



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 860 529 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.08.1998 Patentblatt 1998/35

(51) Int. Cl.⁶: **D04B 15/78**

(21) Anmeldenummer: 98102296.5

(22) Anmeldetag: 10.02.1998

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

(71) Anmelder:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
Riedel, Michael, Dipl.-Phys.
96489 Niederfüllbach (DE)

(30) Priorität: 20.02.1997 DE 19706755

(54) Steuermodul zur Steuerung der Nadeln einer Wirk- oder Strickmaschine

(57) Die Erfindung betrifft ein Steuermodul zur Steuerung der Nadeln einer Wirk- oder Strickmaschine mit einem Gehäuse (1) und mindestens einem darin angeordneten piezoelektrischen Biegewandler (2), wobei der Biegewandler (2) einen flachen Tragkörper (3) umfaßt, welcher zumindest auf einer Seite mit einer piezoelektrisch aktiven Schicht (4) versehen und an einem hinteren Ende (5) fest mit dem Gehäuse (1) verbunden ist.

Beträgt das Verhältnis der freien Länge (30) des Biegewandlers (2) zu seiner Dicke (31) zwischen 40 und 70, so läßt sich eine Ansprechzeit des Biegewandlers von weniger als 2,5 msek. erzielen. Dies führt zu einer hohen Produktivität der angesteuerten Wirk- oder Strickmaschine.

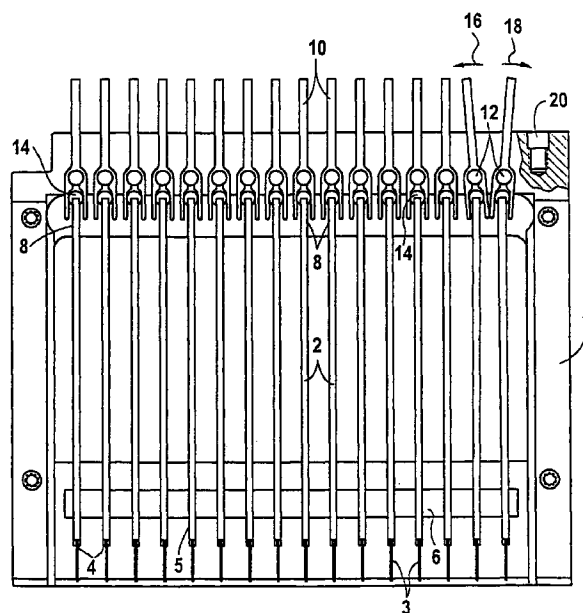


FIG 1

EP 0 860 529 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Steuermodul zur Steuerung der Nadeln einer Wirk- oder Strickmaschine mit einem Gehäuse und mindestens einem darin angeordneten piezoelektrischen Biegewandler, wobei der Biegewandler einen flachen Tragkörper umfaßt, welcher zumindest auf einer Seite mit einer piezoelektrisch aktiven Schicht versehen und an einem hinteren Ende fest mit dem Gehäuse verbunden ist.

Ein derartiges Steuermodul eignet sich zum Ansteuern der Nadeln oder maschenbildenden Elemente einer Textilmaschine, wie einer Wirk- oder Strickmaschine. Insbesondere eignet sich das Steuermodul für den Einsatz an einer Jacquard-Maschine. Zur Musterbildung in der von einer Textilmaschine erzeugten Ware wird dabei die Information, ob eine Nadel zu einer Maschenbildung herangezogen wird oder nicht, über eine mechanische Abtastung der Auslenkung des Biegewandlers erhalten. Abhängig von der Auslenkung des Biegewandlers wird eine Masche gebildet oder nicht.

Hierzu ist aus der US 3,961,501 A ein Steuermodul bekannt, bei welchem das bewegliche Ende oder Vorderende des piezoelektrischen Biegewandlers mit einem Führungsteil versehen ist, durch welches ein für die Erhebung jeder Nadel zugeordnetes Teil einer Strickmaschine beim Vorbeistreichen abhängig von der Auslenkung des Biegewandlers in eine operative Position gedrückt wird oder nicht. In der operativen Position wird der Hub eines entsprechenden Nockens mit Hilfe des für die Hebung vorgesehenen Teils, für welches auch der Fachbegriff Platine verwendet wird, auf die entsprechende Nadel übertragen. Auf diese Weise kann jede einzelne Nadel der Strickmaschine separat angesteuert werden. Nachteiligerweise reicht jedoch die Stellgeschwindigkeit bekannter Biegewandler nicht aus, um eine theoretisch mögliche Strickgeschwindigkeit zu erreichen. Aus der US 3,961,501 ist es hierzu weiter bekannt, in dem Steuermodul eine Anzahl von Biegewandlern parallel zueinander und in vorgegebenen Abständen voneinander anzuordnen. Die entsprechende Anzahl von Nadeln oder Platinen wird an der der Position des jeweiligen Biegewandlers entsprechenden Stelle mit einem Nocken oder Finger versehen, welcher beim Vorbeistreichen mit dem Führungsteil des entsprechenden Biegewandlers in Kontakt kommt. Auf diese Weise läßt sich die Musterinformation für eine vorgegebene Anzahl von Nadeln in einem einzigen Schaltvorgang auf das Steuermodul übertragen. Üblich ist es hierbei, jeweils 8 oder 16 Biegewandler zum Steuern von 8 bzw. 16 Nadeln in dem Steuermodul zusammenzufassen. Die Arbeitsgeschwindigkeit der Strickmaschine läßt sich dadurch erhöhen.

Das in der US 3,961,501 A beschriebene Steuermodul ist in ähnlicher Weise auch aus der EP 0 210 790 A2 bekannt. Auch hier ist eine Anzahl von Biegewandlern in dem Steuermodul zusammengefaßt, um die

Arbeitsgeschwindigkeit der anzusteuernenden Textilmaschine zu erhöhen.

Auch aus der DE 39 33 149 C2 ist ein derartiges Steuermodul bekannt. Hierbei ist der Biegewandler an einem hinteren Ende beweglich mit dem Gehäuse verbunden und zusätzlich an einem Mittelbereich drehbar gelagert. Durch diesen zwischen den Enden des Biegewandlers liegenden Gelenkbereich wird eine Verringerung der Ansprechzeit des Biegewandlers erzielt. Ein derartig gelagerter Biegewandler muß jedoch eine gewisse Mindestlänge aufweisen. Auch muß ein solcher Biegewandler möglichst breit sein und eine geringe Dicke von weniger als 200 µm aufweisen. Nur auf diese Weise läßt sich nämlich eine hohe elektrische Kapazität des Biegewandlers erzielen, so daß sich mit einer üblichen Betriebsspannung von ca. 50 V eine genügend hohe Auslenkung des Biegewandlers erreichen läßt. Bekanntermaßen ist nämlich die in einem Biegewandler eingebrachte elektrische Energie proportional zu seiner elektrischen Kapazität und proportional zum Quadrat der angelegten Spannung oder Potentialdifferenz. Die Kapazität des Biegewandlers selbst ist proportional zur Fläche der aufgetragenen piezoelektrisch aktiven Schicht und umgekehrt proportional zur Dicke des Biegewandlers.

Bedingt durch die Baugröße eines derart gelagerten Biegewandlers muß das Gehäuse des Steuermoduls eine entsprechende Länge aufweisen, was zu einem Steuermodul mit großen Abmessungen führt. Ferner lassen sich auch mit einem derartig gelagerten Biegewandler lediglich Stell- oder Ansprechzeiten von nicht weniger als 2,5 Millisekunden (msek.) erzielen. Die Arbeitsgeschwindigkeit einer mit einem derartigen Steuermodul ausgerüsteten Textilmaschine ist noch immer durch die Ansprechzeit des Biegewandlers begrenzt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Steuermodul auf der Basis piezoelektrischer Biegewandler anzugeben, welches eine überragende Eigenschaft hinsichtlich der Ansprechzeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Steuermodul zur Steuerung der Nadeln einer Wirk- oder Strickmaschine, mit einem Gehäuse und mindestens einem darin angeordneten piezoelektrischen Biegewandler, wobei der Biegewandler einen flachen Tragkörper umfaßt, welcher zumindest auf einer Seite mit einer piezoelektrisch aktiven Schicht versehen und an seinem hinteren Ende fest mit dem Gehäuse verbunden ist, wobei das Verhältnis der freien Länge des Biegewandlers zu seiner Dicke in einem Bereich zwischen 40 und 70 liegt. Unter der freien Länge des Biegewandlers wird dabei der Abstand zwischen dem vorderen, frei beweglichen Ende und dem Ort der festen Verbindung mit dem Gehäuse am hinteren Ende des Biegewandlers verstanden.

Die Erfindung beschreitet nicht den Weg, gemäß der Meinung eines einschlägigen Fachmanns einen Biegewandler mit hoher elektrischer Kapazität und dar-

aus resultierender verhältnismäßig großer Länge und Breite für ein Steuermodul mit hoher Ansprechzeit zu verwenden. Vielmehr geht die Erfindung von der Überlegung aus, daß die Ansprechzeit eines Biegewandlers maßgeblich durch sein mechanisches Schwingungsverhalten bestimmt wird. Hierbei ist wiederum die Eigen- oder Resonanzfrequenz des Biegewandlers eine maßgebliche Größe. Je höher die Resonanzfrequenz ist, desto leichter kann eine niedrige Ansprechzeit erzielt werden. Umfangreiche Untersuchungen haben ergeben, daß sich mit einem Biegewandler, bei welchem das Verhältnis seiner freien Länge zu seiner Dicke in einem Bereich zwischen 40 und 70 liegt, Resonanzfrequenzen von mehr als 150 Hz erreichen lassen. Bislang übliche Biegewandler hingegen weisen ein Verhältnis von Länge zu Dicke in einem Bereich von 100 bis 140 auf, woraus sich Resonanzfrequenzen von nicht über 100 Hz ergeben.

Mit einem Biegewandler mit dem bezeichneten Verhältnis aus Länge und Dicke lassen sich, ausgehend von der Resonanzfrequenz, Ansprechzeiten von weniger als 2,5 msek. erzielen. Solche Ansprechzeiten sind erforderlich, um beispielsweise die Nadeln einer Rundstrickmaschine entsprechend der maximal möglichen Umdrehungsgeschwindigkeit des Strickzylinders anzu- steuern. Mit einem Steuermodul auf der Basis derartiger Biegewandler läßt sich dadurch gegenüber Steuermodulen, welche mit herkömmlichen Biege- wandlern ausgestattet sind, eine Produktivitätserhö- hung einer Strickmaschine, d.h. gestrickte Ware in m² pro Zeiteinheit, um ca. 50 % erzielen. Übliche Biege- wandler erreichen nämlich lediglich Ansprechzeiten von nicht unter 2,5 msek.

Vorteilhaft ist es, wenn zur Steuerung der Nadeln der Biegewandler durch Anlegen einer Spannung oder einer Potentialdifferenz von mehr als 100 V an die Elek- troden der piezoelektrisch aktiven Schicht, beispiels- weise Elektroden in Form einer Metallisierung, betätigbar ist. Auf diese Weise läßt sich auch bei einem relativ kurzen und dicken Biegewandler mit einer dementsprechend niedrigen elektrischen Kapazität die für eine mechanische Auslenkung erforderliche elektri- sche Energie einbringen. Die in einen Biegewandler eingebrachte elektrische Energie ist nämlich - wie bereits erwähnt - proportional zum Quadrat der anlie- genden Potentialdifferenz oder Spannung. Ein derartig beschalteter kurzer Biegewandler führt zu einer kleinen Gehäuseabmessung des Steuermoduls.

Um beim Anlegen der Potentialdifferenz ein mög- lichst homogenes elektrisches Feld in der piezoelek- trisch aktiven Schicht entlang des Biegewandlers zu erzielen, kann die piezoelektrisch aktive Schicht mit flä- chigen, elektrisch leitfähigen Elektroden versehen sein. Insbesondere kann auch der Tragkörper elektrisch leit- fähig sein und als eine solche Elektrode wirken. Eine flächige Elektrode kann beispielsweise eine auf die pie- zoelektrisch aktive Schicht aufgebrachte Metallisierung oder eine Beschichtung aus einem leitfähigen Kunst-

stoff sein. Das Anlegen der Potentialdifferenz oder Spannung kann über mit den entsprechenden Elektroden kontaktierten Verbindungskabeln geschehen.

Obschon für die piezoelektrisch aktive Schicht prin- zipiell alle Materialien geeignet sind, welche den piezo- elektrischen oder den elektrostriktiven Effekt zeigen, ist es besonders vorteilhaft, wenn die piezoelektrisch aktive Schicht eine Piezokeramik ist. Eine derartige Pie- zokeramik erlaubt nämlich über ihre Zusammensetzung eine Anpassung an unterschiedliche Anforderungen, welche beispielsweise hinsichtlich des Wärmeausdeh- nungskoeffizienten, der Größe des piezoelektrischen Effekts oder aber auch hinsichtlich der Flexibilität gestellt werden. Insbesondere sind bestimmte Oxidke- ramiken, z.B. auf der Basis Blei-Zirkonat-Titan bekannt, welche hervorragende Eigenschaften aufweisen.

Damit eine solche Keramik oder Piezokeramik den piezoelektrischen Effekt zeigt, ist eine Polarisierung der- selben in einem homogenen elektrischen Feld von eini- gen KV/mm erforderlich. Auf diese Weise wird eine polare Achse in der Piezokeramik erzeugt, die für das Auftreten des piezoelektrischen Effekts notwendig ist. Durch die polare Achse, welche in Richtung des zur Polarisierung verwendeten elektrischen Feldes zeigt, ist die sogenannte Polarisationsrichtung der Piezokeramik definiert.

Wird eine Piezokeramik entgegen ihrer Polarisati- onsrichtung betrieben, d.h. wird ein elektrisches Feld antiparallel zur Polarisationsrichtung angelegt, so führt dies zu einer Depolarisation und letztendlich zu einem Verschwinden des piezoelektrischen Effekts. Es ist daher üblich, herkömmliche Biegewandler, welche mit einer Piezokeramik versehen sind, mit Betriebsspan- nungen von nicht mehr als 50 V zu betreiben, um bei einem Betrieb entgegen der Polarisationsrichtung die Depolarisation möglichst gering zu halten. Zweckmäßi- gerweise wird daher beim Betrieb mit einer Potentialdif- ferenz von mehr als 100 V diese derart an die Piezokeramik angelegt, daß das entstehende elektri- sche Feld in Polarisationsrichtung der Piezokeramik zeigt.

Eine Erhöhung des Auslenkweges des Biegewand- lers läßt sich erzielen, wenn der Biegewandler beidsei- tig jeweils mit einer piezoelektrisch aktiven Schicht versehen ist. Aus der Ruheposition des Biegewandlers heraus läßt sich durch abwechselndes Anlegen einer Potentialdifferenz an beide piezoelektrisch aktiven Schichten eine Auslenkung nach beiden Seiten hin erzielen und damit der Auslenkweg gegenüber einem einseitig beschichteten Biegewandler verdoppeln.

Für einen beidseitig mit einer Piezokeramik beschichteten Biegewandler kann zur Steuerung der Nadeln der Biegewandler durch Anlegen einer Potenti- alldifferenz von mehr als 100 V an jeweils eine der pie- zokeramischen Schichten betätigt werden, wobei das elektrische Feld in Polarisationsrichtung der jeweiligen piezokeramischen Schicht zeigt und die jeweils an der anderen piezokeramischen Schicht anliegende Potenti-

aldifferenz gleich Null ist. Hierzu kann zwischen den beiden äußeren Elektroden des Biegewandlers eine fest vorgegebene Potentialdifferenz angelegt werden und der Tragkörper oder eventuell sich zwischen den Tragkörper und der jeweiligen piezokeramischen Schicht befindliche innere Elektroden abwechselnd auf das jeweilige Potential der äußeren Elektroden geschaltet werden.

Vorteilhafterweise liegt die Dicke des Biegewandlers in einem Bereich von 500 bis 900 µm. Mit einer derartigen Dicke läßt sich bei einer ausreichend hohen elektrischen Kapazität eine hohe mechanische Resonanzfrequenz und damit eine niedrige Ansprechzeit des Biegewandlers erzielen. Die freie Länge eines derartigen Biegewandlers kann bis auf 25 mm herabgesetzt werden.

Für die Breite des Biegewandlers ist es vorteilhaft, wenn diese in einem Bereich von 2 bis 10 mm liegt.

Eine hohe Flexibilität und eine hohe Ansprechzeit des Biegewandlers läßt sich erzielen, wenn der Tragkörper aus einem Faser-Verbundwerkstoff besteht. Ein derartiger Faser-Verbundwerkstoff ist beispielsweise ein kohle- oder glasfaser verstärktes Epoxidharz, je nachdem, ob ein elektrisch leitfähiger oder ein elektrisch nicht leitfähiger Tragkörper gewünscht ist. Prinzipiell sind auch alle anderen faserverstärkten Kunststoffe vorstellbar, solange diese die erforderliche Flexibilität aufweisen.

Da die Gehäuseabmessungen des Steuermoduls aufgrund der möglichen kurzen Bauform des Biegewandlers relativ klein sind, ist es zweckmäßig, in ein entsprechendes Gehäuse bereits die Steuerelektronik zum Betätigen des Biegewandlers anzuordnen. Auf diese Weise kann die Verbindungsstrecke zwischen der Steuerelektronik und dem zu steuernden Biegewandler sehr kurz gehalten werden. Dadurch können elektrische Impulse mit hoher Frequenz dem Biegewandler zugeführt werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Steuermoduls sieht vor, die Steuerelektronik auf einer Elektronikplatine anzuordnen und das hintere Ende des Biegewandlers an der Elektronikplatine zu befestigen. Auf diese Weise läßt sich ein kompaktes Gehäuse mit kleinen Abmessungen für das Steuermodul erzielen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 eine Aufsicht auf eine vorteilhafte Ausgestaltung des Steuermoduls für eine Rundstrickmaschine;

FIG 2 eine Aufsicht auf eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Steuermoduls für eine Rundstrickmaschine, wobei die Steuerelektronik in das Gehäuse integriert ist;

FIG 3 eine perspektivische Ansicht eines in dem Steuermodul gelagerten Biegewandlers, wel-

cher beidseitig mit einer Piezokeramik versehen ist, und

FIG 4 die elektrische Beschaltung des in Figur 3 gezeigten Biegewandlers.

In Figur 1 ist in Aufsicht eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Steuermoduls für die Anwendung in einer Jacquard-Rundstrickmaschine gezeigt. In einem Gehäuse 1 sind 16 piezoelektrische Biegewandler 2 mit jeweils gleichem Abstand voneinander und parallel zueinander angeordnet. Ein Gehäuseoberteil ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht eingezeichnet. Jeder der 16 piezoelektrischen Biegewandler 2 ist mit Hilfe einer Nut in einer Klemmleiste 6 am jeweiligen hinteren Ende 5 fest mit dem Gehäuse 1 verbunden. Jeder Biegewandler 2 ist aufgebaut aus einem elektrisch leitfähigen Tragkörper 3 in Form eines flachen Plättchens aus einem kohlefaser-verstärkten Epoxidharz, welcher Tragkörper 3 beidseitig jeweils mit einer piezoelektrisch aktiven Schicht 4 versehen ist. Die piezoelektrisch aktive Schicht 4 ist als eine Blei-Zirkonat-Titan-Oxidkeramik ausgebildet, so daß der Tragkörper 3 und die jeweilige piezoelektrisch aktive Schicht 4 einen in weiten Temperaturbereichen annähernd identischen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen. Die Oberfläche der piezoelektrisch aktiven Schicht 4 ist zur elektrischen Kontaktierung jeweils mit einer Elektrode in Form einer dünnen Metallisierungsschicht versehen. Jeder Biegewandler 2 ist annähernd über die gesamte Länge mit einer elektrisch isolierenden Oberflächenbeschichtung versehen, um eine leichte Handhabbarkeit zu erreichen. Lediglich am hinteren Ende 5 sind jeweils der Tragkörper 3 und die beiden piezoelektrisch aktiven Schichten 4 nach außen geführt, so daß dort leicht eine Steuerelektronik angeschlossen werden kann. Die elektrische Kontaktierung sowie die Beschaltung der Biegewandler 2 ist detailliert in den Figuren 3 und 4 dargestellt.

Auf das vordere, frei bewegliche Ende 8 jedes Biegewandlers 2 ist eine zylinderförmige Verdickung 14 aufgeklemt. Die Verdickung 14 greift in den hinteren Teil einer mit Hilfe einer Achse 12 am Gehäuse 1 drehbar gelagerten Wippe 10, deren vorderes Ende als ein langgestreckter Finger ausgebildet ist.

Zum Ansteuern der Nadeln wird das Steuermodul mit Hilfe der Bohrung 20 in senkrechter Lage, d.h. mit untereinanderliegenden piezoelektrischen Biegewandlern 2 befestigt. Während der Rotation des Strickzylinders der Rundstrickmaschine wird entsprechend der Position der Wippe 10 mit Hilfe eines Nockens die entsprechende Platine, welche einen Hub auf die zugeordnete Stricknadel überträgt, in eine operative Position gebracht oder nicht. Hierzu ist jeweils die entsprechende Platine des Strickzylinders an entsprechender Stelle mit einem Nocken versehen, so daß bei der senkrechten Ausrichtung des Steuermoduls jeweils ein Nocken oder eine Platine genau einem piezoelektrischen

Biegewandler 2 zugeordnet ist. Befindet sich beispielsweise eine der Wippen 10 in der gezeigten Position 18 so tritt der Nocken der zugeordneten Platine mit dem Finger der Wippe 10 beim Vorbeistreichen in Kontakt und wird infolgedessen in die operative Position gebracht. Entsprechend der operativen Position wird ein Hub auf die zugeordnete Stricknadel übertragen, welche daraufhin zu einer Maschenbildung herangezogen wird. Bei der gezeigten Stellung 16 einer der Wippen 10 tritt hingegen der Nocken der zugeordneten Platine beim Vorbeistreichen nicht mit dem Finger der Wippe 10 in Kontakt, so daß die Platine sich nicht in der operativen Position befindet. Entsprechend wird kein Hub auf die zugeordnete Stricknadel übertragen und diese infolgedessen auch nicht zu einer Maschenbildung herangezogen.

Zum Anschluß des in Figur 1 gezeigten Steuermoduls wird eine entsprechende Steuerelektronik über Verbindungskabel, Verbindungsklemmen oder sonstige elektrische Kontaktierungen mit den piezoelektrischen Biegewandlern 2 verbunden. Die Steuerelektronik kann hierbei an das Gehäuse 1 des Steuermoduls befestigt oder bei einer entsprechenden Länge der Verbindungskabel an einer sonstigen Stelle der Strickmaschine befestigt werden.

In Figur 2 ist in Aufsicht eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Steuermoduls gezeigt. Der Aufbau entspricht im wesentlichen dem Steuermodul, welches in Figur 1 gezeigt ist. Bei gleicher Außenabmessung des Gehäuses 1 wurden die piezoelektrischen Biegewandler 2 um ca. 1/3 gegenüber den Biegewandlern in Figur 1 gekürzt. Bei gleicher Funktionsweise läßt sich dadurch eine Steuerelektronik 20 in das Gehäuse 1 integrieren. Steuerelektronik 20 und Steuermodul sind auf diese Weise kompakt in einem einzigen Gehäuse 1 untergebracht.

Eine solche Bauweise hat den Vorteil, daß die elektrischen Verbindungskabel zwischen der Steuerelektronik 20 und den Biegewandlern 2 sehr kurz gehalten werden können, so daß auch Spannungspulse mit hoher Frequenz an die Biegewandler 2 angelegt werden können. Die Steuerelektronik 20 selbst ist auf einer Elektronikplatine 21 untergebracht. Symbolisch sind hierzu in Figur 2 ohne weitere Einzelheiten entsprechende elektronische Bauelemente 22 eingezeichnet. Zur Befestigung des jeweiligen hinteren Endes 5 der Biegewandler 2 ist die Klemmleiste 6 direkt auf der Elektronikplatine 21 befestigt. Die Elektronikplatine 21 selbst ist mit dem Gehäuse 1, hier nicht näher eingezeichnet, verschraubt.

Der detaillierte Aufbau sowie die elektrische Kontaktierung eines Biegewandlers 2 gemäß den Figuren 1 und 2 ist anhand einer perspektivischen Darstellung in Figur 3 gezeigt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist hierbei die elektrisch isolierende Beschichtung des Biegewandlers 2 nicht gezeichnet. Der Biegewandler 2 ist an seinem hinteren Ende 5 fest in eine Nut der Klemmleiste 6 eingespannt. Wie bereits in den Figuren 1 und 2

gezeigt, ist das frei bewegliche vordere Ende des Biegewandlers 2 über eine zylinderförmige Verdickung 14 beweglich mit einer Wippe 10 verbunden, welche über eine Achse 12 drehbar an dem Gehäuse 1 befestigt ist. Der für das Steuermodul zur Ansteuerung der Nadeln einer Rundstrickmaschine vorgesehene Biegewandler 2 weist eine Dicke 31 von 750 µm und eine Breite 32 von 7 mm auf. Die freie Länge 30, gemessen vom freien Ende des Biegewandlers bis zu seinem hinteren Befestigungspunkt des Biegewandlers beträgt 38 mm, so daß das Verhältnis der freien Länge 30 des Biegewandlers 2 zu seiner Dicke 31 50 beträgt. Der Tragkörper 3 ist, wie bereits beschrieben, beidseitig mit einer piezoelektrisch aktiven Schicht aus einer Blei-Zirkonat-Titan-Oxidkeramik versehen. Beidseitig ist zur elektrischen Kontaktierung eine dünne Metallisierung 7 auf die jeweilige piezoelektrisch aktive Schicht 4 aufgebracht. Sowohl der Tragkörper 3 als auch die beidseitig aufgetragene piezoelektrisch aktive Schicht 4 erstrecken sich auf der dem freien Ende des Biegewandlers abgewandten Seite bis hinter die Klemmleiste 6. Zur elektrischen Kontaktierung erstreckt sich der Tragkörper 3 aus einem kohlefaser-verstärkten Epoxidharz bis über die Länge der piezoelektrisch aktiven Schicht 4 hinaus. Zur elektrischen Kontaktierung sind der Tragkörper 3 sowie die als äußere Elektrode wirkende Metallisierung 7 der jeweiligen piezoelektrisch aktiven Schicht 4 über einen Lötkontakt 34 jeweils mit Verbindungskabeln 32 versehen. Der Biegewandler 2 ist mit einem sogenannten Drei-Pol-Anschluß versehen.

Entsprechend der Orientierung in Figur 4 wird zwischen die beiden äußeren Elektroden oder zwischen der jeweiligen Metallisierung 7 der beiden piezoelektrisch aktiven Schichten 4 eine Potentialdifferenz von 200 V angelegt. Die Polarisationsrichtung 36 der als Blei-Zirkonat-Titan-Oxidkeramik ausgebildeten piezoelektrisch aktiven Schicht 4 zeigt auf beiden Seiten des Tragkörpers 3 in die eingezeichnete Richtung, d.h. in Richtung des durch die angelegte Potentialdifferenz entstehenden elektrischen Feldes. Für die Ansteuerung des Biegewandlers 2 wird nun an den Tragkörper 3 abwechselnd ein Potential von 0 V und von +200 V angelegt. Bei einer angelegten Spannung von 0 V ist die gemäß Figur 4 an der oben liegenden piezoelektrisch aktiven Schicht 4 abfallende Potentialdifferenz gleich 0 V. Es liegt kein elektrisches Feld an; die piezoelektrisch aktive Schicht wird nicht aktiviert. An der gemäß Figur 4 unten liegenden piezoelektrisch aktiven Schicht 4 hingegen fällt eine Potentialdifferenz von 200 V ab. Das entstehende elektrische Feld zeigt in Richtung der Polarisationsrichtung 36. Die unten liegende piezoelektrisch aktive Schicht 4 wird daher aktiviert und kontrahiert in Richtung senkrecht zum anliegenden elektrischen Feld, d.h. senkrecht zur Polarisationsrichtung 36. Als eine Folge hiervon krümmt sich der in Figur 3 gezeigte Biegewandler 2 an seinem freien Ende nach unten, so daß sich der Finger, der über die Achse 12 drehbar gelagerten Wippe 10 nach oben bewegt. Wird

der Tragkörper 3 dagegen auf ein Potential von +200 V gelegt, so kontrahiert entsprechend die gemäß Figuren 3 und 4 oben liegende piezoelektrisch aktive Schicht 4, so daß der Finger der Wippe 10 sich nach unten bewegt.

Patentansprüche

1. Steuermodul zur Steuerung der Nadeln einer Wirk- oder Strickmaschine, mit einem Gehäuse (1) und mindestens einem darin angeordneten piezoelektrischen Biegewandler (2), wobei der Biegewandler (2) einen flachen Tragkörper (3) umfaßt, welcher zumindest auf einer Seite mit einer piezoelektrisch aktiven Schicht (4) versehen und an seinem hinteren Ende (5) fest mit dem Gehäuse (1) verbunden ist, 10
dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der freien Länge (30) des Biegewandlers (2) zu seiner Dicke (31) in einem Bereich zwischen 40 und 70 15
 liegt. 20
2. Steuermodul nach Anspruch 1, 25
dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung der Nadeln der Biegewandler (2) durch Anlegen einer Spannung von mehr als 100 V an die Elektroden der piezoelektrisch aktiven Schicht (4) betätigbar ist.
3. Steuermodul nach Anspruch 2, 30
dadurch gekennzeichnet, daß die piezoelektrische aktive Schicht (4) eine Piezokeramik ist, und daß das durch Anlegen der Spannung entstehende elektrische Feld in Polarisationsrichtung (36) der Piezokeramik zeigt. 35
4. Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 40
dadurch gekennzeichnet, daß der Biegewandler (2) beidseitig mit einer piezoelektrisch aktiven Schicht (4) versehen ist. 45
5. Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 45
dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke (31) des Biegewandlers (2) in einem Bereich von 500 bis 900 µm liegt. 50
6. Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 50
dadurch gekennzeichnet, daß die Breite (32) des Biegewandlers (2) in einem Bereich von 2 bis 10 mm liegt. 55
7. Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 55
dadurch gekennzeichnet, daß der Tragkörper (3) aus einem Faser-Verbundwerkstoff besteht.
8. Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 55
dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuerelektronik (20) zum Betätigen des Biegewandlers (2) in

dem Gehäuse (1) angeordnet ist.

9. Steuermodul nach Anspruch 8, 5
dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektronik (20) auf einer Elektronikplatine (21) angeordnet ist, und daß das hintere Ende (5) des Biegewandlers (2) an der Elektronikplatine (21) befestigt ist.
10. Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9, 10
dadurch gekennzeichnet, daß mehrere parallel zueinander angeordnete Biegewandler (2) vorgesehen sind. 15

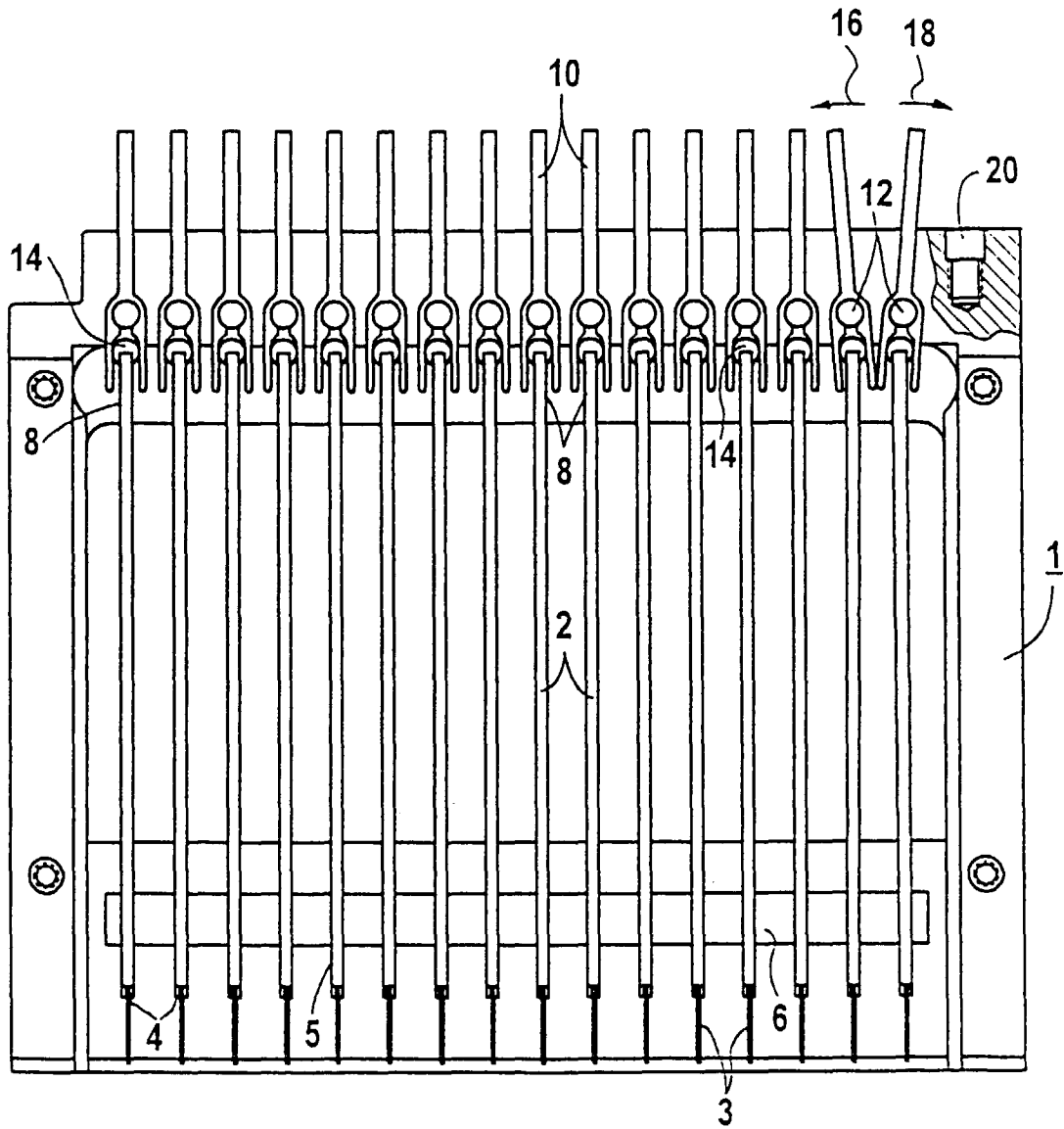


FIG 1

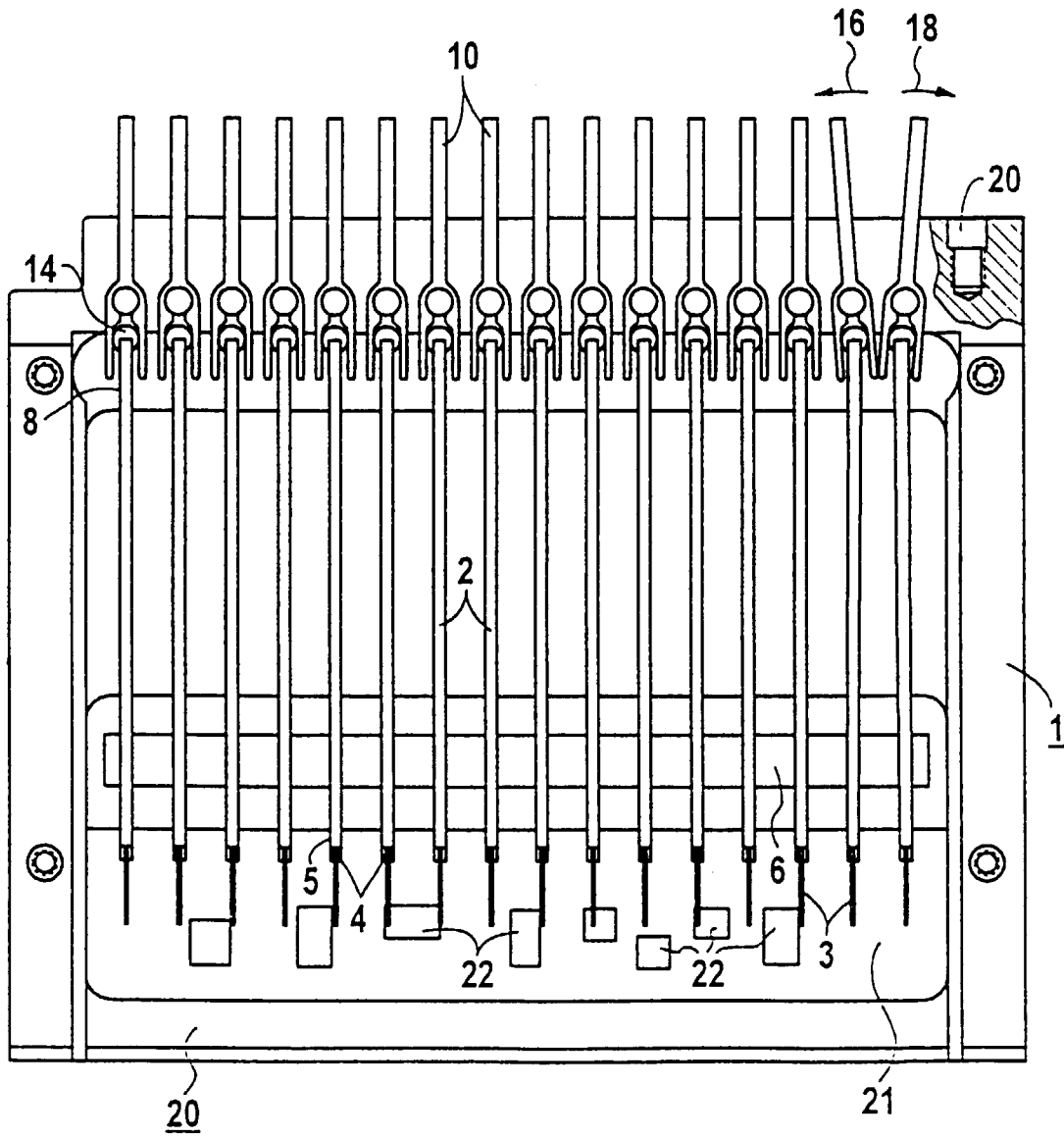


FIG 2

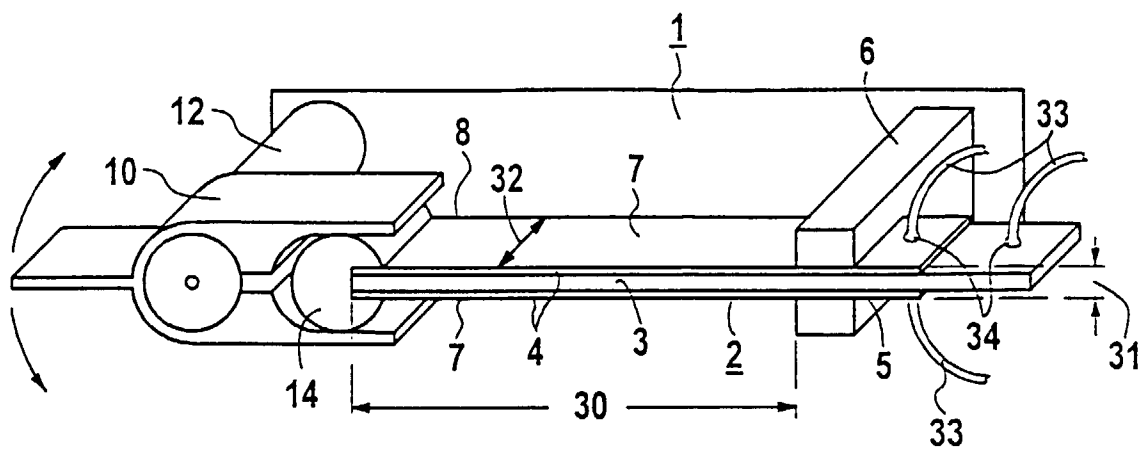


FIG 3

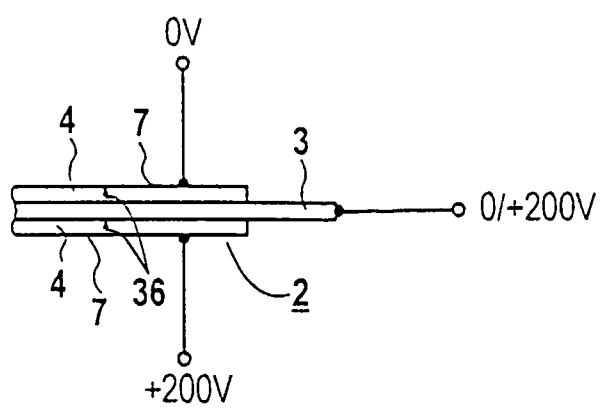


FIG 4