

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. November 2019 (14.11.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/214772 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01K 7/00 (2006.01) H01B 7/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2019/100401

(22) Internationales Anmeldedatum:
03. Mai 2019 (03.05.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 207 347.3
11. Mai 2018 (11.05.2018) DE

(71) Anmelder: LEONI KABEL GMBH [DE/DE]; Marien-
straße 7, 90402 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder: ENGLER, Benedikt; An den Eschen 22, 26129
Oldenburg (DE). JANSSEN, Bernd; Luchsweg 5, 26169
Friesoythe OT Neuscharrel (DE).

(74) Anwalt: FDST PATENTANWÄLTE; Freier Dörr
Stammler Tschirwitz Partnerschaft mbB, Nordostpark 16,
90411 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: SENSOR LINE, USE OF A SENSOR LINE FOR DETECTING A TEMPERATURE, AND INSULATING MATERIAL

(54) Bezeichnung: SENSORLEITUNG, VERWENDUNG EINER SENSORLEITUNG ZUR ERFASSUNG EINER TEMPERATUR
SOWIE ISOLIERMATERIAL

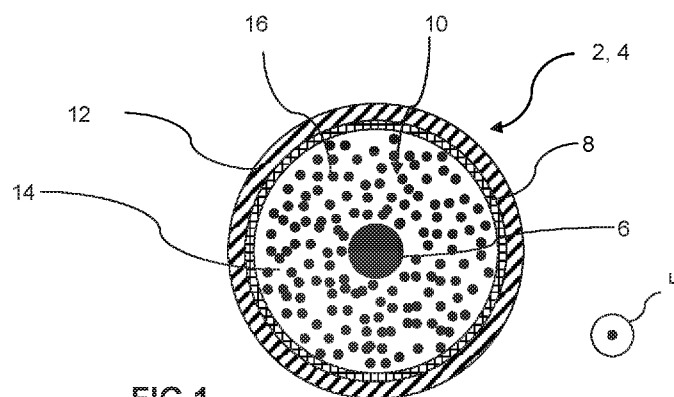


FIG 1

(57) Abstract: The invention relates to a sensor line for detecting the temperature and comprising a temperature-dependent dielectric
for this purpose.

(57) Zusammenfassung: Die Sensorleitung dient zur Erfassung der Temperatur und weist hierzu ein temperaturabhängiges Dielektri-
kum auf.



WO 2019/214772 A1

5

Beschreibung

Sensorleitung, Verwendung einer Sensorleitung zur Erfassung einer Temperatur sowie Isoliermaterial

10 Die Erfindung betrifft eine Sensorleitung, die Verwendung einer solchen Sensorleitung zur Erfassung einer Temperatur sowie ein Isoliermaterial insbesondere für elektrische Leitungen, speziell für eine derartige Sensorleitung.

Die Sensorleitung weist allgemein einen Leiter auf, welcher von einem Isoliermantel, nachfolgend auch kurz als Mantel bezeichnet umgeben ist. Der Isoliermantel
15 bildet ein Dielektrikum, welches die Übertragungseigenschaften eines in die Sensorleitung eingespeisten Signals beeinflusst. Über eine Laufzeitmessung eines eingespeisten Signals können Rückschlüsse auf das Dielektrikum oder allgemein den Zustand der Sensorleitung getroffen werden.

20

Als Messverfahren, die auf einer Laufzeitmessung eines eingespeisten Signals beruhen, sind beispielsweise TDR-Messungen (Time Domain Reflektometry) bekannt. Ein weiteres Messverfahren ist beispielsweise aus der WO
2017/216061 A1 zu entnehmen. Hierin wird beschrieben, dass eine Temperatur-
25 messung durch die Verwendung eines temperaturabhängigen Dielektrikums erfolgen kann. Die Dielektrizitätszahl der Isolierung ist also abhängig von der Temperatur. Die Dielektrizitätszahl bestimmt maßgeblich die Laufzeit, sodass also bei Verwendung eines temperaturabhängigen Dielektrikums aus der Laufzeit ein Rückschluss auf die herrschende Temperatur getroffen werden kann.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Temperaturmessung zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch eine Sensorleitung mit einem Leiter, der von einem Isoliermantel umgeben ist, welcher ein temperaturabhängigen Dielektrikum aufweist und insbesondere aus dem temperaturabhängigen Dielektrikum gebildet ist, wobei das Dielektrikum ein pyroelektrisches Material enthält.

5

Der Isoliermantel besteht dabei aus einem Isoliermaterial, das sich entlang des Leiters über dessen gesamter Länge (bis auf evtl. abisolierte Endbereich für Kontaktierungen) erstreckt, wobei das Isoliermaterial typischerweise Kunststoff aufweist. Der Isoliermantel weist vorzugsweise über die gesamte Länge des Leiters eine konstante Dicke auf und / oder weist über die gesamte Länge ein homogenes Material auf.

10

*

Unter einem pyroelektrischen Material werden allgemein Materialien verstanden, welche eine elektrische Polarität, also speziell einen elektrischen Dipol aufweisen. Speziell wird unter einem pyroelektrischen Material ein zumindest in Teilen kristallines Material verstanden, welches einen bevorzugt permanenten elektrischen Dipol aufweist. Das Material weist insbesondere (elektrisch) polare Kristalle auf. Derartige Kristalle sind dabei üblicherweise aus elektrisch polaren Einheitszellen aufgebaut, die jeweils einen Dipol besitzen, wobei sich die Gesamtheit der Einzeldipole zu dem gesamten, permanenten elektrischen Dipol zusammensetzt.

15

20

Diese Ausgestaltung beruht dabei auf der Überlegung und der Erkenntnis, dass die Dielektrizitätszahl von Isolatoren ein Maß für die Aufnahme- und Speicherfähigkeit von Ladungen im Material ist und dass dieses Maß maßgeblich von intrinsischen Materialeigenschaften beeinflusst wird. Speziell spielen dabei die Faktoren der Kristallinität und der Polarität in der Materialstruktur eine wichtige Rolle. Weiterhin geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, dass mit steigender Kristallinität und/oder Polarität die Dielektrizitätszahl verstärkt auf Temperaturänderungen reagiert, also sich stärker mit der Temperatur ändert. Durch eine Integration derartiger pyroelektrischer Materialien in ein Isoliermaterial und damit der Verwendung derartiger pyroelektrischer Materialien für das Dielektrikum wird dieses daher allgemein sensibler im Hinblick auf Temperaturänderungen. Durch die starke / verstärkte temperaturabhängige Änderung der Dielektrizitätszahl ist bei

25

30

einer Messung ein deutlicher Laufzeitunterschied erfassbar. Damit ist die Sensorleitung insgesamt sensitiver im Hinblick auf Temperaturänderungen.

In bevorzugter Ausgestaltung handelt es sich bei dem pyroelektrischen Material um eine pyroelektrische Keramik. Eine solche weist typischerweise eine hohe Kristallinität und eine hohe Polarität auf.

Beispiele für derartige pyroelektrische Materialien sind Minerale der Turmalin-
gruppe, Strontiumbariumniobad (SrBaNbO_3), Bleititanat (PbTiO_3), Bariumtitanat
(BaTiO_3), Natriumnitrid (NaN_3), Litiumniobad (LiNbO_3). Zumindest ein oder mehrere dieser zuvor genannten Materialien werden daher für das Dielektrikum herangezogen.

Je nach Anforderungsprofil und Anwendungsfall erfolgt eine spezifische Auswahl eines geeigneten pyroelektrischen Materials. So werden beispielsweise pyroelektrischen Materialien vermieden, welche potenziell schädlich sind und beispielsweise zu den RoHS- oder den REACH-Stoffen zählen (RoHS: Restriction of Hazardous Substances, EU-Richtlinie 2011/65/EU; REACH: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, EG-Verordnung Nr. 1907/2006). So werden beispielsweise bevorzugt Materialien mit Blei-Anteil vermieden.

In bevorzugter Ausgestaltung wird als pyroelektrisches Material Bariumtitanat verwendet. Bei diesem haben Versuche einen guten Effekt auf die Temperaturabhängigkeit gezeigt und ergänzend hat sich die Verwendung von Bariumtitanat auch für den Herstellungsprozess der Sensorleitung als geeignet herausgestellt, speziell für einen kontinuierlichen Extrusionsprozess zum Aufbringen des Dielektrikums als Isoliermantel auf den Leiter.

In bevorzugter Weiterbildung ist das Dielektrikum, also das Material für den Isoliermantel, ein Compound aus einem Kunststoff und dem pyroelektrischen Material. Das Material für den Isoliermantel ist daher eine Mischung aus einem beispielsweise herkömmlichen Isolier-Kunststoff und dem pyroelektrischen Material. Der Kunststoff bildet daher eine Matrix, in der das pyroelektrische Material einge-

bettet ist. Das Compound erlaubt eine einfache Verarbeitbarkeit und die Verwendung von herkömmlichen Herstellungsverfahren. Speziell wird das den Isoliermantel bildende Dielektrikum im Rahmen eines Extrusionsverfahrens auf den Leiter aufgebracht.

5

Der Anteil des pyroelektrischen Materials liegt dabei vorzugsweise im Bereich zwischen 30 Vol.% und 80 Vol.%. Insbesondere liegt der Anteil des pyroelektrischen Materials zwischen 40 Vol.% und 60 Vol.%. Dieser Anteil, auch als Füllgrad bezeichnet, hängt dabei auch von der Wahl des jeweiligen pyroelektrischen Materials ab. Bei der Verwendung von Bariumtitanat hat sich ein Füllgrad von 40 bis 60 Vol.%, speziell von 50 Vol.% als geeignet erwiesen, der bevorzugt auch entsprechend eingestellt wird. Der Volumenanteil ist bezogen auf das Gesamtvolumen des Compounds, ist also bezogen auf das durch den Kunststoff und das pyroelektrische Material gebildete Gesamtvolumen.

10

Der für das Compound verwendete Kunststoff ist bevorzugt ausgewählt aus einem der nachfolgend angeführten Kunststoffe oder auch einer Mischung aus mehreren der nachfolgend angeführten Kunststoffe:

- Polyurethan (PU), wahlweise ein halogenhaltiges oder ein halogenfreies Polyurethan,
- Polyethylen (PE)
- Polyvinylchlorid,
- thermoplastische Elastomere, insbesondere thermoplastische Polyester-Elastomere (TPE-E) oder thermoplastisches Urethan (TPU) oder auch ein thermoplastisches Elastomer auf Olefinbasis (TPO),
- Ethylen-Vinylazetat (EVA), speziell in einer FRNC-Variante,
- Polyvinylchlorid PVC, insbesondere halogenfrei.

20

25

Je nach Anwendungsprofil werden FRNC-Materialien (FRNC: Flame Retardant Non Corrosive, halogenfreies, flammwidriges Material) oder halogenfreie Materialien eingesetzt.

30

Besonders bevorzugt werden Kunststoffe mit einer hohen Kristallinität / Kristallisationsgrad und hoher (Di-)Polarität eingesetzt. Die Kunststoffe weisen also allgemein eine Polarität (Dipolmoment im Kunststoffmolekül) sowie einen kristallinen Anteil auf. Bei Polymeren wird unter Kristallinität / Kristallisationsgrad allgemein der Grad der Anordnung von Molekülketten mit paralleler Ausrichtung verstanden. Speziell haben sich TPU-Kunststoffe auf Ester- Basis als geeignet und beispielsweise als geeigneter im Vergleich zu TPU- Kunststoffen auf Ether-Basis erwiesen.

Speziell haben sich TPU sowie PVC, bevorzugt jeweils in einer halogenfreien Variante, als geeignet erwiesen. Daher wird vorzugsweise TPU oder PVC als Kunststoff-Matrix für das Dielektrikum eingesetzt.

Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Kunststoffe bereits an sich einen Temperatureffekt zeigen, das heißt, dass bereits der reine Kunststoff eine Dielektrizitätszahl zeigt, welche eine vergleichsweise starke Temperaturabhängigkeit zeigt. Insofern wird durch die Verwendung eines TPU's und/oder PVC's, oder allgemein eines Kunststoffs mit hohem Kristallisationsgrad in Kombination mit einem der genannten pyroelektrischen Materialien, speziell Bariumtitanat eine besonders starke Temperaturabhängigkeit des Dielektrikums erreicht.

Als TPU wird vorzugsweise ein polyester-basiertes TPU eingesetzt. Beispiele hierfür sind polyester-basierte Kunststoffe der BASF Polyurethanes GmbH, die unter dem Markennamen Elastollan erhältlich sind. Beispielsweise eignet sich das Elastollan mit der Bezeichnung 754 D HPM.

Das pyroelektrische Material ist dem Compound bevorzugt als Pulver beigemischt. Die Partikelgröße liegt dabei vorzugsweise im Bereich zwischen 0,1 µm und 30 µm, speziell liegt der sogenannte d90-Wert im angegebenen Bereich zwischen 0,1 µm und 30 µm. Dies bedeutet, dass bei einem Pulver mit einer vorgegebenen Partikelgrößen-Verteilung 90% der Partikel in den angegebenen Größenbereich fallen.

Im Hinblick auf die Herstellung der Sensorleitung ist das Dielektrikum, speziell das Compound vorzugsweise extrudierbar, sodass das Dielektrikum wie herkömmliche Mantelmaterialien extrudierbar ist und auch durch Extrusion auf den Leiter aufgebracht wird.

5

Die Sensorleitung ist gemäß einer ersten Ausführungsvariante als eine Koaxialleitung ausgebildet, bei der das Dielektrikum zwischen dem als Innenleiter ausgebildeten Leiter und einem Außenleiter angeordnet ist. Bei dem Außenleiter handelt es sich üblicherweise um eine konzentrisch zum Innenleiter angeordnete Schirmung, beispielsweise ein Schirmgeflecht oder auch eine Folienschirmung.

10

Gemäß einer alternativen Ausführungsvariante handelt es sich bei der Sensorleitung um eine Ader oder diese weist zumindest eine Ader auf. Eine Ader ist dabei allgemein gebildet durch den Leiter und einen diesen umgebenden Adermantel, der das Dielektrikum bildet. Die Sensorleitung ist beispielsweise insgesamt durch ein Adernpaar gebildet, bei dem zumindest eine Ader und vorzugsweise beide Adern das temperaturabhängige Dielektrikum aufweist / aufweisen.

15

Weiterhin wird die Aufgabe gemäß der Erfindung gelöst durch die Verwendung einer Sensorleitung zur Erfassung einer Temperatur, wobei die Sensorleitung einen Leiter aufweist, welcher von einem temperaturabhängigen Dielektrikum umgeben ist. Das Dielektrikum weist dabei ein TPU, ein PVC oder ein pyroelektrisches Material auf. Bei dem TPU handelt es sich insbesondere um ein polyesterbasiertes TPU, wie es beispielsweise unter dem Markennamen Elastollan vertrieben wird. Speziell weist das temperaturabhängige Dielektrikum eine Mischung aus TPU oder PVC in Kombination mit dem pyroelektrischen Material auf. Speziell ist das temperaturabhängige Dielektrikum abschließend gebildet durch ein Compound aus einem TPU oder PVC in Verbindung mit dem pyroelektrischen Material. Bei den verwendeten Kunststoffen handelt es sich allgemein um polare Kunststoffe vorzugsweise mit zumindest einem kristallinen Anteil.

20

25

30

Grundsätzlich ist jedoch auch ein Dielektrikum rein aus einem Kunststoff (also ohne pyroelektrisches Material) geeignet, beispielsweise gebildet oder zumindest

enthaltend ein TPU und/oder ein PVC, wie sie bereits zuvor für das Compound beschrieben wurden. Insofern wird auf die vorhergehenden Ausführungen verwiesen. Wie zuvor bereits erwähnt, haben Untersuchungen gezeigt, dass diese Materialien bereits eine gute Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätszahl zeigen.

5 Diese Materialien werden daher für eine derartige Sensorleitung zur Erfassung einer Temperatur verwendet.

Bei der Erfassung der Temperatur wird ein Test- oder Messsignal in die Sensorleitung eingespeist, speziell ein Messimpuls, und es wird dessen Laufzeit ausgewertet. Daraus wird – beispielsweise durch Vergleich mit hinterlegten Referenzwerten
10 oder auch durch einen geeigneten Algorithmus – bei bekannter Temperaturabhängigkeit des Dielektrikums ein Rückschluss auf die aktuell herrschende Temperatur gezogen.

15 Die Sensorleitung sowie die Temperaturmessung wird vorzugsweise in den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten eingesetzt. Zum einen wird die Temperatur der Sensorleitung und/oder eines Kabels, in das die Sensorleitung integriert ist, überwacht. Bei dem Kabel handelt es sich beispielsweise um ein Ladekabel, speziell zum Laden eines elektromotorisch angetriebenen Fahrzeuges. Daneben
20 handelt es sich bei dem Kabel um ein Versorgungskabel zur Strom- und Leistungsversorgung einer elektrischen Maschine. Darüber hinaus wird beispielsweise mithilfe der Sensorleitung die Temperatur der Umgebung ermittelt, in der die Sensorleitung verläuft.

25 Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung weiterhin gelöst durch ein Isoliermaterial, insbesondere für elektrische Leitungen, welches ein Compound aus einem Kunststoff und einem pyroelektrischen Material aufweist, speziell ist das Isoliermaterial durch das Compound gebildet. Die zuvor im Hinblick auf die Sensorleitung angeführten Ausgestaltungen im Zusammenhang mit dem Dielektrikum sind auf das
30 Isoliermaterial in gleicher Weise zu übertragen, also für das Isoliermaterial gültig.

Ein Ausführungsbeispiel wird nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Diese zeigen in schematischen, vereinfachten Darstellungen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Sensorleitung sowie
Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Messanordnung.

5 In den Figuren sind gleich wirkende Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die in Fig. 1 dargestellte Sensorleitung 2 erstreckt sich in eine Längsrichtung L.
Die Sensorleitung 2 ist im Ausführungsbeispiel als eine Koaxialleitung 4 ausgebil-
10 det. Hierzu weist die Sensorleitung 2 einen als Innenleiter 6 ausgebildeten Leiter
sowie einen Außenleiter 8 auf. Dieser ist im Ausführungsbeispiel als ein Geflecht
ausgebildet. Zwischen dem Innenleiter 6 und dem Außenleiter 8 ist ein Dielektri-
kum 10, also ein Isoliermaterial, angebracht. Dieses füllt den Zwischenraum zwi-
schen dem Innenleiter 6 und dem Außenleiter 8 aus. Das Dielektrikum 10 bildet
15 quasi einen Isoliermantel für den Innenleiter 6. Die Signalleitung 2 weist weiterhin
einen aus einem geeigneten Isoliermaterial bestehenden Außenmantel 12 auf.

Das Dielektrikum 10 ist durch ein Compound aus einem Kunststoff 14 und einem
Füllstoff gebildet, wobei der Füllstoff ein pyroelektrisches Material 16, insbesonde-
20 re Bariumtitanat ist. Das pyroelektrische Material 16 ist in dem Kunststoff 14 ein-
gebettet. Der Kunststoff 14 bildet daher quasi eine Matrix, in der das pyroelek-
trische Material 16 zumindest weitgehend homogen verteilt angeordnet ist. Das
pyroelektrische Material 16 liegt in Pulverform vor, weist also einzelne Partikel auf,
die innerhalb des Kunststoffes 14 verteilt angeordnet sind.

25 Die Partikelgröße der einzelnen Partikel liegt dabei vorzugsweise im Bereich zwi-
schen 0,1 μm und 30 μm (d90-Wert). Das pyroelektrische Material 16 weist einen
Anteil von 40 Vol.% bis 60 Vol.%, speziell von 50 Vol.% bezogen auf das Ge-
samtvolumen des Dielektrikums 10 auf.

30 Die in der Fig. 1 dargestellte Sensorleitung 2 wird als Sensorleitung 2 zur Mes-
sung der Temperatur eingesetzt, wie nachfolgend unter Bezugnahme auf die
Fig. 2 näher erläutert wird. Dabei wird ausgenutzt, dass das Dielektrikum 10 einen

temperaturabhängigen Dielektrizitätswert zeigt. Dies bedeutet, dass bei einer Temperaturveränderung sich die der Dielektrizitätswert verändert und damit auch der Impedanzwert der Sensorleitung 2 verändert wird, sodass die Laufzeit eines eingespeisten Signals beeinflusst wird.

5

Die Sensorleitung 2 dient beispielsweise zur Überwachung der Temperatur eines Kabels 22, welches beispielsweise als ein Ladekabel für ein elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug ausgebildet ist. Die Sensorleitung 2 ist dabei im Kabel 22 integriert. Neben der Sensorleitung 2 weist das Kabel 22 typischerweise noch weitere Leistungsadern und/oder Datenleitungen auf.

10

In Fig. 2 ist eine Messanordnung 20 zur Überwachung der Temperatur des Kabels 22 dargestellt. Die Messanordnung 20 umfasst hierbei die Sensorleitung 2, eine Sendeeinheit 24 sowie eine Empfangseinheit 26 und ergänzend noch eine Auswerteeinheit 28. Die Sendeeinheit 24 ist zur Einspeisung eines Messsignals S_M und die Empfangseinheit 26 ist zum Empfang eines Antwortsignals S_A und zur Übertragung des Antwortsignals S_A an die Auswerteeinheit 28 ausgebildet. In der Auswerteeinheit 28 wird das Antwortsignal S_A ausgewertet. Die Auswerteeinheit 28 kann auch in die Empfangseinheit 26 integriert sein.

15

20

Das Antwortsignal S_A variiert in Abhängigkeit des Dielektrizitätswerts des Dielektrikums 10 und zwar führt eine Temperaturänderung zu einer Veränderung der Laufzeit des eingespeisten Messsignals S_M . Das eingespeiste Messsignal S_M ist speziell ein Messimpuls, welcher beispielsweise an einem Leitungsende reflektiert und als das reflektierte Antwortsignal S_A wieder in Richtung zur Empfangseinheit 26 zurückgeworfen wird. Die Auswerteeinheit 28 wertet die Laufzeit zwischen Einspeisung und Empfang aus und ermittelt anhand der gemessenen Laufzeit die Temperatur.

25

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr können auch andere Varianten der Erfindung von dem Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Gegenstand der Erfindung zu verlassen.

30

Ansprüche

- 5 1. Sensorleitung mit einem Leiter, der von einem temperaturabhängigen Dielektrikum umgeben ist, wobei das Dielektrikum ein pyroelektrisches Material enthält.
2. Sensorleitung nach Anspruch 1, wobei das pyroelektrische Material eine
10 pyroelektrische Keramik ist.
3. Sensorleitung nach Anspruch 1 oder 2, wobei es sich bei dem pyroelektrischen Material um Bariumtitanat handelt.
- 15 4. Sensorleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Dielektrikum ein Compound aus einem Kunststoff und dem pyroelektrischen Material ist.
5. Sensorleitung nach Anspruch 4, wobei der Anteil des pyroelektrischen Materials bei 30Vol% bis 80 Vol.% und insbesondere im Bereich zwischen
20 40Vol% und 65Vol% liegt.
6. Sensorleitung nach Anspruch 4 oder 5, wobei es sich bei dem Kunststoff ausgewählt ist aus einem der nachfolgenden Materialien: PE, PU, PVC, TPU, TPO, TPE-E, insbesondere halogenfreies TPU oder halogenfreies
25 PVC.
7. Sensorleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das pyroelektrische Material eine Partikelgröße im Bereich von 0,1µm bis 30µm aufweist.
- 30 8. Sensorleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Dielektrikum auf den Leiter aufextrudiert ist.
9. Sensorleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, die als Koaxialleitung ausgebildet ist, bei der das Dielektrikum zwischen dem als Innenleiter ausgebil-

deten Leiter und einem Außenleiter angeordnet ist oder die zumindest eine Ader aufweist, bei der ein Adermantel durch das Dielektrikum gebildet ist.

- 5 10. Isoliermaterial insbesondere für elektrische Leitungen, welches ein Compound aus einem Kunststoff und einem pyroelektrischen Material ist.
- 10 11. Verwendung einer Sensorleitung zur Erfassung einer Temperatur, wobei die Sensorleitung einen Leiter aufweist, der von einem temperaturabhängigen Dielektrikum umgeben ist, wobei das temperaturabhängigen Dielektrikum TPU, PVC ist oder ein pyroelektrisches Material enthält.
12. Verwendung nach Anspruch 11, bei dem es sich bei dem TPU um ein polyester-basiertes TPU handelt.

1 / 1

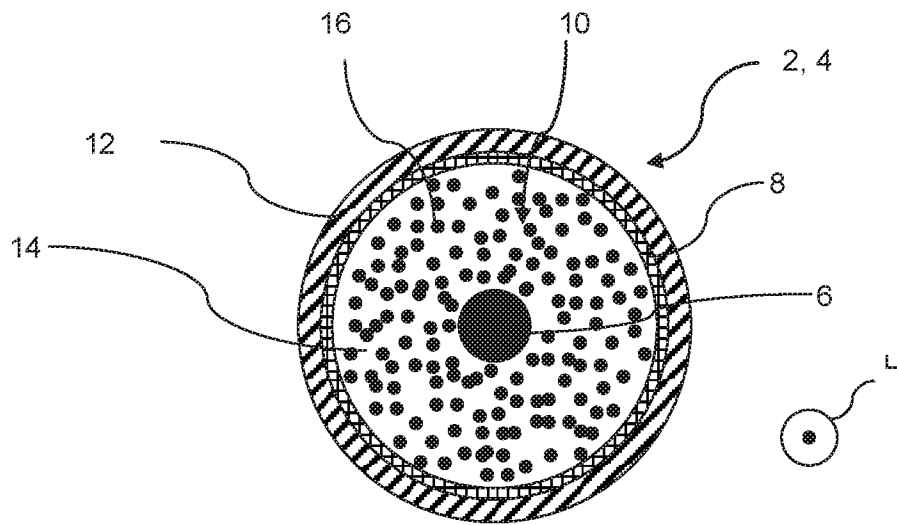


FIG 1

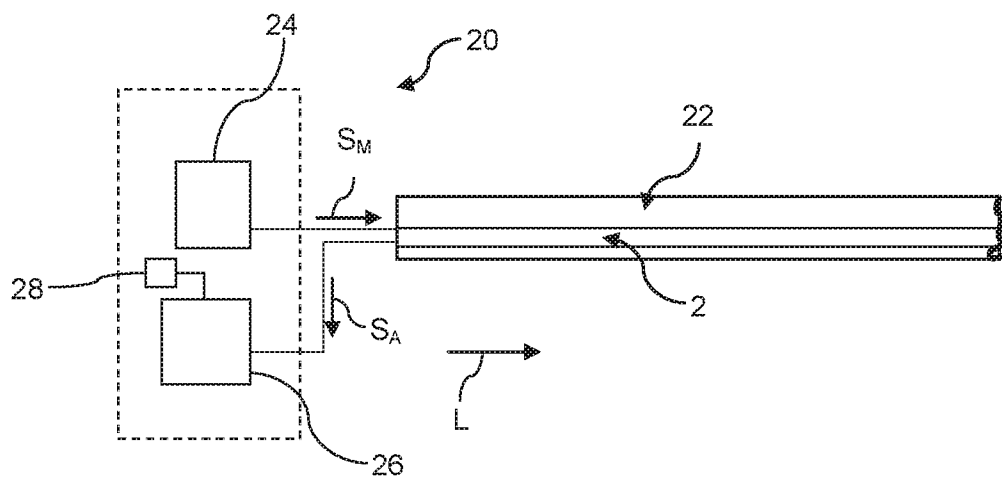


FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2019/100401

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01K 7/00**(2006.01)i; **H01B 7/32**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01K; H01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015091552 A1 (LEONI KABEL HOLDING GMBH [DE]) 25 June 2015 (2015-06-25) abstract figures 1-3, 7 pages 17-24	1-9, 11
X	DE 2059560 A1 (KABEL METALLWERKE GHH) 08 June 1972 (1972-06-08) abstract figures 1-3 pages 2-4	1-3, 7-9, 11
X	US 2014301426 A1 (HARRIS CHRISTOPHER KELVIN [CA] ET AL) 09 October 2014 (2014-10-09) abstract figures 2, 5, 6, 7, 8 paragraphs [0093] - [0099] paragraphs [0124] - [0127] paragraphs [0144] - [0154]	1, 4-8, 11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 August 2019

Date of mailing of the international search report

14 October 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Totò, Nicola

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2019/100401

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2016065574 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]; WEN ZHIGUO [CN]) 06 May 2016 (2016-05-06) abstract figures 1, 3, 5-8 page 7, line 19 - page 17, line 9	1, 7, 8, 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2019/100401

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-9 (in full); 11 (in part)

Sensor line containing pyroelectric material, and use thereof for sensing a temperature

2. claim: 10

Insulating material containing a plastic material and a pyroelectric material

3. claim: 12 (in full); 11 (in part)

Use of a sensor line containing a plastic material for sensing a temperature

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-9 (in full); 11 (in part)**

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2019/100401

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2015091552	A1	25 June 2015	CN	105829845	A	03 August 2016
				DE	102013227051	A1	25 June 2015
				US	2016290876	A1	06 October 2016
				WO	2015091552	A1	25 June 2015
DE	2059560	A1	08 June 1972	NONE			
US	2014301426	A1	09 October 2014	CA	2847980	A1	04 October 2014
				US	2014301426	A1	09 October 2014
WO	2016065574	A1	06 May 2016	CN	107076621	A	18 August 2017
				EP	3213043	A1	06 September 2017
				JP	2017534873	A	24 November 2017
				SG	11201703266S	A	30 May 2017
				US	2017315000	A1	02 November 2017
				WO	2016065574	A1	06 May 2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01K7/00 H01B7/32
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01K H01B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2015/091552 A1 (LEONI KABEL HOLDING GMBH [DE]) 25. Juni 2015 (2015-06-25) Zusammenfassung Abbildungen 1-3, 7 Seiten 17-24	1-9, 11
X	DE 20 59 560 A1 (KABEL METALLWERKE GHG) 8. Juni 1972 (1972-06-08) Zusammenfassung Abbildungen 1-3 Seiten 2-4	1-3, 7-9, 11
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. August 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/10/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Totò, Nicola

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2014/301426 A1 (HARRIS CHRISTOPHER KELVIN [CA] ET AL) 9. Oktober 2014 (2014-10-09) Zusammenfassung Abbildungen 2, 5, 6, 7, 8 Absätze [0093] - [0099] Absätze [0124] - [0127] Absätze [0144] - [0154] -----	1,4-8,11
X	WO 2016/065574 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]; WEN ZHIGUO [CN]) 6. Mai 2016 (2016-05-06) Zusammenfassung Abbildungen 1, 3, 5-8 Seite 7, Zeile 19 - Seite 17, Zeile 9 -----	1,7,8,11

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-9(vollständig); 11(teilweise)

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-9(vollständig); 11(teilweise)

Pyroelektrisches Material enthaltende Sensorleitung und
ihre Verwendung zur Erfassung einer Temperatur

2. Anspruch: 10

Isoliermaterial, welches einen Kunststoff und eines
pyroelektrisches Material enthält

3. Ansprüche: 12(vollständig); 11(teilweise)

Verwendung einer einen Kunststoff enthaltenden Sensorleitung
zur Erfassung einer Temperatur

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2019/100401

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2015091552	A1	25-06-2015	CN	105829845 A		03-08-2016
			DE	102013227051 A1		25-06-2015
			US	2016290876 A1		06-10-2016
			WO	2015091552 A1		25-06-2015

DE 2059560	A1	08-06-1972	KEINE			

US 2014301426	A1	09-10-2014	CA	2847980 A1		04-10-2014
			US	2014301426 A1		09-10-2014

WO 2016065574	A1	06-05-2016	CN	107076621 A		18-08-2017
			EP	3213043 A1		06-09-2017
			JP	2017534873 A		24-11-2017
			SG	11201703266S A		30-05-2017
			US	2017315000 A1		02-11-2017
			WO	2016065574 A1		06-05-2016
