

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50054/2019
(22) Anmeldetag: 24.01.2019
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2023

(51) Int. Cl.: **G01R 27/26** (2006.01)
H01B 7/32 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 3617373 A1
EP 3432317 A1
CN 101707076 A

(73) Patentinhaber:
PIEZOCRYST ADVANCED SENSORICS
GMBH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Schricker Alexander Dr.
8046 Graz (AT)
Mayer Andreas Dipl.Ing.
8113 St. Oswald bei Plankenwarth (AT)
Ladinig Lukas Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(74) Vertreter:
BABELUK Michael Dipl.-Ing. Mag.
1080 WIEN (AT)

(54) KABELANORDNUNG

(57) Die Erfindung betrifft eine Kabelanordnung (10), vorzugsweise für Anwendungen in Hochdruck- und/oder Hochtemperaturbereichen, mit einem mineralisierten Kabel (11), das zumindest einen Innenleiter (12, 13) aufweist, wobei der Innenleiter (12, 13) eine innere und eine äußere, rohrförmige Abschirmung (14, 15) aus Metall aufweist. Erfindungsgemäß weist die Kabelanordnung (10) zur frühzeitigen Erkennung von Kabelschäden eine Messeinrichtung (20) zur Gewinnung eines Prüfsignals auf, die die innere und die äußere Abschirmung (14, 15) des mineralisierten Kabels (11) elektrisch kontaktiert.

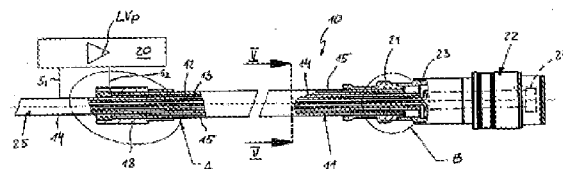


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kabelanordnung, vorzugsweise für Anwendungen in Hochdruck- und/oder Hochtemperaturbereichen, mit einem mineralisierten Kabel, das zumindest einen Innenleiter aufweist, wobei der Innenleiter eine innere und eine äußere, rohrförmige Abschirmung aus Metall aufweist. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Überprüfung einer derartigen Kabelanordnung, vorzugsweise für Anwendungen in Hochdruck- und/oder Hochtemperaturbereichen.

[0002] Insbesondere bei Anwendungen in Hochdruck- und/oder Hochtemperaturbereichen, beispielsweise bei großen Gasturbinen, werden Druck- und Beschleunigungssensoren (Geschwindigkeitssensoren) mit mineralisierten Metallmantelkabeln (MI-Kabel) verwendet. Diese Kabel können, z.B. durch Reiben an Wandungen, Durchführungen oder anderen Gegenständen beschädigt werden, sodass die Abschirmung durchgerieben wird und die Innenleiter, die das Messsignal führen, ungenügend isoliert oder freigelegt werden. Die dann an dieser Stelle erzeugten parasitären Signale können letztendlich zum Abschalten der Gasturbine führen. Parasitäre Signale entstehen durch Kurzschluss, Potentialdifferenzen sowie elektromagnetische Einstreuung.

[0003] Aus der EP 3 049 785 B1 ist beispielsweise ein Druckmesssystem mit einer in ein Prozessfluid einführbaren Drucksensoranordnung bekannt, wobei die Drucksensoranordnung eine an ein Sensormontageelement angeschweißte Buchse aufweist und der Drucksensor durch eine Lötverbindung mit dem Sensormontageelement verbunden ist. Die Drucksensoranordnung weist ein mineralisiertes Kabel (MI-Kabel) mit einem Metallmantel auf, mit einem distalen Ende, das an der Buchse des Drucksensors angeschweißt ist, und einem proximalen Ende, das an einem Prozessfluidbehälter abdichtend angebracht werden kann. Das mineralisierte Kabel weist mehrere mit dem Drucksensor elektrisch verbundene Leiter auf, die sich mittels eines elektrisch isolierenden Trockenminerals voneinander beabstandet innerhalb des Metallmantels erstrecken. Eine Schweißung zwischen der Buchse und dem distalen Ende des Metallmantels bildet dabei eine erste Dichtung und eine Schweißung zwischen dem Mantel und dem Sensormontageelement eine zweite Dichtung. In nachteiliger Weise beeinflusst eine Beschädigung des Metallmantels direkt die Signalgüte der elektrischen Leiter.

[0004] In diesem Zusammenhang ist aus der CN 2015 14809 U ein doppelt geschirmtes MI-Kabel bekannt geworden. Zur Verlängerung der Serviceintervalle und Verbesserung der Signalgüte wird ein Kabel vorgeschlagen, das einen Kupferdraht als Innenleiter in einer Mineralisolierung aus MgO und eine Messingschirmung als äußeren Leiter aufweist. Konzentrisch dazu ist eine zweite Abschirmung aus Messing oder Stahl vorgesehen, wobei der Ringspalt zwischen den beiden Abschirmungen mit einer Mineralisolierung aus MgO gefüllt ist. Ein triaxiales, mineralisiertes Kabel mit einem ähnlichen Aufbau ist aus der CN 101707076 A vorbekannt.

[0005] Die Druckschriften DE 36 17 373 A1 und EP 3 432 317 A1 befassen sich ebenfalls mit mineralisierten, doppelt abgeschirmten Kabeln, ohne jedoch Maßnahmen zu offenbaren, mit welchen Verschleißerscheinungen an den Kabeln festgestellt werden können.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die eingangs beschriebenen Kabelanordnungen, insbesondere für Anwendungen in Hochdruck- und/oder Hochtemperaturbereichen, derart zu verbessern, dass bei hoher Signalgüte am mineralisierten Kabel auftretende Verschleißerscheinungen der Kabelanordnung rasch erkannt werden können. Weiters soll der notwendige Austausch eines von der Kabelanordnung kontaktierten Sensors zeitgerecht vorhergesagt werden können.

[0007] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Kabelanordnung zur frühzeitigen Erkennung von Kabelschäden eine Messeinrichtung zur Gewinnung eines Prüfsignals aufweist, die die innere und die äußere Abschirmung des mineralisierten Kabels elektrisch kontaktiert.

[0008] Gemäß einer ersten Ausführungsvariante dient die Messeinrichtung dazu, den elektrischen Widerstand oder dessen zeitliche Änderung, insbesondere des Isolationswiderstands, zwischen der inneren und der äußeren Abschirmung zu messen und Abweichungen von vorgege-

benen Signalparametern festzustellen.

[0009] Die erfinderische Idee besteht im Wesentlichen darin, ein einfach geschirmtes Kabel mit einer weiteren konzentrischen Abschirmung zu versehen und das Signal zwischen den beiden Schirmen zu überwachen. Im Normalbetrieb muss hier ein hoher Isolationswiderstand gegeben sein und es dürfen nur Rauschsignale kleiner Amplitude auftreten. Sobald der erste Schirm an einer beliebigen Stelle defekt bzw. durchgerieben ist, sinkt die elektrische Isolation der zwischenlagerten (hygroskopischen) Mineralisolierung um mehrere 10er-Potenzen. Dies führt bei entsprechend eingestellten Ladungsverstärkern zu einer Drift und in weiterer Folge zu einer Sättigung des Signals. Der Kurvenverlauf ist charakteristisch und zeigt ein ansteigendes Rauschsignal bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Ladungsverstärker aufgrund zu hoher Signaldrift in Sättigung gerät und ein konstantes Signal bei maximaler oder minimaler Ausgangsspannung abgibt.

[0010] Eine zweite Variante der Erfindung verwendet eine Messeinrichtung, die geeignet ist, die elektrische Kapazität oder deren zeitliche Änderung zwischen der inneren und der äußeren Abschirmung zu messen. Bei einer defekten äußeren Abschirmung ändert sich die Dielektrizitätskonstante der Mineralisolierung zwischen den beiden Abschirmungen, was zu einer messbaren Änderung der elektrischen Kapazität führt.

[0011] Gemäß einer dritten Variante kann die Messeinrichtung einen Ladungsverstärker aufweisen, dessen Signaleingänge die innere und die äußere Abschirmung elektrisch kontaktieren. Das vom Ladungsverstärker der Messeinrichtung generierte Prüfsignal kann überwacht werden, wobei bei Veränderung vorgegebener Signalparameter entsprechende Wartungsschritte eingeleitet werden können.

[0012] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Überprüfung einer Kabelanordnung, vorzugsweise für Anwendungen in Hochdruck- und/oder Hochtemperaturbereichen, aufweisend ein mineralisiertes Kabel, das zumindest einen Innenleiter aufweist, wobei der Innenleiter eine innere und eine äußere, rohrförmige Abschirmung aus Metall aufweist, zeichnet sich durch folgende Schritte aus:

- a) elektrische Kontaktierung der inneren und der äußeren Abschirmung des mineralisierten Kabels;
- b) Gewinnung eines elektrischen Signals, beispielsweise ein vom Widerstand, von der Kapazität oder der Ladung abhängiges Signal;
- c) Überprüfung des Signalverlaufs; sowie
- d) Feststellung eines Schadens am mineralisierten Kabel bei Abweichung des im Schritt b) gewonnenen elektrischen Signals von vorgegebenen Parametern.

[0013] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0014] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Kabelanordnung, vorzugsweise für Anwendungen in Hochdruck- und/oder Hochtemperaturbereichen in Kontakt mit einem Druck- oder Beschleunigungssensor in einem Längsschnitt;

[0015] Fig. 2 eine Variante der erfindungsgemäßen Kabelanordnung gemäß Fig. 1 in einem Längsschnitt;

[0016] Fig. 3 ein Detail A aus den Fig. 1 und 2 in vergrößerter Darstellung;

[0017] Fig. 4 ein Detail B aus den Fig. 1 und 2 in vergrößerter Darstellung;

[0018] Fig. 5 eine Schnittdarstellung des mineralisierten Kabels gemäß Linie V-V in Fig. 2 in vergrößerter Darstellung;

[0019] Fig. 6 eine Ausführungsvariante des mineralisierten Kabels in einer Schnittdarstellung gemäß Fig. 5;

[0020] Fig. 7 ein Diagramm eines Signalverlaufs ohne Schäden am mineralisierten Kabel; sowie

[0021] Fig. 8 ein Diagramm eines Signalverlaufs eines schadhaften mineralisierten Kabels.

[0022] Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsvarianten mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0023] Bei der Kabelanordnung 10 gemäß Fig. 1 ist das mineralisierte Kabel (MI-Kabel) 11 gasdicht am Gehäuse 23 eines piezoelektrischen Sensors 22 (Druck- oder Beschleunigungssensor) befestigt, bevorzugt mit diesem verschweißt. Der Messwandler 24 des Sensors 22 ist strichliert angedeutet. Das MI-Kabel 11 weist zwei im Abstand zueinander, parallel geführte, mineralisierte Innenleiter 12, 13 auf, die in einer inneren 14 und einer konzentrisch dazu angeordneten, äußeren Abschirmung 15 aus Metall angeordnet sind, wobei zwischen den beiden Abschirmungen eine Mineralisierung 17 vorliegt.

[0024] Das doppelt geschirmte Kabel 11 weist eine Messfunktion auf, indem eine Messeinrichtung 20 vorgesehen ist, mit welcher der Isolierungswiderstand zwischen der inneren 14 und der äußeren Abschirmung 15 gemessen werden kann. Sinkt dieser Widerstand, beispielsweise wenn die äußere Abschirmung 15 durchgescheuert ist und Feuchtigkeit in die Mineralisierung 17 eindringt, so kann frühzeitig, noch bevor sich die Signalgüte wesentlich verschlechtert, eine Beschädigung des MI-Kabels 11 festgestellt werden.

[0025] Die Messeinrichtung 20 kann beispielsweise im Bereich einer Metallhülse 18 angeordnet sein, die mit dem MI-Kabel 11 vergossen ist, wobei aus der Metallhülse 18 ein einfach geschirmtes Steckerkabel 25 austritt, das zu einem zweipoligen Gerätestecker 26 (z.B. ein LEMO®-Stecker) führt. Der Gerätestecker 26 wird an eine Auswerteeinheit 28 angeschlossen deren Ladungsverstärker LVm ein Messsignal generiert.

[0026] Es ist auch möglich das doppelt geschirmte MI-Kabel 11 mit einem vierpoligen Stecker zu versehen, sodass in einer daran angeschlossenen Auswerteeinheit 28 sowohl das Prüfsignal als auch das Messsignal generiert werden können.

[0027] Die Ausführungsvariante gemäß Fig. 2 ist im Wesentlichen gleich aufgebaut wie jene gemäß Fig. 1. Der Unterschied liegt in der Messeinrichtung 20, die einen Ladungsverstärker LVp aufweist, dessen Signaleingänge s_1 , s_2 die innere und die äußere Abschirmung 14, 15 des MI-Kabels 11 elektrisch kontaktieren. Es kann somit das Ladungssignal zwischen den beiden Abschirmungen 14, 15 gemessen werden. Ist das Prüfsignal bzw. Rauschsignal (beispielsweise in Abschnitten des gemessenen Spektrums) höher als das Messsignal kann auf eine Beschädigung der äußeren Abschirmung 15 geschlossen werden (siehe Diagramme Fig. 7 und 8).

[0028] Fig. 3 zeigt im Detail den Übergang vom doppelt geschirmten MI-Kabel 11 zum einfach geschirmten Steckerkabel 25. Das MI-Kabel 11 weist an dem vom Druck- oder Beschleunigungssensor 22 abgewandten Ende eine die äußere Abschirmung 15 des MI-Kabels 11 umfassende Metallhülse 18 auf, aus der das Steckerkabel 25 austritt, wobei die Metallhülse 18 mittels Vergussmasse 19 gasdicht an der inneren Abschirmung 14 des MI-Kabels 11 abgedichtet ist.

[0029] Fig. 4 zeigt im Detail den gasdichten Anschluss des MI-Kabels 11 an den Druck- oder Beschleunigungssensor 22. Das Gehäuse 23 des Druck- oder Beschleunigungssensors 22 kann direkt an der äußeren Abschirmung 15 des MI-Kabels 11 (oder indirekt über einen Kabelschuh 21) befestigt, vorzugsweise mit der äußeren Abschirmung 15 oder dem Kabelschuh 21 verschweißt sein (siehe Verschweißungen 27). Die beiden Innenleiter 12, 13 des MI-Kabels 11 kontaktieren den Messwandler 24 des Druck- oder Beschleunigungssensors 22.

[0030] In Fig. 5 ist der innere Aufbau des MI-Kabels 11 gemäß Linie V-V in Fig. 2 im Detail dargestellt. Das MI-Kabel 11 weist zwei in der inneren Abschirmung 14 angeordnete Innenleiter 11, 12 auf, die mit Abstand zueinander in einer ersten Mineralisierung 16 eingebettet sind, wobei die äußere Abschirmung 15 die innere Abschirmung 14 unter Zwischenlage einer zweiten Mineralisierung 17 umfasst.

[0031] Gemäß der in Fig. 6 dargestellten Variante kann das MI-Kabel 11 auch zwei Innenleiter

11, 12 aufweisen, die jeweils in einer ersten Mineralisolierung 16 in separaten inneren Abschirmungen 14 angeordnet sind, wobei die zwei inneren Abschirmungen 14 in eine zweite Mineralisolierung 17 eingebettet und von der äußeren Abschirmung 15 umfasst sind.

[0032] Die beiden Abschirmungen 14, 15 können beispielsweise aus Nickel-, Stahl- oder Aluminiumlegierungen bestehen. Für die Mineralisolierung kann beispielsweise MgO oder SiO₂ verwendet werden.

[0033] Der Durchmesser D der äußeren Abschirmung 15 liegt beispielsweise bei 3 bis 10 mm, vorzugsweise bei 4 bis 8 mm. Der Durchmesser d der inneren Abschirmung 14 beträgt - abhängig von der Ausführungsvariante (siehe Fig. 5 und 6) - beispielsweise 1,5 bis 5 mm.

[0034] In den Fig. 7 und 8 sind zwei Messbeispiele mit einer Vorrichtung gemäß Fig. 2 dargestellt.

[0035] In Fig. 7 ist der Frequenzverlauf der beiden Signale (Messsignal A des Ladungsverstärkers LVm sowie Prüfsignal B des Ladungsverstärkers LVp) dargestellt. Bei einer intakten äußeren Abschirmung 15 ist das Prüfsignal bzw. Rauschsignal B in allen Frequenzabschnitten T kleiner als das Messsignal A.

[0036] Ist die äußere Abschirmung 15 beschädigt, so zeigen sich Frequenzabschnitte F in welchen das Prüfsignal bzw. Rauschsignal B größer ist als das Messsignal A (siehe Fig. 8).

Patentansprüche

1. Kabelanordnung (10), vorzugsweise für Anwendungen in Hochdruck- und/oder Hochtemperaturbereichen, mit einem mineralisierten Kabel (11), das zumindest einen Innenleiter (12, 13) aufweist, wobei der Innenleiter (12, 13) eine innere und eine äußere, rohrförmige Abschirmung (14, 15) aus Metall aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kabelanordnung (10) eine Messeinrichtung (20) zur Gewinnung eines Prüfsignals aufweist, die die innere und die äußere Abschirmung (14, 15) des mineralisierten Kabels (11) elektrisch kontaktiert.
2. Kabelanordnung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messeinrichtung (20) einen Ladungsverstärker (LVp) aufweist, dessen Signaleingänge (s_1 , s_2) die innere und die äußere Abschirmung (14, 15) elektrisch kontaktieren.
3. Kabelanordnung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mineralisierte Kabel (11) mehrere in der inneren Abschirmung (14) angeordnete Innenleiter (11, 12) aufweist, die mit Abstand zueinander in einer ersten Mineralisierung (16) eingebettet sind, wobei die äußere Abschirmung (15) die innere Abschirmung (14) unter Zwischenlage einer zweiten Mineralisierung (17) umfasst.
4. Kabelanordnung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mineralisierte Kabel (11) mehrere Innenleiter (11, 12) aufweist, die jeweils in einer ersten Mineralisierung (16) in inneren Abschirmungen (14) angeordnet sind, wobei die inneren Abschirmungen (14) in eine zweite Mineralisierung (17) eingebettet und von der äußeren Abschirmung (15) umfasst sind.
5. Kabelanordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zur Kontaktierung eines Druck- oder Beschleunigungssensors (22), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (23) des Druck- oder Beschleunigungssensors (22) direkt oder indirekt an der äußeren Abschirmung (15) des mineralisierten Kabels (11) befestigt, vorzugsweise mit der äußeren Abschirmung (15) verschweißt ist, und der zumindest eine Innenleiter (12, 13) des mineralisierten Kabels (11) einen Messwandler (24) des Druck- oder Beschleunigungssensors (22) elektrisch kontaktiert.
6. Kabelanordnung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mineralisierte Kabel (11) an dem vom Druck- oder Beschleunigungssensor (22) abgewandten Ende eine die äußere Abschirmung (15) des mineralisierten Kabels (11) umfassende Metallhülse (18) aufweist, aus der ein Steckerkabel (25) austritt, wobei die Metallhülse (18) mittels einer Vergussmasse (19) an der inneren Abschirmung (14) des mineralisierten Kabels (11) abgedichtet ist.
7. Verfahren zur Überprüfung einer Kabelanordnung (10), vorzugsweise für Anwendungen in Hochdruck- und/oder Hochtemperaturbereichen, aufweisend ein mineralisiertes Kabel (11), das zumindest einen Innenleiter (12, 13) aufweist, wobei der Innenleiter (12, 13) eine innere und eine äußere, rohrförmige Abschirmung (14, 15) aus Metall aufweist, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:
 - a) elektrische Kontaktierung der inneren und der äußeren Abschirmung des mineralisierten Kabels (11);
 - b) Gewinnung eines elektrischen Signals, beispielsweise ein vom Widerstand, von der Kapazität oder der Ladung abhängiges Signal;
 - c) Überprüfung des Signalverlaufs; sowie
 - d) Feststellung eines Schadens am mineralisierten Kabel (11) bei Abweichung des im Schritt b) gewonnenen elektrischen Signals von vorgegebenen Parametern.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

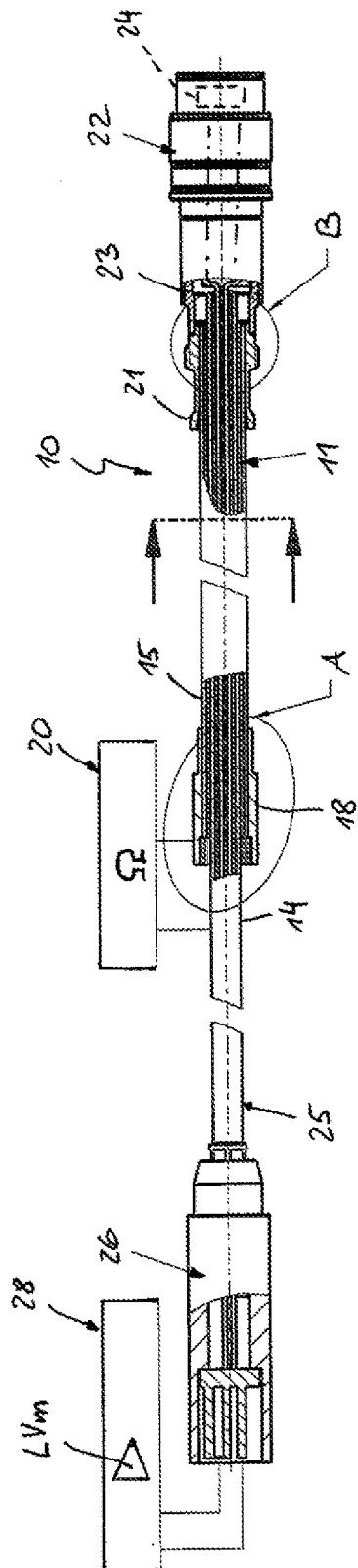


Fig. 1

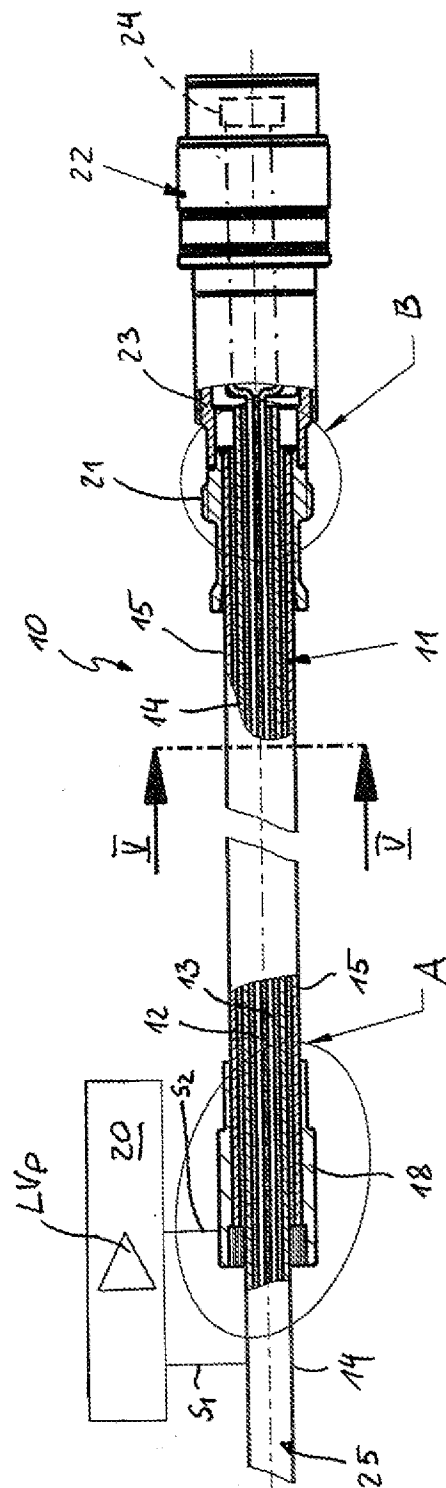


Fig. 2

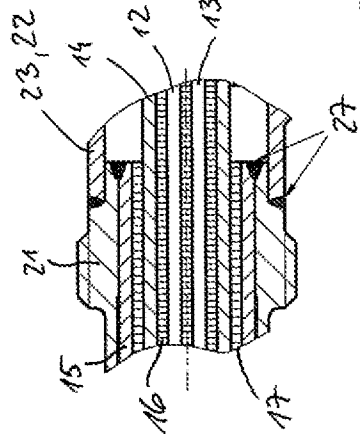


Fig. 4

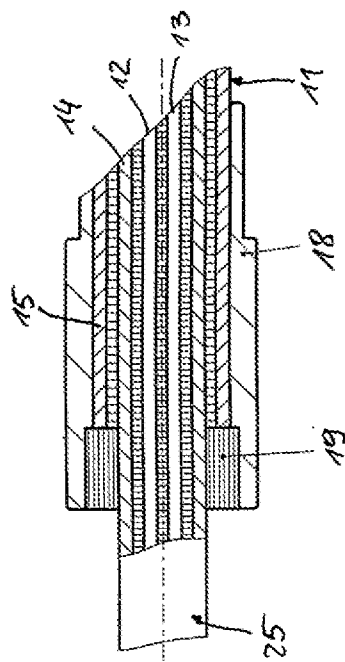


Fig. 3

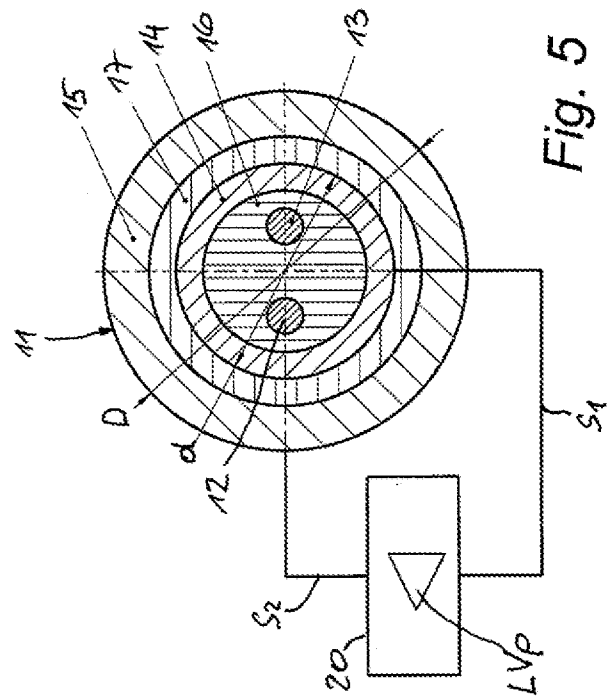


Fig. 5

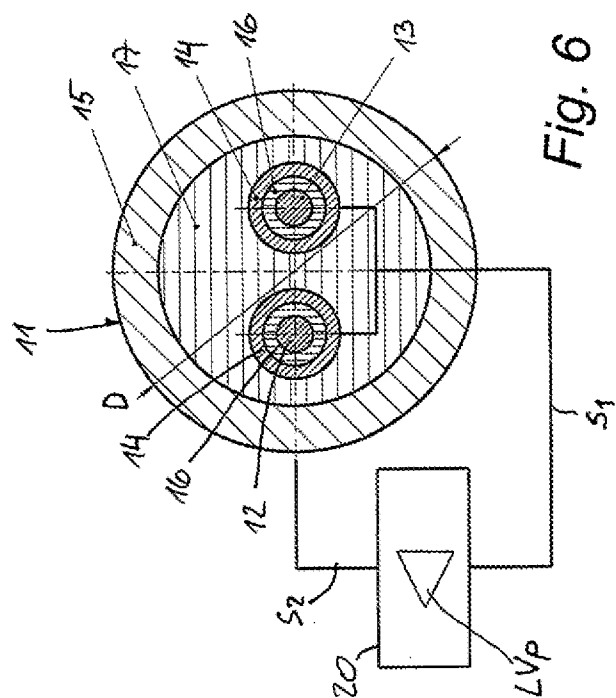


Fig. 6

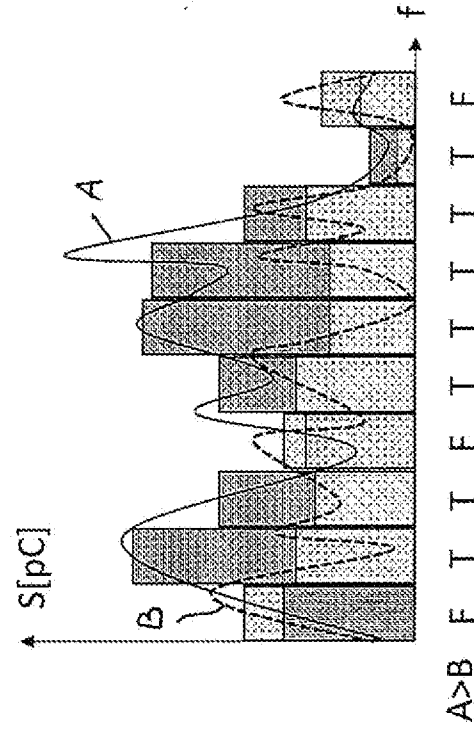


Fig. 7

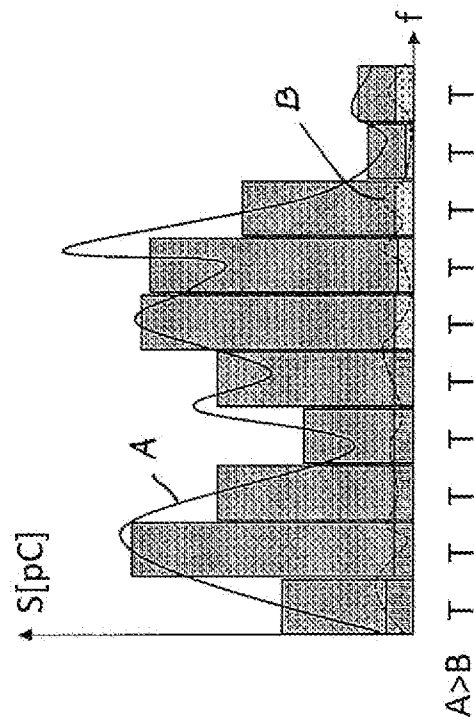


Fig. 8