



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 056 235 A1** 2008.06.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 056 235.6**

(22) Anmeldetag: **29.11.2006**

(43) Offenlegungstag: **05.06.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B25J 19/00** (2006.01)

(71) Anmelder:

KUKA Roboter GmbH, 86165 Augsburg, DE

(74) Vertreter:

LICHTI Patentanwälte, 76227 Karlsruhe

(72) Erfinder:

**Karlinger, Stefan, 86199 Augsburg, DE; Berninger,
Alwin, 86159 Augsburg, DE**

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

DE 8 67 107 B

DE10 2004 018213 A1

DE 195 42 006 A1

DE 195 20 826 A1

DE 39 08 903 A1

DE 19 77 456 U

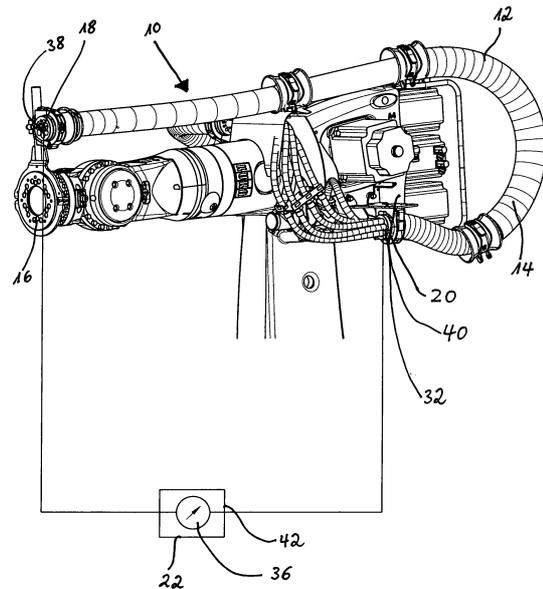
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kabelschutzvorrichtung für Energiezuführungen von Robotern**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kabelschutzvorrichtung mit einem Kabelschuttschlauch (12), der zumindest eine flexible Außenhülle (14) hat.

Um eine gattungsgemäße Kabelschutzvorrichtung bereitzustellen, durch welche durch das Durchscheuern der Außenhülle (14) bedingte Schäden an in dem Kabelschuttschlauch (12) geführten Kabeln und/oder an der die Kabelschutzvorrichtung umfassenden Maschine sicher vermieden werden können, wird vorgeschlagen, die Kabelschutzvorrichtung mit wenigstens einem Detektionsmittel (30) zum Ermöglichen einer automatischen Erkennung eines Schadens der Außenhülle (14) auszustatten.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kabelschutzvorrichtung für Energiezuführungen von Robotern, mit einem Kabelschutzschlauch, der zumindest eine flexible Außenhülle aufweist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Steuern eines Roboters mit einem Kabelschutzschlauch, der zumindest eine flexible Außenhülle aufweist.

[0002] Aus der EP 0 979 709 B1 ist eine Kabelschutzvorrichtung mit einem Kabelschutzschlauch bekannt, der eine flexible Außenhülle aufweist und Kabel entlang eines Roboterarms führt. An der flexiblen Außenhülle sind an kritischen, stark belasteten Stellen Verschleißringe angeordnet, die den Kabelschutzschlauch vor einem Durchscheuern im Betrieb schützen. Die Verschleißringe bestehen aus mehreren, übereinander liegenden Schichten aus verschiedenfarbigem Kunststoffmaterial. Wenn der Verschleiß einen kritischen Wert erreicht, wird eine untere, in einer Signalfarbe gehaltene Schicht sichtbar, so dass das drohende Durchscheuern des Kabelschutzschlauchs bei einer visuellen Kontrolle durch einen Bediener erkennbar wird.

[0003] Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Kabelschutzvorrichtung bereitzustellen, durch welche durch das Durchscheuern der Außenhülle bedingte Schäden an in dem Kabelschutzschlauch geführten Kabeln und/oder an der die Kabelschutzvorrichtung umfassenden Maschine sicher vermieden werden können, und zwar insbesondere auch ohne eine visuelle Verschleißkontrolle durch einen Bediener.

[0004] Zur Lösung der Aufgabe durch ein gattungsgemäßes Verfahren schlägt die Erfindung vor, die Kabelschutzvorrichtung mit wenigstens einem Detektionsmittel zum Ermöglichen einer automatischen Erkennung eines Schadens der Außenhülle auszustatten.

[0005] Durch die erfindungsgemäße Lösung wird die maschinelle Erkennung des Schadens der Außenhülle ermöglicht, und geeignete Maßnahmen zur Verhinderung weitergehender Schäden können unmittelbar ergriffen werden, ohne dass eine visuelle Kontrolle durch einen Bediener notwendig ist. Geeignete Maßnahmen können insbesondere in der Erzeugung eines optischen oder akustischen Warnsignals oder in der Einleitung einer Notabschaltung einer die Kabelschutzvorrichtung umfassenden Maschine bestehen.

[0006] Nach der erfindungsgemäßen Weiterbildung des Verfahrens zum Steuern eines Roboters mit einem Kabelschutzschlauch, der zumindest eine flexible Außenhülle aufweist, wird zur Verbesserung vorgeschlagen, dass die Außenhülle regelmäßig mit Hil-

fe eines Detektionsmittels auf einen Schaden der Außenhülle hin überprüft wird, und dass beim Vorliegen eines Schadens ein Schadenssignal generiert wird.

[0007] Als zu erkennende Schäden kommen insbesondere Risse, Löcher und/oder das Erreichen einer kritischen Materialstärke der Außenhülle des Kabelschutzschlauchs in Betracht.

[0008] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Detektionsmittel zumindest einen leitfähigen Draht aufweist, der im Schadensfall unterbrochen wird, sei es durch Durchscheuern, bei Verschleiß des Schlauchmaterials, sei es durch Reißen zusammen mit einem Reißen der Außenhülle. Dadurch kann erreicht werden, dass der Zustand der Außenhülle an den Zustand des Drahts gekoppelt ist, so dass der Schaden einfach anhand der durch das Reißen weggefallenen Leitfähigkeit des Drahts erkannt werden kann.

[0009] In einer konstruktiv besonders einfachen Ausgestaltung der Erfindung ist der Draht mittig zusammen mit den zu schützenden Kabeln in dem Kabelschutzschlauch geführt und ist geringfügig kürzer als die Kabel, aber lang genug, um bei intakter Außenhülle nicht gespannt zu sein. Wenn die Außenhülle reißt, werden daher zunächst aufgrund der Längenverhältnisse alle auf das Bündel aus geführten Kabeln und den Draht wirkenden Zugkräfte durch den Draht abgefangen, so dass dieser reißt, bevor die Kabel der Zugbelastung ausgesetzt sind. Das Reißen des Drahts kann durch den sprunghaften Anstieg seines Widerstands ins Unendliche leicht erkannt werden, und es kann ein Notstopp veranlasst werden, bevor die nicht oder nur unzureichend geschützten Kabel Schaden nehmen oder Schaden verursachen können.

[0010] Dabei ist die Reißfestigkeit des Drahts zur Vermeidung von Schäden durch den Draht selbst am besten gering, so dass er bei einer maximalen Zuglast von insbesondere weniger als 10kg reißt.

[0011] Eine unmittelbare Kopplung des Drahts an die Außenhülle kann erreicht werden, wenn der Draht in ein Material der flexiblen Außenhülle eingearbeitet ist.

[0012] Wenn überdies das Material der flexiblen Außenhülle ein Kunststoff ist, wobei der Draht mit dem Material umspritzt ist, kann eine Lage des Drahts innerhalb der Materialstärke der Außenhülle präzise so bestimmt werden, dass der Draht reißt oder durchscheuert wird, wenn die Materialstärke einen kritischen Minimalwert unterschreitet. Prinzipiell könnte der Draht auch zwischen zwei separat gefertigten Schichten des Materials angeordnet sein.

[0013] Wenn der Draht Teil eines in die Außenhülle

eingearbeiteten Drahtgeflechts ist, kann eine großflächige, feinmaschige Überwachung der Unversehrtheit der Außenhülle erreicht werden, wobei das Reißen und/oder Durchscheuern einzelner Drähte maschinell durch den dadurch ansteigenden elektrischen Widerstand des Drahtgeflechts erkennbar ist. Ein ähnlicher Effekt wäre auch mit einer Vielzahl von dicht nebeneinander angeordneten, parallelen Drähten erreichbar.

[0014] Eine in einem Arbeitsvorgang vollständig aus Kunststoff hergestellte Außenhülle kann erreicht werden und auf Draht kann verzichtet werden, wenn die Außenhülle wenigstens einen aus einem leitfähigen Kunststoff ausgebildeten Teil umfasst, der das Detektionsmittel bildet. Dabei können insbesondere auch aus einem Gesamtwiderstand des entsprechenden Teils Rückschlüsse auf eine nach einem teilweisen Durchscheuern verbleibende Materialstärke des aus leitfähigem Kunststoff ausgebildeten Teils gezogen werden, der entweder eine Schicht oder eine Lage der Außenhülle bilden oder auch die gesamte Außenhülle ausmachen kann.

[0015] Wenn das Detektionsmittel wenigstens eine, insbesondere auf eine Innenseite der Außenhülle aufgebrachte leitfähige Schicht aufweist, kann durch das Ansteigen des Widerstands der leitfähigen Schicht aufgrund von Schäden einfach ein Durchscheuern der Schicht bzw. der Außenhülle in dem entsprechenden Bereich detektiert werden. Die Schicht kann in vorteilhaften Ausgestaltungen dieser Weiterbildung der Erfindung beispielsweise durch Aufspritzen, Aufdampfen oder Aufkleben von innen oder von außen auf die Außenhülle aufgebracht sein.

[0016] Ferner wird vorgeschlagen, dass das Detektionsmittel wenigstens einen, an einem ersten Ende des Kabelschutzschlauchs angeordneten Zugschalter und ein innerhalb des Kabelschutzschlauchs verlegtes Zugseil aufweist, das einerseits mit dem Zugschalter und andererseits einem zweiten Ende des Kabelschutzschlauchs verbunden ist. Dadurch kann in sicherer Weise mechanisch ein Schaltvorgang ausgelöst werden, wenn die Außenhülle reißt und infolgedessen das Zugseil einer Zugbelastung ausgesetzt wird. Diese Ausgestaltung der Erfindung ist insbesondere deshalb vorteilhaft, weil kein Abfragezyklus einer Abfrageelektronik abgewartet wird, sondern das Notsignal sofort, "InTime", unmittelbar bei dem Auftreten der Zugbelastung ausgelöst wird.

[0017] Auch kleine und kleinste Löcher in der Außenhülle können vorteilhaft erkennbar sein, wenn das Detektionsmittel einen Drucksensor zum Detektieren eines Innendrucks des Kabelschutzschlauchs umfasst. Der Innendruck muss dazu im schadensfreien Betrieb innerhalb des Kabelschutzschlauchs erkennbar vom Atmosphärendruck abweichen. Der entsprechende Unter- oder Überdruck kann dabei

einfach erzeugt werden, wenn die Kabelschutzvorrichtung eine dazu vorgesehene Pumpe aufweist.

[0018] Wenn das Detektionsmittel eine Photodiode zum Detektieren von durch einen Bruch bzw. Materialschaden in der Außenhülle in das Innere des Kabelschutzschlauchs eindringendem Licht aufweist, kann eine weitere alternative Detektionsmöglichkeit bereitgestellt werden. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann eine einzige Photodiode einen ganzen Längenbereich des Kabelschutzschlauchs überwachen, wenn ein innerhalb des Kabelschutzschlauchs verlaufender Lichtwellenleiter zum Übertragen des Lichts zu der Photodiode vorhanden ist.

[0019] Wegen der hier verstärkt auftretenden Verschleißproblematik und wegen des insbesondere in einer vollautomatisierten Umgebung oftmals fehlenden Personals zur Sichtkontrolle kommen die erfindungsgemäßen Vorteile insbesondere dann voll zum Tragen, wenn der Kabelschutzschlauch dazu vorgesehen, Kabel zur Applikationsversorgung entlang eines Roboterarms zu führen. Ferner kann in diesem Zusammenhang eine Symbiose verschiedener Sicherheitssysteme durch die Ausnutzung einer in Robotersteuerungen ohnehin vorhandenen Notaus-Funktion erreicht werden.

[0020] Wenn der Kabelschutzschlauch eine Schnittstelle zum Verbinden des Detektionsmittels mit einer Steuereinheit eines den Kabelschutzschlauch umfassenden Roboters aufweist, kann die Steuereinheit den Kabelschutzschlauch überwachen, und auf eine separate Überwachungselektronik kann verzichtet werden.

[0021] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung. Die Figuren zeigen Ausführungsbeispiele der Erfindung. Die Figuren, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination, die der Fachmann auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen wird.

[0022] Dabei zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) einen Roboter mit einem Roboterarm, einem Kabelschutzschlauch und einer schematisch dargestellten Überwachungsschaltung;

[0024] [Fig. 2](#) eine Außenansicht des Kabelschutzschlauchs nach den vier Ausgestaltungen der Erfindung aus [Fig. 1](#);

[0025] [Fig. 3](#) die Außenhülle des Kabelschutzschlauchs aus den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) in einer Seitenansicht und in einer Schnittdarstellung;

[0026] [Fig. 3a](#) einen Ausschnitt der Schnittdarstellung

lung aus [Fig. 3](#);

[0027] [Fig. 3b](#) einen dem Ausschnitt aus [Fig. 3a](#) entsprechenden Ausschnitt nach einer alternativen Ausgestaltung der Außenhülle;

[0028] [Fig. 4](#) eine Schnittdarstellung eines Kabelschuttschlauchs mit einer Außenhülle nach einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung mit einem mittig im Kabelschuttschlauch verlaufenden Draht;

[0029] [Fig. 5](#) eine Schnittdarstellung eines Kabelschuttschlauchs mit einer Außenhülle nach einer dritten Ausgestaltung der Erfindung mit einem Zugschalter;

[0030] [Fig. 6](#) einen Ausschnitt eines Kabelschuttschlauchs nach einer vierten Ausgestaltung der Erfindung mit einer Bohrung zum Anschluss eines Drucksensors;

[0031] [Fig. 6a](#) den Ausschnitt aus [Fig. 6](#) in einer Schnittdarstellung mit einem an die Bohrung angeschlossenen Drucksensor; und

[0032] [Fig. 7](#) eine Schnittdarstellung eines Kabelschuttschlauchs mit einer Außenhülle nach einer fünften Ausgestaltung der Erfindung mit einer Photodiode und mit einem Lichtwellenleiter.

[0033] [Fig. 1](#) zeigt einen Roboter, der einen Roboterarm **10** mit einer Kabelschuttsvorrichtung hat. Die Kabelschuttsvorrichtung weist einen Kabelschuttschlauch **12** auf, der zumindest eine flexible Außenhülle **14** hat. An einem vorderen Ende **16** des Roboterarms **10** können Applikationen bzw. Werkzeuge befestigt werden, die über Kabel, die innerhalb der Außenhülle **14** der Kabelschuttsvorrichtung verlegt werden können, entlang eines Roboterarms **10** zu dem vorderen Ende **16** des Roboterarms **10** hin geführt werden können. Der Kabelschuttschlauch **12** endet an beiden Seiten in Steckverbindungselementen **18**, **20** zum Kontaktieren der Kabel. Das erste Steckverbindungselement **18** ist zur Verbindung mit einer Applikation vorgesehen und das zweite Steckverbindungselement **20** ist zur Verbindung mit einer hier nur schematisch dargestellten Steuereinheit **22** zum Steuern der Applikation vorgesehen.

[0034] [Fig. 2](#) zeigt den Kabelschuttschlauch **12** in einer verkürzten Form in einer Außenansicht. Erkennbar sind Verbindungsflansche **24**, **26**, in welchen die Steckverbindungselemente **18**, **20** angeordnet sind und die in einer quer zur Längsrichtung des Kabelschuttschlauchs **12** verlaufenden Richtung Abflachungen mit hier nicht dargestellten Gewindebohrungen aufweisen, über welche die Verbindungsflansche **24**, **26** mit verschiedenen Teilen des Roboters, insbesondere wie in [Fig. 1](#) dargestellt mit dem vorderen Ende **16** des Roboterarms **10**, und mit einem Sockel

32 des Roboters verbunden sind.

[0035] [Fig. 3](#) zeigt eine Schnittdarstellung des Kabelschuttschlauchs **12** aus den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#). Die Außenhülle **14** hat eine ziehharmonikaartige Struktur aus die Außenhülle **14** in Umfangsrichtung umschließenden, sich periodisch abwechselnd über die Länge der Außenhülle **14** erstreckenden Rippen und Nuten.

[0036] Die Außenhülle **14** ist aus Kunststoff extrudiert, wobei bei der Extrusion ein vorgefertigtes Drahtgeflecht **28** ([Fig. 3a](#)) umspritzt wurde. Das Drahtgeflecht **28** umfasst eine Vielzahl von leitfähigen Drähten **34** aus Metall, die, wie das gesamte Drahtgeflecht **28**, ein Detektionsmittel **30** zum Ermöglichen einer automatischen Erkennung eines Schadens der Außenhülle **14** bilden, dessen Funktionsweise im Folgenden näher beschrieben wird. Die Drähte **34** sind durch dieses Herstellungsverfahren in ein Material der flexiblen Außenhülle **14** eingearbeitet.

[0037] Die Drähte **34** des Drahtgeflechts **28** sind mit Kontakten der Steckverbindungselemente **18**, **20** verbunden, über welche sie in einen Überwachungsstromkreis mit einer Widerstandsmessanordnung **36** ([Fig. 1](#)) integriert werden können. Die Steckverbindungselemente **18**, **20** bilden daher jeweils eine Schnittstelle **38**, **40** zum Verbinden des Detektionsmittels **30** mit einer Steuereinheit **22** eines den Kabelschuttschlauch **12** umfassenden Roboters.

[0038] Falls die Außenhülle **14** im Betrieb reißt, bricht oder durchscheuert, so gilt das Gleiche für zumindest einen Teil der Drähte **34**. Um dies zu gewährleisten, ist die Stärke der Drähte **34** so gewählt, dass das Drahtgeflecht **28** gleichzeitig mit dem Kunststoffmaterial reißt. Wegen der geringeren Zahl von Leitern sinkt durch das Reißen der Drähte **34** die Leitfähigkeit des Drahtgeflechts **28**, womit gleichzeitig der Widerstand des Drahtgeflechts **28** steigt.

[0039] Eine Überwachungseinheit **42** ([Fig. 1](#)), die auch in die Steuereinheit **22** des Roboters integriert sein kann, überprüft periodisch den Widerstand des Drahtgeflechts **28**. Dadurch wird die Außenhülle **14** regelmäßig mit Hilfe des Detektionsmittels **30** auf einen Schaden hin überprüft. Die Überwachungseinheit **42** generiert beim Vorliegen eines Schadens bzw. dann, wenn der gemessene Widerstand einen voreingestellten Schwellenwert übertrifft, ein Schadenssignal, und zwar einerseits ein Warnsignal an das Bedienpersonal und andererseits ein Signal zum Einleiten einer Notabschaltung des Roboters.

[0040] In einer alternativen, in [Fig. 3b](#) dargestellten Ausgestaltung der Erfindung besteht das Detektionsmittel **30** unter anderem aus einer insbesondere auf eine Innenseite der Außenhülle **14** aufgebrachtene leitfähige Schicht **58**, welche das Drahtgeflecht **28**

ersetzt. Die leitfähige Schicht **58** kann in einer dem Fachmann als geeignet erscheinenden Weise auf die Innenseite aufgespritzt, aufgedampft oder aufgeklebt sein.

[0041] Es wäre auch denkbar, den Kabelschuttschlauch **12** mit einer zwischen zwei Kunststoffschichten angeordneten, leitfähigen Zwischenschicht auszustatten, die besonders vorteilhaft aus leitfähigem Kunststoff gebildet sein kann, so dass die Außenhülle **14** durch eine Extrusion in einem Mehrkomponenten-Spritzgussverfahren herstellbar wäre. In einer fertigungstechnisch besonders einfachen Ausgestaltung der Erfindung könnte die Außenhülle **14** auch vollständig aus einem leitfähigen Kunststoffmaterial bestehen.

[0042] Die [Fig. 4–Fig. 7](#) zeigen alternative Ausgestaltungen der Erfindung. In der nachfolgenden Beschreibung wird im Wesentlichen auf Unterschiede zu dem in den [Fig. 1–Fig. 3](#) dargestellten Ausführungsbeispiel eingegangen, während im Hinblick auf gleich bleibende Merkmale auf die Beschreibung zu den [Fig. 1–Fig. 3](#) verwiesen wird. Analoge Merkmale sind dabei mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0043] [Fig. 4](#) zeigt eine alternative Ausgestaltung der Erfindung, in der ein leitfähiger Draht **44** mittig in dem entsprechenden alternativen Kabelschuttschlauch **12** nach einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung geführt ist. Die Reißfestigkeit des Drahts **44** ist gering, so dass er bei einer maximalen Zuglast von etwa 2–5 kg reißt. Reißt eine Außenhülle **14** des Kabelschuttschlauchs **12**, so greift eine von außen wirkende Zugbelastung unmittelbar am Draht **44** an, so dass dieser sofort reißt und damit ein Überwachungsstromkreis unterbrochen ist, in welchen der Draht **44** eingegliedert war. Durch den sprunghaften Anstieg des Widerstands erkennt die Steuereinheit **22** bzw. die Überwachungseinheit **42** sofort, dass der Draht **44** gerissen ist und daher die Außenhülle **14** durchgescheuert bzw. defekt sein muss.

[0044] [Fig. 5](#) zeigt einen Kabelschuttschlauch **12** nach einer dritten Ausgestaltung der Erfindung. Das Detektionsmittel **30** hat einen federbelasteten Zugschalter **46**, der an einem ersten Ende des Kabelschuttschlauchs **12** angeordnet ist. Ein innerhalb des Kabelschuttschlauchs **12** verlegtes Zugseil **48** des Kabelschuttschlauchs **12** ist einerseits mit dem Zugschalter **46** und andererseits einem zweiten Ende des Kabelschuttschlauchs **12** verbunden. Wenn eine Außenhülle **14** des Kabelschuttschlauchs **12** aufgrund einer durch Durchscheuern bedingten Materialschwächung in Zusammenhang mit einer Zugbelastung reißt, wird die zuvor über die Außenhülle **14** übertragene Zugbelastung über das Zugseil **48** übertragen, so dass das Zugseil **48** den Zugschalter **46** betätigt. Durch das Betätigen des Zugschalters **46**

wird sofort eine Notabschaltung der den Kabelschuttschlauch **12** umfassenden Maschine eingeleitet und ein Warnsignal an einen Bediener wird erzeugt.

[0045] [Fig. 6](#) zeigt einen Kabelschuttschlauch **12** nach einer vierten Ausgestaltung der Erfindung. Das Detektionsmittel **30** hat einen Drucksensor **50** zum Detektieren eines Innendrucks des Kabelschuttschlauchs **12**. Der Drucksensor **50** ist an einem der Verbindungsflansche **24**, **26** angeordnet und über eine Bohrung **52** mit dem Innenraum der Außenhülle **14** verbunden. Der von dem Drucksensor **50** erfasste Wert kann zyklisch von der Steuereinheit **22** abgefragt werden. Im fehlerfreien Betrieb herrscht im Inneren des Kabelschuttschlauchs **12** ein von einer hier nicht explizit dargestellten Pumpe erzeugter Unterdruck. Tritt ein Leck in der Außenhülle **14** auf oder reißt die Außenhülle **14** vollständig, so nähert sich der Innendruck dem Atmosphärendruck. Liegt der Innendruck über einem vorgegebenen Schwellenwert, so erkennt die Steuereinheit **22** den Schaden der Außenhülle **14** und leitet eine Notabschaltung ein.

[0046] In einer alternativen Verwendung des erfindungsgemäßen Kabelschuttschlauchs **12** nach der vierten Ausgestaltung der Erfindung kann der Drucksensor **50** mit einem Display oder mit einer Warnleuchte ausgestattet sein, so dass für das Bedienpersonal der Zustand der Außenhülle **14** durch die entsprechende Anzeige unmittelbar erkennbar ist.

[0047] [Fig. 7](#) zeigt einen Kabelschuttschlauch **12** nach einer fünften Ausgestaltung der Erfindung. Das Detektionsmittel **30** hat eine Photodiode **54** zum Detektieren von durch einen Bruch, Riss oder durch ein Loch in der Außenhülle **14** in das Innere des Kabelschuttschlauchs **12** eindringendem Licht.

[0048] Durch den Bruch bzw. Schaden in den Innenraum des Kabelschuttschlauchs **12** eindringendes Licht wird zumindest teilweise in einen innerhalb des Kabelschuttschlauchs **12** verlaufenden Lichtwellenleiter **56** zum Übertragen des Lichts zu der Photodiode **54** eingekoppelt und zu der Photodiode **54** geführt, die einen Strom erzeugt, der von einer Strommessanordnung **60** erfassbar ist. Die Photodiode **54** kann bereits vor dem vollständigen Durchscheuern der Außenhülle **14** durch geschwächte Bereiche hindurch scheinendes Licht detektieren und damit einen Schaden antizipieren.

[0049] Die oben beschriebenen Kabelschuttschläuche können jeweils zur Realisierung eines Verfahrens zum Steuern eines Roboters mit einem Kabelschuttschlauch **12**, der zumindest eine flexible Außenhülle **14** aufweist, genutzt werden.

[0050] Zur Verbesserung eines solchen Verfahrens durch eine automatische Schadenserkenkung trägt

der erfindungsgemäße Kabelschuttschlauch **12** dadurch bei, dass die Außenhülle **14** regelmäßig mit Hilfe eines Detektionsmittels **30** auf einen Schaden der Außenhülle **14** hin überprüft werden kann, und dass beim Vorliegen eines Schadens ein Schadenssignal generiert werden kann.

Bezugszeichenliste

10	Roboterarm
12	Kabelschuttschlauch
14	Außenhülle
16	Ende
18	Steckverbindungselement
20	Steckverbindungselement
22	Steuereinheit
24	Verbindungsflansch
26	Verbindungsflansch
28	Drahtgeflecht
30	Detektionsmittel
32	Sockel
34	Draht
36	Widerstandsmessanordnung
38	Schnittstelle
40	Schnittstelle
42	Überwachungseinheit
44	Draht
46	Zugschalter
48	Zugseil
50	Drucksensor
52	Bohrung
54	Photodiode
56	Lichtwellenleiter
58	Schicht
60	Strommessanordnung

Patentansprüche

1. Kabelschuttsvorrichtung für Energiezuführungen von Robotern, mit einem Kabelschuttschlauch (**12**), der zumindest eine flexible Außenhülle (**14**) hat, gekennzeichnet durch wenigstens ein Detektionsmittel (**30**) zum Ermöglichen einer automatischen Erkennung eines Schadens der Außenhülle (**14**).

2. Kabelschuttsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Detektionsmittel (**30**) zumindest einen leitfähigen Draht (**34**, **44**) aufweist, der im Schadensfall unterbrochen wird.

3. Kabelschuttsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Reißfestigkeit des Drahts (**34**, **44**) gering ist, so dass er bei einer maximalen Zuglast von insbesondere weniger als 10kg reißt.

4. Kabelschuttsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Draht (**34**) in ein Material der flexiblen Außenhülle (**14**) eingearbeitet ist.

5. Kabelschuttsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Material der flexiblen Außenhülle (**14**) ein Kunststoff ist, wobei der Draht (**34**) mit dem Material umspritzt ist.

6. Kabelschuttsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2–5, dadurch gekennzeichnet, dass der Draht (**34**) Teil eines in die Außenhülle (**14**) eingearbeiteten Drahtgeflechts (**28**) ist.

7. Kabelschuttsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenhülle (**14**) wenigstens einen aus einem leitfähigen Kunststoff ausgebildeten Teil umfasst, der zumindest teilweise das Detektionsmittel (**30**) bildet.

8. Kabelschuttsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Detektionsmittel (**30**) wenigstens eine, insbesondere auf eine Innenseite der Außenhülle (**14**) aufgebrachte, leitfähige Schicht aufweist.

9. Kabelschuttsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Detektionsmittel (**30**) wenigstens einen, an einem ersten Ende des Kabelschuttschlauchs (**12**) angeordneten Zugschalter (**46**) und ein innerhalb des Kabelschuttschlauchs (**12**) verlegtes Zugseil (**48**) aufweist, das einerseits mit dem Zugschalter (**46**) und andererseits einem zweiten Ende des Kabelschuttschlauchs (**12**) verbunden ist.

10. Kabelschuttsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Detektionsmittel (**30**) einen Drucksensor (**50**) zum Detektieren eines Innendrucks des Kabelschuttschlauchs (**12**) umfasst.

11. Kabelschuttsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Detektionsmittel (**30**) eine Photodiode (**54**) zum Detektieren von durch einen Schaden der Außenhülle (**14**) in das Innere des Kabelschuttschlauchs (**12**) eindringendem Licht aufweist.

12. Kabelschuttsvorrichtung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch einen innerhalb des Kabelschuttschlauchs (**12**) verlaufenden Lichtwellenleiter (**56**) zum Übertragen des Lichts zu der Photodiode (**54**).

13. Kabelschuttsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kabelschuttschlauch (**12**) dazu vorgesehen ist, Kabel zur Applikationsversorgung entlang eines Roboterarms (**10**) zu führen.

14. Kabelschuttsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass der Kabelschuttschlauch (12) eine Schnittstelle (38, 40) zum Verbinden des Detektionsmittels (30) mit einer Steuereinheit (22) eines den Kabelschuttschlauch (12) umfassenden Roboters aufweist.

15. Verfahren zum Steuern eines Roboters mit einem Kabelschuttschlauch (12), der zumindest eine flexible Außenhülle (14) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenhülle (14) regelmäßig mit Hilfe eines Detektionsmittels (30) auf einen Schadens der Außenhülle (14) hin überprüft wird, und dass beim Vorliegen eines Schadens wenigstens ein Schadenssignal generiert wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

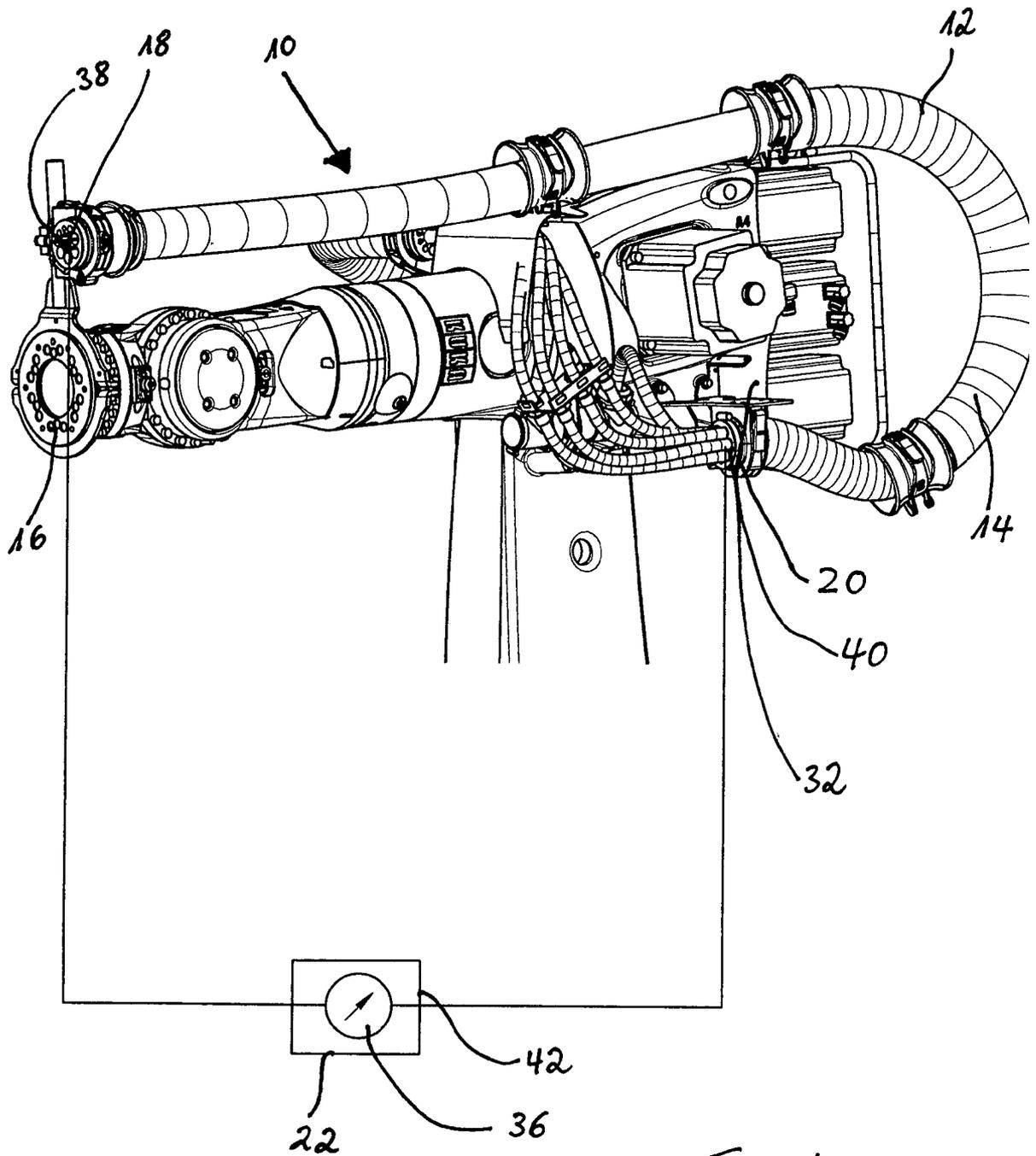


Fig. 1

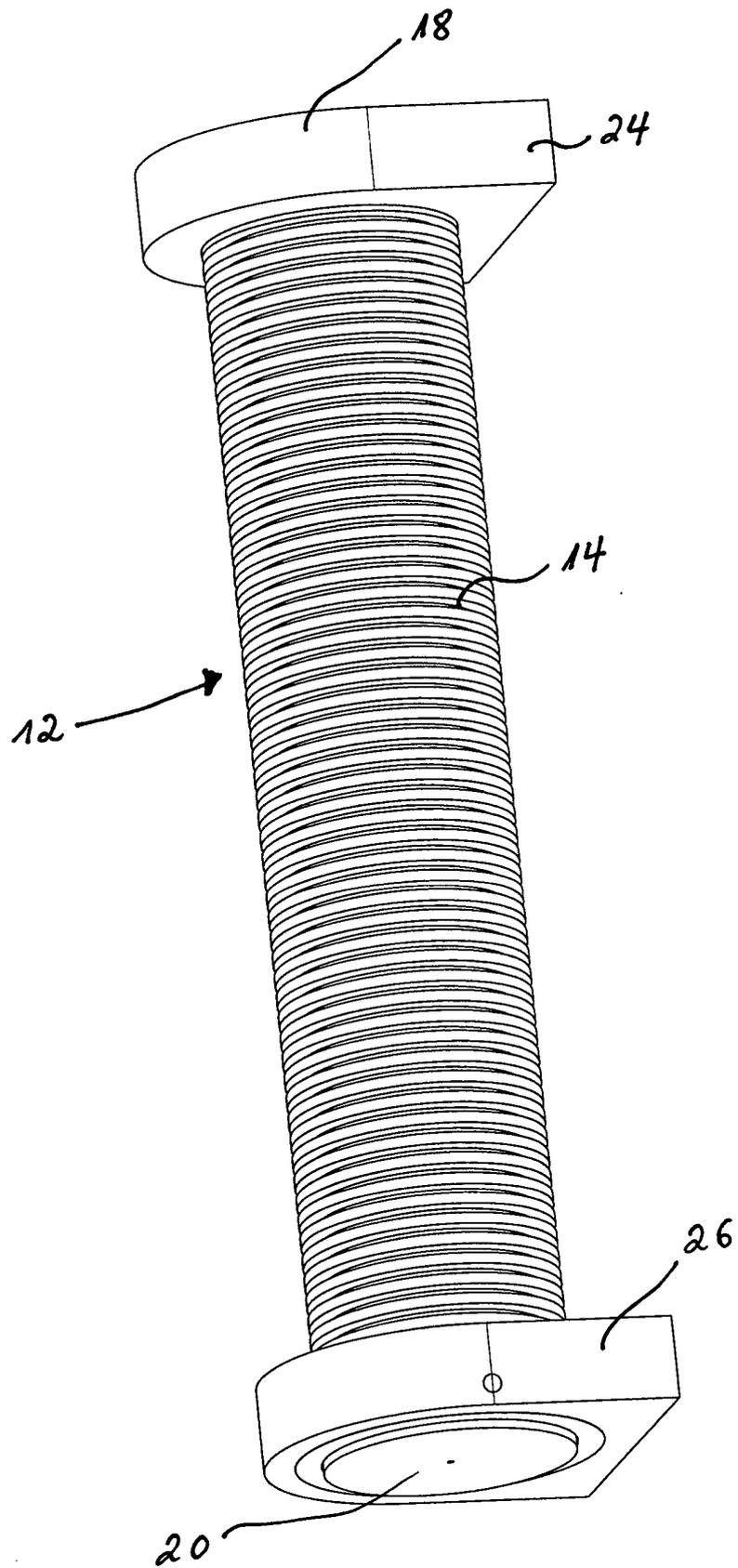
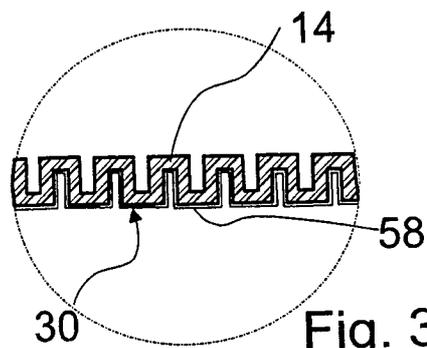
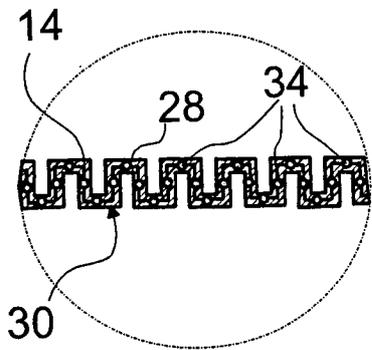
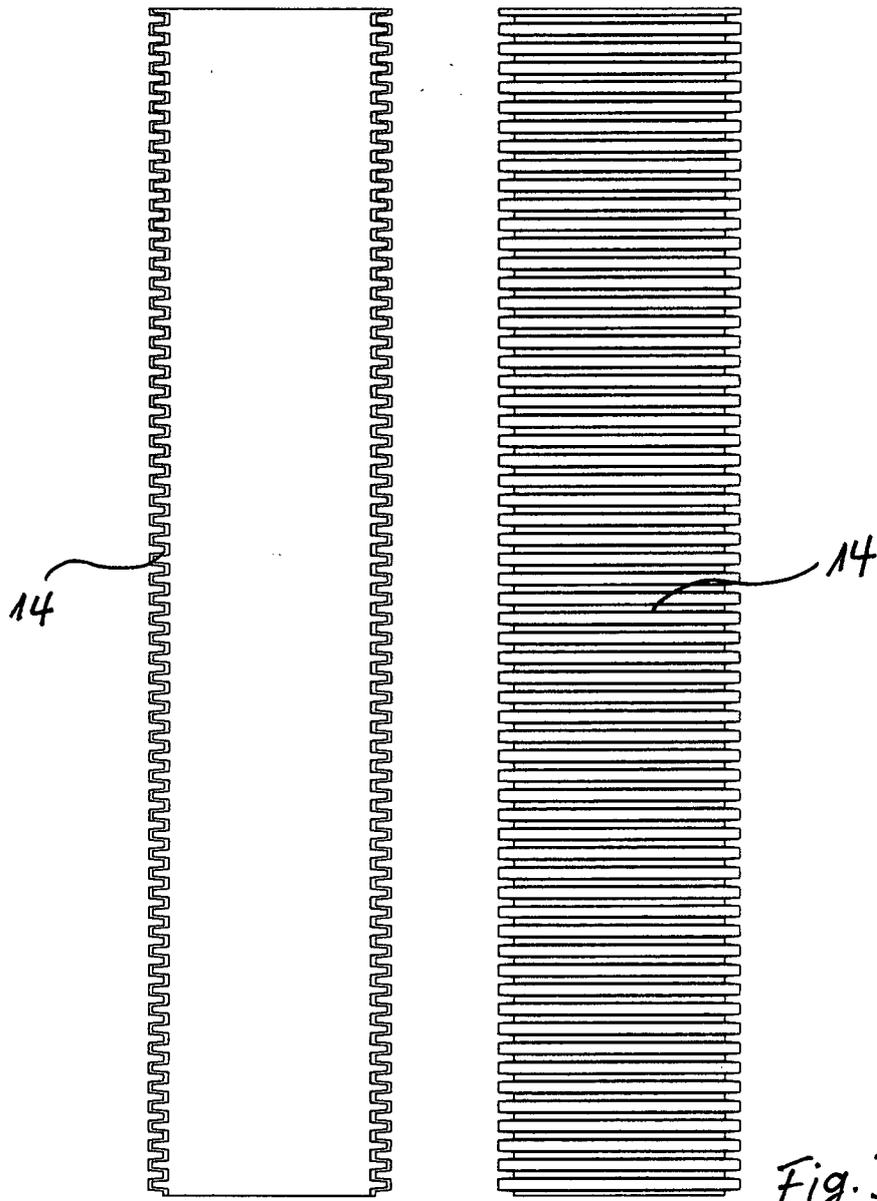


Fig. 2



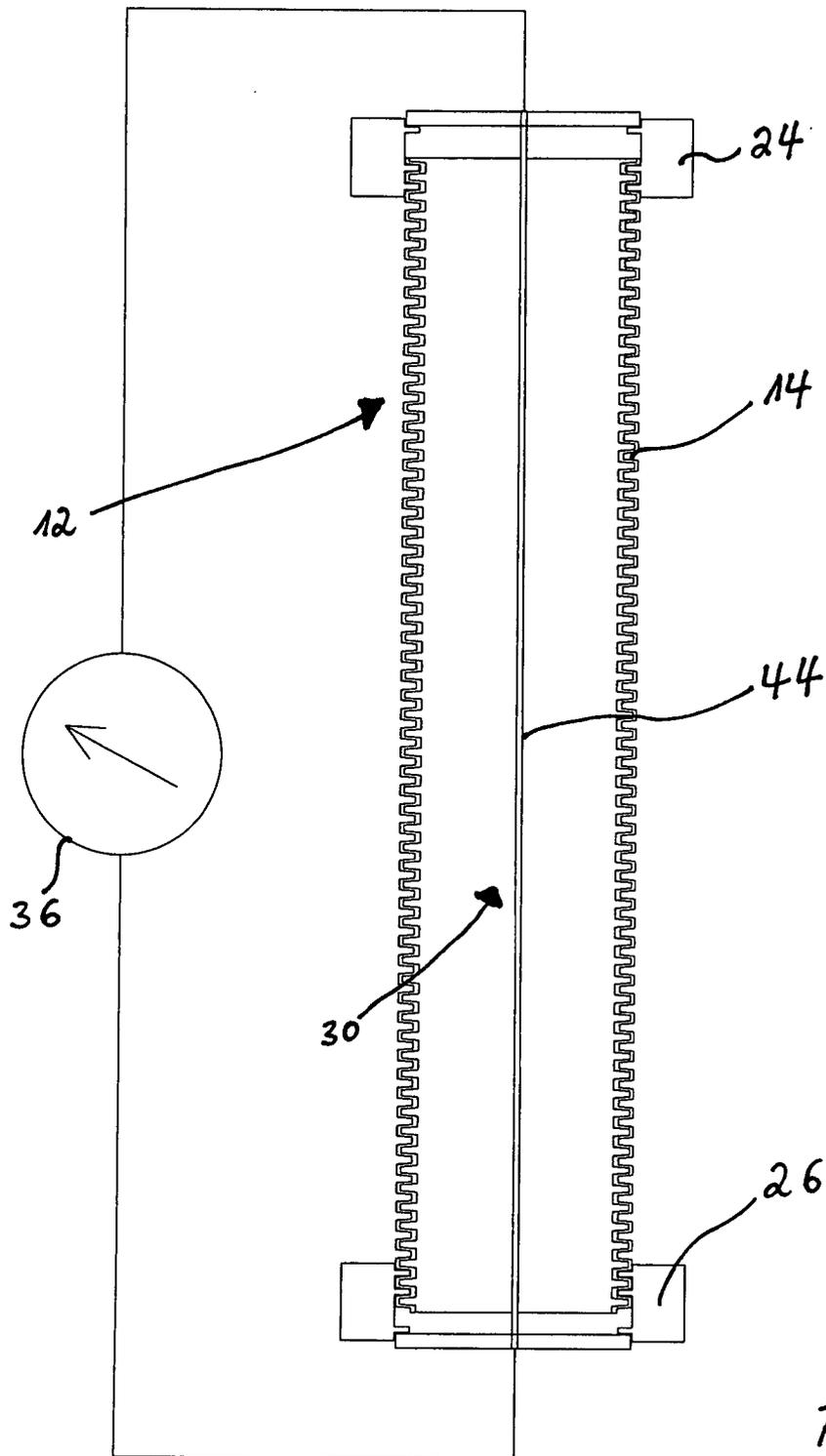
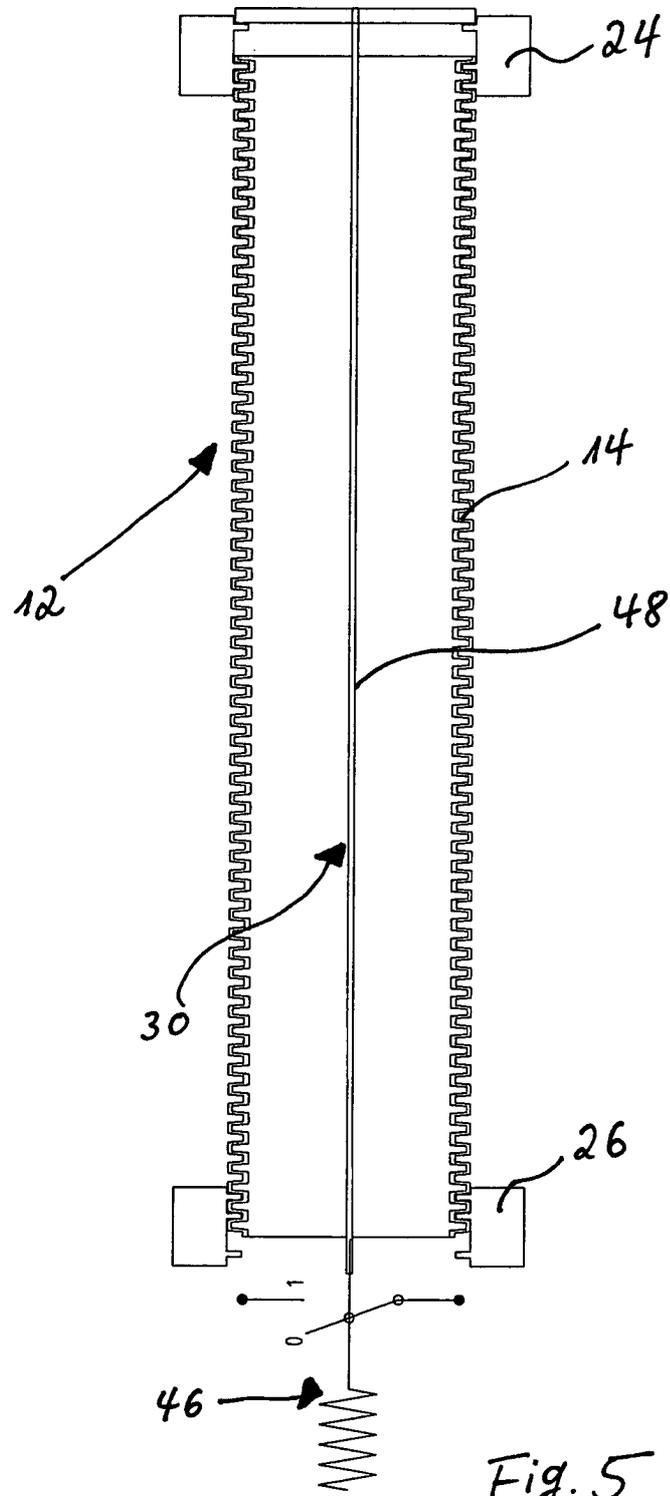
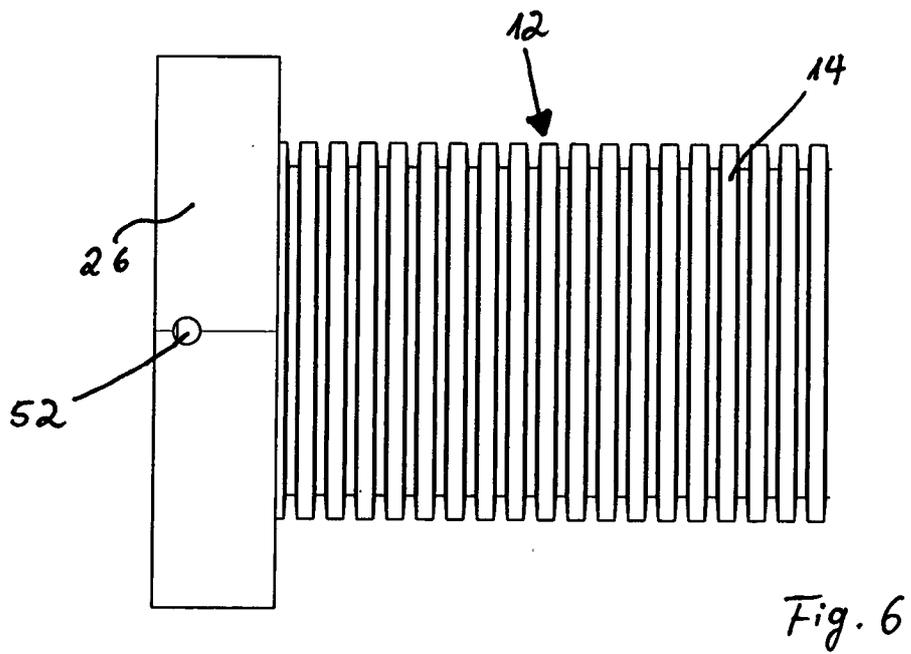
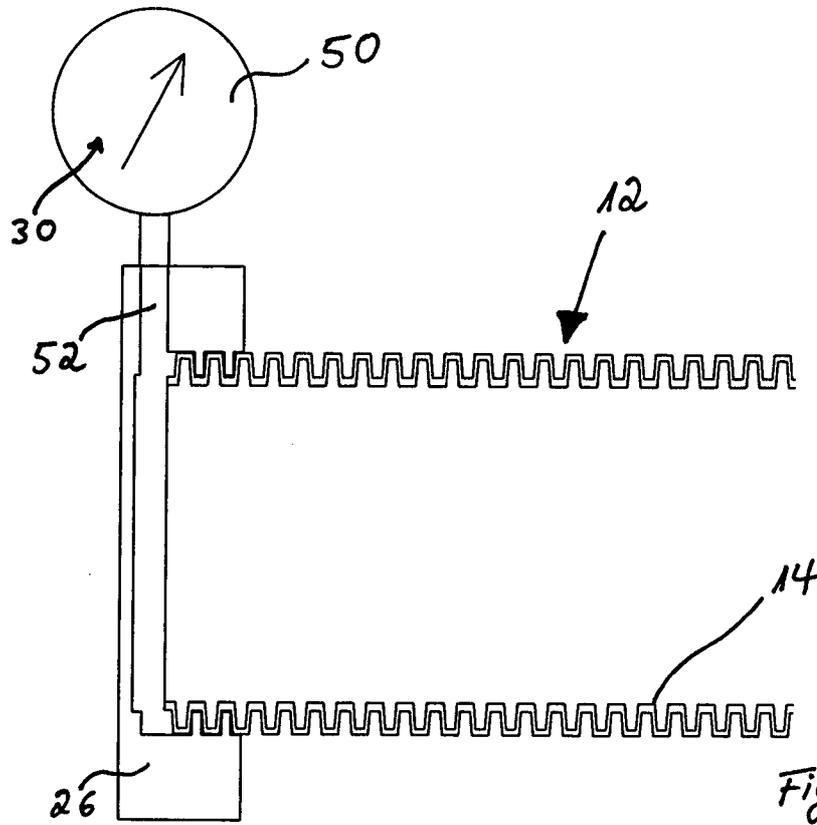


Fig. 4





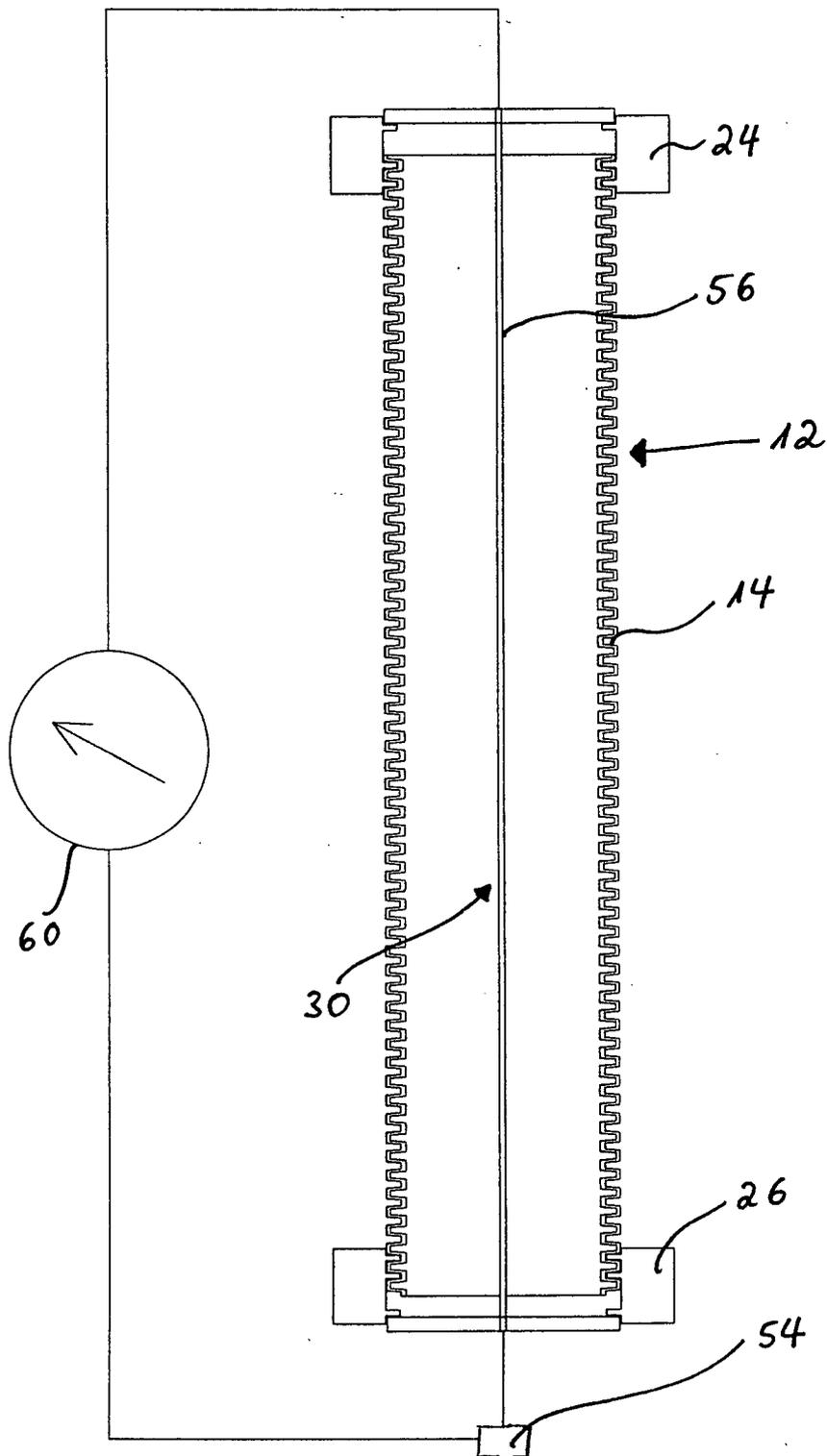


Fig. 7