

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50605/2021
(22) Anmeldetag: 21.07.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2024

(51) Int. Cl.: **G01R 19/00** (2006.01)
G01R 15/18 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0510311 A2
WO 2006086045 A2
EP 2982993 A1

(73) Patentinhaber:
EGSTON System Electronics Eggenburg GmbH
3730 Eggenburg (AT)

(72) Erfinder:
Jamy Roman MSc
3593 Neupölla (AT)
Prand-Stritzko Ernst Ing.
2091 Langau (AT)
Erdösi Daniel Dr.-techn.
3730 Eggenburg (AT)
Högenauer Martin BSc
2094 Zissersdorf (AT)

(74) Vertreter:
GIBLER & POTH PATENTANWÄLTE KG
1010 Wien (AT)

(54) STROMSENSORSPULENANORDNUNG

(57) Bei einer Stromsensorspulenordnung (1) umfassend wenigstens eine Sensor- Luftspule (2), welche Sensor-Luftspule (2) als Rogowskispule (3) ausgebildet ist, wobei die Stromsensorspulenordnung (1) ein Gehäuse (4) aufweist, welches Gehäuse (4) die Rogowskispule (3) umfasst, wird vorgeschlagen, dass die Rogowskispule (3) in ein Vergussmittel (5) eingebettet ist, dass das Vergussmittel (5) wenigstens einen ersten Werkstoff und einen zweiten Werkstoff umfasst, dass der erste Werkstoff ein elektrischer Isolierstoff ist, dass der zweite Werkstoff Partikel mit vorgebarbarer elektrischer Leitfähigkeit umfasst, und dass das Vergussmittel (5) einen spezifischen elektrischen Widerstand zwischen $500 \Omega \cdot \text{cm}$ und $10000 \Omega \cdot \text{cm}$ aufweist.

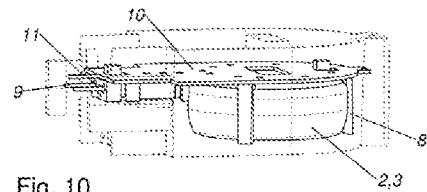


Fig. 10

Beschreibung

STROMSENSORSPULENANORDNUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine Stromsensorspulenordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Es sind Strommessanordnungen bekannt, welche eine gewickelte Ringkernspule als eigentliches Sensorelement aufweisen, welche Ringkernspule die zu messende Stromleitung voll umfasst, ohne jedoch mit dieser direkt mechanisch verbunden zu sein.

[0003] Dabei sind unterschiedliche Stromsensorspulenordnungen bekannt, welche jeweils Spulen aufweisen, welche einen Primärleiter einer zu messenden elektrischen Leitung umfassen. Bekannt sind dabei insbesondere Eisenkernspulen, welche in einem Stahlblechgehäuse angeordnet sind.

[0004] Derartige Strommessanordnungen weisen eine Vielzahl an Problemen bzw. Fehlern auf, wie etwa ein äußerst geringes messbares Frequenzband im Primärleiter, eine geringe Messgenauigkeit, eine hohe Baugröße, eine leichte Beeinflussbarkeit durch elektrische Felder in der Umgebung usw. Selbst bei Messungen an einem 50Hz Netzwerk bei geringen elektrischen Umgebungsfeldern weisen derartige Stromsensorspulenordnungen Abweichungen von 1% bis 10% auf, und sind daher für detaillierte Aufnahmen nur bedingt geeignet. In Umgebungen mit starken bzw. sehr ausgeprägten Feldern, wie etwa im Ausstrahlgebiet von Flugnavigationssendern (z.B.: ILS), und/oder hochfrequenten Teilströmen im Primärleiter, wie etwa verursacht durch Computeranlagen, treten weitere Fehler bzw. Probleme auf. Eingestrahlte elektrische Felder können neben der Beeinflussung des Messvorganges weiters noch Wirbelströme im Gehäuse verursachen. Teilströme mit höheren Frequenzen können zu Messfehlern führen bzw. dazu, dass aufgrund der hochfrequenten Ströme auch die niederfrequenten Ströme nicht mehr gemessen werden können.

[0005] Derartige Stromsensorspulenordnungen sind in deren Anwendungsbereichen sehr eingeschränkt, und können nur dann verwendet werden, wenn eine hohe Messgenauigkeit der Stromstärke irrelevant ist. Derartige Anlagen können daher in der modernen Gegenwart, in welche sowohl hochfrequente Ströme als auch zahlreiche elektrische Felder vorherrschend sind, nicht mehr für detaillierte Messungen verwendet werden, sondern lediglich einer Grobabschätzung dienen, sind jedoch weder für Sicherheitszwecke noch für andere wichtige Messungen einsetzbar.

[0006] Es ist weiters bekannt gewickelte Ringkernspulen als Rogowskispule auszubilden. Jedoch werden derartige Rogowskispulen vor allem für einzelne Sonderverwendungen eingesetzt.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es daher eine Stromsensorspulenordnung der eingangs genannten Art anzugeben, mit welcher die genannten Nachteile vermieden werden können, mit welcher eine hohe Messgenauigkeit erreicht werden kann, welche in weiten Bereichen einsetzbar ist, und welche einfach und sicher herstellbar ist.

[0008] Erfindungsgemäß wird dies durch die Merkmale des Patentanspruches 1 erreicht.

[0009] Dadurch kann eine Stromsensorspulenordnung mit einer Rogowskispule geschaffen werden, welche als Stromzähler in einem Energieversorgungsnetzwerk, insbesondere umfassend Smart-Grids, einsetzbar ist.

[0010] Dadurch kann eine vorgebbare elektromagnetische Abschirmung erreicht werden. Dadurch kann die Messgenauigkeit deutlich erhöht werden, und gleichzeitig kann sichergestellt werden, dass die Messung nicht manipulierbar ist. Dadurch kann eine geringe kapazitive Kopplung erreicht werden.

[0011] Dadurch kann eine galvanische Trennung der Stromsensorspulenordnung zu den zu messenden Leitern, welche auch als Primärleiter bezeichnet werden, sichergestellt werden. Es kann eine Potentialentkopplung sichergestellt werden, wodurch das Messsignal nicht gestört

wird.

[0012] Dadurch kann hinsichtlich der messtechnischen Erfassung ein deutlich weiterer Frequenzbereich als bei herkömmlichen Eisenkernen erzielt werden.

[0013] Weiters kann dadurch ein im Wesentlichen lineares Sättigungsverhalten erzielt werden.

[0014] Durch das hochohmig leitfähige Vergussmittel werden Wirbelströme gering gehalten, wodurch die Messgenauigkeit erhöht werden kann. Zudem führt die hochohmige Leitfähigkeit des Vergussmittels auch zu einer ausreichenden Entkoppelung des Gehäuses der Stromsensorspulenordnung von der Rogowskispule.

[0015] Sowohl hinsichtlich des mechanischen Aufbaues als auch der elektromagnetischen Wirksamkeit weist die Stromsensorspulenordnung eine sehr effektive Schirmung auf. Insbesondere Stromsensorspulenordnungen, welche lediglich eine geringe Baugröße aufweisen, können derart sehr gut geschirmt werden. Eine geringe Baugröße ist insbesondere eine Rogowskispule mit einem Innendurchmesser von 5 mm - 20 mm.

[0016] Ein derartiges Vergussmittel ist zudem einfach verarbeitbar und hinsichtlich der Anschaffung und der Verarbeitung kostengünstig.

[0017] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Stromsensorspulenordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 12.

[0018] Aufgabe der Erfindung ist es daher ein Verfahren zur Herstellung einer Stromsensorspulenordnung anzugeben, mit welcher die eingangs genannten Nachteile vermieden werden können, mit welcher einfach und sicher eine Stromsensorspulenordnung mit hoher Messgenauigkeit und weitem Einsatzbereich herstellbar ist.

[0019] Erfindungsgemäß wird dies durch die Merkmale des Patentanspruches 12 erreicht.

[0020] Dadurch können die vorstehend angeführten Vorteile erreicht werden.

[0021] Die Unteransprüche betreffen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0022] Ausdrücklich wird hiermit auf den Wortlaut der Patentansprüche Bezug genommen, wodurch die Patentansprüche an dieser Stelle durch Bezugnahme in die Beschreibung eingefügt sind und als wörtlich wiedergegeben gelten.

[0023] Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen, in welchen lediglich bevorzugte Ausführungsformen beispielhaft dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigt:

[0024] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer, als Rogowskispule ausgebildeten gewickelten Ringkernspule;

[0025] Fig. 2 ein Verbund aus der Rogowskispule und einem Halteteil;

[0026] Fig. 3 die Anordnung gemäß Fig. 2 befestigt an einer Schirmplatte;

[0027] Fig. 4 ein Gehäuse mit darin angeordnetem Vergussmittel;

[0028] Fig. 5 die Anordnung gemäß Fig. 3 in Einbauposition vor der Anordnung gemäß Fig. 4;

[0029] Fig. 6 eine Stromsensorspulenordnung bestehend aus der Anordnung gemäß Fig. 3 welche sich innerhalb der Anordnung gemäß Fig. 4 befindet;

[0030] Fig. 7 eine Schnittdarstellung durch ein Gehäuse während des Einbringens der Anordnung gemäß Fig. 3;

[0031] Fig. 8 die Anordnung gemäß Fig. 7 nach einem vollständigen Einbringvorgang;

[0032] Fig. 9 eine Schnittdarstellung durch die Stromsensorspulenordnung gemäß Fig. 8, wobei der Schnittwinkel in 90 Grad zu den Fig. 7 und 8 angeordnet ist;

[0033] Fig. 10 die Anordnung gemäß Fig. 3 mit einem schematisch dargestellten Gehäuse;

[0034] Fig. 11 die Anordnung gemäß Fig. 10 unter Darstellung eines vollständig verformten Vergussmittels; und

[0035] Fig. 12 eine vollständige Stromsensorspulenordnung.

[0036] Die Fig. 1 bis 12 zeigen eine Stromsensorspulenordnung 1 umfassend wenigstens eine Sensor-Luftspule 2, welche Sensor-Luftspule 2 als Rogowskispule 3 ausgebildet ist, wobei die Stromsensorspulenordnung 1 ein Gehäuse 4 aufweist, welches Gehäuse 4 die Rogowskispule 3 umfasst, wobei die Rogowskispule 3 in ein Vergussmittel 5 eingebettet ist, wobei das Vergussmittel 5 wenigstens einen ersten Werkstoff und einen zweiten Werkstoff umfasst, wobei der erste Werkstoff ein elektrischer Isolierstoff ist, wobei der zweite Werkstoff Partikel mit vorgegebbarer elektrischer Leitfähigkeit umfasst, und wobei das Vergussmittel 5 einen spezifischen elektrischen Widerstand zwischen $500 \Omega \cdot \text{cm}$ und $10000 \Omega \cdot \text{cm}$, vorzugsweise zwischen $5000 \Omega \cdot \text{cm}$ und $6000 \Omega \cdot \text{cm}$, aufweist. Die Fig. 6 und 12 zeigen dabei Vollansichten der Stromsensorspulenordnung 1 im fertigungstechnischen Endzustand.

[0037] Dadurch kann eine Stromsensorspulenordnung mit einer Rogowskispule geschaffen werden, welche als Stromzähler in einem Energieversorgungsnetzwerk, insbesondere umfassend Smart-Grids, einsetzbar ist.

[0038] Dadurch kann eine vorgebbare elektromagnetische Abschirmung erreicht werden. Dadurch kann die Messgenauigkeit deutlich erhöht werden, und gleichzeitig kann sichergestellt werden, dass die Messung nicht manipulierbar ist. Dadurch kann eine geringe kapazitive Kopplung erreicht werden.

[0039] Dadurch kann eine galvanische Trennung der Stromsensorspulenordnung zu den zu messenden Leitern, welche auch als Primärleiter bezeichnet werden, sichergestellt werden. Es kann eine Potentialentkopplung sichergestellt werden, wodurch das Messsignal nicht gestört wird.

[0040] Dadurch kann hinsichtlich der messtechnischen Erfassung ein deutlich weiterer Frequenzbereich als bei herkömmlichen Eisenkernen erzielt werden.

[0041] Weiters kann dadurch ein im Wesentlichen lineares Sättigungsverhalten erzielt werden.

[0042] Durch das hochohmig leitfähige Vergussmittel werden Wirbelströme gering gehalten, wodurch die Messgenauigkeit erhöht werden kann. Zudem führt die hochohmige Leitfähigkeit des Vergussmittels auch zu einer ausreichenden Entkoppelung des Gehäuses der Stromsensorspulenordnung von der Rogowskispule.

[0043] Sowohl hinsichtlich des mechanischen Aufbaues als auch der elektromagnetischen Wirksamkeit weist die Stromsensorspulenordnung eine sehr effektive Schirmung auf. Insbesondere Stromsensorspulenordnungen, welche lediglich eine geringe Baugröße aufweisen, können derart sehr gut geschirmt werden. Eine geringe Baugröße ist insbesondere eine Rogowskispule mit einem Innendurchmesser von 5 mm - 20 mm.

[0044] Ein derartiges Vergussmittel ist zudem einfach verarbeitbar und hinsichtlich der Anschaffung und der Verarbeitung kostengünstig.

[0045] Wie eingangs bereits dargelegt sind Stromsensorspulenordnung 1 mit gewickelten Ringkernspulen bzw. Sensor-Luftspulen 2 seit langem bekannt. Die Nachteile dieses Standes der Technik wurden bereits dargelegt.

[0046] Weiters ist es bekannt, eine Rogowskispule 3 als Sensor-Luftspule 2 zu verwenden.

[0047] Es hat sich gezeigt, dass die Verwendung eines Vergussmittels 5 an sich, welches um weite bzw. wesentliche Teile der Rogowskispule 3 herum angeordnet ist, einen Einfluss auf die Messgenauigkeit haben kann. Es hat sich weiters gezeigt, dass die Ausführung bzw. die Art des Vergussmittels 5 und/oder die Art der Anordnung bzw. der Positionierung desselbigen an bzw. bezugnehmend auf die Rogowskispule 3 einen hohen Einfluss auf die Messgenauigkeit hat.

[0048] Gegenständlich ist diese Sensor-Luftspule 2 als Rogowskispule 3 ausgebildet. Rogowski-

spulen 3 sind hinsichtlich deren grundsätzlichen Aufbaues ebenfalls bekannt, und werden dahingehend gegenständlich nicht näher beschrieben.

[0049] Die Stromsensorspulenordnung 1 weist ein Gehäuse 4 auf, in welchem die Rogowskispule 3 angeordnet ist, und welches diese umgibt bzw. umschließt. Das Gehäuse 4 ist bevorzugt umfassend Kunststoff ausgebildet, wobei jedoch das Gehäuse 4 auch aus Metall ausgebildet sein kann. Weiters kann das Gehäuse eine Kombination von Metall und Kunststoff aufweisen.

[0050] Das Gehäuse 4 weist zudem eine Öffnung 12 entsprechend des Innenfreibereiches der Rogowskispule 3 auf, sodass es nach wie vor möglich ist, einen elektrischen Leiter mit der Rogowskispule 3 zu umschließen. In dem Gehäuse 4 befinden sich zudem noch weitere Bauteile bzw. Baugruppen, sofern die Stromsensorspulenordnung 1 solche umfasst, wie dies gegenständlich bevorzugt vorgesehen ist.

[0051] Die Fig. 1 bis 9 zeigen jeweils unterschiedliche Zeitpunkte des Ablaufes eines Verfahrens zur Herstellung einer Stromsensorspulenordnung 1, wobei eine Rogowskispule 3 an einem Halteteil 8 befestigt wird, wobei die Rogowskispule 3 an elektrische Verbindungsmittel 9 der Stromsensorspulenordnung 1 angeschlossen wird, wobei die angeschlossene Rogowskispule 3 zusammen mit dem Halteteil 8 einseitig mit einer Schirmplatte 10 verbunden wird, wobei eine vorgebbare Menge eines Vergussmittels 5 mit einem spezifischen elektrischen Widerstand zwischen $500 \Omega \cdot \text{cm}$ und $10000 \Omega \cdot \text{cm}$, insbesondere mit einer Viskosität zwischen $200 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ und $2000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$, in ein Gehäuse 4 der Stromsensorspulenordnung 1 eingeführt wird, wobei nachfolgend die Anordnung aus angeschlossener Rogowskispule 3, Halteteil 8 und Schirmplatte 10 in das Gehäuse 4 eingeführt und gegen das Vergussmittel 5 gepresst wird, wobei das Vergussmittel 5 verformt wird und ein Volumen zwischen der Rogowskispule 3 und einer Innenfläche 7 des Gehäuses 4 in vorgebbarem Maße ausfüllt.

[0052] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der Rogowskispule 3. Die Rogowskispule 3 wird an einem Halteteil 8 befestigt. Fig. 2 zeigt eine Darstellung einer Rogowskispule 3 und eines daran befestigten Halteteiles 8. Die Rogowskispule 3 wird weiters an elektrische Verbindungsmittel 9 bzw. Anschlussteile bzw. elektrische Kontaktstöße der Stromsensorspulenordnung 1 angeschlossen. Dieser Anschluss ist erforderlich, kann jedoch beim Aufbau bzw. der Herstellung der Stromsensorspulenordnung 1 dann durchgeführt werden, wenn dies fertigungstechnisch vorteilhaft ist.

[0053] Die Kombination aus elektrisch angeschlossener Rogowskispule 3 und an dieser befestigtem Halteteil 8 wird an einer Seite mit einer Schirmplatte 10 verbunden. Fig. 3 zeigt eine solche Anordnung. Dabei wird die Schirmplatte 10 auf dem Halteteil 8 angeordnet und daran befestigt. Der Halteteil 8 weist dazu bevorzugt zwei oder mehr Einrastschienen 13 auf, welche entsprechend ausgebildete Kontaktierungsöffnungen der Schirmplatte 10 durchgreifen. Die entsprechenden Befestigungsteile können jedoch auch anders ausgebildet sein und/oder anstatt auf dem Halteteil 8 auf der Schirmplatte 10 angeordnet sein.

[0054] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Rogowskispule 3 elektrisch überprüft wird. Dabei wird eine elektrische Messung an der Rogowskispule 3 durchgeführt, um deren Eigenschaften zu detektieren. Dadurch können allfällige Fehler erkannt werden und gegebenenfalls eine weitere Verwendung bzw. ein Einbau in die Stromsensorspulenordnung 1 bestimmter Rogowskispulen 3 vermieden werden. Es ist vorteilhaft, wenn diese Überprüfung vor einer weiteren Verwendung der Rogowskispule 3, etwa einem Einbau in das Gehäuse 4 erfolgt.

[0055] Die Rogowskispule 3 wird in das Gehäuse 4 eingebracht. Bevor dies erfolgt, wird eine vorgebbare Menge eines Vergussmittels 5 in das Gehäuse 4 eingebracht bzw. dort angeordnet. Fig. 4 zeigt eine Gehäuse 4 mit einem darin angeordneten Vergussmittel 5. Dabei weist das dargestellte Vergussmittel 5 bereits eine Form auf, als ob dieses bereits teilweise bzw. vollständig verformt worden wäre, was jedoch noch nicht der Fall ist. Auf die speziellen Eigenschaften des Vergussmittels 5 wird noch eingegangen.

[0056] Nachdem das Vergussmittel 5 in das Gehäuse 4 eingebracht wurde, wird die Anordnung aus - miteinander verbundener - Rogowskispule 3, Halteteil 8 und Schirmplatte 9 in das Gehäuse

4 eingeführt. Fig. 5 stellt die entsprechenden Komponenten bzw. Baugruppen vor deren Zusammenführung dar. Das Vergussmittel 5 ist an diesem Zeitpunkt noch nicht ausgehärtet, und weist dabei vorgebbare Verformungsfähigkeit verbunden mit einer gewissen Zähigkeit auf. Insbesondere weist das Vergussmittel 5 eine Viskosität zwischen 200 Pa·s und 2000 Pa·s auf. Durch den Druck wird das Vergussmittel 5 verformt und verschoben, und füllt dadurch weite Bereiche des Innenraumes des Gehäuses 4 aus. Fig. 6 zeigt die bereits zusammengebaute Stromsensorspulenanordnung 1. Die Fig. 7 und 8 zeigen zwei Teile dieses Vorganges, mit unterschiedlichen Positionen der entsprechenden Teile.

[0057] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Menge des Vergussmittels 5, welches in das Gehäuse 4 eingebracht wird, ausreichend groß ist, damit das Vergussmittel 5 im zusammengebauten Zustand die Schirmplatte 10 kontaktiert. Weiters ist bevorzugt, dass die Menge des Vergussmittels 5 ausreichend gering ist, um einzelne Bereiche der Rogowskispule 3 frei zu lassen bzw. nicht vollständig zu umhüllen, wenn sich die Rogowskispule 3 im eingebauten Endzustand in dem Gehäuse 4 befindet.

[0058] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Vergussmittel 5 wenigstens einen vorgebbaren Bereich 6 zwischen der Rogowskispule 3 und wenigstens einer Innenfläche 7 des Gehäuses 4 im Wesentlichen vollständig ausfüllt. Dadurch kann sowohl die mechanische Position der Rogowskispule 3 gesichert werden, als auch die abschirmende Wirkung der Vergussmasse 5. Insbesondere ist dabei vorgesehen, dass wenigstens zwei Drittel einer Außenfläche der Rogowskispule 3 von dem Vergussmittel 5 umschlossen, vorzugsweise berührt, sind. Dadurch wird die Abschirmung verbessert. Bevorzugt ist die wenigstens eine Innenfläche 7 ein zentraler Teil des Gehäuses, welcher die Öffnung 12 umgreift. Dieser Bereich ist auch in Fig. 7 bezeichnet.

[0059] Es wäre möglich, dass das Vergussmittel 5 die Rogowskispule 3 umgreift bzw. einpackt ohne diese selbst zu berühren bzw. zu kontaktieren. Es hat sich weiters als vorteilhaft für die abschirmende Wirkung der Vergussmasse 5 erwiesen, wenn das Vergussmittel 5 die Rogowskispule 3 an weiten Bereichen direkt kontaktiert.

[0060] Die Fig. 7, 8 und 9 zeigen jeweils Schnittdarstellungen der Stromsensorspulenanordnung 1. Dabei zeigt Fig. 7 eine Momentaufnahme während des Einbringens von Rogowskispule 3, Halteteil 8 und Schirmplatte 10 in das Gehäuse 4. Die Vergussmasse 5 befindet sich mitten in dem dabei auftretenden Umformvorgang, und berührt erst die Unterseite und die halben Seitenbereiche der Rogowskispule 3. Die Fig. 8 und 9 zeigen Schnitte nach dem beendeten Einführvorgang. Die Rogowskispule 3 ist von dem Vergussmittel 5, welches auch als Vergussmaterial, Vergussstoff oder Vergussmasse bezeichnet werden kann, umgeben. Dabei ist weiters auch gut erkennbar, wie das Vergussmittel 5 die Schirmplatte 10 kontaktiert.

[0061] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Vergussmittel 5 mit einem vorgebbaren elektrischen Potential elektrisch kontaktiert ist. Besonders bevorzugt ist daher vorgesehen, dass die Schirmplatte 10 einen Erdungsanschluss 11 aufweist, und das Vergussmittel 5 mit dem Erdungsanschluss 11 verbunden wird. Dadurch kann sichergestellt werden, dass das Vergussmittel 5 an einem elektrischen Potential anliegt und nur gering auf elektrische Wellen bzw. Strahlung bzw. Felder reagiert.

[0062] Die Fig. 10 zeigt die Anordnung aus Rogowskispule 3, Halteteil 8 und Schirmplatte 10 sowie weiters die umgebenden Teile des Gehäuses 4, welche gestrichelt dargestellt sind. Fig. 11 zeigt eine entsprechende Ansicht, wobei jedoch das Vergussmittel 5 ebenfalls dargestellt ist, welches die Rogowskispule 3 verdeckt.

[0063] Es ist vorgesehen, dass das Vergussmittel 5 einen spezifischen elektrischen Widerstand zwischen 500 $\Omega \cdot \text{cm}$ und 10000 $\Omega \cdot \text{cm}$, vorzugsweise zwischen 5000 $\Omega \cdot \text{cm}$ und 6000 $\Omega \cdot \text{cm}$, aufweist. Durch diese Eigenschaft kann die Messgenauigkeit bereits deutlich erhöht werden. Ein solcher Widerstand sorgt dafür, dass eingestrahlte Signale deutlich gedämpft und in dem Vergussmittel 5 gebunden werden. Neben der gegenwärtig verwendeten Einheit für den spezifischen elektrischen Widerstand: $\Omega \cdot \text{cm}$ sind auch andere Einheiten, wie etwa $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ üblich bzw. verbreitet. Eine Umrechnung zwischen diesen Einheiten ist mathematisch einfach. Dabei ist weiters

bevorzugt vorgesehen, dass der spezifische elektrische Widerstand des Vergussmittels 500- bis 2000-mal größer ist, als der spezifische elektrische Widerstand der Rogowskispule 3. Da die elektrische Leitfähigkeit invers bzw. umgekehrt proportional zum spezifischen elektrischen Widerstand ist, ist daher bevorzugt vorgesehen, dass das Vergussmittel 5 eine elektrische Leitfähigkeit aufweist, welche 500- bis 2000-mal kleiner als eine elektrische Leitfähigkeit der Rogowskispule 3 ist. Durch den höheren elektrischen Widerstand des Vergussmittels 5 im Vergleich zur der Rogowskispule 3 kann sichergestellt werden, dass - auch bei einem geringfügigen Leck an einer Außenfläche der Rogowskispule 3 - die Messgenauigkeit der Stromsensorspulenordnung 1 praktisch nicht beeinträchtigt wird.

[0064] Weiters kann die positive Wirkung der Vergussmasse 5 noch dadurch gesteigert werden, dass diese bevorzugt im Wesentlichen nicht ferromagnetisch ist. Dadurch kann die Messfähigkeit bzw. Messgenauigkeit sichergestellt werden. Es hat sich gezeigt, dass ferromagnetische Werkstoffe zu einer Abschirmung der Rogowskispule 3 führen können und keine Strommessungen mehr erfolgen können.

[0065] Die Vergussmasse 5 weist wenigstens einen ersten Werkstoff und einen zweiten Werkstoff auf, welche sich unterscheiden und für sich genommen teilweise unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, und welche zusammen jedoch Teil der Vergussmasse 5 sind.

[0066] Der erste Werkstoff ist bzw. umfasst einen elektrischen Isolierstoff. An sich kann jedes isolierende und vorgebar verformbare Material als erster Werkstoff verwendet werden. Bevorzugt ist ein Isolierstoff ein Werkstoff bzw. ein Werkstoffverbund mit einer Leitfähigkeit, welche geringer als $10^{-12} \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, insbesondere $10^{-13} \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, ist. Insbesondere ist bzw. umfasst der erste Werkstoff bzw. der Isolierstoff Epoxid und/oder Polyurethan und/oder Silizium. Bevorzugt ist der erste Werkstoff im Wesentlichen zu weiten Teilen, insbesondere im Wesentlichen vollständig, aus einem dieser drei Materialien ausgebildet. Jeder dieser Werkstoffe hat sich als vorteilhaft für die Herstellung gegenständlicher Vergussmittel 5 und deren Lagerung und Verarbeitung in einem gegenständlichen Gehäuse 4 erwiesen.

[0067] Besonders bevorzugt weist der erste Werkstoff noch wenigstens einen sog. Füllstoff auf. Als bevorzugte Füllstoffe haben sich unterschiedliche Mineralstoff, Korund, Aluminiumhydroxid und/oder unterschiedliche Quartverbindungen erwiesen.

[0068] Bevorzugt bildet der erste Werkstoff eine Basis bzw. einen Großteil des Vergussmittels 5 aus. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass der erste Werkstoff wenigstens 50%, vorzugsweise wenigstens 70%, insbesondere wenigstens 85%, der Gesamtmasse des Vergussmittels 5 umfasst bzw. ausbildet. Besonders bevorzugt kann vorgesehen sein, dass bis zu 98% der Gesamtmasse des Vergussmittels 5 durch den ersten Werkstoff gebildet sind.

[0069] Der zweite Werkstoff weist Partikel mit vorgebar elektrischer Leitfähigkeit auf bzw. handelt es sich bei den Partikeln um Materialien mit entsprechend ausreichender elektrischer Leitfähigkeit, welche insbesondere größer $0,04 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ ist.

[0070] Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Partikel des zweiten Werkstoffs ist vorgesehen, dass die Partikel des zweiten Werkstoffs wenigstens einen vorgebbaren Ruß, insbesondere Azetylen-Ruß, umfassen bzw. sind. Dabei können auch andere Arten eines Rußes vorgesehen sein. Ruß hat sich dabei hinsichtlich seiner elektrischen und mechanischen Eigenschaften als besonders vorteilhaft erwiesen. Durch die Verwendung von Ruß kann ein ansonsten nicht leitfähiger Werkstoff gezielt und vorgebar elektrisch leitfähig gemacht werden. Gleichzeitig kann ein vorgebar hoher elektrischer Widerstand erzielt werden.

[0071] Ruß kann unterschiedliche Größenverhältnisse und Formen aufweisen. Bevorzugt ist vorgesehen, dass eine Mehrzahl der Rußteilchen eine BET von 60 m^2 bis 80 m^2 und einen Durchmesser von 30 nm bis 50 nm aufweisen.

[0072] Gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Partikel des zweiten Werkstoffs ist vorgesehen, dass die Partikel des zweiten Werkstoffs vorgebbare Metallfäden, insbesondere umfassend Kupfer und/oder Silber und/oder Aluminium, umfassen bzw. sind. All die bevorzugten Metalle weisen sehr hohe elektrische Leitfähigkeiten auf, und deren technische Eigenschaften

und Verarbeitung sind dem Fachmann bekannt.

[0073] Gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der Partikel des zweiten Werkstoffs ist vorgesehen, dass die Partikel des zweiten Werkstoffs vorgebbare mineralische Fasern, insbesondere umfassend Graphit, umfassen bzw. sind. Auch einige Mineralien weisen eine ausreichend hohe Leitfähigkeit und entsprechende mechanische Eigenschaften auf.

[0074] Gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der Partikel des zweiten Werkstoffs ist vorgesehen, dass wenigstens zwei oder alle drei der vorstehend beschrieben bevorzugten Ausführungsformen kombiniert werden.

[0075] Der zweite Werkstoff ist insbesondere für die elektrische Leitfähigkeit und gleichzeitige Dämpfung der Vergussmasse 5 wichtig. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der zweite Werkstoff zwischen 2% bis 10%, vorzugsweise im Wesentlichen 5%, der Gesamtmasse der Vergussmasse 5 umfasst.

[0076] Weiters kann das Vergussmittel 5 noch weitere Werkstoffe enthalten, welche etwa als Härter dienen bzw. andere Eigenschaften, welche für die Verwendung des Vergussmittels 5 sinnvoll sind, erwirken.

[0077] Nachfolgend werden Grundsätze für das Verständnis und die Auslegung gegenständlicher Offenbarung angeführt.

[0078] Merkmale werden üblicherweise mit einem unbestimmten Artikel „ein, eine, eines, einer“ eingeführt. Sofern es sich aus dem Kontext nicht anders ergibt, ist daher „ein, eine, eines, einer“ nicht als Zahlwort zu verstehen.

[0079] Das Bindewort „oder“ ist als inklusiv und nicht als exklusiv zu interpretieren. Sofern es sich aus dem Kontext nicht anders ergibt, umfasst „A oder B“ auch „A und B“, wobei „A“ und „B“ beliebige Merkmale darstellen.

[0080] Mittels eines ordnenden Zahlwortes, beispielweise „erster“, „zweiter“ oder „dritter“, werden insbesondere ein Merkmal X bzw. ein Gegenstand Y in mehreren Ausführungsformen unterschieden, sofern dies nicht durch die Offenbarung der Erfindung anderweitig definiert wird. Insbesondere bedeutet ein Merkmal X bzw. Gegenstand Y mit einem ordnenden Zahlwort in einem Anspruch nicht, dass eine unter diesen Anspruch fallende Ausgestaltung der Erfindung ein weiteres Merkmal X bzw. einen weiteren Gegenstand Y aufweisen muss.

[0081] Ein „im Wesentlichen“ in Verbindung mit einem Zahlenwert mitumfasst eine Toleranz von $\pm 10\%$ um den angegebenen Zahlenwert, sofern es sich aus dem Kontext nicht anders ergibt.

[0082] Bei Wertebereichen sind die Endpunkte mitumfasst, sofern es sich aus dem Kontext nicht anders ergibt.

Patentansprüche

1. Stromsensorspulenanordnung (1) umfassend wenigstens eine Sensor-Luftspule (2), welche Sensor-Luftspule (2) als Rogowskispule (3) ausgebildet ist, wobei die Stromsensorspulenanordnung (1) ein Gehäuse (4) aufweist, welches Gehäuse (4) die Rogowskispule (3) umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rogowskispule (3) in ein Vergussmittel (5) eingebettet ist, dass das Vergussmittel (5) wenigstens einen ersten Werkstoff und einen zweiten Werkstoff umfaßt, dass der erste Werkstoff ein elektrischer Isolierstoff ist, dass der zweite Werkstoff Partikel mit vorgebbarer elektrischer Leitfähigkeit umfaßt, und dass das Vergussmittel (5) einen spezifischen elektrischen Widerstand zwischen $500 \Omega \cdot \text{cm}$ und $10000 \Omega \cdot \text{cm}$, vorzugsweise zwischen $5000 \Omega \cdot \text{cm}$ und $6000 \Omega \cdot \text{cm}$, aufweist.
2. Stromsensorspulenanordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vergussmittel (5) wenigstens einen vorgebbaren Bereich (6) zwischen der Rogowskispule (3) und wenigstens einer Innenfläche (7) des Gehäuses (4) im Wesentlichen vollständig ausfüllt.
3. Stromsensorspulenanordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei Drittel einer Außenfläche der Rogowskispule (3) von dem Vergussmittel (5) umschlossen, vorzugsweise berührt, sind.
4. Stromsensorspulenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vergussmittel (5) einen spezifischen elektrischen Widerstand aufweist, welcher 500- bis 2000-mal größer als ein spezifischer elektrischer Widerstand der Rogowskispule (3) ist.
5. Stromsensorspulenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vergussmittel (5) im Wesentlichen nicht ferromagnetisch ist.
6. Stromsensorspulenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Werkstoff zwischen 2% bis 10%, vorzugsweise im Wesentlichen 5%, der Gesamtmasse der Vergussmasse (5) umfaßt.
7. Stromsensorspulenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikel des zweiten Werkstoffs wenigstens ein vorgebbarer Ruß, insbesondere Azetylen-Ruß, und/oder vorgebbare Metallfäden, insbesondere umfassend Kupfer und/oder Silber und/oder Aluminium, und/oder vorgebbare mineralische Fasern, insbesondere umfassend Graphit, umfaßt.
8. Stromsensorspulenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Werkstoff wenigstens 50% der Gesamtmasse des Vergussmittels (5) umfaßt.
9. Stromsensorspulenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Isolierstoff des ersten Werkstoffs Epoxid und/oder Polyurethan und/oder Silizium umfaßt.
10. Stromsensorspulenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vergussmittel (5) mit einem vorgebbaren elektrischen Potential, insbesondere einer Erdung, elektrisch kontaktiert ist.
11. Stromsensorspulenanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vergussmittel (5) eine Viskosität zwischen $200 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ und $2000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ aufweist.
12. Verfahren zur Herstellung einer Stromsensorspulenanordnung (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei eine Rogowskispule (3) an einem Halteteil (8) befestigt wird, wobei die Rogowskispule (3) an elektrische Verbindungsmittel (9) der Stromsensorspulenanordnung (1) angeschlossen wird, wobei die angeschlossene Rogowskispule (3) zusammen mit dem Halteteil (8) einseitig mit einer Schirmplatte (10) verbunden wird, wobei eine vorgebbare Menge eines Vergussmittels (5) mit einem spezifischen elektrischen Widerstand

zwischen $500 \Omega \cdot \text{cm}$ und $10000 \Omega \cdot \text{cm}$ in ein Gehäuse (4) der Stromsensospulenordnung (1) eingeführt wird, wobei nachfolgend die Anordnung aus angeschlossener Rogowskispule (3), Halteteil (8) und Schirmplatte (10) in das Gehäuse (4) eingeführt und gegen das Vergussmittel (5) gepresst wird, wobei das Vergussmittel (5) verformt wird und ein Volumen zwischen der Rogowskispule (3) und einer Innenfläche (7) des Gehäuses (4) in vorgebbarem Maße ausfüllt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rogowskispule (3) vor deren Einbringen in das Gehäuse (4) elektrisch überprüft wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schirmplatte (10) einen Erdungsanschluss (11) aufweist, und das Vergussmittel (5) mit dem Erdungsanschluss (11) verbunden wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge des - in das Gehäuse (4) eingebrachten - Vergussmittels (5) ausreichend groß ist, dass das Vergussmittel (5) - im zusammengebauten Zustand - die Schirmplatte (10) kontaktiert.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

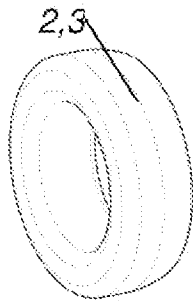


Fig. 1

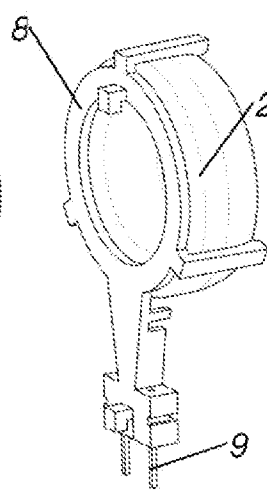


Fig. 2

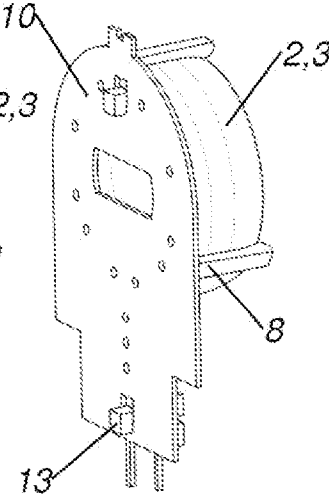


Fig. 3

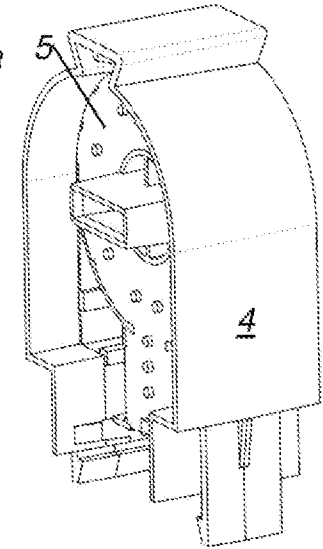


Fig. 4

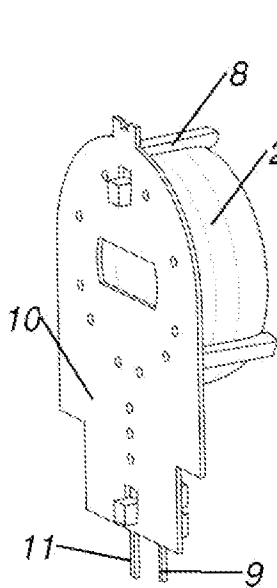


Fig. 5

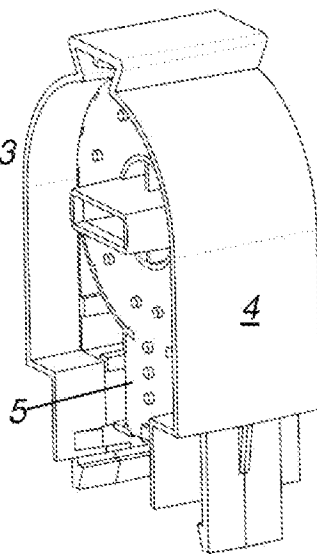
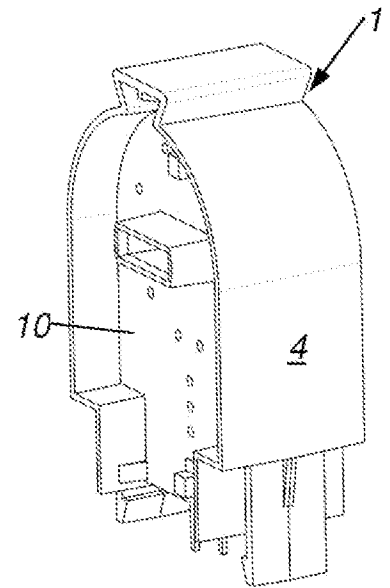


Fig. 6



2/3

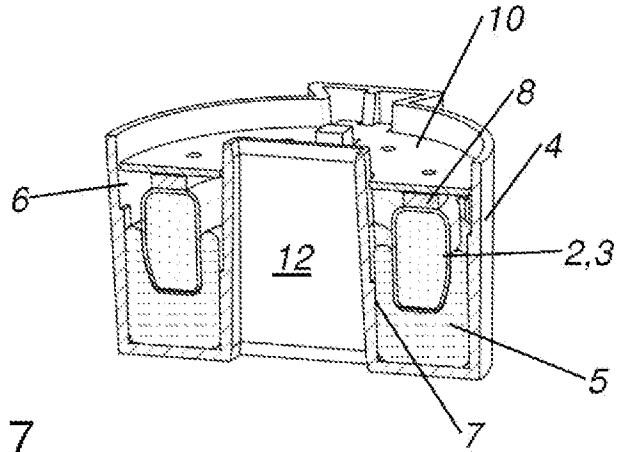


Fig. 7

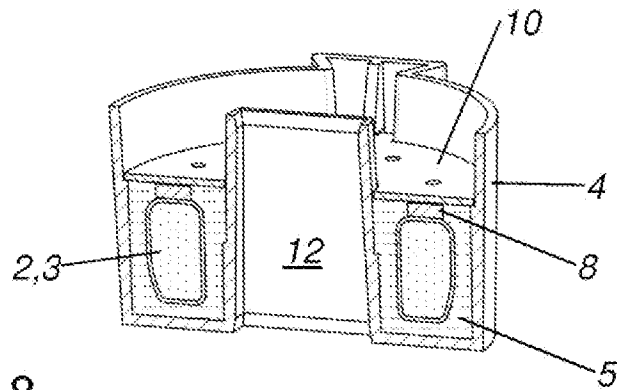


Fig. 8

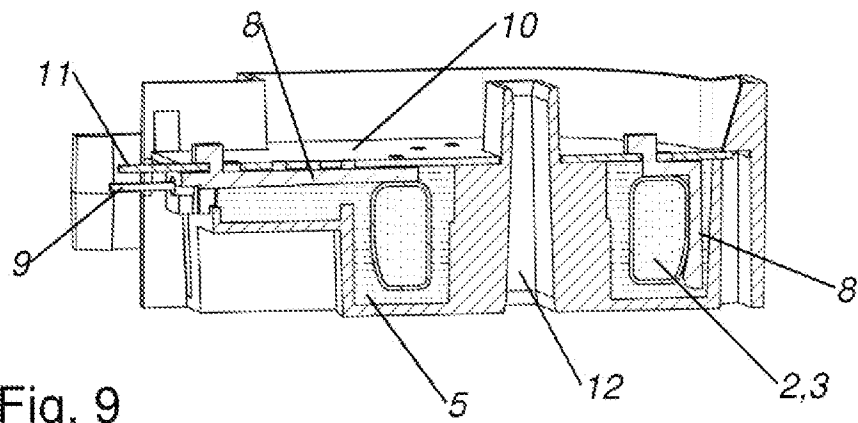


Fig. 9

3/3

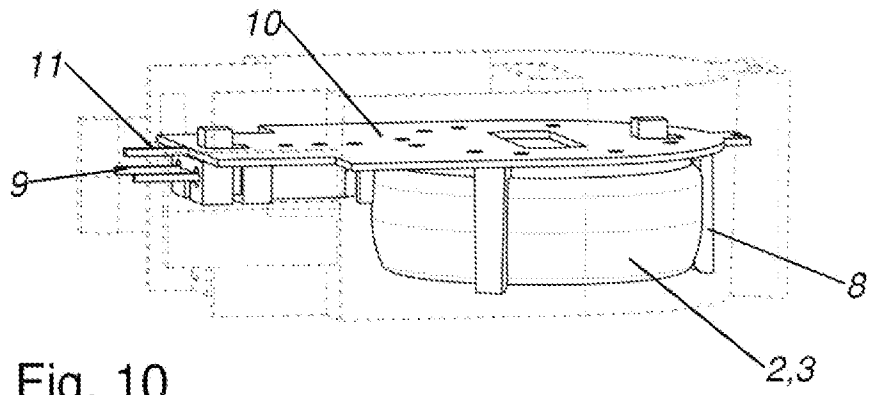


Fig. 10

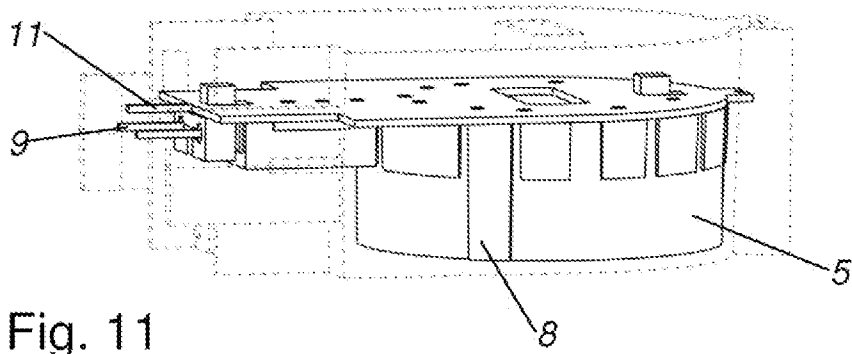


Fig. 11

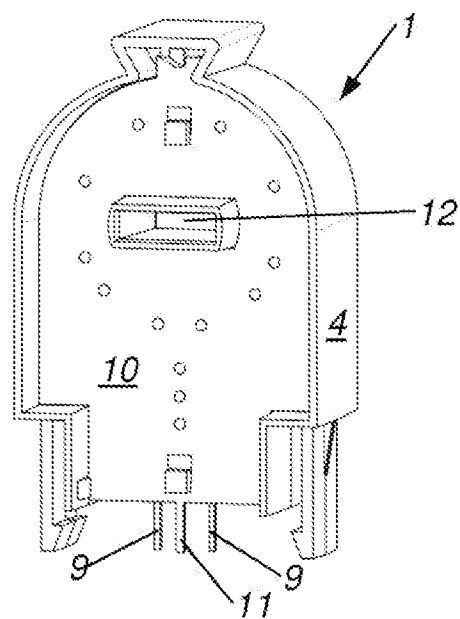


Fig. 12