

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU505823

<https://patent.public.lu/fo-eregister-view/>

12

BREVET D'INVENTION**B1**

21

N° de dépôt: LU505823

51

Int. Cl.:

H01F 38/30, G01R 15/18, G01R 22/06

22

Date de dépôt: 18/12/2023

30

Priorité:

73

Titulaire(s):

PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG – 32825
Blomberg (Deutschland)

43

Date de mise à disposition du public: 19/06/2025

72

Inventeur(s):

EMME Christoph – Deutschland

47

Date de délivrance: 19/06/2025

DX

Date d'expiration: 18/12/2043

74

Mandataire(s):

PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG –
32825 Blomberg (Deutschland)

85

Date d'entrée en phase nationale:

86

N° de dépôt de la demande internationale:

54

Technik zum Spannungsabgriff für eine Rogowski-Spule.

57

Technik zum Spannungsabgriff für eine Rogowski-Spule
Zusammenfassung Eine Technik zur Befestigung einer Rogowski-Spule (150) an einer Stromschiene (160) wird beschrieben. Gemäß einem Aspekt der Technik umfasst eine Vorrichtung (100) mindestens ein Verbindungselement (102), das mit der Rogowski-Spule (150) mechanisch verbunden oder verbindbar ist. Die Vorrichtung (100) weist eine Ausnehmung (104) zur Befestigung der Vorrichtung (100) an der Stromschiene (160) auf. Ferner hat die Vorrichtung (100) einen Spannungssignalausgang (120), der an der Ausnehmung (104) mit der Stromschiene (160) elektrisch leitend verbunden oder verbindbar ist.

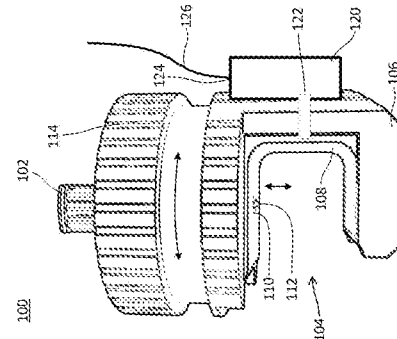


Fig. 1

Technik zum Spannungsabgriff für eine Rogowski-Spule

Die Erfindung betrifft eine Technik zur Befestigung einer Rogowski-Spule.

- 5 Insbesondere sind eine Vorrichtung zur Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene, ein System mit einer Rogowski-Spule und einer entsprechenden Befestigungsvorrichtung sowie ein Messverfahren unter Verwendung einer entsprechenden Vorrichtung offenbart.
- 10 Das Europäische Patent EP 2 990 808 B1 beschreibt eine Halterungseinrichtung für eine Rogowski-Spule, um diese zur Messung von Wechselströmen an elektrischen Leitern wie Stromschienen oder Kabeln zu befestigen. Die Rogowski-Spule ist eine toroidförmige Messspule, die in der Regel keinen ferromagnetischen Kern enthält und um den zu messenden Leiter gelegt wird,
- 15 um den durch ihn fließenden Wechselstrom zu erfassen. Kernstück der Lehre des Europäische Patents EP 2 990 808 B1 ist die konzeptionelle Trennung der Halterungseinrichtung in zwei Hauptkomponenten. Zum einen ist ein Gehäuseteil unmittelbar mit der Rogowski-Spule verbunden und kann die Auswerteelektronik für die Signale der Spule enthalten. Zum anderen ist das Befestigungsteil an der
- 20 Stromleitungseinrichtung (Stromschiene oder Kabel) angebracht und dann mit dem Gehäuseteil verbunden. Ein wesentlicher Vorteil liegt in der modularen Bauweise und beispielsweise einer damit ermöglichten Verdrehbarkeit, beispielsweise mit einem Ratschenmechanismus.
- 25 Jedoch ermöglichen die bestehenden Vorrichtungen lediglich die Montage der Rogowski-Spule. Dabei wäre insbesondere für die Leistungsmessung eine Spannungsmessung wünschenswert. Jedoch erfordert dies eine aufwendige Montage eines Systems aus Strommessstelle mit Rogowski-Spule und Spannungsmessstelle. Zudem steht für eine zusätzliche Klemmstelle auf der
- 30 Stromschiene zur Messung der Spannung oftmals kein Bauraum unmittelbar an der Montagestelle der Rogowski-Spule zur Verfügung oder ist nur mit weiteren Umbauten zugänglich. Und eine räumliche Trennung von Strommessstelle und Spannungsmessstelle macht den Schaltungsaufbau unübersichtlich, führt zu

zusätzlichen Verdrahtungen und kann zu einer inkonsistenten und fehlerhaften Leistungsmessung führen, beispielsweise aufgrund eines Spannungsabfalls zwischen den beiden Messstellen oder durch Übersprechen in der Verdrahtung.

- 5 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Technik zur Befestigung einer Rogowski-Spule anzugeben, bei welcher die Installation einer Spannungsmessstelle entfällt.

Die Aufgabe wird jeweils mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche
10 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden unter teilweiser
Bezugnahme auf die Figuren beschrieben.

15

Ein Vorrichtungsaspekt betrifft eine Vorrichtung zur Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene. Die Vorrichtung umfasst mindestens ein Verbindungselement, das mit der Rogowski-Spule mechanisch verbunden oder
verbindbar ist. Ferner umfasst die Vorrichtung eine Ausnehmung zur Befestigung
20 der Vorrichtung an der Stromschiene. Ein Spannungssignalausgang der Vorrichtung ist an der Ausnehmung mit der Stromschiene elektrisch leitend verbunden oder verbindbar.

Der Spannungssignalausgang kann dazu ausgebildet sein, ein Spannungssignal
25 auszugeben, das eine an der Ausnehmung von der Stromschiene abgegriffene Spannung ausgibt. Beispielsweise kann ein Potential des Spannungssignals gleich dem Potential der Stromschiene an der Ausnehmung sein.

Somit kann bei Verwendung von Ausführungsbeispielen der Vorrichtung zur
30 Befestigung der Rogowski-Spule die Installation einer weiteren Spannungsmessstelle entfallen. Somit ist der Bauraum entlang der Stromschiene reduziert und ein Spannungsabfall durch inkonsistente

Messungen an verschiedenen Stellen entlang der Stromschiene ist ausgeschlossen.

Die Ausnehmung kann an mindestens einer innenliegenden Seite eine
5 Kontaktfläche aufweisen, die mit dem Spannungssignalausgang elektrisch leitend verbunden ist, beispielsweise über einen Spannungssignalleiter durch ein Gehäuse der Vorrichtung oder über einen Schaftbereich einer Spindelschraube.

Die Ausnehmung kann an einer innenliegenden Seite, beispielsweise an einer
10 der vorgenannten Kontaktflächen, eine Öffnung zur Durchführung einer Spindelschraube aufweisen. Die Spindelschraube kann mit dem Spannungssignalausgang elektrisch leitend verbunden sein, beispielsweise über einen Spannungssignalleiter durch ein Gehäuse der Vorrichtung oder über einen Schaftbereich der Spindelschraube selbst.

15 Die Spindelschraube kann elektrisch leitend, beispielsweise metallisch, sein. Dadurch können mechanischer Kraftschluss und elektrische Spannungsabgriff an einem Punkt der Stromschiene realisiert sein.

20 Der Spannungssignalausgang kann lösbar mit der Vorrichtung verbunden oder verbindbar sein. Optional weist das Gehäuse der Vorrichtung eine Öffnung zur Aufnahme des am Spannungssignalausgang befestigten Spannungssignalleiters auf. Alternativ oder ergänzend ragt der Spannungssignalleiter aus dem Gehäuse der Vorrichtung und der Spannungssignalausgang ist auf den am Gehäuse
25 befestigten Spannungssignalleiter aufgesteckt oder aufsteckbar.

Dies kann eine Modularität ermöglichen. Die Möglichkeit, den Spannungssignalausgang zu trennen, erleichtert den Austausch oder das Upgrade von Komponenten, ohne das gesamte Montagesystem ersetzen zu
30 müssen. Dadurch wird eine hohe Flexibilität in der Konfiguration des Messsystems erreicht.

Ferner kann dies die Wartungsfreundlichkeit verbessern. Bei einer Fehlfunktion kann der Spannungssignalausgang schnell demontiert und repariert oder durch ein anderes Modul ersetzt werden, wodurch die Ausfallzeiten des Gesamtsystems minimiert werden.

5

Auch kann dies eine Individualisierung der Vorrichtung ermöglichen. Nutzer können die Vorrichtung entsprechend ihren spezifischen Anforderungen konfigurieren, indem sie sich beispielsweise entscheiden, ob ein Spannungssignalausgang benötigt wird oder nicht.

10

Ferner können Materialressourcen effizienter eingesetzt werden, beispielsweise durch die Möglichkeit, einzelne Spannungssignalausgänge zu entfernen oder hinzuzufügen, kann ein Messsystem zielgenau konfiguriert werden. Ferner muss nicht die gesamte Vorrichtung bei kleineren Anpassungen ausgetauscht werden.

15

Die Option, dass das Gehäuse der Vorrichtung eine Öffnung zur Aufnahme des am Spannungssignalausgang befestigten Spannungssignalleiters aufweist oder umgekehrt der Spannungssignalleiter aus dem Gehäuse ragt und der Spannungssignalausgang auf den am Gehäuse befestigten

20

Spannungssignalleiter aufgesteckt oder aufsteckbar ist, kann die Montage und Demontage vereinfachen. Das Aufstecken des Spannungssignalausgangs auf den Spannungssignalleiter ermöglicht eine schnelle und werkzeuglose Installation oder Entfernung.

25

Ferner kann der Spannungssignalleiter, der im aufsteckbaren Spannungssignalausgang integriert ist, die elektrische Sicherheit verbessern, indem an der Befestigungsvorrichtung keine Kontakte freiliegen.

30

Die Spindelschraube kann mit einem Rändelrad drehfest verbunden sein für eine manuelle Längenänderung des in die Ausnehmung ragenden Endes der Spindelschraube. Beispielsweise kann das Schraubenende eine gehärtete Spitze oder eine Kontaktfläche aufweisen.

Für einen zuverlässigem Spannungsabgriff kann die gehärtete Spitze der Spindelschraube in die Oberfläche der Stromschiene eingedrückt werden oder die Kontaktfläche kann mittels der Spindelschraube gegen die Stromschiene gedrückt werden.

5

Die Spindelschraube kann in ein Innengewinde der Vorrichtung (beispielsweise einer elektrisch leitenden Konstruktion der Ausnehmung) eingeschraubt sein und eine präzise Längenänderung durch Drehen der Spindelschraube ermöglichen. Da die Gewindeflanken der Spindelschraube und des Innengewindes in direkten Kontakt treten und eine mechanische Verbindung bilden (die eine Linearbewegung zulässt), kann über das Innengewinde (beispielsweise über die elektrisch leitende Konstruktion der Ausnehmung) die elektrisch leitende Verbindung zum Spannungssignalausgang hergestellt sein.

10

15

Die Längenänderung kann eine Längenanpassung an eine Breite der Stromschiene sein, die kleiner als eine Breite (gemessen parallel zu Längsrichtung der Spindelschraube) der Ausnehmung ist.

20

Die Verwendung der Spindelschraube mit Rändelrad ermöglicht durch die Übersetzung des Spindelgewindes eine feinfühligere Anpassung des Anpressdrucks, was eine genaue Einstellung der Anpresskraft zwischen der Vorrichtung und der Stromschiene und damit auch des zuverlässigen elektrischen Kontakts ermöglicht. Dies ist wichtig für einen stabilen mechanischen Kontakt, sowie für eine gleichbleibend hohe Messgenauigkeit.

25

30

Ferner ermöglicht diese Mechanik eine schnelle Montage und Demontage. Die Schraube kann schnell und ohne zusätzliches Werkzeug angezogen oder gelöst werden, wodurch die Montage und Demontage der Vorrichtung beschleunigt werden. Ferner besteht keine Gefahr, da kein Werkzeug benötigt wird, dass ein leitendes Werkzeug versehentlich Kurzschlüsse oder andere elektrische Störungen verursacht.

Eine gehärtete Spitze kann in die Oberfläche der Stromschiene eindrücken, was einen sicheren mechanischen Halt und eine gute elektrische Verbindung bietet. Eine Kontaktfläche bietet eine größere Fläche für den elektrischen Kontakt und reduziert dadurch den Übergangswiderstand, was wiederum zu genaueren
5 Spannungsmessungen führt.

Die manuelle Einstellbarkeit mittels Rändelrad kann das Risiko vermindern, dass zu viel Druck ausgeübt wird, was die Stromschiene oder andere Komponenten beschädigen könnte.

10

Der Spannungssignalausgang kann einen Spannungssignalleiter aufweisen, der sich durch ein Gehäuse (beispielsweise eine Wand des Gehäuses) erstreckt. Der Spannungssignalleiter kann in einen Spannungssignalanschluss des Spannungssignalausgangs enden, beispielsweise einer Steckbuchse, einer
15 Steckklemme und/oder einer (beispielsweise verlöteten oder fest verklemmten) Spannungssignalleitung zur Übertragung eines Spannungssignals, das eine Spannung der Stromschiene angibt.

Die Spannungssignalleitung kann (beispielsweise mittels der Steckbuchse oder
20 der Steckklemme) lösbar mit dem Spannungssignalanschluss verbindbar sein.

Der Spannungssignalausgang kann in einem Spulenkopf der Rogowski-Spule integriert sein, beispielsweise zur kombinierten Ausgabe und/oder Auswertung eines an der Ausnehmung abgegriffenen Spannungssignals und eines
25 Stromsignals der Rogowski-Spule.

Der Spulenkopf kann als Stromsignalausgang und als Spannungssignalausgang dienen. Alternativ oder ergänzend kann die kombinierte Auswertung eine Bestimmung einer elektrischen Leistung und/oder eines Leistungsfaktors
30 umfassen.

Die Rogowski-Spule kann ein lösbares Ende aufweist, welches durch einen Bajonett-Verschluss mit dem Spulenkopf verbindbar ist, um die Rogowski-Spule (vorzugsweise einfach) um die Stromschiene legen und befestigen zu können.

- 5 Die Spindelschraube der Vorrichtung kann einen Schaftbereich aufweisen, der als Spannungssignalleiter ein an der Ausnehmung abgegriffenes Spannungssignal zum integrierten Spannungssignalausgang im Spulenkopf führt. Beispielsweise kann ein Rändelrad der Spindelschraube zwischen dem Schaftbereich und der Ausnehmung angeordnet sein. Alternativ oder ergänzend
- 10 kann der Schaftbereich konzentrisch zwischen mehreren des mindestens einen Verbindungselements angeordnet sein. Dadurch kann das Spannungssignal in einen drehbaren Spulenkopfs übertragen werden.

- Der Spulenkopf kann eine gemeinsame Schnittstelle für eine kombinierte
- 15 Stromsignal- und Spannungssignalleitung aufweisen, durch welche das an der Ausnehmung abgegriffene Spannungssignal und ein Stromsignal der Rogowski-Spule übertragbar sind. Dadurch kann eine übersichtliche und funktional gruppierte Signalisierung realisiert sein.

- 20 Der Spannungssignalausgang kann einen Analog-Digital-Wandler und eine Netzwerkschnittstelle umfassen zur Ausgabe eines Datenpakets, welches das an der Ausnehmung abgegriffene Spannungssignal angibt. Beispielsweise kann der im Spulenkopf integrierte Spannungssignalausgang ferner einen Analog-Digital-Wandler des Stromsignals der Rogowski-Spule umfassen und die
- 25 Netzwerkschnittstelle kann ferner dazu ausgebildet sein, ein das Stromsignal und/oder die elektrische Leistung angegebendes Datenpaket auszugeben.

- Die Vorrichtung kann ferner mindestens einen Sensor an der Ausnehmung aufweisen zur Erfassung von Temperatur und/oder mechanischer Belastung,
- 30 z.B. mechanische Spannungen oder Vibrationen, an der Stromschiene. Der mindestens eine Sensor kann mit dem Spannungssignalausgang kommunikativ verbunden sein zur Ausgabe von Sensorsignalen des mindestens einen Sensors zusammen mit dem an der Ausnehmung erfassten Spannungssignal.

Beispielsweise können die Sensorsignale in das von der Netzwerkschnittstelle ausgegebene Datenpaket integriert sein.

Die Sensorsignale können zur Überwachung des thermischen Zustands
5 und/oder der mechanischen Integrität der Stromschiene genutzt werden.

Ein Systemaspekt betrifft ein System mit einer Rogowski-Spule und einer
Vorrichtung gemäß dem Vorrichtungsaspekt. Das System umfasst die
Vorrichtung gemäß dem Vorrichtungsaspekt und einen mittels der Vorrichtung
10 an einer Stromschiene befestigte Rogowski-Spule zur Erfassung eines durch die
Stromschiene fließenden Stroms.

Ein Spulenkopf der Rogowski-Spule und/oder der Spannungssignalausgang der
Vorrichtung kann eine Auswerteeinheit umfassen, die dazu ausgebildet ist, ein
15 den Strom angegebendes Stromsignal der Rogowski-Spule und das
Spannungssignal der Vorrichtung zu erfassen und ein Leistungssignal
ausgeben, das eine Leistung und/oder eine Phasenlage angibt. Die Phasenlage
kann einen Phasenwinkel zwischen dem Strom (gemäß dem Stromsignal) und
der Spannung (gemäß dem Spannungssignal) der Stromschiene sein.

20

Der Spannungssignalausgang der Vorrichtung für das Spannungssignal kann
eine Schnittstelle zwischen der Vorrichtung und dem Spulenkopf umfassen.
Alternativ oder ergänzend kann der Spannungssignalausgang für das
Spannungssignal eine im Spulenkopf angeordnete Steckbuchse umfassen.
25 Alternativ oder ergänzend kann der Spulenkopf eine Schnittstelle für das
Spannungssignal, optional zur Aufnahme des Schaftbereichs der
Spindelschraube, umfassen.

Ein Verfahrensaspekt betrifft ein Verfahren zur Messung einer durch eine
30 Stromschiene transportierten (beispielsweise bereitgestellten) elektrischen
Leistung. Das Verfahren umfasst den Schritt des Befestigens einer Rogowski-
Spule an einer Stromschiene, die sich durch eine Ausnehmung der Vorrichtung
des Vorrichtungsaspekts erstreckt. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt des

kombinierten Erfassens eines Stroms der Stromschiene mittels der Rogowski-Spule und einer Spannung der Stromschiene mittels der Vorrichtung zur Messung der durch die Stromschiene transportierten elektrischen Leistung.

- 5 Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen:

- 10 Fig. 1 eine perspektivische Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene mit Spannungssignalausgang;
- 15 Fig. 2 eine perspektivische Seitenansicht einer Variante des ersten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene mit Spannungssignalausgang;
- 20 Fig. 3 eine Seitenansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene mit Spannungssignalausgang;
- 25 Fig. 4 eine gegenüber der Fig. 3 um 90 gedrehte Seitenansicht des zweiten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene mit Spannungssignalausgang;
- 30 Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Systems mit einer Rogowski-Spule, die mittels des ersten oder zweiten Ausführungsbeispiels der Vorrichtung auf einer Stromschiene befestigt ist;

Fig. 6 eine Seitenansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene mit Spannungssignalausgang; und

- 5 Fig. 7 eine perspektivische Ansicht eines Systems mit einer Rogowski-Spule, die mittels des dritten Ausführungsbeispiels der Vorrichtung auf einer Stromschiene befestigt ist.

Fig. 1 zeigt eine schematische räumliche Ansicht eines ersten
10 Ausführungsbeispiels einer allgemein mit Bezugszeichen 100 bezeichneten Vorrichtung.

Die Vorrichtung 100 dient der Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene und ermöglicht dadurch die Erfassung von Strommesswerten
15 sowie, je nach Ausführung, parallel dazu Spannungsmesswerte. Dazu weist die Vorrichtung 100 mindestens ein Verbindungselement 102 auf, das eine (vorzugsweise zerstörungsfrei lösbare) mechanische Verbindung der Vorrichtung 100 mit (beispielsweise einem Spulenkopf) der Rogowski-Spule erlaubt. Das
20 mindestens eine Verbindungselement 102 kann zwei Auskragungen mit Rastnasen aufweisen. Die Auskragungen können Segmente eines Zylinders sein, um die Drehung des Spulenkopfes zu ermöglichen.

Aufgrund des mindestens einen Verbindungselements 102 ermöglicht die Vorrichtung 100, die Rogowski-Spule in der richtigen Position für eine präzise
25 und zuverlässige Messung zu fixieren. Beispielsweise ermöglicht ein Paar gegenüberliegender Verbindungselemente 102 verschiedene Drehstellungen der Spule um die in Fig. 1 vertikale Achse, insbesondere je nach vorhandenem Bauraum zwischen mehreren parallelen Stromschienen.

30 Eine Ausnehmung 104 der Vorrichtung 100 ist so gestaltet, dass sie über die Stromschiene (beispielsweise über eine Längskante der Stromschiene) passt und somit die Vorrichtung 100 fest an der Stromschiene positioniert werden kann.

Ein Gehäuse 106 umschließt zumindest die Ausnehmung 104. Die nötige Stabilität der Ausnehmung 104 zur reibschlüssigen Verbindung zwischen der Vorrichtung 100 und der Stromschiene kann das Gehäuse 106 bieten oder eine
5 innenliegende, vorzugsweise metallische, Konstruktion. Das Gehäuse 106 kann, insbesondere in letzterem Fall, aus einem Isolierstoff gefertigt sein. Beispielsweise kann ein Kunststoff die innenliegende Konstruktion umspritzen.

Innerhalb der Ausnehmung 104 befinden sich Kontaktflächen 108, welche eine
10 elektrische Verbindung zur Stromschiene sicherstellen. Indem Spannungssignale über die Kontaktflächen 108 abgegriffen werden, ermöglicht die Vorrichtung 100 eine kombinierte Strom- und Spannungsmessung, beispielsweise eine Messung der über die Stromschiene transportierten Leistung und/oder eine Bestimmung des Leistungsfaktors $\cos(\varphi)$.

15 In den Kontaktflächen 108 ist eine Öffnung 110 vorgesehen, durch die eine metallische Spindelschraube 112 in den Bereich der Ausnehmung 104 geführt wird. Diese Schraube 112 ist ein Teil des Befestigungsmechanismus und wird über ein Rändelrad 114 bedient, um den Anpressdruck auf die Kontaktflächen zu
20 justieren, beispielsweise für die reibschlüssige Befestigung. Alternativ oder ergänzend kann eine Spitze der (optional gehärteten) Spindelschraube 112 durch Anziehen des Rändelrads 114 einen Eindruck in der Oberfläche der Stromschiene bewirken. Dadurch kann die Vorrichtung 100 formschlüssig an der Stromschiene befestigt sein und/oder die elektrische Verbindung zur
25 Stromschiene kann über die Spindelschraube 112 (alternativ oder ergänzend zu den Kontaktflächen 108) sichergestellt sein. Zur einfacheren Bedienung der Spindelschraube ist ein Rändelrad 114 angebracht, das manuell gedreht werden kann, um die Schraube 112 anzuziehen oder zu lösen, je nachdem, ob die Vorrichtung 100 an der Stromschiene installiert oder davon entfernt werden soll.

30 In jedem Ausführungsbeispiel kann das Rändelrad 114 ein Drehrad sein, das mit der Spindelschraube 112 drehfest verbunden ist, um die Spindelschraube 112 von Hand zu drehen. Vorzugsweise ist das Rändelrad 114 nur an seiner

umlaufenden Mantelfläche zugänglich für Daumen und Finger und hat eine Riffelung, die parallel zur axialen Richtung (der Drehung bzw. der Spindelschraube 112) ist.

- 5 Die Vorrichtung 100 stellt ein Spannungssignal bereit, das die Spannung (bzw. das Potential) der Stromschiene angibt. Im ersten Ausführungsbeispiel ist dazu ein Spannungssignalausgang 120 der Vorrichtung 100, beispielsweise eine ansteckbare (d.h. aufgesetzte) Klemme, außerhalb der Ausnehmung 104 (beispielsweise am Gehäuse 106) angeordnet und über einen
- 10 Spannungssignalleiter 122, der durch das Gehäuse 106 führt, elektrisch mit den Kontaktflächen 108 und/oder der Spindelschraube 112 verbunden. Der Spannungssignalanschluss 124 stellt über eine dafür vorgesehene Verbindung – beispielsweise eine Steckbuchse oder eine Steckklemme – die Schnittstelle dar, an der eine Spannungssignalleitung 126 angeschlossen werden kann, um das
- 15 Spannungssignal zu einem Auswertegerät zu führen.

In einem Betriebszustand ist die Rogowski-Spule (vorzugsweise einmal) um die Stromschiene geführt, um den durch die Schiene fließenden Strom zu erfassen.

- 20 In einer Variante jedes Ausführungsbeispiels fungiert der mit den Verbindungselementen 102 auf der Vorrichtung 100 befestigte Spulenkopf 152 nicht nur als Stromsignalausgang, sondern kann alternativ oder zusätzlich auch einen Spannungssignalausgang enthalten.
- 25 Durch ein System, dessen Teil die beschriebene Vorrichtung 100 ist, wird eine umfassende Überwachung und Messung des Strom- und Spannungsverlaufs in Stromschiene ermöglicht, was für viele industrielle Anwendungen von entscheidender Bedeutung ist.
- 30 Fig. 2 zeigt eine schematische räumliche Frontansicht einer Variante des ersten Ausführungsbeispiels der Vorrichtung 100 zur Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene. Die Vorrichtung 100 ermöglicht dabei sowohl die

mechanische Fixierung als auch die elektrische Kontaktierung der Stromschiene zum Zweck der Messung der Spannung.

Das mindestens eine Verbindungselement 102 stellt die reversible mechanische
5 Verbindung zwischen der Vorrichtung 100 und dem Spulenkopf der Rogowski-
Spule her. Die Ausnehmung 104 ist eine Durchgangsausnehmung. Die
Ausnehmung 104 ist innenseitig (vorzugsweise umlaufend) mit Kontaktflächen
108 ausgekleidet, welche die elektrische Verbindung zwischen der Stromschiene
und dem Spannungssignalausgang 120 realisieren.

10

Durch die Durchgangsausnehmung 104 können die mechanischen Spannungen
eines Kraftschlusses zur Befestigung der Vorrichtung 100 an der Stromschiene
symmetrisch getragen werden. Insbesondere können die zur Krafrichtung
parallelen Seiten der Durchgangsausnehmung 104 auf Zug (statt auf Biegung
15 wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 1) belastet sein.

Die Spindelschraube 112 ermöglicht mittels des Rändelrades 114 eine
feinfühlig Anpassung des Kraftschlusses der Vorrichtung 100 an der
Stromschiene und gewährleistet eine sichere mechanische Fixierung. Über den
20 Spannungssignalausgang 120, der als ansteckbare Klemme fungieren kann,
wird ein Spannungssignalleiter 122 durch das Gehäuse 106 geführt, der
einerseits mit der Spindelschraube 112 und/oder den Kontaktflächen 108
elektrisch leitend verbunden ist und andererseits in einem
Spannungssignalanschluss 124 endet, an den eine Spannungssignalleitung 126
25 klemmbar ist.

In den Fign. 3 und 4 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 100 zur
Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene dargestellt. Diese
Vorrichtung 100 dient sowohl der mechanischen Montage als auch der Ausgabe
30 eines elektrischen Spannungssignals (gegebenenfalls zusätzlich zum
Stromsignal der Rogowski-Spule) an ein externes Messsystem.

Die Vorrichtung 100 besitzt ein Verbindungselement 102, das dazu bestimmt ist, mit einem Spulenkopf der Rogowski-Spule 150 mechanisch verbunden zu werden. Dies ermöglicht es, die Vorrichtung fest an den Spulenkopf zu koppeln und so eine sichere mechanische Unterstützung für die messende Spule zu
5 bieten.

Die Ausnehmung 104 ist speziell für die Befestigung an einer Stromschiene 160 ausgelegt. Sie ist ein integraler Bestandteil der Vorrichtung 100 und stellt sicher, dass die Vorrichtung 100 stabil an der Stromschiene positioniert werden kann.
10 Dies ist entscheidend, um genaue Messergebnisse zu erzielen, da eine exakte oder unveränderliche Positionierung der Rogowski-Spule um die Stromschiene erforderlich ist.

In einer Variante jedes Ausführungsbeispiels ist an dem in die Ausnehmung 104
15 ragenden Ende der Spindelschraube 112 eine durch die Spindelschraube 112 bewegliche Kontaktfläche (beispielsweise eine kreisrunde Kontaktplatte) für einen Flächenkontakt zur Stromschiene statt eines die Oberfläche der Stromschiene eindrückenden Punktkontakts.

Ein Spannungssignalausgang 120 ist so an der Ausnehmung 104 positioniert, dass er eine elektrisch leitende Verbindung mit der Stromschiene herstellen kann. In den Fig. 3 und 4 ist der Spannungssignalausgang 120 als ein (beispielsweise ansteckbarer) Klemmenausgang realisiert. Der Ausgang 120 erlaubt es, das von der Stromschiene abgegriffene Spannungssignal zu einem
25 externen Messsystem zu führen.

Beispielsweise wird durch einen Spannungssignalleiter 122, der durch das Gehäuse 106 der Ausnehmung 104 führt, das abgegriffene Spannungssignal zum Spannungssignalanschluss 124 des Spannungssignalausgangs 120
30 geführt. Beispielhaft ist in der folgenden Fig. 3 dieser Anschluss 124 als Steckbuchse oder Steckklemme ausgeführt, an die eine Spannungssignalleitung 126 angeschlossen werden kann. Diese Leitung 126 überträgt dann das Spannungssignal für die weitere Verarbeitung oder Anzeige.

In einer Variante jedes Ausführungsbeispiels ist der Spannungssignalausgang 120 aufsetzbar (d.h. aufsteckbar). Dadurch kann eine um den Spannungssignalleiter 122 ergänzte Befestigungsvorrichtung wahlweise nur zur Strommessung und mit aufgestecktem Spannungssignalausgang 120 als Vorrichtung 100 zur integrierten Strom- und Spannungsmessung verwendet werden. Vorzugsweise dient dabei der Spannungssignalleiter 122 zur elektrischen und mechanischen Befestigung des Spannungssignalausgangs 120.

10

Zu einem zweiten Ausführungsbeispiel gibt Fig. 3 einen frontalen Blick auf den im Teilschnitt einsichtigen Spannungssignalausgang 120 als Klemmenausgang, während Fig. 4 eine (um die Vertikale) um 90 Grad gedrehte Ansicht zeigt, in der sich der Spannungssignalleiter 122 erstreckt.

15

Ein zentraler Aspekt der Vorrichtung 100 ist der Spannungssignalausgang 120 an der Außenseite der Vorrichtung 100, an den eine Spannungssignalleitung 126 angeschlossen werden kann. Dieser Ausgang 120 umfasst im gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel einen aufsetzbaren (d.h. ansteckbaren) Klemmenausgang, der es erlaubt eine elektrische Verbindung zum Spannungssignalleiter 122 herzustellen, der durch das Gehäuse 106 der Ausnehmung 104 verläuft. Somit ermöglicht der Spannungssignalausgang 120 eine einfache und sichere Verbindung zu Messgeräten oder anderen elektronischen Systemen.

20

In jedem Ausführungsbeispiel kann alternativ zum gezeigten Klemmanschluss 124 (d.h. der Steckklemme) der Signalausgang 120 eine Steckbuchse 124 (beispielsweise für einen Bananenstecker an der Spannungssignalleitung 126) aufweisen.

25

Der Klemmenausgang 120 umfasst beispielsweise eine Steckklemme 124 mit einer Kontaktblatffeder und einer Gegenplatte, die zusammen eine zuverlässige, zugsichere, elektrisch leitende Verbindung herstellen, indem das Ende der Spannungssignalleitung 126 zwischen Kontaktblatffeder und Gegenplatte

30

gesteckt wird. Dies ermöglicht es, die Spannungssignalleitung 126, welche das Spannungssignal führt, sicher zu befestigen und gleichzeitig einen minimalen Übergangswiderstand zu gewährleisten.

- 5 Die Kontaktblatfeder dient als elastisches Bauteil, das auf den Druck der Leitung 126 von der Gegenplatte wegschwenkt und danach eine konstante Anpresskraft auf die anzuschließende Spannungssignalleitung 126 ausübt, was für einen dauerhaft stabilen Kontakt sorgt, der durch die Winkelstellung der Kante der Kontaktblatfeder zudem durch Verkanten gegen Zug an der Leitung 126
10 gesichert ist.

In einer Variante jedes Ausführungsbeispiels (mit aufsetzbarem oder integralem Klemmenausgang 120) ist die Kontaktblatfeder der Steckklemme 124 nach Betätigung eines Druckknopfs am Klemmenausgang 120 von der Gegenplatte
15 weggeschwenkt und vorgespannt. Gegenüber einer Öffnung der Steckklemme 124 zum Einführen der Spannungssignalleitung 126 ist eine Anschlagplatte. Drückt die Spannungssignalleitung 126 gegen diese Anschlagplatte, wird die vorgespannte Kontaktblatfeder freigegeben und klemmt die Leitung 126
20 zwischen die Kante der Kontaktblatfeder und die Gegenplatte. Damit ist die Leitung 126 angeschlossen zur Spannungsmessung. Durch nochmaliges Betätigen des Druckknopfs schwenkt die Kontaktblatfeder wieder weg von der Gegenplatte und die Leitung 126 kann der Steckklemme 124 entnommen werden.

- 25 In jedem Ausführungsbeispiel kann die Vorrichtung 100 eine innenliegende metallische Konstruktion umfassen, deren Oberfläche die Kontaktflächen 108 umfasst und/oder die eine Bohrung mit dem Innengewinde der Spindelschraube 112 aufweist. Ferner kann in Kombination mit jeder Ausführungsform des Spannungssignalausgangs 120 der (beispielsweis im Teilquerschnitt der Fig. 4
30 gezeigte) Spannungssignalleiter 122 mit der innenliegenden metallischen Konstruktion elektrisch leitend verbunden sein.

Fig. 5 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Systems 200 mit einer Rogowski-Spule 150, die mittels eines Ausführungsbeispiels (beispielsweise des ersten oder zweiten Ausführungsbeispiels) der Vorrichtung 100 auf einer Stromschiene 160 befestigt ist. Ein festes Ende 154 der Spule 150 ist dauerhaft mit dem
5 Spulenkopf 152 verbunden, d.h. einem Gehäuse der Spule 150, das optional eine Auswerteelektronik eines Stromsignals umfasst.

Ein lösbares Ende 156 der Spule 150 sorgt dafür, dass die Spule 150 geöffnet und um die Stromschiene 160 gelegt werden kann. Vorzugsweise ist ein
10 Bajonett-Verschluss 158 am Spulenkopf 152 vorgesehen, um das lösbare Ende 156 mechanisch mit dem Spulenkopf 152 zu verbinden. Die beiden elektrischen Anschlüsse der Spule 150 sind vorzugsweise über das feste Ende 154 am Spulenkopf 152 angeschlossen. Beispielsweise kann die Rogowski-Spule 150 als Doppelhelix ausgebildet sein oder als einfache Luftspule, mit einer koaxialen
15 Rückleitung.

Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht eines dritten Ausführungsbeispiels der Vorrichtung 100 zur Befestigung einer Rogowski-Spule an einer Stromschiene. Ein Schaft der Spindelschraube 112 erstreckt sich von der Ausnehmung 104
20 über das Rändelrad 114 hinaus als Spannungssignalleiter 122.

Der Spannungssignalausgang 120 ist im Spulenkopf 152 implementiert. Dadurch können Spannungssignal und Stromsignal in einer (mehrpoligen) Signalleitung 126 am Spulenkopf 152 angeschlossen und übertragen werden.
25

Fig. 7 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Einsatzes des dritten Ausführungsbeispiels der Vorrichtung 100 innerhalb eines Systems 200 zur kombinierten Strom- und Spannungsmessung an einer Stromschiene 160. Die Rogowski-Spule 150 ist mit ihrem festen Ende 154 und ihrem lösba-
30 um die Stromschiene 160 geführt, wobei das lösbare Ende 156 mittels eines Bajonette-Verschlusses 158 gesichert ist. Der Spulenkopf 152 mit dem Spannungssignalausgang 120 dient auch als Schnittstelle für die Rogowski-

Spule 150. Über den Spannungssignalanschlussbuchse 124 ist die Spannungssignalleitung 126 am Spulenkopf 152 angeschlossen.

Jedes Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 100 kann dazu ausgebildet sein, die Rogowski-Spule 150 mechanisch zu befestigen mittels der Ausnehmung 104 und dem Verbindungselement 102, und über eine elektrisch leitende Verbindung eine Spannung an der Ausnehmung 104 abzugreifen für eine Leistungsmessung. So kann die Spannung direkt an dem Ort abgegriffen werden, an dem auch der Strom ermittelt wird. Dadurch kann der Einfluss von Spannungsabfällen auf der Signalleitung oder entlang der Stromschiene ausgeschlossen werden.

In einer Variante jedes Ausführungsbeispiels kann die Spannungssignalleitung 126 fest am Spannungssignalausgang 120 angeschlossen sein.

Obwohl die Erfindung in Bezug auf exemplarische Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, ist für Fachkundige ersichtlich, dass verschiedene Änderungen vorgenommen werden können und Äquivalente als Ersatz verwendet werden können. Ferner können viele Modifikationen vorgenommen werden, um eine bestimmte Einbausituation oder ein bestimmtes Material an die Lehre der Erfindung anzupassen. Folglich ist die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfasst alle Ausführungsbeispiele, die in den Bereich der beigefügten Patentansprüche fallen.

25

Bezugszeichenliste

- 100 Vorrichtung zur Befestigung einer Rogowski-Spule
- 102 Verbindungselement zur mechanischen Verbindung mit Spulenkopf
- 5 104 Ausnehmung zur Befestigung an Stromschiene
- 106 Gehäuse der Ausnehmung
- 108 Kontaktflächen in Ausnehmung
- 110 Öffnung in Kontaktfläche
- 112 Spindelschraube der Vorrichtung
- 10 114 Rändelrad der Spindelschraube

- 120 Spannungssignalausgang, z.B. Klemmenausgang und/oder aufsetzbar
- 122 Spannungssignalleiter,
z.B. durch das Gehäuse oder als Schaft der Spindelschraube
- 15 124 Spannungssignalanschluss, z.B. Steckbuchse oder Steckklemme
- 126 Spannungssignalleitung

- 150 Rogowski-Spule
- 152 Spulenkopf der Rogowski-Spule,
20 z.B. Stromsignalausgang, optional mit Spannungssignalausgang
- 154 Festes Ende der Rogowski-Spule
- 156 Lösbares Ende der Rogowski-Spule
- 158 Bajonette-Verschluss des lösbaren Endes

- 25 160 Stromschiene

- 200 System zur kombinierten Strom- und Spannungsmessung

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100) zur Befestigung einer Rogowski-Spule (150) an einer Stromschiene (160), umfassend:
 - 5 mindestens ein Verbindungselement (102), das mit der Rogowski-Spule (150) mechanisch verbunden oder verbindbar ist;
 eine Ausnehmung (104) zur Befestigung der Vorrichtung (100) an der Stromschiene (160); und
 ein Spannungssignalausgang (120), der an der Ausnehmung (104) mit
10 der Stromschiene (160) elektrisch leitend verbunden oder verbindbar ist.

2. Vorrichtung (100) nach Anspruch 1, bei der die Ausnehmung (104) an mindestens einer innenliegenden Seite eine Kontaktfläche (108) aufweist, die mit dem Spannungssignalausgang (120) elektrisch leitend verbunden ist,
15 optional über einen Spannungssignalleiter (122) durch ein Gehäuse (106) der Vorrichtung (100).

3. Vorrichtung (100) nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Ausnehmung (104) an einer innenliegenden Seite, optional eine Kontaktfläche (108), eine Öffnung
20 (110) zur Durchführung einer Spindelschraube (112) aufweist, die mit dem Spannungssignalausgang (120) elektrisch leitend verbunden ist,
 optional über einen Spannungssignalleiter (122) durch ein Gehäuse (106) der Vorrichtung (100).

- 25 4. Vorrichtung (100) nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Spannungssignalausgang (120) lösbar mit der Vorrichtung (100) verbunden oder verbindbar ist,
 optional wobei das Gehäuse (106) der Vorrichtung (100) eine Öffnung zur Aufnahme des am Spannungssignalausgang (120) befestigten
30 Spannungssignalleiters (122) aufweist oder wobei der Spannungssignalleiter (122) aus dem Gehäuse (106) der Vorrichtung (100) ragt und der

Spannungssignalausgang (120) auf den am Gehäuse (106) befestigten Spannungssignalleiter (122) aufgesteckt oder aufsteckbar ist.

5. Vorrichtung (100) nach Anspruch 4, bei der die Spindelschraube (112) mit
5 einem Rändelrad (114) drehfest verbunden ist für eine manuelle
Längenänderung des in die Ausnehmung (104) ragenden Endes der
Spindelschraube (112),
 optional wobei das Schraubenende eine gehärtete Spitze oder eine
Kontaktfläche aufweist.
- 10
6. Vorrichtung nach einem Ansprüche 1 bis 5, bei welcher der
Spannungssignalausgang (120) einen Spannungssignalleiter (122) durch ein
Gehäuse (106) aufweist und der Spannungssignalleiter (122) in einen
Spannungssignalanschluss (124) endet, optional eine Steckbuchse, eine
15 Steckklemme und/oder eine Spannungssignalleitung (126) zur Übertragung
eines Spannungssignals, das eine Spannung der Stromschiene (160) angibt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der
Spannungssignalausgang (120) in einem Spulenkopf (152) der Rogowski-Spule
20 (150) integriert ist,
 optional zur kombinierten Ausgabe und/oder Auswertung eines an der
Ausnehmung (104) abgegriffenen Spannungssignals und eines Stromsignals der
Rogowski-Spule (150).
- 25
8. Vorrichtung (100) nach Anspruch 7, bei der die Spindelschraube (112) der
Vorrichtung (100) einen Schaftbereich aufweist, der als Spannungssignalleiter
(122) ein an der Ausnehmung (104) abgegriffenes Spannungssignal zum
integrierten Spannungssignalausgang (120) im Spulenkopf (152) führt,
 optional wobei ein Rändelrad (114) der Spindelschraube (112) zwischen
30 dem Schaftbereich und der Ausnehmung (104) angeordnet ist und/oder wobei
der Schaftbereich konzentrisch zwischen den Verbindungselementen (102)
angeordnet ist.

9. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei der Spulenkopf (152) eine gemeinsame Schnittstelle für eine kombinierte Stromsignal- und Spannungssignalleitung (126) aufweist, durch welche das an der Ausnehmung (104) abgegriffene Spannungssignal und ein Stromsignal der
5 Rogowski-Spule (150) übertragbar sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Spannungssignalausgang (120) einen Analog-Digital-Wandler umfasst und eine
10 Netzwerkschnittstelle zur Ausgabe eines Datenpakets, welches das an der Ausnehmung (104) abgegriffene Spannungssignal ausgibt,
optional wobei der im Spulenkopf (152) integrierte Spannungssignalausgang (120) ferner einen Analog-Digital-Wandler des Stromsignals der Rogowski-Spule (150) umfasst und die Netzwerkschnittstelle ferner dazu ausgebildet ist, ein das Stromsignal und/oder die elektrische
15 Leistung angegebendes Datenpaket auszugeben.
11. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Vorrichtung (100) ferner mindestens einen Sensor an der Ausnehmung (104) aufweist zur Erfassung von Temperatur und/oder mechanischer Belastung,
20 optional Vibration, an der Stromschiene (160), wobei der mindestens eine Sensor mit dem Spannungssignalausgang (120) kommunikativ verbunden ist zur Ausgabe von Sensorsignalen des mindestens einen Sensors zusammen mit dem an der Ausnehmung (104) erfassten Spannungssignal,
optional wobei die Sensorsignale in das von der Netzwerkschnittstelle
25 ausgegebene Datenpaket integriert sind.
12. System (200) umfassend:
eine Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Erfassung einer Spannung einer Stromschiene (160); und

eine mittels der Vorrichtung (100) an einer Stromschiene (160) befestigte Rogowski-Spule (150) zur Erfassung eines Stroms durch die Stromschiene (160),

5 eine Auswerteeinheit (120; 152), optional im Spannungssignalausgang (120) der Vorrichtung (100) oder in einem Spulenkopf (152) der Rogowski-Spule (150), die dazu ausgebildet ist, ein den Strom angegebendes Stromsignal der Rogowski-Spule und ein die Spannung angegebendes Spannungssignal der Vorrichtung (100) zu erfassen und ein Leistungssignal auszugeben, das eine Leistung und/oder eine Phasenlage angibt.

10

13. System (100, 200) nach Anspruch 12, wobei der Spulenkopf eine Schnittstelle für das Spannungssignal, optional zur Aufnahme des Schaftbereichs der Spindelschraube (112), umfasst.

15 14. Verfahren zur Messung einer durch eine Stromschiene (160) transportierten elektrischen Leistung, umfassend:

Befestigen einer Rogowski-Spule (150) an einer Stromschiene (160), die sich durch eine Ausnehmung (104) der Vorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 erstreckt, und

20 kombiniertes Erfassen eines Stroms der Stromschiene (160) mittels der Rogowski-Spule (150) und einer Spannung der Stromschiene (160) mittels der Vorrichtung (100) zur Messung der durch die Stromschiene transportierten elektrischen Leistung.

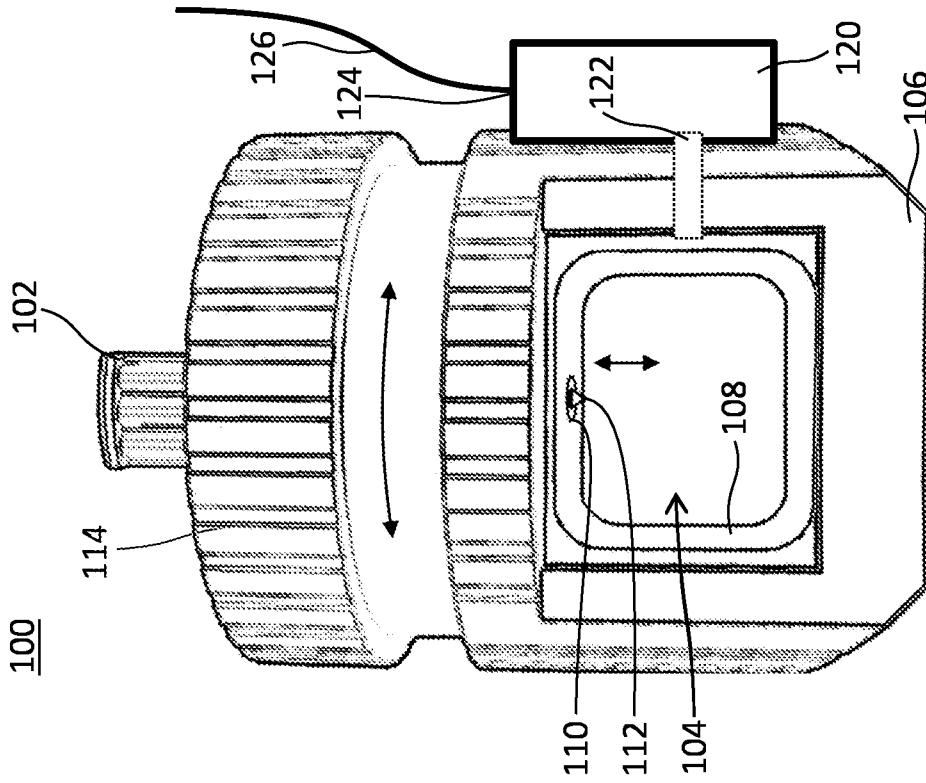


Fig. 1

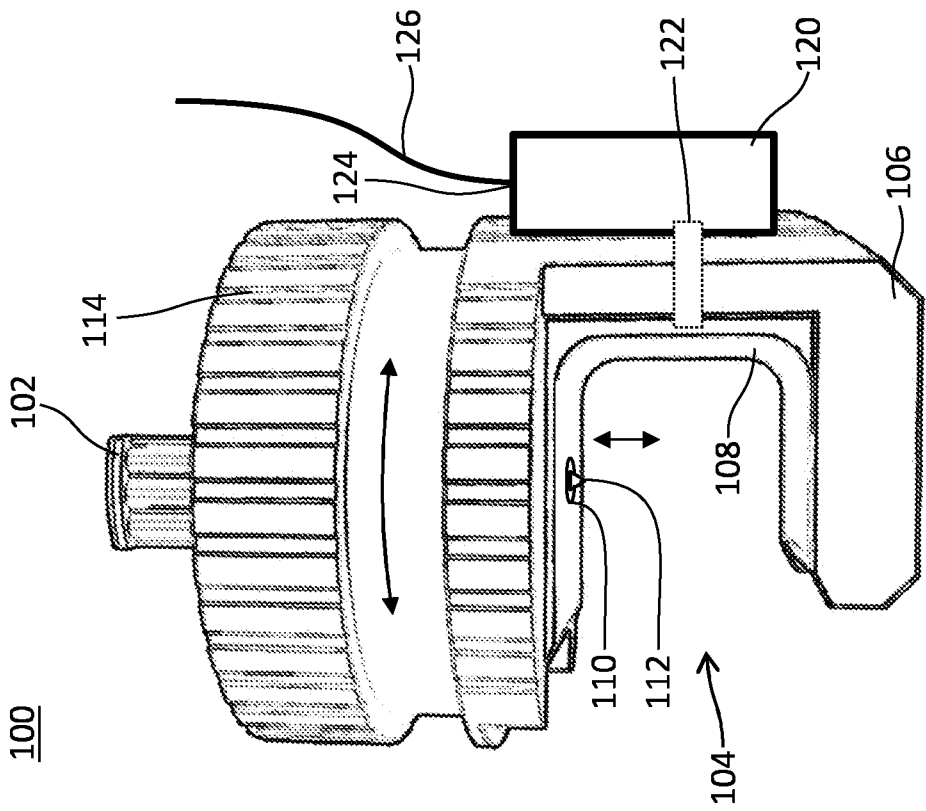


Fig. 2

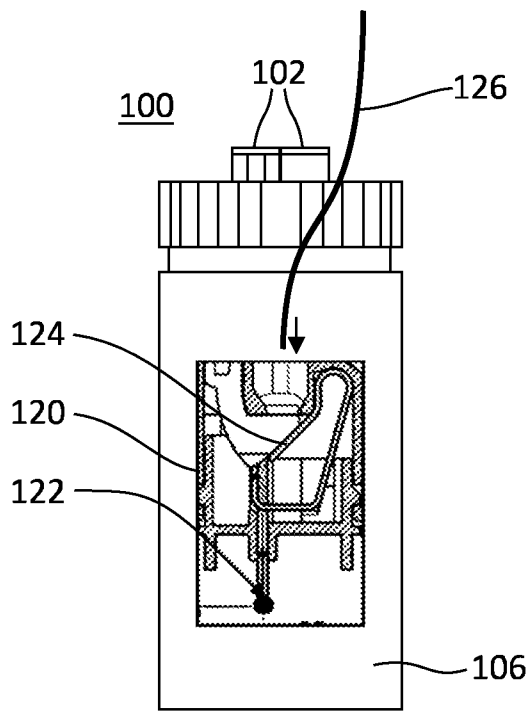


Fig. 3

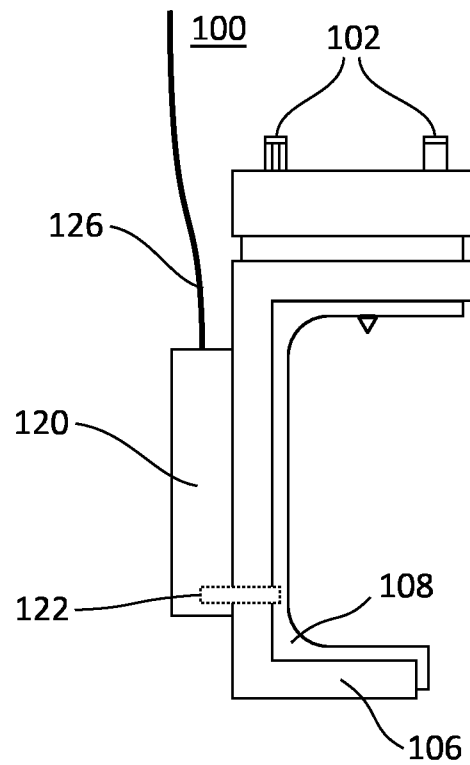


Fig. 4

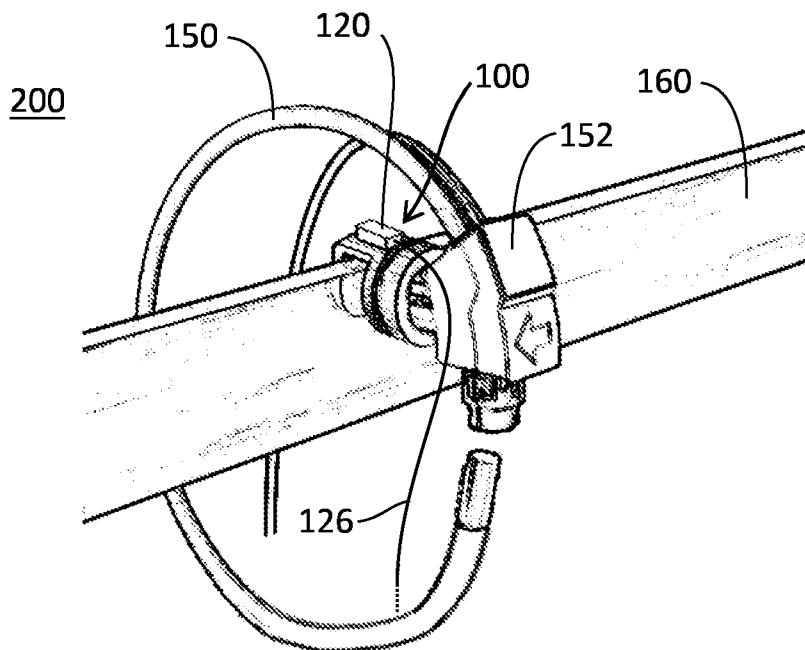


Fig. 5

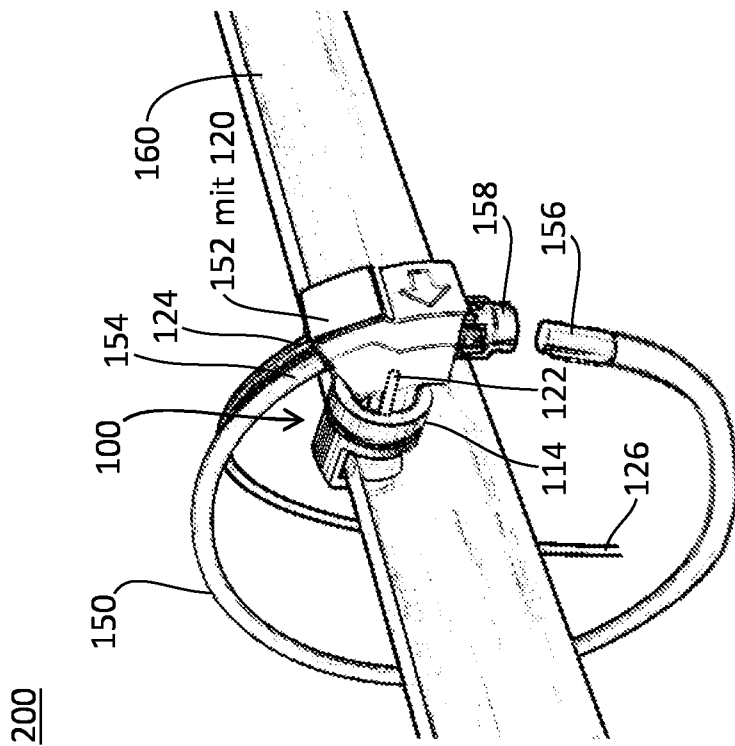


Fig. 7

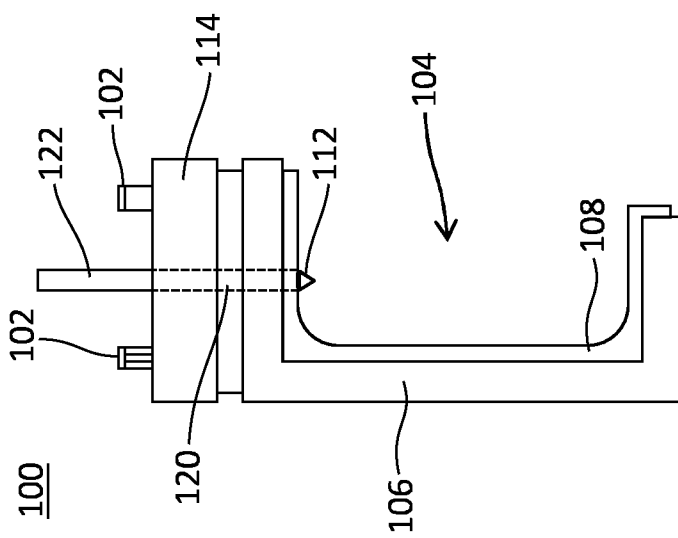


Fig. 6