



(10) **DE 10 2011 112 966 A1** 2013.03.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 112 966.2**

(22) Anmeldetag: **13.09.2011**

(43) Offenlegungstag: **14.03.2013**

(51) Int Cl.: **G12B 1/02 (2011.01)**

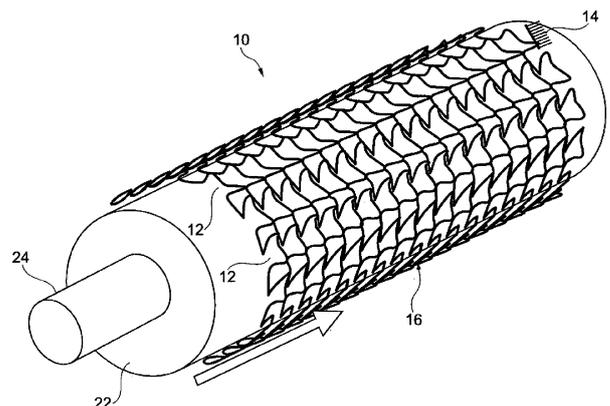
(71) Anmelder:
TRW Automotive GmbH, 73553, Alfdorf, DE

(72) Erfinder:
**Koeppel, Karl-Heinz, 73550, Waldstetten, DE;
Biller, Joachim, 73547, Lorch, DE; Jelic, Stanko,
73553, Alfdorf, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Aktuator mit Stellglied aus Formgedächtnismaterial**

(57) Zusammenfassung: Ein Aktuator (10) umfasst ein Stellglied (16), das ein oder mehrere dünne, längliche Formwandlungselemente (18), insbesondere einen oder mehrere Drähte, aus einem Formgedächtnismaterial aufweist. Das bzw. die Formwandlungselemente (18) sind mittels einer Anregungseinrichtung reversibel verformbar. Zusätzlich zur Anregungseinrichtung ist eine Heizeinrichtung (24) zur Erwärmung des einen oder der mehreren Formwandlungselemente (18) vorgesehen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Aktuator mit einem Stellglied, das ein oder mehrere dünne, längliche Formwandlungselemente, insbesondere einen oder mehrere Drähte, aus einem Formgedächtnismaterial aufweist.

[0002] Um eine lineare oder rotatorische Bewegung zu erzeugen, werden je nach Anforderung verschiedene Aktuatoren eingesetzt, die auf Elektromagneten, Elektromotoren (mit Getriebe), vorgespannten Federsystemen, Pneumatik oder Hydraulik basieren. Es sind auch Aktuatoren bekannt, in denen sogenannte Formgedächtnislegierungen (FGL, engl.: shape memory alloy, SMA) zum Einsatz kommen.

[0003] Formgedächtnislegierungen werden auch als Memorymetalle bezeichnet, da sie sich nach einer Verformung an eine frühere Formgebung „erinnern“ können. Physikalisch betrachtet basiert die Formwandlung auf der temperaturabhängigen Gitterumwandlung zweier verschiedener Kristallstrukturen der Legierung. Die Strukturumwandlung kann nicht nur thermisch, sondern auch spannungsinduziert herbeigeführt werden. Für die Aktuatorik sind Formgedächtnislegierungen von Interesse, weil sie sehr große Kräfte praktisch ermüdungsfrei übertragen, auch bei einer sehr großen Anzahl von Bewegungszyklen. Außerdem weisen sie ein im Vergleich zu anderen Aktuator-Werkstoffen auffallend großes spezifisches Arbeitsvermögen (Verhältnis von geleisteter Arbeit zu Werkstoffvolumen) auf.

[0004] Die Verwendung von Stellelementen aus Formgedächtnislegierungen ist auch in der Fahrzeugtechnik bekannt. In der EP 1 850 359 A2 wird eine rekonfigurierbare, formveränderliche Bedientaste mit einem zentralen Tastenbereich vorgeschlagen, der ein Formgedächtnismaterial mit einer Bistabilität aufweist. Im aktiven Zustand der Taste bildet das Formgedächtnismaterial eine Vorwölbung auf der durch den Randbereich festgelegten Oberflächenebene. Im inaktiven Zustand der Taste bildet das Formgedächtnismaterial eine flache, sich in der Oberflächenebene erstreckende Schicht. Die formveränderlichen Eigenschaften der Taste werden durch Einbetten eines Drahtgeflechts oder eines Dünnsfilms aus einer Formgedächtnislegierung in ein dehnbares Material oder alternativ durch Formen der Taste aus einem Formgedächtnispolymer erreicht.

[0005] Die DE 60 2004 008 189 T2 betrifft eine Stoßfängervorrichtung mit verformbaren Elementen aus Formgedächtnismaterial, die bei einem Aufprall verformt werden. Die verformbaren Elemente sind vor oder zu Beginn des Aufpralls von einer Betriebstemperatur selektiv auf eine höhere Temperatur erwärmbar, um die Energieabsorptionsfähigkeit der Vorrichtung abzustimmen, ohne dabei die Form der Elementen

te zu verändern. Das Formgedächtnismaterial wird in Form eines oder mehrerer Körper, gerollter Tafeln, Drahtgeflechten, Schäumen oder zusammenschiebbaren Rohren verwendet, die eine voraussagbare Verformung durchmachen, wenn sie Aufprallenergie absorbieren.

[0006] Ein gattungsgemäßer Aktuator ist aus der DE 10 2010 004 162 A1 bekannt. Bei einem Sicherheitsgurtschlossbringer ist ein Aktuator mit einem Element aus einem Formgedächtnismaterial vorgesehen, um ein Gurtschloss zwischen einer ausgefahrenen und einer verstaute Position zu verrücken. Der Aktuator kann aus einem einzelnen oder mehreren parallel angeordneten Drähten oder auch aus einem Band aus einer Formgedächtnislegierung bestehen.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Aktuator zu schaffen, der den hohen Anforderungen der Fahrzeugsicherheitstechnik genügt und eine erweiterte Funktionalität bietet.

[0008] Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Aktuator mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Aktuators sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0009] Der erfindungsgemäße Aktuator umfasst ein Stellglied, das ein oder mehrere dünne, längliche Formwandlungselemente, insbesondere einen oder mehrere Drähte, aus einem Formgedächtnismaterial aufweist. Das bzw. die Formwandlungselemente sind mittels einer Anregungseinrichtung reversibel verformbar. Gemäß der Erfindung ist zusätzlich zur Anregungseinrichtung eine Heizeinrichtung zur Erwärmung des einen oder der mehreren Formwandlungselemente vorgesehen.

[0010] Unter einem Formgedächtnismaterial soll hier allgemein ein Material verstanden werden, das eine reversible Formwandlung durchführen kann, wenn es einer Aktivierung, in der Regel eine thermische Stimulation, ausgesetzt wird. Hierzu sind Formgedächtnislegierungen ebenso wie Formgedächtnispolymere, Formgedächtniskeramiken und weitere Materialien zu zählen, welche sich trotz starker Verformung an eine frühere Formgebung erinnern können.

[0011] Der auf der Formwandlung des Stellglieds basierende erfindungsgemäße Aktuator kann dank der zusätzlichen Heizeinrichtung auf zwei verschiedene Arten aktiviert werden. Dies ermöglicht insbesondere einen regulären Betrieb, bei dem der Aktuator mittels der Anregungseinrichtung reversible Kontraktionen bzw. Expansionen durchführt, und unabhängig davon einen Notfallbetrieb, bei dem (primär) die Heiz-

einrichtung für eine Formwandlung des Stellglieds sorgt.

[0012] Ein solcher Notfallbetrieb ist z. B. bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Aktuators in einem Gurtschlossbringer sinnvoll. Während im regulären Betrieb, der hier auch als Komfortbetrieb bezeichnet werden kann, der Aktuator zur Unterstützung der Bewegung des Gurtschlusses zum Fahrzeuginsassen hin (vor dem Anschnallen) und von diesem weg (nach dem Anschnallen) genutzt wird, sorgt die Heizeinrichtung im Notfallbetrieb des Aktuators, beispielsweise bei Erkennung eines Aufpralls oder einer Kollision des Fahrzeugs, für ein schnelles Wegziehen des Gurtschlusses, um den Sicherheitsgurt zu straffen. Der erfindungsgemäße Aktuator ermöglicht in diesem Anwendungsbeispiel dank der zusätzlichen Funktionalität eine kostengünstige und bauraumoptimierte Integration eines Gurtstraffers in einen Gurtschlossbringer.

[0013] Für eine solche oder ähnliche Anwendungen sollte die Heizeinrichtung so ausgelegt sein, dass sie eine stärkere Verformung des Stellelements herbeiführen kann als die Anregungseinrichtung, die für die „normale“ reversible Verformung des Stellelements zuständig ist. Wenn die starke Verformung für einen Notfall vorgesehen ist, kann in Kauf genommen werden, dass diese Verformung irreversibel ist.

[0014] Nach einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Aktuators ist die Heizeinrichtung innerhalb des Stellelements angeordnet, insbesondere in einem vom Stellelement umgebenen Rohr. Bei einer solchen Anordnung wird die von der Heizeinrichtung nach außen abstrahlende Hitze optimal genutzt, ohne dass eine Umlenkeinrichtung oder dergleichen benötigt wird.

[0015] Die zur reversiblen Anregung der Formwandlung nötige thermische Energie wird am einfachsten elektrisch durch Bestromung des bzw. der Formwandlungselemente zugeführt. Die Anregungseinrichtung umfasst deshalb bevorzugt einen Aktivierungsstromkreis, an den das bzw. die Formwandlungselemente jeweils elektrisch angeschlossen sind.

[0016] Eine besondere Ausführungsform des Stellelements des erfindungsgemäßen Aktuators beruht auf der Erkenntnis, dass die mögliche Kürzung und/oder Längung eines aus einem Formgedächtnisdrahts gebildeten Stellelements signifikant durch die verwendete Drahtlänge, und das Kraftniveau der Formwandlung durch den Drahtdurchmesser und die Anzahl der Drähte sowie durch das verwendete Material bestimmt werden. Für einen leistungsfähigen Aktuator sind somit eine große Drahtlänge und eine hohe Dichte von Drähten aus Formgedächtnismaterial vorteilhaft. Diese Voraussetzungen sind in

besonderer Weise bei einer Ausführungsform erfüllt, bei der das eine oder die mehreren Formwandlungselemente eine Maschenware (insbesondere Strick-, Wirk- oder Häkelware), Webware oder Gitterstruktur bilden. Durch eine solche Ausbildung des bzw. der Formwandlungselemente kann eine große effektive Länge an verformbarem Material in einer kompakten Bauform untergebracht werden. Von Vorteil ist, dass das bzw. die Formwandlungselemente eine definierte, regelmäßige Anordnung haben. Dadurch wird neben einer vereinfachten Herstellung, z. B. nach dem Vorbild von entsprechend ausgebildeten Textilien, eine einheitliche, gleichmäßige Formwandlung des gesamten Stellglieds erreicht. Zudem sind dadurch die Bestimmung der Kürzung bzw. Längung des gesamten Stellglieds bei der Produktentwicklung und allgemein die Handhabung des Stellglieds vereinfacht.

[0017] Für bestimmte Anwendungen ist eine Ausbildung des Stellglieds als Schlauch vorteilhaft, da in diesem Fall im Vergleich zu einem zweidimensionalen Geflecht, Gestrick, Gewirke Gewebe, etc. bezogen auf die Bewegungsrichtung des Aktuators eine noch größere Menge an verformbarem Formgedächtnismaterial zur Verfügung steht. Alternativ kann das Stellglied aber auch als flaches Band ausgebildet sein, das weniger Bauraum einnimmt. Selbstverständlich sind auch noch andere Formen des Stellglieds denkbar.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Stellglieds des erfindungsgemäßen Aktuators weisen das eine oder die mehreren Formwandlungselemente eine Vielzahl von Schlingen auf, die in andere Schlingen des bzw. der Formwandlungselemente eingehängt sind. Eine solche Maschenbindung ist im Textilbereich bewährt und lässt sich maschinell ohne Probleme herstellen. Ebenfalls leicht herstellbar ist ein Stellglied, bei dem das eine oder die mehreren Formwandlungselemente nach Art eines Maschen- drahtzauns geflochten sind.

[0019] Damit die Kontraktion oder Expansion des Stellglieds in den konkreten Anwendungen des erfindungsgemäßen Aktuators optimal umgesetzt werden kann, ist das Stellglied vorzugsweise auf einer Seite mit einem festen ersten Lager und auf einer anderen Seite mit einem beweglichen zweiten Lager verbunden. Die Formwandlung des bzw. der Formwandlungselemente führen dann zu einer Bewegung des zweiten Lagers zum ersten Lager hin bzw. von diesem weg. Diese definierte Bewegung kann zum Verschieben eines Elements, zum Auslösen eines Schaltvorgangs, etc. genutzt werden.

[0020] Die Erfindung schafft auch eine kombinierte Komfort- und aktive Sicherheitsvorrichtung, insbesondere für ein Krafffahrzeug, mit einem erfindungsgemäßen Aktuator. Die Vorrichtung ist zum einen in einem Komfortmodus so betreibbar, dass die An-

regungseinrichtung eine reversible Verformung des Stellelements herbeiführt; zum anderen ist die Vorrichtung in einem Sicherheitsmodus so betreibbar, dass die Heizeinrichtung eine Verformung des Stellelements verursacht.

[0021] Im Hinblick auf eine Nutzung der Heizeinrichtung für einen Notfallbetrieb des Aktuators ist eine Kopplung der Heizeinrichtung an eine Auslösesteuerung vorgesehen, die wiederum mit einer Sensorik zur Detektion eines passiven Lastfalls verbunden ist.

[0022] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den beigegeführten Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. In den Zeichnungen zeigen:

[0023] [Fig. 1a](#) einen Aktuator mit einem Formwandlungselement in einem ersten Zustand;

[0024] [Fig. 1b](#) den Aktuator aus [Fig. 1a](#) in einem zweiten Zustand;

[0025] [Fig. 2](#) eine vergrößerte Detailansicht des Stellglieds des Aktuators aus [Fig. 1a](#);

[0026] [Fig. 3](#) eine weiter vergrößerte Detailansicht des Stellglieds des Aktuators aus [Fig. 1a](#) mit Kraftvektoren; und

[0027] [Fig. 4](#) einen erfindungsgemäßen Aktuator;

[0028] In den [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) ist schematisch ein Linearaktuator **10'** gezeigt, der reversibel zwischen einem stabilen entspannten Zustand ([Fig. 1a](#)) und einem stabilen kontrahierten Zustand ([Fig. 1b](#)) wechseln kann. Der Aktuator **10'** umfasst als wesentliche Bestandteile zwei Lager **12**, **14** und ein zwischen den beiden Lagern angeordnetes Stellglied **16**.

[0029] Aus [Fig. 2](#) geht hervor, dass das Stellglied **16** ein im Verhältnis zu seiner Länge dünnes Formwandlungselement **18** aufweist, das vorzugsweise als Draht ausgebildet ist. Das Formwandlungselement **18** besteht aus einem eingangs beschriebenen Formgedächtnismaterial und ist zu einer Maschenware geformt. Genauer gesagt weist das Formwandlungselement **18** eine Vielzahl von Schlingen **20** auf, die in andere Schlingen eingehängt sind, wie am besten in der Detailansicht der [Fig. 3](#) zu erkennen ist.

[0030] Die aus dem Formwandlungselement **18** gebildete Maschenware bildet selbst wiederum einen Schlauch, dessen entgegengesetzte axiale Enden jeweils mit einem der Lager **12** bzw. **14** verbunden sind. In der praktischen Anwendung des Aktuators **10'** ist das erste Lager **12** fest, d. h. unbeweglich installiert, während das zweite Lager **14** in axialer Richtung beweglich ist. An den beiden Lagern **12**, **14** ist auch jeweils ein Ende des elektrisch leitfähigen Formwand-

lungselements **18** an einen Aktivierungsstromkreis angeschlossen, der Teil einer Anregungseinrichtung für das Stellelement **16** ist.

[0031] Durch Bestromung und die dadurch herbeigeführte Erwärmung des Formwandlungselements **18** wird dieses zu einer Formwandlung angeregt. Die Formwandlung führt in Axialrichtung zu einer starken Kontraktion des Schlauchs, der aus der Maschenware des Formwandlungselements **18** gebildet ist. Die Ursache für diese Kontraktion ist die thermisch angeregte Verkürzung des länglichen Formwandlungselements **18**, die durch dessen Maschenbindung zu einem Schlauch insgesamt zu einer starken, gleichmäßigen Anziehung des beweglichen zweiten Lagers **14** hin zum festen ersten Lager **12** führt. Die Kräfte, die hierbei im Formwandlungselement **18** wirken, sind durch die Kraftvektoren in [Fig. 3](#) verdeutlicht. Diese Formwandlung ist reversibel und kann vielfach wiederholt werden.

[0032] Grundsätzlich ist eine umgekehrte Ausführung möglich, bei der eine Bestromung des Formwandlungselements **18** eine Längung und damit eine Expansion des Stellglieds **16** in axialer Richtung bewirkt. Ob eine Erwärmung zu einer Kürzung oder Längung führt, hängt von der Materialauswahl und der Vorbehandlung des Materials ab.

[0033] Das Formwandlungselement **18** kann alleine, oder auch in Verbindung mit einem oder mehreren weiteren Formwandlungselementen, auch auf andere Weise geflochten, gestrickt, gewirkt, gewebt oder zu einer Gitterstruktur (z. B. nach Art eines Maschendrahtzauns) verarbeitet sein. Die beiden Lager **12**, **14** können ebenso durch ein einzelnes gerades, linear ausgerichtetes oder optional mit einfacher oder mehrfacher Umlenkung versehenes Formwandlungselement **18** verbunden sein. Auch Drahtpakete mit mehreren im Wesentlichen parallel zueinander angeordneten Drähten aus Formgedächtnismaterial können vorgesehen sein. Von wesentlicher Bedeutung ist, dass die Kürzung oder Längung des bzw. der Formwandlungselemente insgesamt zu einer Kontraktion bzw. Expansion des aus dem Geflecht, Gestrick, Gewirke oder Gewebe geformten Stellglieds **16** führt.

[0034] In [Fig. 4](#) ist schematisch ein Ausführungsbeispiel eines besonderen Aktuators **10** dargestellt, auf den alles, was zuvor in Bezug auf den in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigten Aktuator **10'** beschrieben wurde, übertragen werden kann. (Die beiden Lager **12**, **14** sind in [Fig. 4](#) der besseren Übersichtlichkeit halber nur angedeutet.) Der Aktuator **10** ist speziell für den Einsatz in einer Sicherheitsvorrichtung eines Kraftfahrzeugs vorgesehen.

[0035] Im Vergleich zum Aktuator **10'** weist der Aktuator **10** zusätzlich eine separate Heizeinrichtung **24** auf. Die Heizeinrichtung **24** ist in einem gut wärme-

leitenden Rohr **22** aufgenommen, welches wiederum in dem als Schlauch ausgebildeten Stellelement **16** angeordnet ist. Die Heizeinrichtung **24** kann z. B. pyrotechnischer oder elektrischer Art sein und ist an eine Auslösesteuerung gekoppelt, die wiederum mit einer externen Sensorik zur Detektion eines passiven Lastfalls (Aufprall, Kollision) des Kraftfahrzeugs verbunden ist.

[0036] Die Heizeinrichtung **24** ist in der Lage, das Stellelement **16**, genauer gesagt das bzw. die Formwandlungselemente **18** innerhalb kürzester Zeit so stark aufzuheizen, dass eine sofortige, extrem starke Kontraktion bzw. Expansion des Stellelements **16** erfolgt. Diese Kontraktion bzw. Expansion ist irreversibel.

[0037] Die Auslösesteuerung ist unabhängig vom Aktivierungsstromkreis, mit dem der Aktuator **10** wie zuvor beschrieben reversibel kontrahiert bzw. expandiert werden kann. Es ist jedoch auch eine Ausführungsform möglich, bei der in einem passiven Lastfall die Heizeinrichtung **24** in Kombination mit der thermischen Anregung durch Bestromung für die gewünschte starke Erwärmung des bzw. der Formwandlungselemente **18** betrieben wird.

[0038] Die Heizeinrichtung **24** kann selbstverständlich auch anders ausgebildet sein als in [Fig. 4](#) dargestellt. Wichtig ist eine gute Wärmeübertragung auf das bzw. die Formwandlungselemente **18**. Die durch die Heizeinrichtung **24** ermöglichte Zusatzfunktion des Aktuators **10** ist grundsätzlich unabhängig von der konkreten Ausbildung oder Form des Formwandlungselements **18** als Maschenware, Gitter o. ä.

[0039] Der Aktuator **10** eignet sich im Fahrzeugbereich somit insbesondere für Komfortanwendungen, die mit einer aktiven Sicherheitseinrichtung gekoppelt sind, wie z. B. ein Gurtschlossbringer mit integriertem Gurtstraffer. Auch für einen Einsatz in einer Fahrzeugsicherheitseinrichtung in Kombination mit pyrotechnischen Aktuatoren ist der Aktuator **10** bestens geeignet.

Bezugszeichenliste

10, 10'	Aktuator
12	erstes Lager
14	zweites Lager
16	Stellglied
18	Formwandlungselement
20	Schlinge
22	Rohr
24	Heizeinrichtung

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

- EP 1850359 A2 [0004]
- DE 602004008189 T2 [0005]
- DE 102010004162 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Aktuator (10), mit einem Stellglied (16), das ein oder mehrere dünne, längliche Formwandlungselemente (18), insbesondere einen oder mehrere Drähte, aus einem Formgedächtnismaterial aufweist, welche mittels einer Anregungseinrichtung reversibel verformbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich zur Anregungseinrichtung eine Heizeinrichtung (24) zur Erwärmung des einen oder der mehreren Formwandlungselemente (18) vorgesehen ist.

2. Aktuator (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizeinrichtung (24) so ausgelegt ist, dass sie eine stärkere Verformung des Stellelements (16) herbeiführen kann als die Anregungseinrichtung.

3. Aktuator (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizeinrichtung (24) innerhalb des Stellelements (16), insbesondere in einem vom Stellelement (16) umgebenen Rohr (22), angeordnet ist.

4. Aktuator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anregungseinrichtung einen Stromkreis umfasst, an den das eine oder die mehreren Formwandlungselemente (18) jeweils elektrisch angeschlossen sind.

5. Aktuator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ein oder mehreren Formwandlungselemente (18) eine Maschenware, Webware oder Gitterstruktur bilden.

6. Aktuator (10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (16) als Schlauch ausgebildet ist.

7. Aktuator nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das eine oder die mehreren Formwandlungselemente (18) eine Vielzahl von Schlingen (20) aufweisen, die in andere Schlingen des einen oder der mehreren Formwandlungselemente (18) eingehängt sind, oder dass das eine oder die mehreren Formwandlungselemente (18) nach Art eines Maschendrahtzauns geflochten sind.

8. Aktuator (10') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (16) auf einer Seite mit einem festen ersten Lager (12) und auf einer anderen Seite mit einem beweglichen zweiten Lager (14) verbunden ist.

9. Kombinierte Komfort- und aktive Sicherheitsvorrichtung, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Aktuator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zum einen in einem Komfortmodus so betreibbar ist, dass die Anregungseinrichtung eine re-

versible Verformung des Stellelements (16) herbeiführt, und zum anderen in einem Sicherheitsmodus so betreibbar ist, dass die Heizeinrichtung (24) eine Verformung des Stellelements (16) verursacht.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizeinrichtung (24) an eine Auslösesteuerung gekoppelt ist, die wiederum mit einer Sensorik zur Detektion eines passiven Lastfalls verbunden ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

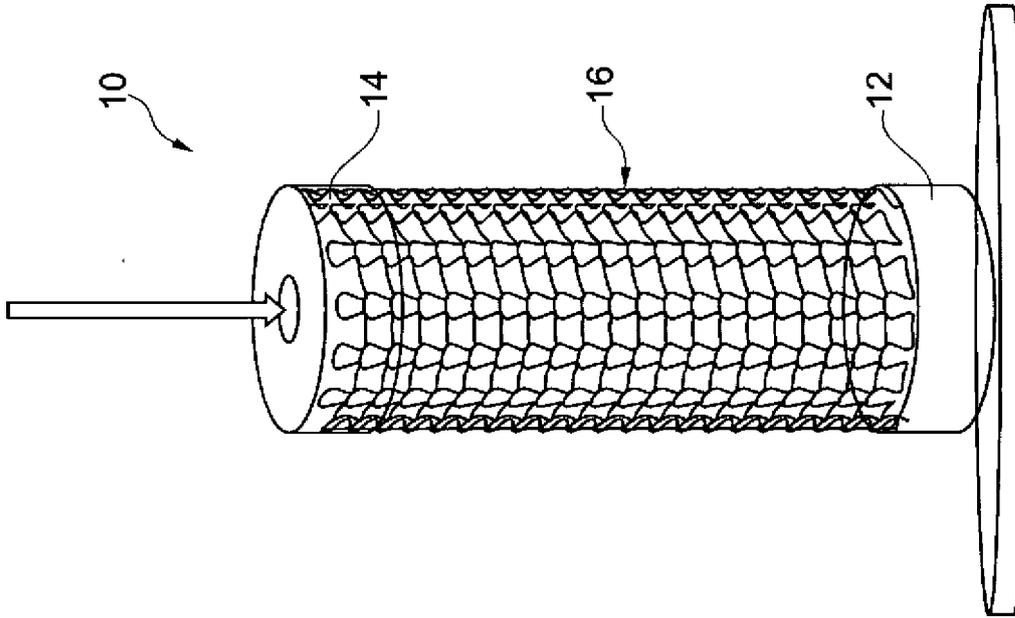


Fig. 1b

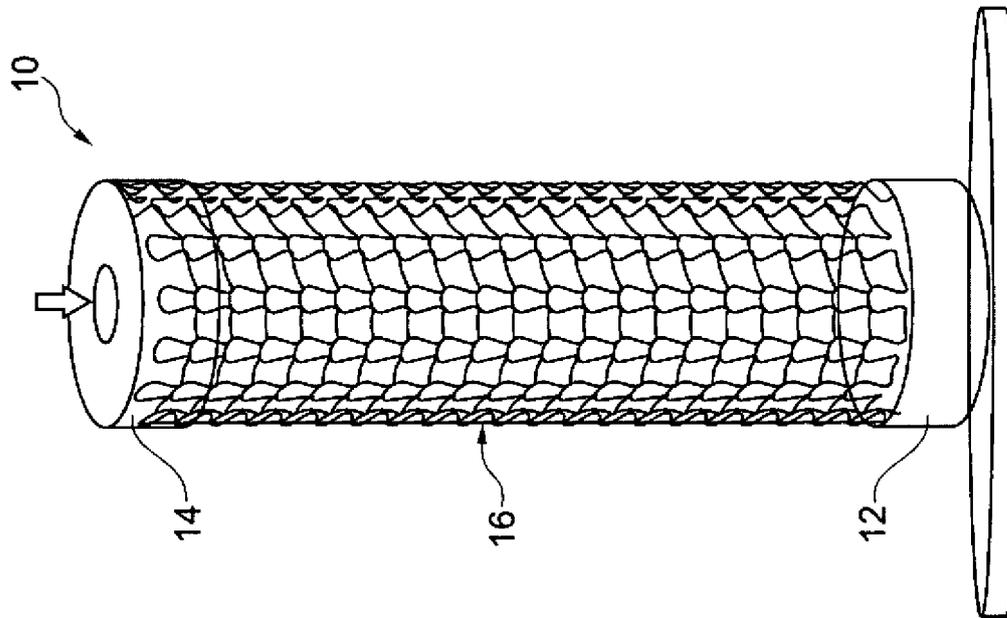


Fig. 1a

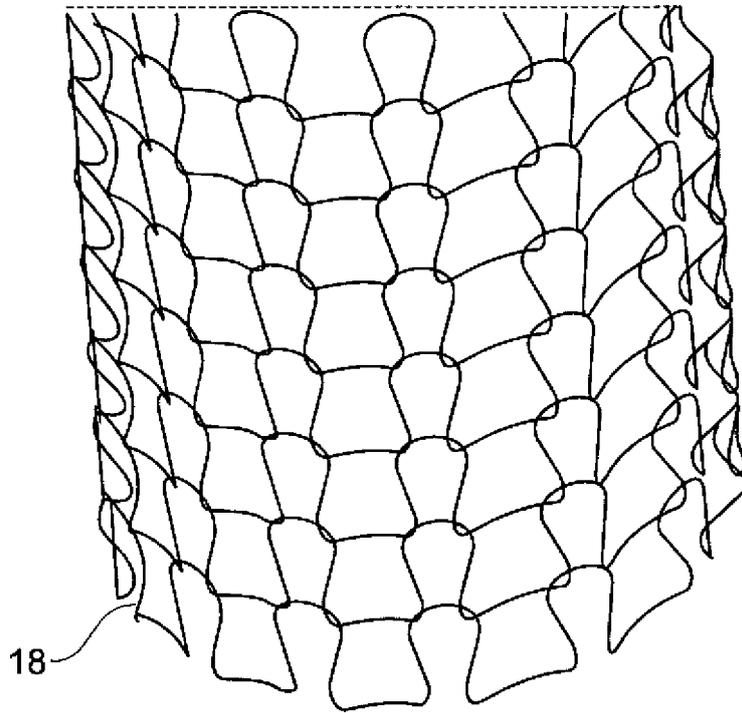


Fig. 2

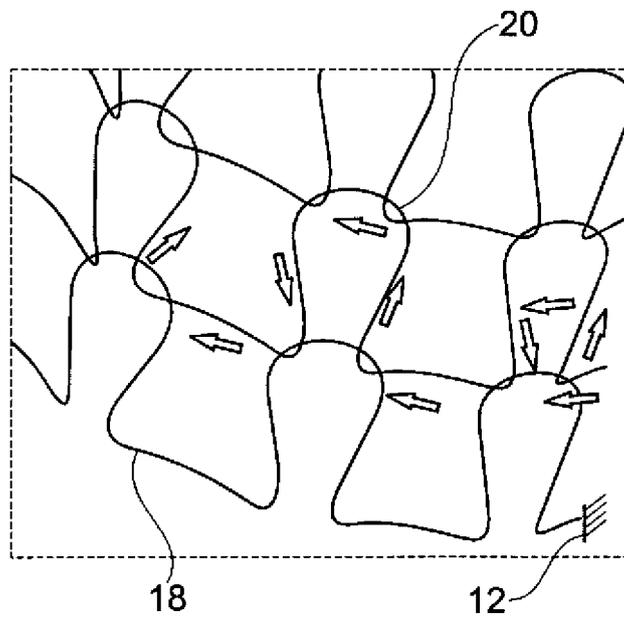


Fig. 3

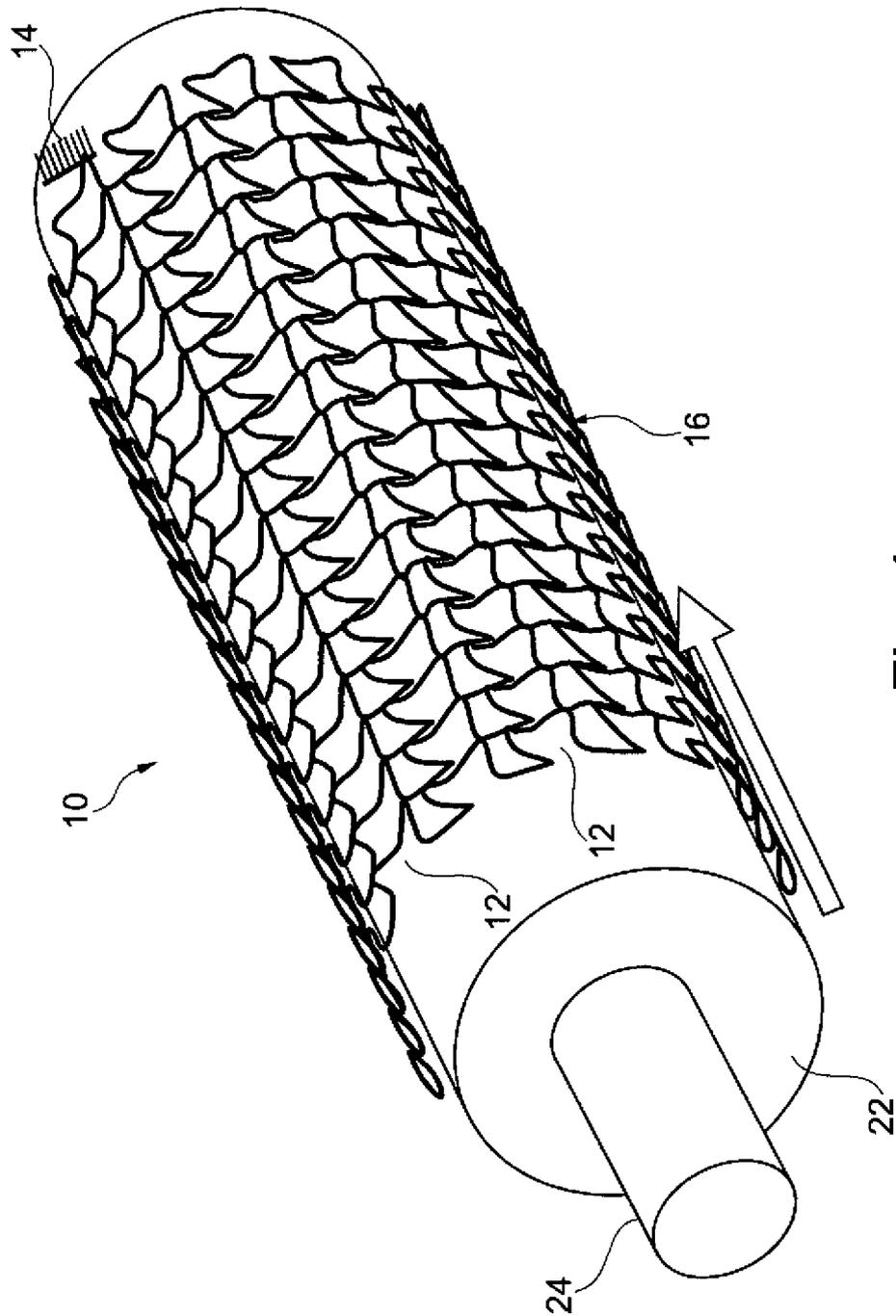


Fig. 4