



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/098751**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 005 689.0**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/084998**  
(86) PCT-Anmeldetag: **15.12.2015**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **23.06.2016**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **31.08.2017**

(51) Int Cl.: **G01R 15/18 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2014-256118**      **18.12.2014**      **JP**

(74) Vertreter:  
**VOSSIUS & PARTNER Patentanwälte  
Rechtsanwälte mbB, 81675 München, DE**

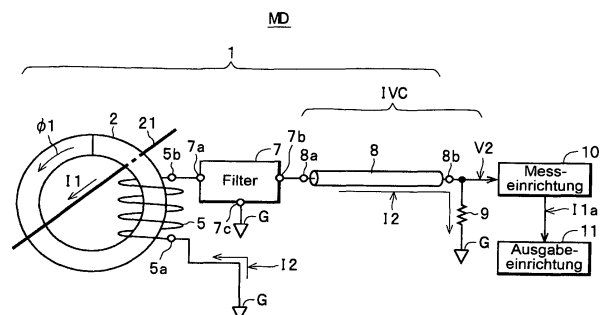
(71) Anmelder:  
**Hioki Denki Kabushiki Kaisha, Ueda-shi, Nagano,  
JP**

(72) Erfinder:  
**Harano, Masayuki, Ueda-shi, Nagano, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Stromfühler und Messvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Signal über einen Übertragungsweg mit einer geringen Dämpfung ausgegeben, während Hochfrequenzstörungen beseitigt werden. Dafür ist ein Stromfühler ausgestattet mit: einer Spule 5, die um einen magnetischen Kern 2 gewickelt ist, durch dessen Inneres ein gemessener elektrischer Weg 21 eingeführt wird, die an einem Ende 5a mit Erde G verbunden ist, und einen Strom I2 mit einem Stromwert in Übereinstimmung mit einem Stromwert eines Messstroms I1 abgibt, der auf dem gemessenen elektrischen Weg 21 fließt; einen Filter 7 mit konstanter Impedanz, dessen Eingangsanschluss 7a mit einem anderen Ende 5b der Spule 5 verbunden ist, der einen Frequenzbereich des vom Eingangsanschluss 7a eingegebenen Stroms I2 auf einen erwünschten Frequenzbereich begrenzt und den Detektionsstrom aus einem Ausgangsanschluss 7b abgibt; einem Übertragungsweg 8, der direkt an ein Ende 8a des Ausgangsanschlusses 7b angeschlossen ist; und einem Abschlusswiderstand 9, der zwischen ein anderes Ende 8b des Übertragungswegs 8 und Erde G geschaltet ist und den Strom I2, der über den Übertragungsweg 8 fließt, in eine Detektionsspannung V2 umwandelt. Der Filter 7 ist so eingestellt, dass dessen Impedanz vom Eingangsanschluss 7a zum Abschlusswiderstand 9 gesehen auf einen selben Wert wie die charakteristische Impedanz eingestellt ist.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stromfühler, der eine Spule umfasst, die um einen magnetischen Kern gewickelt ist und einen gemessenen Strom detektiert, der in einen Messobjekt fließt, das in ein Inneres des magnetischen Kerns eingeführt worden ist, und betrifft außerdem eine Messvorrichtung, die mit diesem Stromfühler ausgestattet ist.

### Stand der Technik

**[0002]** Ein Stromfühler (oder eine „Stromdetektionsvorrichtung“), der im unten angegebenen Patentdokument 1 offenbart wird, ist als ein Stromfühler dieser Art bekannt. Dieser Stromfühler ist mit einer ringförmigen Spule, einer gedruckten Leiterplatte, auf der ein chipförmiger Störschutzfilter und Chipwiderstände zum Teilen einer Spannung angebracht sind, einem nicht-magnetischen Abschirmgehäuse, das aus Aluminium oder dergleichen besteht und intern die ringförmige Spule und die gedruckte Leiterplatte beherbergt, und einem Außengehäuse ausgestattet, das nicht-magnetisch und isolierend ist und aus Harz oder dergleichen besteht.

**[0003]** Die gedruckte Leiterplatte weist ein eingangsseitiges leitfähiges Muster, ein weiterleitendes leitfähiges Muster, ein ausgangsseitiges leitfähiges Muster und ein geerdetes leitfähiges Muster auf einer Oberfläche auf. Der chipförmige Störschutzfilter ist ein „T-Filter“, der aus zwei Induktivitäten und einem Kondensator zusammengesetzt ist, wobei die beiden Enden der Reihenschaltung, die aus den Induktivitäten zusammengesetzt ist, jeweils mit dem eingangsseitigen leitfähigen Muster und dem weiterleitenden leitfähigen Muster verbunden sind, und die beiden Enden des Kondensators jeweils mit dem Verbindungspunkt zwischen den Induktivitäten und dem geerdeten leitfähigen Muster verbunden sind. Ein 47  $\Omega$ -Chipwiderstand (d. h. ein Widerstand der Spannungsteilerwiderstände) ist auf der gedruckten Leiterplatte so angebracht, dass er das weiterleitende leitfähige Muster und das ausgangsseitige leitfähige Muster verbindet, und drei Chipwiderstände (d. h. die restlichen Widerstände der Spannungsteilerwiderstände) sind auf der gedruckten Leiterplatte so angebracht, dass sie das weiterleitende leitfähige Muster und das geerdete leitfähige Muster verbinden. Diese drei Chipwiderstände weisen jeweils einen Widerstand von 12  $\Omega$  auf, und durch Parallelschalten dieser drei Widerstände wird ein Gesamtwiderstand von 4  $\Omega$  erzeugt.

**[0004]** Eine Leitung, die sich von einer Detektionswicklung der ringförmigen Spule erstreckt, ist mit dem eingangsseitigen leitfähigen Muster verbunden, und die andere Leitung ist mit dem geerdeten leitfähigen

gen Muster verbunden. Das ausgangsseitige leitfähige Muster ist über eine Leitung mit dem Kerndraht an einem ersten Ende eines Koaxialkabels verbunden und das geerdete leitfähige Muster ist mit dem Erdungsdraht am ersten Ende des Koaxialkabels verbunden.

**[0005]** Mit dieser Konfiguration wird durch Führen eines zu detektierenden Drahts durch die ringförmige Spule des Stromfühlers, so dass der Draht als die Primärwicklung eines Stromtransformators verwendet wird, ein Strom, der zum Strom auf dem detektierten Draht proportional ist, in der Detektionswicklung der ringförmigen Spule induziert, die als die Sekundärwicklung des Transformators dient. Nach der Beseitigung von Hochfrequenzstörungen durch den chipförmigen Störschutzfilter wird der induzierte Strom in eine Spannung durch die drei Chipwiderstände umgewandelt, die parallelgeschaltet sind, um einen 4  $\Omega$ -Widerstand aufzubauen. Die umgewandelte Spannung wird auch an den Kerndraht des Koaxialkabels über den 47  $\Omega$ -Chipwiderstand abgegeben. Mit dieser Konfiguration dienen die drei Chipwiderstände, die einen 4  $\Omega$ -Widerstand aufbauen, und der 47  $\Omega$ -Chipwiderstand zusammen als ein annähernder 50  $\Omega$ -Widerstand, und es wird angenommen, dass eine Anpassung der Impedanz, vom Eingangsende des Koaxialkabels, das als ein Übertragungsweg verwendet wird, zum Störschutzfilter gesehen, an die Eingangsimpedanz des Koaxialkabels (d. h. die charakteristische Impedanz (50  $\Omega$ ) des Übertragungswegs) Störungen reduzieren werden, die in der Wellenform der durch das Koaxialkabel übertragenen Signale auftreten.

### Literaturliste

#### Patentliteratur

#### Patentdokument 1

### [0006]

Japanische offengelegte Patentveröffentlichung Nr. H07-260830 (Seiten 3 und 4, und **Fig. 6** und **Fig. 11**)

### Zusammenfassung der Erfindung

#### Technisches Problem

**[0007]** Jedoch weist der oben beschriebene Stromfühler das folgende Problem auf, das zu lösen ist. Der Stromfühler verwendet eine Konfiguration, in der der in der Detektionswicklung induzierte Strom (insbesondere der aus dem Störschutzfilter abgegebene Strom) in eine Spannung durch einen Widerstand mit einem niedrigen Widerstandswert von 4  $\Omega$  umgewandelt wird (d. h. einen Widerstand, der für die Detektionswicklung eine große Last ist). Um Reflexionen zu verhindern, ist eine Messvorrichtung,

die Hochfrequenzübertragungseigenschaften misst, typischerweise so konfiguriert, dass das Ende eines Koaxialkabels durch einen Abschlusswiderstand mit demselben Widerstandswert wie die charakteristische Impedanz des Koaxialkabels abgeschlossen wird. Aus diesem Grund wird eine Konfiguration verwendet, wo ein Signal an eine Messvorrichtung abgegeben wird, dessen Spannung durch den oben beschriebenen  $47 \Omega$ -Chipwiderstand des Stromfühlers und den Abschlusswiderstand der Messvorrichtung geteilt worden ist. Folglich weist dieser Stromfühler darin ein Problem auf, dass die Amplitude (der Pegel) des abgegebenen Signals infolge dieser Elemente erheblich gedämpft bzw. abgeschwächt wird.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung wurde erdacht, um das oben beschriebene Problem zu lösen, und hat eine Hauptaufgabe, einen Stromfühler und eine Messvorrichtung bereitzustellen, die imstande sind, ein Signal über einen Übertragungsweg mit einer geringen Dämpfung bzw. Abschwächung abzugeben, während Hochfrequenzstörungen beseitigt werden.

#### Lösung des Problems

**[0009]** Um die angegebene Aufgabe zu lösen, weist ein Stromfühler nach Anspruch 1 auf: einen magnetischen Kern, durch dessen Inneres ein Messobjekt eingeführt wird; eine Spule, die um den magnetischen Kern gewickelt ist, die ein Ende aufweist, das mit einer Bezugspotentialseite verbunden ist, und aus einem anderen Ende einen Detektionsstrom mit einem Stromwert in Übereinstimmung mit einem Stromwert eines gemessenen Stroms bzw. Messstroms abgibt, der im Messobjekt fließt, das durch den magnetischen Kern eingeführt ist; einen Filter mit konstanter Impedanz, dessen Eingangsanschluss mit dem anderen Ende der Spule verbunden ist, der einen Frequenzbereich des Detektionsstroms, der aus dem Eingangsanschluss eingegeben wird, auf einen erwünschten Frequenzbereich begrenzt, und den Detektionsstrom aus einem Ausgangsanschluss abgibt; einen Übertragungsweg, der eine im Voraus festgelegte charakteristische Impedanz aufweist und an einem Ende direkt an den Ausgangsanschluss des Filters mit konstanter Impedanz angeschlossen ist; und einen Abschlusswiderstand, der zwischen ein anderes Ende des Übertragungswegs und das Bezugspotential geschaltet ist und den Detektionsstrom, der über den Übertragungsweg fließt, in eine Detektionsspannung umwandelt, wobei eine Impedanz des Filters mit konstanter Impedanz vom Eingangsanschluss zum Abschlusswiderstand gesehen auf einen selben Wert wie die charakteristische Impedanz eingestellt ist.

**[0010]** Außerdem weist eine Messvorrichtung nach Anspruch 2 den Stromfühler nach Anspruch 1 und eine Messeinrichtung auf, die einen Stromwert des De-

tektionsstroms beruhend auf der durch den Stromfühler umgewandelten Detektionsspannung misst.

#### Vorteilhafte Effekte der Erfindung

**[0011]** Mit dem Stromfühler nach Anspruch 1 und der Messvorrichtung nach Anspruch 2 ist der Eingangsanschluss des Filters mit konstanter Impedanz mit dem anderen Ende der Spule verbunden, ist der Ausgangsanschluss des Filters direkt mit einem Ende des Übertragungswegs verbunden, und ist der Filter so eingestellt, dass die Impedanz vom Eingangsanschluss zum Abschlusswiderstand gesehen derselbe Wert wie die charakteristische Impedanz des Übertragungswegs ist.

**[0012]** Wenn ein LC-Filter (Tiefpassfilter), der die Amplitude des Ausgangssignals nicht dämpft, als der Störschutzfilter verwendet wird, treten in der Nähe der Grenzfrequenz in der Frequenzcharakteristik des LC-Filters infolge einer Resonanz unerwünschte Spitzen auf, die durch die parasitäre Kapazität der Spule und durch die Induktivitäten verursacht werden, die den LC-Filter aufbauen (Spitzen, wie die, die durch die unterbrochene Linie in **Fig. 4** dargestellt werden). Jedoch ist es gemäß dem vorliegenden Stromfühler und der Messvorrichtung möglich, indem ein Filter mit konstanter Impedanz als der Störschutzfilter verwendet wird, da die Impedanz vom Eingangsanschluss des Filters mit konstanter Impedanz zum Abschlusswiderstand gesehen als eine Widerstandskomponente erscheint, das Auftreten von Spitzen wie den oben beschriebenen infolge der parasitären Kapazität der Spule zu unterdrücken, und möglich, den aus der Spule abgegebenen Detektionsstrom über den Übertragungsweg zum Abschlusswiderstand mit einer im Wesentlichen konstanten Amplitude, während die Störkomponenten (d. h. Hochfrequenzstörungen), die im Detektionsstrom enthalten sind, am Filter beseitigt werden, und mit kaum einer Dämpfung der Frequenzkomponenten (den Grundfrequenzkomponenten des Messstroms) zu übertragen, die den Detektionsstrom bilden, und den Detektionsstrom am Abschlusswiderstand in den Detektionsspannung umzuwandeln. Auf diese Weise ist es gemäß dem vorliegenden Stromfühler und der Messvorrichtung möglich, den Stromwert des Messstroms an der Messeinrichtung mit hoher Genauigkeit zu messen, da es möglich ist, die Detektionsspannung an die Messeinrichtung mit einem günstigen Signal-/Störverhältnis abzugeben.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0013]** **Fig. 1** stellt sowohl einen Stromfühler **1** als auch eine Messvorrichtung MD dar, die den Stromfühler **1** enthält.

**[0014]** **Fig. 2** ist ein Schaltplan eines einstufigen Filters mit konstanter Impedanz.

**[0015]** Fig. 3 ist ein Schaltplan eines zweistufigen Filters mit konstanter Impedanz.

**[0016]** Fig. 4 ist eine graphische Darstellung einer Frequenzcharakteristik, die die Frequenzcharakteristik für die Amplitude der Detektionsspannung  $V_2$  darstellt, wenn der in Fig. 2 dargestellte einstufige Filter mit konstanter Impedanz als Filter 7 verwendet wird.

**[0017]** Fig. 5 stellt sowohl einen Stromfühler 1A als auch eine Messvorrichtung MDA dar, die den Stromfühler 1A enthält.

**[0018]** Fig. 6 stellt eine andere Konfiguration der Messvorrichtung MDA in Fig. 5 dar.

#### Beschreibung der Ausführungsformen

**[0019]** Es werden nun Ausführungsformen eines Stromfühlers 1 und einer Messvorrichtung MD unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

**[0020]** Zuerst wird die Konfiguration des Stromfühlers 1 unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben.

**[0021]** Wie in Fig. 1 beschrieben, umfasst als ein Beispiel der Stromfühler 1 einen magnetischen Kern 2, eine Spule 5, einen Filter 7, und ein Strom-Spannungs-Wandler IVC, ist als ein CT-(Stromtransformator)-Stromfühler konfiguriert und detektiert einen Messstrom  $I_1$ , der auf einem gemessenen elektrischen Weg 21 als Messobjekt fließt, das durch den magnetischen Kern 2 geschoben worden ist.

**[0022]** Als ein Beispiel liegt der magnetische Kern 2 in der Gesamtform einer Ringform vor, ist geteilt, um imstande zu sein, sich um einen Basisendabschnitt (dem unteren Endabschnitt in Fig. 1) zu öffnen und zu schließen, und ist konfiguriert, imstande zu sein, den gemessenen elektrischen Weg 21 zu umklammern, der ein stromführender Draht ist (d. h. imstande, den gemessenen elektrischen Weg 21 durch sein Inneres eingeführt zu bekommen). Man beachte, dass der magnetische Kern 2 nicht darauf beschränkt ist teilbar zu sein, und es möglich ist, eine (nicht teilbare) Konfiguration zu verwenden, durch die Drähte geschoben werden.

**[0023]** Die Spule 5 wird durch Wickeln eines Drahtmaterials um den magnetischen Kern 2 gebildet. Ein Ende 5a der Spule 5 ist mit einem Bezugspotential (der Erde G) verbunden. Obwohl das Ende 5a der Spule 5 als eine Beispielkonfiguration in der vorliegenden Ausführungsform direkt mit dem Bezugspotential verbunden ist, ist es auch möglich, eine Konfiguration zu verwenden, wo das Ende 5a über einen Widerstand (einen Widerstand mit einem niedrigen Widerstand von einige Dutzend  $\Omega$  oder weniger) oder einen Kondensator (einen Kondensator mit einer sol-

chen Kapazität, dass die Impedanz im Frequenzbereich des Messstrom  $I_1$  einige Dutzend  $\Omega$  oder weniger beträgt) mit dem Bezugspotential verbunden ist.

**[0024]** Der Filter 7 ist aus einem Filter mit konstanter Impedanz wie einem Tiefpassfilter aufgebaut. Ein Eingangsanschluss 7a des Filters 7 ist direkt mit dem anderen Ende 5b der Spule 5 verbunden, ein Ausgangsanschluss 7b ist direkt mit einem Ende 8a eines Übertragungswegs 8 verbunden, der später beschrieben wird, der den Strom-Spannungs-Wandler IVC aufbaut, und ein Erdanschluss 7c ist direkt mit der Erde G verbunden. Wenn die Spule 5 als ein Stromtransformator dient, wie später beschrieben wird, bewirkt der Filter 7 eine Dämpfung, so dass er die Amplitude der Frequenzkomponenten an oder über der Grenzfrequenz, von den Frequenzkomponenten des Stroms  $I_2$  (einem Strom, dessen Stromwert „ $I_1/N$ “ beträgt, wenn die Anzahl der Windungen der Spule 5 als N festgelegt wird und der Stromwert des Messstroms  $I_1$  als „ $I_1$ “ ausgedrückt wird), der vom anderen Ende 5b der Spule 5 als der Detektionsstrom abgegeben wird, auf  $1/\sqrt{2}$  oder weniger reduziert. Das heißt der Filter 7 begrenzt den Frequenzbereich des Stroms  $I_2$  auf einen erwünschten Frequenzbereich (einen Frequenzbereich unter der Grenzfrequenz). Folglich wird die Grenzfrequenz des Filters 7 im Voraus auf eine Frequenz festgelegt, die geringfügig höher als eine obere Grenzfrequenz des Messstroms  $I_1$  ist (das heißt, die obere Grenzfrequenz des Stroms  $I_2$ ), der als der Messwert detektiert werden soll. Der Filter 7 gibt den Strom  $I_2$ , der aus den Frequenzkomponenten unter der Grenzfrequenz zusammengesetzt ist, mit kaum einer Dämpfung der Amplitude ab.

**[0025]** Außerdem sind die Konstanten der elektronischen Komponenten, die den Filter 7 aufbauen, der wie oben erwähnt aus einem Filter mit konstanter Impedanz aufgebaut ist, im Voraus festgelegt, so dass die Impedanz des Filters 7 vom Eingangsanschluss 7a zum einem Abschlusswiderstand 9 gesehen, der später beschrieben wird, derselbe Wert wie die charakteristische Impedanz des Übertragungswegs 8 ist (die Eingangsimpedanz des Strom-Spannungs-Wandlers IVC). Wenn als ein Beispiel die charakteristische Impedanz  $50 \Omega$  beträgt, beträgt die Impedanz des Filters 7 dieselben  $50 \Omega$ .

**[0026]** Es ist auch möglich, den Filter 7 aus einem einstufigen Filter mit konstanter Impedanz aufzubauen, oder es ist durch eine Reihenschaltung mehrerer einstufiger Filter mit konstanter Impedanz möglich, einen mehrstufigen Filter mit konstanter Impedanz mit steileren Sperreigenschaften aufzubauen. Als ein Beispiel ist der in Fig. 3 dargestellte Filter mit konstanter Impedanz ein zweistufiger Filter mit konstanter Impedanz, der durch eine Reihenschaltung von zwei einstufigen Filtern mit konstanter Impedanz aufgebaut ist.

**[0027]** Als ein Beispiel ist in der vorliegenden Ausführungsform der Strom-Spannungs-Wandler IVC mit dem Übertragungsweg **8** und dem Abschlusswiderstand **9** ausgestattet. Hier weist der Übertragungsweg **8** eine charakteristische Impedanz auf, die im Voraus festgelegt wird. Ein Ende **8a** des Übertragungswegs **8** ist mit dem Ausgangsanschluss **7b** des Filters **7** verbunden. Als ein Beispiel ist in der vorliegenden Ausführungsform der Übertragungsweg **8** aus einem Koaxialkabel aufgebaut, dessen nicht dargestellte Abschirmung mit Erde verbunden ist, so dass die charakteristische Impedanz auf  $50\ \Omega$  oder  $75\ \Omega$  (in der vorliegenden Ausführungsform  $50\ \Omega$ ) festgelegt wird. Man beachte, dass der Übertragungsweg **8** nicht auf ein Koaxialkabel beschränkt ist und es offensichtlich sein sollte, dass solange die charakteristische Impedanz auf einen im Voraus festgelegten Wert eingestellt ist, es möglich ist, den Übertragungsweg **8** aus einer Vielfalt von Übertragungswegen wie einem Twisted-Pair-Kabel aufzubauen.

**[0028]** Als ein Beispiel ist in der vorliegenden Ausführungsform der Abschlusswiderstand **9** aus einem Widerstand, der zwischen das andere Ende **8b** des Übertragungswegs **8** und Erde G geschaltet ist, oder aus dem Eingangswiderstand eines Messinstruments aufgebaut, wie eines Oszilloskops. Mit dieser Konfiguration wandelt der Abschlusswiderstand **9** den Strom (den Strom I2, der später beschrieben wird), der in der Spule **5** fließt, in eine Detektionsspannung  $V_2$  um, die abgegeben wird.

**[0029]** Als nächstes wird die Konfiguration einer Messvorrichtung MD, die mit dem Stromfühler **1** ausgestattet ist, unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben. Die Messvorrichtung MD ist mit dem Stromfühler **1**, einer Messeinrichtung **10** und einer Ausgabereinrichtung **11** ausgestattet und ist konfiguriert, zum Messen des Messstroms I1, der auf dem gemessenen elektrischen Weg **21** als ein Messobjekt fließt, das durch den magnetischen Kern **2** eingeführt worden ist, beruhend auf der Detektionsspannung  $V_2$  imstande zu sein, die durch den Stromfühler **1** umgewandelt worden ist.

**[0030]** Als ein Beispiel ist die Messeinrichtung **10** mit einem A/D-Wandler und einer CPU ausgestattet (von denen keine dargestellt wird), der A/D-Wandler wandelt die durch den Stromfühler **1** umgewandelte Detektionsspannung  $V_2$  in einen Digitalwert um, und die CPU misst (berechnet) den Stromwert I1a des Messstroms I1 beruhend auf diesem Digitalwert. Die Messeinrichtung **10** gibt außerdem den Messstromwert I1a an die Ausgabereinrichtung **11** aus.

**[0031]** Die Ausgabereinrichtung **11** ist aus einer Anzeigevorrichtung wie einer LCD aufgebaut und zeigt den aus der Messeinrichtung **10** ausgegebenen Stromwert I1a auf einem Bildschirm an. Man beachte, dass die Ausgabereinrichtung **11** nicht auf eine

Anzeigevorrichtung beschränkt ist und zum Beispiel aus einer externen Schnittstellenschaltung aufgebaut sein kann. In diesem Fall ist es für die Messvorrichtung MD möglich, den Stromwert I1a an eine andere externe Vorrichtung auszugeben, die mit der externen Schnittstellenschaltung über einen Übertragungsweg (einen drahtgebundenen Übertragungsweg oder drahtlosen Übertragungsweg) verbunden ist, und/oder den Stromwert I1a in einer externen Speichervorrichtung zu speichern, die mit der Schnittstellenschaltung verbunden ist.

**[0032]** Als nächstes wird die Arbeitsweise des Stromfühlers **1** und die Arbeitsweise der Messvorrichtung MD unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

**[0033]** Zuerst detektiert die Spule **5** als der Stromtransformator im Stromfühler **1** den Messstrom I1, der im gemessenen elektrischen Weg **21** fließt, und gibt einen Strom I2 (einen Strom mit einem Stromwert  $I1/N$ , wenn die Anzahl der Windungen in der Spule **5** N beträgt und der Stromwert des Messstroms I1 durch das Symbol „I1“ ausgedrückt wird) an den Filter **7** als einen Detektionsstrom aus, dessen Amplitude (Stromwert) sich entsprechend der Amplitude (Stromwert) des Messstroms I1 ändert. Der Strom I2 fließt auf einem Stromweg von der Erde G, durch das Ende **5a** der Spule **5**, die Spule **5** selbst, das andere Ende **5b** der Spule **5**, den Filter **7**, den Übertragungsweg **8** und den Abschlusswiderstand **9**, bevor er die Erde G erreicht.

**[0034]** Da der Filter **7** aus einem Filter mit konstanter Impedanz aufgebaut ist, gibt der Filter **7** die Frequenzkomponenten, die den Strom I2 bilden (Grundfrequenzkomponenten, die unter der Grenzfrequenz des Filters **7** liegen), an den Übertragungsweg **8** mit kaum einer Dämpfung der Amplitude aus.

**[0035]** Andererseits gibt der Filter **7** Störkomponenten, die Strom I2 enthalten sind (Frequenzkomponenten der Grenzfrequenz des Filters **7** und höher) an den Übertragungsweg **8** im Vergleich zu den oben beschriebenen Frequenzkomponenten, die den Strom I2 bilden, mit einer ausreichenden Dämpfung aus. Für den Filter **7**, der aus einem Filter mit konstanter Impedanz aufgebaut ist, erscheint die Impedanz vom Eingangsanschluss **7a** zum Abschlusswiderstand **9** gesehen wie eine Widerstandskomponente von  $50\ \Omega$ . Wenn eine Konfiguration verwendet wird, die einen typischen LC-Filter (Tiefpassfilter) anstelle des Filters mit konstanter Impedanz enthält, erzeugt eine Resonanz, die durch die parasitäre Kapazität der Spule **5** und durch die Induktivitäten verursacht wird, die den LC-Filter aufbauen, unerwünschte Spitzen in der Nähe der Grenzfrequenz in der Frequenzcharakteristik des Filters **7**. Im Gegensatz dazu ist ein Filter **7**, der aus einem Filter mit konstanter Impedanz aufgebaut ist, imstande, das Auftreten solcher Spit-

zen zu vermeiden. Wie oben erwähnt, ist auf diese Weise der Filter **7**, der aus dem Filter mit konstanter Impedanz aufgebaut ist, zum Ausgeben von Frequenzkomponenten unter der Grenzfrequenz  $f_c$  des Filters **7** an den Übertragungsweg **8** mit einer geringen Dämpfung und daher einer im Wesentlichen konstanten Amplitude imstande, während er zuverlässig Frequenzkomponenten an oder über der Grenzfrequenz  $f_c$  dämpft.

**[0036]** In der Messvorrichtung MD misst die Messeinrichtung **10** den Stromwert  $I_{1a}$  des Messstroms  $I_1$  beruhend auf der vom Stromfühler **1** abgegebenen Detektionsspannung  $V_2$  auf diese Weise und gibt den Stromwert  $I_{1a}$  an die Ausgabeeinrichtung **11** aus. Die Ausgabeeinrichtung **11** zeigt den Stromwert  $I_{1a}$  auf dem Bildschirm an.

**[0037]** Auf diese Weise ist mit dem Stromfühler **1** und der Messvorrichtung MD der Eingangsanschluss **7a** des Filters **7**, der aus einem Filter mit konstanter Impedanz aufgebaut ist, mit dem anderen Ende **5b** der Spule **5** verbunden, ist der Ausgangsanschluss **7b** des Filters **7** direkt mit einem Ende **8a** des Übertragungswegs **8** verbunden, und ist der Filter **7** aus einem Filter mit konstanter Impedanz, d. h. einem Filter mit konstanter Impedanz aufgebaut, dessen Ausgangsimpedanz in einem Frequenzbereich an und über der Grenzfrequenz wie derselbe Wert ( $50 \Omega$ ) wie die charakteristische Impedanz des Übertragungswegs **8** eingestellt ist.

**[0038]** Dies bedeutet, dass es gemäß dem Stromfühler **1** und der Messvorrichtung MD durch Verwenden eines Filters mit konstanter Impedanz als den Filter **7** möglich ist, da die Impedanz des Filters **7** vom Eingangsanschluss **7a** des Filters **7** zum Übertragungsweg **8** gesehen als eine Widerstandskomponente erscheint, das Auftreten der oben beschriebenen Spitzen zu verhindern, die durch die parasitäre Kapazität der Spule **5** verursacht werden können. Folglich ist es möglich, den von der Spule **5** abgegebenen Strom  $I_2$  über den Übertragungsweg **8** an den Abschlusswiderstand **9** mit einer im Wesentlichen konstanten Amplitude, während die Störkomponenten (d. h. Hochfrequenzstörungen), die im Strom  $I_2$  enthalten sind, am Filter **7** zuverlässig beseitigt werden, und mit kaum einer Dämpfung der Frequenzkomponenten (den Strom  $I_2$ , das heißt, die Grundfrequenzkomponenten des Messstroms  $I_1$ ) zu übertragen, die den Strom  $I_2$  bilden, und den Strom  $I_2$  am Abschlusswiderstand **9** in die Detektionsspannung  $V_2$  umzuwandeln. Auf diese Weise ist es gemäß dem Stromfühler **1** und der Messvorrichtung MD möglich, die Detektionsspannung  $V_2$  an die Messeinrichtung **10** mit einem günstigen Signal-/Störverhältnis abzugeben, was es möglich macht, den Stromwert  $I_{1a}$  des Messstroms  $I_1$  an der Messeinrichtung **10** mit hoher Genauigkeit zu messen.

**[0039]** Man beachte, dass eine graphische Darstellung einer Frequenzcharakteristik für die Amplitude der Detektionsspannung  $V_2$ , wenn der Filter **7** aus dem in **Fig. 2** dargestellten einstufigen Filter mit konstanter Impedanz aufgebaut ist, durch eine Simulation berechnet wurde und in **Fig. 4** dargestellt wird. Aus dieser graphischen Darstellung einer Frequenzcharakteristik kann bestätigt werden, dass der Stromfühler **1** so arbeitet, dass Frequenzkomponenten unter der Grenzfrequenz  $f_c$ , die den Strom  $I_2$  bilden, in die Detektionsspannung  $V_2$  umgewandelt und mit kaum einer Dämpfung abgegeben werden, während Frequenzkomponenten an oder über der Grenzfrequenz  $f_c$ , wie Störkomponenten (Hochfrequenzstörungen), die im Strom  $I_2$  enthalten sind, in die Detektionsspannung  $V_2$  umgewandelt und abgegeben werden, wobei sie ausreichend gedämpft worden sind.

**[0040]** Obwohl der Stromfühler **1** als ein Stromfühler eines Stromtransformatortyps in der obigen Beschreibung aufgebaut ist, wie in **Fig. 5** dargestellt, ist es durch Hinzufügen einer magnetoelektrischen Umwandlungsausgabeeinrichtung **3** wie einem Hall-Element, eines Spannung-Strom-Wandlerverstärkers **4** und einer kapazitiven Last **6** (in der vorliegenden Ausführungsform einer Last, die aus einer Reihenschaltung mit einem Widerstand **6a** (von etwa  $50 \Omega$ ) und einem Kondensator **6b** aufgebaut ist), auch möglich, einen flussfreien (magnetischen Gleichgewichts-)Stromfühler **1A** aufzubauen. Man beachte, dass Konfigurationen, die dieselben wie die oben beschriebene Messvorrichtung MD sind, dieselben Bezugswerte zugeordnet sind und eine doppelte Beschreibung weggelassen wird.

**[0041]** Mit dem Stromfühler **1A** dieser Konfiguration arbeiten in einem niedrigen Frequenzbereich, der bei einem Gleichstrom startet, die magnetoelektrische Umwandlungsausgabeeinrichtung **3** und der Spannung-Strom-Wandlerverstärker **4** hauptsächlich so, dass ein Strom  $I_3$  (ein Strom mit einem Stromwert von  $I_1/N$ , wenn die Anzahl der Windungen in der Spule **5**  $N$  beträgt und der Stromwert des Messstroms  $I_1$  durch das Symbol „ $I_1$ “ ausgedrückt wird), der den magnetischen Fluss im magnetischen Kern **2** auf null setzt, der Spule **5** zugeführt wird und dieser Strom  $I_3$  in die Detektionsspannung  $V_2$  durch den Abschlusswiderstand **9** umgewandelt wird. Da hier die kapazitive Last **6** eine hohe Impedanz aufrechterhält, wird verhindert, dass der Strom  $I_3$  über die kapazitive Last **6** zur Erde  $G$  abfließt. Andererseits arbeitet in einem Frequenzbereich von einer oberen Grenzfrequenz des unteren Frequenzbereichs zur Grenzfrequenz des Filters **7**, anstatt dass die magnetoelektrische Umwandlungsausgabeeinrichtung **3** und der Spannung-Strom-Wandlerverstärker **4** arbeiten, die Spule **5** wie oben beschrieben als ein Stromtransformator, um den Strom  $I_2$  abzugeben. Da hier die kapazitive Last **6** auf im Wesentlichen denselben Wert (einem niedrigen Widerstandswert) wie der Wider-

standswert des Widerstands **6a** gehalten wird, fließt der Strom **I2** über die kapazitive Last **6**. Gemäß einer Messvorrichtung MDA, die den Stromfühler **1A** dieser Konfiguration verwendet, ist es möglich, während dieselben Effekte wie bei der oben beschriebenen Messvorrichtung MD erzielt werden, die Frequenzkomponenten, die im Messstrom **I1** enthalten sind, über einen Bereich von Komponenten auf einer niedrigen Frequenz nahe Gleichstrom bis hin zu Hochfrequenzkomponenten zu messen.

**[0042]** In der Messvorrichtung MDA fließt in derselben Weise wie beim Übertragungsweg **8** der Strom **I2**, der Signalkomponenten im Hochfrequenzbereich enthält, auf einem Übertragungsweg zwischen dem ersten Ende **5a** der Spule **5** und der kapazitiven Last **6**. Wie in **Fig. 6** dargestellt, kann aus diesem Grund der Übertragungsweg **12** zwischen dem ersten Ende **5a** der Spule **5** und der kapazitiven Last **6** auch aus einem Koaxialkabel (einem Koaxialkabel, dessen nicht dargestellte Abschirmung mit der Erde **G** verbunden ist), einem Twisted-Pair-Kabel oder dergleichen aufgebaut sein, dessen charakteristische Impedanz ein bestimmter Wert ist, der im Voraus auf dieselbe Weise wie der Übertragungsweg **8** festgelegt wird.

#### Industrielle Anwendbarkeit

**[0043]** Die vorliegende Erfindung kann verbreitet in Stromfühlern, die einen Filter mit konstanter Impedanz enthalten, der den Frequenzbereich eines Detektionsstroms, der aus einer Spule abgegeben wird, die um einen magnetischen Kern gewickelt ist, durch den ein Messobjekt eingeführt wird, auf einen erwünschten Frequenzbereich begrenzt und den Detektionsstrom aus einem Ausgangsanschluss an einen Übertragungsweg abgibt, und in Messvorrichtungen verwendet werden, die mit einem solchen Stromfühler ausgestattet sind.

#### Bezugszeichenliste

<b>1, 1A</b>	Stromfühler
<b>2</b>	Magnetischer Kern
<b>5</b>	Spule
<b>7</b>	Filter
<b>8</b>	Übertragungsweg
<b>9</b>	Abschlusswiderstand
<b>10</b>	Messeinrichtung
<b>I2</b>	Strom (Detektionsstrom)
<b>MD, MDA</b>	Messvorrichtung
<b>V2</b>	Detektionsspannung

#### Patentansprüche

1. Stromfühler, der aufweist:  
einen magnetischen Kern, durch dessen Inneres ein Messobjekt eingeführt wird;  
eine Spule, die um den magnetischen Kern gewickelt ist, ein Ende aufweist, das mit einer Bezugspotenti-

alseite verbunden ist, und aus einem anderen Ende einen Detektionsstrom mit einem Stromwert in Übereinstimmung mit einem Stromwert eines gemessenen Stroms abgibt, der im Messobjekt fließt, das durch den magnetischen Kern eingeführt ist;  
einen Filter mit konstanter Impedanz, dessen Eingangsanschluss mit dem anderen Ende der Spule verbunden ist, der einen Frequenzbereich des Detektionsstroms, der aus dem Eingangsanschluss eingegeben wird, auf einen erwünschten Frequenzbereich begrenzt und den Detektionsstrom aus einem Ausgangsanschluss abgibt;  
einen Übertragungsweg, der eine im Voraus festgelegte charakteristische Impedanz aufweist und direkt an einem Ende mit dem Ausgangsanschluss des Filters mit konstanter Impedanz verbunden ist; und  
einen Abschlusswiderstand, der zwischen ein anderes Ende des Übertragungswegs und das Bezugspotential geschaltet ist und den Detektionsstrom, der über den Übertragungsweg fließt, in eine Detektionsspannung umwandelt,  
wobei eine Impedanz des Filters mit konstanter Impedanz vom Eingangsanschluss zum Abschlusswiderstand gesehen auf einen selben Wert wie die charakteristische Impedanz eingestellt ist.

2. Messvorrichtung, die aufweist  
den Stromfühler nach Anspruch 1; und  
eine Messeinrichtung, die einen Stromwert des Detektionsstroms beruhend auf der durch den Stromfühler umgewandelten Detektionsspannung misst.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

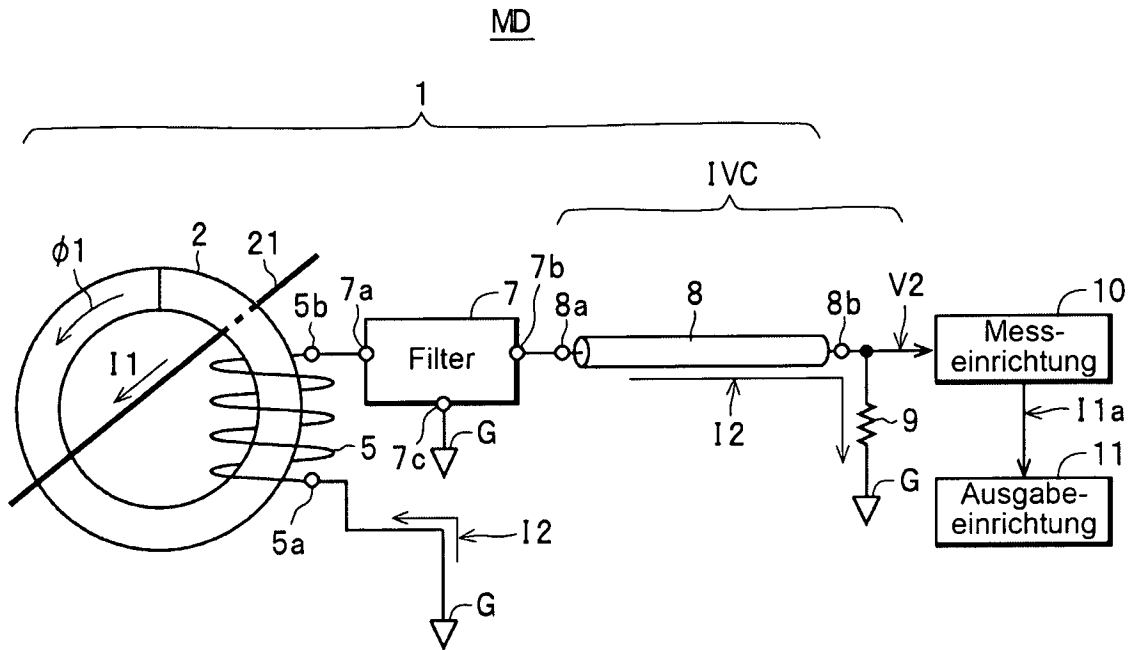


FIG. 2

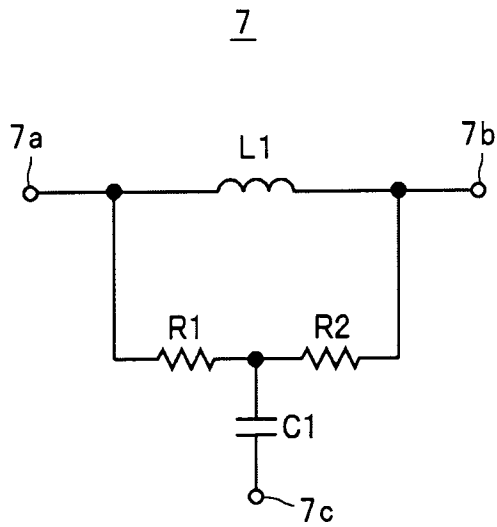


FIG. 3

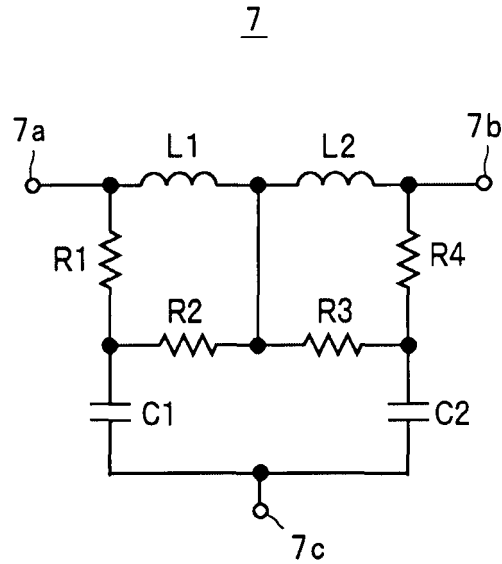


FIG. 4

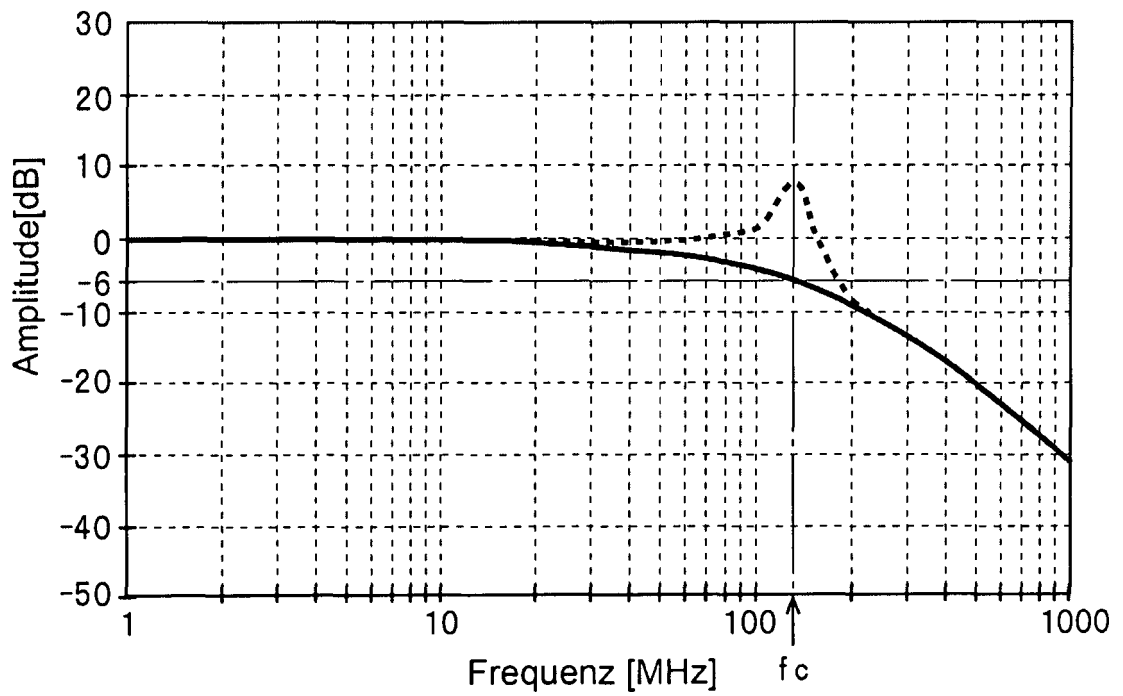


FIG. 5

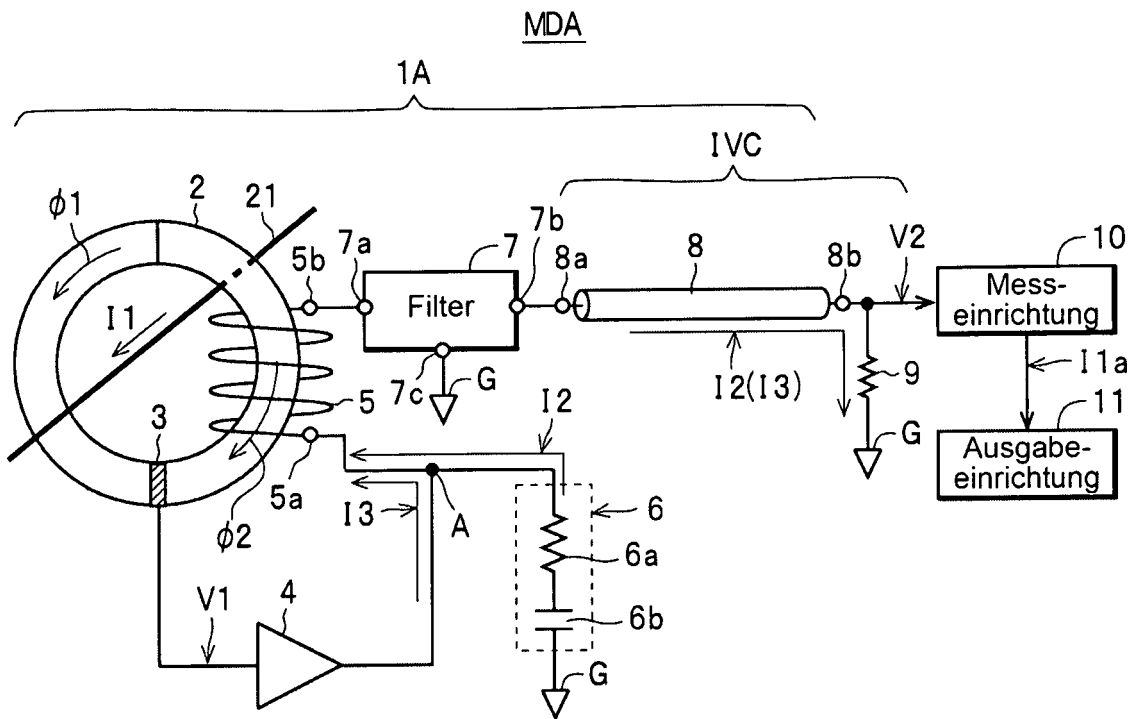


FIG. 6

