

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

696 099 A5

(19)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **H02H** 9/04 (2006.01)
H02H 1/04 (2006.01)
H01P 1/202 (2006.01)
H01Q 1/50 (2006.01)

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer: 01422/02

(22) Anmeldedatum: 19.08.2002

(30) Priorität: 23.08.2001 US 09/935,932

(24) Patent erteilt: 15.12.2006

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.12.2006

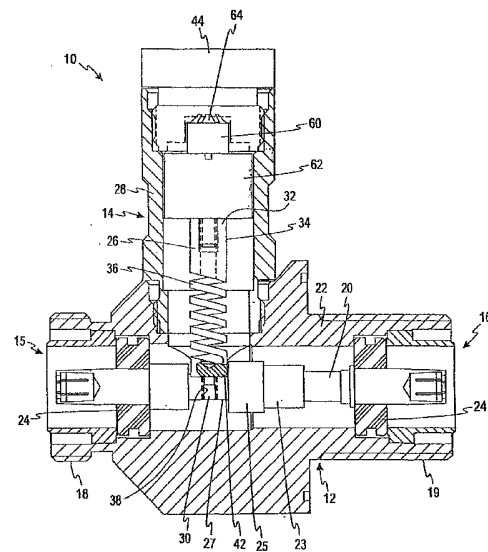
(73) Inhaber:
Andrew Corporation, 10500 West 153rd Street
Orland Park (IL 60462) (US)

(72) Erfinder:
Henry G. Ryman, Orlando Park/IL 60462 (US)

(74) Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG Patentanwälte,
Holbeinstrasse 36-38
4051 Basel (CH)

(54) **Überspannungsschutzvorrichtung.**

(57) Es wird eine Überspannungsschutzvorrichtung (10) bereitgestellt, mit einem coaxialen Durchlassabschnitt (12) mit einem Innenleiter (20) und einem Aussenleiter (22), einem ersten Ende (15) und einem zweiten Ende (16) einer Stichleitung (14) mit einem Innenleiter (26), einem Aussenleiter (28), einem ersten Ende (30) und einem zweiten Ende (32). Die Stichleitung (14) ist mit dem coaxialen Durchlassabschnitt (12) verbunden, wobei der Innenleiter (26) der Stichleitung (14) am ersten Ende (30) der Stichleitung (14) mit dem Innenleiter (20) des Durchlassabschnitts (12) leitend verbunden ist, und der Aussenleiter (28) der Stichleitung (14) am ersten Ende (30) der Stichleitung (14) mit dem Aussenleiter (22) des Durchlassabschnitts (12) leitend verbunden ist. Der Innenleiter (26) der Stichleitung (14) ist im Wesentlichen hohl und weist mindestens eine darin ausgebildete spiralförmige Öffnung (36) auf. Eine Ladungseliminierungsvorrichtung (60) ist zwischen dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) und einer Erdungsvorrichtung (44) leitend verbunden, und eine HF-Kurzschlussumleitung (62) ist zwischen dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) und dem Aussenleiter (28) der Stichleitung (14) elektrisch verbunden. Ein DC-Einspeisungsanschluss ist ebenfalls zwischen dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) und dem Aussenleiter (28) der Stichleitung (14) leitend verbunden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Überspannungsschutzvorrichtung gemäss dem unabhängigen Patentanspruch 1.

[0002] Eine Überspannungsschutzvorrichtung ist eine Vorrichtung, die in einer elektrischen Schaltung angeordnet wird, um den Durchgang gefährlicher und schädlicher Überspannungen und Spannungsspitzen zu verhindern, die die elektronische Anlage beschädigen könnten. Überspannungsschutzvorrichtungen sind insbesondere in Antennensende- und -empfangssystemen von drahtlosen oder Funkkommunikationssystemen nützlich. In solchen Antennensystemen wird ein Überspannungsschutz im Allgemeinen zwischen einem Haupt-Koaxialkabel und einem Jumper- oder Verteiler-Koaxialkabel inline geschaltet. Während eines Normalbetriebs des Antennensystems durchlaufen Mikrowellen- und HF-Signale den Überspannungsschutz ohne Unterbrechung. Wenn eine gefährliche Überspannung im Antennensystem auftritt, verhindert der Überspannungsschutz den Durchgang der gefährlichen Überspannung von einem Koaxialkabel zum anderen Koaxialkabel, indem die Überspannung zur Erde abgeleitet wird.

[0003] Ein Typ eines Überspannungsschutzes für ein Antennensystem weist eine T-förmige Konfiguration mit einem koaxialen Durchlassabschnitt und einer senkrecht zu einem Mittelabschnitt des koaxialen Durchlassabschnitts angeordneten und damit verbundenen Viertelwellen- oder $\lambda/4$ -Stichleitung auf. Ein Ende des koaxialen Durchlassabschnitts ist dazu geeignet, mit einem entsprechenden Verbinder am Ende des Haupt-Koaxialkabels verbunden zu werden, während das andere Ende des koaxialen Durchlassabschnitts dazu geeignet ist, mit einem entsprechenden Verbinder am Ende des Jumper- oder Verteiler-Koaxialkabels verbunden zu werden. Sowohl der koaxiale Durchlassabschnitt als auch die Stichleitung weisen Innen- und Aussenleiter auf.

[0004] An der T-förmigen Verbindungsstelle zwischen der Stichleitung und dem koaxialen Durchlassabschnitt sind die Innen- und Aussenleiter der Stichleitung mit entsprechenden Innen- und Aussenleitern des koaxialen Durchlassabschnitts verbunden. Am anderen Ende der Stichleitung sind der Innen- und der Aussenleiter der Stichleitung miteinander verbunden, um einen Kurzschluss zu erzeugen. Der Kurzschluss ist über eine Klemme indirekt mit einer Erdungsvorrichtung verbunden, z.B. mit einer geerdeten Strom- oder Sammelschiene. Die physische Länge von der Verbindungsstelle an einem Ende der koaxialen Stichleitung und dem Kurzschluss am anderen Ende der koaxialen Stichleitung beträgt etwa $1/4$ der Mittenfrequenzwellenlänge für ein gewünschtes schmales Band von Mikrowellen- oder Hochfrequenzen.

[0005] Während eines normalen «überspannungsfreien» Betriebs wird durch den vorstehend beschriebenen Kurzschluss-Überspannungsschutz mit $1/4$ -Wellenlängen- ($\lambda/4$ -) Stichleitung ermöglicht, dass in beiden Richtungen übertragene Signale innerhalb des Frequenzbandes den Überspannungsschutz zwischen den beiden damit verbundenen Kabeln durchlaufen. Die Signalausbreitungsrichtung ist davon abhängig, ob der Überspannungsschutz auf der Sendeseite- oder der Empfangsseite eines Antennensystems verwendet wird. Signale innerhalb des gewünschten Frequenzbandes von Betriebs- oder Arbeitsfrequenzen durchlaufen eine der Verbindungsstellen (in Abhängigkeit von der Signalausbreitungsrichtung) zum Überspannungsschutz. Wenn Signale innerhalb des gewünschten Frequenzbandes den Überspannungsschutz durchlaufen, durchlaufen sie den koaxialen Durchgangsabschnitt des Überspannungsschutzes.

[0006] Ein Anteil des gewünschten Signals trifft jedoch auf die Stichleitung, während es den koaxialen Durchlassabschnitt durchläuft. Die Stichleitung streut diesen Signalanteil, wodurch veranlasst wird, dass der Signalanteil sich entlang der Stichleitung ausbreitet. Am Kurzschlussende wird der gestreute Signalanteil reflektiert und wird anschliessend entlang der Stichleitung zurückübertragen. Weil die physische Länge der Stichleitung von der Verbindungsstelle mit dem Innenleiter des koaxialen Durchlassabschnitts zum Kurzschluss so konstruiert ist, dass er $1/4$ der Mittenfrequenzwellenlänge für das gewünschte Band von Betriebsfrequenzen gleicht, wird der gestreute Signalanteil zum nicht gestreuten Signalanteil phasengleich addiert und durchläuft das andere Ende des koaxialen Durchlassabschnitts.

[0007] Wenn im Antennensystem (z.B. durch einen Blitzeinschlag) eine Überspannung auftritt, ist die physische Länge der Stichleitung wesentlich kürzer als $1/4$ der Mittenfrequenzwellenlänge, weil die Überspannung eine wesentlich niedrigere Frequenz hat als das gewünschte Betriebsfrequenzband. In diesem Fall breitet sich die Überspannung entlang des Innenleiters des koaxialen Durchlassabschnitts zur Stichleitung, durch die Stichleitung zum Kurzschlussende, durch das Kurzschlussende zur Erdungsbefestigung und durch die Erdungsbefestigung zu einer daran befestigten Erdungsvorrichtung aus. Daher wird die Überspannung durch den Überspannungsschutz zur Erde abgeleitet.

[0008] Ein Nachteil der vorstehend erwähnten Überspannungsschutzvorrichtungen mit $\lambda/4$ -Stichleitung besteht darin, dass diese Überspannungsschutzvorrichtungen eine begrenzte Betriebsbandbreite aufweisen. OEM-Lieferanten und Mobilfunk-Diensteanbieter müssen gegenwärtig zahlreiche Überspannungsschutzvorrichtungen mit Kurzschluss-Stichleitung kaufen, um allen möglichen Anwendungen Rechnung zu tragen, die bei verschiedenen Frequenzen arbeiten. Weil Überspannungsschutzvorrichtungen mit Kurzschluss-Stichleitung aufgrund ihrer Vielfach-Einschlagfähigkeiten und ihrer ausgezeichneten Eigenschaften bezüglich passiver Intermodulationsstörungen zunehmend bevorzugt werden, würde ein OEM-Lieferant oder ein Mobilfunk-Diensteanbieter einen Vorrat und eine Bestandsliste von verschiedenen Überspannungsschutzvorrichtungen mit Kurzschluss-Stichleitung für die allgemeinen zugewiesenen Betriebsbandbreiten gegenwärtiger Systeme besitzen (800–870 MHz, 824–896 MHz, 870–960 MHz, 1425–1535 MHz, 1700–1900 MHz, 1850–1990 MHz, 2110–2170 MHz, 2300–2485 MHz, usw.) Ein Breitband-Überspannungsschutz mit Kurzschluss-Stichleitung, der über diesen gesamten Frequenzbereich verwendbar ist, würde einem OEM-Lieferanten oder einem Mobilfunk-Dienstean-

bieter ermöglichen, lediglich ein Produkt auf Vorrat zu halten, wodurch offensichtlich die Anforderungen an die Bestandsliste vereinfacht und mit dem Kauf grosser Mengen verbundenen Kostenvorteile erhalten werden.

[0009] Ausserdem besteht ein wesentlicher Bedarf für einen Breitband-Überspannungsschutz, weil von Kommunen zunehmend Druck ausgeübt wird, um zu erreichen, dass die Anzahl von mit Mobilfunksystemen verbundenen Zellenstandorten begrenzt wird. Zu diesem Zweck ist es für Mobilfunk-Diensteanbieter in zunehmendem Masse erforderlich, ihre Betriebssysteme unter Verwendung von Duplex- und Triplex-Techniken über vorhandene Koaxialübertragungsleitungen gemeinsam anzuordnen. Durch diese Tendenz zum Multiplexen verschiedener Betriebsfrequenzen ist es wesentlich geworden, dass alle herkömmlichen Schmalbandkomponenten, z.B. Überspannungsschutzvorrichtungen, durch Breitbandvorrichtungen ersetzt werden.

[0010] Obwohl gegenwärtig andersartige Breitband-Überspannungsschutzvorrichtungen zur Verfügung stehen, wird in vielen dieser Überspannungsschutzvorrichtungen eine Technik verwendet, gemäss der eine Gasentladungsröhre zwischen dem Innen- und dem Aussenleiter des Koaxial-Überspannungsschutzes angeordnet wird. Obwohl derartige Vorrichtungen ein Breitbandverhalten aufweisen, weisen sie mehrere Nachteile auf, es sind z.B. regelmässige Wartungen erforderlich, sie sind nicht in der Lage, mehreren Einschlägen zu widerstehen, und sie weisen ein schlechtes Verhalten bei passiven Intermodulationsstörungen auf. Daher besteht Bedarf für einen in Funkkommunikationssystemen verwendbaren Überspannungsschutz mit einer grossen Betriebsbandbreite.

[0011] In US 6 452 773 (Aleksa et al.) ist ein Breitband-Überspannungsschutz mit Kurzschluss-Stichleitung beschrieben. In dem dort beschriebenen Überspannungsschutz weist die Stichleitung einen hohlen Innenleiter mit einer spiralförmigen Durchgangsöffnung, auf. Dadurch werden eine höhere Impedanz und ein geringerer Q-Faktor und damit eine grössere Bandbreite der Kurzschluss-Stichleitung erhalten. Herkömmliche Leiter mit Kurzschluss-Stichleitung, z.B. die in dem vorstehenden Patent beschriebenen Breitbandleiter, dienen jedoch als Kurzschluss zur Erde für Niederfrequenz- und Gleichspannungs- oder DC-Signale. In einigen Anwendungen ist es wünschenswert, sowohl DC- als auch HF-Signale über Koaxialleiter zu übertragen.

[0012] Insbesondere wenn sogenannte «aktive» Antennen verwendet werden, ist es wünschenswert, den Antennen über das gleiche Kabel Gleichspannung (DC) und HF-Signale zuzuführen.

[0013] Aktive Antennen sind Antennen, in denen elektronische Schaltungskomponenten, z.B. Verstärker, und ähnliche in unmittelbarer Nähe der Antenne auf einem Turm angeordnet sind. Diese elektronischen Komponenten erfordern eine Gleichspannungsquelle. Um den Aufwand zu vermeiden, ein zweites Gleichspannungskabel zu verlegen, um diesen Komponenten Spannung zuzuführen, ist es wünschenswert, die Gleichspannung über das gleiche Kabel zuzuführen, über das die HF-Kommunikationssignale übertragen werden.

[0014] Herkömmliche Überspannungssicherungen lassen jedoch Gleichspannungen und andere niederfrequente Spannungen nicht durch, weil sie für niedrige Frequenzen, einschliesslich Gleichspannungen, einen Kurzschluss zur Erde bereitstellen. Ausserdem führen Systeme, die solche aktive Antennen verwenden, den DC- oder Gleichstrom an einem Punkt zur Basis oder zur Hauptleitung hin oder vor der Verbindung zum Überspannungsschutz zu. Durch die physische Verbindung zwischen der Gleichspannungsquelle mit dem Mittelleiter des Koaxialkabels können die über das Koaxialkabel übertragenen HF-Signale nachteilig gestört und Signalverzerrungen erzeugt werden.

[0015] Gemäss der Erfindung wird nun eine Überspannungsschutzvorrichtung vorgeschlagen, wie sie durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 1 charakterisiert ist. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0016] Vorteile der Erfindung werden anhand der folgenden ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen verdeutlicht; es zeigen:

- Fig. 1 eine Seitenansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemässen Breitband-Überspannungsschutzes teilweise im Querschnitt;
- Fig. 2 eine Teil-Explosionsansicht des Überspannungsschutzes von Fig. 1; und
- Fig. 3 eine Seitenansicht einer spezifischen alternativen Ausführungsform eines Breitband-Überspannungsschutzes teilweise im Querschnitt.

[0017] In der vorliegenden Beschreibung soll das Disjunktiv auch das Konjunktiv beinhalten. Die Verwendung bestimmter und unbestimmter Artikel ist nicht von grundlegender Bedeutung. Insbesondere soll, wenn ein Objekt oder Gegenstand mit bestimmtem oder mit unbestimmtem Artikel bezeichnet ist, dies auch die Mehrzahl solcher Objekte oder Gegenstände einschliessen.

[0018] Fig. 1 zeigt als Überspannungsschutzvorrichtung einen zusammengesetzten Breitband-Überspannungsschutz 10 zur Verwendung in einem HF-Funkkommunikationssystem, in dem über ein zu schützendes Kabel oder einen zu schützenden Leiter sowohl HF-Signale als auch Gleichspannung übertragen werden. Der Überspannungsschutz 10 weist einen koaxialen Durchlassabschnitt 12 und eine im Wesentlichen senkrecht zum koaxialen Durchlassabschnitt 12 angeordnete

Stichleitung 14 auf. Ein erstes Ende 15 und ein zweites Ende 16 sind mit einem ersten Koaxialkabel bzw. einem zweiten Koaxialkabel (nicht dargestellt) eines HF-Funkkommunikationssystems verbunden. Die Stichleitung ist mit einer Erdungsvorrichtung (nicht dargestellt) verbunden. Ein derartiges Koaxialkabel, das in HF-Funkkommunikationssystemen verwendet wird, kann in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

[0019] Gemäss den Fig. 1 und 2 weist der Breitband-Überspannungsschutz 10 einen ersten Verbinder 18 und einen zweiten Verbinder 19 auf, die an einem ersten und einem zweiten Ende 15 bzw. 16 angeordnet sind, um den Überspannungsschutz 10 mit einem ersten bzw. einem zweiten Kabel im System zu verbinden. Eines dieser ersten und zweiten Kabel kann in einer spezifischen Ausführungsform mit einer bodenbasierten Vorrichtung verbunden sein, die mit einer oder mehreren auf einem Turm montierten Antenne(n) verbunden ist. Das andere dieser Kabel kann sich den Turm hinauf zur Antenne bzw. zu den Antennen und zugeordneten elektronischen Einrichtungen erstrecken und sowohl HF-Kommunikationssignale zu und von den Antennen und den zugeordneten elektronischen Einrichtungen als auch Gleichspannung zum Versorgen der elektronischen Einrichtungen übertragen. Weitere Details geeigneter Verbinders, die in Verbindung mit dem in den Fig. 1 und 2 dargestellten Überspannungsschutz verwendbar sind, sind im US-Patent Nr. 5 982 602 mit dem Titel «Surge Protector Connector» und im US-Patent Nr. 404 6451 mit dem Titel «Connector for Coaxial Cable with Annularly Corrugated Outer Conductor» beschrieben.

[0020] Der koaxiale Durchlassabschnitt 12 weist einen Innenleiter 20 (auch als «Innenleiter des Durchlassabschnitts» bezeichnet) auf, der von einem Aussenleiter 22 (auch als «Aussenleiter des Durchlassabschnitts» bezeichnet) durch dielektrische Abstandsstücke 24 beabstandet und isoliert ist. Der Innenleiter 20 definiert die Längsachse des koaxialen Durchlassabschnitts. Die Stichleitung 14 weist einen Innenleiter 26 (auch als «Innenleiter der Stichleitung» bezeichnet) und einen Aussenleiter 28 (auch als «Aussenleiter der Stichleitung» bezeichnet) auf. Der Innen- und der Aussenleiter 20, 22 des koaxialen Durchlassabschnitts 12 sind mit dem Innen- und dem Aussenleiter 26 bzw. 28 der Stichleitung 14 leitend verbunden. Der Innen- oder der Aussenleiter 20, 22 kann ferner unter Verwendung z.B. einer oder mehrerer Segmente 23, 25, 27 mit grösserem und/oder kleinerem Durchmesser abgestimmt werden.

[0021] Einer der vorstehend erwähnten Nachteile der herkömmlichen T-förmigen $\lambda/4$ -Überspannungsschutzvorrichtungen mit Kurzschluss-Stichleitung «herkömmliche $\lambda/4$ -Überspannungsschutzvorrichtung» (QWS)) besteht darin, dass diese Überspannungsschutzvorrichtungen eine begrenzte Betriebsbandbreite aufweisen. In HF-Funkkommunikationssystemen haben die Mikrowellen- und/oder Funksignale jedoch Frequenzen im Bereich von etwa 800 MHz bis 2500 MHz. Es können bis zu zehn herkömmliche $\lambda/4$ -Überspannungsschutzvorrichtung erforderlich sein, um diesen Frequenzbereich abzudecken. Die Bandbreite einer herkömmlichen $\lambda/4$ -Überspannungsschutzvorrichtung kann durch Erhöhen der Impedanz der Stichleitung erhöht werden. Beispielsweise weist ein für eine Mittenresonanzfrequenz von 870 MHz konstruierter $\lambda/4$ -Überspannungsschutz eine theoretische 20-dB-Rückflussdämpfungsbandbreite von 155 MHz auf, wenn die Impedanz der Stichleitung 35 Ohm beträgt. Der gleiche herkömmliche $\lambda/4$ -Überspannungsschutz weist bei einer Mittenresonanzfrequenz von 870 MHz eine 20-dB-Rückflussdämpfungsbandbreite von 226 MHz auf, wenn die Impedanz 50 Ohm beträgt. Der gleiche herkömmliche $\lambda/4$ -Überspannungsschutz weist bei einer Mittenresonanzfrequenz von 870 MHz eine 20-dB-Rückflussdämpfungsbandbreite von 580 MHz auf, wenn die Impedanz 150 Ohm beträgt. Diese Wirkung der Erhöhung der Impedanz der Stichleitung eines herkömmlichen $\lambda/4$ -Überspannungsschutzes ist in Fig. 6 dargestellt.

[0022] Durch Erhöhen der Impedanz der Stichleitung eines herkömmlichen $\lambda/4$ -Überspannungsschutzes wird eine grössere Bandbreite erhalten. Eine höhere Impedanz der Stichleitung kann erreicht werden, indem entweder der Durchmesser des Innenleiters der Stichleitung vermindert oder der Durchmesser des Aussenleiters der Stichleitung vergrössert wird. Beide Verfahren haben jedoch wesentliche Folgen. Durch Vermindern des Durchmessers des Innenleiters der Stichleitung wird die Stromtragfähigkeit der Stichleitung beeinträchtigt. Dies entspricht dem Schmelzkonzept eines metallischen Leiters. Daher ist mit der Verminderung des Mitten- oder Innenleiterdurchmessers der Stichleitung eine strikte Begrenzung verbunden und müssen Kompromisse bezüglich des Verhaltens gemacht werden. Durch Vergrössern des Durchmessers des Aussenleiters der Stichleitung wird ein grösserer Überspannungsschutz erhalten, was zu höheren Kosten der Vorrichtung führt. Dies ist ebenfalls eine unerwünschte Lösung.

[0023] Die Effektivität eines Überspannungsschutzes ist durch die Durchgangsenergie charakterisiert, die ein Mass der Energiemenge ist, die zum Ausgang des Überspannungsschutzes durchgelassen wird, wenn der Eingang des Überspannungsschutzes einer Überspannung ausgesetzt ist (z.B. einer Blitzübergangswellenform). In der Industrie werden Blitzübergangswellenformen herkömmlich als Stromwellenform modelliert, die aus einer Anstiegszeit (von 10% auf 90% des Peakwertes) von 8 μ s und einer Zerfallszeit (auf 50% des Peakwertes) von 20 μ s besteht, wobei der Amplitudenpegel zwischen 2000 A Peakstrom und 20 000 A Peakstrom variieren kann. Die spezifische Amplitude ist davon abhängig, wo der Überspannungsschutz installiert ist, und von den möglichen Übergangsaktivitätspegeln. Die Durchgangsenergie kann durch Anlegen eines Eingangsüberspannungsstroms, Aufzeichnen der Restausgangsspannungswellenform und Integrieren des Quadrats dieser Restausgangsspannungswellenform über die Zeitdauer des Überspannungseignisses berechnet werden. Durch Teilen dieses Wertes durch eine Lastimpedanz wird ein (in Joule dargestellter) numerischer Wert für die Durchgangsenergie bereitgestellt. Die Restausgangsspannungswellenform ist der Induktanz der Stichleitung proportional, ist der Stromänderung während der Anstiegszeit proportional und ist der Anstiegszeit der zugeführten Stromwellenform umgekehrt proportional. Die Induktanz der Stichleitung kann manipuliert werden, um die Durchgangsenergie zu reduzieren. Für einen herkömmlichen $\lambda/4$ -Überspannungsschutz kann die Eigeninduktanz der Stichleitung näherungsweise durch folgenden Ausdruck dargestellt werden:

$$L_{\text{Induktanz}} (\mu\text{H}) = \frac{0,508}{10^2} \left[2,303 \cdot \log \left(\frac{2 \cdot \text{Länge}}{\text{Breite} + \text{Dicke}} \right) + 0,5 + 0,2235 \frac{(\text{Breite} + \text{Dicke})}{\text{Länge}} \right]$$

wobei Länge, Dicke und Breite die Länge, die Dicke und die Breite der Stichleitung bezeichnen. Wie gemäss dem vorstehenden Ausdruck ersichtlich ist, führt eine Verminderung der Länge der Stichleitung zu einer Verminderung der Induktanz und damit zu einer Verminderung der Durchgangsenergie. Daher ist es wünschenswert, die Länge der Stichleitung zu vermindern, um die Durchgangsenergie des Überspannungsschutzes zu reduzieren. Die Länge der Stichleitung kann durch Hinzufügen eines dielektrischen Materials vermindert werden, um die effektive Dielektrizitätskonstante zwischen dem Innen- und dem Aussenleiter der Stichleitung zu erhöhen. Eine derartige Verminderung der effektiven Länge der Stichleitung hat jedoch auch die unerwünschte Wirkung, dass die Impedanz der Stichleitung abnimmt, wodurch die Betriebsbandbreite des Überspannungsschutzes schmaler wird.

[0024] Aleksa et al. haben festgestellt, dass durch Hinzufügen einer sehr kleiner Serieninduktanz zu einer Stichleitung ein deutlicher Breitbandeffekt erzielt werden kann, gemäss dem der Betriebsfrequenzbereich des Überspannungsschutzes erhöht wird. Weil das Hinzufügen einer Serieninduktanz zur Stichleitung jedoch zu einer Verschlechterung des Durchgangsenergieverhaltens führt, ist es vorteilhaft, die Gesamtlänge der Stichleitung zu vermindern, um niedrigere Durchgangsenergiewerte zu erhalten. Weil es schwierig ist, eine Serieninduktanz auf konzentrierte Weise hinzuzufügen, kann die Verminderung der Gesamtlänge durch Verteilen der Induktanz über die Länge der Stichleitung erreicht werden. Die Induktanz kann über einen wesentlichen Abschnitt der Stichleitung selektiv verteilt werden, indem der Innenleiter der Stichleitung hohl ausgebildet wird und eine spiralförmige Öffnung durch die Aussenwand des Innenleiters ausgebildet wird. D.h., der Innenleiter der Stichleitung hat die Form eines Hohlzylinders mit einer darin ausgebildeten spiralförmigen Öffnung.

[0025] Dadurch wird ein Breitband-Überspannungsschutz 10 mit einem Innenleiter 26 erhalten, wie in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist. In der dargestellten Ausführungsform weist der Innenleiter 26 der Stichleitung 14 ein Eingangsende 30 und ein Ausgangsende 32 auf. Das Eingangsende 30 der Stichleitung 14 ist mit dem Innenleiter 20 des koaxialen Durchlassabschnitts verbunden. Der Innenleiter 26 ist im Wesentlichen vom Eingangsende bis zum Ausgangsende hohl. Der Innenleiter 26 hat einen Aussendurchmesser ϕ von etwa 0,686 cm (0,270 Zoll). Die Aussenwand 34 des hohlen Innenleiters 26 hat eine Dicke t von etwa 0,178 cm (0,070 Zoll). Der Innenleiter 26 hat eine Länge L von etwa 3,101 cm (1,221 Zoll).

[0026] Der hohle Innenleiter 26 weist eine in seiner Aussenwand 34 kontinuierlich spiralförmig ausgebildete Öffnung 36 auf. Die spiralförmige Öffnung 36 beginnt in einem Abstand D_1 von 0,279 cm (0,110 Zoll) vom Eingangsende des Innenleiters und endet in einem Abstand D_2 von etwa 1,27 cm (0,500 Zoll) vom Ausgangsende 32 des Innenleiters 36. Die kontinuierliche spiralförmige Öffnung 36 hat eine Breite W von etwa 0,076 cm (0,030 Zoll) und erstreckt sich über etwa fünf Umdrehungen um den Innenleiter 26. Die spiralförmige Öffnung 36 ist so konstruiert, dass eine Querschnittsfläche erhalten bleibt, die in der Lage ist, mindestens 20 kA Überspannungsstrom ohne Qualitätsverlust, Verschmelzung oder Lichtbogenbildung zu tragen. Die spiralförmige Öffnung 36 kann unter Verwendung moderner, numerisch gesteuerter Bearbeitungszentren auf effiziente Weise ausgebildet werden. Die Abmessungen der Stichleitung 14 ermöglichen es, dass viele Überspannungsschutzvorrichtungen, die gegenwärtig in HF-Funkkommunikationssystemen verwendet werden, durch den Überspannungsschutz 10 ersetzt werden können. Die angegebenen Abmessungen beziehen sich lediglich auf eine Ausführungsform. Die Stichleitung kann innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung für andere Anwendungen auch andere Abmessungen haben.

[0027] Das Eingangsende 30 des Innenleiters 26 weist ein integrales Aussengewindeelement 38 zum Verbinden des Innenleiters 26 der Stichleitung 14 mit dem Innenleiter 20 des koaxialen Durchlassabschnitts 12 auf. Der Innenleiter 20 des koaxialen Durchlassabschnitts 12 weist eine entsprechende, mit Gewinde versehene Öffnung auf. Der Innenleiter 26 ist im Wesentlichen vom Eingangsende 30 bis zum Ausgangsende 32 hohl. Am Eingangsende 30 ist der Innenleiter über eine kurze Länge, die eine Basis 42 für das Aussengewindeelement 38 bildet, nicht hohl.

[0028] Um zu ermöglichen, dass der koaxiale Durchlassabschnitt 12 Gleichspannung überträgt, wie vorstehend erwähnt, ist die Stichleitung 14 nicht direkt mit einer Gleichspannungserde verbunden. Statt dessen ist der Innenleiter 26 mit einer Überspannungssicherung 60 verbunden, die in der dargestellten Ausführungsform eine Gasröhrensicherung ist. Innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung können auch andersartige Überspannungssicherungen oder Ladungseliminierungs- oder -ableitungsvorrichtungen verwendet werden. Ein HF-Kurzschluss oder eine HF-Umleitung wird durch eine Kapazität bereitgestellt, die zwischen dem Innenleiter 26 und dem geerdeten Aussenleiter 28 der Stichleitung 14 bereitgestellt wird. Die Kapazität hat die Form eines allgemein rohrförmigen oder hohlzylinderförmigen leitfähigen Elements 62, dessen Aussendurchmesser etwas kleiner ist als der Innendurchmesser des Aussenleiters 28. Dieser Zylinder 22 hat eine dielektrische Aussenbeschichtung, so dass seine Aussenfläche einen Kondensator oder eine Kapazität bezüglich der die Innenfläche des Aussenleiters 28 der Stichleitung umgebenden Schicht definiert. Diese Kapazität bildet daher einen HF-Kurzschluss zur Erde, wodurch die Gasröhre 60 oder eine andere Stromeliminierungsvorrichtung oder eine Überspannungssicherung umgangen wird. Der HF-Kurzschluss oder die Umleitung ermöglichen, dass die HF-Signale vom Kurzschluss reflektiert, entlang der Stichleitung 14 zurückübertragen und zum nicht gestreuten Signalanteil addiert werden. Gleichzeitig wird durch die Gasröhre oder die andere Ladungseliminierungsvorrichtung 60 für Blitze oder ähnliche Überstrom- oder Überspannungsbedingungen eine Ableitung zur Erde bereitgestellt. Diesbezüglich weist ein freies Ende der

Gasröhre 60 eine Federklemme 64 auf, die mit einer am freien Aussenende der Stichleitung 14 befestigten Erdungskappe elektrisch leitend in Kontakt steht, wie nachstehend beschrieben wird. Die Kombination aus dem spiralförmigen Innenleiter 26 der Stichleitung 14 und der HF-Kurzschlussumleitung bildet eine komplexe Impedanz.

[0029] Gemäss Fig. 1 ist eine Erdungskappe 44 mit der Gasröhre 60 und dem Aussenleiter 28 am Ausgangsende der Stichleitung 14 leitend verbunden, um einen Pfad zu bilden, über den eine Überspannung zur Erde abgeleitet wird. Die Gasröhre 60 hält einen Federfingersockel 64, der gegen die Erdungskappe 44 gelagert ist. Um eine die Kappe 44 durchlaufende Überspannung zur Erde abzuleiten, weist die Kappe 44 eine Erdungsbefestigung 46 zum Verbinden der Kappe mit Erde auf. In der dargestellten Ausführungsform ist die Erdungsbefestigung 46 eine mit Innengewinde versehene Öffnung zum Verbinden der Kappe 44 mit einer Erdungsvorrichtung, die ein entsprechendes Gewindeelement aufweist. Die Erdungskappe 44 erdet ausserdem den Aussenleiter 28, um die HF-Kurzschlussumleitung für die Umleitungskapazität zu vervollständigen, die durch den Zylinder 62 gebildet wird, wie vorstehend beschrieben wurde.

[0030] Der Breitband-Überspannungsschutz 10 besitzt Mehrfacheinschlagfähigkeiten. Weil die HF-Signale die Gasröhre oder eine andere Ladungseliminierungsvorrichtung 60 umgehen, werden im Wesentlichen nur Gleichspannung und andere niederfrequente Energie durch diese Vorrichtung übertragen. Dadurch treten die Probleme, die in anderen Überspannungsschutzvorrichtungen aufgetreten sind, bei denen einer Ladungseliminierungsvorrichtung, z.B. einer Gasröhre, einer Metalloxid-Varistor-Silizium-Lawinendiode oder einer ähnlichen Vorrichtung, ein HF-Signal zugeführt wird, z.B. das Problem der Erzeugung von Intermodulationsstörungen, gemäss der erfindungsgemässen Konstruktion im Allgemeinen nicht auf. Eine Ausführungsform des Breitband-Überspannungsschutzes 10 ist in der Lage mindestens 100 Überspannungsereignissen, die dem Innenleiter des Überspannungsschutzes mit einem Pegel von 20 kA direkt zugeführt werden, ohne physischen oder elektrischen Qualitätsverlust zu widerstehen. Ähnlicherweise ist der Überspannungsschutz 10 so konstruiert, dass er nicht polarisiert ist; daher kann die Vorrichtung in einer beliebigen Orientierung installiert werden, ohne dass bezüglich elektrischen, mechanischen oder Umgebungseigenschaften Kompromisse eingegangen werden müssen.

[0031] Der Breitband-Überspannungsschutz 10 ist so konstruiert, dass er auch ungünstigen umgebungs- und mechanischen Bedingungen standhält. Beispielsweise ist der Breitband-Überspannungsschutz 10 gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung so konstruiert, dass er mindestens 24 Stunden in einem Meter Wassertiefe eingetaucht sein kann, ohne dass Feuchtigkeit eindringt oder die Leistungsfähigkeit abnimmt. Gemäss einer anderen Ausführungsform ist der Breitband-Überspannungsschutz 10 so konstruiert, dass er einem 24-Stunden-Schwingungstest in drei Ebenen ohne jeglichen Leistungsverlust und ohne Ermüdung standhält, wobei die ausgeübten Schwingungen im Bereich von 10 bis 2000 Hz bei einem Spitzenwert von 5 G gewobelt wurden. Gemäss einer anderen Ausführungsform ist der Breitband-Überspannungsschutz 10 so konstruiert, dass er in einem mechanischen Stosstest bei einer Amplitude von 30 G drei Zyklen in jeder Ebene ohne jeglichen Leistungsverlust und ohne Ermüdung widersteht. Gemäss einer noch anderen Ausführungsform ist der Breitband-Überspannungsschutz 10 so konstruiert, dass er mindestens einem 1000 Stunden-Korrosionstest (Salznebel) ohne jeglichen Leistungsverlust widersteht. Gemäss einer noch anderen Ausführungsform ist der Breitband-Überspannungsschutz 10 so konstruiert, dass er mindestens 25 strengen Wärmezyklen (+85°C für eine Stunde, -55°C für eine Stunde) ohne jeglichen Leistungsverlust und ohne jegliche Ermüdung widersteht. Gemäss einer noch anderen Ausführungsform ist der Breitband-Überspannungsschutz 10 so konstruiert, dass er einem Feuchtigkeitstest bei einer Feuchtigkeit von 95% und einer Temperatur von 65°C mindestens 10 Tage ohne Leistungsverlust widersteht.

[0032] Gemäss einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Kondensator (nicht dargestellt) mit dem koaxialen Durchlassabschnitt 12 in Serie geschaltet, um zu einer Reduzierung der Durchgangsenergie beizutragen, die durch eine den Überspannungsschutz durchlaufende Überspannung erhalten wird. Unter einigen aussergewöhnlichen Umständen kann das zu schützende Betriebssystem bezüglich Übergängen sehr empfindlich sein, so dass der Überspannungsschutz für eine noch niedrigere Durchgangsenergie ausgelegt sein muss. In solchen seltenen extremen Anwendungen kann durch einen in Verbindung mit dem erfindungsgemässen Überspannungsschutz 10 mit einer spiralförmigen Öffnung und Kurzschluss-Stichleitung verwendeten Serienkondensator ein zusätzlicher Überspannungsschutz bereitgestellt und die Durchgangsenergie weiter reduziert werden. Ausserdem kann gemäss einer anderen Ausführungsform ein mit dem koaxialen Durchlassabschnitt 12 in Serie geschalteter und an einer separaten Verbindungsstelle endender Serieninduktor implementiert werden, um die Zufuhr eines Gleichstroms mit niedrigem Pegel (über die separate Verbindungsstelle) in das Übertragungsleitungssystem für Leistungsanforderungen der Sendeanlagen zu ermöglichen. Nur der mit dem Induktor verbundene Verbinder 18, 19 würde Strom tragen. Der Serienkondensator würde den zweiten Koaxialverbinder 18, 19 des koaxialen Durchlassabschnitts effektiv von Gleichstrom entkoppeln.

[0033] Die dargestellte Ausführungsform des Überspannungsschutzes 10 zeigt, dass die spiralförmige Öffnung 36 über etwa fünf Windungen um den Innenleiter 26 der Stichleitung 14 kontinuierlich ausgebildet ist. In alternativen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung muss die spiralförmige Öffnung 36 sich jedoch lediglich über eine Windung um den Innenleiter 26 erstrecken. Gemäss einer weiteren alternativen Ausführungsform des Überspannungsschutzes 10, in der die Öffnung 36 sich über etwa 2½ Windungen kontinuierlich um den Innenleiter 26 erstreckt, betragen der Abstand D_1 0,762 cm (0,300 Zoll) und der Abstand D_2 1,473 cm (0,580 Zoll). In dieser alternativen Ausführungsform ist die spiralförmige Öffnung derart angeordnet, dass in einem noch höheren Frequenzbereich hohe Rückflussdämpfungspegel erhalten werden können. Für Systeme, in denen ein noch höherer Rückflussdämpfungspegel erforderlich ist, kann ein Innenleiter 26 mit einer sich über etwa 2½ Windungen kontinuierlich erstreckenden spiralförmigen Öffnung 36 implementiert werden, um in einem Bereich von 1500 MHz bis 3400 MHz eine Rückflussdämpfung von etwa 30 dB zu erhalten. In anderen Aus-

führungsformen erstreckt sich die spiralförmige Öffnung 36 über mindestens etwa 1/5 der Länge L des Innenleiters. In noch anderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erstreckt sich die spiralförmige Öffnung über etwa 1/4 bis etwa 3/4 der Länge L des Innenleiters. In noch anderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann der Innenleiter 26 der Stichleitung 14 mehr als eine spiralförmige Öffnung aufweisen, oder als weitere Alternative kann die spiralförmige Öffnung in mehr als einen Abschnitt segmentiert sein.

[0034] Die Innenleiterlänge L und der Aussendurchmesser ϕ können gemäss alternativen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verändert werden. Beispielsweise kann das Verhältnis des Aussendurchmessers ϕ zur Länge L des Innenleiters 26 im Bereich von etwa 0,254 cm (0,10 Zoll) bis etwa 1,016 cm (0,40 Zoll) variieren. Die Dicke t der Wand des Innenleiters 26 kann gemäss anderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Bereich zwischen 0,127 cm (0,050 Zoll) bis etwa 0,229 cm (0,090 Zoll) variieren. Die praktischen Einschränkungen des Fertigungsprozesses und die Stromhandhabungsfähigkeiten des Innenleitermaterials sind einige der Parameter, die die Grenzen dieses Bereichs bestimmen. Ausserdem kann gemäss anderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung auch das Material verändert werden, aus dem der Innenleiter 26 konstruiert ist. Beispielsweise ist der Innenleiter 26 in anderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung aus einer Phosphor-Bronze-Legierung (544) (Voll-Hartmetallmaterial), einer Beryllium-Kupfer (ASTM B196, Legierung C) oder Messing (ASTM B16) (halbhart) oder einem beliebigen nicht-ferromagnetischen Material hergestellt, das dazu geeignet ist, ein Mikrowellensignal und Strom zu übertragen.

[0035] In alternativen Ausführungsformen kann die vorliegende Erfindung auf Überspannungsschutzvorrichtungen angewendet werden, die von den dargestellten T-förmigen Überspannungsschutzvorrichtungen verschieden sind. Beispielsweise kann die gekrümmte Stichleitung des im US-Patent Nr. 5 892 602 mit dem Titel «Surge Protector Connector», auf die hierin durch Verweis Bezug genommen wird, dargestellten Überspannungsschutzes auf diese Weise modifiziert werden. Gemäss anderen alternativen Ausführungsformen kann die Erfindung auch auf andere Überspannungsschutzvorrichtungen angewendet werden. Beispielsweise kann die Erfindung in einem Überspannungsschutz mit einer rechtwinkligen Geometrie des Durchlassabschnitts implementiert werden. In einer solchen Ausführungsform weist der koaxiale Durchlassabschnitt an einem Punkt (im Allgemeinen einem Mittelpunkt) des koaxialen Durchlassabschnitts eine 90°-Biegung auf. Der Innenleiter 26 der Stichleitung 14 würde am ersten Ende 30 des Innenleiters 26 mit dem koaxialen 90°-Durchlassabschnitt verbunden sein.

[0036] Fig. 3 zeigt eine andere Ausführungsform des Überspannungsschutzes 10, der ferner einen mit der Stichleitung 14 verbundenen DC-Einspeisungsanschluss oder eine DC-Einspeisungseinrichtung 70 aufweist. Wie vorstehend beschrieben wurde, ist es wünschenswert, einen Gleichstrom in das Kabelsystem einzuspeisen, um aktive Komponenten mit Strom zu versorgen, z.B. aktive Antennen oder andere Komponenten, für die eine Gleichspannungsversorgung erforderlich ist und die mit dem Durchlassabschnitt 12 verbunden sein können. Wie vorstehend beschrieben wurde, wird der Gleichstrom typischerweise am ersten Ende 15 («Zuführende» oder «Ende von Boden-basierten Geräten») des Durchlassabschnitts eingespeist. Hierfür ist eine physische Verbindung zwischen der Gleichstromquelle und dem Innenleiter 20 des Durchlassabschnitts 12 erforderlich. Weil in diesem Bereich des Durchlassabschnitts 12 ein aktives HF-Feld vorhanden ist, stört jegliche physische Verbindung die HF-Signale und verursacht eine unerwünschte Signalverzerrung.

[0037] Um die unerwünschten Wirkungen der Verbindung der Gleichstromquelle mit dem Durchlassabschnitt zu minimieren oder zu eliminieren, ist der DC-Einspeisungsanschluss 70 mit einem zu seinem zweiten oder Ausgangsende 32 hin angeordneten Abschnitt der Stichleitung 14 verbunden. Ein Innenleiter 72 des DC-Einspeisungsabschnitts 70 ist vorzugsweise an einer Position zum Ausgangsende 32 hin mit dem Innenleiter 26 der Stichleitung leitend verbunden. Ein Aussenleiter 74 des DC-Einspeisungsanschlusses 70 ist mit dem Aussenleiter 28 der Stichleitung 14 leitend verbunden. Vorzugsweise ist der Innenleiter 72 des DC-Einspeisungsanschlusses 70 mit dem Innenleiter 26 der Stichleitung 14 zwischen der Ladungseliminierungsvorrichtung oder der Gasröhre 60 und der HF-Kurzschlussumleitung 62 leitend verbunden. Eine Verbindung an diesem Punkt ist wünschenswert, weil die HF-Energie aufgrund der Wirkung der HF-Kurzschlussumleitung 62 minimal ist. Daher werden die HF-Signale nur in geringem Mass oder überhaupt nicht gestört. Das HF-Feld hat einen minimalen Pegel dort, wo die HF-Kurzschlussumleitung 62 mit dem Innenleiter 26 der Stichleitung 14 verbunden ist, und nimmt zum Eingangsende 30 der Stichleitung hin zu.

[0038] Der Innenleiter 72 des DC-Einspeisungsanschlusses 70 muss nicht exakt zwischen der Gasröhre 60 und der HF-Kurzschlussumleitung 62 mit der Stichleitung 14 verbunden sein. Die Verbindungsstelle kann näher zum Eingangsende 30 der Stichleitung 14 hin und weiter weg von der HF-Kurzschlussumleitung 62 angeordnet sein. Daher kann der Innenleiter 72 des DC-Einspeisungsanschlusses 70 entweder zum ersten Ende oder zum Eingangsende 30 der Stichleitung 14 hin oder zum zweiten Ende oder Ausgangsende 32 der Stichleitung hin mit dem Innenleiter 26 verbunden sein. Wenn die Verbindungsstelle von der HF-Kurzschlussumleitung weg und zum Eingangsende 30 der Stichleitung 14 hin versetzt wird, nimmt die induzierte HF-Störung zu. Vorzugsweise wird die Verbindung jedoch zwischen der Gasröhre 60 und der HF-Kurzschlussumleitung 62 hergestellt.

[0039] Weil der DC-Einspeisungsanschluss 70 Gleichstrom in den Innenleiter 26 der Stichleitung 14 einspeist, fliesst der Gleichstrom durch den Innenleiter 20 des Durchlassabschnitts 12. Dadurch kann der Gleichstrom die aktiven Komponenten erreichen, die mit dem zweiten Ende 16 des Durchlassabschnitts 12 verbunden sein können. Die HF-Kurzschlussumleitung 62 behindert den Gleichstrom jedoch nicht, weil sie für ein Gleichstromsignal einen Kondensator darstellt, der für Gleichstrom eine im Wesentlichen offene Schaltung bildet. Ausserdem hat die Gasröhre 60, weil sie, wenn keine Über-

spannungsbedingungen vorliegen, ebenfalls eine offene Schaltung darstellt, keine Wirkung auf den eingespeisten Gleichstrom.

[0040] Der DC-Einspeisungsanschluss kann ein einfacher Verbinder sein, eine DC-Durchführung oder ein FILTERCON-Element oder eine Filtereinrichtung, die beispielsweise von Maruwa Company, Ltd., Japan, Teilenummer FTP402AR103S kommerziell erhältlich ist. Das FILTERCON-Element kann verwendet werden, um auf der DC-Leitung möglicherweise vorhandene, unerwünschte Niederfrequenzsignale weiter herauszufiltern. Der einfache Verbinder und die DC-Durchführung sind im Wesentlichen «festverdrahtete» Bauteile, deren physische Verbindung typischerweise durch Lötösen oder -fahnen oder eine ähnliche Struktur hergestellt wird.

[0041] Eine DC-Blockiervorrichtung 80 ist mit dem ersten Innenleiter 20 des Durchlassabschnitts 12 betrieblich in Serie geschaltet. Die DC-Blockiervorrichtung 80 blockiert den Gleichstromfluss zum ersten Ende 15 des Durchlassabschnitts 12 hin, der die Quelle der HF-Signale darstellt, sie ermöglicht jedoch den Gleichstromfluss in Richtung zum zweiten Ende 16 des Durchlassabschnitts hin, wo die aktiven Komponenten angeordnet sein können. Die DC-Blockiervorrichtung 80 ist vorzugsweise ein kommerziell erhältlicher Kondensator, der mit dem Innenleiter 20 des Durchlassabschnitts 12 in Serie geschaltet ist. Die DC-Blockiervorrichtung 80 ist bezüglich des Durchlassabschnitts 12 impedanzangepasst, so dass im Wesentlichen keine HF-Streuung auftritt und keine Störung in die HF-Signale induziert wird.

[0042] Vorstehend wurden spezifische Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben, um die Weise darzulegen, auf die die Erfindung implementierbar und verwendbar ist. Für Fachleute ist jedoch ersichtlich, dass die Erfindung durch die beschriebenen spezifischen Ausführungsformen nicht eingeschränkt wird, sondern innerhalb des durch die Patentansprüche definierten Schutzzumfangs der vorliegenden Erfindung zahlreiche Variationen und Modifikationen und Implementierungen ihrer verschiedenen Aspekte möglich sind.

Patentansprüche

1. Überspannungsschutzvorrichtung mit: einem Durchlassabschnitt (12) mit einem Innenleiter (20) und einem Aussenleiter (22) einer Stichleitung (14) mit einem Innenleiter (26), einem Aussenleiter (28), einem ersten Ende (30) und einem zweiten Ende (32); wobei die Stichleitung (14) mit dem Durchlassabschnitt (12) verbunden ist, wobei der Innenleiter (26) der Stichleitung (14) mit dem Innenleiter (20) des Durchlassabschnitts (12) zum ersten Ende (30) der Stichleitung (14) hin leitend verbunden ist, und der Aussenleiter (28) der Stichleitung (14) mit dem Aussenleiter (22) des Durchlassabschnitts (12) zum ersten Ende (30) der Stichleitung (14) hin leitend verbunden ist; der Innenleiter (26) der Stichleitung (14) im Wesentlichen hohl ist und mindestens eine darin ausgebildete spiralförmige Öffnung (36) aufweist; eine Ladungseliminierungsvorrichtung (60) zwischen dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) und einer Erdungsvorrichtung (44) leitend verbunden ist; eine HF-Kurzschlussumleitung (62) zwischen dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) und dem Aussenleiter (28) der Stichleitung (14) elektrisch verbunden ist; und ein DC-Einspeisungsanschluss (70) zwischen dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) und dem Aussenleiter (28) der Stichleitung (14) leitend verbunden ist.
2. Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der DC-Einspeisungsanschluss (70) zum zweiten Ende (32) der Stichleitung (14) hin mit dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) leitend verbunden ist.
3. Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der DC-Einspeisungsanschluss (70) zum ersten Ende (30) der Stichleitung (14) hin mit dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) leitend verbunden ist.
4. Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der DC-Einspeisungsanschluss (70) an einem Punkt zwischen der Ladungseliminierungsvorrichtung (60) und der HF-Kurzschlussumleitung (62) mit dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) leitend verbunden ist.
5. Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der DC-Einspeisungsanschluss (70) an einem Punkt zwischen der HF-Kurzschlussumleitung (62) und dem Durchlassabschnitt (12) mit dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) leitend verbunden ist.
6. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der DC-Einspeisungsanschluss (70) ein Verbinder, eine DC-Durchführung oder eine Filtervorrichtung ist.
7. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der DC-Einspeisungsanschluss (70) Niederfrequenzsignale herausfiltert.
8. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der DC-Einspeisungsanschluss (70) eine festverdrahtete leitfähige Verbindung ist.
9. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der DC-Einspeisungsanschluss (70) an einem Punkt mit dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) verbunden ist, an dem die HF-Energie minimal ist.
10. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die HF-Kurzschlussumleitung (62) in der Nähe des Punktes, wo der DC-Einspeisungsanschluss (70) mit dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) verbunden ist, einen HF-Energiepegel auf ein Minimum reduziert.

11. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, ferner mit einer mit dem Innenleiter (20) des Durchlassabschnitts (12) leitend verbundenen DC-Blockiervorrichtung (80).
12. Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die DC-Blockiervorrichtung (80) ein Kondensator ist.
13. Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, wobei die DC-Blockiervorrichtung (80) zum ersten Ende (15) des Durchlassabschnitts (12) hin mit dem Innenleiter (20) des Durchlassabschnitts (12) betrieblich verbunden ist.
14. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die DC-Blockiervorrichtung (80) an einem Punkt zum ersten Ende (15) des Durchlassabschnitts (12) hin und von der Verbindungsstelle zwischen dem Innenleiter (26) der Stichleitung (14) und dem Innenleiter (20) des Durchlassabschnitts (12) weg mit dem Innenleiter (20) des Durchlassabschnitts (12) in Serie geschaltet ist.
15. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei die DC-Blockiervorrichtung (80) im Wesentlichen verhindert, dass ein in die Stichleitung (14) eingespeister Gleichstrom das erste Ende (15) des Durchlassabschnitts (12) passiert, jedoch nicht verhindert, dass HF-Signale entlang des Durchlassabschnitts (12) zum zweiten Ende (16) des Durchlassabschnitts (12) hin übertragen werden.
16. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei die DC-Blockiervorrichtung (80) ermöglicht, dass ein Gleichstrom eine mit dem Durchlassabschnitt (12) leitend verbundene aktive Vorrichtung erreicht.
17. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, wobei die HF-Kurzschlussumleitung (62) ein Kondensator ist.
18. Überspannungsschutzvorrichtung nach Anspruch 17, wobei der Kondensator durch ein zylindrisches Element mit einer Beschichtung aus einem dielektrischen Material in unmittelbarer Nähe einer Innenfläche des Aussenleiters (28) der Stichleitung (14) definiert ist.
19. Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei die spiralförmige Öffnung (36) sich über mindestens eine Windung um den Innenleiter (26) der Stichleitung (14) kontinuierlich erstreckt.
20. DC-Einspeisungsanschluss (70) für eine Überspannungsschutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei der DC-Einspeisungsanschluss aufweist: einen Hauptabschnitt: eine mit dem Hauptabschnitt verbundene komplexe Impedanzstruktur; wobei die komplexe Impedanzstruktur eine HF-Kurzschlussumleitung (62) und ein Hochimpedanzende und ein DC-Einspeisungsende zum Empfangen eines Gleichstroms aufweist; wobei die komplexe Impedanzstruktur am Hochimpedanzende eine hohe Impedanz für HF-Signale darstellt und am DC-Einspeisungsende eine niedrige Eingangsimpedanz für HF-Signale darstellt; und einen mit dem Hauptabschnitt verbundenen DC-Blockierkondensator zum Verhindern eines Gleichstromflusses in einem Teil des Hauptabschnitts.

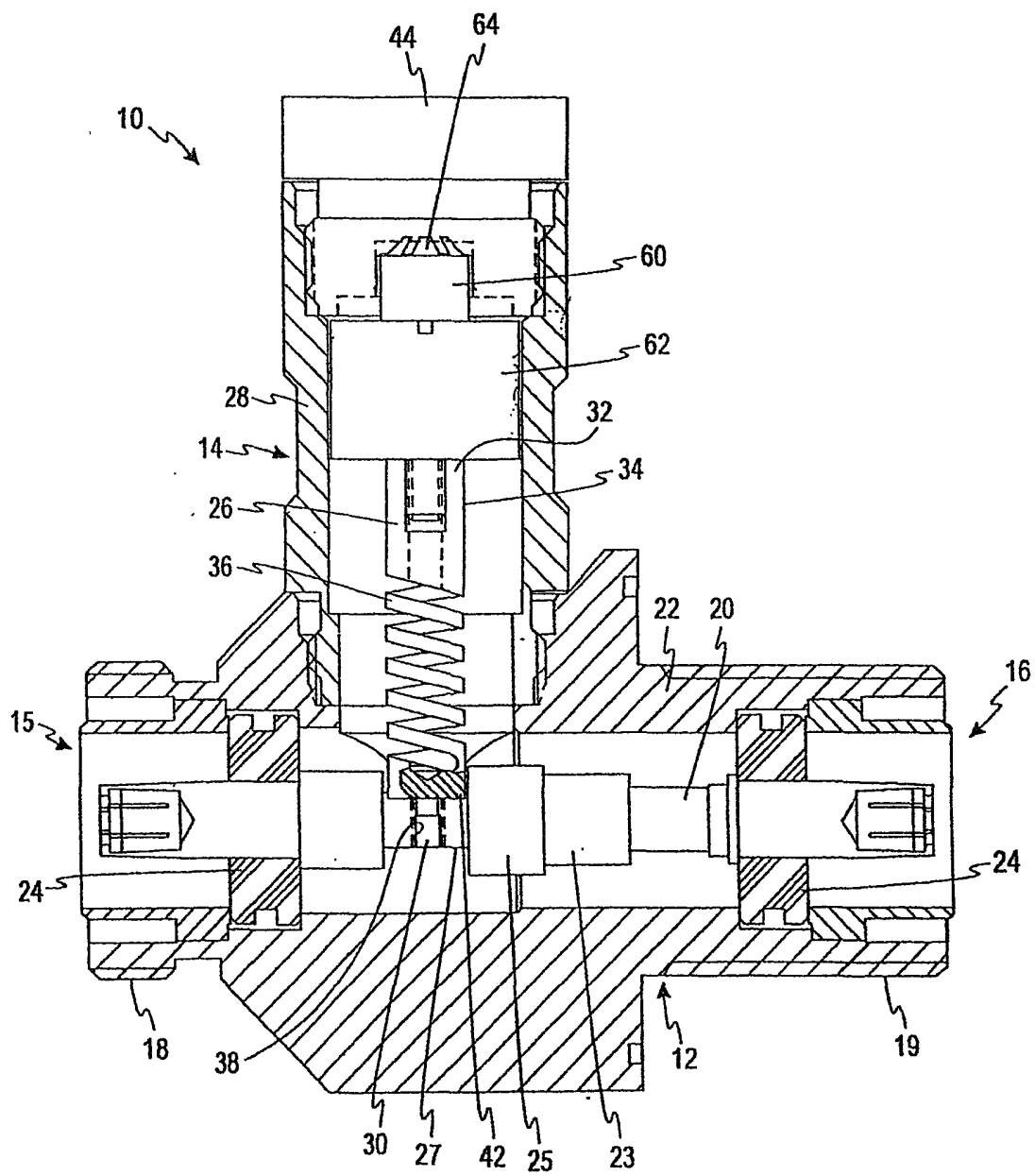
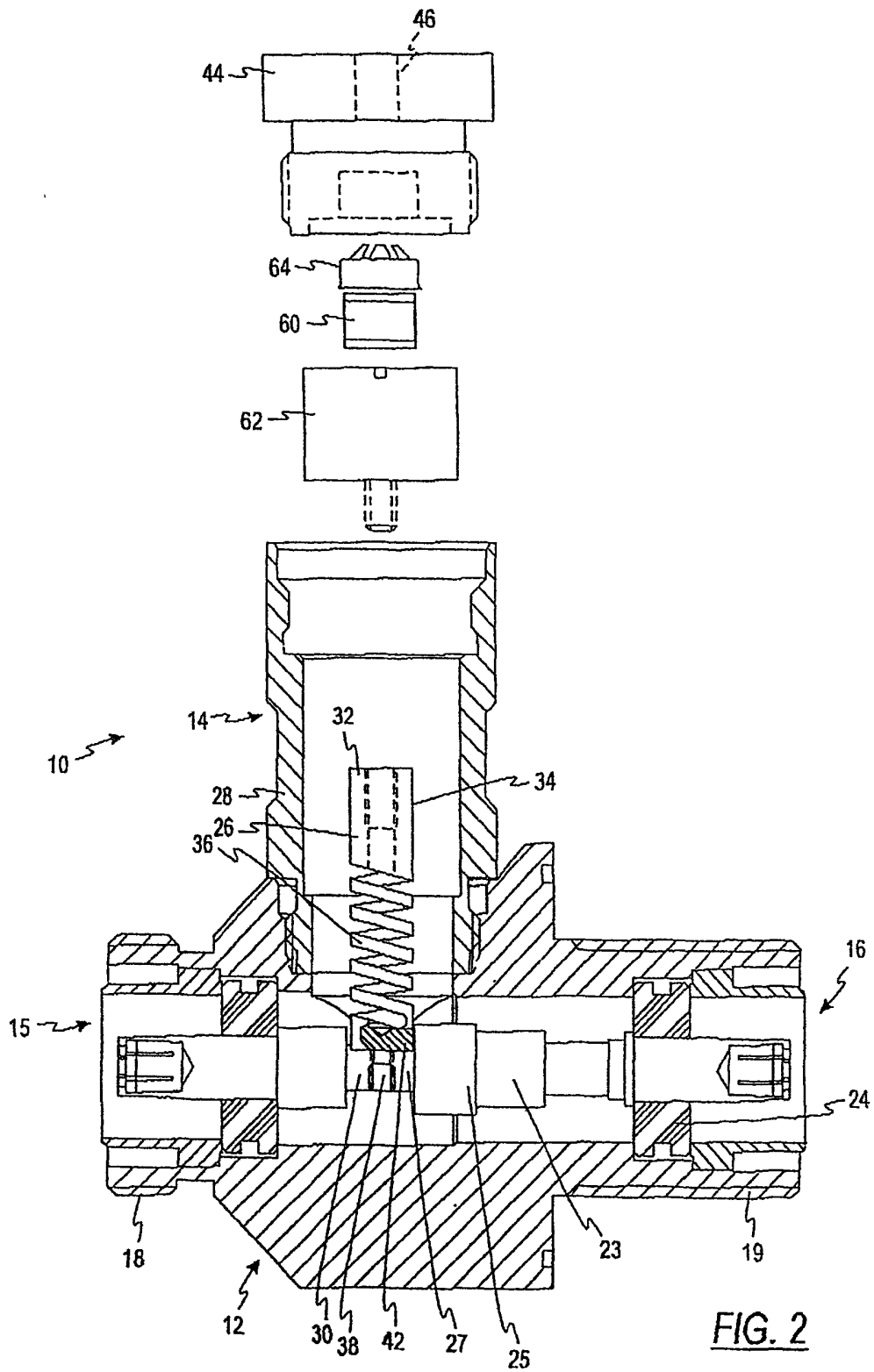


FIG. 1



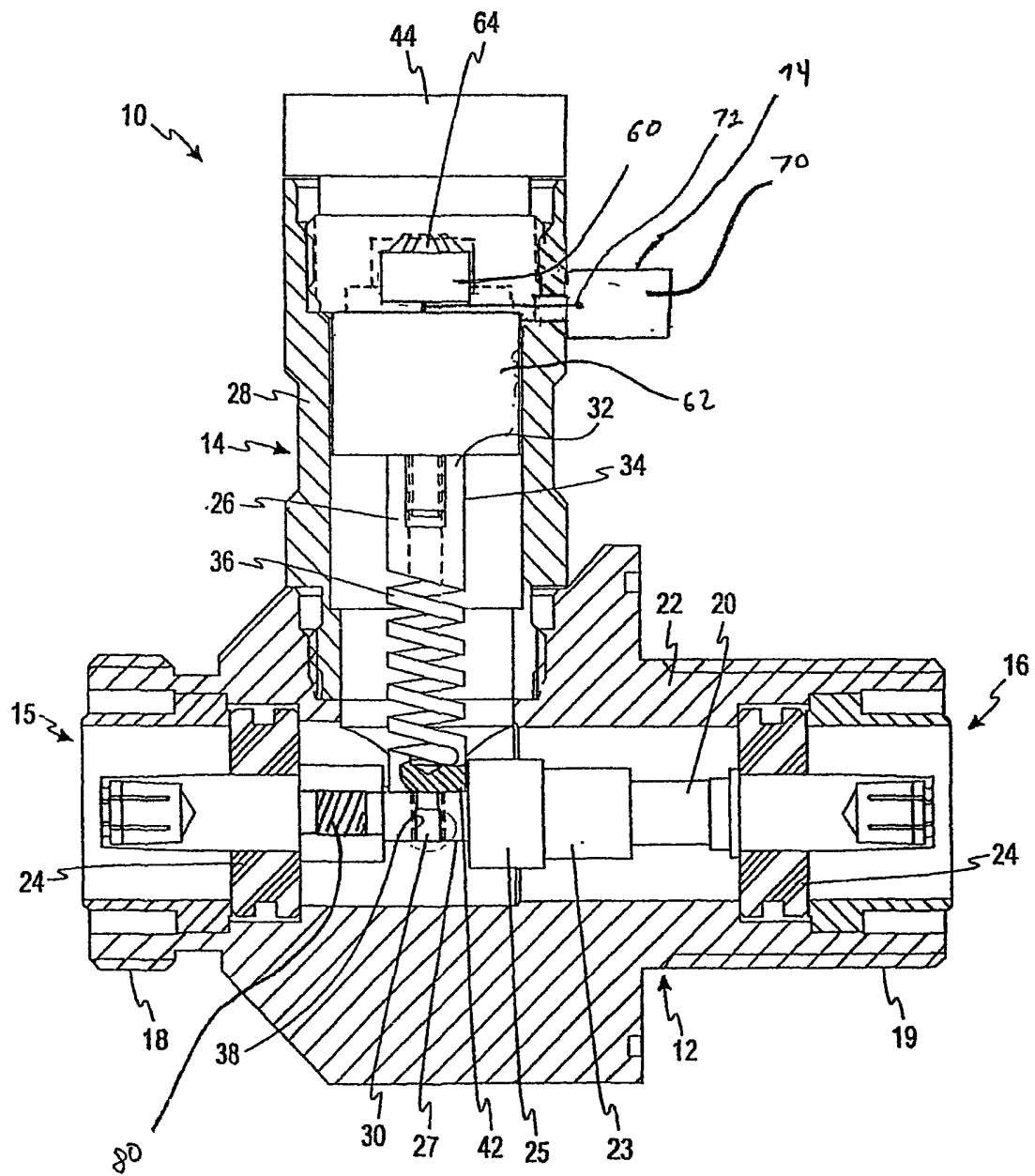


FIG. 3