



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 702 318 B1

(51) Int. Cl.: B65H 59/40 (2006.01)
G01L 1/18 (2006.01)
G01L 5/10 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00318/08

(73) Inhaber:
Urs Meyer, texma.org AG
8810 Horgen (CH)

(22) Anmeldedatum: 03.03.2008

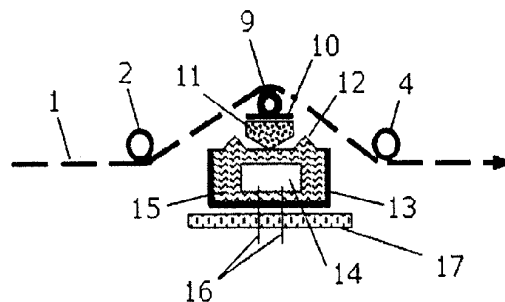
(24) Patent erteilt: 15.06.2011

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.06.2011

(72) Erfinder:
Urs Meyer, 8172 Niederglatt (CH)

(54) **Vorrichtung zum Messen der Zugspannung auf einem Garn.**

(57) Der Faden 1 läuft über die festen Fadenführer 2 und 4 und wird dazwischen durch den Tastkopf 9 ausgelenkt. Der Tastkopf wird durch die als federndes Gelenk wirkende Lamelle 10 am Gehäuse 17 gehalten. Diese wirkt gleichzeitig als ebene Auflage für den Kraftübertragungskörper 11, der als Dämpfungselement ausgebildet und auf ihr befestigt ist. Dieser Kraftübertragungskörper 11 liegt mit minimaler Vorspannung auf der Membrane 12 der Druckmessdose 13 auf. Diese ist mit einem fluiden Übertragungsmedium 15, vorzugsweise Silikonöl, gefüllt und enthält das eigentliche Wandlerelement, eine piezoresistive Messkapsel 14, welche auf bekannte Art den in der Druckmessdose von der Membran erzeugten Druck in ein elektrisches Signal umwandelt. Das Signal wird mit leitenden Stiften 16 über Glasdurchführungen aus dem Innenraum der Druckmessdose nach aussen geleitet. Der Sensor hat besondere Vorteile in der Wiedergabe von impulsförmigen Kraftverläufen auf dem laufenden Garn.



Beschreibung

[0001] Das Erfassen der Fadenzugkraft zur Steuerung und Überwachung von garnverarbeitenden Maschinen erfolgt mit Fadenkraftsensoren, die ausnahmslos auf dem Auslenken des Fadens aus einer ursprünglich gestreckten Lage beruhen. Zur Auslenkung wird ein fadenführendes Organ eingesetzt, das durch den Faden mit einer Rückstellkraft beaufschlagt wird. Diese Rückstellkraft wird durch ein Sensorelement in ein elektrisches Signal umgewandelt. Die auf das Sensorelement wirkende Kraft ist, ein genügend steifes Sensorelement vorausgesetzt, im Wesentlichen proportional zur anliegenden Fadenzugkraft. Das fadenführende Organ besteht aus einem den Faden berührenden Tastkopf, einer dazugehörigen mechanischen Führung, die auf einer Drehung oder Linearbewegung beruhen kann, und die mit dem eigentlichen Sensorelement in Verbindung stehende Kraftübertragung.

[0002] Weil jede Auslenkung des Fadens aus seinem ausgestreckten Pfad eine zusätzliche Beanspruchung des Fadens durch Reibungskräfte und die Gefahr von Beschädigung durch Scheuern an den fadenführenden Elementen mit sich bringt, muss der auslenkende Winkel über dem Tastkopf möglichst gestreckt sein. Deshalb steht nur ein geringer Teil des Fadenzuges als wirksame Kraft am Tastkopf für die Übertragung auf das Sensorelement zur Verfügung. Umso höher sind die Anforderungen an die Empfindlichkeit des Sensorelementes. Wohl lässt sich diese Empfindlichkeit durch eine entsprechende mechanische Übersetzung mit einem Hebel oder Biegebalken erhöhen, jedoch auf Kosten der dynamischen Eigenschaften des Sensors.

[0003] Die dynamischen Eigenschaften eines Fadenzugaufnehmers zeigen sich an seiner Fähigkeit, kurzzeitige Kraftspitzen naturgetreu mit einem elektrischen Ausgangssignal abzubilden. Dies entspricht signaltechnisch einer grossen Bandbreite, im Falle von textilen Garnen bis zu Grenzfrequenzen im Bereich einiger kHz. Dies ist einerseits bedingt durch die hohe Produktionsgeschwindigkeit der Maschinen, die bis zu 200 m/s reicht, und andererseits die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Zugkraftimpulsen in Garnen, die im Bereich von 1000 bis 10 000 m/s liegen.

[0004] Die bekannten Konstruktionen von Fadenzugsensoren mit den oben angegebenen Komponenten zeigen nun ausgeprägte Resonanzschwingungen, welche auf das Zusammenwirken der elastischen Befestigung bzw. Führung des Tastkopfes in Verbindung mit seiner bewegten Masse zurückzuführen sind. Ein zur Aufnahme rascher Zugkraftimpulse geeigneter Sensor muss deshalb nicht nur eine hohe Eigenfrequenz aufweisen, sondern auch ein aperiodisches Verhalten, das heisst eine den schwingenden Komponenten angepasste Dämpfung. Diese darf jedoch nicht die Empfindlichkeit des Sensors selbst beeinträchtigen. Keine der bekannten Ausführungen, wie sie in der Folge aufgezeigt werden, erfüllt diese Bedingung.

[0005] Der von der Firma Oerlikon Heberlein Temco angebotene Sensor Typ ZKS, dokumentiert unter (<http://www.temco.de/uploads/media/ZKS50.pdf>), setzt als mechanische Führung des Tastkopfes eine federnde Lamelle ein, die parallel zum Faden verläuft und am einen Ende den Fadenführer trägt, am gegenüberliegenden Ende fest mit dem Gehäuse verbunden ist. Der Sensor funktioniert nach dem Prinzip der Federwaage. Das Übertragungselement ist ein Dauermagnet, der auf der Gegenseite des Fadenführers an der federnden Lamelle angebracht ist. Die Position dieses Dauermagneten wird über das von ihm erzeugte Magnetfeld berührungslos von einem am Gehäuse fest angebrachten Hallelement erfasst. Dieser Sensor ist in seiner Bandbreite beschränkt durch die vergleichsweise geringe Federkonstante der Lamelle und die bedeutende Masse des Dauermagneten. Eine Dämpfung der Eigenresonanz ist nicht vorgesehen. Zur Messung dynamischer Effekte im Fadenzug ist der Sensor nicht geeignet.

[0006] Bei einer Reihe von weiteren bekannten Konstruktionen nach dem gleichen Prinzip des Biegebalkens als Federwaage sind auf der biegsamen Lamelle Dehnmessstreifen angebracht, welche die mechanische Deformation direkt in ein elektrisches Signal umwandeln. Ein Beispiel dazu ist der von der Firma Oerlikon Heberlein Temco angebotene Sensor Typ 8408, dokumentiert unter (<http://www.heberlein.com/index.php?id=283&L=0>). Hier ist die federnde Lamelle aus keramischem Material ausgeführt und die Dehnmessstreifen sitzen in Dickfilmtechnik unmittelbar darauf.

Fig. 1 zeigt den Fadenlauf und das Funktionsprinzip eines konventionellen Fadenspannungssensors.

Fig. 2 zeigt den Fadenlauf und den Aufbau der erfindungsgemässen Vorrichtung.

Fig. 3 zeigt den Aufbau der erfindungsgemässen Vorrichtung im Schnitt quer zum Fadenlauf.

Fig. 4 zeigt im Vergleich das bei einem Zugspannungsschoss erzeugte Signal eines konventionellen Sensors und der erfindungsgemässen Vorrichtung.

[0007] Fig. 1 zeigt als Beispiel eine solche Ausführung. Der Faden 1 läuft über die beiden mit dem Gehäuse des Fadenzugaufnehmers fest verbundenen Fadenführer 2 und 4 und wird dazwischen mit dem Tastkopf 3 ausgelenkt. Dieser sitzt am beweglichen Ende einer federnden Lamelle 5, die am gegenüberliegenden Ende 6 fest mit dem Gehäuse verbunden ist. Unter Einwirkung der Fadenzugkraft federt der Tastkopf in Richtung der Bewegung 7 ein. Die sich dadurch auf der Oberfläche der Lamelle 5 einstellende Dehnung wird mit einem Dehnmessstreifen 8 auf bekannte Art in ein elektrisches Signal umgewandelt. Dieser Sensor ist in seiner Bandbreite beschränkt durch die vergleichsweise geringe Federkonstante der Lamelle, die sich aus der Deformation ergibt, welche zum Erzeugen eines Signals über Dehnmessstreifen benötigt

wird. Die Eigenfrequenz liegt bei typisch 700 Hz. Die Resonanzschwingung ist sehr ausgeprägt, weil keine Dämpfung vorgesehen ist. Zur Messung dynamischer Effekte im Fadenzug ist diese Art von Sensor nicht geeignet.

[0008] Das Deutsche Patent DE10 249 278 beansprucht eine Konstruktion mit einem quer zum Fadenlauf stehenden Stift als Tastkopf, der einseitig an einer als Torsionsbalken ausgebildeten Lamelle angebracht ist. Auf dieser Lamelle sind Dehnmessstreifen angebracht, welche die mechanische Deformation der Lamelle in ein elektrisches Signal umsetzen. Hier sind die gleichen Eigenschaften zu erwarten wie beim vorgenannten Konzept. Die in der Patentschrift erwähnte Dämpfung liegt mechanisch im Kraftnebenschluss zur auf den Tastkopf wirkenden Fadenkraft und beeinträchtigt unmittelbar die Genauigkeit der ganzen Kraftübertragung. Eine präzise Funktion des Sensors ist hier vom Funktionsprinzip her nicht gegeben.

[0009] Das Deutsche Patent DE10 333 202 beschreibt eine Anordnung, bei der als Tastkopf ein quer zum Fadenlauf stehender Stift eingesetzt ist, der einseitig an einer als Biegebalken ausgebildeten Lamelle angebracht ist. Auf der zur Führung und Kraftübertragung eingesetzten Lamelle sind Dehnmessstreifen angebracht, welche die mechanische Deformation der Lamelle in ein elektrisches Signal umsetzen. Es handelt sich hier um eine andere Gestaltung der Führung für den Tastkopf als bei den vorher genannten Ausführungen, prinzipiell aber ebenfalls um eine mechanische Umsetzung der Bewegung des Tastkopfes in die Dehnung eines federnden Elementes. Bei der erforderlichen Empfindlichkeit liegt die Resonanzfrequenz wiederum bei einigen 100 Hz, eine Dämpfung fehlt, und fehlt auch hier die Fähigkeit zur Messung dynamischer Vorgänge.

[0010] Im Schweizer Patent CH 692 007 ist ein völlig anderer mechanischer Aufbau aufgezeigt. Der Tastkopf ist als Röhrchen ausgebildet, das Übertragungselement als Stößel ausgeführt, die Führung erfolgt durch zwei Membrane als Linearführung. Das eigentliche Sensorelement ist als Membrane ausgebildet, aber nicht weiter beschrieben. Eine derartige Anordnung mit federnden Membranen als Führung eines massebehafteten Stößels führt wiederum zu einer vergleichsweise tiefen Resonanzfrequenz. Insbesondere fehlt aber jedes Mittel der Dämpfung, was auch dieses Konzept zur Messung dynamischer Vorgänge unbrauchbar macht.

[0011] Das Deutsche Patent DE19 510 599 zeigt eine mit einer Membran bestückte Druckmessdose, welche mit einem unmittelbar auf der Membran aufliegenden Tastkopf ausgerüstet ist. Das zur Umwandlung in ein elektrisches Signal benützte Prinzip wird als kapazitiv oder piezoelektrisch beschrieben. Bei geringer Masse des Tastkopfes und geeigneter Ausführung der Membran sind hier die höchsten Eigenfrequenzen aller vorgenannten Konzepte zu erwarten. Die ausschliessliche Führung des Tastkopfes durch die unmittelbar als Sensorelement wirkende Membran berücksichtigt aber nicht die erheblichen Reibungskräfte, welche vom laufenden Faden auf den Tastkopf ausgeübt werden. Diese zusätzliche Kraftkomponente in Richtung des Fadenlaufes muss zwingend von der Kraftkomponente getrennt werden, die aus der Fadenzugkraft als Resultierende der Umlenkung entsteht. Abgesehen von der mangelnden Genauigkeit der Messung ist auch hier das Fehlen einer Dämpfung massgebend für die mangelnde Eignung des Konzeptes.

[0012] Die erfindungsgemässe Vorrichtung vermeidet diese Einschränkungen, welche sich auf die nutzbare Bandbreite des aufgenommenen Signals beziehen, indem die bewegten Massen gering sind, die Steifigkeit der Anordnung hoch ist und die Dämpfung im Zug der Kraftübertragung ohne Einbusse an Genauigkeit wirkt. Fig. 2 zeigt diese Vorrichtung im Schnitt entlang des Fadenlaufes, Fig. 3 quer dazu im Schnitt auf der Höhe, wo der Faden über das Tastelement läuft. Der Faden 1 läuft über die festen Fadenführer 2 und 4 und wird dazwischen durch den Tastkopf 9 ausgelenkt. Der Tastkopf ist als torsionssteifes Rohr ausgebildet und wird durch die als federndes Gelenk 18 wirkende Lamelle 10 am Gehäuse 17 gehalten. Die Lamelle 10 wirkt gleichzeitig als ebene Auflage für den Kraftübertragungskörper 11, der als Dämpfungselement ausgebildet und auf ihr befestigt ist. Dieser Kraftübertragungskörper 11 liegt mit minimaler Vorspannung auf der Membrane 12 der Druckmessdose 13 auf. Diese ist mit einem fluiden Übertragungsmedium 15, vorzugsweise Silikonöl, gefüllt und enthält das eigentliche Wandlerelement, eine piezoresistive Messkapsel 14, welche auf bekannte Art den in der Druckmessdose von der Membran erzeugten Druck in ein elektrisches Signal umwandelt. Das Signal wird mit leitenden Stiften 16 über Glasdurchführungen aus dem Innenraum der Druckmessdose nach aussen geleitet. Die mit dieser Vorrichtung erzielte Empfindlichkeit ist hoch, indem die piezoresistive Messkapsel 14 ein gegenüber konventionellen Dehnmessstreifen um eine Grössenordnung stärkeres Signal erzeugt. Durch den Aufbau der Messkapsel aus einem Silizium-Einkristall hat diese weitgehend ideale mechanische Eigenschaften, im Wesentlichen eine ausgezeichnete Linearität und eine vernachlässigbare Hysterese. Durch die fluide Kraftübertragung von der Membran 12 auf die piezoresistive Messkapsel 14 wird die Bewegung der Membran 12 verkürzt, diese also steifer. Versuche haben ergeben, dass die Eigenfrequenz der Membran höher liegt als 50 kHz. In Verbindung mit der Elastizität eines aus Elastomer bestehenden Kraftübertragungskörpers 11 und der Masse des Tastkopfes 9 ergibt sich für die gesamte Anordnung eine Eigenfrequenz von 7 kHz, wobei das Signal nahezu aperiodisch gedämpft verläuft.

[0013] Fig. 4 zeigt vergleichsweise die Impulsantwort im Zeitbereich eines konventionellen Sensors und einer erfindungsgemässen Vorrichtung. Aufgetragen ist die Amplitude 18 über der Zeitachse 19 nach einem zum Zeitpunkt null auftretenden Kraftimpuls. Das zum konventionellen Aufnehmer gehörende Signal 20 schwingt mit einer seiner Resonanzfrequenz entsprechenden Sinusschwingung über eine Vielzahl von Schwingungen aus. Die entsprechende Frequenz liegt je nach Typ und Aufbau des Sensors zwischen 50 und 700 Hz. Das vom erfindungsgemässen Sensor abgegebene Signal 21 entspricht dem Verlauf der Fadenspannung und lässt keine Resonanz des Sensors selbst mehr erkennen. Die Impulsform ist gegeben durch die Elastizität der fadenführenden Komponenten im Fadenlauf und durch den Impulserzeuger selbst.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Messen der Zugspannung auf einem textilen oder technischen Garn, bestehend aus einem den Verlauf dieses Garns umlenkenden, beweglich gelagerten Tastkopf (9), einem oder mehreren hintereinander geschalteten Kraftübertragungskörpern (11) und einer mit Flüssigkeit (15) gefüllten, piezoresistiven Druckmessdose (13).
2. Vorrichtung gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Tastkopf (9) mit einer als Biegefeder ausgebildeten Lamelle (10) befestigt ist.
3. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der Kraftübertragungskörper (11) aus einem Elastomer besteht.
4. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass einer der Kraftübertragungskörper (11) am beweglich gelagerten Tastkopf befestigt ist.
5. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass einer der Kraftübertragungskörper (11) an einer Membran (12) der Druckmessdose (13) befestigt ist.
6. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der Kraftübertragungskörper (11) in Richtung der zu übertragenden Kraft einen zumindest abschnittsweise konischen Querschnitt aufweist.
7. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die piezoresistive Druckmessdose (13) als Absolutdruckaufnehmer ausgebildet ist.
8. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die piezoresistive Druckmessdose (13) als Relativdruckaufnehmer ausgebildet ist.

Fig. 1

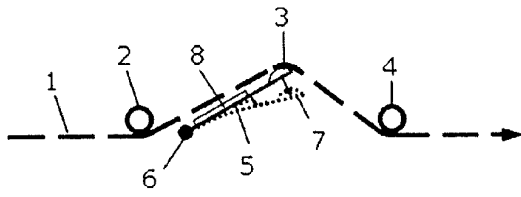


Fig. 2

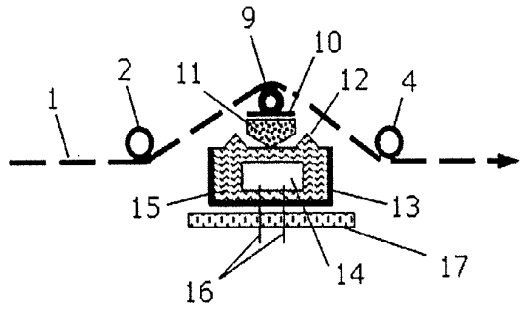


Fig. 3

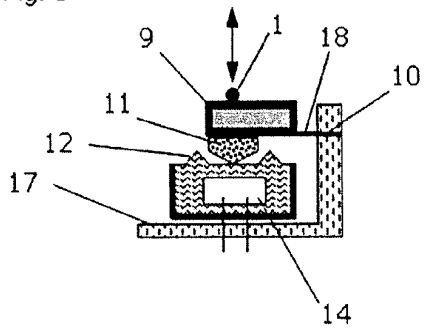


Fig. 4

