



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 216 851 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.08.2010 Patentblatt 2010/32

(51) Int Cl.:
H01P 1/202 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 09015318.0

(22) Anmeldetag: 10.12.2009

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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 SE SI SK SM TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA RS

(30) Priorität: 05.02.2009 DE 102009007622

(71) Anmelder: Spinner GmbH
80335 München (DE)

(72) Erfinder:

- Grassl, Martin
83075 Bad Feilnbach (DE)

- Landinger, Josef
83229 Aschau im Chiemgau (DE)

(74) Vertreter: Prietsch, Reiner
Dipl.-Ing. Reiner Prietsch
Patentanwalt
Postfach 11 19
82141 Planegg (DE)

Bemerkungen:

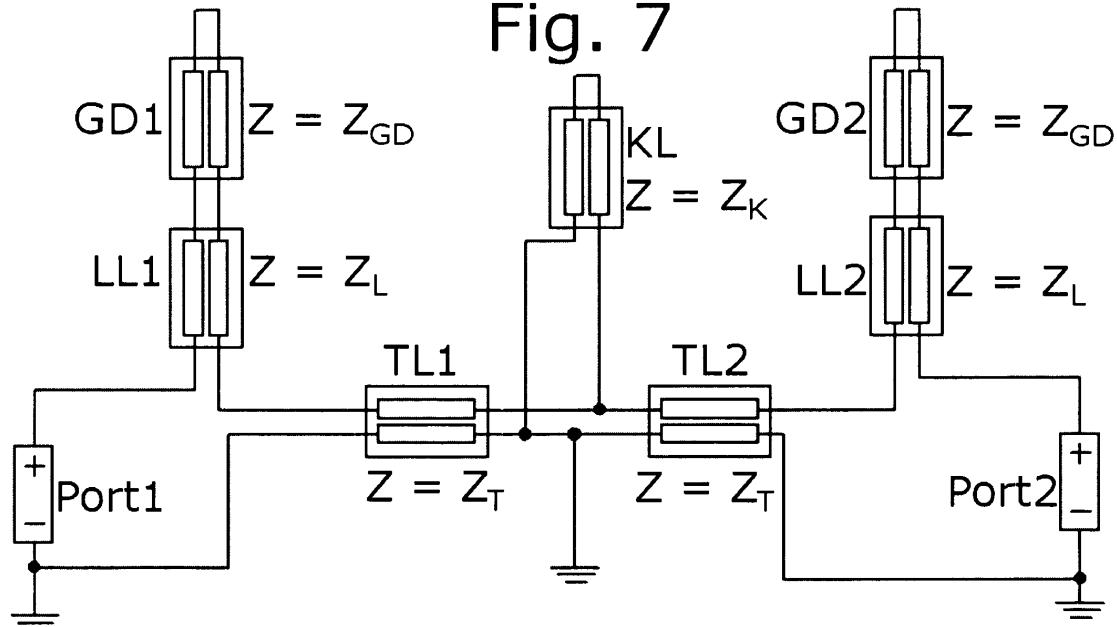
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) Koaxialer Überspannungsableiter

(57) Ein koaxialer Überspannungsableiter aus einem Koaxialleitungsabschnitt mit einem Wellenwiderstand Z_0 , einer parallel angeschlossenen koaxialen $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung (KL) mit einem Wellenwiderstand Z_K $> Z_0$ und beidseits des Anschlusses der Kurzschlussleitung (KL) je einer seriellen Transformationsleitung (TL1,

TL2) mit einem Wellenwiderstand $Z_T < Z_0$, hat eine große Bandbreite, wenn auf jede der Transformationsleitungen (TL1, TL2) eine $\lambda/4$ -Leerlaufleitung (LL1, LL2) mit einem Wellenwiderstand $Z_L < Z_0$ folgt, die mit einer weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung (GD1, GD2) abgeschlossen ist, deren Wellenwiderstand $Z_{GD} > Z_0$ ist.

Fig. 7



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen koaxialen Überspannungsableiter aus einem Koaxialleitungsabschnitt mit einem Wellenwiderstand Z_0 , einer parallel angeschlossenen koaxialen $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung mit einem Wellenwiderstand $Z_K > Z_0$ und beidseits des Anschlusses der Kurzschlussleitung je einer seriellen Transformationsleitung mit einem Wellenwiderstand $Z_T < Z_0$.

[0002] Aus der EP 0 978 894 B1, Figur 1 ist ein Überspannungsableiter bekannt, der einen Koaxialleitungsabschnitt umfasst, zu dem eine koaxiale $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung parallel geschaltet ist. Der Innenleiter dieser Kurzschlussleitung ist am Ende mit dem Außenleiter galvanisch verbunden. Dieser Kurzschluss transformiert bei der der Wellenlänge λ entsprechenden Frequenz, d.h. der Mittenfrequenz für die der Überspannungsableiter dimensioniert ist, in einen Leerlauf, so dass der Kurzschluss nur für Gleichstrom und insbesondere niederfrequente Wechselspannungssignale wirksam ist.

[0003] Aus der EP 0 938 166 A1 ist ein Überspannungsableiter grundsätzlich gleichen Aufbaus bekannt, bei dem jedoch der Innenleiter der Kurzschlussleitung am Ende über eine Kapazität mit dem Außenleiter verbunden ist, die so dimensioniert ist, dass sie bei und in der Nähe der Mittenfrequenz wie ein Kurzschluss wirkt. Bei hochfrequenzmäßig gleichem Verhalten wie der zuvor genannte Überspannungsableiter sind der Innenleiter und der Außenleiter des Koaxialleitungsabschnitts galvanisch voneinander getrennt, so dass über den Überspannungsableiter auch Gleichstrom und niederfrequente Signale übertragen werden können, die wahlweise über ein Ende des Koaxialleitungsabschnitts oder über die $\lambda/4$ -Stichleitung eingespeist werden können. Zur Verbesserung des Ableitvermögens insbesondere für EMP-Ereignisse kann zwischen dem Ende des Innenleiters der Kurzschlussleitung und dem Außenleiter, in einer anderen Ausführungsform im Abzweigpunkt des Innenleiters der Kurzschlussleitung von dem Innenleiter des Koaxialleitungsabschnitts, eine gasgefüllte Ableiterkapsel, eine sogenannte Gasentladungspille, angeordnet sein.

[0004] Beide Ausführungsformen sind nur für ein relativ schmales Frequenzband um die Mittenfrequenz durchlässig. Aus der US 3 970 969 A ist es bekannt, zur Vergrößerung der Bandbreite beidseits des Anschlusses der Kurzschlussleitung je eine serielle Transformationsleitung mit einem Wellenwiderstand Z_T , der etwa 20% kleiner als der Wellenwiderstand Z_0 des Koaxialleitungsabschnitts ist, in letzterem anzutreiben. Ein derartiger Überspannungsableiter kann z.B. für 800 MHz bis 2,5 GHz mit ausreichend niedrigem Stehwellenverhältnis (VSWR) ausgelegt werden.

[0005] Insbesondere für Mobilfunkanwendungen ist jedoch ein Überspannungsableiter mit erheblich größerer Bandbreite wünschenswert.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrun-

de, einen derartigen Überspannungsableiter zur Verfügung zu stellen.

[0007] Diese Aufgabe ist ausgehend von einem koaxialen Überspannungsableiter mit den eingangs genannten Merkmalen erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass auf jede der Transformationsleitungen eine $\lambda/4$ -Leerlaufleitung mit einem Wellenwiderstand $Z_L < Z_0$ folgt, die mit einer weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung abgeschlossen ist, deren Wellenwiderstand $Z_{GD} > Z_0$ ist.

[0008] Ein derartiger Überspannungsableiter hat im Vergleich zu den bisher bekannten Überspannungsableitern bei gleichem VSWR etwa die doppelte Frequenzbandbreite, z.B. von 800 MHz bis 6 GHz, bei einem VSWR, das über den größten Teil dieser Bandbreite unter 1,05 bleibt. Das gilt insbesondere, wenn

- die Transformationsleitungen $\lambda/4$ -Leitungen sind,
- der Wellenwiderstand der $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung größer als das doppelte des Wellenwiderstandes Z_0 des Koaxialleitungsabschnitts ist,
- der Wellenwiderstand der $\lambda/4$ -Leerlaufleitungen ungefähr 1/10 des Wellenwiderstandes Z_0 des Koaxialleitungsabschnitts beträgt
- und/oder der Wellenwiderstand der jeweiligen weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitungen etwa 20% größer als der Wellenwiderstand Z_0 des Koaxialleitungsabschnitts ist.

[0009] Je nach geforderter Bandbreite können eine, mehrere oder alle vorgenannten Bemessungen realisiert werden.

[0010] Der Innenleiter der parallel angeschlossenen $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung kann statt galvanisch

- mit dem Innenleiter des Koaxialleitungsabschnitts kapazitiv verbunden sein,
- alternativ mit dem Außenleiter der $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung kapazitiv verbunden sein,
- über eine Gasentladungspille entweder mit dem Außenleiter der Kurzschlussleitung oder mit dem Innenleiter des Koaxialleitungsabschnitts kapazitiv verbunden sein.

[0011] Vorzugsweise hat jede der Transformationsleitungen als Innenleiter ein erstes Teilstück des Innenleiters des Koaxialleitungsabschnitts und als Außenleiter ein Teilstück des Außenleiters des Koaxialleitungsabschnitts. Dadurch verringert sich die Baulänge des Überspannungsableiters.

[0012] Das Gleiche gilt für eine Ausführungsform, bei der jede der $\lambda/4$ -Leerlaufleitungen als Innenleiter ein in der Fortsetzung des ersten Teilstücks angeordnetes zweites Teilstück des Innenleiters des Koaxialleitungsabschnitts und als Außenleiter die Innenwand einer dieses zweiten Teilstück koaxial umschließende Hülse hat, die an ihrem dem gleichseitigen Anschluss des Überspannungsableiters zugewandten Ende mit dessen Innenleiter galvanisch verbunden und an ihrem anderen

Ende offen ist.

[0013] Ebenso trägt es zur Verkürzung der Baulänge bei, wenn jede der weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitungen aus einem Stück des Innenleiters des Koaxialleitungsabschnitts besteht, das eine zu dem gleichseitigen Anschluss des Überspannungsableiters offene Bohrung umfasst, deren Innenwand den Außenleiter bildet und die einen koaxialen Kern hat, der den Innenleiter der $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung bildet.

[0014] Eine kompakte Bauform lässt sich desweiteren dadurch erreichen, dass die Transformationsleitungen als Innenleiter je ein Teilstück des Innenleiters des Koaxialleitungsabschnitts und als Außenleiter die Innenwand einer diese Teilstücke koaxial umschließenden Hülse haben, die an einem ihrer Enden galvanisch mit dem Außenleiter des Koaxialleitungsabschnitts verbunden ist.

[0015] Eine mechanische Verkürzung kann auch dadurch erreicht werden, dass die eine Leerlaufleitung als Innenleiter ein weiteres Teilstück des Innenleiters des Koaxialleitungsabschnitts und als Außenleiter die Innenwand einer dieses weitere Teilstück des Innenleiters umschließenden Hülse hat, die an ihrem dem gleichseitigen Anschluss des Überspannungsableiters zugewandten Ende offen und an ihrem anderen Ende mit dem Innenleiter galvanisch verbunden ist, und dass die andere Leerlaufleitung als Innenleiter die äußere Mantelfläche des gleichseitigen Teils der Hülse und als Außenleiter einen Abschnitt des Außenleiters des Koaxialleitungsabschnitts hat.

[0016] Schließlich ist es auch vorteilhaft, wenn die eine der weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitungen als Innenleiter einen Kern in einer Bohrung in dem Innenleiter des Koaxialleitungsabschnitts hat, wobei die Bohrung auf der Seite der parallel angeschlossenen Kurzschlussleitung offen ist und diese weitere Kurzschlussleitung als Außenleiter die Wandung dieser Bohrung hat, und dass die andere der weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitungen als Innenleiter die äußere Mantelfläche der Hülse und als Außenleiter einen Abschnitt des Außenleiters des Koaxialleitungsabschnitts hat.

[0017] In allen Ausführungsformen können, wie an sich bekannt, zwischen dem jeweiligen Innenleiter und Außenleiter Dielektrika in Form von Scheiben oder Hülsen angeordnet sein, um bei gegebenen mechanischen Abmessungen die elektrische Länge und/oder den Wellenwiderstand auf einen gewünschten, im Regelfall errechneten Wert zu bringen.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigt:

Figur 1: einen Überspannungsableiter nach dem Stand der Technik im Längsschnitt,

Figur 2: ein Ersatzschaltbild des Überspannungsableiters in Figur 1,

Figur 3: ein Teilersatzschaltbild des Überspannungs-

ableiters nach der Erfindung, nämlich mit im Vergleich zu Figur 2 zusätzlichen $\lambda/4$ -Leerlaufleitungen, jedoch noch ohne die weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitungen,

- 5 Figur 4: in durchgezogener Linie den frequenzabhängigen Verlauf des Imaginärteils der Eingangsimpedanz des Überspannungsableiters gemäß Figur 1, ergänzt um den gestrichelt dargestellten, frequenzabhängigen Verlauf des Imaginärteils der Eingangsimpedanz einer der zusätzlichen $\lambda/4$ -Leerlaufleitungen in Figur 3,
- 10 Figur 5: den frequenzabhängigen Verlauf des Imaginärteils der Eingangsimpedanz des Überspannungsableiters gemäß Figur 3, d.h. mit zwei $\lambda/4$ -Leerlaufleitungen
- 15 Figur 6: den frequenzabhängigen Verlauf des VSWR des Überspannungsableiters nach der Erfindung,
- 20 Figur 7: ein vollständiges Ersatzschaltbild des Überspannungsableiters nach der Erfindung,
- 25 Figur 8: ein erstes Ausführungsbeispiel eines Überspannungsableiters nach der Erfindung im Längsschnitt und
- 30 Figur 9: ein zweites Ausführungsbeispiel eines Überspannungsableiters nach der Erfindung.

- [0019]** Der in Figur 1 dargestellte Überspannungsableiter nach dem Stand der Technik umfasst einen Koaxialleitungsabschnitt, bestehend aus einem Innenleiter 100, einem Außenleiter 101, einem Dielektrikum 102 zwischen dem Innenleiter 100 und dem Außenleiter 101 sowie beidseitigen Anschlüssen, hier in Form eines 7-16 Stiftsteckverbinder und eines 7-16 Buchsensteckverbinder. In der Mitte des Koaxialleitungsabschnitts zweigt eine $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung KL ab, die einen Innenleiter 103 hat, der an seinem Anfang mit dem Innenleiter 100 des Koaxialleitungsabschnitts und der an seinem Ende mit einem Boden eines rohrförmigen Außenleiters 104 jeweils galvanisch verbunden ist. Die Teillängen des Koaxialleitungsabschnitts beidseits des Anschlusses der Kurzschlussleitung KL sind konstruktiv, das heißt hinsichtlich des Außendurchmessers des Innenleiters 100, der Art des Dielektrikums 102 und des Innendurchmessers des Außenleiters 101 so dimensioniert, dass sie zur Vergrößerung der Bandbreite jeweils eine im Verhältnis zu dem eingangs- und ausgangsseitigen Wellenwiderstand Z_0 von z.B. 50Ω des Koaxialleitungsabschnitts niederohmige Transformationsleitung TL 1 und TL 2 bilden. Die für diesen Überspannungsableiter einzuhaltenden Dimensionierungen in Abhängigkeit von der Mittenfrequenz und der Bandbreite sind

dem Fachmann bekannt.

[0020] Ebenfalls bekannt ist eine andere Ausführungsform dieses Überspannungsableiters, die die Übertragung von Gleichströmen und niederfrequenten Signalen ermöglicht. Hierzu ist der Innenleiter 103 der Kurzschlussleitung KL entweder am Anfang mit dem Innenleiter 100 des Koaxialleitungsabschnitts KA oder am Ende mit dem Boden des Außenleiters 104 über eine Kapazität verbunden, die so dimensioniert ist, dass sie im Nutzband des Überspannungsableiters als hochfrequenzmäßiger Kurzschluss wirkt.

[0021] Figur 2 zeigt das Ersatzschaltbild des Überspannungsableiters in Figur 1. Der linksseitige Steckverbinderanschluss ist mit "Port 1" und der rechtsseitige Steckverbinderanschluss ist mit "Port 2" bezeichnet. Mit Z_S bzw. Z_T ist der jeweilige Wellenwiderstand Z bezeichnet. Im Übrigen gelten die Bezeichnungen aus Figur 1.

[0022] Figur 3 zeigt demgegenüber ein Teilersatzschaltbild des Überspannungsableiters nach der Erfindung, dessen vollständige Konstruktion später anhand der Figuren 8 und 9 erläutert werden wird. Das Teilersatzschaltbild gemäß Figur 3 unterscheidet sich von Figur 2 durch die Einfügung je einer $\lambda/4$ -Leerlaufleitung LL 1 bzw. LL 2 zwischen den jeweiligen Anschluss und die gleichseitige Transformationsleitung TL 1 bzw. TL 2.

[0023] Figur 4 zeigt für einen konkreten Anwendungsfall, nämlich einen Wellenwiderstand, genauer gesagt eine Eingangsimpedanz Z_0 von 50Ω bei einer Mittenfrequenz von ca. 3,5 GHz, die Auswirkung einer der $\lambda/4$ -Leerlaufleitungen in Figur 3 auf den frequenzabhängigen Verlauf des Imaginärteils der Eingangsimpedanz im Vergleich zu dem frequenzabhängigen Verlauf des Imaginärteils der Eingangsimpedanz des Überspannungsableiters gemäß Figur 1 und Figur 2.

[0024] Der Wert des Imaginärteils der Eingangsimpedanz des Überspannungsableiters gemäß Figur 1 in Abhängigkeit von der Frequenz f ist in durchgezogener Linie dargestellt, derjenige einer $\lambda/4$ -Leerlaufleitung LL 1 oder LL 2 in gestrichelter Linie. Im Fall des Überspannungsableiters nach Figur 1 steigt der absolute Betrag des Imaginärteils der Eingangsimpedanz in Richtung beider Bandgrenzen erheblich an. Die durch den Imaginärteil verkörperte Blindkomponente ist an der unteren Bandgrenze positiv (induktives Verhalten) und an der oberen Bandgrenze negativ (kapazitives Verhalten). Die $\lambda/4$ -Leerlaufleitung hat im Vergleich dazu einen im wesentlichen entgegengesetzten Verlauf des Imaginärteils der Eingangsimpedanz. Bei geeigneter Wahl des Wellenwiderstandes beider Leerlaufleitungen LL 1 und LL 2 wird deshalb der Blindwiderstand der übrigen Teile des Überspannungsableiters beidseits der Mittenfrequenz auch betragsmäßig weitgehend kompensiert. Eine besonders gute Kompensation wird erreicht, wenn der Wellenwiderstand Z_w der Leerlaufleitungen LL 1 und LL 2 etwa ein Zehntel des Wellenwiderstandes Z_L des Überspannungsableiters ist.

[0025] In diesem Fall hat der Imaginärteil der Eingangsimpedanz eines Überspannungsableiters gemäß

Figur 3 den in Figur 5 dargestellten, frequenzabhängigen Verlauf, weist also über die große Bandbreite von ca. 810 MHz bis ca. 6 GHz nur eine sehr kleine Blindkomponente auf.

- 5 **[0026]** Damit ergibt sich der in Figur 6 dargestellte, frequenzabhängige Verlauf des VSWR, das nur in kleinen Bereichen nahe den Bandgrenzen einen Wert von ca. 1,06 hat, im Übrigen jedoch in einem weiten Bereich erheblich unter 1,05 bleibt.
- 10 **[0027]** Ein nur mit den Leerlaufleitungen gemäß Figur 3 ergänzter Überspannungsableiter wäre jedoch nicht funktionsfähig, denn die Leerlaufleitungen verhindern, dass die Kurzschlussleitung KL niederfrequente Störsignale und Stromstöße wie EMPs ableitet. Um dies zu erreichen, ist gemäß dem vollständigen Ersatzschaltbild in Figur 7 zwischen die jeweiligen Anschlüsse und die gleichseitige Leerlaufleitung jeweils eine weitere Kurzschlussleitung GD 1 bzw. GD 2 geschaltet. Deren Länge beträgt bei der Bandmittelfrequenz $\lambda/4$, ihr Wellenwiderstand Z_{GD} ungefähr das 1,2-fache des Nennwellenwiderstandes Z_0 . Wegen des großen Wellenwiderstandssprungs von z.B. 60Ω auf 5Ω zwischen der weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung GD 1 und der darauf folgenden Leerlaufleitung LL 1 bzw. zwischen der weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung GD 2 und der entsprechenden Leerlaufleitung LL 2 wirken diese Serienschaltungen im Nutzfreqenzband wie ein Leerlauf. Im Frequenzband von 0 bis ca. 1 MHz, in dem auch der energiereichste Teil des Frequenzspektrums von EMP-Ereignissen liegt, stellen die weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitungen auch tatsächliche, galvanische Kurzschlüsse dar, weil sie aufgrund ihrer auf die Mittenfrequenz des Überspannungsableiters bezogenen und somit für den unteren Frequenzbereich geringen elektrischen Länge praktisch keinen Wellenwiderstand erzeugen. Folglich hat der Überspannungsableiter nach der Erfindung im Vergleich zu einem Überspannungsableiter gemäß Figur 1, also nach dem Stand der Technik, das gleiche Ableitvermögen, jedoch eine mehr als doppelt so große Nutzbandbreite.
- 20 **[0028]** Wenn über den Überspannungsableiter nach der Erfindung auch Gleichströme und niederfrequente Signale übertragen werden sollen, wird der Innenleiter der Kurzschlussleitung KL nicht galvanisch sondern, wie an sich bekannt und eingangs erläutert, kapazitiv mit entweder dem Innenleiter des Koaxialleitungsabschnitts oder dem Außenleiter dieser Kurzschlussleitung verbunden, gegebenenfalls unter Einfügung einer Gasentladungsspitze.
- 25 **[0029]** Figur 8 zeigt einen Überspannungsableiter nach dem vorliegendem Vorschlag, in einer solchen Ausführung, d.h. mit galvanischer Trennung zwischen Innenleiter und Außenleiter und folglich geeignet zur Übertragung von Gleichströmen und/oder niederfrequenten Signalen. Der Überspannungsableiter ist im Wesentlichen symmetrisch zu dem Anschluss der in der Mitte abzweigenden, parallel geschalteten $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung KL. Sie besteht bekannterweise aus einem Innenleiter 11, der an seinem Ende mit dem Boden eines rohrförmigen

gen Außenleiters 12 galvanisch leitend verbunden ist. [0030] Der Anfang des Innenleiters 11 ist mit einem metallischen Topf 51 leitend verbunden, in welchem eine Gasentladungspille GP angeordnet ist, deren eine Elektrode über die angedeutete Feder mit dem Boden des Topfes 51 kontaktiert ist und deren andere Elektrode dadurch mit dem Boden einer Bohrung 53 in einem Innenleiterabschnitt I kontaktiert ist, die den Topf 51 und ein dessen Wandung umschließendes, zylinderisches Isolierteil 52 aufnimmt. Die Außenwand des Topfes 51 und die Innenwand der Bohrung 53 bilden zusammen mit dem als Dielektrikum wirkenden zylinderischen Isolierteil 52 einen Rohrkondensator, dessen Kapazität so bemessen ist, dass er im Durchlassband des Überspannungsableiters als HF-mäßiger Kurzschluss zwischen dem Innenleiterabschnitt I und dem Innenleiter 11 der Kurzschlussleitung KL wirkt. Wie eingangs erläutert, kann in einer anderen Ausführungsform auch der Anfang des Innenleiters 11 galvanisch mit dem Innenleiterabschnitt I verbunden sein und stattdessen das Ende des Innenleiters 11 mit dem Außenleiter 12 kapazitiv verbunden sein. Wenn auf eine galvanische Trennung zwischen dem Außenleiter und dem Innenleiter des Überspannungsableiters verzichtet wird, sind sowohl der Anfang als auch das Ende des Innenleiters 11 galvanisch mit dem Innenleiterabschnitt I bzw. dem Außenleiter 12 verbunden.

[0031] Weil dieser Überspannungsableiter symmetrisch zu der durch den Innenleiter 11 der Kurzschlussleitung KL verlaufenden Mittelebene aufgebaut ist, wird im Folgenden lediglich die Konstruktion links von dieser Mittel- oder Symmetrieebene beschrieben. Auf die Kurzschlussleitung KL folgt eine Transformationsleitung TL1 der Länge A. Sie hat einen Innenleiter 21, der an den Innenleiterabschnitt I anschließt, als Außenleiter den entsprechenden Abschnitt der Außenwand des Außenleiters III des Überspannungsableiters, eine Länge von etwa $\lambda/4$, bezogen auf die Bandmittenfrequenz und einen Wellenwiderstand von Z_T , der ca. 10 bis 20% kleiner als der Nennwellenwiderstand Z_0 des Überspannungsableiters ist, also für $Z_0 = 50 \Omega$ zwischen etwa 38 bis etwa 45 Ω liegt.

[0032] An die Transformationsleitung TL 1 schließt sich eine Leerlaufleitung LL 1 mit einer Länge B und einem Innenleiter 31 an, der den Innenleiter 21 fortsetzt. Der Außenleiter wird durch eine Bohrung 33 in einem weiteren Innenleiterabschnitt II gebildet, der den Innenleiter 31 koaxial umgibt und von diesem galvanisch getrennt ist. Zwischen dem Innenleiter 31 und der Innenwand der Bohrung 33 ist eine dielektrische Hülse 32 angeordnet, die den Wellenwiderstand Z_L der Leerlaufleitung LL 1 auf ca. ein Zehntel von Z_0 verringert und ihre elektrische Länge auf etwa $\lambda/4$ bei der Bandmittenfrequenz erhöht.

[0033] Die Leerlaufleitung LL 1 ist, elektrisch gesehen, mit dem linksseitigen Überspannungsableiteranschluss in Form eines Buchsensteckverbinder über eine weitere Kurzschlussleitung GD 1 mit der Länge C verbunden. Sie hat als Innenleiter 41, einen Kern einer Bohrung in

den Innenleitern 31, 21 und als Außenleiter 42 die Innenwand dieser Bohrung. Der Wellenwiderstand Z_{GD} ist etwa 20% größer als der Nennwellenwiderstand Z_0 , beträgt also für $Z_0 = 50 \Omega$ ungefähr 60 Ω .

5 [0034] Der Außenleiter III des Überspannungsableiters ist aus Montagegründen aus zwei miteinander verschraubten oder anderweitig verbundenen Teilstücken zusammengesetzt.

[0035] In Figur 9 ist eine weitere Ausführungsform des 10 Überspannungsableiters dargestellt, bei der der Innenleiter und der Außenleiter galvanisch miteinander verbunden sind. Diese Ausführungsform ist nicht symmetrisch zur Mittelebene, denn die Leerlaufleitung LL 2 ist am Außenleiter realisiert.

15 [0036] Die Kurzschlussleitung KL besteht aus dem Innenleiter 211 und dem Außenleiter 212. Der Innenleiter 211 ist mit einem Innenleiter 2 I und mit einem Außenleiterabschnitt 2 III galvanisch leitend verbunden. Gewünschtenfalls kann jedoch auch in diesem Fall eine nur 20 kapazitive Ankopplung analog Figur 8 zum Innenleiter 2 I bzw. zum Außenleiterabschnitt 2 III realisiert werden.

[0037] Links von der Kurzschlussleitung KL schließt sich analog Figur 8 die Transformationsleitung TL 1 mit der Länge A, bestehend aus dem Innenleiterabschnitt 221 25 und einem Außenleiter 222 in Form einer Bohrung in einem Innenleiterabschnitt 2 IV, an.

[0038] Darauf folgt die Leerlaufleitung LL 1 (Länge B) mit dem Innenleiter 231 als galvanisch getrennte Fortsetzung des Innenleiters 2 I und einem Außenleiter 233 30 in Form der Innenwand einer Bohrung in dem Innenleiterabschnitt 2I. Zwischen dem Innenleiter 231 und dem Außenleiter 233 befindet sich wie im Fall der Figur 8 eine dielektrische Hülse 32.

[0039] Die Verbindung zu dem linksseitigen Steckver 35 binder stellt die weitere Kurzschlussleitung GD 1 (Länge C) her, deren Innenleiter 241 analog Figur 8 aus dem Kern einer Bohrung 242 in dem Innenleiter 2 I besteht. Den Außenleiter der weiteren Kurzschlussleitung GD 1 bildet die Innenwand dieser Bohrung 242 in dem Innenleiterabschnitt 2 I.

[0040] Auf der rechten Seite der Kurzschlussleitung KL schließt sich an deren Innenleiter 211 die Transformationsleitung TL 2 an. Der Außenleiterabschnitt 2 V des Überspannungsableiters ist durch die darauf folgende 45 Leerlaufleitung LL 2 unterbrochen. Deren Innenleiter 51 besteht aus einem Teilstück eines Innenleiterabschnitts 261, deren Außenleiter 53 aus der Innenwand einer Bohrung in dem Abschnitt 2 V des Außenleiters des Überspannungsableiters. Dazwischen ist eine dielektrische 50 Hülse 52 angeordnet, die eine Verringerung des Wellenwiderstandes und eine elektrische Verlängerung der Leerlaufleitung bewirkt.

[0041] Es folgt die weitere Kurzschlussleitung GD2 aus einem Teil des Innenleiters 2 IV und der Innenwand 55 262 des Außenleiters 2 V.

Patentansprüche

1. Koaxialer Überspannungsableiter aus einem Koaxialleitungsabschnitt mit einem Wellenwiderstand Z_0 , einer parallel angeschlossenen koaxialen $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung (KL) mit einem Wellenwiderstand $Z_K > Z_0$ und beidseits des Anschlusses der Kurzschlussleitung (KL) je einer seriellen Transformationsleitung (TL1, TL2) mit einem Wellenwiderstand $Z_T < Z_0$, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf jede der Transformationsleitungen (TL1, TL2) eine $\lambda/4$ -Leerlaufleitung (LL1, LL2) mit einem Wellenwiderstand $Z_L < Z_0$ folgt, die mit einer weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung (GD1, GD2) abgeschlossen ist, deren Wellenwiderstand $Z_{GD} > Z_0$ ist. 5
2. Überspannungsableiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transformationsleitungen (TL1, TL2) $\lambda/4$ -Leitungen sind. 10
3. Überspannungsableiter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** $Z_K > 2 \cdot Z_0$ ist. 15
4. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** $Z_L \approx 0.1 \cdot Z_0$ ist. 20
5. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** $Z_{GD} \approx 1.2 \cdot Z_0$ ist. 25
6. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die parallel angeschlossene Kurzschlussleitung (KL) einen Innenleiter (11) hat, der mit dem Innenleiter (I) des Koaxialleitungsabschnitts (52) kapazitiv verbunden ist. 30
7. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die parallel angeschlossene Kurzschlussleitung (KL) einen Innenleiter hat, der mit deren Außenleiter (12) kapazitiv verbunden ist. 35
8. Überspannungsableiter nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenleiter (11) der parallel angeschlossenen Kurzschlussleitung (KL) über eine Gasentladungsspitze (G) entweder mit deren Außenleiter (12) oder mit dem Innenleiter (I) des Koaxialleitungsabschnitts verbunden ist. 40
9. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Transformationsleitungen (TL1, TL2) als Innenleiter (21) ein erstes Teilstück des Innenleiters (I) des Koaxialleitungsabschnitts und als Außenleiter ein Teilstück des Außenleiters (III) des Koaxialleitungsabschnitts hat. 45

10. Überspannungsableiter nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der $\lambda/4$ -Leerlaufleitungen (LL1, LL2) als Innenleiter (31) ein in der Fortsetzung des ersten Teilstücks angeordnetes zweites Teilstück des Innenleiters (I) des Koaxialleitungsabschnitts und als Außenleiter die Innenwand einer dieses zweite Teilstück koaxial umschließende Hülse (II) hat, die an ihrem dem gleichseitigen Anschluß des Überspannungsableiters zugewandten Ende mit dessen Innenleiter (I) galvanisch verbunden und an ihrem anderen Ende offen ist. 5
11. Überspannungsableiter nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitungen (GD1, GD2) aus einem Stück des Innenleiters (I) des Koaxialleitungsabschnitts besteht, das eine zu dem gleichseitigen Anschluß des Überspannungsableiters offene Bohrung umfasst, deren Innenwand den Außenleiter (42) bildet und die einen koaxialen Kern hat, der den Innenleiter (41) der $\lambda/4$ -Kurzschlussleitung (GD1, GD2) bildet. 10
12. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transformationsleitungen (TL1, TL2) als Innenleiter (221) je ein Teilstück des Innenleiters (21) des Koaxialleitungsabschnitts und als Außenleiter (222) die Innenwand einer diese Teilstücke koaxial umschließenden Hülse (IV) haben, die an einem ihrer Enden galvanisch mit dem Außenleiter (2 III) des Koaxialleitungsabschnitts verbunden ist. 15
13. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 9 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine Leerlaufleitung (LL1) als Innenleiter (231) ein weiteres Teilstück des Innenleiters (21) des Koaxialleitungsabschnittes und als Außenleiter (233) die Innenwand einer dieses weitere Teilstück des Innenleiters (21) umschließenden Hülse hat, die an ihrem dem gleichseitigen Anschluß des Überspannungsableiters zugewandten Ende offen und an ihrem anderen Ende mit dem Innenleiter (21) galvanisch verbunden ist, und dass die andere Leerlaufleitung (LL2) als Innenleiter (51) die äußere Mantelfläche des gleichseitigen Teils der Hülse (IV) und als Außenleiter (53) einen Abschnitt des Außenleiters (2 III, 2 IV) des Koaxialleitungsabschnitts hat. 20
14. Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, 12 und 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine der weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitungen (GD1) als Innenleiter (241) einen Kern einer Bohrung in dem Innenleiter (21) des Koaxialleitungsabschnitts hat, die zu der parallel angeschlossenen Kurzschlussleitung (211, 212) offen ist und als Außenleiter (242) die Wandung dieser Bohrung hat, und dass die andere der weiteren $\lambda/4$ -Kurzschlussleitungen 25

(GD2) als Innenleiter (261) die äußere Mantelfläche der Hülse und als Außenleiter (262) einen Abschnitt des Außenleiters des Koaxialleitungsabschnitts hat.

5

**Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)
EPÜ.**

- 1.** Koaxialer Überspannungsableiter aus einem Koaxialleitungsabschnitt mit einem Wellenwiderstand Z_0 , einer parallel angeschlossenen koaxialen $\lambda/4$ - Kurzschlussleitung (KL) mit einem Wellenwiderstand $Z_K > Z_0$ und beidseits des Anschlusses der Kurzschlussleitung (KL) je einer seriellen Transformationsleitung (TL1, TL2) mit einem Wellenwiderstand $Z_T < Z_0$, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf jede der Transformationsleitungen (TL1, TL2), *zwischen letzteren und den Anschlüssen (Port 1, Port 2) des Überspannungsableiters*, eine $\lambda/4$ -Leerlaufleitung (LL1, LL2) mit einem Wellenwiderstand $Z_L < Z_0$ folgt, die mit einer weiteren $\lambda/4$ - Kurzschlussleitung (GD1, GD2) abgeschlossen ist, deren Wellenwiderstand $Z_{GB} > Z_0$ ist. 10
- 2.** Überspannungsableiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transformationsleitungen (TL1, TL 2) $\lambda/4$ - Leitungen sind. 25
- 3.** Überspannungsableiter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** $Z_K > 2 \cdot Z_0$ ist. 30
- 4.** Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** $Z_L \approx 0.1 \cdot Z_0$ ist. 35
- 5.** Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 4. **dadurch gekennzeichnet, dass** $Z_{GB} \approx 1.2 \cdot Z_0$ ist.
- 6.** Überspannungsableiter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die parallel angeschlossene Kurzschlussleitung (KL) einen einen Innenlei-

45

50

55

Fig. 1

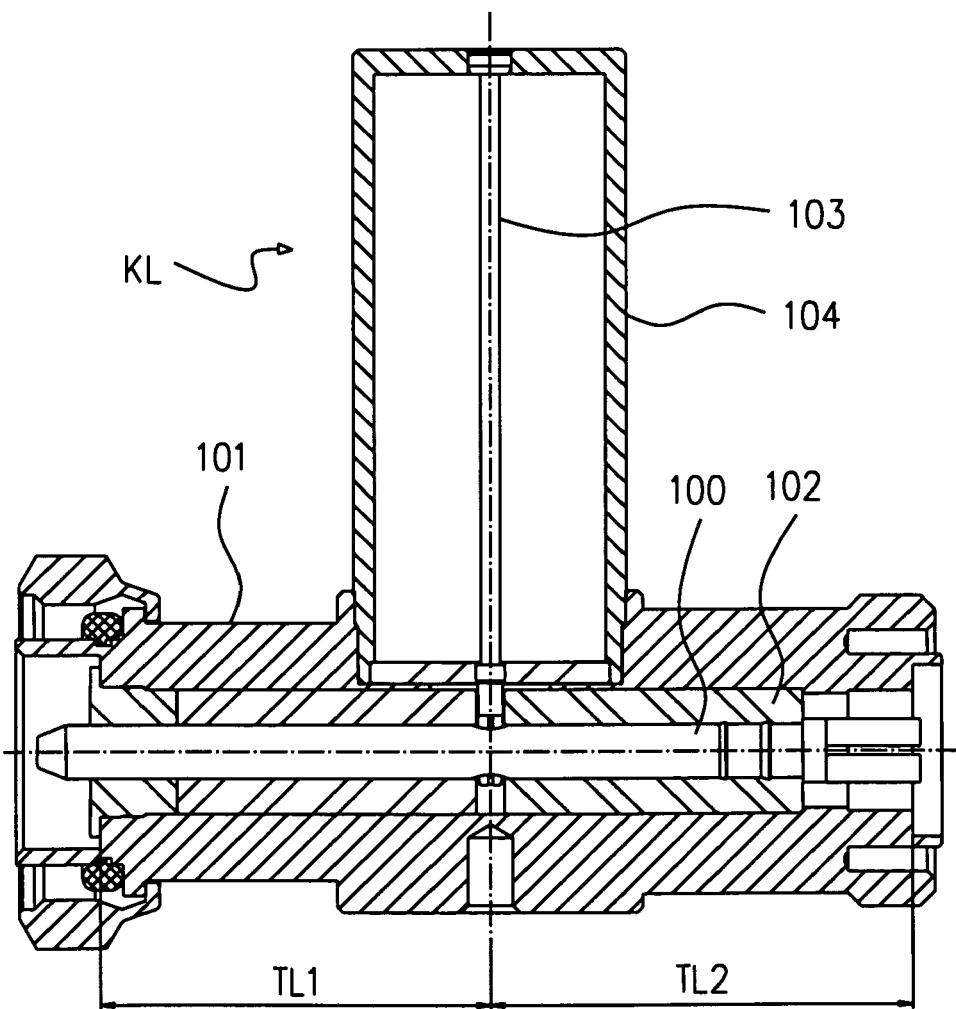


Fig. 2

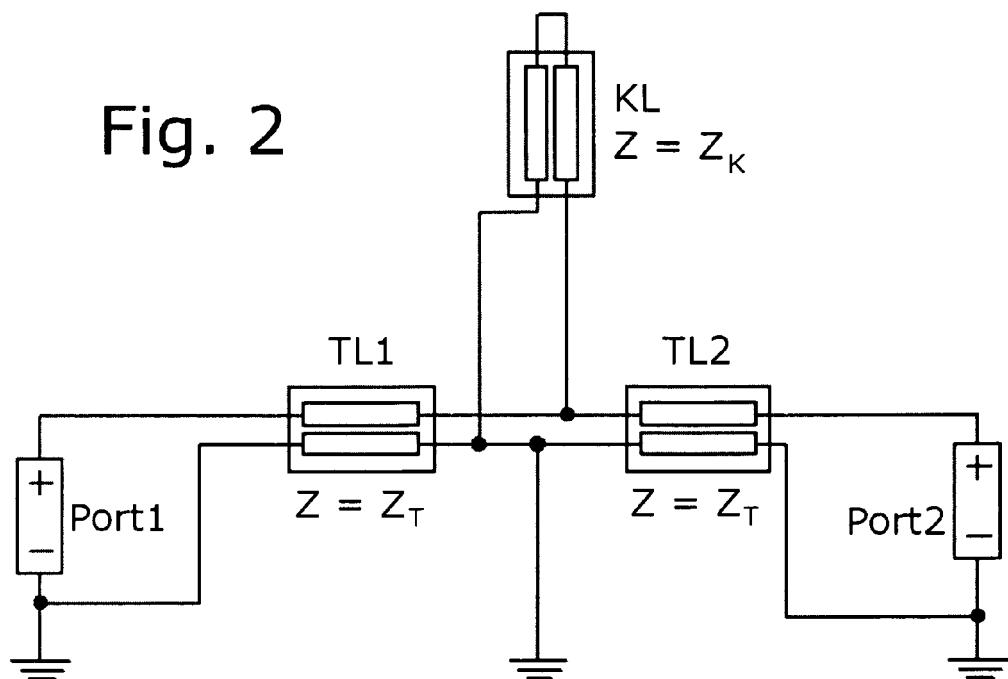


Fig. 3

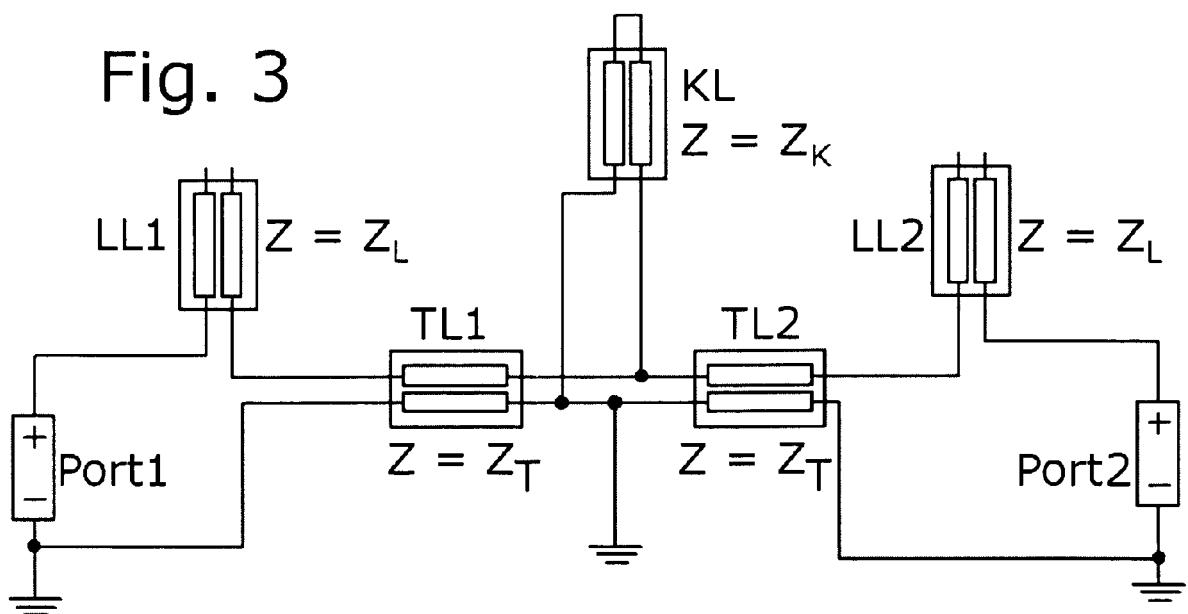


Fig. 4

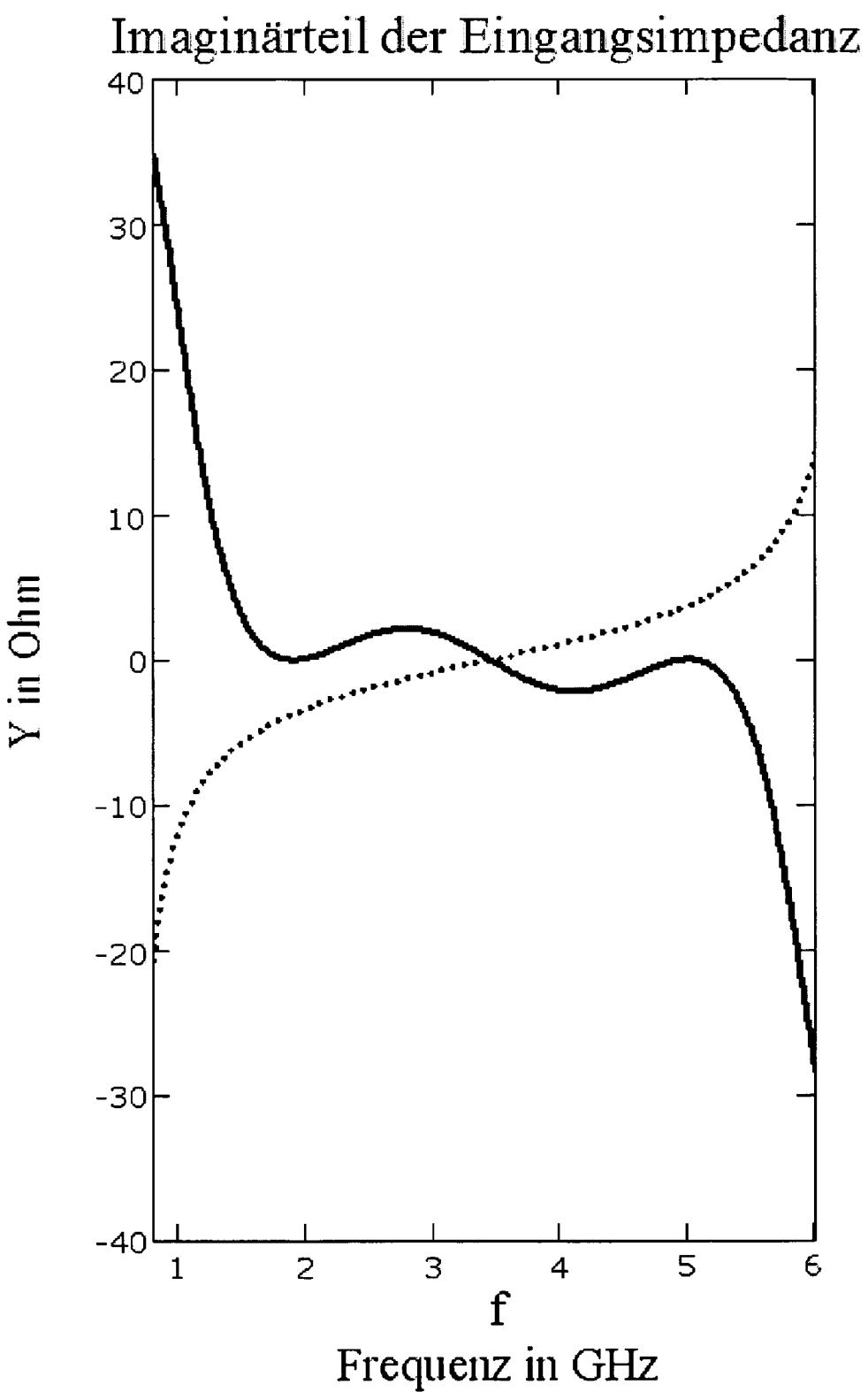


Fig. 5

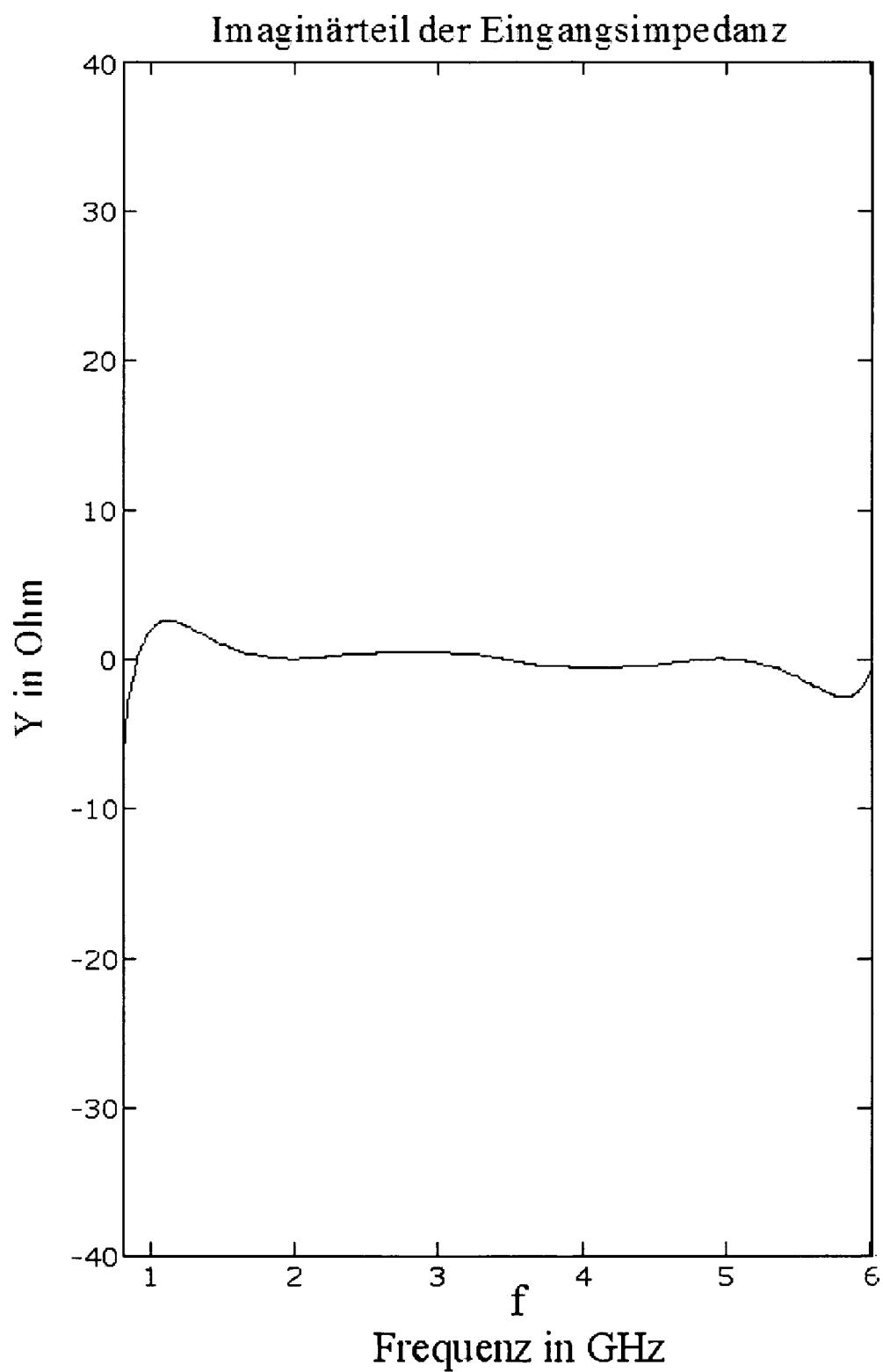


Fig. 6

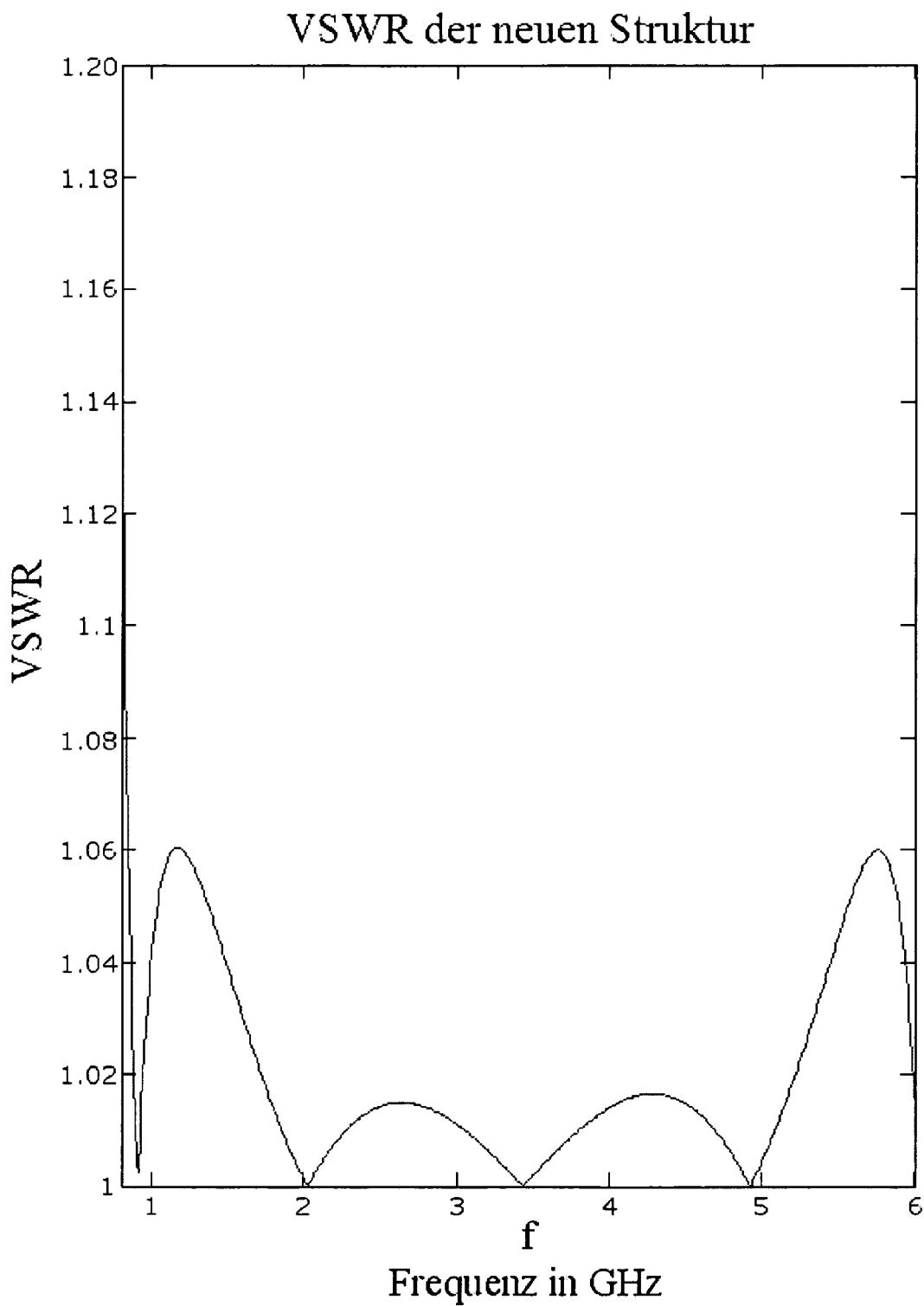


Fig. 7

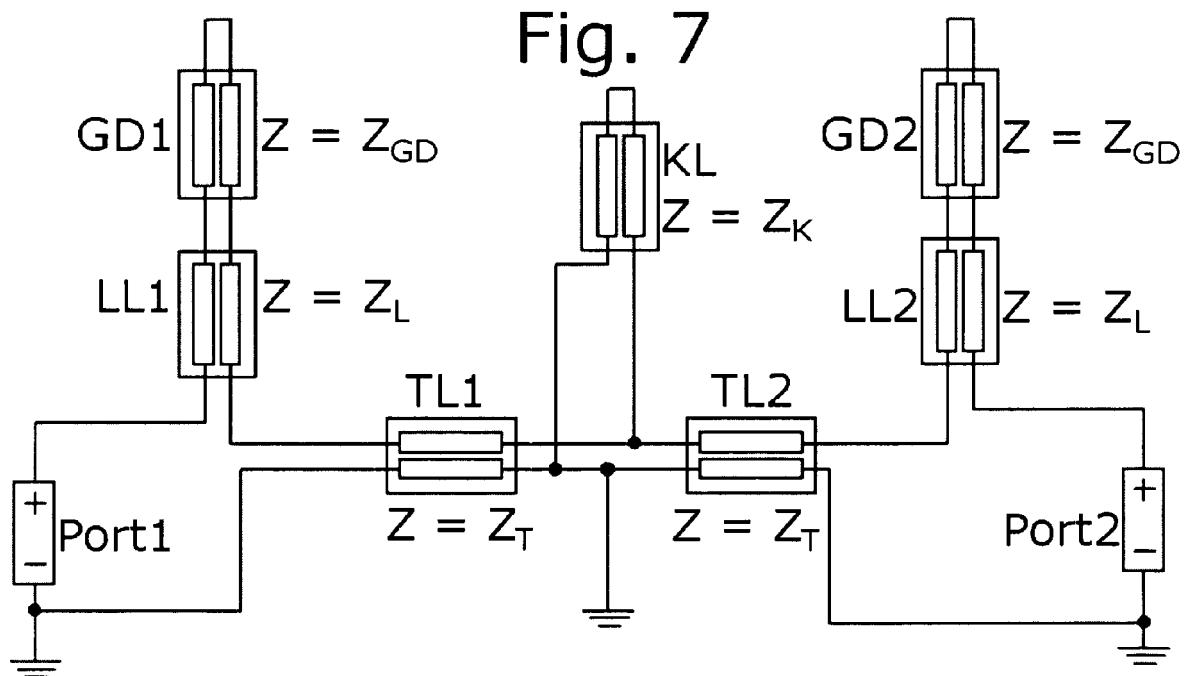


Fig. 8

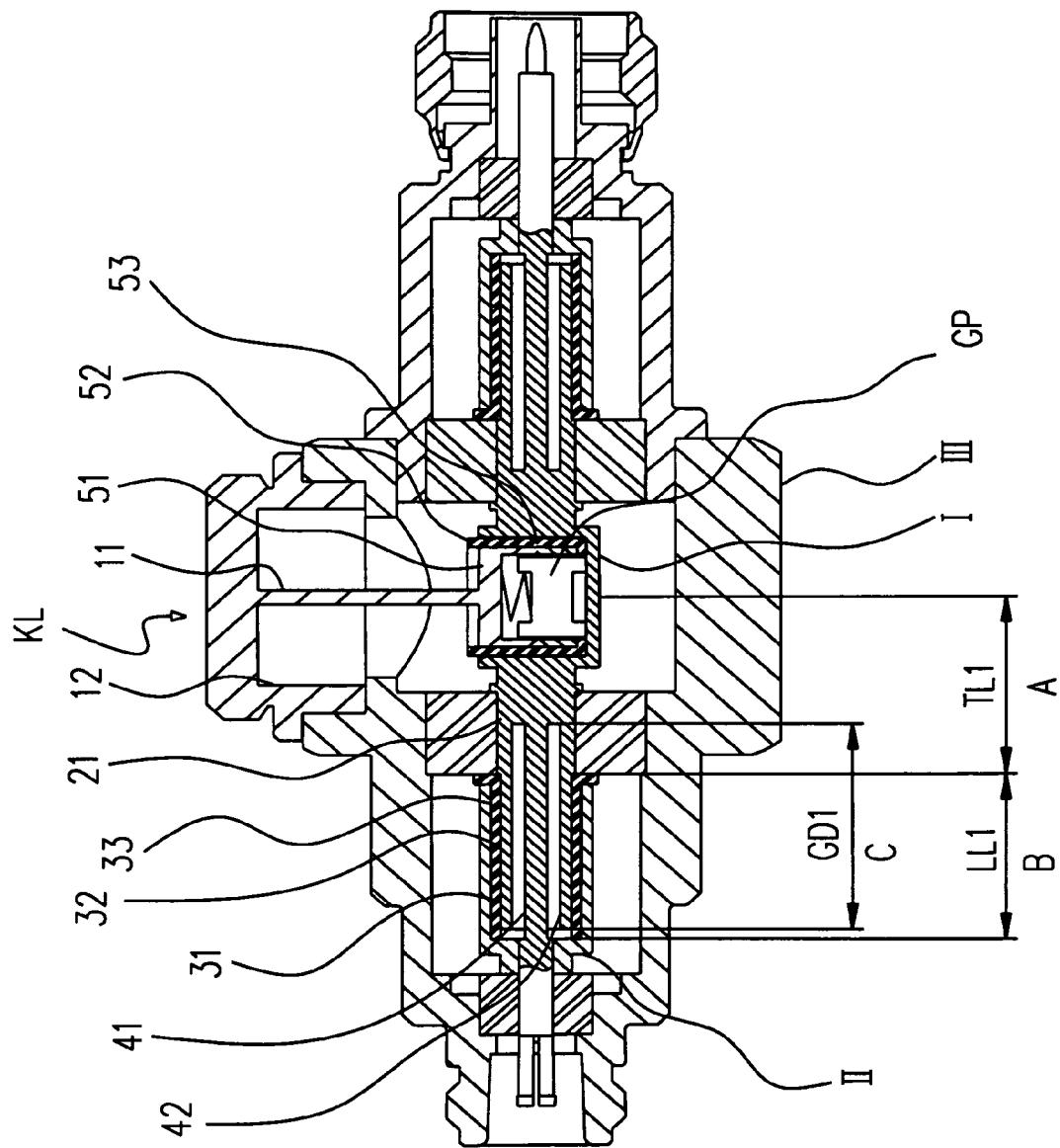
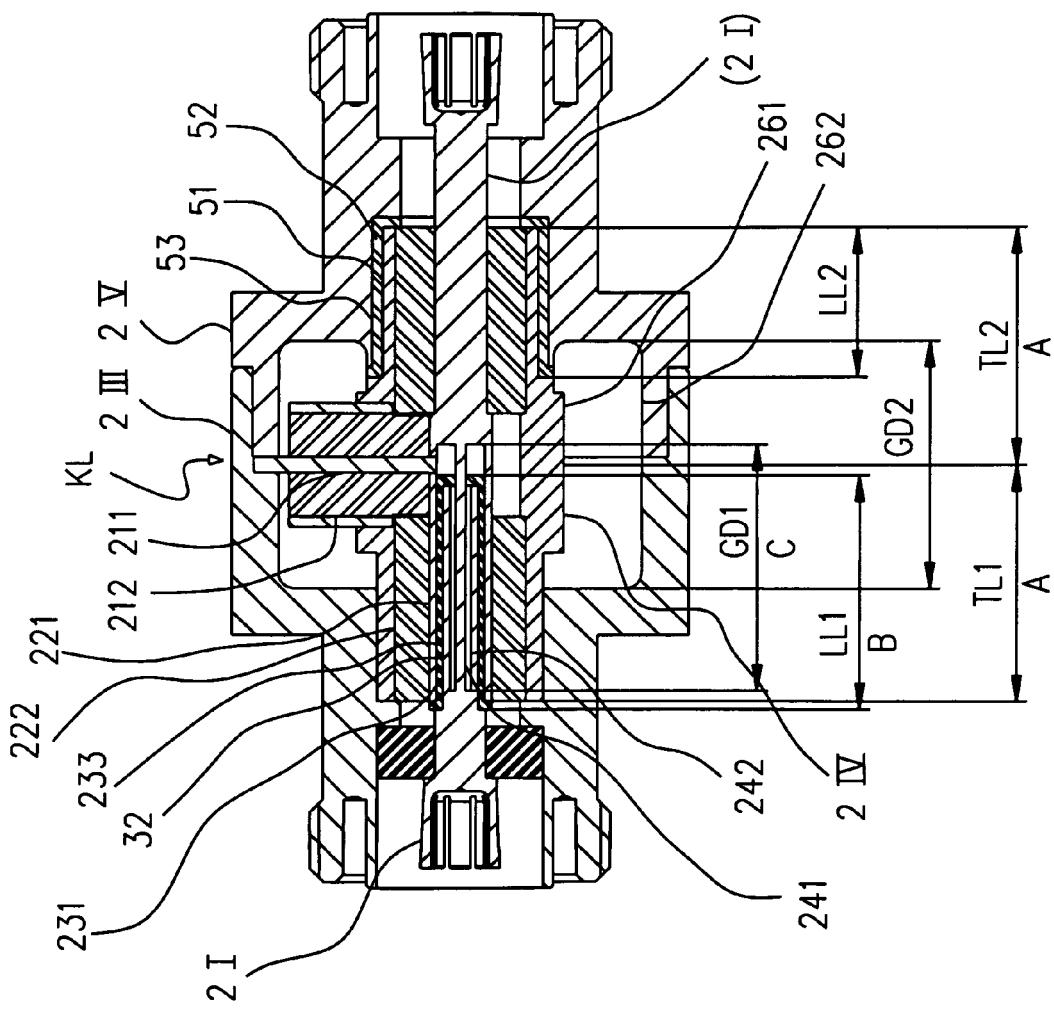


Fig. 9





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 09 01 5318

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	
A,D	US 3 970 969 A (SIREL MICHEL ET AL) 20. Juli 1976 (1976-07-20) * das ganze Dokument * -----	1	INV. H01P1/202
A	US 2003/043524 A1 (SHIKANO TAKASHI [JP] ET AL) 6. März 2003 (2003-03-06) * das ganze Dokument * -----	1	
A,D	US 6 456 478 B1 (KUHNE GREGOR [CH]) 24. September 2002 (2002-09-24) * das ganze Dokument * -----	1	
A	US 5 978 199 A (GERMANN IVO [CH] ET AL) 2. November 1999 (1999-11-02) * Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 29; Abbildung 2 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
			H01P
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1 Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		27. April 2010	Den Otter, Adrianus
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 Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 01 5318

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.

27-04-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3970969	A	20-07-1976	FR	2254864 A1	11-07-1975
US 2003043524	A1	06-03-2003	CN DE HK JP JP	1407680 A 10241431 A1 1054626 A1 3619796 B2 2003087036 A	02-04-2003 27-03-2003 29-06-2007 16-02-2005 20-03-2003
US 6456478	B1	24-09-2002	AU AU AU AU CA CA WO DE DE EP EP ES ES NZ NZ US	740311 B2 1547299 A 748556 B2 2261999 A 2262124 A1 2285400 A1 9943052 A1 59900671 D1 59905600 D1 0938166 A1 0978157 A1 2136588 T1 2142785 T1 334210 A 337977 A 6101080 A	01-11-2001 02-09-1999 06-06-2002 06-09-1999 17-08-1999 26-08-1999 26-08-1999 21-02-2002 26-06-2003 25-08-1999 09-02-2000 01-12-1999 01-05-2000 26-05-2000 01-02-2002 08-08-2000
US 5978199	A	02-11-1999	AU AU CA DE EP ES NZ	723195 B2 5272198 A 2227960 A1 59804846 D1 0855756 A1 2180079 T3 329636 A	17-08-2000 30-07-1998 27-07-1998 29-08-2002 29-07-1998 01-02-2003 24-09-1998

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0978894 B1 **[0002]**
- EP 0938166 A1 **[0003]**
- US 3970969 A **[0004]**