daß er den PZ-Aktuator (4) elastisch greift, so daß sich der Rahmen (1) ausdehnt, wenn der PZ-Aktuator (4) erregt wird, wodurch bewirkt wird, daß sich der bewegliche Armabschnitt (1d) bewegt.
19. Antriebsanordnung nach Anspruch 18, dadurch **gekennzeichnet**,
daß das erste und das zweite längliche elastische Element (5, 6) mechanisch mit einem beweglichen Armabschnitt (1d) verbunden sind, so daß bewirkt wird, daß sie sich differenziell bewegen, wodurch die miteinander verbundenen Endabschnitte (5b, 6b) der länglichen Bauteile (5, 6) zu Bewegungen veranlaßt werden.
20. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**,
daß ein Einstellungsmittel (3) vorgesehen ist, um die auf den Piezoaktuator (4) ausgeübten Kompressionskräfte einzustellen.

21. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einer umgekehrten Ausführung, bei der die bisherige Ausgangsseite des Übersetzungsgetriebes jetzt die Eingangsseite darstellt und der bisher als Aktuator bezeichnete piezoelektrische Teil als Signalerzeuger arbeitet und beispielsweise ein Signal erzeugt, dessen Amplitude proportional zur Amplitude der Bewegung an der jetzigen Eingangsseite des Übersetzungsgetriebes ist oder ein Signal erst dann abgibt, wenn die Amplitude der Bewegung an der jetzigen Eingangsseite einen Schwellenwert überschreitet. 5 10
22. Schreibkopf mit mindestens einer Schreibspitze zum Drucken auf einem Aufzeichnungsträger, einem Träger zum Halten des Aufzeichnungsträgers und einer oder mehreren Antriebsanordnungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 15
23. Signalgenerator bestehend aus einem piezoelektrischen, Signal gebenden Teil, der in einem Joch angeordnet ist, wobei das Joch durch Federwirkung eine komprimierende Kraft auf den piezoelektrischen Teil ausübt und als Untersetzungsgetriebe, beispielsweise als Teil eines Untersetzungsgetriebes, ausgelegt ist, wobei das Untersetzungsgetriebe an der Eingangsseite einer Bewegung folgt oder detektiert und ausgangsseitig die komprimierende Kraft auf den piezoelektrischen Teil ändert und hierdurch ein elektrisches Signal erzeugt. 20 25 30
24. Signalgenerator nach Anspruch 23, wobei das Untersetzungsgetriebe mindestens zweistufig ausgebildet ist. 35
25. Signalgenerator nach Anspruch 23 oder 24, wobei die oder eine Untersetzungsstufe durch den einen Schenkel (1d) des Jochs (1a, 1b, 1c, 1d) realisiert ist, der an einem ersten Ende (1e) mit dem Rest des Jochs zur Erzeugung der komprimierenden Kraft federnd angebracht bzw. angelenkt ist und an seinem zweiten Ende einer Eingangsbewegung folgt, wobei zum Erzielen der erwünschten Untersetzung der genannte Schenkel (1d) am piezoelektrischen Teil (4) an einer Stelle angreift, deren Abstand vom ersten Ende (1e) des Schenkels (1d) kleiner ist als dessen Abstand vom zweiten Ende des Schenkels (1d). 40 45
26. Signalgenerator nach einem der Ansprüche 23 bis 25, wobei das Untersetzungsgetriebe bzw. eine Untersetzungsstufe des Untersetzungsgetriebes als Schiebegetriebe realisiert ist. 50
27. Signalgenerator nach Anspruch 26, wobei das Schiebegetriebe (5, 6) aus zwei länglichen Gliedern besteht, wobei das erste Glied (5) an seinem einen Ende (5a) am genannten Schenkel (1d) des Jochs (1a, 1b, 1c, 1d) angebracht ist, das zweite Glied (6) an seinem einen Ende (6a) an einem weiteren Teil (1a, 7) des Jochs (1a, 1b, 1c, 1d) angebracht ist und die zwei Glieder (5,6) an ihren anderen Enden (5a, 6a) aneinander befestigt sind und hier die Eingangsseite der entsprechenden Untersetzungsstufe bilden. 55





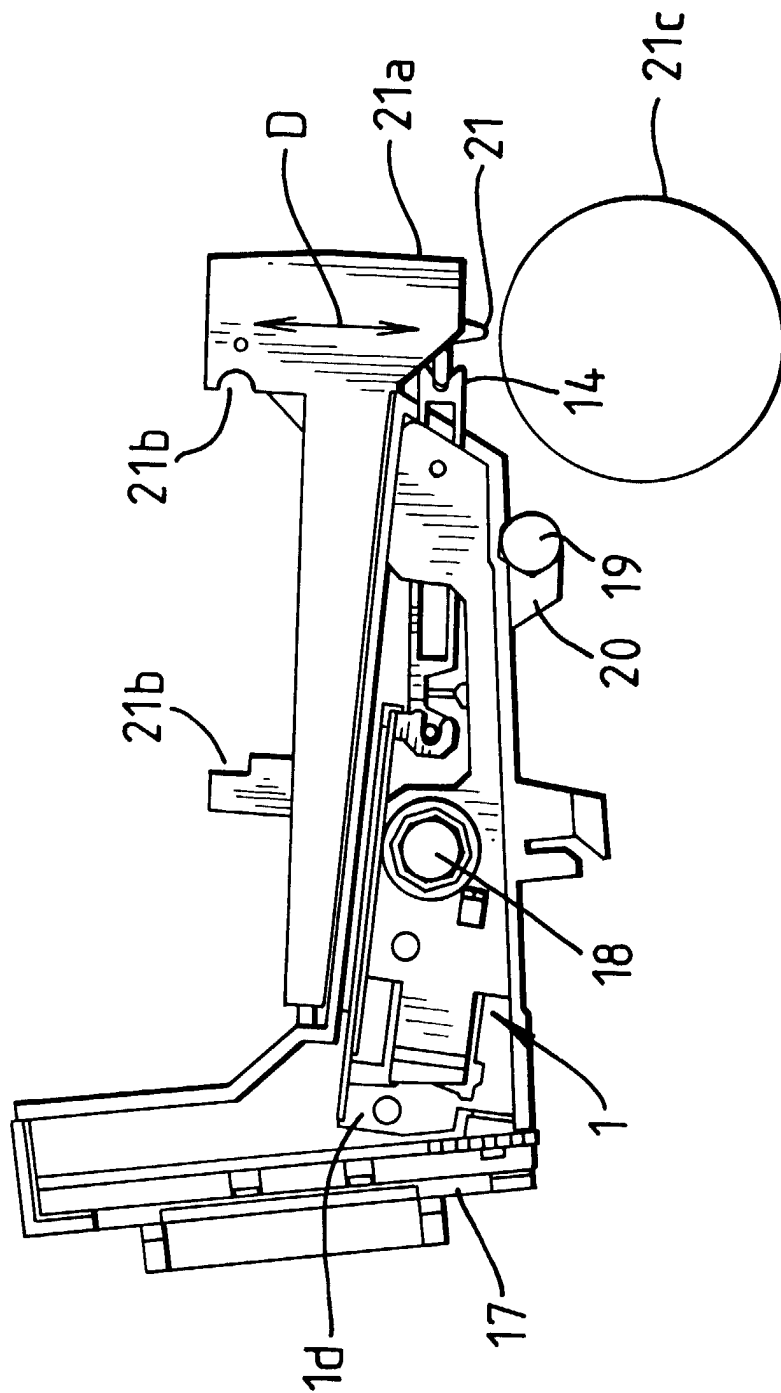


FIG. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 30 5806

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 242 (M-509), 21. August 1986 (1986-08-21) & JP 61 074856 A (NEC CORP), 17. April 1986 (1986-04-17) * Zusammenfassung *	1-27	B41J2/295
X	EP 0 452 502 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 23. Oktober 1991 (1991-10-23) * Spalte 7, Zeile 33 - Spalte 9, Zeile 35; Abbildungen 8-12 *	1-27	
X	US 4 975 615 A (KATAHARA KEITH W) 4. Dezember 1990 (1990-12-04) * Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 11 * * Spalte 4, Zeile 33 - Zeile 53 *	23-27	
A	US 5 046 872 A (CHANG PAUL S H ET AL) 10. September 1991 (1991-09-10) * Spalte 4, Zeile 24 - Zeile 43 *	21,23-27	
A	US 4 976 553 A (YAMAGUCHI MORIO ET AL) 11. Dezember 1990 (1990-12-11) * Spalte 2, Zeile 43 - Zeile 47 * * Spalte 5, Zeile 45 - Zeile 53 * * Spalte 7, Zeile 42 - Spalte 8, Zeile 5 *	1-27	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B41J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 3. November 1999	Prüfer Bridge, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P4/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 30 5806

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-11-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 61074856 A	17-04-1986	JP 1747691 C	25-03-1993
		JP 4032745 B	01-06-1992
EP 0452502 A	23-10-1991	WO 9106429 A	16-05-1991
		JP 6069751 B	07-09-1994
		US 5167458 A	01-12-1992
US 4975615 A	04-12-1990	KEINE	
US 5046872 A	10-09-1991	DE 68913005 D	24-03-1994
		DE 68913005 T	04-08-1994
		EP 0366981 A	09-05-1990
		JP 2130154 A	18-05-1990
US 4976553 A	11-12-1990	DE 3841416 A	13-07-1989
		JP 1952949 C	28-07-1995
		JP 2139269 A	29-05-1990
		JP 6077999 B	05-10-1994
		JP 2001805 C	20-12-1995
		JP 2004183 A	09-01-1990
		JP 7030977 B	10-04-1995

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82