



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 041 636 A1** 2009.03.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 041 636.0**

(22) Anmeldetag: **03.09.2007**

(43) Offenlegungstag: **05.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B06B 1/06** (2006.01)

H01L 41/08 (2006.01)

H01L 41/053 (2006.01)

(71) Anmelder:

Argillon GmbH, 96257 Redwitz, DE

(74) Vertreter:

Patentanwälte Tergau & Pohl, 90482 Nürnberg

(72) Erfinder:

Rüttel, Martin, 96271 Grub, DE; Klump, Stefan, 96215 Lichtenfels, DE; Günther, Jürgen, 96342 Stockheim, DE; Kremer, Hubert, 96349 Steinwiesen, DE; Schleicher, Jürgen, 96523 Steinach, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE10 2005 036107 A1

DE 200 08 844 U1

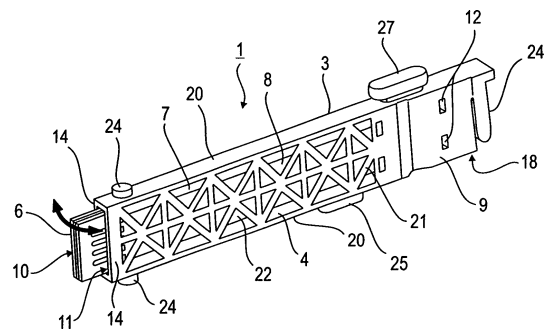
US 63 23 583 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Biegewandlerelement sowie Biegewandlermodul**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Biegewandlerelement (1, 40) mit einem Schutzgehäuse (3) und mit einem darin angeordneten Biegewandler (4) angegeben, welcher einen flachen Tragkörper (6) und eine darauf auf mindestens einer Seite aufgebrachte piezoelektrisch aktive Beschichtung (7) umfasst, wobei der Biegewandler (4) im Wesentlichen von dem Schutzgehäuse (3) umschlossen und mit seinem Festende (9) unmittelbar im Schutzgehäuse (3) befestigt ist. Weiter wird ein Biegewandlermodul (28) mit einer Mehrzahl derartiger Biegewandlerelemente (1, 40) angegeben. Durch die Fixierung eines Biegewandlers (4) innerhalb eines Schutzgehäuses (3) wird eine leicht montierbare Einheit geschaffen, wobei die Beschädigungsquote bei einer Montage oder einem Transport infolge mechanischer Zerstörung der piezoelektrischen Beschichtung (7) gegenüber Ausführungen des Standes der Technik deutlich herabgesetzt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Biegewandlerelement mit einem Biegewandler, der einen flachen Tragkörper und eine darauf auf mindestens einer Seite aufgebrauchte piezoelektrisch aktive Beschichtung umfasst. Die Erfindung betrifft weiter ein Biegewandlermodul, in welchem eine Mehrzahl von Biegewandlerelementen zusammengefasst ist.

[0002] Ein Biegewandler, wie für das Biegewandlerelement eingangs genannt, dient vorrangig zur Ausnutzung des indirekten oder reziproken piezoelektrischen Effekts, das heißt der Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie. Gleichwohl eignet sich ein piezoelektrischer Biegewandler auch dazu, mechanische in elektrische Energie umzuwandeln. Hierbei wird der direkte piezoelektrische Effekt ausgenutzt.

[0003] Für einen piezoelektrischen Biegewandler gibt es eine Vielzahl von technischen Anwendungen. Solche Anwendungen sind zum Beispiel als ein piezoelektrischer Druckkopf für einen Tintenstrahldrucker, als ein Sensor für die Beschleunigungs- oder Druckmessung, als ein Stellelement für die Weitergabe der Musterinformation in einer Web-, Wirk- oder Strickmaschine und als ein Stellelement in einer Braille-Zeile in einem Lesegerät für Blinde, in einem Pneumatikventil, in einem schreibenden Messgerät oder in einem berührungslosen Oberflächen-Messinstrument. Auch kann ein piezoelektrischer Biegewandler als Generator zur Bereitstellung elektrischer Energie eingesetzt werden. Ein solches Anwendungsgebiet ist beispielsweise die Erzeugung von Energie für eine Messelektronik, die beispielsweise auf beweglichen oder rotierenden Teilen angeordnet ist, und die insofern durch Kabel nur aufwändig kontaktierbar ist.

[0004] Zum Betrieb des genannten piezoelektrischen Biegewandlers ist die piezoelektrisch aktive Beschichtung in der Regel flächig mit Elektroden, auch Kontaktflächen genannt, belegt. Insbesondere kann im Falle eines leitfähigen Tragkörpers auch der Tragkörper selbst als eine derartige Kontaktfläche wirken. Wird eine elektrische Spannung an die Kontaktflächen angelegt, so führt dies je nach Polung zu einer Kontraktion oder einer Expansion der zwischen den Kontaktflächen angeordneten piezoelektrischen Beschichtung. Infolge dessen verbiegt sich der gesamte Biegewandler oder es wird bei einem festgehaltenen Festende des Biegewandlers das Losende definiert ausgelenkt.

[0005] Umgekehrt wird eine Spannung zwischen den Kontaktflächen oder Elektroden der piezoelektrischen Beschichtung erzeugt, wenn der Biegewandler durch einen mechanischen Einfluss gegenüber seiner Ruheposition verbogen wird. Dadurch wird die pi-

ezelektrische Beschichtung kontrahiert oder ausgedehnt, wodurch sich aufgrund des direkten piezoelektrischen Effekts eine Spannung aufbaut.

[0006] Ein Biegewandler der genannten Art ist beispielsweise aus der DE 195 20 796 A1, der DE 40 25 436 A1 oder der DE 196 20 826 B1 bekannt.

[0007] Ein Biegewandlermodul der eingangs genannten Art mit einer Mehrzahl von piezoelektrischen Biegewandlern wird dazu verwendet, ein elektronisches Informationssignal in ein mechanisch abtastbares Informationssignal umzuwandeln. Beispielsweise wird ein Biegewandlermodul mit einer Vielzahl von parallel angeordneten elektrischen Biegewandlern zum Ansteuern der Nadeln oder der Maschen bildenden Elemente einer Web-, Wirk- oder Strickmaschine verwendet. Zur Musterbildung in der von einer Textilmaschine erzeugten Ware wird dabei die Information, ob eine Masche gebildet wird oder nicht, über eine mechanische Abtastung der Auslenkung des entsprechenden piezoelektrischen Biegewandlers erhalten. Insbesondere eignet sich ein solches Biegewandlermodul für den Einsatz in einer Jacquard-Maschine. Ein solches Biegewandlermodul ist beispielsweise aus der US 3,961,501 A oder der EP 0 210 790 A2 bekannt. Auch in der DE 197 06 755.7 A1 wird ein solches Biegewandlermodul vorgeschlagen.

[0008] Die piezoelektrisch aktive Beschichtung besteht in der Regel aus einer Piezokeramik. Eine Piezokeramik erlaubt nämlich über ihre Zusammensetzung eine Anpassung an unterschiedliche Anforderungen, welche beispielsweise hinsichtlich des Wärmeausdehnungskoeffizienten, der Größe des piezoelektrischen Effekts oder aber auch hinsichtlich der Flexibilität gestellt werden. Insbesondere sind bestimmte Oxidkeramiken, zum Beispiel auf der Basis Blei-Zirkonat-Titan, bekannt, die hervorragende Eigenschaften aufweisen.

[0009] Nachteiligerweise zeigt eine piezoelektrisch aktive Beschichtung und insbesondere eine Piezokeramik eine hohe Bruchempfindlichkeit. Insbesondere bei einem Biegewandler, bei dem die piezoelektrisch aktive Beschichtung auf einem flexiblen Tragkörper aufgebracht ist, muss bei der Montage, bei einem Austausch oder generell beim Transport äußerst sorgfältig vorgegangen werden. Es muss darauf geachtet werden, dass der Biegewandler mechanisch nicht über eine kritische Grenze hinaus verbogen wird. In einem Biegewandlermodul sind zudem viele Biegewandler auf kleinem Raum zusammengefasst; zusätzlich ist eine Ausrichtung des Biegewandlers bei dessen Einsetzen in das Modul erforderlich. Trotz sorgfältigen Vorgehens führt dennoch die hohe Bruchempfindlichkeit beim Einsetzen und Ausrichten der Biegewandler zu einer unerwünscht hohen Beschädigungsquote.

[0010] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Biege wandlerelement und ein Biege wandlermodul der ein gangs genannten Art anzugeben, bei welchen die Beschädigungsquote der Biege wandler bei der Montage, beim Transport oder beim Ausrichten gegenü ber den bekannten Ausführungsformen des Standes der Technik herabgesetzt ist.

[0011] Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungs gemäß gelöst durch ein Biege wandlerelement mit einem Schutzgehäuse und mit einem darin angeord neten Biege wandler, der einen flachen Tragkörper und eine darauf auf mindestens einer Seite aufgebracht e piezoelektrisch aktive Beschichtung umfasst, wobei der Biege wandler im Wesentlichen von dem Schutz gehäuse umschlossen und mit seinem Festende un mittelbar im Schutzgehäuse befestigt ist.

[0012] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass Beschädigungen des piezoelektrischen Biege wandlers durch teilweise notwendig werdende mechanische Belastungen beim Transport und ins besondere bei der manuellen Montage auftreten. Eine besonders hohe Beschädigungsgefahr besteht dabei beim Einsetzen und bei der Ausrichtung des Biege wandlers in einem Biege wandlermodul. Dabei muss der Biege wandler mit seinem Festende in dem Biege wandlermodul befestigt und zugleich mit sei nem Tragkörper und dem Losende für eine einwand freie Funktion korrekt ausgerichtet werden.

[0013] In einem weiteren Schritt geht die Erfindung von der Überlegung aus, dass eine Beschädigung des Biege wandlers durch eine mechanische Bean spruchung vermieden werden kann, wenn nicht der Biege wandler als solcher, sondern ein Biege wandler element aus einem Gehäuse und einem darin ange ordneten Biege wandler transportiert und montiert wird. Dadurch, dass der Biege wandler im Wesent lichen von dem Schutzgehäuse umschlossen ist, ist er an sich vor äußeren mechanischen Einflüssen ge schützt. Da weiter der Biege wandler mit seinem Festende unmittelbar im Schutzgehäuse befestigt ist, braucht bei einer Montage der Biege wandler als sol cher auch nicht mehr ausgerichtet werden. Da seine Lage gegenüber dem Schutzgehäuse fixiert ist, muss für eine korrekte Positionierung des Biege wandlers in einem Biege wandlermodul ausschließlich das Schutzgehäuse gegenüber dem Biege wandlermodul justiert werden. Der Biege wandler selbst wird hierbei mechanisch nicht oder nur unmerklich belastet.

[0014] Mit anderen Worten sieht die Erfindung vor, einen Biege wandler mit einem ihn umgebenden Schutzgehäuse zu einer Baueinheit, nämlich einem Biege wandlerelement, zusammenzufassen. Das Schutzgehäuse schützt den darin angeordneten Biege wandler vor äußeren mechanischen Einflüssen. Eine Ausrichtung des Biege wandlers an seinem Ein bauort wird ausschließlich durch eine Justierung des

Schutzgehäuses vorgenommen.

[0015] Da bei einer Montage oder bei einem Aus tausch eines Biege wandlerelements die im Schutz gehäuse angeordneten Biege wandler selbst kaum oder gar nicht mechanisch belastet werden, wird durch die Erfindung die Beschädigungsquote wäh rend des Einbaus oder Austausches gegenüber der herkömmlichen Montage der Biege wandler direkt an einem Biege wandlermodul erheblich herabgesetzt. Auch während des Transports ist der Biege wandler vor äußeren Einflüssen sicher geschützt.

[0016] Für die notwendige mechanische Bewegbar keit des Losendes des Biege wandlers kann das Schutzgehäuse entsprechend großzügig ausgestal tet sein. Insbesondere ist es vorstellbar, dass die Auslenkung des Losendes im Inneren des Gehäuses mechanisch abgegriffen wird. Auch im Falle eines Energiegenerators kann die Schwingung des Biege wandlers vollständig im Inneren des Gehäuses erfol gen. Der Biege wandler kann insofern komplett inner halb des Schutzgehäuses angeordnet sein.

[0017] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist es vorgesehen, dass der Biege wandler mit seinem Lo sende beweglich aus einer Öffnung des Schutzge häuses hervorsteht. Diese Ausgestaltung bietet sich insbesondere an, wenn das Losende des Biege wandlers mit mechanischen Kopplungselementen zur Übertragung der mechanischen Auslenkung zu sammenwirkt. Ein frei liegendes Ende kann dabei leichter an weitere Wirkkomponenten mechanisch angekoppelt werden. Dies kann beispielsweise in Biege wandlermodulen zur Steuerung von Textilma schinen der Fall sein, wobei die eingesetzten Biege wandler mit ihren jeweiligen Losenden mit Kopp lungsgliedern zusammenwirken, die die mechani sche Auslenkung der Biege wandlerenden beispie lsweise zur Ansteuerung von Nadeln mechanisch übertragen und gegebenenfalls verstärken. Selbst verständlich kann das aus dem Schutzgehäuse ra gende Losende des Biege wandlers auch als solches zu einer Übertragung von Informationen durch eine mechanische Auslenkung benutzt werden.

[0018] Weiter bevorzugt weist das Schutzgehäuse an der Öffnung seitliche Anschläge für das Losende auf. Durch diese seitlichen Anschläge wird die me chanische Auslenkung des Losendes seitlich be grenzt. Im Falle einer Informationsübertragung durch die Auslenkung des Losendes, das heißt einer geziel ten elektrischen Ansteuerung der Biege wandler, sind durch die Anschläge definierte Endpositionen für das Losende geschaffen, denen eine definierte Informati on zugeordnet ist. Für einen Biege wandler, bei dem der Tragkörper beidseitig mit einer piezoelektrisch aktiven Beschichtung versehen ist, können insge samt drei klar definierte Zustände des Losendes erzielt werden. In einer Ruheposition ist das Losende

mittig in der Öffnung des Schutzgehäuses angeordnet. Die beiden anderen Zustände ergeben sich durch die jeweilige Anschlagsposition des Losendes an den beiden seitlichen Anschlägen.

[0019] Das Schutzgehäuse selbst kann mehrteilig oder einteilig angefertigt sein. Insbesondere ist es hierbei zweckmäßig, ein elektrisch nicht leitfähiges, isolierendes Material für das Schutzgehäuse zu verwenden. Dies kann beispielsweise ein Kunststoff und insbesondere ein glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) sein. Insbesondere eignet sich hierbei ein so genannter ABS-Kunststoff, das heißt ein Acryl-Nitril-Butadien-Styrol. Das Gehäuse kann insbesondere mittels Spritzguss hergestellt werden. Eine mehrteilige Ausgestaltung des Gehäuses bietet eine gewisse Erleichterung bei der Montage des Biegewandlers innerhalb des Schutzgehäuses.

[0020] In einer besonders günstigen Variante, die sowohl eine einfache Herstellung des Schutzgehäuses als auch eine einfache Montage des Biegewandlers bietet, besteht jedoch darin, das Schutzgehäuse einteilig zu fertigen und zu einer Einführung des Biegewandlers in seiner Längsrichtung zum Zwecke der Montage auszubilden. Bei der Montage wird demzufolge der Biegewandler in seiner Längsrichtung mit dem Festende voraus in das Schutzgehäuse eingeführt und am Festende fixiert. Eine Verklebung und/oder eine Verrastung von Gehäuseteilen nach oder während der Montage des Biegewandlers entfällt. Es muss lediglich ein einziges Spritzgussteil hergestellt werden. Da das Schutzgehäuse einen gewissen Bewegungsspielraum für den darin angeordneten Biegewandler erlauben muss, stellt das Einführen des Biegewandlers in das Schutzgehäuse einen relativ einfachen Montageschritt dar.

[0021] Zweckmäßigerweise ist das Festende des Biegewandlers formschlüssig im Schutzgehäuse fixiert. Bei einer solchen Ausgestaltung kann das Festende des in das Gehäuse eingeführten Biegewandlers in einfacher Art und Weise beispielsweise durch eine Verklebung oder Verschraubung oder durch Verrastung fest mit dem Schutzgehäuse verbunden werden.

[0022] Hinsichtlich der Fixierung oder Befestigung des Biegewandlers in dem Schutzgehäuse ist es weiter vorteilhaft, wenn der Biegewandler an seinem Festende mit dem Schutzgehäuse verklebt ist. Durch einen solchen Materialschluss wird die Festigkeit der Verbindung weiter verbessert. In einer einfachen Art und Weise kann die Verklebung des Festendes mit dem Schutzgehäuse dann erfolgen, wenn das Schutzgehäuse an der Klebestelle eine Eindringöffnung für Klebstoff aufweist. Insbesondere bei einem einteiligen Schutzgehäuse erfolgt die Befestigung des Biegewandlers in dem Schutzgehäuse dann dadurch, dass der Biegewandler mit seinem Festende

voraus an die Klebestelle innerhalb des Schutzgehäuses geführt wird, wo es beispielsweise durch einen entsprechenden Klemmkontakt bereits sicher gehalten wird. Über geeignete Einbringöffnungen kann dann an dieser Stelle der Klebstoff in das Innere des Schutzgehäuses eingeführt werden, so dass das Festende mit dem Schutzgehäuse fest verklebt. Da der Klebstoff im Inneren des Schutzgehäuses aushärten muss, empfiehlt es sich, einen UV-härtbaren Klebstoff zu verwenden. Durch eine entsprechende Bestrahlung – gegebenenfalls durch die Öffnungen hindurch – wird hierbei eine rasche und sichere Verklebung erzielt. Bei einem durch Sauerstoff härtenden Klebstoff wäre hiergegenüber gegebenenfalls die Aushärtezeit nachteiligerweise erhöht.

[0023] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist das Schutzgehäuse eine Anzahl von durch Stege getrennte Durchbrüche auf. Diese Ausgestaltung ist zum einen hinsichtlich einer Materialreduzierung des Schutzgehäuses von Vorteil. Die Anbringung von Durchbrüchen ist aber auch dann wünschenswert, wenn das Biegewandlerelement an Stellen eingesetzt wird, an denen es mit mechanischem Abrieb, Schmutz oder Staubpartikeln sowie Flüssigkeiten, wie insbesondere Öl oder sonstigen Schmiermitteln in Berührung kommt. Dies ist beispielsweise im Falle von Biegewandlermodulen der Fall, die zur Steuerung von Textilmaschinen eingesetzt sind. Durch die im Schutzgehäuse angeordneten Durchbrüche können solche Materialien durch das Schutzgehäuse wieder nach außen hindurchtreten, so dass die Funktionalität des Biegewandlers trotz entsprechend verschmutzter Umgebung erhalten bleibt. Hierzu bietet es sich insbesondere an, die Durchbrüche seitlich an dem Schutzgehäuse, das heißt quer zur Bewegungsrichtung des Biegewandlers anzuordnen. Durch die Bewegung des Biegewandlers reinigt sich das Schutzgehäuse gewissermaßen von selbst.

[0024] Zur elektrischen Kontaktierung des Biegewandlers ist bevorzugterweise an seinem Festende im Schutzgehäuse ein elektrischer Steckkontakt angeordnet, über den ein externer Anschluss an eine entsprechende Steuerleitung möglich ist. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist hierbei der Steckkontakt aus einem leitfähigen Elastomer gebildet, gegen den entsprechende Kontaktstellen des Biegewandlers in seinem endmontierten Zustand im Schutzgehäuse gedrückt sind. Dabei können insbesondere die Kontaktflächen der piezoelektrischen Beschichtung selbst direkt mit dem elektrischen Steckkontakt, das heißt insbesondere direkt mit dem leitfähigen Elastomer, kontaktiert sein. Alternativ sind auf dem zu kontaktierenden Festende des Tragkörpers leitfähige Pads, beispielsweise aus Kupfer, angeordnet, die mit den Kontaktflächen oder Elektroden der piezoelektrisch aktiven Beschichtung leitend verbunden sind.

[0025] Für eine externe Kontaktierungsmöglichkeit des Steckkontaktes und insbesondere des leitfähigen Elastomers sind zweckmäßigerweise im Schutzgehäuse eine Anzahl von Bohrungen eingebracht. Über diese Bohrungen können dann Kontaktstifte oder dergleichen über den Steckkontakt mit den Elektroden oder Kontaktflächen des Biegewandlers elektrisch verbunden werden. Im Falle eines leitfähigen Elastomers als Steckkontakt ist es zur Herstellung einer elektrisch leitfähigen Verbindung mit den Elektroden oder Kontaktflächen des Biegewandlers lediglich notwendig, Kontaktstifte in das Elastomer einzuführen.

[0026] Da das Schutzgehäuse mit dem darin fixierten Biegewandler als Ganzes ein montage- und transportfähiges Biegewandlerelement darstellt, empfiehlt es sich, das Schutzgehäuse einer Einbaugestaltung endseitig mit Stiften zu versehen. Mittels geeigneter angebrachter Ausnehmungen an dem Gegenstück, an welchem das Biegewandlerelement zu befestigen ist, kann eine leichte Ausrichtung des Biegewandlerelements und damit des Biegewandlers erzielt werden.

[0027] Zweckmäßigerweise weist das Schutzgehäuse als eine Aus-/Einbauhilfe ein U-förmiges Aufnahmeelement auf, welches eine Eingriffsöffnung für ein Werkzeug umfasst. In die Eingriffsöffnung kann leicht das Werkzeug, wie beispielsweise ein Schraubendreher oder dergleichen eingeführt werden, wodurch sich sowohl der Einbau als auch der Ausbau des Biegewandlerelements vereinfacht.

[0028] In einer vorteilhaften Ausgestaltung als Energiegenerator ist an dem Losende des aus dem Schutzgehäuse ragenden Biegewandlers ein Masselement befestigt. Eine mechanische Erschütterung oder eine Vibration des Biegewandlerelements führt dann aufgrund der vergrößerten Schwingmasse zu einer mechanischen Auslenkung des Biegewandlers. Hierdurch wird zwischen den Elektroden der piezoelektrischen Beschichtung eine Spannung erzeugt, die beispielsweise über die vorgenannte Kontaktierung abgegriffen und zur Energieversorgung bereitgestellt werden kann. Bei dieser Ausgestaltung sind die seitlichen Anschläge des Schutzgehäuses insbesondere auch deshalb sinnvoll, weil hierdurch eine zu weite Auslenkung des Biegewandlers und somit eine Beschädigung der piezoelektrischen Beschichtung sicher vermieden ist.

[0029] Eine solche Ausgestaltung des Biegewandlerelements bietet sich insbesondere für den Einsatz als Energielieferant für eine Messelektronik an, die auf herkömmliche Weise mit elektrischen Leitern beziehungsweise Kabeln nicht kontaktiert werden kann. Eine solche Messelektronik ist beispielsweise ein Reifensensor, der auf der Felge eines Laufrads eines Kraftfahrzeugs montiert ist. Dieser aufgrund der be-

ständigen Rotation nur aufwändig elektrisch kontaktierbare Reifensensor erfasst beispielsweise den Reifendruck oder einen sonstigen Zustandsparameter und sendet das Messergebnis per Funk an die Bordelektronik des Kraftfahrzeugs. Zur elektrischen Versorgung eines solchen Reifensensors bietet es sich an, das geschilderte Biegewandlerelement mit einem dem Losende aufgesetzten Masselement mit auf dem Laufrad zu positionieren. Durch die beständige Bewegung und Erschütterung des Laufrads steht für den Reifensensor ausreichend Energie zur Aufnahme der Messwerte und zur Absendung per Funk zur Verfügung.

[0030] Die zweitgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Biegewandlermodul gelöst, welches eine Mehrzahl der vorgenannten Biegewandlerelemente umfasst, wobei die Biegewandlerelemente an einer Flachbaugruppe zusammengefasst sind. Insbesondere sind dabei die Biegewandlerelemente parallel nebeneinander angeordnet.

[0031] Wie bereits erwähnt ist der Einbau eines Biegewandlermoduls im Zuge einer Neumontage oder eines Austauschs an der Flachbaugruppe mit keiner oder allenfalls einer geringen mechanischen Belastung des Biegewandlers verbunden. Es wird stets das gesamte Biegewandlerelement, das heißt im Grunde genommen das Schutzgehäuse mit dem darin angeordneten Biegewandler eingesetzt. Ein direkter mechanischer Kontakt mit dem Biegewandler als solchem ist dabei sicher verhindert.

[0032] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Biegewandlermoduls weist die Flachbaugruppe Kontaktstifte auf, die mit den elektrischen Steckkontakten der Biegewandlerelemente in Verbindung stehen. Auf diese Weise vereinfacht sich die Montage der Biegewandlerelemente an der Flachbaugruppe weiter erheblich, da zur elektrischen Kontaktierung die Schutzgehäuse mit entsprechenden Bohrungen einfach auf die Kontaktstifte aufgesetzt werden. Sind die Steckkontakte der Biegewandlerelemente in Form eines leitfähigen Elastomers ausgestaltet, werden die Biegewandlerelemente schlichtweg einfach den Kontaktstiften aufgesetzt.

[0033] Zur Montage und Ausrichtung der Biegewandlerelemente sind die am Schutzgehäuse angeordneten Stifte vorgesehen, diese Stifte Wechselwirken mit entsprechenden Ausnehmungen, die in einem Modulgehäuse angeordnet sind, in welchem sowohl die Flachbaugruppe als auch die Biegewandlerelemente angeordnet sind.

[0034] Die Flachbaugruppe selbst ist beispielsweise als ein Kunststoffteil ausgestaltet, auf welchem sowohl die Elektronik als auch die damit verbundenen Kontaktstifte angeordnet sind.

[0035] Ein Biegewandlermodul der vorbeschriebenen Art eignet sich insbesondere als ein Steuermodul zur Steuerung von Textilmaschinen. Dabei wird – wie bereits erwähnt – die mechanische Auslenkung der Losenden der Biegewandler zur Informationsübertragung genutzt, ob eine Masche gebildet werden soll oder nicht.

[0036] Die weiter zu dem Biegewandlerelement vorbeschriebenen Vorteile können sinngemäß auf das Biegewandlermodul, in welchem eine Mehrzahl der Biegewandlerelemente eingesetzt ist, übertragen werden.

[0037] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen jeweils in perspektivischer Darstellung:

[0038] [Fig. 1](#) ein Biegewandlerelement mit einem Schutzgehäuse und einem darin angeordneten Biegewandler,

[0039] [Fig. 2](#) in einer Explosionsdarstellung ein Biegewandlermodul mit einer Flachbaugruppe und einer Mehrzahl von Biegewandlerelementen gemäß [Fig. 1](#),

[0040] [Fig. 3](#) in einer Explosionsdarstellung ein weiteres Biegewandlerelement, welches als Energiegenerator ausgelegt ist, und

[0041] [Fig. 4](#) das Biegewandlerelement gemäß [Fig. 3](#) in seinem zusammengebauten Zustand.

[0042] [Fig. 1](#) zeigt in einer perspektivischen Darstellung ein Biegewandlerelement **1**, welches ein Schutzgehäuse **3** und einen im Schutzgehäuse **3** angeordneten Biegewandler **4** umfasst. Der in dem Gehäuse **3** angeordnete Biegewandler **4** weist einen flachen Tragkörper **6** auf, der beidseitig jeweils mit einer piezoelektrisch aktiven Beschichtung **7** versehen ist. Der Biegewandler **4** ist mit seinem Festende **9** im Inneren des Schutzgehäuses **3** fixiert. An einer Öffnung **11** des Schutzgehäuses **3** ragt ein Losende **10** des Biegewandlers **4** heraus, der in den durch Pfeile angedeuteten Richtungen bewegbar ist.

[0043] Das Schutzgehäuse **3** ist als ein einstückiges Spritzgussteil aus einem glasfaserverstärkten ABS-Kunststoff gefertigt. Zur Montage wird der Biegewandler **4** ausgehend von der Öffnung **11** mit dem Festende **9** voraus in das Innere des Schutzgehäuses **3** geführt. Am Ende des Schutzgehäuses **3** ist im Inneren eine Klemmaufnahme für das Losende **9** des Biegewandlers **4** eingeformt. Ist der Biegewandler **4** mit seinem Losende **9** in dieser Klemmaufnahme fixiert, so wird über die Einbringöffnungen **12** Klebstoff in das Innere des Schutzgehäuses **3** eingebracht, wodurch der Biegewandler **4** mit seinem Festende zusätzlich zum Formschluss materialschlüssig mit

dem Schutzgehäuse **3** verbunden wird. Hierdurch wird eine besonders sichere und haltbare Verbindung zwischen dem Biegewandler **4** und dem Schutzgehäuse **3** erzielt.

[0044] An der Öffnung **11** des Schutzgehäuses **3** sind seitlich Anschläge **14** vorgesehen, wodurch zum einen eine erhöhte mechanische Belastung des Biegewandlers **4** durch eine unachtsame Auslenkung vermieden und zum anderen definierte Stellpositionen des Losendes **10** erzielt werden. Am anderen Ende des Schutzgehäuses **3** ist, hier nicht sichtbar, ein Steckkontakt **18** angeordnet, der ein leitfähiges Elastomer umfasst, gegen welches im Einbaustand die Kontaktflächen **8** der piezoelektrisch aktiven Beschichtung **7** gedrückt und somit leitfähig verbunden sind. Über entsprechende Bohrungen in dem Schutzgehäuse **3** kann dann leicht eine elektrische Kontaktierung der Kontaktflächen **8** mit externen Anschlüssen erfolgen.

[0045] Das Schutzgehäuse **3** weist weiter sich oberhalb und unterhalb des Tragkörpers **6** des Biegewandlers **4** erstreckende durchgehende Leisten **20** auf. Die den Biegewandler **4** umgebenden Seitenflächen des Schutzgehäuses **3** sind durch Stege **21** mit dazwischen angeordneten Durchbrüchen **22** versehen. Über diese Durchbrüche **22** treten Verunreinigungen wie Schmutz- oder Staubpartikel sowie Schmiermittel oder dergleichen infolge der Bewegungen des Biegewandlers **4** aus, so dass die Funktionsfähigkeit des Biegewandlerelements **1** auch in Umgebungen mit erhöhter Schmutzbelastung erhalten bleibt.

[0046] Weiter sind an dem Schutzgehäuse **3** beidseitig Stifte **24** vorgesehen, die einer Ausrichtung in einem etwaigen Biegewandlermodul-Gehäuse dienen. Zu einer solchen Ausrichtung oder Positionierung ist weiter an der Unterseite des Schutzgehäuses **3** ein Justagesteg **25** angeordnet, der an eine entsprechend geformte Ausnehmung an einem Biegewandlermodul-Gehäuse oder dergleichen eingreift. An der Oberseite des Schutzgehäuses **3** ist ferner ein Aufnahmeelement **27** angeordnet, welches eine Aufnahmeöffnung für ein geeignetes Werkzeug, wie insbesondere einen Schraubendreher, umfasst. Durch Einführung des Werkzeugs in die Öffnung des Aufnahmeelements **27** kann das montierte Biegewandlerelement **1** leicht entfernt und somit ausgetauscht werden.

[0047] In [Fig. 2](#) ist in einer Explosionsdarstellung ein Biegewandlermodul **28** mit seinen wesentlichsten Teilen dargestellt. In dem Biegewandlermodul **28** sind eine Mehrzahl von Biegewandlerelementen **1** parallel nebeneinander angeordnet. Jedes einzelne Biegewandlermodul **28** trägt dabei insgesamt sechzehn Biegewandlerelemente **1**. Man erkennt die Flachbaugruppe **30** zur Aufnahme der Biegewandler-

elemente **1**, die eine Elektronikschaltung **32** zur Ansteuerung der Biegewandler **4** sowie Kontaktstifte **32** zu einer elektrischen Kontaktierung trägt.

[0048] Das dargestellte Biegewandlermodul **28** eignet sich insbesondere zur Ansteuerung der Nadeln einer Textilmaschine. Durch die jeweilige Auslenkposition der Losenden **10** der Biegewandler **4** wird die für die Textilmaschine zur Musterbildung erforderliche Information weitergegeben. Dabei können die Losenden **10** gegebenenfalls mit mechanischen Übertragungsmitteln verbunden sein.

[0049] Zur elektrischen Kontaktierung werden die jeweiligen Biegewandlerelemente **1** als Einheit mit ihren den Losenden **10** abgewandten Enden auf die entsprechenden Kontaktstifte **33** der Flachbaugruppe **30** aufgesetzt. In den Schutzgehäusen **3** der Biegewandlerelemente **1** sind dabei jeweils entsprechende Bohrungen zur Aufnahme der Kontaktstifte **33** eingebracht. Die Kontaktstifte **33** dringen dabei über die Bohrungen in ein leitfähiges Elastomer ein, wodurch eine elektrische Kontaktierung mit den Kontaktflächen **8** der piezoelektrischen Biegewandler **4** hergestellt wird. Wie erwähnt sind die Kontaktflächen **8** gegen die im hinteren Ende der Schutzgehäuse **3** eingesetzten leitfähigen Elastomere gedrückt.

[0050] Sowohl die Flachbaugruppe **30** als auch die Biegewandlerelemente **1** sind insgesamt in einem lediglich schematisch gezeigten Modulgehäuse **35** angeordnet. Aus diesem Modulgehäuse **35** sind beispielsweise die elektrischen Anschlusskabel sowie Versorgungsleitungen etc. herausgeführt.

[0051] Weiter ist das Modulgehäuse **35** so gestaltet, dass die der Flachbaugruppe **30** aufzusetzenden Biegewandlerelemente **1** mit den am Schutzgehäuse **3** jeweils angeordneten Stiften **24** und Justagestegen **25** in entsprechende Ausnehmungen eingreifen, wodurch eine gewünschte Ausrichtung im Montageendzustand erreicht wird. Dies ermöglicht eine besonders einfache und sichere Montage. Eine direkte mechanische Belastung der Biegewandler **4** ist durch den Kompletteinbau der Biegewandlerelemente **1** nicht gegeben. Die Beschädigungsquote von Biegewandlern **4** bei der Montage des Biegewandlermoduls **28** oder bei einem Ersatz defekter Biegewandlerelemente **1** durch neue Biegewandlerelemente **1** ist gegenüber den bekannten Lösungen des Standes der Technik, wobei die Biegewandler **4** als solche in das Biegewandlermodul **28** bzw. in das entsprechende Modulgehäuse **35** eingesetzt werden, ist deutlich herabgesetzt.

[0052] In [Fig. 3](#) ist in einer Explosionsdarstellung ein als Energielieferant ausgestaltetes alternatives Biegewandlerelement **40** gezeigt. Auch das Biegewandlerelement **40** weist die grundlegenden Bauelemente entsprechend dem Biegewandlerelement **1**

gemäß [Fig. 1](#) auf. So umfasst das Biegewandlerelement **40** ein Schutzgehäuse **3**, in welchem ein Biegewandler **4** angeordnet ist. Auch der in [Fig. 3](#) gezeigte Biegewandler **4** umfasst einen flachen Tragkörper **6** mit einer darauf beidseitig aufgebracht piezoelektrisch aktiven Beschichtung **7**. Auf der piezoelektrisch aktiven Beschichtung **7** sind jeweils eine äußere und eine innere Kontaktfläche **8** aufgebracht.

[0053] Zur Montage wird der Biegewandler **4** mit seinem Festende **9** voran in Richtung seiner Längsrichtung **41** in das Schutzgehäuse **3** eingeführt. An dem Ende des Schutzgehäuses **3** wird das Festende **9** des Biegewandlers **4** wiederum mit einer Klemmvorrichtung gehalten und über Klebstoff fest an das Schutzgehäuse **3** angebunden.

[0054] An dem aus dem Schutzgehäuse **3** wiederum herausragenden Losende **10** des Biegewandlers **4** ist ein rechtwinklig abgeknicktes Verbindungselement **42** aufgesetzt, an welchem ein aus Metall bestehendes Masseelement **44** eingesetzt ist. Über das Masseelement **44** wird eine Erschütterung oder Vibration der Umgebung in eine Auslenkung des Losendes **10** des Biegewandlers **4** umgesetzt. Infolge der Auslenkung des Biegewandlers **4** und der darauf aufgebracht piezoelektrisch aktiven Beschichtung **7** wird eine Spannung zwischen den Kontaktflächen **8** generiert, die über eine entsprechende Kontaktierung abgegriffen und als Energie – wo benötigt – zur Verfügung gestellt wird.

[0055] Zur Montage und Ausrichtung des in [Fig. 3](#) gezeigten Biegewandlerelements **40** weist das Schutzgehäuse **3** wiederum beidseitig Stifte **24** auf. Diese können in entsprechende Ausnehmungen an der Montagestelle gesteckt werden, wodurch die Ausrichtung des Biegewandlerelements **1** erfolgt.

[0056] In [Fig. 4](#) ist das in [Fig. 3](#) dargestellte Biegewandlerelement **40** im zusammengebauten Zustand dargestellt.

[0057] Man erkennt nun, wie an dem Losende **10** des Biegewandlers **4** mittels des Verbindungselements **42** das Masseelement **44** angeordnet ist. Um eine zu große Auslenkung des Losendes **10** aufgrund mechanischer Erschütterungen oder dergleichen zu vermeiden, sind an dem Schutzgehäuse **3** seitliche Anschläge **14** angebracht.

[0058] Auch die Seitenflächen des Schutzgehäuses **3** des Biegewandlerelements **40** weisen durch Stege **21** voneinander getrennte Durchbrüche **22** auf. Am dem Losende **10** abgewandten Ende des Schutzgehäuses **3** werden die Bohrungen **46** ersichtlich, über die eine elektrische Kontaktierung mit den Kontaktflächen **8** des Biegewandlers **4** ermöglicht ist. In diese Bohrungen **46** wird jeweils ein leitfähiges Elastomer **47** eingefügt, gegen welches sich im Einbaustand

die jeweiligen Kontaktflächen **8** des Biegewandlers **4** abstützen. Über eine einfache Steckkontaktierung durch Einführen eines Kontaktstiftes in das jeweils leitfähige Elastomer **47** wird eine einfache elektrische Kontaktierung des Biegewandlers **4** mit externen Anschlüssen erzielt.

[0059] Das in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellte Biegewandlerelement **40** eignet sich insbesondere als Energielieferant für eine Messelektronik an rotierenden oder beweglichen Teilen. Insbesondere kann dies ein Reifensensor sein, der an einer Felge eines Laufrads eines Kraftfahrzeugs montiert ist. Mit auf der Felge wird das Biegewandlerelement **40** montiert. Durch die beständigen Erschütterungen und Vibrationen sowie Rotationen des Laufrads erzeugt das Biegewandlerelement **40** genügend Energie für den Reifensensor zur Aufnahme von Messwerten und zur Weiterleitung mittels Funk an eine entsprechende Bordelektronik.

Bezugszeichenliste

1	Biegewandlerelement
3	Schutzgehäuse
4	Biegewandler
6	Tragkörper
7	piezoelektrisch aktive Beschichtung
8	Kontaktfläche
9	Festende
11	Öffnung
10	Losende
12	Einbringöffnungen
14	Anschläge
18	Steckkontakt
20	Leisten
21	Stege
22	Durchbrüche
24	Stifte
25	Justagesteg
27	Aufnahmeelement
28	Biegewandlermodul
30	Flachbaugruppe
32	Elektronikschaltung
33	Kontaktstifte
35	Modulgehäuse
40	Biegewandlerelement
41	Längsrichtung
42	Verbindungselement
44	Masseelement
46	Bohrungen
47	Elastomer

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 19520796 A1 [\[0006\]](#)
- DE 4025436 A1 [\[0006\]](#)
- DE 19620826 B1 [\[0006\]](#)
- US 3961501 A [\[0007\]](#)
- EP 0210790 A2 [\[0007\]](#)
- DE 19706755 A1 [\[0007\]](#)

Patentansprüche

1. Biegewandlerelement (1, 40) mit einem Schutzgehäuse (3) und mit einem darin angeordneten Biegewandler (4), umfassend einen flachen Tragkörper (6) und eine darauf auf mindestens einer Seite aufgebracht piezoelektrisch aktiven Beschichtung (7), wobei der Biegewandler (4) im wesentlichen von dem Schutzgehäuse (3) umschlossen und mit seinem Festende (9) unmittelbar im Schutzgehäuse (3) befestigt ist.

2. Biegewandlerelement (1, 40) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Biegewandler (4) mit seinem Losende (10) beweglich aus einer Öffnung (11) des Schutzgehäuses (3) hervorsteht.

3. Biegewandlerelement (1, 40) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (3) an der Öffnung (11) seitliche Anschläge (14) für das Losende (10) aufweist.

4. Biegewandlerelement (1, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (3) einteilig gefertigt und zu einer Einführung des Biegewandlers (4) in seiner Längsrichtung (41) zum Zwecke der Montage ausgebildet ist.

5. Biegewandlerelement (1, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Festende (9) des Biegewandlers (4) formschlüssig im Schutzgehäuse (3) fixiert ist.

6. Biegewandlerelement (1, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Biegewandler (4) an seinem Festende (9) mit dem Schutzgehäuse (3) verklebt ist

7. Biegewandlerelement (1, 40) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (3) an der Klebestelle eine Einbringöffnung (12) für Klebstoff aufweist.

8. Biegewandlerelement (1, 40) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Biegewandler (3) an seinem Festende (9) über einen UV-härtbaren Klebstoff verklebt ist.

9. Biegewandlerelement (1, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (3) eine Anzahl von durch Stege (21) getrennte Durchbrüche (22) aufweist.

10. Biegewandlerelement (1, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Kontaktierung des Biegewandlers (3) an seinem Festende (9) im Schutzgehäuse (3) ein elektrischer Steckkontakt, insbesondere gebildet aus

einem leitfähigen Elastomer (47), angeordnet ist.

11. Biegewandlerelement (1, 40) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Biegewandler (3) über eine Kontaktfläche direkt mit dem elektrischen Steckkontakt kontaktiert ist.

12. Biegewandlerelement (1, 40) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (3) eine Anzahl von Bohrungen (46) für eine Kontaktierung des Steckkontaktes, insbesondere des leitfähigen Elastomers (47), mit externen Anschlüssen aufweist.

13. Biegewandlerelement (1, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (3) zu einer Einbaujustage beidenseitig angeordnete Stifte (24) aufweist.

14. Biegewandlerelement (1, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (3) als eine Aus-/Einbauhilfe ein U-förmiges Aufnahmeelement (27) mit einer Eingriffsöffnung für ein Werkzeug aufweist.

15. Biegewandlerelement (1, 40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Losende (9) des Biegewandlers (4) ein Masselement (44) befestigt ist.

16. Biegewandlerelement (28) umfassend eine Mehrzahl von Biegewandlerelementen (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Biegewandlerelemente (1) an einer Flachbaugruppe (32) zusammengefasst sind.

17. Biegewandlerelement (28) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Flachbaugruppe (32) Kontaktstifte (33) aufweist, die mit den elektrischen Steckkontakten der Biegewandlerelemente (1) in Verbindung stehen.

18. Biegewandlerelement (28) nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Flachbaugruppe (32) in einem Modulgehäuse (35) fixiert ist.

19. Biegewandlerelement (28) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Biegewandlerelemente (1) jeweils über die an den Schutzgehäusen (3) angeordneten Stifte (24) im Modulgehäuse (35) ausgerichtet sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

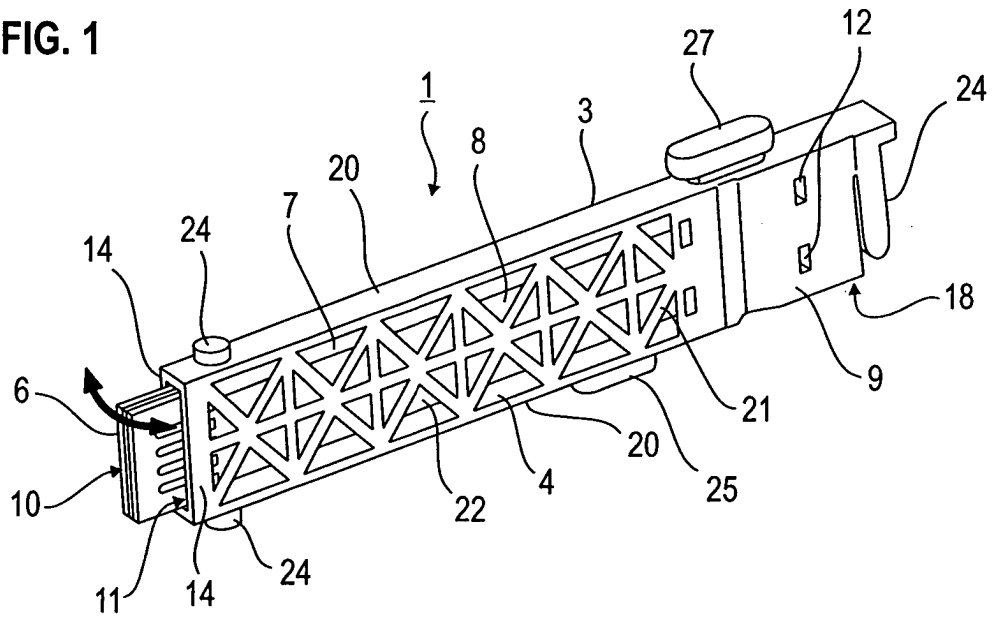


FIG. 2

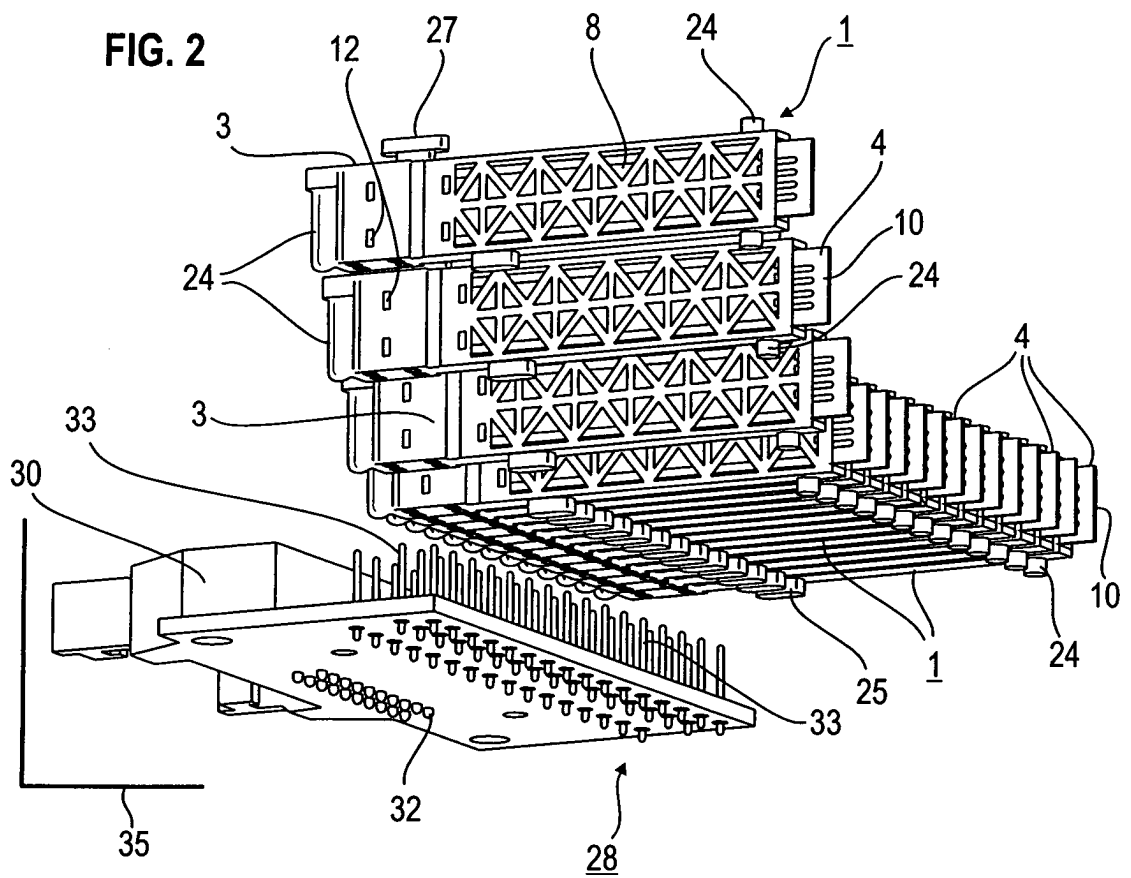


FIG. 3

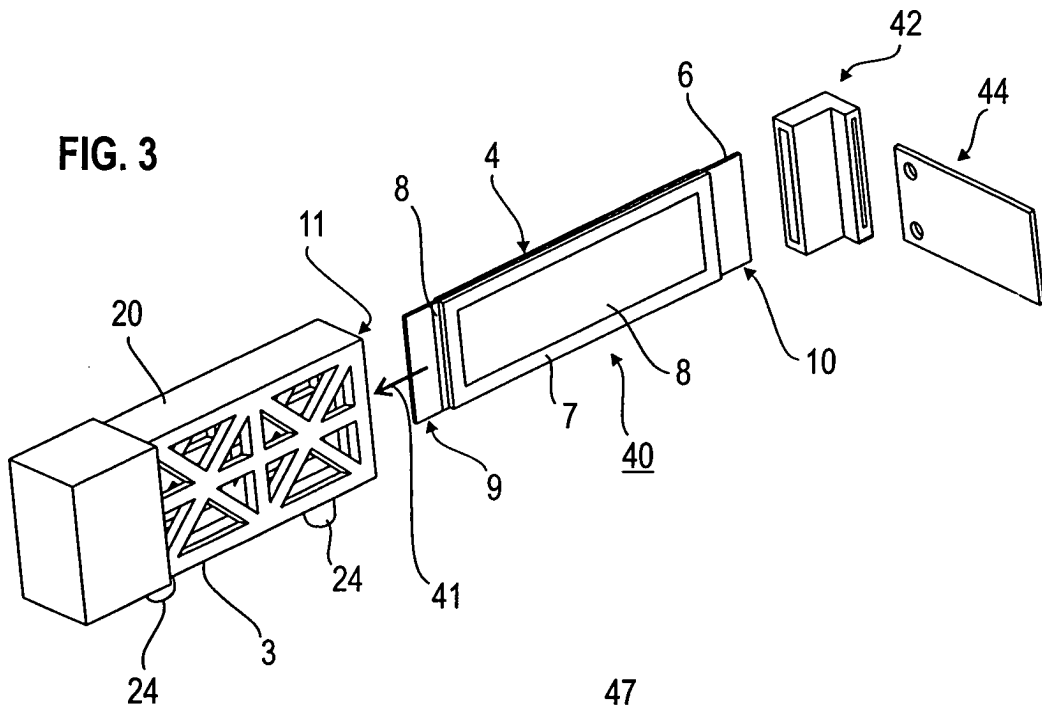


FIG. 4

