(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 333 857 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.06.2018 Patentblatt 2018/24

(51) Int Cl.:
H01B 11/10 *(2006.01)* ***H01B 11/18*** *(2006.01)*
H01B 13/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **17200938.3**

(22) Anmeldetag: **09.11.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **08.12.2016 DE 102016224415**

(71) Anmelder: **LEONI Kabel Holding GmbH**
90402 Nürnberg (DE)

(72) Erfinder:
- **ERNST, Christian**
  91781 Weißenburg (DE)
- **GOß, Sebastian**
  91154 Roth (DE)

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte**
Nordostpark 16
90411 Nürnberg (DE)

(54) LEITUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER SOLCHEN

(57) Es wird eine Leitung (2) angegeben, insbesondere Signalleitung, welche sich in einer Längsrichtung erstreckt und welche einen Innenleiter (4) aufweist sowie einen Außenleiter (10), wobei zwischen dem Innenleiter (4) und dem Außenleiter (10) ein Isolationsmaterial (6) angeordnet ist, welches den Innenleiter (4) umgibt und welches eine Oberfläche (8) aufweist, welche zumindest teilweise karbonisiert ist. Weiterhin wird ein Herstellungsverfahren für eine solche Leitung (2) angegeben.

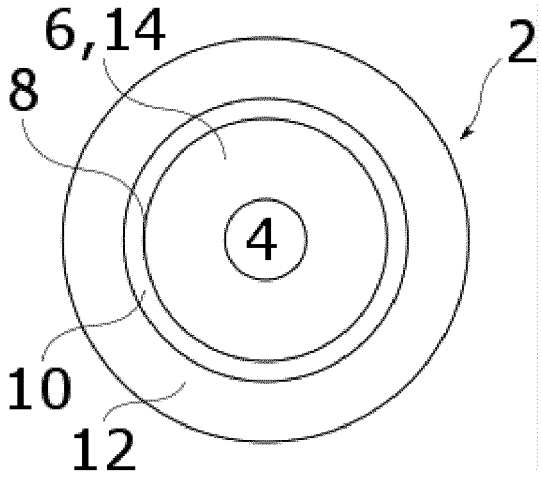


Fig. 1

EP 3 333 857 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leitung, insbesondere eine Signalleitung, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Leitung.

[0002] Eine Leitung weist wenigstens einen Leiter auf, welcher von einer Isolierung aus einem isolationsmaterial umgeben ist. Der Leiter und die Isolierung bilden insbesondere eine Ader. Bei vielen Leitungstypen ist um diese Anordnung herum ein zusätzlicher Leiter als Außenleiter angeordnet, beispielsweise bei geschirmten Adern oder bei Koaxialleitungen. Solche Leitungen werden regelmäßig als Signalleitungen eingesetzt, beispielsweise im Bereich der Sensorik, und dienen dann der Übertragung von Signalen.

[0003] Eine bedeutende Kenngröße für Leitungen ist die sogenannte Mikrofoniearmheit, d.h. die Anfälligkeit für den Effekt der Mikrofonie, welcher insbesondere im Zusammenhang mit der Übertragung von Audiosignalen bekannt ist. Bei diesem Effekt werden mechanische Belastungen der Leitung in elektrische Signale umgesetzt. Dem liegt insbesondere eine Ladungserzeugung aufgrund des Leiters an sich zugrunde. Der Leiter besteht aus einem leitenden Material, üblicherweise aus Kupfer, und weist fertigungsbedingt teilkristalline Bereiche auf, welche beim Belasten oder Quetschen elektrische Ladungen erzeugen. Zusätzlich zu dieser Mikrofonie entstehen aber auch beim aneinander Reiben des Leiters und des Isolationsmaterials, z.B. infolge einer Bewegung oder Belastung des Kabels, elektrische Ladungen. Allgemein führen diese beiden Mechanismen zur Erzeugung von Ladungen, eigentlich einer Ladungstrennung, welche wiederum Störungen erzeugen, genauer gesagt elektrische Störungen. Diese wirken sich nachteilig auf die Übertragungseigenschaften der Leitung aus. Besonders kritisch ist dies bei Signalleitungen, beispielsweise im automotiven Bereich oder in der Medizintechnik, wo üblicherweise für mechanisch regelmäßig belastete Leitungen eine hohe Übertragungsqualität gefordert wird.

[0004] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Leitung anzugeben, bei welcher elektrische Störungen aufgrund von mechanischer Belastung möglichst stark reduziert sind. Weiterhin soll ein Herstellungsverfahren für eine solche Leitung angegeben werden.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Leitung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 14. Vorteilhafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Varianten sind Gegenstand der Unteransprüche. Dabei gelten die Ausführungen im Zusammenhang mit der Leitung sinngemäß auch für das Verfahren und umgekehrt.

[0006] Die Leitung ist insbesondere eine Signalleitung, d.h. wird zur Übertragung von Signalen verwendet. Die Leitung erstreckt sich in einer Längsrichtung und weist einen Innenleiter sowie einen Außenleiter auf. Diese bestehen jeweils insbesondere aus einem leitenden Material, z.B. Kupfer. Zwischen dem Innenleiter und dem Außenleiter ist ein Isolationsmaterial angeordnet. Dieses ist aus einem isolierenden und damit elektrisch nicht-leitenden Material hergestellt, insbesondere einem Kunststoff. Vorzugsweise ist das Isolationsmaterial als Isolierung auf den Innenleiter aufextrudiert. Das Isolationsmaterial umgibt den Innenleiter zweckmäßigerweise vollumfänglich, d.h. als Vollmantel. Allgemein bildet das Isolationsmaterial einen Mantel um den Innenleiter. Das Isolationsmaterial auf dem Innenleiter weist eine Oberfläche auf. Diese ist zumindest teilweise karbonisiert, d.h. das Isolationsmaterial wurde durch eine Karbonisierung zumindest teilweise karbonisiert und dadurch umgewandelt.

[0007] Ein Kerngedanke der Erfindung besteht insbesondere darin, das eigentlich nichtleitende Isolationsmaterial in gewissem Grade leitfähig zu machen, um elektrische Störungen abzuleiten oder zu neutralisieren. Grundsätzlich ist es möglich, von vornherein ein leitendes, halbleitendes oder schwach leitendes Isolationsmaterial zu verwenden, z.B. einen leitfähigen Kunststoff. Ein solcher ist jedoch üblicherweise teuer und/oder erfordert einen zusätzlichen Extrusionsschritt und ist damit zur Massenfertigung, insbesondere im automotiven Bereich ungeeignet. Alternativ ist es denkbar, dem Isolationsmaterial leitfähige Partikel, z.B. Ruß, beizumischen oder solche aufzutragen. Dies erfordert jedoch einen entsprechenden zusätzlichen Prozessschritt sowie eine unter Umständen aufwändige Handhabung der Partikel.

[0008] Demgegenüber wird vorliegend eine Leitfähigkeit des Isolationsmaterials auf besonders einfache Weise durch eine Karbonisierung des ohnehin vorhandenen Isolationsmaterials erzielt, d.h. insbesondere durch einen Verbrennungsprozess, bei welchem die Oberfläche insbesondere durch Zufuhr von thermischer Energie verbrannt wird, also karbonisiert wird. Insbesondere wird auch auf ein separates Auftragen eines karbonisierten Materials nach dem Auftragen des Isolationsmaterials verzichtet. Mit anderen Worten: es wird gerade nicht zuerst das Isolationsmaterial aufgetragen und dann zusätzlich auf dieses ein karbonisiertes Material, sondern das karbonisierte Material wird aus dem Isolationsmaterial selbst gebildet. Dabei wird gezielt ein Teil des Isolationsmaterials karbonisiert und dabei insbesondere zerstört, wobei leitfähige Kohlenstoffpartikel erzeugt werden. Es wird also kein zusätzliches Material hinzugefügt, sondern das ursprünglich isolierende Isolationsmaterial wird umgewandelt, um leitfähiges Material zu erhalten. Mit anderen Worten: auf eine Beimischung zusätzlicher, karbonisierter Partikel zum Isolationsmaterial wird vorzugsweise verzichtet, ebenso wird auf ein separates Auftragen zusätzlicher, karbonisierter Partikel zum Isolationsmaterial vorzugsweise verzichtet. Im Gegensatz hierzu wird vielmehr das Isolationsmaterial selbst karbonisiert, und zwar nachträglich. Bei der Herstellung der Leitung wird dann zuerst das Isolationsmaterial aufgetragen und erst danach karbonisiert.

[0009] Die Karbonisierung erfolgt an der Oberfläche

des Isolationsmaterials, d.h. auf einer bezüglich des Innenleiters nach außen weisenden Oberfläche. Die Karbonisierung erfolgt dabei vorzugsweise lediglich bis zu einer bestimmten Eindringtiefe, welche insbesondere lediglich wenige Mikrometer beträgt, insbesondere weniger als 100μm. Es erfolgt also eine lediglich oberflächliche Karbonisierung, d.h. insbesondere bis zu einer Tiefe von 100μm in das Isolationsmaterial hinein. Die Karbonisierung ist somit eine Oberflächenbehandlung. Tiefer liegende Bereiche des Isolationsmaterials, welche auch als ein Inneres des Isolationsmantels bezeichnet werden, bleiben verschont, d.h. werden nicht karbonisiert. Somit ist das Isolationsmaterial abgesehen von der Oberfläche insbesondere frei von einer Karbonisierung oder von karbonisierten Partikeln. Dies wird insbesondere dadurch erzielt, dass die Oberfläche nachträglich karbonisiert wird, sodass bei der fertigen Leitung dann lediglich die Oberfläche karbonisiert ist und im Inneren des Isolationsmaterials keine karbonisierten Partikel vorhanden sind.

[0010] Durch die karbonisierte Oberfläche, d.h. das teilweise karbonisierte Isolationsmaterial, und die damit erzielte Leitfähigkeit, werden elektrische Störungen aufgrund von Ladungstrennung bei mechanischer Belastung besonders effektiv reduziert. Zugleich ist die Leitung besonders einfach und kostengünstig herstellbar. Die Herstellung einer gewissen Leitfähigkeit der Oberfläche erfolgt vorteilhaft ohne Zufuhr von zusätzlichem Material und in einem einfachen Prozessschritt. Eine Beimengung von leitendem Material ist nicht erforderlich, ein solches wird vorteilhaft vielmehr direkt erzeugt. Vorzugsweise wird auf eine Beimischung von leitfähigem oder karbonisiertem Material zu dem Isolationsmaterial verzichtet. Vorzugsweise wird die Leitfähigkeit der Oberfläche lediglich durch eine nachträgliche Karbonisierung erzielt.

[0011] Entsprechend wird bei einem Verfahren zur Herstellung der Leitung ein Innenleiter mit einem Isolationsmaterial umgeben, eine Oberfläche des Isolationsmaterials zumindest teilweise karbonisiert und das Isolationsmaterial mit einem Außenleiter umgeben. Die Herstellung erfolgt vorzugsweise in der genannten Reihenfolge. Das Isolationsmaterial wird dann zunächst auf den Innenleiter aufgebracht, bevorzugterweise aufextrudiert und anschließend wird die Oberfläche karbonisiert. Beim Karbonisieren ist das Isolationsmaterial zweckmäßigerweise bereits abgekühlt oder zumindest derart verfestigt, dass eine Durchmischung des Isolationsmaterials beim Karbonisieren verhindert ist. Danach wird der Außenleiter um das Isolationsmaterial und den Innenleiter herum angeordnet.

[0012] Vorzugsweise ist das Isolationsmaterial durch eine thermische Behandlung karbonisiert, d.h. durch Zufuhr von thermischer Energie, auch als Verbrennung bezeichnet. Besonders geeignet ist hierzu Laserstrahlung, sodass bevorzugterweise das Isolationsmaterial mittels Laserstrahlung, insbesondere Infrarotlaserstrahlung, karbonisiert ist. Mit anderen Worten: die Oberfläche wird mittels eines Lasers, insbesondere eines Infrarotlasers, karbonisiert. Ein Laser eignet sich besonders zur Karbonisierung, da mit diesem gezielt die Oberfläche des Isolationsmaterials bearbeitet werden kann. Durch Verwendung von Laserstrahlung ist also auf einfache Weise eine Oberflächenbehandlung realisiert. Laserstrahlung lässt sich zudem besonders einfach auf die Oberfläche applizieren, da ein Laserstrahl einfach zu steuern und umzulenken ist. Insbesondere ist mit einem Laser auch eine Behandlung, lediglich der Oberfläche möglich, d.h. eine Beschädigung weiter innen liegender Teile wird vorteilhaft verhindert. Das Innere des Isolationsmaterials bleibt unbeeinflusst und ist daher nicht karbonisiert.

[0013] Eine einfache Beimischung von karbonisiertem Material, d.h. von karbonisierten Partikeln führt typischerweise zu einer homogenen Verteilung dieser Partikel im Isolationsmaterial, sodass die einzelnen Partikel voneinander isoliert sind. Demgegenüber werden vorliegend durch die nachträgliche Karbonisierung die karbonisierten Partikel insbesondere zusammenhängend ausgebildet und bilden dann insgesamt karbonisierte Abschnitte mit einer im Vergleich zu nicht-karbonisierten Abschnitten hohen Konzentration von karbonisierten Partikeln. Dadurch, dass die karbonisierten Partikel gerade nicht beigemischt und mit dem übrigen Isolationsmaterial vermischt und darin verteilt werden, ergibt sich für die karbonisierten Abschnitte auch vorteilhafterweise eine besonders hohe Leitfähigkeit.

[0014] Ganz besonders geeignet ist ein Infrarotlaser, d.h. ein Laser, welcher Laserstrahlung im Infrarotbereich emittiert, d.h. insbesondere mit einer Wellenlänge von wenigstens 750μm, bis z.B. 10,6μm. Insofern ist insbesondere ein Beschriftungslaser geeignet. Geeignet ist beispielsweise ein CO2-Laser. Infrarote Laserstrahlung führt vorteilhaft zur beabsichtigten Karbonisierung, während beispielsweise ultraviolette Laserstrahlung hierzu ungeeignet ist. Auch weist infrarote Laserstrahlung eine geringere Eindringtiefe in das Isolationsmaterial auf als z.B. ultraviolette Laserstrahlung, wodurch eine mögliche Beschädigung des Innenleiters vermieden wird.

[0015] Die Karbonisierung erfolgt zweckmäßigerweise in einer Schutzatmosphäre. Dadurch wird vorteilhaft sichergestellt, dass beim Verbrennen des Isolationsmaterials der entstehende Kohlenstoff nicht mit Luftsauerstoff zu Kohlendioxid- und/oder - monoxid reagiert und sich verflüchtigt, sondern vielmehr als Feststoff erhalten bleibt. Bei der Herstellung der Leitung wird der ummantelte Innenleiter beispielsweise durch ein Rohr geführt, welches mit einem Schutzgas, z.B. Stickstoff oder Argon, geflutet ist.

[0016] Grundsätzlich sind auch andere Strahlungsquellen zur Karbonisierung geeignet. Denkbar wäre beispielsweise anstelle eines Lasers eine LED-Anordnung mit entsprechender Leistungsdichte, um das Isolationsmaterial zu karbonisieren. Auch Mikrowellenstrahlung ist grundsätzlich geeignet, weist jedoch üblicherweise eine größere Eindringtiefe auf.

[0017] Als Isolationsmaterialien insbesondere im Zu-

sammenhang mit einer Karbonisierung mittels Laserstrahlung sind grundsätzlich alle Materialien, welche herkömmlicherweise als Isolierung oder Mantel für einen Leiter verwendet werden geeignet. Besonders bevorzugt sind jedoch PP oder PE, da diese besonders kostengünstig sowie leicht zu verarbeiten sind. Demgegenüber weniger bevorzugt, jedoch grundsätzlich auch geeignet sind fluorhaltige Kunststoffe, welche beim Karbonisieren möglicherweise Fluor freisetzen und daher bei der Herstellung der Leitung besondere Sicherheitsmaßnahmen erfordern.

[0018] In einer geeigneten Ausgestaltung ist die Oberfläche zumindest abschnittsweise, d.h. lediglich auf einem Längsabschnitt der Leitung, vollständig karbonisiert. Dadurch wird der Effekt der Mikrofonie besonders stark reduziert, d.h. die Leitung ist besonders mikrofoniearm. Eine solche Leitung eignet sich besonders als Signalleitung für niederfrequente Signale, d.h. insbesondere für Frequenzen bis zu 100kHz. Die Oberfläche ist hierzu entlang eines Längsabschnitts der Leitung durchgängig karbonisiert, sodass die Oberfläche also als eine vollumfängliche, durchgängige, leitfähige Schicht ausgebildet ist. Jegliche Ladungen, welche durch mechanische Belastung der Leitung erzeugt werden, werden effizient abgeleitet.

[0019] Um die Oberfläche vollständig zu karbonisieren wird bei der Herstellung vorzugsweise ein Laser in rotierender Anordnung, d.h. ein Rotationslaser, verwendet. Dadurch wird das Isolationsmaterial in radialer Richtung von allen Seiten mit Laserstrahlung beaufschlagt, ohne die Leitung an sich rotieren zu müssen.

[0020] Ein besonderer Vorteil der direkten Erzeugung des leitenden Materials ist, dass dieses zugleich auch ortsselektiv erzeugt werden kann und dadurch entsprechend auch eine Struktur aus leitendem Material erzeugbar ist. Im Gegensatz zu der oben erwähnten vollständigen Karbonisierung ist daher in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung die Oberfläche zumindest abschnittsweise lediglich teilweise karbonisiert und auf der Oberfläche ist eine insbesondere leitfähige Struktur ausgebildet. Mit anderen Worten: die Oberfläche ist auf einem Längsabschnitt der Leitung lediglich teilweise karbonisiert und dadurch ist auf diesem Längsabschnitt eine Struktur ausgebildet. Durch entsprechende Auslegung dieser Struktur lassen sich die elektrischen Eigenschaften der Leitung gezielt einstellen und auch Störeffekte gezielt minimieren. Die Oberfläche wird dann lediglich ortsselektiv karbonisiert und auf diese Weise eine Struktur ausgebildet. Besonders vorteilhaft ist hier die Verwendung eines Laser, da mit diesem auch mikroskopische Strukturen, d.h. Mikrostrukturen oder auch Strukturen mit Abmessungen im Mikrometerbereich, hergestellt werden können, wodurch sich eine Vielzahl an Designmöglichkeiten ergibt. Die durch mechanische Belastung der Leitung erzeugten Ladungen werden dann durch eine geeignet ausgelegte Struktur, d.h. Leitungsstruktur, abgeleitet oder neutralisiert. Eine solche Struktur, insbesondere Mikrostruktur, ist besonders vorteilhaft für eine als Koaxialleitung ausgebildete Leitung, welche zur Übertragung von Signalen im hochfrequenten Bereich verwendet wird, d.h. bei Frequenzen oberhalb von 100kHz, speziell oberhalb von 1GHz.

[0021] In einer grundsätzlich geeigneten Ausgestaltung ist die Oberfläche vollständig karbonisiert und weist dann keine nicht-karbonisierten Abschnitte auf. In einer ebenfalls geeigneten Variante ist die Oberfläche lediglich teilweise karbonisiert und weist dann Abschnitte auf, welche nicht karbonisiert sind und welche somit frei von karbonisierten Partikeln sind.

[0022] Geeigneterweise ist die Oberfläche entlang der gesamten Leitung entweder vollständig karbonisiert oder zur Ausbildung einer Struktur lediglich teilweise karbonisiert. Dadurch werden die jeweiligen vorteilhaften Wirkungen entlang der gesamten Leitung erzielt. In einer vorteilhaften Variante ist jedoch eine vollständige Karbonisierung mit einer lediglich teilweisen Karbonisierung der Oberfläche kombiniert, sodass die Leitung einen ersten Längsabschnitt aufweist, entlang welchem die Oberfläche des Isolationsmaterials vollständig karbonisiert ist, und einen zweiten Längsabschnitt, entlang welchem die Oberfläche der Isolationsstruktur lediglich teilweise karbonisiert und mit einer Struktur ausgebildet ist. Der erste Längsabschnitt ist also vollständig karbonisiert und der zweite Längsabschnitt lediglich teilweise. Eine solche Leitung ist insbesondere ein Sensor für mechanische Belastung, z.B. Biegung. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass sich eine mechanische Belastung auf die beiden Längsabschnitte unterschiedlich auswirkt. So wird auf dem vollständig karbonisierten Längsabschnitt der Effekt der Mikrofonie besonders effektiv reduziert, jedenfalls besser als auf dem lediglich teilweise karbonisierten Längsabschnitt. Andersherum wird durch die Struktur auf dem lediglich teilweise karbonisierten Längsabschnitt die Übertragung von Hochfrequenzsignalen deutlich verbessert. Durch geeignete Messung ist es dann vorteilhaft möglich eine entsprechende mechanische Einwirkung zu lokalisieren, da die Leitung lokal unterschiedlich auch eine solche Einwirkung reagiert.

[0023] Besonders bevorzugt ist eine Ausgestaltung, bei welcher die Struktur als eine Filterstruktur ausgebildet ist, insbesondere zur frequenzselektiven Unterdrückung von Störsignalen. Die Struktur bildet hierbei einen Filter für elektrische Signale, welcher zweckmäßigerweise derart ausgelegt ist, dass ungewollte Störsignale unterdrückt, insbesondere vernichtet werden. Nutzsignale, welche durch die Leitung übertragen werden sollen, werden jedoch möglichst wenig beeinflusst. Ladungen, welche durch Reibung der verschiedenen Materialien der Leitung aneinander erzeugt werden, führen zu Störsignalen zwischen dem Innen- und dem Außenleiter, welche wiederum auf effiziente Weise durch die dazwischenliegende karbonisierte Oberfläche vernichtet werden. Die Struktur ist hierzu insbesondere als Dämpfungsfilter für die Störsignale ausgebildet.

[0024] Um eine besonders optimale und gleichmäßige Wirkung insbesondere entlang der gesamten Leitung zu

erzielen ist die Struktur zweckmäßigerweise in Längsrichtung periodisch ausgebildet. Die Struktur bildet demnach eine Anordnung aus mehreren gleichartigen Abschnitten, welche in Längsrichtung hintereinander angeordnet sind. Insbesondere in der Ausgestaltung als Filterstruktur ist hierdurch eine besonders effektive Filterwirkung und somit eine besonders starke Dämpfung von Störsignalen gewährleistet.

[0025] In einer geeigneten Ausgestaltung weist die Struktur mehrere Querbahnen auf, welche quer zur Längsrichtung verlaufen. Unter "quer" wird insbesondere senkrecht verstanden. Die Querbahnen sind in einer Ausgestaltung jeweils als Ring ausgebildet, welcher das Isolationsmaterial insbesondere vollumfänglich umläuft. Alternativ oder zusätzlich ist die Struktur spiralartig oder helixförmig und verläuft dann um das Isolationsmaterial herumgewunden. Die Querbahnen bilden paarweise insbesondere Kondensatoren, mittels welcher eine vorteilhafte Filterwirkung erzielt wird. In der helixförmigen, d.h. helixartigen Ausgestaltung ist zudem insbesondere auch eine Induktivität realisiert, sodass die Struktur insgesamt wie ein Schwingkreis wirkt. Durch geeignete Dimensionierung der Querbahnen und Auslegung von deren Verlauf lassen sich dann die elektrischen Eigenschaften der Leitung gezielt manipulieren und Störsignale effektiv unterdrücken.

[0026] Vorteilhafterweise verläuft die Struktur in Längsrichtung mäanderförmig. Darunter wird insbesondere verstanden, dass die Struktur mehrere Querbahnen aufweist, welche gerade nicht vollumfänglich ausgebildet sind, sondern jeweils zwei Enden aufweisen, über welche eine jeweilige Querbahn mit den beiden benachbarten Querbahnen verbunden ist, wobei das eine Ende mit der vorhergehenden Querbahn verbunden ist und das andere Ende mit der nachfolgenden Querbahn. Die Querbahnen sind somit zu einer gemeinsamen Hauptbahn verbunden. Dadurch ergibt sich beispielsweise ein Verlauf nach Art eines Rechtecksignals. Geeignet ist auch ein mäanderförmiger Verlauf nach Art eines Dreick- oder Sinussignals.

[0027] In einer vorteilhaften Weiterbildung weist die Struktur zumindest eine Hauptbahn auf, von welcher ausgehend sich quer zur Längsrichtung eine Vielzahl an Querrippen erstreckt. Die Hauptbahn ist entweder gerade oder mäanderförmig wie oben beschrieben. Die Querrippen sind jeweils mit der Hauptbahn verbunden, vorzugsweise jedoch nicht untereinander verbunden. Auf diese Weise bilden die Querrippen eine Verästelung ausgehend von der Hauptbahn. Durch die Kombination einer Hauptbahn mit zusätzlichen Querrippen ergeben sich weitere Designmöglichkeiten für die elektrischen Eigenschaften der Struktur und somit der Leitung. So dient beispielsweise die Hauptbahn zur Filterung, d.h. insbesondere Dämpfung, einer bestimmten Hauptfrequenz und die Querrippen bilden Filtersubstrukturen, mittels welcher weitere Frequenzen, insbesondere Nebenfrequenzen oder Subbänder gefiltert, d.h. insbesondere gedämpft werden.

[0028] In einer besonders geeigneten Weiterbildung sind zwei Hauptbahnen ausgebildet, mit jeweils einer Vielzahl von Querrippen, welche in Längsrichtung abwechselnd angeordnet sind und ineinandergreifen. Dadurch wird eine besonders umfangreiche Filterwirkung erzielt und eine Vielzahl an unterschiedlichen Störsignalen unterdrückt oder neutralisiert. Die beiden Hauptbahnen sind mit ihren jeweiligen Querrippen elektrisch verbunden. Allerdings sind die Hauptbahnen miteinander gerade nicht elektrisch verbunden und auch nicht die Querrippen der unterschiedlichen Hauptbahnen. Auf diese Weise sind also zwei Teilstrukturen ausgebildet, welche elektrisch nicht miteinander verbunden sind, d.h. die beiden Teilstrukturen sind durch nicht-karbonisierte Bereiche der Oberfläche voneinander getrennt und beabstandet. Durch die ineinandergreifenden Querrippen ist dann eine Vielzahl an Kondensatoren ausgebildet, welche über die Hauptbahnen miteinander verschaltet sind.

[0029] In einer geeigneten Ausgestaltung ist die eine Hauptbahn mäanderförmig ausgebildet, insbesondere nach Art eines Rechtecksignals, und die andere Hauptbahn ist gerade entlang der Längsrichtung ausgebildet.

[0030] Maßgeblich für die Wirkung, insbesondere Filterwirkung, der Struktur sind deren Abmessungen, d.h. die Breite der Hauptbahnen, Querbahnen und Querrippen sowie deren Abstände, insbesondere Längsabstände, zueinander. Die Abmessungen sind zweckmäßigerweise abgestimmt auf die konkret zu filternden Störsignale. Bei Leitungen zur Signalübertragung im Hochfrequenzbereich, insbesondere ab 1GHz, sind die Abmessungen regelmäßig im Mikrometer- bis Zentimeterbereich gewählt. Der Längsabstand zweier benachbarter Querrippen beträgt vorzugsweise zwischen 1μm und 50cm. Die Breite einer Hauptbahn, Querbahn oder Querrippe ist zweckmäßigerweise deutlich geringer als der Längsabstand und beträgt beispielsweise zwischen 1 und 100μm. Dabei sind die Querrippen insbesondere schmaler als die Hauptbahnen und Querbahnen, beispielsweise um einen Faktor 10, um eine möglichst hohe Dichte zu erzielen. Solche mikroskopisch dimensionierten Strukturen lassen sich besonders vorteilhaft mit einem Laser herstellen.

[0031] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist auf das Isolationsmaterial ein weiteres Isolationsmaterial aufgebracht, wodurch eine Isolierung ausgebildet ist, in welche die karbonisierte Oberfläche eingebettet ist. Nach dem Aufbringen des weiteren Isoliermaterials ist die Oberfläche dann strenggenommen keine Oberfläche mehr. Vielmehr ist eine Leitschicht oder Strukturschicht ausgebildet, welche in die Isolierung eingebettet ist, d.h. zwischen zwei Schichten aus Isolationsmaterial eingebettet ist. Dadurch sind die leitfähigen Partikel und die daraus gegebenenfalls erzeugte Struktur besonders gut geschützt und insbesondere nicht in Kontakt mit dem Außenleiter, sodass ein möglicher Abrieb der karbonisierten Oberfläche oder eine Beschädigung der Struktur verhindert wird. Als weiteres Isolationsmaterial wird vorzugsweise das gleiche Material wie schon zuvor als Isolationsmaterial

verwendet, sodass die Isolierung insgesamt lediglich aus diesem Material besteht sowie den daraus durch Karbonisierung gewonnenen Karbonisierungsprodukten. Die beiden Schichten der Isolierung sind zweckmäßigerweise stoffschlüssig miteinander verbunden.

[0032] In einer ersten bevorzugten Ausgestaltung ist die Leitung als Koaxialleitung, insbesondere zur Signalübertragung, ausgebildet, wobei das Isolationsmaterial als Dielektrikum dient. Der Innenleiter ist dann Innenleiter der Koaxialleitung der Außenleiter entsprechend Außenleiter. Der Innenleiter ist beispielsweise massiv oder als Litzenleiter ausgebildet. Um die gesamte Anordnung herum ist zweckmäßigerweise ein Außenmantel angeordnet.

[0033] In einer zweiten bevorzugten Ausgestaltung ist die Leitung als geschirmte Ader ausgebildet, insbesondere zur Signalübertragung, wobei das Isolationsmaterial ein Adermantel ist und wobei der Außenleiter eine Schirmung ist. Der Innenleiter ist beispielsweise massiv oder als Litzenleiter ausgebildet. Der Außenleiter ist beispielsweise als Folien- oder Geflechtschirm ausgebildet. Um die Anordnung herum ist zweckmäßigerweise ein Außenmantel angeordnet.

[0034] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 eine Leitung in einer Querschnittansicht,
Fig. 2 ein Herstellungsverfahren für die Leitung,
Fig. 3 eine Filterstruktur für die Leitung, und
Fig. 4 eine Variante der Leitung.

[0035] Fig. 1 zeigt eine Leitung 2 im Querschnitt zu deren Längsrichtung R. Die Leitung 2 weist einen Innenleiter 4 auf, welcher beispielsweise massiv oder als Litzenleiter ausgebildet ist Der Innenleiter 4 ist von einem Isolationsmaterial 6 umgeben. Dieses bildet einen Mantel oder Vollmantel für den Innenleiter 4. Das Isolationsmaterial 6 weist eine Oberfläche 8 auf, welche bezüglich des Innenleiters 4 nach außen weist. Um den Innenleiter 4 und das Isolationsmaterial 6 herum ist weiterhin ein Außenleiter 10 angeordnet. In einer Variante ist die Leitung 2 eine geschirmte Ader. Der Außenleiter 10 ist dann als Schirmung ausgebildet. In einer anderen Variante ist die Leitung 2 eine Koaxialleitung. Der Außenleiter 10 ist dann z.B. als Folienleiter ausgebildet, das Isolationsmaterial 6 dient als Dielektrikum. Um die vorgenannten Komponenten herum ist zudem hier ein Außenmantel 12 angeordnet. In nicht gezeigten Varianten sind noch weitere Mäntel, Leiter, Schichten oder Ähnliches angeordnet. In einer bevorzugten, jedoch nicht dargestellten Variante ist zwischen dem Außenleiter 10 und dem Isolationsmaterial 6 zusätzliches Isolationsmaterial 6 angeordnet, sodass die Oberfläche 8 nicht am Außenleiter 10 anliegt, sondern in eine Isolierung 14 des Innenleiters 4 eingebettet. Auch in der in Fig. 1 gezeigten Variante bildet das Isolationsmaterial 6 eine Isolierung 14 des Innenleiters 4.

[0036] Zur Verbesserung der elektrischen Eigenschaften, insbesondere zur Verringerung von elektrischen Störeffekten, ist die Oberfläche 8 zumindest teilweise karbonisiert. Die erfolgt beispielsweise wie in Fig. 2 dargestellt. Dort ist ein Verfahren zur Herstellung der Leitung 2 gezeigt. Dabei wird der Innenleiter 4 einer Extrusionsanlage 16 zugeführt, mittels welcher das Isolationsmaterial 6 auf den Innenleiter 4 aufextrudiert wird, d.h. dieser wird mit Isolationsmaterial 6 ummantelt, d.h. umgeben. Nachfolgend wird der ummantelte Innenleiter 4 mit einem Laser 18 nachbehandelt. Dabei wird Laserstrahlung L auf die Oberfläche 8 appliziert und diese dadurch karbonisiert. Das Isolationsmaterial 6 verbrennt, wobei leitfähige Partikel aus Kohlenstoff hergestellt werden. Um eine Verflüchtigung des Kohlenstoffs durch Reaktion mit Luftsauerstoff zu unterbinden, erfolgt die Karbonisierung in einer Schutzatmosphäre S innerhalb eines Rohres 20, durch welches der ummantelte Innenleiter 4 hindurchgeführt wird. Der Laser 18 ist hier ein Infrarotlaser, welcher sich besonders zur Karbonisierung des Isolationsmaterials 6 eignet.

[0037] In Fig. 2 wird die Oberfläche 8 vollständig karbonisiert. Die resultierende Leitung 2 ist dann besonders mikrofoniearm. Allerdings lässt sich insbesondere bei Verwendung eines Lasers 18 zur Karbonisierung auch eine Struktur 22 ausbilden, d.h. die Oberfläche 8 wird lediglich teilweise karbonisiert. Dadurch lassen sich die elektrischen Eigenschaften der Leitung 2 optimieren. Besonders vorteilhaft ist dies bei einer Koaxialleitung, welche zur Übertragung von Signalen bei hohen Frequenzen, d.h. oberhalb von 100kHZ, speziell oberhalb von 1GHz verwendet wird. Die Struktur 22 lässt sich dann als Filterstruktur ausbilden und filtert bestimmte Störsignale heraus, d.h. dämpft diese, sodass die Übertragungseigenschaften der Leitung 2 deutlich verbessert sind.

[0038] Eine lediglich beispielhafte Struktur 22 ist in Fig. 3 dargestellt. Die Darstellung ist dabei derart, dass die Oberfläche 8 in Längsrichtung R aufgeschnitten und abgerollt ist, um eine vollständige Darstellung in der Ebene zu ermöglichen. Die gezeigte Struktur 22 verläuft dann derart um das Isolationsmaterial herum, dass Ober- und Unterkante der Struktur 22 aneinander angrenzen.

[0039] Die in Fig. 3 gezeigte Struktur 22 weist mehrere, hier drei Hauptbahnen 24 auf, von denen eine mäanderförmig verläuft, hier nach Art eines Rechtecksignals. Die mäanderförmige Hauptbahn 24 weist dabei Querbahnen 26 auf, welche senkrecht zur Längsrichtung R verlaufen und untereinander zur Rechteckform verbunden sind. Die Querbahnen 26 sind in variierenden Abständen A zueinander angeordnet. In einer Variante ist die Struktur 22 derart ausgebildet, dass die beiden gerade verlaufenden Hauptbahnen 24 an der Ober- und Unterkante der Struktur 22 direkt aneinander anliegen und gemeinsame eine Hauptbahn 24 bilden.

[0040] Ausgehend von den Hauptbahnen 24 sind jeweils eine Vielzahl von Querrippen 28 ausgebildet, welche wie die Querbahnen 26 senkrecht zur Längsrichtung

R verlaufen und dabei eine Verästelung der Hauptbahnen 24 bilden. Die Querrippen 28 der verschiedenen Hauptbahnen 24 greifen ineinander, sodass eine Kammstruktur ausgebildet ist. Die Querrippen 28 sind zueinander hier jeweils gleich beabstandet, dies ist jedoch nicht zwingend.

[0041] Die gesamte Struktur 22 ist vorliegend auch periodisch und besteht aus gleichartigen Abschnitten mit einer Periode P, welche in Längsrichtung R hintereinander gereiht sind.

[0042] In Fig. 4 ist eine Variante der Leitung 2 gezeigt, welche einen ersten Längsabschnitt 30 aufweist, entlang welchem die Oberfläche 8 des Isolationsmaterials 6 vollständig karbonisiert ist, und einen zweiten Längsabschnitt 32, entlang welchem die Oberfläche 8 der Isolationsstruktur 6 lediglich teilweise karbonisiert und mit einer Struktur 22 ausgebildet ist. Die Längsabschnitte 30, 32 sind in Längsrichtung R hintereinander ausgebildet. Diese Leitung 2 eignet sich besonders als Sensor, da die unterschiedlichen Leitungsabschnitt 30, 32 unterschiedlich auf Störungen reagieren, wodurch solche Störungen lokalisiert werden können.

Patentansprüche

1. Leitung, insbesondere Signalleitung, welche sich in einer Längsrichtung erstreckt und welche einen Innenleiter aufweist sowie einen Außenleiter, wobei zwischen dem Innenleiter und dem Außenleiter ein Isolationsmaterial angeordnet ist, welches den Innenleiter umgibt und welches eine Oberfläche aufweist, welche zumindest teilweise karbonisiert ist.

2. Leitung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Isolationsmaterial mittels Laserstrahlung, insbesondere Infrarotlaserstrahlung, karbonisiert ist.

3. Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Oberfläche zumindest abschnittsweise vollständig karbonisiert ist.

4. Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Oberfläche zumindest abschnittsweise lediglich teilweise karbonisiert ist und wobei auf der Oberfläche eine insbesondere leitfähige Struktur ausgebildet ist.

5. Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei diese einen ersten Längsabschnitt aufweist, entlang welchem die Oberfläche des Isolationsmaterials vollständig karbonisiert ist, und einen zweiten Längsabschnitt, entlang welchem die Oberfläche der Isolationsstruktur lediglich teilweise karbonisiert und mit einer Struktur ausgebildet ist.

6. Leitung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei die Struktur als eine Filterstruktur ausgebildet ist.

7. Leitung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die Struktur in Längsrichtung periodisch ausgebildet ist.

8. Leitung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei die Struktur mehrere Querbahnen aufweist, welche quer zur Längsrichtung verlaufen.

9. Leitung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei die Struktur in Längsrichtung mäanderförmig verläuft.

10. Leitung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, wobei die Struktur eine Hauptbahn aufweist, von welcher ausgehend sich quer zur Längsrichtung eine Vielzahl an Querrippen erstreckt,
wobei vorzugsweise zumindest zwei Hauptbahnen ausgebildet sind, mit jeweils einer Vielzahl von Querrippen, welche in Längsrichtung abwechselnd angeordnet sind und ineinandergreifen.

11. Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei auf das Isolationsmaterial ein weiteres Isolationsmaterial aufgebracht ist, wodurch eine Isolierung ausgebildet ist, in welche die karbonisierte Oberfläche eingebettet ist.

12. Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei diese als Koaxialleitung ausgebildet ist, wobei das Isolationsmaterial als Dielektrikum dient.

13. Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei diese als geschirmte Ader ausgebildet ist, wobei das Isolationsmaterial ein Adermantel ist und wobei der Außenleiter eine Schirmung ist.

14. Verfahren zur Herstellung einer Leitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

    - ein Innenleiter mit einem Isolationsmaterial umgeben wird,
    - eine Oberfläche des Isolationsmaterials zumindest teilweise karbonisiert wird, und
    - das Isolationsmaterial mit einem Außenleiter umgeben wird.

15. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Oberfläche mittels eines Lasers, insbesondere eines Infrarotlasers, karbonisiert wird.

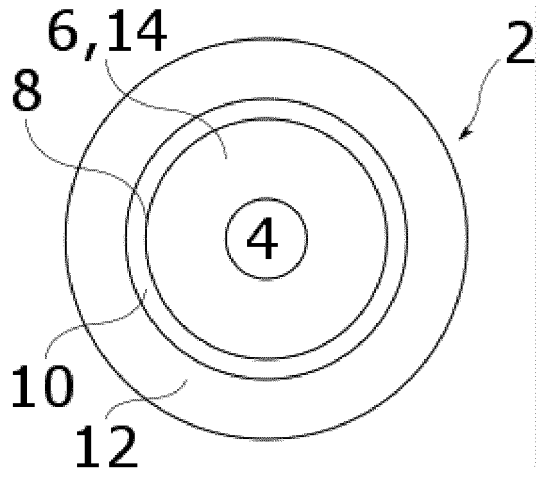


Fig. 1

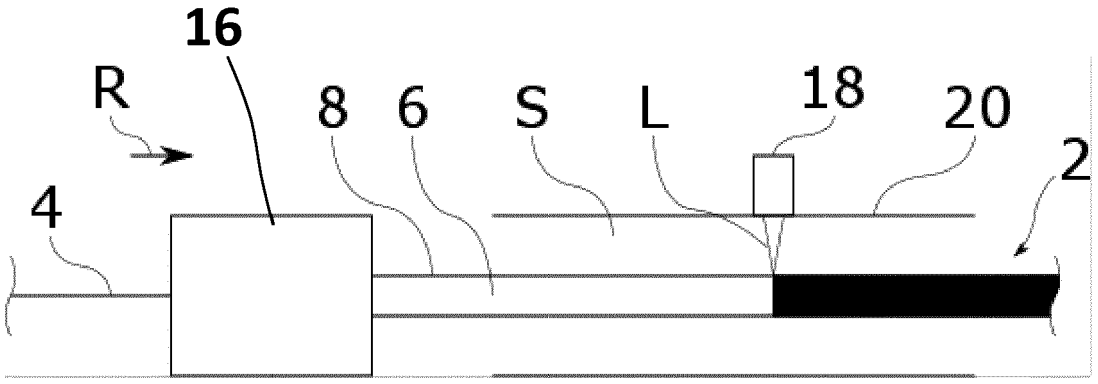


Fig. 2

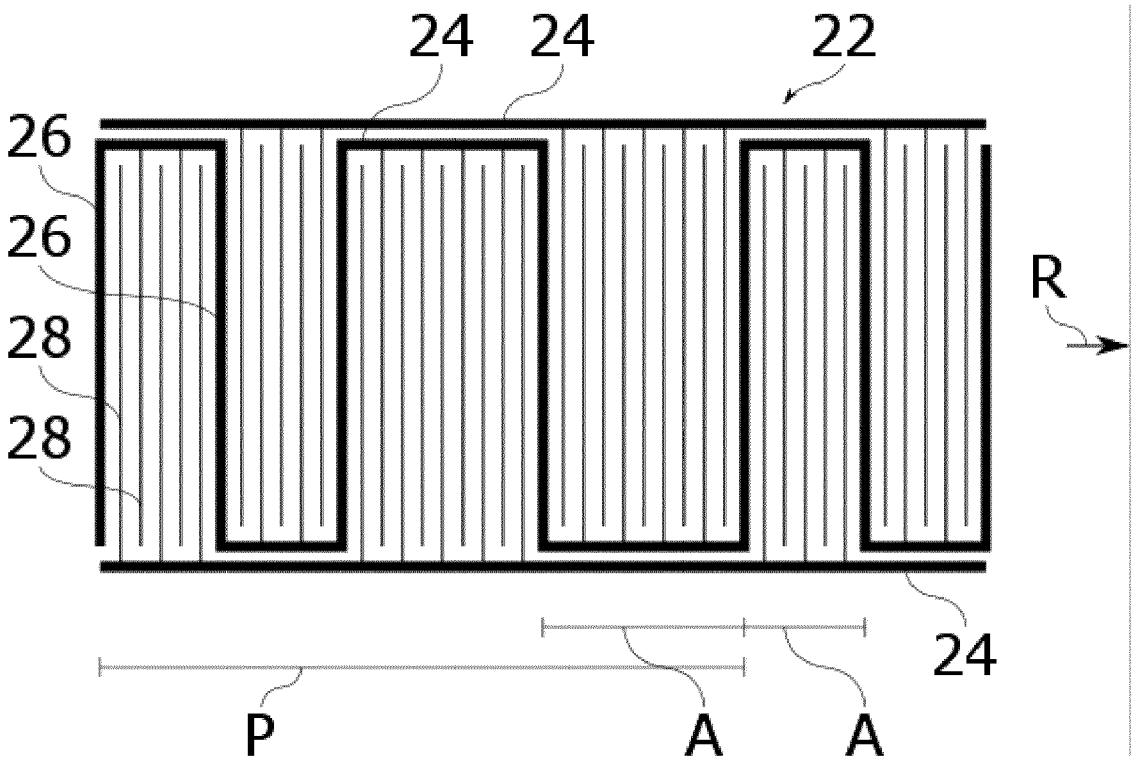


Fig. 3

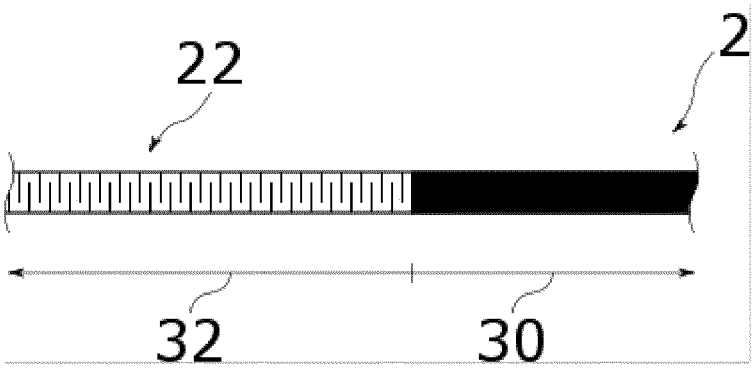


Fig. 4

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 20 0938

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H11 149830 A (YAZAKI CORP) 2. Juni 1999 (1999-06-02) * Absätze [0001], [0006], [0008] * * Abbildungen 1(c), 1(d) * -----	1-3, 12-15	INV. H01B11/10 H01B11/18 ADD. H01B13/00
X	GB 1 316 164 A (BRITISH INSULATED CALLENDERS) 9. Mai 1973 (1973-05-09) * Seite 1, Zeile 10 - Zeile 19 * * Seite 1, Zeile 84 - Seite 2, Zeile 3 * -----	1,3,4,14	
X	US 5 554 236 A (SINGLES DAVID T [US] ET AL) 10. September 1996 (1996-09-10) * Spalte 1, Zeile 14 - Zeile 15 * * Spalte 5, Zeile 16 - Zeile 60 * * Abbildungen 3-4, 5-6 * -----	1,11,14	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

H01B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	17. April 2018	Hillmayr, Heinrich

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 17 20 0938

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-04-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H11149830 A	02-06-1999	KEINE	
GB 1316164 A	09-05-1973	KEINE	
US 5554236 A	10-09-1996	AU 7983094 A	18-09-1995
		DE 69417069 D1	15-04-1999
		DE 69417069 T2	26-08-1999
		EP 0748509 A1	18-12-1996
		JP H09509783 A	30-09-1997
		US 5477011 A	19-12-1995
		US 5554236 A	10-09-1996
		WO 9524044 A1	08-09-1995

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82