



(10) **DE 10 2012 108 797 A1** 2013.03.28

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 108 797.0**

(22) Anmeldetag: **18.09.2012**

(43) Offenlegungstag: **28.03.2013**

(51) Int Cl.: **H01F 38/20** (2012.01)
H02K 11/00 (2012.01)

(30) Unionspriorität:
13/243,427 **23.09.2011** **US**

(71) Anmelder:
General Electric Company, Schenectady, N.Y., US

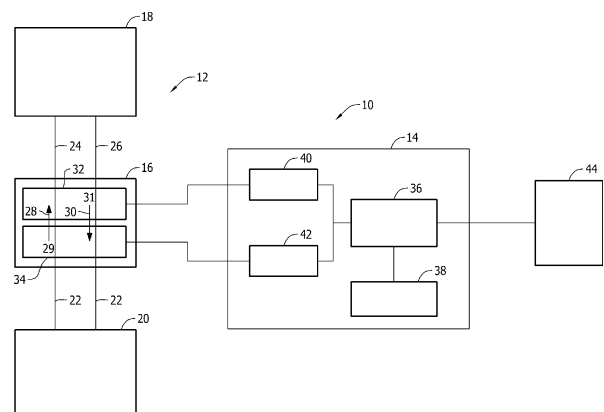
(74) Vertreter:
**Rüger, Barthelt & Abel Patentanwälte, 73728,
Esslingen, DE**

(72) Erfinder:
**Wilson, Ronald Wayne, Minden, US; Grant, John
Wesley, Minden, US; Whitefield II, Charles David,
Minden, Nev., US; Youasi, Karim, Niskayuna, US;
Neti, Prabhakar, Niskayuna, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Stromwandleranordnung für den Einsatz in elektrischen Überwachungssystemen und Verfahren zum Zusammenbau derselben**

(57) Zusammenfassung: Hierin ist eine Stromwandleranordnung (16) für die Verwendung in einem elektrischen Überwachungssystem (10) beschrieben. Zu der Stromwandleranordnung gehört ein Gehäuse (46), das mehrere Abschirmelemente (48) aufweist, die darin zumindest teilweise einen Hohlraum (50) definieren. Das Gehäuse weist außerdem eine Innenfläche (52) auf, die eine Öffnung (60) definiert, die sich durch das Gehäuse erstreckt. Ein erster Stromwandler (32) ist innerhalb des Gehäuses angeordnet. Ein zweiter Stromwandler (34) ist innerhalb des Gehäuses angeordnet und ist mit einem Abstand von dem ersten Stromwandler angeordnet, um elektronisches Rauschen zwischen dem ersten und dem zweiten Stromwandler zu reduzieren.



Beschreibung

[0001] Die hierin beschriebene Erfindung betrifft allgemein Überwachungssysteme und speziell eine Stromwandleranordnung für den Einsatz in einem elektrischen Überwachungssystem.

[0002] Zumindest einige bekannte elektrische Überwachungssysteme enthalten einen Stromwandler, der dazu eingerichtet ist, hohe Primärströme in schwächere Sekundärströme umzuwandeln, die sich problemlos messen lassen. Bekannte Überwachungssysteme erfassen einen Strom, der zu einem Elektromotor fließt, und schützen einen Elektromotor nach einem bereits aufgetretenen Ausfall vor schwerwiegenden Folgeschäden. Allgemein bekannte Stromwandler erfassen einen Strom, der durch einen Leiter fließt, der mit einem Elektromotor verbunden ist, und ermitteln, ob der erfasste Strom eine vorgegebene Stromstärke überschreitet. Während des Betriebs arbeiten bekannte elektrische Überwachungssysteme, indem sie den Elektromotor selektiv von einer Spannungsquelle trennen, falls eine Stromstärke erfasst wird, die eine vorgegebene Stromstärke überschreitet, nachdem bereits ein Schaden an dem Motor und/oder dem Leiter aufgetreten ist. Zumindest einige bekannte Elektromotoren enthalten Statorwicklungen, die eine elektrische Isolierung aufweisen. Die Statorwicklungsisolierung kann während des Betriebs bekannter Elektromotoren verschleissen und/oder beschädigt werden. Im Laufe der Zeit kann ein andauernder Betrieb eines Elektromotors zu Schäden an dem Elektromotor führen.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0003] In einem Ausführungsbeispiel ist eine Stromwandleranordnung für die Verwendung in einem elektrischen Überwachungssystem geschaffen. Zu der Stromwandleranordnung gehört ein Gehäuse, das mehrere Abschirmelemente aufweist, die darin zumindest teilweise einen Hohlraum begrenzen. Das Gehäuse weist außerdem eine Innenfläche auf, die eine Öffnung begrenzt, die sich durch das Gehäuse erstreckt. Innerhalb des Gehäuses ist ein erster Stromwandler angeordnet. Ein zweiter Stromwandler ist innerhalb des Gehäuses angeordnet und ist mit einem Abstand von dem ersten Stromwandler angeordnet, um elektronisches Rauschen zwischen dem ersten und dem zweiten Stromwandler zu reduzieren.

[0004] In noch einem Ausführungsbeispiel ist ein elektrisches Überwachungssystem zur Verwendung bei der Überwachung des Betriebs eines Elektromotors geschaffen. Das elektrische Überwachungssystem enthält eine elektrische Stromüberwachungsvorrichtung und eine Stromwandleranordnung, die an dem Elektromotor angebracht ist. Der Stromwandler ist dazu eingerichtet, einen elektrischen Strom zu erfassen, der dem Elektromotor zugeführt ist, und ein

Signal, das den erfassten Strom kennzeichnet, zu der elektrischen Stromüberwachungsvorrichtung zu übermitteln. Zu der Stromwandleranordnung gehört ein Gehäuse, das mehrere Abschirmelemente aufweist, die darin zumindest teilweise einen Hohlraum begrenzen. Das Gehäuse weist außerdem eine Innenfläche auf, die eine hindurchführende Öffnung begrenzt. Ein erster Stromwandler ist innerhalb des Gehäuses angeordnet. Ein zweiter Stromwandler ist innerhalb des Gehäuses positioniert und mit einem Abstand von dem ersten Stromwandler angeordnet, um elektronisches Rauschen zwischen dem ersten und dem zweiten Stromwandler zu reduzieren.

[0005] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Verfahren zum Zusammenbauen einer Stromwandleranordnung geschaffen. Zu dem Verfahren gehören die Schritte: Verbinden eines äußeren Abschirmelements mit einem inneren Abschirmelement, um ein Gehäuse zu bilden. Das äußere Abschirmelement ist gegenüber dem inneren Abschirmelement radial außen angebracht, so dass zwischen dem inneren und äußeren Abschirmelement ein Hohlraum gebildet ist. Ein erster Stromwandler ist innerhalb des Gehäusehohlraums angebracht. Ein zweiter Stromwandler ist innerhalb des Gehäusehohlraums angebracht, so dass der zweite Stromwandler mit einem Abstand von dem ersten Stromwandler angeordnet ist, um elektronisches Rauschen zwischen dem ersten und dem zweiten Stromwandler zu verringern.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0006] [Fig. 1](#) zeigt in einem Blockschaltbild ein exemplarisches elektrisches Überwachungssystem, das eine exemplarische Stromwandleranordnung enthält.

[0007] [Fig. 2](#) veranschaulicht die in [Fig. 1](#) gezeigte Stromwandleranordnung in einer perspektivischen Ansicht.

[0008] [Fig. 3](#) zeigt die in [Fig. 2](#) gezeigte Stromwandleranordnung in einer Querschnittsansicht längs der Schnittlinie 3-3.

[0009] [Fig. 4](#) veranschaulicht die in [Fig. 2](#) gezeigte Stromwandleranordnung in einer perspektivischen Explosionszeichnung.

[0010] [Fig. 5](#) veranschaulicht schematisch einen Schutzstromwandler, der in Zusammenhang mit der in [Fig. 2](#) gezeigten Stromwandleranordnung verwendet werden kann.

[0011] [Fig. 6](#) zeigt eine schematische Ansicht eines hochempfindlichen Stromwandlers, der in Zusammenhang mit der in [Fig. 2](#) gezeigten Stromwandleranordnung verwendet werden kann.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die hierin beschriebenen exemplarischen Verfahren beseitigen zumindest einige Nachteile bekannter Überwachungsvorrichtungen durch Schaffung einer Stromwandleranordnung, die einen hochempfindlichen Stromwandler aufweist, der die Betriebsbedingung einer Statorwicklungsisolierung in einem Elektromotor überwacht. Darüber hinaus weist die hierin beschriebene Stromwandleranordnung ein Gehäuse auf, das in seinem Inneren einen Schutzstromwandler und einen hochempfindlichen Stromwandler einschließt. Das Gehäuse ermöglicht eine Verringerung des elektrischen Rauschens, das zwischen dem Schutzstromwandler und dem hochempfindlichen Stromwandler entsteht, und schützt den Stromwandler vor Schaden. Durch die Bereitstellung einer Stromwandleranordnung, die einen Schutzstromwandler und einen hochempfindlichen Stromwandler aufweist, die in einem einzigen Gehäuse angeordnet sind, werden die Herstellungskosten einer Überwachungsvorrichtung zur Verwendung bei der Überwachung einer Statorwicklungsisolierung in einem Elektromotor im Vergleich zu bekannten Überwachungsvorrichtungen reduziert.

[0013] **Fig. 1** zeigt in einem Blockschaltbild ein exemplarisches elektrisches Überwachungssystem **10** zur Überwachung des Betriebs eines Elektromotorsystems **12**. In dem Ausführungsbeispiel enthält das elektrische Überwachungssystem **10** eine elektrische Stromüberwachungsvorrichtung **14** und eine Stromwandleranordnung **16**, die mit der elektrischen Stromüberwachungsvorrichtung **14** verbunden ist. Das Elektromotorsystem **12** enthält einen rotierenden Elektromotor **18**, der mit einer elektrischen Spannungsquelle **20**, z. B. einem Stromnetz eines Versorgungsunternehmens, verbunden ist. Der Elektromotor **18** weist mehrere (nicht gezeigte) Statorwicklungen auf und ist über einen oder mehrere Leiter **22** mit der elektrischen Spannungsquelle **20** verbunden. In dem Ausführungsbeispiel enthält der Elektromotor **18** einen ersten Leiter **24** und einen zweiten Leiter **26**. Die Leiter **24** und **26** führen im Wesentlichen ähnliche Ströme in entgegengesetzten Richtungen zwischen dem Elektromotor **18** und der Spannungsquelle **20**. Darüber hinaus fließt in dem ersten Leiter **24** in dem Ausführungsbeispiel ein erster Strom **28** in einer durch den Pfeil **29** dargestellten ersten Richtung, und der zweite Leiter **26** leitet einen zweiten Strom **30** in einer mit Pfeil **31** bezeichneten zweiten Richtung, wobei der zweite Strom **30** in etwa gleich dem ersten Strom **28** ist, und wobei die zweite Richtung **31** entgegengesetzt zu der ersten Richtung **29** ist.

[0014] Das elektrische Überwachungssystem **10** ist mit dem Elektromotorsystem **12** verbunden, um eine Bedingung einer Statorwicklungsisolierung in dem

Elektromotor **18** zu überwachen. Darüber hinaus gestattet das elektrische Überwachungssystem **10** eine Überwachung der Statorwicklungsisolierung des Elektromotors **18** während des Betriebs des Elektromotors **18**. In dem Ausführungsbeispiel ist die Stromwandleranordnung **16** mit den Leitern **24** und **26** elektrisch verbunden, um in dem ersten und dem zweiten Leiter **24** und **26** einen Verluststrom zu erfassen, und um die Übermittlung eines Signals, das den erfassten Verluststrom kennzeichnet, zu der elektrischen Stromüberwachungsvorrichtung **14** zu ermöglichen. Die Überwachungsvorrichtung **14** ermittelt wenigstens teilweise auf der Grundlage des aufgenommenen Signals eine Bedingung der Isolierung der Statorwicklungen.

[0015] In dem Ausführungsbeispiel enthält die Stromwandleranordnung **16** einen ersten Stromwandler, d. h. einen Schutzstromwandler **32** und einen zweiten Stromwandler, d. h. einen hochempfindlichen Stromwandler **34**. In dem Ausführungsbeispiel arbeitet der Schutzstromwandler **32** bei einem ersten Leerlaufverstärkungsgrad und Signal/Rausch-Verhältnis (S/N), und der hochempfindliche Stromwandler **34** arbeitet bei einem zweiten Leerlaufverstärkungsgrad und S/N-Verhältnis, das größer ist als der erste Leerlaufverstärkungsgrad und das S/N-Verhältnis des Schutzstromwandlers **32**. Beispielsweise weist der Schutzstromwandler **34** in einem Ausführungsbeispiel einen Leerlaufverstärkungsgrad auf, der ungefähr gleich 0,1 mV/mA ist, und der hochempfindliche Stromwandler **32** weist einen Leerlaufverstärkungsgrad von etwa 20 mV/mA auf. Darüber hinaus kann der hochempfindliche Stromwandler **32** ein S/N-Verhältnis aufweisen, das das S/N-Verhältnis des Schutzstromwandlers **34** um etwa 60 dB überschreitet.

[0016] In dem Ausführungsbeispiel erfassen der Schutzstromwandler **32** und der hochempfindliche Stromwandler **34** jeweils eine Differenzstromstärke zwischen dem ersten und dem zweiten Leiter **24** und **26**, und sie übermitteln jeweils ein Signal, das die erfasste Differenzstromstärke kennzeichnet, zu der Überwachungsvorrichtung **14**. In dem Ausführungsbeispiel erfasst der hochempfindliche Stromwandler **32** eine Differenzstromstärke in einem ersten Frequenzbereich von Stromstärken. Der Schutzstromwandler **34** erfasst eine Differenzstromstärke in einem zweiten Frequenzbereich von Stromstärken, der den ersten Frequenzbereich von Stromstärken des hochempfindlichen Stromwandlers **32** überschreitet.

[0017] Die elektrische Stromüberwachungsvorrichtung **14** enthält einen Prozessor **36** und eine Speichereinrichtung **38**. Der Prozessor **36** ist in Datenaustausch mit der Stromwandleranordnung **16** verbunden und enthält einen beliebigen geeigneten programmierbaren Schaltkreis, der ein oder mehrere Systeme und Mikrocontroller, Mikropro-

zessoren, Schaltkreise mit reduziertem Befehlssatz (RISC), anwendungsspezifische integrierte Schaltkreise (ASIC), programmierbare Logikschaltungen (Speicherprogrammierbare Steuerung), Feld programmierbare Gatteranordnungen (FPGA) und beliebige sonstige Schaltkreise beinhalten kann, die in der Lage sind, die hier beschriebenen Funktionen auszuführen. Die oben erwähnten Beispiele sind lediglich exemplarisch und sollen daher keinesfalls die Definition und/oder Bedeutung des Begriffs "Prozessor" beschränken. Die Speichereinrichtung **38** beinhaltet ein von einem Computer auslesbares Medium, beispielsweise, ohne darauf beschränken zu wollen, einen Direktzugriffsspeicher (RAM), Flashmemory, ein Festplattenlaufwerk, ein SSD-Laufwerk, eine Diskette, ein Flashlaufwerk, eine Compact-Disk (CD), eine DVD und/oder eine beliebige geeignete Einrichtung, die es dem Prozessor **36** gestattet, Befehle und/oder Daten zu speichern, abzurufen und/oder auszuführen.

[0018] In dem Ausführungsbeispiel enthält die elektrische Stromüberwachungsvorrichtung **14** ein Schutzmodul **40** und ein Diagnosemodul **42**, die jeweils mit dem Prozessor **36** verbunden sind. Das Diagnosemodul **42** ist in Datenaustausch mit dem hochempfindlichen Stromwandler **34** verbunden, um von dem hochempfindlichen Stromwandler **34** ein Überwachungssignal aufzunehmen, das eine Stromdifferenz zwischen den Leitern **24** und **26** in dem ersten Frequenzbereich von Stromstärken kennzeichnet. Das Diagnosemodul **42** berechnet mehrere zeitliche Differenzstromstärkewerte in Relation zu einer vordefinierten Zeitspanne und berechnet einen Tendenzwert der Differenzstromstärke über die Zeit. Durch Berechnen eines Tendenzwerts der Differenzstromstärke ist es dem Diagnosemodul **42** ermöglicht, einen Stromverlust in dem Elektromotorsystem **12** bei geringeren Differenzstromstärken zu erfassen, und es lässt sich ein zeitlicher Anstieg eines Stromverlustes überwachen. Das Schutzmodul **40** ist in Datenaustausch mit dem Schutzstromwandler **32** verbunden, um von dem Schutzstromwandler **32** ein Überwachungssignal aufzunehmen, das zwischen den Leitern **24** und **26** eine Stromdifferenz kennzeichnet, die in dem zweiten Frequenzbereich von Stromstärken liegt. Darüber hinaus wird das Schutzmodul **40** bestimmen, dass eine Bedingung der Statorwicklungsisolierung des Elektromotors **18** eine vordefinierte Bedingung unterschreitet, falls die erfasste Stromdifferenz gleich oder größer als ein vordefinierter Differenzstromschwellwert in dem zweiten Frequenzbereich von Stromstärken ist.

[0019] Die Überwachungsvorrichtung **14** enthält außerdem ein Display **44**, das dazu dient, einem Benutzer eine Meldung anzuzeigen. Das Display **44** ist mit dem Prozessor **36** verbunden und kann eine Vakuum-Fluoreszenzanzeige (VFD) und/oder eine oder mehrere Leuchtdioden (LED) enthalten. Dar-

über hinaus oder alternativ kann das Display **44**, ohne darauf beschränken zu wollen, ein Flüssigkristalldisplay (LCD), eine Kathodenstrahlröhre (CRT), einen Plasmabildschirm und/oder ein beliebiges geeignetes visuelles Ausgabegerät beinhalten, das in der Lage ist, grafische Daten und/oder einen Text für einen Benutzer auf einem Bildschirm wiederzugeben. In einem Ausführungsbeispiel können eine Bedingung des Elektromotors **18**, eine Bedingung der Statorwicklungsisolierung und/oder beliebige sonstige Daten einem Benutzer auf dem Display **44** angezeigt werden. In dem Ausführungsbeispiel zeigt die Überwachungsvorrichtung **14** bei Erfassen eines Differenzstromschwellwerts in dem ersten Frequenzbereich von Stromstärken dem Anwender ein erstes Meldungssignal an, und sie zeigt ein Signal an, das einen zeitlichen Anstieg einer erfassten Differenzstromstärke kennzeichnet. Darüber hinaus zeigt die Überwachungsvorrichtung **14** dem Anwender bei Erfassen eines Differenzstromschwellwerts in dem zweiten Frequenzbereich von Stromstärken ein zweites Meldungssignal an. Weiter zeigt die Überwachungsvorrichtung **14** bei Ermittlung, dass eine Bedingung der Statorwicklungsisolierung eine vordefinierte Bedingung unterschreitet, ein drittes Meldungssignal an.

[0020] [Fig. 2](#) veranschaulicht die Stromwandleranordnung **16** in einer perspektivischen Ansicht. [Fig. 3](#) zeigt die Stromwandleranordnung **16** in einer Querschnittsansicht längs der Schnittlinie 3-3. [Fig. 4](#) veranschaulicht die Stromwandleranordnung **16** in einer perspektivischen Explosionszeichnung. In [Fig. 2–Fig. 4](#) gezeigte identische Bauelemente sind mit den in [Fig. 1](#) verwendeten Bezugszeichen beschriftet. In dem Ausführungsbeispiel gehört zu der Stromwandleranordnung **16** ein Gehäuse **46**, das mehrere Abschirmelemente **48** aufweist, die miteinander verbunden sind, um einen Hohlraum **50** zu begrenzen, der bemessen ist, um darin den Schutzstromwandler **32** und den hochempfindlichen Stromwandler **34** aufzunehmen. In dem Ausführungsbeispiel weist jedes Abschirmelement **48** mehrere (nicht gezeigte) bandförmig gewickelte Siliziumstahlschichten auf, um die Reduzierung elektrischer Störungen zu ermöglichen, die von dem Gehäuse **46** auf die Stromwandler **32** und **34** übertragen werden. In einer Abwandlung können die Abschirmelemente **48** auf einem beliebigen geeigneten Material basieren, das es dem Gehäuse **46** gestattet, die hier beschriebene Funktion zu erfüllen.

[0021] Das Gehäuse **46** erstreckt sich radial zwischen einer radial inneren Fläche **52** und einer radial äußeren Fläche **54**, und axial zwischen einer Vorderseite **56** und einer gegenüberliegenden Rückseite **58**. Die radial innere Fläche **52** begrenzt eine zentrale Öffnung **60**, die sich im Wesentlichen axial durch das Gehäuse **46** erstreckt. In dem Ausführungsbeispiel weist das Gehäuse **46** eine im Wesentlichen zy-

lindrische Form auf, so dass die Öffnung **60** längs einer Mittelachse **62** ausgerichtet ist. In einer Abwandlung kann das Gehäuse **46** dreieckig, quadratisch, rechteckig oder polygonal sein. Das Gehäuse **46** erstreckt sich radial über eine zwischen den Innen- und Außenflächen **52** und **54** gemessene Breite **64** und erstreckt sich axial über eine zwischen der vorderen und hinteren Fläche **56** und **58** gemessene Länge **66**. Die vordere und hintere Fläche **56** und **58** erstrecken sich jeweils zwischen der Innenfläche **52** und der Außenfläche **54**.

[0022] In dem Ausführungsbeispiel enthält das Gehäuse **46** ein inneres Abschirmelement **68** und ein äußeres Abschirmelement **70**, die jeweils gegenüber dem inneren Abschirmelement **68** radial außen angebracht sind. Das äußere Abschirmelement **70** ist mit einem radialen Abstand **72** von dem inneren Abschirmelement **68** angeordnet, so dass zwischen dem inneren und äußeren Abschirmelement **68** und **70** der Hohlraum **50** begrenzt ist. Das innere Abschirmelement **68** definiert die radial innere Fläche **52** und erstreckt sich radial über eine zwischen der Innenfläche **52** und einer Außenfläche **76** gemessene Breite **74**. Das äußere Abschirmelement **70** weist die Außenfläche **54** auf und erstreckt sich radial über eine zwischen der Außenfläche **54** und einer Innenfläche **80** gemessene Breite **78**. In dem Ausführungsbeispiel ist die Breite **74** größer als die Breite **78**. In einer Abwandlung kann die Breite **74** kleiner als die Breite **78** oder etwa gleich groß sein.

[0023] Das Gehäuse **46** enthält außerdem ein erstes Seitenabschirmelement **82** und ein gegenüberliegendes zweites Seitenabschirmelement **84**. Das innere und äußere Abschirmelement **68** und **70** erstrecken sich ausgehend von dem ersten Seitenabschirmelement **82** entlang der Achse **62** zu dem zweiten Seitenabschirmelement **84**. Speziell erstrecken sich das erste und zweite Seitenelement **82** und **84** jeweils radial zwischen dem inneren und äußeren Abschirmelement **68** und **70**. In dem Ausführungsbeispiel sind das innere Element **68**, das äußere Element **70**, das erste Seitenabschirmelement **82** und das zweite Seitenabschirmelement **84** miteinander verbunden, so dass zwischen den Elementen **68**, **70**, **82** und **84** der Hohlraum **50** definiert ist.

[0024] Der Schutzstromwandler **32** ist in dem Gehäusehohlraum **50** angeordnet und zwischen dem inneren Abschirmelement **68** und dem äußeren Abschirmelement **70** ausgerichtet. Der Schutzstromwandler **32** enthält einen Magnetkreis **86**, der in Bezug auf die Achse **62** ausgerichtet ist und eine Außenfläche **88** aufweist, die das innere Abschirmelement **68** umgibt. Darüber hinaus ist der hochempfindliche Stromwandler **34** in dem Ausführungsbeispiel ebenfalls in dem Hohlraum **50** angeordnet und zwischen dem inneren Abschirmelement **68** und dem äußeren Abschirmelement **70** ausgerichtet. Der hoch-

empfindliche Stromwandler **34** ist in Bezug auf die Achse **62** ausgerichtet und enthält einen Magnetkreis **90**, der eine Außenfläche **92** aufweist, die das innere Abschirmelement **68** umgibt. Der hochempfindliche Stromwandler **34** ist mit einem Abstand **94** axial von dem Schutzstromwandler **32** angeordnet, um eine Reduzierung eines elektrischen Rauschens zwischen dem Schutzstromwandler **32** und dem hochempfindlichen Stromwandler **34** zu ermöglichen. Weiter ist zwischen dem Schutzstromwandler **32** und dem hochempfindlichen Stromwandler **34** ein Spalt **96** definiert.

[0025] In dem Ausführungsbeispiel enthält das Gehäuse **46** zudem ein inneres Abschirmelement **98**, das in dem Spalt **96** angeordnet und zwischen dem Schutzstromwandler **32** und dem hochempfindlichen Stromwandler **34** ausgerichtet ist, um eine Reduzierung eines elektrischen Rauschens zwischen dem Schutzstromwandler **32** und dem hochempfindlichen Stromwandler **34** zu ermöglichen. Das innere Abschirmelement **98** ist radial zwischen dem inneren Abschirmelement **68** und dem äußeren Abschirmelement **70** angebracht, und es ist axial zwischen dem ersten und dem zweiten Seitenabschirmelement **82** und **84** angebracht. Das innere Abschirmelement **98** ist in dem Hohlraum **50** angeordnet, so dass darin eine erste Kammer **100** und eine zweite Kammer **102** gebildet sind. Die erste Kammer **100** erstreckt sich zwischen dem inneren Abschirmelement **98** und dem ersten Seitenabschirmelement **82** und ist geeignet dimensioniert und gestaltet, um den Schutzstromwandler **32** darin aufzunehmen. Die zweite Kammer **102** erstreckt sich zwischen dem inneren Abschirmelement **98** und dem zweiten Seitenabschirmelement **84** und ist geeignet dimensioniert und gestaltet, um den hochempfindlichen Stromwandler **34** darin aufzunehmen. In dem Ausführungsbeispiel weist das innere Abschirmelement **98** eine entlang der Achse **62** gemessene axiale Weite **104** auf. Darüber hinaus ist das Element **98** bemessen, um eine Verringerung des elektrischen Rauschens zwischen dem Schutzstromwandler **32** und dem hochempfindlichen Stromwandler **34** zu ermöglichen. In dem Ausführungsbeispiel enthält das Gehäuse **46** mehrere Abstandhalter **106**, die sich von den Abschirmelementen **68**, **70**, **82** und/oder **84** nach außen erstrecken, um den Stromwandler **32** und/oder **34** in dem Gehäusehohlraum **50** zu stützen. Jeder Abstandhalter **106** ist ausgerichtet, um den Schutzstromwandler **32** und/oder den hochempfindlichen Stromwandler **34** zu berühren, so dass die Ausrichtung der Stromwandler **32** und **34** in Relation zu dem Gehäuse **46** und der Achse **62** aufrecht erhalten wird.

[0026] In dem Ausführungsbeispiel weist das Gehäuse **46** außerdem mindestens eine Anschlussanordnung **108** auf, die sich durch das äußere Abschirmelement **70** erstreckt, um die Stromwandler **32** und/oder **34** mit der Überwachungsvorrichtung **14** zu ver-

binden. In dem Ausführungsbeispiel enthält das Gehäuse **46** eine oder mehrere Schutzanschlussanordnungen **110**, die sich durch das äußere Abschirmelement **70** erstrecken, um den Schutzstromwandler **32** mit der Überwachungsvorrichtung **14** zu verbinden. Das Gehäuse **46** enthält zudem eine oder mehrere Diagnoseanschlussanordnungen **112**, die sich durch das äußere Abschirmelement **70** erstrecken, um den hochempfindlichen Stromwandler **34** mit der Überwachungsvorrichtung **14** zu verbinden.

[0027] **Fig. 5** zeigt eine schematische Ansicht des Schutzstromwandlers **32**. **Fig. 6** zeigt eine schematische Ansicht des hochempfindlichen Stromwandlers **34**. In dem Ausführungsbeispiel enthält der Schutzstromwandler **32** einen Magnetkreis **114**, der eine zentrale Öffnung **116** begrenzt, die bemessen ist, um durch sie hindurch erste und zweite Leiter **24** und **26** aufzunehmen. Der erste und zweite Leiter **24** und **26** bilden eine Primärwicklung **118** des Schutzstromwandlers **32**. Der Schutzstromwandler **32** enthält ferner eine Sekundärwicklung **120**, die mehrere Wicklungswindungen **122** aufweist, die um den Magnetkreis **114** gewickelt sind. Die Sekundärwicklung **120** weist einen Anschluss **124** auf, der mit der Schutzanschlussanordnung **110** verbunden ist, um den Schutzstromwandler **32** mit der Überwachungsvorrichtung **14** elektrisch zu verbinden.

[0028] In dem Ausführungsbeispiel enthält der hochempfindliche Stromwandler **34** einen Magnetkreis **126**, der eine zentrale Öffnung **128** begrenzt. Die Öffnung **128** ist bemessen, um erste und zweite Leiter **24** und **26** durch sie hindurch aufzunehmen. Der erste und zweite Leiter **24** und **26** bilden eine Primärwicklung **130** für den hochempfindlichen Stromwandler **34**.

[0029] In dem Ausführungsbeispiel führen der erste und der zweite Leiter **24** und **26** im Wesentlichen übereinstimmende Ströme in entgegengesetzten Richtungen. Wie in **Fig. 6** gezeigt, kann der erste Leiter **24** einen durch Pfeil **132** dargestellten magnetischen Fluss erzeugen, und der zweite Leiter **26** kann einen durch Pfeil **134** dargestellten entgegengesetzten magnetischen Fluss erzeugen. Die Pole der Magnetflussmuster **132** und **134** definieren eine magnetisch neutrale Achse **136**, die im Wesentlichen rechtwinklig zu einer Bezugsachse **138** ist. In dem Ausführungsbeispiel sind der erste Leiter **24** und der zweite Leiter **26** relativ zu einem Mittelpunkt **140** des Magnetkreises **126** symmetrisch ausgerichtet. Spezieller sind der erste Leiter **24** und der zweite Leiter **26** jeweils längs der Bezugsachse **138** angeordnet, so dass die magnetisch neutrale Achse **136** im Wesentlichen rechtwinklig zu dem ersten und dem zweiten Leiter **24** und **26** verläuft.

[0030] In den Ausführungsbeispielen weist der hochempfindliche Stromwandler **34** mehrere Wicklungen

142 auf. Jede Wicklung **142** basiert auf mehreren Wicklungswindungen **144**, die um den Magnetkreis **126** gewickelt sind. Jede Wicklungswindung **144** ist in unmittelbarer Nähe einer benachbarten Wicklungswindung **144** angeordnet, so dass jede Wicklung **142** anhand eines dicht gepackten Satzes von Wicklungswindungen **144** gebildet ist.

[0031] In dem Ausführungsbeispiel enthält der hochempfindliche Stromwandler **34** eine erste Wicklung **146**, eine zweite Wicklung **148**, eine dritte Wicklung **150** und eine vierte Wicklung **152**, die sämtliche auf dem Magnetkreis **126** angeordnet sind. Die Magnetflussmuster **132** und **134**, die durch den ersten und zweiten Leiter **24** und **26** erzeugt sind, induzieren in den Wicklungen **146**, **148**, **150** und **152** einen Strom. Die Wicklungen **146**, **148**, **150** und **152** bilden eine Sekundärwicklung **154** für den hochempfindlichen Stromwandler **34**. In dem Ausführungsbeispiel ist die erste Wicklung **146** mit der zweiten Wicklung **148** verbunden, und die dritte Wicklung **150** ist mit der vierten Wicklung **152** verbunden. Die erste und zweite Wicklung **146** und **148** sind jeweils mit einem ersten Anschluss **156** verbunden, so dass die erste und zweite Wicklung **146** und **148** mit der Überwachungsvorrichtung **14** verbunden sind. Desgleichen sind die dritte und vierte Wicklung **150** und **152** jeweils mit einem zweiten Anschluss **158** verbunden, um eine Verbindung der dritten und vierten Wicklung **150** und **152** mit der Überwachungsvorrichtung **14** zu ermöglichen. In dem Ausführungsbeispiel sind die erste und zweite Wicklung **146** und **148** längs der magnetisch neutralen Achse **136** angeordnet, um einen Verluststrom in dem ersten und dem zweiten Leiter **24** und **26** zu erfassen. Die dritte und vierte Wicklung **150** und **152** sind längs der Bezugsachse **138** ausgerichtet, um eine Teilentladung und/oder Lastströme zu erfassen, die in dem ersten und dem zweiten Leiter **24** und **26** fließen.

[0032] In dem Ausführungsbeispiel basieren die Magnetkreise **114** und **126** jeweils auf einer Superlegierung, die ein magnetisches Material, beispielsweise Nickel, Molybdän und Eisen, enthält und eine hohe magnetische Permeabilität aufweist. Darüber hinaus können die Magnetkreise **114** und **126** auf Siliziumstahl, Legierungen und/oder Ferriten basieren. In dem Ausführungsbeispiel weisen die Magnetkreise **114** und **126** einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt auf. In einer Abwandlung können die Magnetkreise **114** und **126** dreieckig, quadratisch, rechteckig oder polygonal sein.

[0033] Die hierin beschriebenen exemplarischen Stromwandler können in vielfältigen Anwendungen verwendet werden, beispielsweise in Motoren, harmonischen Generatoren, Turbinengeneratoren, Windturbinengeneratoren, Kabeln, X-Formern, GIS, Beschleunigern und Solarmodulen. Außerdem weisen die exemplarischen Stromwandler gegenüber

bekannten Stromwandlern mehrere Vorteile auf, beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränkt zu sein, eine geringere Empfindlichkeit gegenüber einem Kabelorte in der zentralen Öffnung der Stromwandler, einen höheren Verstärkungsgrad und einen einfacheren Einbau, einen erleichterten Abgleich und eine genauere und wiederholbare Kalibrierung.

[0034] Während des Betriebs des elektrischen Überwachungssystems **10** nimmt die elektrische Stromüberwachungsvorrichtung **14** von dem hochempfindlichen Stromwandler **34** ein Überwachungssignal auf, das eine Stromdifferenz zwischen den Leitern **24** und **26** in dem ersten Frequenzbereich von Stromstärken kennzeichnet. Die Überwachungsvorrichtung **14** berechnet mehrere zeitliche Differenzstromstärkewerte in Relation zu einer vordefinierten Zeitspanne und berechnet einen Tendenzwert der Differenzstromstärke über die Zeit. Außerdem zeigt die Überwachungsvorrichtung **14** bei Erfassen einer Differenzstromstärke in dem ersten Frequenzbereich von Stromstärken dem Anwender ein Meldungssignal an, und sie zeigt ein Signal an, das einen Anstieg einer erfassten Differenzstromstärke über die Zeit kennzeichnet. Zusätzlich nimmt die Überwachungsvorrichtung **14** in dem Ausführungsbeispiel von dem Schutzstromwandler **32** ein Überwachungssignal auf, das eine Stromdifferenz zwischen den Leitern **24** und **26** kennzeichnet, die in dem zweiten Frequenzbereich von Stromstärken liegt. Die Überwachungsvorrichtung **14** bestimmt außerdem, dass eine Bedingung der Statorwicklungsisolierung des Elektromotors **18** eine vordefinierte Bedingung unterschreitet, falls die erfasste Stromdifferenz gleich oder größer als ein vordefinierter Differenzstromschwellwert in dem zweiten Frequenzbereich von Stromstärken ist. Darüber hinaus zeigt die Überwachungsvorrichtung **14** auf dem Display **44** ein Meldungssignal an, falls die ermittelte Bedingung der Statorwicklungsisolierung eine vordefinierte Statorwicklungsbedingung unterschreitet.

[0035] Die Ausrichtung des Schutzstromwandlers **32** und des hochempfindlichen Stromwandlers **34** innerhalb des Gehäuses **46** ist ausgewählt, um eine Überwachung einer Differenzstromstärke zwischen den Leitern **24** und **26** zu ermöglichen. Weiter ist die Ausrichtung, Größe und Form des Gehäuses **46** ausgewählt, um eine Reduzierung des elektrischen Rauschens zu ermöglichen, das zwischen dem Schutzstromwandler **32** und dem hochempfindlichen Stromwandler **34** erzeugt ist, und um die Stromwandler **32** und **34** vor Schäden zu schützen, die während des Einbaus und Betrieb des Überwachungssystems **10** verursacht werden.

[0036] Die oben beschriebenen Einrichtungen und Verfahren beseitigen zumindest einige Nachteile bekannter Überwachungsvorrichtungen, indem sie ein Überwachungssystem schaffen, das eine Stromwandleranordnung aufweist, die einen hochempfind-

lichen Stromwandler und einen Schutzstromwandler verwendet. Darüber hinaus weist die hierin beschriebene Stromwandleranordnung ein Gehäuse auf, das dimensioniert ist, um einen Schutzstromwandler und einen hochempfindlichen Stromwandler darin einzuschließen, um den Stromwandler vor Schaden zu schützen, und um ein elektrisches Rauschen zwischen dem Schutzstromwandler und dem hochempfindlichen Stromwandler zu reduzieren. Durch Verwendung einer Stromwandleranordnung, die einen Schutzstromwandler und einen hochempfindlichen Stromwandler aufweist, die in einem einzigen Gehäuse angeordnet sind, werden die Herstellungskosten einer Überwachungsvorrichtung zur Überwachung einer Bedingung einer Statorwicklungsisolierung in einem Elektromotor gegenüber bekannten Überwachungsvorrichtungen verringert.

[0037] Ein exemplarischer technischer Effekt der hierin beschriebenen Verfahren, Systeme und Einrichtungen beinhaltet mindestens: (a), Aufnehmen eines Überwachungssignals von einem hochempfindlichen Stromwandler, das eine Stromdifferenz zwischen einem ersten Leiter und einem zweiten Leiter kennzeichnet; (b) Berechnen mehrerer zeitlicher Differenzstromstärkewerte in Relation zu einer vordefinierten Zeitspanne; (c) Berechnen eines Tendenzwerts der Differenzstromstärke über die Zeit; und (d) Anzeige eines Signals, das einen Anstieg einer erfassten Differenzstromstärke über die Zeit kennzeichnet.

[0038] Im Vorausgehenden sind Ausführungsbeispiele einer Stromwandleranordnung für den Einsatz in einem elektrischen Überwachungssystem und Verfahren zum Zusammenbau der Stromwandleranordnung im Einzelnen beschrieben. Die Systeme und Verfahren sind nicht auf die hierin beschriebenen speziellen Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr können Systemkomponenten und/oder Schritte der Verfahren unabhängig und getrennt von hier beschriebenen anderen Komponenten und/oder Schritten genutzt werden. Beispielsweise können die Verfahren auch in Verbindung mit sonstigen elektrischen Überwachungssystemen verwendet werden, und sie sind nicht lediglich auf die Verwendung in Zusammenhang mit dem hierin beschriebenen elektrischen Überwachungssystem beschränkt. Vielmehr kann das Ausführungsbeispiel in Verbindung mit vielen sonstigen Überwachungssystemanwendungen verwirklicht und genutzt werden.

[0039] Wenn spezielle Merkmale vielfältiger Ausführungsbeispiele der Erfindung in einigen Zeichnungen gezeigt sind und in anderen nicht, dient dies lediglich der vereinfachten Darstellung. Gemäß den Grundzügen der Erfindung kann jedes Merkmal einer Zeichnung in Kombination mit jedem Merkmal jeder anderen Zeichnung herangezogen und/oder in den Schutzzumfang einbezogen sein.

[0040] Die vorliegende Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung, einschließlich des besten Modus zu beschreiben, und um außerdem jedem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung in der Praxis einzusetzen, beispielsweise beliebige Einrichtungen und Systeme herzustellen und zu nutzen, und beliebige damit verbundene Verfahren durchzuführen. Der patentfähige Schutzbereich der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann andere dem Fachmann in den Sinn kommende Beispiele umfassen. Solche anderen Beispiele sollen in den Schutzbereich der Ansprüche fallen, falls sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich von dem wörtlichen Inhalt der Ansprüche nicht unterscheiden, oder falls sie äquivalente strukturelle Elemente enthalten, die nur unwesentlich von dem wörtlichen Inhalt der Ansprüche abweichen.

[0041] Hierin ist eine Stromwandleranordnung **16** für die Verwendung in einem elektrischen Überwachungssystem **10** beschrieben. Zu der Stromwandleranordnung gehört ein Gehäuse **46**, das mehrere Abschirmelemente **48** aufweist, die darin zumindest teilweise einen Hohlraum **50** definieren. Das Gehäuse weist außerdem eine Innenfläche **52** auf, die eine Öffnung **60** definiert, die sich durch das Gehäuse erstreckt. Ein erster Stromwandler **32** ist innerhalb des Gehäuses angeordnet. Ein zweiter Stromwandler **34** ist innerhalb des Gehäuses angeordnet und ist mit einem Abstand von dem ersten Stromwandler angeordnet, um elektronisches Rauschen zwischen dem ersten und dem zweiten Stromwandler zu reduzieren.

Bezugszeichenliste

10	Elektrisches Überwachungssystem	54	Radial äußere Fläche
12	Elektromotorsystem	56	Vorderseite
14	Elektrische Stromüberwachungsvorrichtung	58	Rückseiten
16	Stromwandleranordnung	60	Zentrale Öffnung
18	Elektromotor	62	Mittelachse
20	Elektrische Spannungsquelle	64	Radiale Breite
22	Leiter	66	Axiale Länge
24	Erster Leiter	68	Inneres Abschirmelement
26	Zweiter Leiter	70	Äußeres Abschirmelement
28	Erster Strom	72	Radialer Abstand
29	Pfeil	74	Radiale Breite
30	Zweiter Strom	76	Außenfläche
31	Pfeil	78	Radiale Breite
32	Schutzstromwandler	80	Innenfläche
34	Differenzstromwandler	82	Erstes Seitenabschirmelement
36	Prozessor	84	Zweites Seitenabschirmelement
38	Speichereinrichtung	86	Magnetkreis
40	Schutzmodul	88	Außenfläche
42	Diagnosemodul	90	Magnetkreis
44	Display	92	Außenfläche
46	Gehäuse	94	Axialer Abstand
48	Abschirmelemente	96	Spalt
50	Hohlraum	98	Inneres Abschirmelement
52	Radial innere Fläche	100	Erste Kammer
		102	Zweite Kammer
		104	Axiale Weite
		106	Abstandhalter
		108	Anschlussanordnung
		110	Schutzanschlussanordnungen
		112	Diagnoseanschlussanordnungen
		114	Magnetkreis
		116	Zentrale Öffnung
		118	Primärwicklung
		120	Sekundärwicklung
		122	Wicklungswindungen
		124	Anschluss
		126	Magnetkreis
		128	Öffnung
		130	Primärwicklung
		134	Pfeil
		136	Magnetisch neutrale Achse
		138	Bezugsachse
		140	Mittelpunkt
		142	Wicklung
		144	Wicklungswindung
		146	Erste Wicklung
		148	Zweite Wicklung
		150	Dritte Wicklung
		152	Vierte Wicklung
		154	Sekundärwicklung
		156	Erster Anschluss
		158	Zweiter Anschluss

Patentansprüche

1. Stromwandleranordnung (**16**) für die Verwendung in einem elektrischen Überwachungssystem (**10**), wobei zu der Stromwandleranordnung gehören:

ein Gehäuse (46), das mehrere Abschirmelemente (48) aufweist, die darin zumindest teilweise einen Hohlraum (50) definieren, wobei das Gehäuse außerdem eine Innenfläche (52) aufweist, die eine Öffnung (60) definiert, die sich durch das Gehäuse erstreckt; ein erster Stromwandler (32), der in dem Gehäuse angeordnet ist; und

ein zweiter Stromwandler (34), der in dem Gehäuse positioniert ist, und der mit einem Abstand von dem ersten Stromwandler angeordnet ist, um eine Reduzierung eines elektronischen Rauschens zwischen dem ersten und dem zweiten Stromwandler durchzuführen.

2. Stromwandleranordnung (16) nach Anspruch 1, wobei zu dem Gehäuse (46) gehören:

ein inneres Abschirmelement (68), das eine radial innere Fläche (52), die die Gehäuseöffnung (60) definiert, und eine radial äußere Fläche (76) aufweist, die den Gehäusehohlraum (50) zumindest teilweise definiert; und

ein äußeres Abschirmelement (70), das gegenüber dem inneren Abschirmelement radial außen angebracht ist, so dass sich der Gehäusehohlraum zwischen dem inneren Abschirmelement und dem äußeren Abschirmelement erstreckt.

3. Stromwandleranordnung (16) nach Anspruch 2, ferner mit einer Schutzanschlussanordnung (110), die mit dem ersten Stromwandler (32) elektrisch verbunden ist, wobei sich die Schutzanschlussanordnung durch das äußere Abschirmelement (70) erstreckt, um den ersten Stromwandler mit einem elektrischen Überwachungssystem (10) elektrisch zu verbinden.

4. Stromwandleranordnung (16) nach Anspruch 3, zu der außerdem wenigstens eine Diagnoseanschlussanordnung (112) gehört, die mit dem zweiten Stromwandler (34) elektrisch verbunden ist, wobei sich die Diagnoseanschlussanordnung durch das äußere Abschirmelement (70) erstreckt, um den zweiten Stromwandler mit dem elektrischen Überwachungssystem (10) elektrisch zu verbinden.

5. Stromwandleranordnung (16) nach Anspruch 1, wobei das Gehäuse (46) zwischen dem ersten und dem zweiten Stromwandler (32, 34) ein inneres Abschirmelement (98) aufweist, um elektronisches Rauschen zwischen dem ersten und dem zweiten Stromwandler zu reduzieren.

6. Stromwandleranordnung (16) nach Anspruch 5, wobei das innere Abschirmelement (98) wenigstens einen Abstandhalter (106) aufweist, der sich von dem inneren Abschirmelement (98) nach außen erstreckt.

7. Stromwandleranordnung (16) nach Anspruch 1, wobei der erste Stromwandler (32) einen Magnetkreis (114) mit einer geschlossenen zentralen Öff-

nung (116) und einer Wicklung (120) aufweist, wobei die Wicklung auf mehreren Wicklungswindungen (122) basiert, die um eine Außenfläche des Magnetkreises gewickelt sind.

8. Stromwandleranordnung (16) nach Anspruch 7, wobei der zweite Stromwandler (34) einen Magnetkreis (126) mit einer geschlossenen zentralen Öffnung (128) und mehreren Wicklungen (142) aufweist, die mit einer Außenfläche des Magnetkreises verbunden sind, wobei jede Wicklung der mehreren Wicklungen mehrere Wicklungswindungen (114) aufweist, die um die Außenfläche gewickelt sind.

9. Elektrisches Überwachungssystem (10) zur Überwachung des Betriebs eines Elektromotors (12), wobei zu dem elektrischen Überwachungssystem gehören:

eine elektrische Stromüberwachungsvorrichtung (14); und

eine Stromwandleranordnung (16), die mit dem Elektromotor (12) verbunden ist, wobei der Stromwandler dazu eingerichtet ist, einen elektrischen Strom zu erfassen, der dem Elektromotor zugeführt ist, und ein Signal, das den erfassten Strom kennzeichnet, zu der elektrischen Stromüberwachungsvorrichtung zu übermitteln, wobei zu der Stromwandleranordnung gehören:

ein Gehäuse (46), das mehrere Abschirmelemente (48) aufweist, die darin zumindest teilweise einen Hohlraum (50) definieren, wobei das Gehäuse außerdem eine Innenfläche (52) aufweist, die eine Öffnung (60) definiert, die sich durch das Gehäuse hindurch erstreckt;

ein erster Stromwandler (32), der in dem Gehäuse angeordnet ist; und

ein zweiter Stromwandler (34), der in dem Gehäuse positioniert ist, und der mit einem Abstand von dem ersten Stromwandler angeordnet ist, um elektronisches Rauschen zwischen dem ersten und dem zweiten Stromwandler zu reduzieren.

10. Elektrisches Überwachungssystem (10) nach Anspruch 9, wobei zu dem Gehäuse (46) gehören:

ein inneres Abschirmelement (68), das eine radial innere Fläche (52), die die Gehäuseöffnung (60) definiert, und eine radial äußere Fläche (76) aufweist, die den Gehäusehohlraum (50) zumindest teilweise definiert; und

ein äußeres Abschirmelement (70), das gegenüber dem inneren Abschirmelement radial außen angebracht ist, so dass sich der Gehäusehohlraum zwischen dem inneren Abschirmelement und dem äußeren Abschirmelement erstreckt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

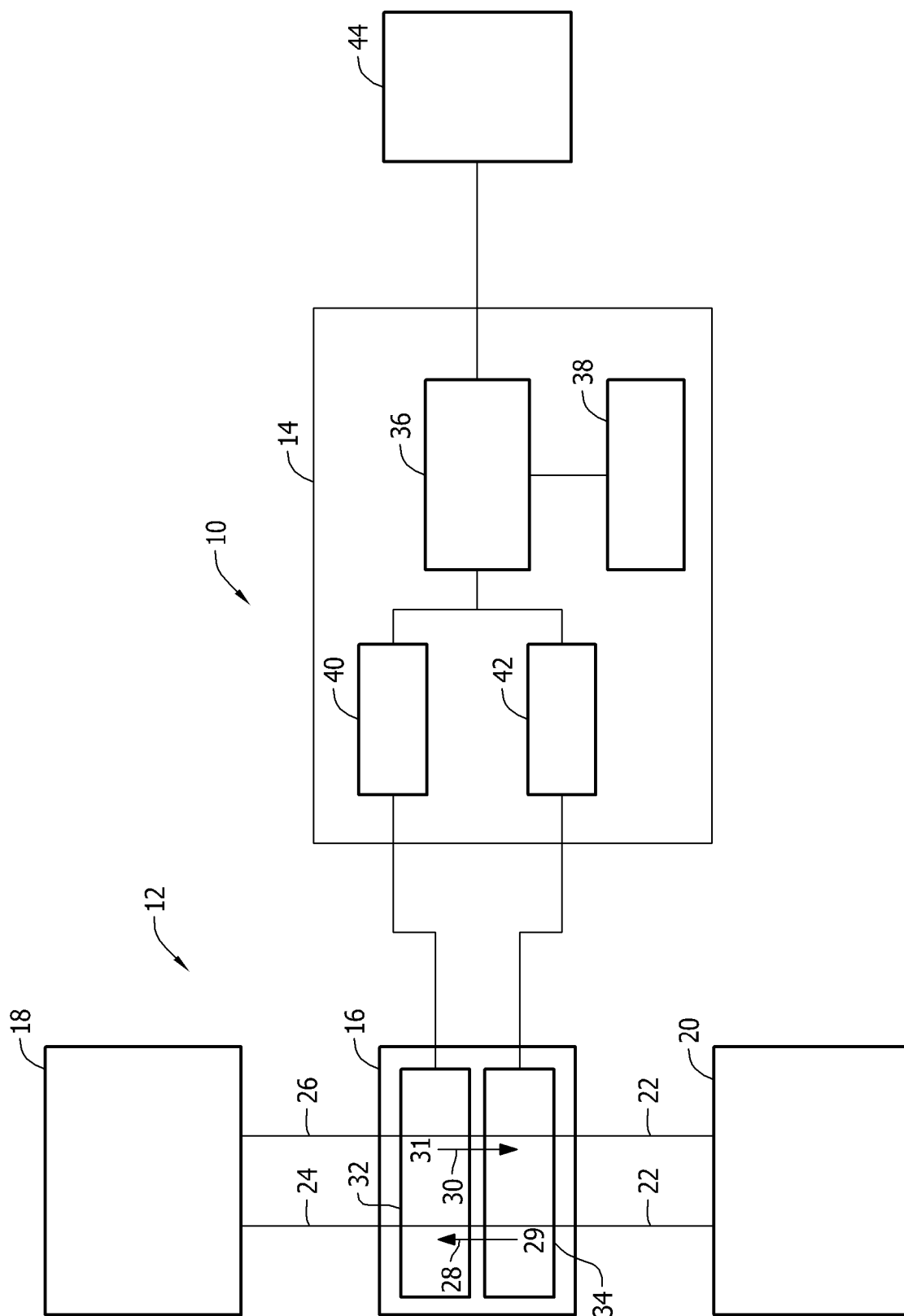


FIG. 1

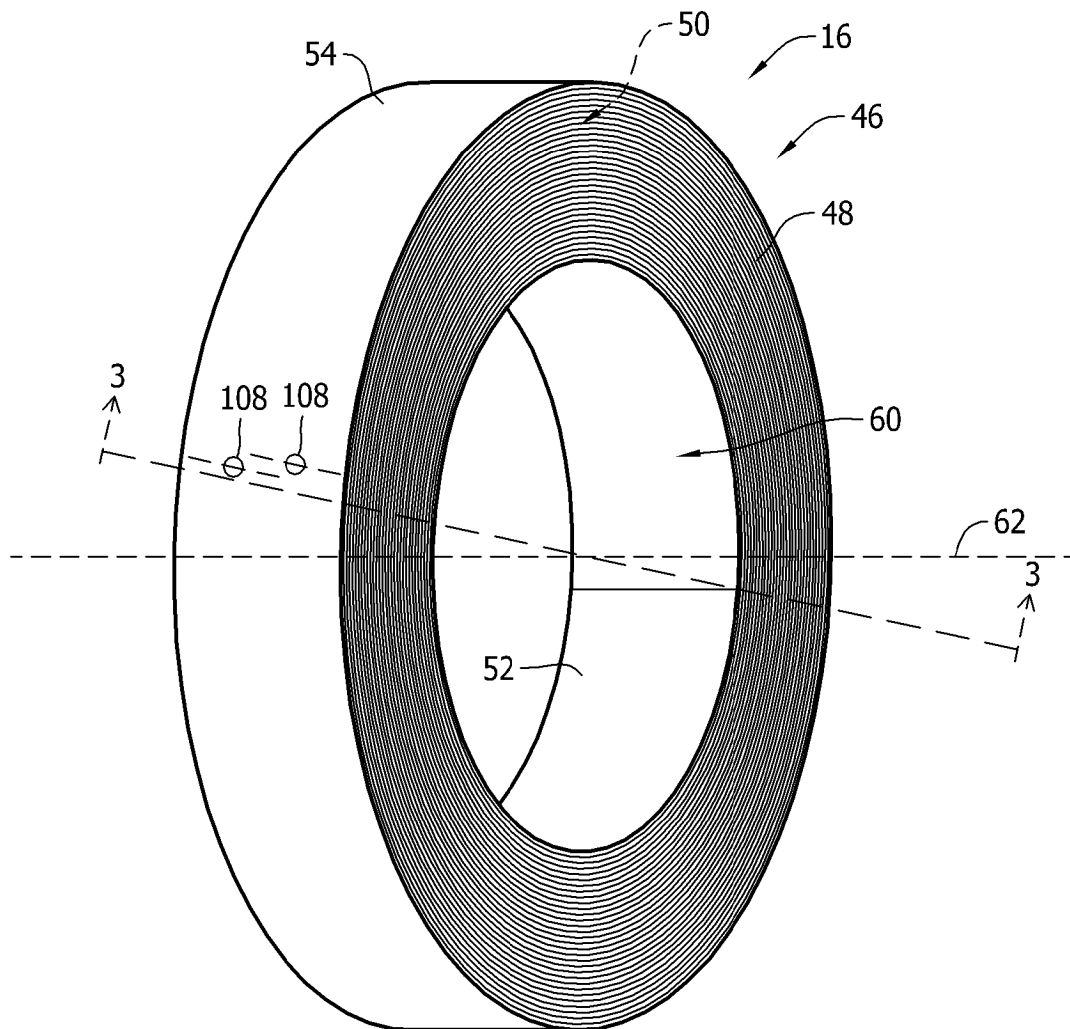


FIG. 2

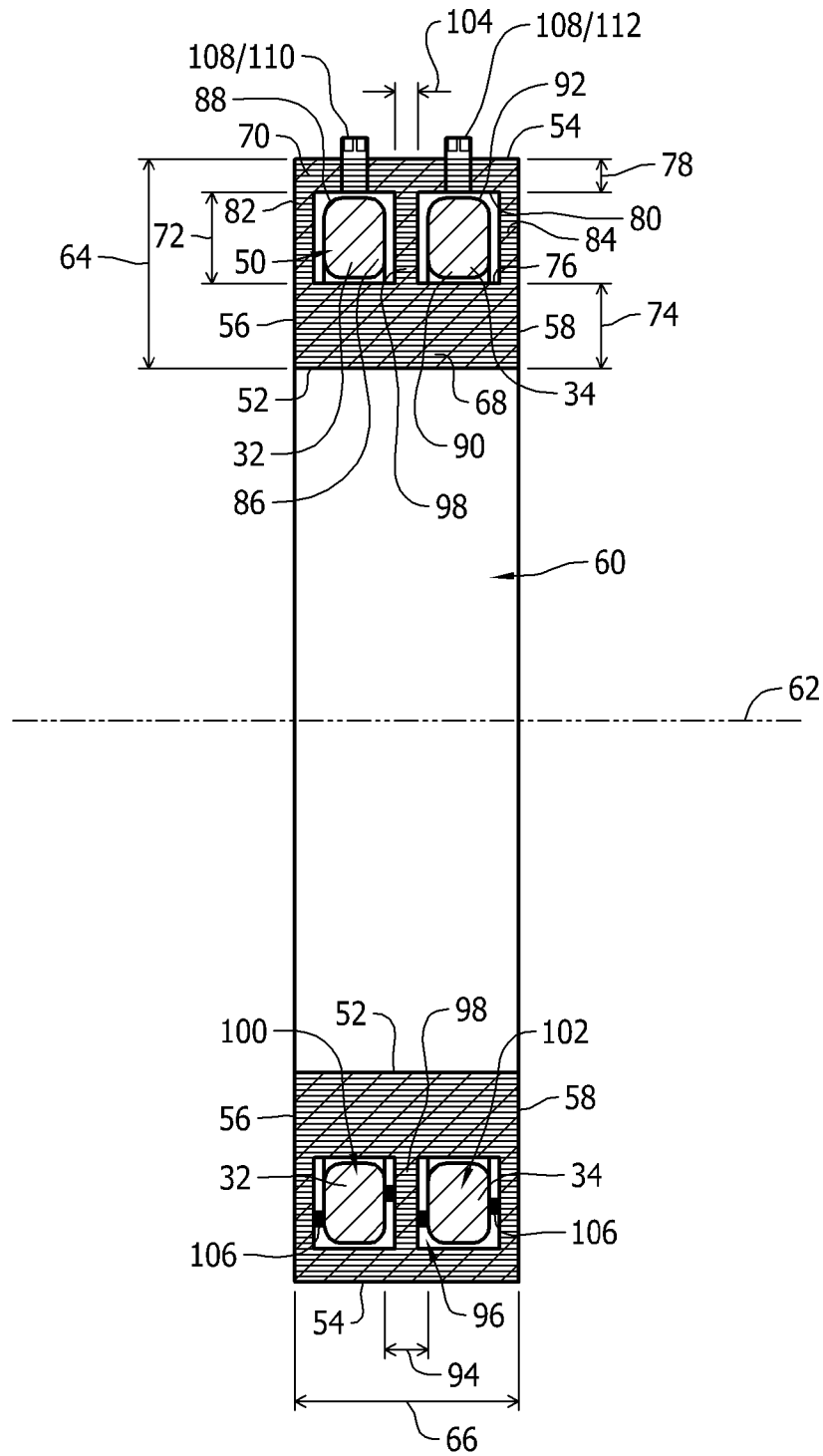


FIG. 3

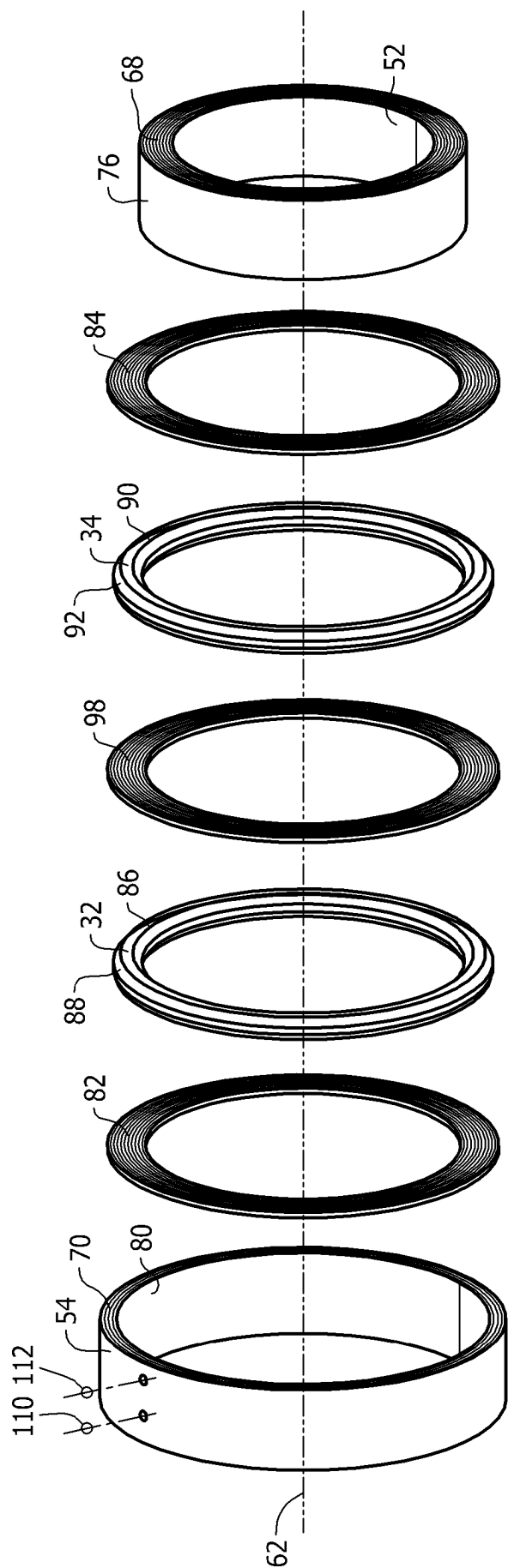


FIG. 4

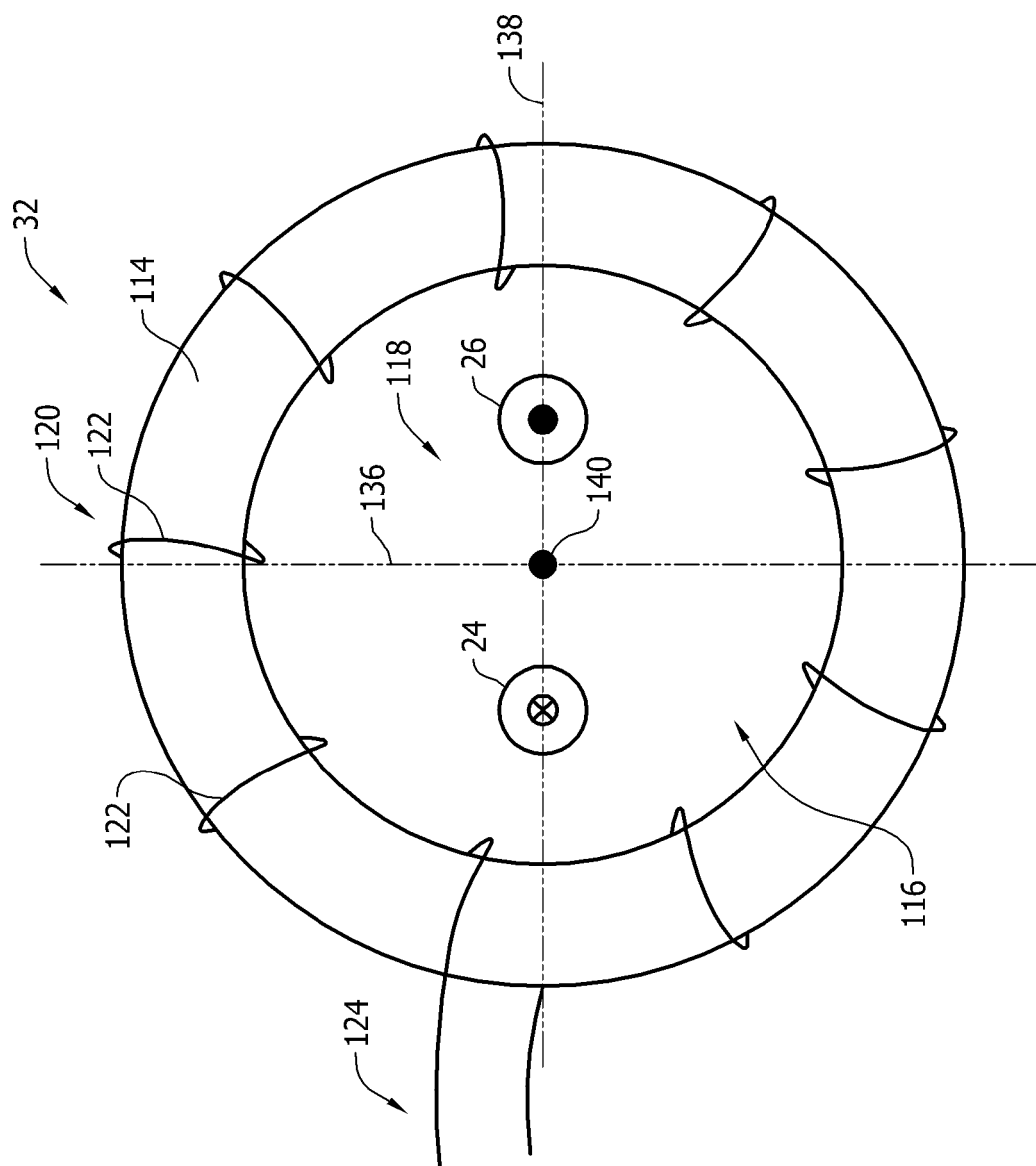


FIG. 5

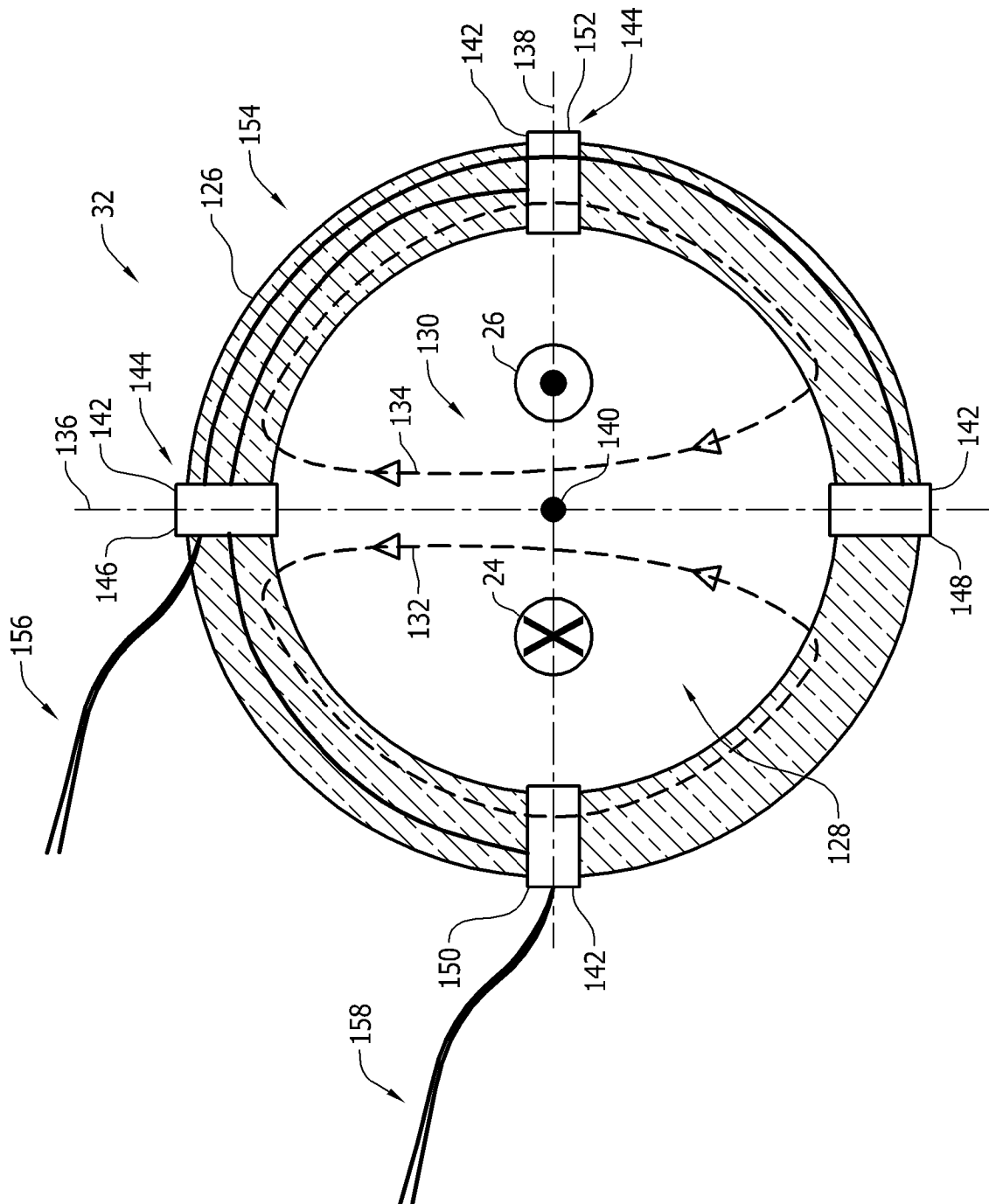


FIG. 6