

(19)



(11)

EP 3 340 272 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.09.2019 Patentblatt 2019/37

(51) Int Cl.:
H01H 83/14 ^(2006.01) **H01F 38/30** ^(2006.01)
H01F 38/38 ^(2006.01) **H01F 27/02** ^(2006.01)
H01F 38/40 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17204905.8**

(22) Anmeldetag: **01.12.2017**

(54) **ALLSTROMSENSITIVER SUMMENSTROMWANDLER, ELEKTROMECHANISCHES
SCHUTZSCHALTGERÄT UND HERSTELLVERFAHREN**

ALL-CURRENT SENSITIVE CORE BALANCE TRANSFORMER, ELECTROMECHANICAL
PROTECTIVE SWITCHING DEVICE AND PRODUCTION METHOD

TRANSFORMATEURS SOMMATEURS DE COURANT ADAPTÉ À TOUS LES COURANTS,
DISJONCTEUR DE PROTECTION ÉLECTROMÉCANIQUE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **21.12.2016 DE 102016225879**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.06.2018 Patentblatt 2018/26

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Bierschneider, Alois**
93098 Mintraching (DE)
• **Franzen, Daniel**
93128 Regenstauf (DE)
• **Mayer, Sonja**
93351 Painten (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 693 943 DE-A1- 4 417 897
DE-B3-102005 050 318 DE-B4-102005 007 334
DE-U1- 8 425 340

EP 3 340 272 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen allstromsensitiven Summenstromwandler für ein elektromechanisches Schutzschaltgerät, insbesondere für einen allstromsensitiven Fehlerstromschutzschalter zur Erfassung eines elektrischen Differenzstromes, mit einem ersten Magnetkern zur Erfassung von Wechselfehlerströmen und einen zweiten Magnetkern zur Erfassung von Gleichfehlerströmen. Weiterhin betrifft die Erfindung ein elektromechanisches Schutzschaltgerät, insbesondere einen allstromsensitiven Fehlerstromschutzschalter, welcher einen derartigen allstromsensitiven Summenstromwandler aufweist. Ferner betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren zur Montage des allstromsensitiven Summenstromwandlers.

[0002] Elektromechanische Schutzschaltgeräte - beispielsweise Leistungsschalter, Leitungsschutzschalter oder Fehlerstromschutzschalter - dienen der Überwachung sowie der Absicherung eines elektrischen Stromkreises und werden insbesondere als Schalt- und Sicherheitselemente in elektrischen Energieversorgungsnetzen eingesetzt. Zur Überwachung und Absicherung des elektrischen Stromkreises wird das Schutzschaltgerät über zwei oder mehrere Anschlussklemmen mit einer elektrischen Leitung des zu überwachenden Stromkreises elektrisch leitend verbunden, um bei Bedarf den elektrischen Strom in der jeweiligen überwachten Leitung zu unterbrechen. Das Schutzschaltgerät weist hierzu einen Schaltkontakt auf, der bei Auftreten eines vordefinierten Zustandes, beispielsweise bei Erfassen eines Kurzschlusses oder eines Fehlerstromes, geöffnet werden kann, um den überwachten Stromkreis vom elektrischen Leitungsnetz zu trennen. Derartige Schutzschaltgeräte sind auf dem Gebiet der Niederspannungstechnik auch als Reiheneinbaugeräte bekannt.

[0003] Ein Fehlerstromschutzschalter ist eine Schutzeinrichtung zur Gewährleistung eines Schutzes gegen einen gefährlichen Fehlerstrom in einer elektrischen Anlage. Ein derartiger Fehlerstrom, welcher auch als Differenzstrom bezeichnet wird, tritt auf, wenn ein spannungsführendes Leitungsteil einen elektrischen Kontakt gegen Erde aufweist. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn eine Person ein spannungsführendes Teil einer elektrischen Anlage berührt: in diesem Fall fließt der Strom als Fehlerstrom durch den Körper der betreffenden Person gegen die Erdung ab. Zum Schutz gegen derartige Körperströme muss der Fehlerstromschutzschalter bei Auftreten eines derartigen Fehlerstroms die elektrische Anlage schnell und sicher allpolig vom Leitungsnetz trennen. Im Allgemeinen Sprachgebrauch werden anstelle des Begriffs "Fehlerstromschutzschalter" auch die Begriffe FI-Schutzschalter (kurz: FI-Schalter), Differenzstromschutzschalter (kurz: DI-Schalter) oder RCD (für "Residual Current Protective Device") gleichwertig verwendet.

[0004] Zur Erfassung eines Fehler- oder Differenzstromes weisen Fehlerstromschutzschalter in der Regel einen Summenstromwandler auf, welcher den Differenzstrom durch eine phasenrichtige Addition der in mehreren, beispielsweise in zwei bis vier Primärleitern fließenden elektrischen Ströme ermittelt. Der Summenstromwandler weist hierzu einen ringförmigen Magnetkern auf, durch den die Primärleiter (hin- und rückführende Leitungen) hindurchgeführt sind. Der Magnetkern selbst ist mit einem Sekundärleiter umwickelt. Ist der Stromfluss in den hin- und rückführenden elektrischen Leitungen gleich, so wird in dem Sekundärleiter kein Induktionsstrom induziert. Fließt hingegen ein Fehlerstrom gegen Erde ab, so heben sich die in den Primärleitern fließenden Ströme nicht mehr gegenseitig auf. Dadurch wird in der Sekundärwicklung eine der Stromdifferenz proportionale Spannung induziert, die als Fehlerstromsignal nach Überschreiten eines vorbestimmten Wertes zum Auslösen des Schutzschaltgerätes führt.

[0005] Da die Funktionsweise eines Summenstromwandlers auf dem induktiven Prinzip beruht, können zunächst nur Ströme mit einem Wechselanteil, also Wechsel-Differenzströme oder pulsierende Gleich-Differenzströme, erfasst werden. Aus der Patentschrift DE 10 2005 007 334 B4 ist hingegen ein allstromsensitiver Summenstromwandler bekannt, der sich in Verbindung mit einer elektronischen Einheit auch zur Erfassung von glatten Gleich-Differenzströmen eignet. Dieser speziell ausgebildete Summenstromwandler umfasst zwei Magnetkerne, von denen einer zur Erfassung der Wechselanteile und der andere zur Erfassung der Gleichanteile bestimmt ist.

[0006] Da bei Anwendungen in der Elektroinstallationstechnik der zur Verfügung stehende Bauraum - beispielsweise in einem Elektroinstallationsverteiler - zumeist stark begrenzt ist, ist man bestrebt, die Schutzschaltgeräte möglichst kompakt zu gestalten. Auf der anderen Seite werden immer mehr Funktionalitäten in die Geräte integriert bzw. Kombigeräte entwickelt, welche den Funktionsumfang mehrerer Einzelgeräte abdecken: so gibt es beispielsweise sogenannte FLS-Schutzschaltgeräte, welche den Funktionsumfang eines herkömmlichen Fehlerstromschutzschalters (FI) mit dem eines Leitungsschutzschalters (LS) kombinieren. Weiterhin sollen immer höhere Nennstromstärken realisiert werden. Diese Entwicklungen führen insgesamt dazu, dass im Inneren der Geräte immer weniger Bauraum zur Verfügung steht.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, einen Summenstromwandler zur allstromsensitiven Differenzstromerfassung, ein elektromechanisches Schutzschaltgerät mit einem derartigen allstromsensitiven Summenstromwandler sowie ein Herstellungsverfahren zur Montage des allstromsensitiven Summenstromwandlers bereitzustellen, welche eine kompaktere Bauform des Summenstromwandlers - und damit des Schutzschaltgerätes - bei gleichzeitig geringeren Montage- und Herstellkosten ermöglichen.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den allstromsensitiven Summenstromwandler, das elektromechanische Schutzschaltgerät mit einem derartigen Summenstromwandler sowie das Herstellungsverfahren zur Montage des allstromsensitiven Summenstromwandlers gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen

des erfindungsgemäßen, allstromsensitiven Summenstromwandlers sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Der erfindungsgemäße allstromsensitive Summenstromwandler zur Erfassung eines elektrischen Differenzstromes ist für ein elektromechanisches Schutzschaltgerät, insbesondere für einen allstromsensitiven Fehlerstromschutzschalter, vorgesehen und weist ein zweiteiliges Gehäuse auf, welches seinerseits ein erstes Gehäuseteil und ein zweites Gehäuseteil aufweist, die fest aber lösbar miteinander verbunden sind. Das Gehäuse weist dabei eine Durchgangsöffnung auf, die entlang einer Mittenachse verläuft und zur Aufnahme mindestens zweier hinsichtlich des Differenzstromes zu überwachender Primärleiter bestimmt ist. Der Summenstromwandler weist dabei einen die Durchgangsöffnung umgebenden ersten Magnetkern zur Erfassung von Wechselfehlerströmen, welcher mit einer ersten Sensorwicklung bewickelt und in dem ersten Gehäuseteil aufgenommen und gehalten ist, auf. Weiterhin weist der Summenstromwandler einen die Durchgangsöffnung umgebenden zweiten Magnetkern zur Erfassung von Gleichfehlerströmen, welcher mit einer zweiten Sensorwicklung bewickelt und in dem zweiten Gehäuseteil aufgenommen und gehalten ist, auf. Die beiden Magnetkerne sind dabei in Richtung der Mittenachse übereinander angeordnet. Darüber hinaus weist der Summenstromwandler mehrere Metallstifte auf, welche mit dem Gehäuse fest verbunden sind und über eine Außenkontur des Gehäuses hervorsteht. Die erste Sensorwicklung und die zweite Sensorwicklung weisen dabei jeweils zwei Enden auf, welche mit je einem der Metallstifte, welche zur elektrischen Kontaktierung mit einer Leiterplatte ausgebildet sind, elektrisch leitend verbunden sind.

[0010] Der erfindungsgemäße, allstromsensitive Summenstromwandler zeichnet sich durch eine äußerst kompakte Gestaltung auf: Zum einen besteht das Gehäuse des Summenstromwandlers aus lediglich zwei Teilen, dem ersten Gehäuseteil zur Aufnahme des ersten Magnetkerns, sowie dem zweiten Gehäuseteil zur Aufnahme des zweiten Magnetkerns, welche bei der Montage unmittelbar, d.h. ohne Verwendung eines weiteren Gehäusezwischenstücks, aneinander montiert werden. Hierdurch ist gegenüber einem drei- oder mehrteiligen Gehäuse eine geringe Bauhöhe des Summenstromwandlers realisierbar. Zum anderen ist der Summenstromwandler über die fest mit dem Wandlergehäuse verbundenen Metallstifte direkt auf einer Leiterplatte montierbar, ohne dass hierfür zusätzliche elektrische Leitungen - und damit zusätzlicher Bauraum - erforderlich sind. Aufgrund der dadurch erzielbaren kompakten Bauform ist der stark begrenzte Bauraum im Inneren des Schutzschaltgerätes besser nutzbar.

[0011] Die beiden Magnetkerne weisen eine ring- oder hohlzylindrische Form auf, wobei die Mittenachse der Zylinderachse der hohlzylinder- bzw. ringförmigen Magnetkerne entspricht. Entlang dieser Zylinderachse sind die beiden Magnetkerne übereinander, d.h. nebeneinander" bzw. "aufeinander" liegend angeordnet, so dass die Primärleiter durch beide Magnetkerne gerade hindurchführbar sind. Die Sensorwicklungen sind - zumindest abschnittsweise - um den jeweiligen Magnetkern herum gewickelt.

[0012] Die Metallstifte bilden dabei einen Kontaktierungsbereich des Summenstromwandlers: hier werden während der Montage des Wandlergehäuses zum einen die Enden der Sensorwicklungen mit jeweils einem der Metallstifte elektrisch leitend verbunden, beispielsweise mittels Lötens. Zum anderen ist über die im Kontaktierungsbereich angeordneten Metallstifte die elektrisch leitende Verbindung mit einer Leiterplatte des Schutzschaltgerätes, auf der die Elektronik des Schutzschaltgerätes angeordnet ist, realisierbar. Dies kann beispielsweise durch Einpressen der Metallstifte in einen auf der Leiterplatte angeordneten Sockel, oder durch Einstecken der Metallstifte in auf der Leiterplatte vorgesehene Löcher mit anschließendem Wellen-, Schwall- oder Tauch-Löten (sogenannte THT-Technik) erfolgen.

[0013] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Summenstromwandlers sind die Metallstifte L-förmig ausgebildet und weisen jeweils einen kurzen ersten Schenkel sowie einen langen zweiten Schenkel auf. Die Enden der Sensorwicklungen sind dabei im Inneren des Gehäuses jeweils mit einem der ersten Schenkel verbunden. Die zweiten Schenkel sind dabei durch das Gehäuse nach außen hindurchgeführt und zur elektrischen Kontaktierung mit der Leiterplatte ausgebildet.

[0014] Mit Hilfe der L-förmig ausgebildeten Metallstifte, deren langer zweiter Schenkel derart durch das Gehäuse hindurchgeführt ist und soweit über die Gehäusekontur überstehen, dass sie mit der Leiterplatte kontaktiert werden können, wird auf einfache Art und Weise eine elektrisch leitende Verbindung zwischen den im Inneren des Gehäuses angeordneten Sensorwicklungen und der außerhalb des Gehäuses liegenden Leiterplatte geschaffen.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Summenstromwandlers sind die Metallstifte u-förmig ausgebildet und weisen jeweils einen ersten Schenkel sowie einen zweiten Schenkel auf, welche beide über die Außenkontur des Gehäuses hervorsteht und über einen Steg miteinander verbunden sind. Die Enden der Sensorwicklungen sind dabei aus dem Gehäuse herausgeführt und jeweils mit einem der ersten Schenkel elektrisch leitend verbunden, während die zweiten Schenkel zur elektrischen Kontaktierung mit der Leiterplatte ausgebildet sind.

[0016] Der Steg oder Verbindungssteg stellt den mittleren Abschnitt der u-förmigen Metallstifte dar. Auch die u-förmig geformten Metallstifte weisen somit einen ersten Schenkel sowie einen zweiten Schenkel auf, die über den Verbindungssteg sowohl elektrisch als auch mechanisch miteinander verbunden sind, aber beide über die Außenkontur überstehen. D.h. keiner der beiden Schenkel ist durch das Gehäuse hindurch auf dessen Innenseite geführt. Zur Verbindung mit dem jeweiligen ersten Schenkel werden die Enden der Sensorwicklungen daher aus dem Gehäuse heraus an den ersten Schenkel geführt; der zweite Schenkel, welcher über den Steg mit dem ersten Schenkel elektrisch leitend verbunden ist, dient wiederum der Kontaktierung mit der Leiterplatte.

[0017] Mit Hilfe der Metallstifte - egal ob L-förmig oder u-förmig ausgebildet - können die beiden elektrischen Kontak-

tierungsprozessschritte, das erste Kontaktieren der Enden der beiden Sensorwicklungen an die Metallstifte sowie das zweite Kontaktieren der Metallstifte mit der Leiterplatte, sowohl zeitlich als auch räumlich voneinander separiert werden. Auf diese Weise ist sowohl eine verbesserte Ergonomie als auch - im Falle thermischer Fügeprozesse - ein geringerer Wärmeeintrag pro Zeit realisierbar, was insbesondere bei Verwendung empfindlicher elektrischer Bauteile von Vorteil ist.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Summenstromwandlers sind die Metallstifte fest mit dem Gehäuse verbunden.

[0019] Diese feste Verbindung der Metallstifte mit dem Gehäuse kann beispielsweise durch Kleben, Einpressen oder Umspritzen erfolgen. Sowohl das Einpressen bzw. Einkleben der Metallstifte in das Gehäuse, als auch das Umspritzen der Metallstifte beim Spritzgießen des Gehäuses im Kunststoffspritzgussverfahren, stellen einfach zu realisierende Fertigungsverfahren zur mechanischen Befestigung der Metallstifte am Gehäuse dar.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Summenstromwandlers weist zumindest einer der Magnetkerne eine Prüfwicklung auf, deren beide Enden mit jeweils einem der ersten Schenkel der Metallstifte elektrisch leitend verbunden sind.

[0021] Die Prüfwicklung ist ebenfalls zumindest abschnittsweise um den Magnetkern herumgewickelt und dient dazu, die Funktionsfähigkeit des Summenstromwandlers zu überprüfen. Hierzu wird eine Prüfspannung an die Prüfwicklung angelegt, welche in dem jeweiligen Magnetkern ein Magnetfeld erzeugt, welches in der Sensorwicklung einen Induktionsstrom induziert und damit detektierbar ist. Zur elektrischen Kontaktierung der Prüfwicklung mit der Leiterplatte werden ebenfalls zwei Metallstifte verwendet, welche wie vorstehend beschrieben L-förmig oder u-förmig ausgebildet sein können.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung weist der Summenstromwandler zumindest ein Positionierungselement auf, welches benachbart zu den Metallstiften an dem Gehäuse ausgebildet ist und zur Positionierung des Summenstromwandlers relativ zur Leiterplatte dient.

[0023] Da die Metallstifte - insbesondere beim Einpressen in einen auf der Leiterplatte ausgebildeten Sockel - empfindlich sind und leicht verbiegen können, weist das Gehäuse in einem Kontaktbereich, in dem auch die Metallstifte angeordnet sind, zumindest ein Positionierungselement auf. Dieses Positionierungselement ist beispielsweise über das Gehäuse hervorstehend ausgebildet und dient dazu, das Gehäuse des Summenstromwandlers relativ zur Leiterplatte vorzupositionieren, um in einem zweiten Schritt die Metallstifte relativ zu den ihnen zugeordneten Kontaktierungselementen in Position zu bringen und anschließend zu fügen, d.h. sowohl mechanisch als auch elektrisch leitend miteinander zu verbinden. Auf diese Weise ist die Montage des Summenstromwandlers auf der Leiterplatte zumindest teilautomatisiert ausführbar.

[0024] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Summenstromwandlers ist zwischen dem ersten Gehäuseteil und dem zweiten Gehäuseteil eine durchschlagsfeste Folie angeordnet.

[0025] Mit Hilfe der durchschlagsfesten Folie werden der im ersten Gehäuseteil aufgenommene erste Magnetkern und der im zweiten Gehäuseteil aufgenommene zweite Magnetkern räumlich voneinander getrennt. Die durchschlagsfeste Folie dient dabei der magnetischen "Isolierung" der beiden Magnetkerne, so dass Wechselwirkungen zwischen den beiden Magnetkernen - und damit Fehlfunktionen des Summenstromwandlers - wirksam vermieden werden können.

[0026] Das erfindungsgemäße elektromechanische Schutzschaltgerät, welches insbesondere als allstromsensitiver Fehlerstromschutzschalter ausgebildet ist, weist einen allstromsensitiven Summenstromwandler der vorstehend beschriebenen Art, mit einem ersten Magnetkern zur Erfassung von Wechselfehlerströmen sowie einem zweiten Magnetkern zur Erfassung von Gleichfehlerströmen, auf.

[0027] Hinsichtlich der Vorteile des erfindungsgemäßen elektromechanischen Schutzschaltgerätes wird auf die vorstehenden Ausführungen die Vorteile des erfindungsgemäßen allstromsensitiven Summenstromwandlers betreffend verwiesen.

[0028] Das erfindungsgemäße Herstellverfahren für einen allstromsensitiven Summenstromwandler der vorstehend beschriebenen Art weist die Schritte:

- a) Thermisches Fügen der Enden der ersten Sensorwicklung und der Enden der zweiten Sensorwicklung mit jeweils einem der ersten Schenkel eines diesem Ende zugewiesenen Metallstiftes;
- b) Montieren des ersten Gehäuseteils und des zweiten Gehäuseteils; und
- c) Herstellen jeweils einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen dem zweiten Schenkel der jeweiligen Metallstiftes und einer, dem betreffenden Metallstift eindeutig zugeordneten und auf der Leiterplatte ausgebildeten Kontaktstelle,

auf.

[0029] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Herstellverfahrens ist zwischen Schritt a) und Schritt b) ein zusätzlicher Schritt

a1) Thermisches Fügen jeweils eines der Enden der ersten Prüfwicklung und/oder der Enden der zweiten Prüfwicklung mit jeweils einem der ersten Schenkel eines dem betreffenden Ende zugewiesenen Metallstiftes;

eingefügt.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Herstellverfahrens wird Schritt c) ebenfalls durch ein thermisches Fügeverfahren realisiert.

[0031] Die elektrisch leitende Verbindung zwischen den Metallstiften und der ihnen jeweils zugewiesenen Kontaktstelle auf der Leiterplatte kann ebenfalls durch thermisches Fügen hergestellt werden, wobei auch andere Verbindungsverfahren, wie Kaltschweißen oder Crimpen, prinzipiell möglich sind. Neben dem Löten kommen als thermische Fügeverfahren auch Hartlöten oder Schweißen in Betracht.

[0032] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Herstell- bzw. Montageverfahrens lässt sich der allstromsensitive Summenstromwandler - und damit das elektromechanische Schutzschaltgerät - deutlich einfacher und damit kostengünstiger herstellen. Da die Metallstifte im Vergleich zu Kabelverbindungen starr am Gehäuse ausgebildet sind und sich somit - relativ zum Gehäuse - immer in derselben Fügeposition befinden, ist es möglich, die thermischen Fügeprozesse zur Herstellung einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen den Enden der Sensorwicklungen und ggf. der Prüfwicklung(en) mit jeweils einem der Metallstifte, sowie der Metallstifte mit den jeweiligen Kontaktstellen auf der Leiterplatte nicht mehr manuell, sondern zumindest teilautomatisiert auszuführen. Umständliches manuelles Löten an aufgrund der beengten Platzverhältnisse teilweise schwer zugänglichen Stellen ist damit nicht mehr erforderlich. Die Gefahr von Auslöseversagern aufgrund schlechter Lötverbindungen oder abgerissener Sensor- oder Prüfwicklungen kann dadurch deutlich minimiert werden. Insgesamt können durch die (teil-) automatisierte Ausführung der Fügeverbindung die Prozessparameter des Fügeprozesses besser eingehalten und überwacht werden, wodurch auf einfache Art und Weise in kürzerer Zeit qualitativ hochwertigere Fügeverbindungen herstellbar sind.

[0033] Weiterhin ist es möglich, dass bei einer (teil-)automatisierten Ausführung der Fügeverbindungen nicht alle thermischen Verbindungen gleichzeitig ausgeführt werden. Hierdurch kann der Wärmeeintrag pro Zeiteinheit deutlich reduziert werden, was insbesondere bei Verwendung temperaturempfindlicher Bauteile von großem Vorteil ist.

[0034] Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen, allstromsensitiven Summenstromwandlers unter Bezug auf die beigefügten Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen:

Figuren 1 bis 3 schematische Darstellungen des montierten allstromsensitiven Summenstromwandlers in verschiedenen Ansichten;

Figuren 4 bis 6 schematische Darstellungen des FI-Teils des Summenstromwandlers in verschiedenen Ansichten;

Figuren 7 bis 9 schematische Darstellungen des DI-Teils des Summenstromwandlers in verschiedenen Ansichten;

Figur 10 eine schematische Schnittdarstellung des Summenstromwandlers;

Figuren 11 und 12 schematische Darstellungen des Summenstromwandlers mit einer daran montierten Leiterplatte in verschiedenen Ansichten.

[0035] In den verschiedenen Figuren der Zeichnung sind gleiche Teile stets mit dem gleichen Bezugszeichen versehen. Die Beschreibung gilt für alle Zeichnungsfiguren, in denen das entsprechende Teil ebenfalls zu erkennen ist.

[0036] In den Figuren 1 bis 3 ist der erfindungsgemäße, vollständig montierte allstromsensitive Summenstromwandler 1 in verschiedenen Ansichten schematisch dargestellt. Figur 1 zeigt dabei eine perspektivische Ansicht des allstromsensitiven Summenstromwandlers 1; in den Figuren 2 und 3 ist der Summenstromwandler 1 in zwei unterschiedlichen Seitenansichten gezeigt.

[0037] Der allstromsensitive Summenstromwandler 1 weist ein Gehäuse 10 auf, welches aus zwei Teilen - dem ersten Gehäuseteil 11 sowie dem zweiten Gehäuseteil 12, besteht. Entlang einer Mittenachse a weist das Gehäuse 10 eine Durchgangsöffnung 13 zur Durchführung mehrerer Primärleiter 9 (siehe Figur 11) auf. Die Durchgangsöffnung 13 ist dabei mit Hilfe eines an das Gehäuse 10 angespritzten Isolierkreuzes 16 in vier kreisförmige, voneinander unabhängige Teilöffnungen 17 unterteilt. Hierdurch sind die Primärleiter 9 zum einen im Inneren des Summenstromwandlers 1 elektrisch voneinander isoliert aufgenommen, wodurch die Gefahr von elektrischen Überschlüssen wirksam reduziert wird. Zum anderen wird durch das Isolierkreuz 16 verhindert, dass die scharfkantigen Enden der Primärleiter 9 beim Einfädeln in die Durchgangsöffnung 13 andere Primärleiter beschädigen.

[0038] Der allstromsensitive Summenstromwandler 1 weist einen die Durchgangsöffnung 13 umgebenden ersten Magnetkern 20 zur Erfassung von Wechselfehlerströmen, welcher in dem ersten Gehäuseteil 11 aufgenommen und gehalten ist (siehe Figuren 4 bis 6), sowie einen die Durchgangsöffnung 13 umgebenden zweiten Magnetkern 30 zur Erfassung von Gleichfehlerströmen, welcher in dem zweiten Gehäuseteil 12 aufgenommen und gehalten ist (siehe Figuren 7 bis 9), auf. Das Gehäuse 10 des Summenstromwandlers 1 ist ferner zur direkten Montage auf einer Leiterplatte

100 (printed circuit board PCB, siehe Figuren 11 und 12) des Schutzschaltgerätes vorgesehen und weist zur Kontaktierung mit der Leiterplatte 100 mehrere Metallstifte 40 auf, welche in einem Kontaktbereich 18 des Gehäuses 10 sowohl am ersten Gehäuseteil 11 als auch am zweiten Gehäuseteil 12 angeordnet sind und dabei über eine Außenkontur des Gehäuses 10 hervorstehen. Die Metallstifte 40 sind vorliegend als u-förmige Draht-Pins ausgebildet und als Inlays fest, d.h. nicht lösbar, in das erste Gehäuseteil 11 bzw. das zweite Gehäuseteil 12 eingespritzt. Sie weisen jeweils einen ersten Schenkel 41 sowie einen zweiten Schenkel 42 auf, welche über einen Verbindungssteg (nicht dargestellt) des u-förmigen Grundkörpers elektrisch leitend miteinander verbunden sind. Weiterhin weist das Gehäuse 10 zwei Positionierungselemente 14 auf, welche ebenfalls im Kontaktbereich 18 angeordnet sind, ebenfalls über die Außenkontur des Gehäuses 10 hervorstehen und zur Positionierung des Summenstromwandlers 1 relativ zur Leiterplatte 100 des Schutzschaltgerätes dienen.

[0039] Die Figuren 4 bis 6 zeigen schematische Darstellungen des sogenannten FI-Teils des Summenstromwandlers 1 in verschiedenen Ansichten bzw. Montagezuständen: Die Figuren 5 und 6 zeigen dabei das erste Gehäuseteil 11 mit dem darin aufgenommenen ersten Magnetkern 20, während in Figur 4 der erste Magnetkern 20 vor Einlegen in das erste Gehäuseteil 11 in einer Art Explosionszeichnung schematisch dargestellt ist.

[0040] Der erste Magnetkern 20, welcher zur Erfassung von Wechselfehlerströmen dient, ist mit einer ersten Sensorwicklung 21 umwickelt, welche als erster Sekundärleiter des Summenstromwandlers 1 dient. Dies bedeutet, dass bei einer Änderung des magnetischen Feldes, welches durch den ersten Magnetkern 20 geführt ist, in der ersten Sensorwicklung 21 ein Induktionsstrom induziert wird. Die daraus resultierende Induktionsspannung kann dann zwischen den beiden Enden der ersten Sensorwicklung 21 gemessen werden. Zusätzlich ist um den ersten Magnetkern 20 zumindest abschnittsweise eine erste Prüfwicklung 22 gewickelt, welche dazu dient, die Funktionsfähigkeit des FI-Teils des Summenstromwandlers 1 zu überprüfen: wird an die beiden Enden der ersten Prüfwicklung 22 eine Prüfspannung angelegt, so bewirkt der daraus resultierenden Stromfluss in der Prüfwicklung 22 eine Änderung des magnetischen Flusses im ersten Magnetkern 20. Diese Änderung kann dann wiederum mittels der ersten Sensorwicklung 21 erfasst werden.

[0041] Figur 5 zeigt den ersten Magnetkern 20 in seiner Einbaulage im ersten Gehäuseteil 11. Zur Fixierung kann der erste Magnetkern 20 in das erste Gehäuseteil 11 eingeklebt werden. Im Kontaktbereich 18 des Gehäuses 10 sind mehrere Metallstifte 40 in Gestalt u-förmiger Draht-Pins in das erste Gehäuseteil 11 eingespritzt. Die beiden Enden der ersten Sensorwicklung 21 sind dabei jeweils mit einem zweiten Schenkel 42 des ihnen jeweils zugewiesenen Metallstifts 40 elektrisch leitend verbunden. Ebenso sind die beiden Enden der ersten Prüfwicklung 22 jeweils mit einem zweiten Schenkel 42 des ihnen jeweils zugewiesenen Metallstifts 40 elektrisch leitend verbunden. Die Enden der ersten Sensorwicklung 21 sowie der ersten Prüfwicklung 22 sind hierzu jeweils aus dem ersten Gehäuseteil 11 herausgeführt und um den jeweiligen ersten Schenkel 42 herumgewickelt. In einem weiteren Prozessschritt wird dann eine dauerhafte stabile Verbindung zwischen den Leiterenden der Sensorwicklung 21 bzw. der Prüfwicklung 22 und dem jeweiligen Metallstift 40 hergestellt, beispielsweise mit Hilfe eines thermischen Fügeverfahrens wie Schweißen oder Löten. Das Fügen kann dabei manuell ausgeführt werden; da die Fügepartner - das jeweilige Ende der Sensor- bzw. Prüfwicklung 21 bzw. 22 sowie der zugeordnete erster Schenkel 41 des jeweiligen Metallstiftes 40 - formstabil gehalten sind, ist es jedoch ebenso möglich und vorteilhafter, den Fügeprozess teilweise oder sogar vollständig zu automatisieren.

[0042] Figur 6 zeigt den FI-Teil des Summenstromwandlers 1 zu einem weiteren, späteren Montagezeitpunkt. Dabei ist der erste Magnetkern 20 mit einer durchschlagsfesten Folie 15 abgedeckt, um ihn räumlich von dem im zweiten Gehäuseteil 12 aufgenommenen zweiten Magnetkern 30 (siehe Figuren 7 bis 9) zu trennen. Die durchschlagsfeste Folie 15 dient dabei der magnetischen "Isolierung" der beiden Magnetkerne 20 und 30, um Wechselwirkungen zwischen den beiden Magnetkernen 20 und 30, und damit Fehlfunktionen des Summenstromwandlers 1, wirksam zu vermeiden. Um die Folie 15 exakt zu positionieren weist das erste Gehäuseteil 11 zwei Montagezapfen 19 auf, welche in damit korrespondierende, am zweiten Gehäuseteil 12 ausgebildete Montageöffnungen 29 eingreifen, um die beiden Gehäuseteile 11 und 12 formschlüssig miteinander zu verbinden. Die Folie 15 ist hinsichtlich ihrer Form an die Trennebene der Gehäuseteile 11 und 12 angepasst und weist im Bereich der beiden Montagezapfen 19 zwei räumlich damit korrespondierenden Öffnungen auf. Durch Einhängen dieser Öffnungen in die Montagezapfen 19 ist die Folie 15 relativ zum ersten Gehäuseteil 11 exakt positionierbar.

[0043] Die erste Sensorwicklung 21 sowie die erste Prüfwicklung 22 sind vorzugsweise aus Lackdraht gebildet. Dabei handelt sich zumeist um einen Kupferdraht, welcher bei der Fertigung mit einer elektrisch isolierenden Lackschicht überzogen wurde. Da Dicke und Gewicht dieser Lackisolation im Vergleich zu anderen Isolierstoffen mit gleicher Wirkung sehr gering sind, weder derartige Lackdrähte bevorzugt zum Bau von elektrischen Spulen und Transformatoren verwendet. Aufgrund der geringen Dicke der Lackschicht sind sie jedoch auch entsprechend empfindlich gegen äußere mechanische Einwirkungen.

[0044] Der erste Magnetkern 20 kann aus nanokristallinem Material gebildet sein. Da dieses Material sehr spröde ist und daher zur Bildung von Flittern neigt, ist es in diesem Fall vorteilhaft, den Magnetkern 20 mit einer Schutzhülle zu umgeben, bevor er mit der ersten Sensorwicklung 21 und/oder der ersten Prüfwicklung 22 bewickelt wird, um Beschädigungen der dünnen Lackdrähte der Wicklungen durch die schafkantigen Flitter zu vermeiden. Der Magnetkern 20 kann zu diesem Zweck mit einem dünnen Papier bewickelt werden. Alternativ ist es ebenso möglich, ihn vor dem

Bewickeln in ein Kunstharz zu vergießen.

[0045] In den Figuren 7 bis 9 ist der sogenannte DI-Teil des Summenstromwandlers 1 in verschiedenen Ansichten bzw. Montagezuständen schematisch dargestellt: Die Figuren 8 und 9 zeigen dabei das zweite Gehäuseteil 12 mit dem darin aufgenommenen zweiten Magnetkern 30, während in Figur 7 der zweite Magnetkern 30 vor dem Einlegen in das zweite Gehäuseteil 12 dargestellt ist.

[0046] Der zweite Magnetkern 30, welcher zur Erfassung von Gleichfehlerströmen dient, ist mit einer zweiten Sensorwicklung 31 umwickelt, welche als zweiter Sekundärleiter des Summenstromwandlers 1 dient. Dies bedeutet, dass bei einer Änderung des magnetischen Feldes, welches durch den zweiten Magnetkern 30 geführt ist, in der zweiten Sensorwicklung 31 ein Induktionsstrom induziert wird. Die daraus resultierende Induktionsspannung kann dann zwischen den beiden Enden der zweiten Sensorwicklung 31 gemessen werden. Zusätzlich ist um den zweiten Magnetkern 31 zumindest abschnittsweise eine zweite Prüfwicklung 32 gewickelt, welche dazu dient, die Funktionsfähigkeit des DI-Teils des Summenstromwandlers 1 zu überprüfen: wird an die beiden Enden der zweiten Prüfwicklung 32 eine Prüfspannung angelegt, so bewirkt der daraus resultierende Stromfluss in der Prüfwicklung 32 eine Änderung des magnetischen Flusses im zweiten Magnetkern 30. Diese Änderung kann dann wiederum mit Hilfe der zweiten Sensorwicklung 31 erfasst werden.

[0047] Figur 8 zeigt den zweiten Magnetkern 30 in seiner Einbaulage im zweiten Gehäuseteil 12. Zur Fixierung kann der zweite Magnetkern 30 in das zweite Gehäuseteil 12 eingeklebt werden. Im Kontaktbereich 18 des Gehäuses 10 sind mehrere Metallstifte 40 in Gestalt u-förmiger Draht-Pins in das zweite Gehäuseteil 12 eingespritzt. Die beiden Enden der zweiten Sensorwicklung 31 sind dabei jeweils mit einem zweiten Schenkel 42 des ihnen jeweils zugeordneten Metallstifts 40 elektrisch leitend verbunden. Ebenso sind die beiden Enden der zweiten Prüfwicklung 32 jeweils mit einem zweiten Schenkel 42 des ihnen jeweils zugeordneten Metallstifts 40 elektrisch leitend verbunden. Die Enden der zweiten Sensorwicklung 31 sowie der zweiten Prüfwicklung 32 sind hierzu jeweils aus dem zweiten Gehäuseteil 12 herausgeführt und um den jeweiligen ersten Schenkel 42 herumgewickelt. In einem weiteren Prozessschritt wird dann eine dauerhafte stabile Verbindung zwischen den Leiterenden der Sensorwicklung 31 bzw. der Prüfwicklung 32 und dem jeweils zugeordneten Metallstift 40 hergestellt, beispielsweise durch ein thermisches Fügeverfahren wie Schweißen oder Löten. Das Fügen kann auch manuell ausgeführt werden; da die Fügepartner (das jeweilige Ende der Sensor- bzw. Prüfwicklung 31 bzw. 32 sowie der zugeordnete erste Schenkel 41 des jeweiligen Metallstiftes 40) formstabil gehalten sind, ist es jedoch ebenso möglich und deutlich vorteilhafter, den Fügeprozess teilweise oder sogar vollständig zu automatisieren.

[0048] Figur 9 zeigt den DI-Teil des Summenstromwandlers 1 zu einem weiteren, späteren Montagezeitpunkt. Dabei ist der zweite Magnetkern 30 mit einer durchschlagsfesten Folie 15 abgedeckt, um ihn von dem im ersten Gehäuseteil 11 aufgenommenen ersten Magnetkern 20 (siehe Figuren 4 bis 6) räumlich zu trennen. Zur Positionierung der Folie 15 weist das zweite Gehäuseteil 12 einen Montagezapfen 19 auf, welcher in eine damit korrespondierende, am ersten Gehäuseteil 11 ausgebildete Montageöffnung 29 eingreift, um die beiden Gehäuseteile 11 und 12 formschlüssig miteinander zu verbinden. Die Verwendung zweier Folien 15, eine am ersten Gehäuseteil 11 und eine weitere am zweiten Gehäuseteil 12, ist nicht zwingend erforderlich. Vielmehr sollte die durchschlagsfeste Folie 15 entweder am ersten Gehäuseteil 11 oder am zweiten Gehäuseteil 12 positioniert werden.

[0049] Ferner ist anhand der in den Figuren 4 bis 9 dargestellten Gehäuseteile 11 und 12 auch gut der Übergang der Teilöffnungen 17 vom ersten Gehäuseteil 11 zum zweiten Gehäuseteil 12 zu erkennen: die Übergangsbereiche der Teilöffnungen 17 sind so ausgebildet, dass diese nicht stumpf aufeinander stoßen, sondern im Fügebereich unterschiedliche, abgestufte Querschnitte aufweisen, so dass zwei der Teilöffnungen 17 des ersten Gehäuseteils 11 in die korrespondierenden Teilöffnungen 17 des zweiten Gehäuseteils 12 gesteckt werden und umgekehrt. Auf diese Weise wird ein Labyrinth geschaffen, durch das die Luft- und Kriechstrecken zwischen den Primärleitern 9, die in den Teilöffnungen 17 aufgenommen sind, deutlich verlängert werden, wodurch die Gefahr eines elektrischen Überschlages zwischen den Primärleitern 9 weiter reduziert wird.

[0050] Figur 10 zeigt schematisch eine Schnittdarstellung des Summenstromwandlers 1 entlang der Mittenachse a. Das erste Gehäuseteil 11 (FI-Teil), in dem der erste Magnetkern 20 zur Erfassung von Wechselfehlerströmen aufgenommen und gehalten ist, ist dabei in Richtung der Mittenachse a oberhalb des zweiten Gehäuseteils 12, in dem der zweite Magnetkern 30 zur Erfassung von Gleichfehlerströmen aufgenommen und gehalten ist, angeordnet. Zwischen dem ersten Gehäuseteil 11 und dem zweiten Gehäuseteil 12 ist die durchschlagfeste Folie 15, welche den Aufnahmeraum des ersten Magnetkerns 20 vom Aufnahmeraum des zweiten Magnetkerns 30 räumlich trennt, angeordnet. Mit Hilfe der durchschlagsfesten Folie 15 ist es somit möglich, die Bauhöhe des allstromsensitiven Summenstromwandlers 1 in Richtung der Mittenachse a deutlich kompakter zu halten, als dies bei Verwendung eines weiteren, zusätzlichen Gehäuseteils der Fall wäre.

[0051] In der Schnittdarstellung der Figur 10 ist ferner gut zu erkennen, dass die Durchgangsöffnung 13 in vier rohrförmige Teilöffnungen 17 unterteilt ist (die Schnittansicht der Figur 10 zeigt deren zwei), in denen die Primärleiter 9 geführt und elektrisch zueinander isoliert sind. An den beiden in Richtung der Mittenachse a distalen Enden des Gehäuses 10 sind die Isolierkreuze 16 zur elektrischen Isolation der Primärleiter 9 außerhalb des Summenstromwandlers 1 ange-

ordnet. Die Isolierkreuze 16 sind dabei mit dem ersten Gehäuseteil 11 bzw. dem zweiten Gehäuseteil 12 einstückig verbunden, wodurch ein zusätzliches Bauteil zur Isolation der Primärleiter 9 im Außenbereich des Gehäuses 10 sowie dessen zusätzliche Montage entfallen. Durch eine optimierte Auswahl des für die Gehäuseteile 11 und 12 verwendeten Kunststoffwerkstoffs kann die Durchschlagsfestigkeit signifikant verbessert werden. Für diesen Zweck kommen beispielsweise glasfaserverstärkte Polyamide in Betracht.

[0052] In den Figuren 11 und 12 ist der Summenstromwandler 1 mit einer daran montierten Leiterplatte 100, auf der sich die Elektronik des elektromechanischen Schutzschaltgerätes befindet, in zwei unterschiedlichen Ansichten schematisch dargestellt. Die Leiterplatte 100 ist als sogenannte rigid-flex-Leiterplatte ausgebildet, d.h. sie weist starre ("rigid") Bereiche 100a auf, welche durch flexible ("flex") Bereiche 100b miteinander verbunden sind, siehe Figur 11. Die Leiterplatte 100 ist vorliegend um den Summenstromwandler 1 herum "gefaltet" angeordnet. Auf diese Weise kann auch eine vergleichsweise große Leiterplatte neben dem voluminösen Summenstromwandler 1 äußerst platzsparend angeordnet werden, sodass eine kompakte Bauform des elektromechanischen Schutzschaltgerätes realisierbar ist. Dabei können an der Leiterplatte 100 auch weitere Bauteile oder Baugruppen des elektromechanischen Schutzschaltgerätes angeordnet werden.

[0053] In Figur 11 sind ferner die Primärleiter 9 dargestellt, welche durch die Durchgangsöffnung 13 des Summenstromwandlers 1 hindurchgeführt sind. Außerhalb des Summenstromwandlers 1 sind die Primärleiter 9 in der vorliegenden Darstellung als flach ausgeführte Profile ausgebildet.

[0054] Figur 12 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts der Leiterplatte 100, welcher mit dem Kontaktbereich 18 des Summenstromwandlers 1 korrespondiert. Dabei wird deutlich, dass der Summenstromwandler 1 direkt auf der Leiterplatte 100 montiert ist. Mittels der am Gehäuse 10 ausgebildeten Positionierungselemente 14 wird das Gehäuse 10 des Summenstromwandlers 1 zunächst relativ zur Leiterplatte 100 positioniert, indem die Positionierungselemente 14 in auf der Leiterplatte 100 ausgebildete Positionieröffnungen 103 eingeführt bzw. eingesteckt werden. Weiterhin weist die Leiterplatte 100 unterschiedlich dimensionierte Bohrungen 101 sowie 102 zur Aufnahme der Schenkel 41 und 42 der Metallstifte 40 auf. Die Positionieröffnungen 103 sind dabei hinsichtlich ihrer Größe so dimensioniert, dass der Summenstromwandler 1 spielfrei geführt ist, derart, dass die Schenkel 41 und 42 der Metallstifte 40 korrespondierend zu den ihnen jeweils zugeordneten Bohrungen 101 und 102 exakt positioniert sind, so dass sie in einem weiteren Schritt in die Bohrungen eingesteckt werden können.

[0055] Die Bohrungen 102 dienen der Kontaktierung der Metallstifte 40 über ihren jeweils zweiten Schenkel 42. Diese Kontaktierung kann beispielsweise durch Einpressen der zweiten Schenkel 42 in die Bohrungen 102 erfolgen. In diesem Fall sind die Bohrungen 102 kleiner dimensioniert, so dass durch das Einpressen der als Einpressstifte ausgebildeten zweiten Schenkel 42 eine kaltverschweißte Verbindung zwischen dem jeweiligen zweiten Schenkel 42 und der diesem zugeordneten Bohrung 102 gebildet ist. Alternativ dazu können diese elektrischen Verbindungen auch als Durchsteckverbindung ausgeführt sein. Hierzu sind die Bohrungen 102 etwas größer dimensioniert und als durchkontaktierte Bohrungen ausgebildet, durch die die zweiten Schenkel 42 hindurchgesteckt und anschließend verlötet werden. Diese Montageart ist auch als Durchstecktechnik ("THT - Through Hole Technology") bekannt. Das eigentliche thermische Fügen (Löten) kann dann mit Hilfe eines Roboters oder Automaten erfolgen, wodurch eine gleichbleibend gute Qualität der Lötstellen garantiert ist.

[0056] Die Bohrungen 101 sind im Vergleich zu den Bohrungen 102 deutlich größer dimensioniert und dienen lediglich der Aufnahme der jeweils ersten Schenkel 41 der Metallstifte 40. Da diese ersten Schenkel 41 der Kontaktierung der Enden der Sensorwicklungen 21 und 31 bzw. der Prüfwicklungen 22 und 32 mit dem jeweils zugeordneten Metallstift 40, nicht aber der Kontaktierung der Metallstifte 40 mit der Leiterplatte 100 dienen, stellen die zugeordneten Bohrungen 101 lediglich Aussparungen dar, in denen die ersten Schenkel 41 räumlich aufgenommen sind, um Beschädigungen zu verhindern.

[0057] Anhand der vorstehend beschriebenen Figuren wird abschließend das erfindungsgemäße Herstellverfahren für den allstromsensitiven Summenstromwandler 1 beschrieben: zunächst werden die Enden der ersten Sensorwicklung 21, welche um den ersten Magnetkern 20 gewickelt ist, und der Enden der zweiten Sensorwicklung 31, die um den zweiten Magnetkern 30 gewickelt ist, mit jeweils einem der ersten Schenkel 41 eines dem Ende der jeweiligen Wicklung zugewiesenen Metallstiftes 40 durch ein thermisches Fügeverfahren - beispielsweise Löten - elektrisch leitend verbunden. Dieses Fügeverfahren kann dabei sowohl manuell als auch automatisiert ausgeführt werden. Anschließend werden das erste Gehäuseteil 11, in dem der erste Magnetkern 20 aufgenommen und gehalten ist, und das zweite Gehäuseteil 12, in dem der zweite Magnetkern 30 aufgenommen und gehalten ist, zum Gehäuse 10 montiert. Schließlich wird zwischen den zweiten Schenkeln 42 der Metallstifte 40 und der Leiterplatte 100 über die zugeordnete Bohrung 102 eine zweite elektrisch leitende Verbindung hergestellt. Diese Verbindung kann dabei ebenfalls mit Hilfe eines thermischen Fügeverfahrens ausgeführt werden; dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

[0058] Sind Prüfwicklungen 22, 32 vorhanden, so werden parallel zur Kontaktierung der Sensorwicklungen 21, 31 auch die Enden der Prüfwicklungen 22, 32 mit jeweils einem der ersten Schenkel 41 eines diesem Ende zugewiesenen Metallstiftes 40 durch das thermische Fügeverfahren elektrisch leitend verbunden. Anschließend werden die Gehäuseteile 11 und 12 wiederum zusammengesteckt.

[0059] Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass die Kontaktierung der Sensor- und Prüfwicklungen 21, 22, 31 und 32 mit der Leiterplatte 100 in zwei Schritten, und damit sowohl räumlich als auch zeitlich separiert voneinander, erfolgt. Auf diese Weise ist es möglich, auch bei räumlich beengten Platzverhältnissen und - damit einhergehend - schlechten ergonomischen Verhältnissen zwei qualitativ hochwertige, elektrisch leitende Verbindungen - vorzugsweise Lötverbindungen - auf nur einem Verbindungselement, dem jeweiligen Metallstift 40, herzustellen.

[0060] Für die technische Realisierung der zweiten elektrisch leitenden Verbindung zwischen den Metallstiften 40 und der Leiterplatte 100 bieten sich verschiedene Möglichkeiten:

Zum einen können diese Verbindungen aufgrund der definierten, stets gleichen Position der Metallstifte 40 relativ zum Gehäuse 10 des Summenstromwandlers 1 als Lötverbindungen mit Hilfe eines Roboters oder Automaten einfach, präzise und in kurzer Zeit mit gleichbleibend hoher Qualität hergestellt werden. Die Leiterplatte 100 benötigt hierzu lediglich günstig herzustellende, durchkontaktierte Bohrungen 102.

[0061] Weiterhin können die Metallstifte 40 als Einpressstifte ausgebildet sein. In diesem Fall kann die Leiterplatte 100, ebenfalls mit durchkontaktierten Bohrungen 102, mit Hilfe einer Einpressvorrichtung mit dem Summenstromwandler 1 elektrisch leitend verbunden werden. Durch die dabei aufzubringende Einpresskraft entsteht eine stabile, kaltverschweißte Verbindung zwischen dem Metallstift 40 und der Bohrung 102.

[0062] Ferner ist es möglich, auf der Leiterplatte 100 eine Steckerleiste anzuordnen, wobei die elektrisch leitende Verbindung mit dem Summenstromwandler 1 durch Eindrücken der Metallstifte 40 in die Steckerleiste realisiert wird. Schlussendlich können an die zweiten Schenkel 42 der Metallstifte 40 auch flexible Leitungen angelötet werden, um auf herkömmliche Weise eine elektrisch leitende Verbindung zu der Leiterplatte 100 zu realisieren.

[0063] Wird das Verfahren automatisiert oder teilautomatisiert ausgeführt, so ist es vorteilhaft, den Summenstromwandler 1 durch Schwenken oder durch eine lineare Zuführung derart mit der Leiterplatte 100 in Kontakt zu bringen, dass dabei zunächst die Positionierungselemente 14, und erst anschließend die Metallstifte 40 in Kontakt zur Leiterplatte 100 treten. Dadurch, dass die Positionierungselemente 14 voreilend zu den Metallstiften 40 sind, wird auf einfache Art und Weise eine exakte Positionierung der Metallstifte 40 relativ zur den ihnen zugeordneten Bohrungen 101 bzw. 102 auf der Leiterplatte 100 erreicht. Darüber hinaus können die Positionierungselemente 14 auch als Justage-Elemente für weitere vor- oder nachgelagerte Fertigungsschritte, beispielsweise das nachfolgende thermische Fügeverfahren, dienen.

Bezugszeichenliste

[0064]

1 Summenstromwandler

9 Primärleiter

10 Gehäuse

11 erstes Gehäuseteil

12 zweites Gehäuseteil

13 Durchgangsöffnung

14 Positionierungselement

15 Folie

16 Isolierkreuz

17 Teilöffnung

18 Kontaktbereich

19 Montagezapfen

20 erster Magnetkern

21 erste Sensorwicklung

22 erste Prüfwicklung

29 Montageöffnung

30 zweiter Magnetkern

31 zweite Sensorwicklung

32 zweite Prüfwicklung

40 Metallstifte

41 erster Schenkel

42 zweiter Schenkel

- 100 Leiterplatte 100a starre Bereiche 100b flexible Bereiche
- 101 Bohrung
- 102 Bohrung
- 103 Positionieröffnung

a Mittenachse

Patentansprüche

1. Allstromsensitiver Summenstromwandler (1) zur Erfassung eines elektrischen Differenzstromes,

- mit einem zweiteiligen Gehäuse (10), aufweisend ein erstes Gehäuseteil (11) und ein zweites Gehäuseteil (12), welche fest aber lösbar miteinander verbunden sind, wobei das Gehäuse (10) eine Durchgangsöffnung (13) aufweist, die entlang einer Mittenachse (a) verläuft und zur Aufnahme mindestens zweier hinsichtlich des Differenzstromes zu überwachenden Primärleiter (9) bestimmt ist,
- mit einem die Durchgangsöffnung (13) umgebenden ersten Magnetkern (20) zur Erfassung von Wechselstromerströmen, welcher mit einer ersten Sensorwicklung (21) bewickelt und in dem ersten Gehäuseteil (11) aufgenommen und gehalten ist,
- mit einem die Durchgangsöffnung (13) umgebenden zweiten Magnetkern (30) zur Erfassung von Gleichfehlerströmen, welcher mit einer zweiten Sensorwicklung (31) bewickelt und in dem zweiten Gehäuseteil (12) aufgenommen und gehalten ist,
- wobei die beiden Magnetkerne (20, 30) in Richtung der Mittenachse (a) übereinander angeordnet sind,
- **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Metallstifte (40) mit dem Gehäuse (10) fest verbunden sind und über eine Außenkontur des Gehäuses (10) hervorstehen,
- wobei die erste Sensorwicklung (21) und die zweite Sensorwicklung (31) jeweils zwei Enden aufweisen, welche mit je einem der Metallstifte (40) elektrisch leitend verbunden sind,
- wobei die Metallstifte (40) sowohl am ersten Gehäuseteil (11) als auch am zweiten Gehäuseteil (12) angeordnet sind und in einem eben ausgebildeten Kontaktbereich (18) des Gehäuses (10) liegen,
- wobei die Metallstifte (40) zur elektrischen Kontaktierung mit einer Leiterplatte (100) ausgebildet sind.

2. Summenstromwandler (1) nach Anspruch 1,

- bei der die Metallstifte (40) L-förmig ausgebildet sind und jeweils einen kurzen ersten Schenkel (41) sowie einen langen zweiten Schenkel (42) aufweisen,
- wobei die Enden der Sensorwicklungen (21, 31) im Inneren des Gehäuses (10) jeweils mit einem der ersten Schenkel (41) verbunden sind, und
- wobei die zweiten Schenkel (42) durch das Gehäuse (10) nach außen hindurchgeführt und zur elektrischen Kontaktierung mit der Leiterplatte (100) ausgebildet sind.

3. Summenstromwandler (1) nach Anspruch 1,

- bei der die Metallstifte (40) u-förmig ausgebildet sind und jeweils einen ersten Schenkel (41) sowie einen zweiten Schenkel (42) aufweisen, welche über die Außenkontur des Gehäuses (10) hervorstehen und über einen Steg miteinander verbunden sind,
- wobei die Enden der Sensorwicklungen (21, 31) aus dem Gehäuse (10) herausgeführt und jeweils mit einem der ersten Schenkel (41) elektrisch leitend verbunden sind, und
- wobei die zweiten Schenkel (42) zur elektrischen Kontaktierung mit der Leiterplatte (100) ausgebildet sind.

4. Summenstromwandler (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zumindest einer der Magnetkerne (20, 30) eine Prüfwicklung (22, 32) aufweist, deren beide Enden mit jeweils einem der ersten Schenkel (41) der Metallstifte (40) elektrisch leitend verbunden sind.

5. Summenstromwandler (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, mit zumindest einem Positionierungselement (14), welches benachbart zu den Metallstiften (140) an dem Gehäuse (10) ausgebildet ist und zur Positionierung des Summenstromwandlers (1) relativ zur Leiterplatte (100) dient.

6. Summenstromwandler (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem zwischen dem ersten Gehäuseteil (11)

und dem zweiten Gehäuseteil (12) eine durchschlagsfeste Folie (15) angeordnet ist.

7. Elektromechanisches Schutzschaltgerät, insbesondere ein allstromsensitiver Fehlerstromschutzschalter, welcher einen allstromsensitiven Summenstromwandler (1), der nach einem der Ansprüche 1 bis 6 gebildet ist, mit einem ersten Magnetkern (20) zur Erfassung von Wechselfehlerströmen und einem zweiten Magnetkern (30) zur Erfassung von Gleichfehlerströmen, aufweist.
8. Herstellverfahren für einen allstromsensitiven Summenstromwandler (1), der nach einem der Ansprüche 1 bis 6 gebildet ist, mit den Schritten:
 - a) Thermisches Fügen der Enden der ersten Sensorwicklung (21) und der Enden der zweiten Sensorwicklung (31) mit jeweils einem der ersten Schenkel (41) eines diesem Ende zugewiesenen Metallstiftes (40);
 - b) Montieren des ersten Gehäuseteils (11) und des zweiten Gehäuseteils (12);
 - c) Herstellen jeweils einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen dem zweiten Schenkel (42) des jeweiligen Metallstiftes (40) und einer, dem betreffenden Metallstift (40) eindeutig zugeordneten und auf der Leiterplatte (100) ausgebildeten Kontaktstelle.
9. Herstellverfahren nach Anspruch 8, wobei zwischen dem ersten Schritt a) und dem zweiten Schritt b) der weitere Schritt
 - a1) Thermisches Fügen jeweils eines der Enden der ersten Prüfwicklung (22) und/oder der Enden der zweiten Prüfwicklung (32) mit jeweils einem der ersten Schenkel (41) eines dem betreffenden Ende zugewiesenen Metallstiftes (40);eingefügt ist.
10. Herstellverfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei Schritt c) durch ein thermisches Fügeverfahren realisiert wird.

Claims

1. Universal current-sensitive core balance transformer (1) for detecting a differential electric current,
 - comprising a two-part housing (10) having a first housing part (11) and a second housing part (12) which are fixedly, but detachably, connected to one another, wherein the housing (10) has a passage opening (13) which runs along a centre axis (a) and is intended to receive at least two primary conductors (9) which are to be monitored in respect of the differential current,
 - comprising a first magnet core (20), which surrounds the passage opening (13), for detecting AC residual currents, a first sensor winding (21) being wound around the said first magnet core and the said first magnet core being received and held in the first housing part (11),
 - comprising a second magnet core (30), which surrounds the passage opening (13), for detecting DC residual currents, a second sensor winding (31) being wound around the said second magnet core and the said second magnet core being received and held in the second housing part (12),
 - wherein the two magnet cores (20, 30) are arranged one above the other in the direction of the centre axis (a),
 - **characterized in that** a plurality of metal pins (40) are fixedly connected to the housing (10) and project beyond an outer contour of the housing (10),
 - wherein the first sensor winding (21) and the second sensor winding (31) each have two ends which are electrically conductively connected to one of the metal pins (40) in each case,
 - wherein the metal pins (40) are arranged both on the first housing part (11) and also on the second housing part (12) and lie in a planar contact region (18) of the housing (10),
 - wherein the metal pins (40) are designed to make electrical contact with a printed circuit board (100).
2. Core balance transformer (1) according to Claim 1,
 - in which the metal pins (40) are of L-shaped design and each have a short first limb (41) and a long second limb (42),
 - wherein the ends of the sensor windings (21, 31) in the interior of the housing (10) are each connected to one of the first limbs (41), and
 - wherein the second limbs (42) are routed through the housing (10) to the outside and are designed to make

electrical contact with the printed circuit board (100).

3. Core balance transformer (1) according to Claim 1,

- in which the metal pins (40) are of u-shaped design and each have a first limb (41) and a second limb (42) which project beyond the outer contour of the housing (10) and are connected to one another via a web,
- wherein the ends of the sensor windings (21, 31) are routed out of the housing (10) and are each electrically conductively connected to one of the first limbs (41), and
- wherein the second limbs (42) are designed to make electrical contact with the printed circuit board (100).

4. Core balance transformer (1) according to one of the preceding claims, in which at least one of the magnet cores (20, 30) has a test winding (22, 32), the two ends of the said test winding each being electrically conductively connected to one of the first limbs (41) of the metal pins (40).

5. Core balance transformer (1) according to one of the preceding claims, comprising at least one positioning element (14) which is formed adjacent to the metal pins (140) on the housing (10) and serves to position the core balance transformer (1) relative to the printed circuit board (100).

6. Core balance transformer (1) according to one of the preceding claims, in which a flashover-resistant foil (15) is arranged between the first housing part (11) and the second housing part (12).

7. Electromechanical circuit breaker device, in particular a universal current-sensitive residual-current circuit breaker, which has a universal current-sensitive core balance transformer (1) which is formed according to one of Claims 1 to 6, comprising a first magnet core (20) for detecting AC residual currents and a second magnet core (30) for detecting DC residual currents.

8. Production method for a universal current-sensitive core balance transformer (1) which is formed according to one of Claims 1 to 6, comprising the steps of:

- a) thermally joining the ends of the first sensor winding (21) and the ends of the second sensor winding (31) to in each case one of the first limbs (41) of a metal pin (40) which is assigned to the said end;
- b) assembling the first housing part (11) and the second housing part (12);
- c) establishing in each case one electrically conductive connection between the second limb (42) of the respective metal pin (40) and a contact point which is unambiguously associated with the metal pin (40) in question and is formed on the printed circuit board (100).

9. Production method according to Claim 8, wherein the further step

- a1) thermally joining in each case one of the ends of the first test winding (22) and/or the ends of the second test winding (32) to in each case one of the first limbs (41) of a metal pin (40) which is assigned to the end in question is introduced between the first step a) and the second step b).

10. Production method according to either of Claims 8 and 9, wherein step c) is realized by a thermal joining method.

Revendications

1. Convertisseur de courant total sensible à tous les courants (1) pour détecter un courant différentiel électrique, comprenant :

- un boîtier en deux parties (10) présentant une première partie de boîtier (11) et une deuxième partie de boîtier (12) qui sont reliées entre elles de manière fixe mais détachable, le boîtier (10) présentant une ouverture de passage (13) qui longe un axe central (a) et qui est destinée à recevoir au moins deux conducteurs primaires (9) à surveiller quant au courant différentiel,
- un premier noyau magnétique (20) entourant l'ouverture de passage (13), pour détecter des courants résiduels alternatifs, et qui est entouré d'un premier bobinage capteur (21) et logé et maintenu dans la première partie de boîtier (11),
- un deuxième noyau magnétique (30) entourant l'ouverture de passage (13), pour détecter des courants résiduels continus, et qui est entouré d'un deuxième bobinage capteur (31) et logé et maintenu dans la deuxième

partie de boîtier (12),

- les deux noyaux magnétiques (20, 30) étant superposés en direction de l'axe central (a),

- **caractérisé en ce que** plusieurs tiges métalliques (40) sont reliées de manière fixe au boîtier (10) et font saillie par rapport à un contour extérieur du boîtier (10),

- le premier bobinage capteur (21) et le deuxième bobinage capteur (31) présentant respectivement deux extrémités qui sont reliées de manière électriquement conductrice avec respectivement une des tiges métalliques (40),

- les tiges métalliques (40) étant agencées non seulement sur la première partie de boîtier (11), mais aussi sur la deuxième partie de boîtier (12) et se trouvant dans une zone de contact (18) du boîtier (10) réalisée de manière plane,

- les tiges métalliques (40) étant réalisées pour contacter électriquement une carte de circuit imprimé (100).

2. Convertisseur de courant total (1) selon la revendication 1,

- dans lequel les tiges métalliques (40) sont réalisées en forme de L et présentent respectivement une première branche courte (41) ainsi qu'une deuxième branche longue (42),

- les extrémités des bobinages capteurs (21, 31) étant reliées, à l'intérieur du boîtier (10), respectivement à une des premières branches (41) et

- les deuxièmes branches (42) traversant le boîtier (10) vers l'extérieur et étant réalisées pour établir un contact électrique avec la carte de circuit imprimé (100).

3. Convertisseur de courant total (1) selon la revendication 1,

- dans lequel les tiges métalliques (40) sont réalisées en forme de u et présentent respectivement une première branche (41) ainsi qu'une deuxième branche (42) qui font saillie par rapport au contour extérieur du boîtier (10) et sont reliées entre elles par une traverse,

- les extrémités des bobinages capteurs (21, 31) sortant du boîtier (10) et étant reliées de manière électriquement conductrice respectivement à une des premières branches (41) et

- les deuxièmes branches (42) étant réalisées pour établir un contact électrique avec la carte de circuit imprimé (100).

4. Convertisseur de courant total (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'un au moins un des noyaux magnétiques (20, 30) comporte un enroulement de test (22, 32) dont les deux extrémités sont reliées de manière électriquement conductrice à respectivement une des premières branches (41) des tiges métalliques (40).

5. Convertisseur de courant total (1) selon l'une des revendications précédentes, comportant au moins un élément de positionnement (14) qui est réalisé de manière voisine des tiges métalliques (40) sur le boîtier (10) et sert à positionner le convertisseur de courant total (1) relativement à la carte de circuit imprimé (100).

6. Convertisseur de courant total (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une feuille (15) résistante à la déchirure est agencée entre la première partie de boîtier (11) et la deuxième partie de boîtier (12).

7. Disjoncteur de protection électromécanique, et plus particulièrement disjoncteur de protection à courant de défaut sensible à tous les courants, comportant un convertisseur de courant total (1) sensible à tous les courants et réalisé selon l'une des revendications 1 à 6, avec un premier noyau magnétique (20) pour détecter des courants résiduels alternatifs et un deuxième noyau magnétique (30) pour détecter des courants résiduels continus.

8. Procédé de fabrication d'un convertisseur de courant total (1) sensible à tous les courants et réalisé selon l'une des revendications 1 à 6, comportant les étapes suivantes :

a) assemblage thermique des extrémités du premier bobinage capteur (21) et des extrémités du deuxième bobinage capteur (31) avec respectivement une des premières branches (41) d'une tige métallique (40) affectée à cette extrémité ;

b) montage de la première partie de boîtier (11) et de la deuxième partie de boîtiers (12) ;

c) réalisation, respectivement, d'un assemblage électriquement conducteur entre la deuxième branche (42) de la tige métallique respective (40) et d'un point de contact associé univoquement à la tige métallique concernée (40) et réalisé sur la carte de circuit imprimé (100).

EP 3 340 272 B1

9. Procédé de fabrication selon la revendication 8, entre la première étape a) et la deuxième étape b) étant insérée l'étape supplémentaire suivante :
- a1) assemblage thermique respectivement d'une des extrémités du premier enroulement de test (22) et/ou des extrémités du deuxième enroulement de test (32) avec respectivement une des premières branches (41) d'une tige métallique (40) affectée à l'extrémité concernée.
10. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 8 ou 9, l'étape c) étant réalisée par un procédé d'assemblage thermique.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

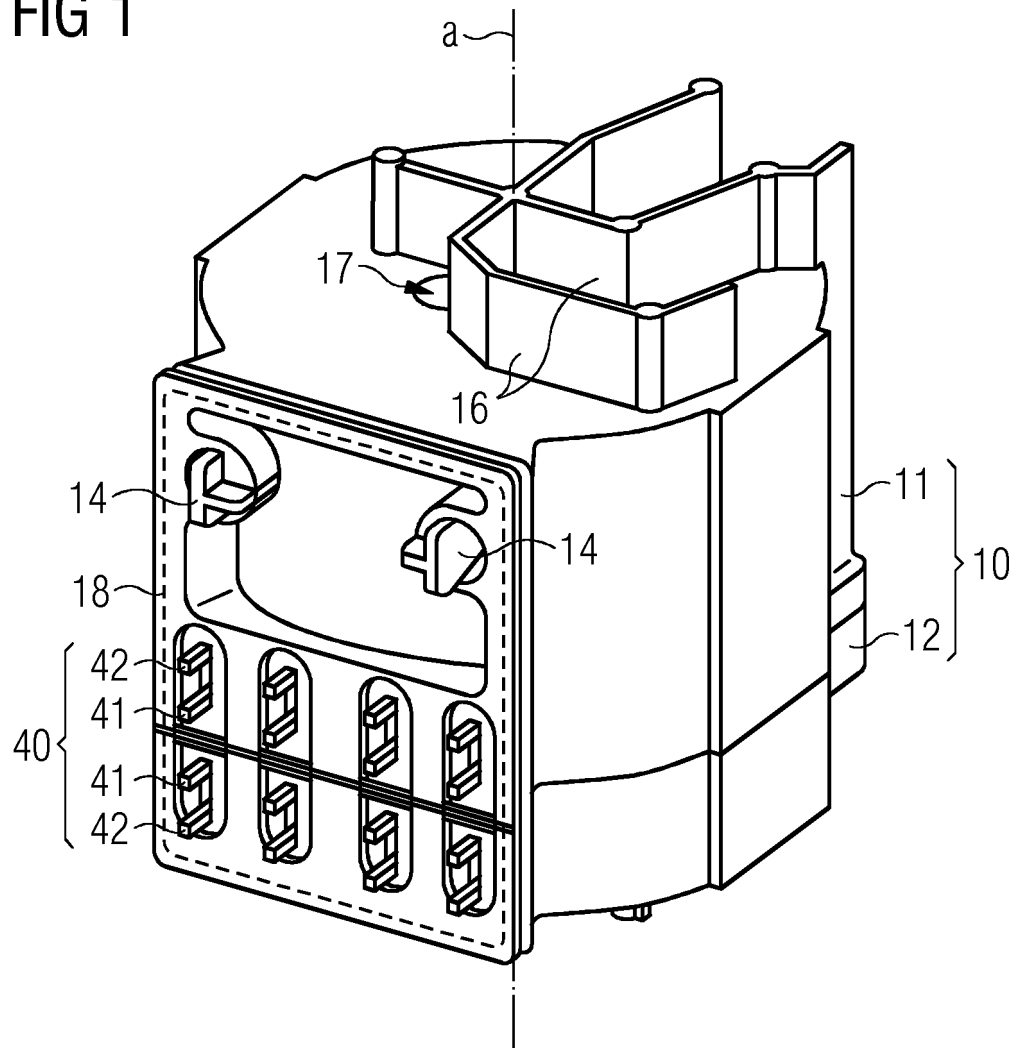


FIG 2

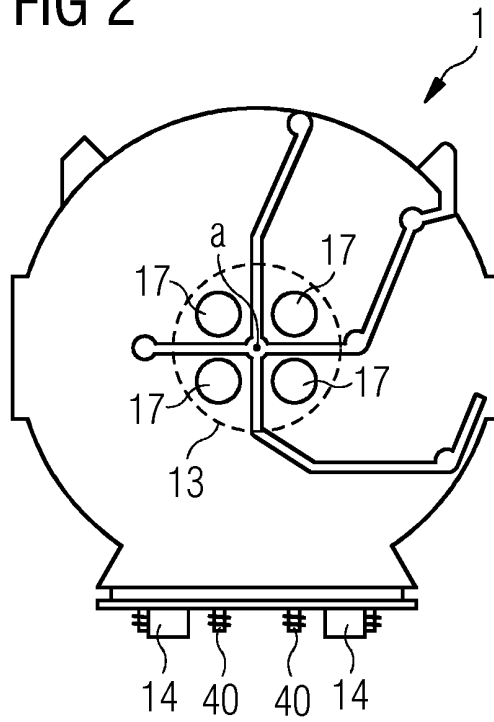


FIG 3

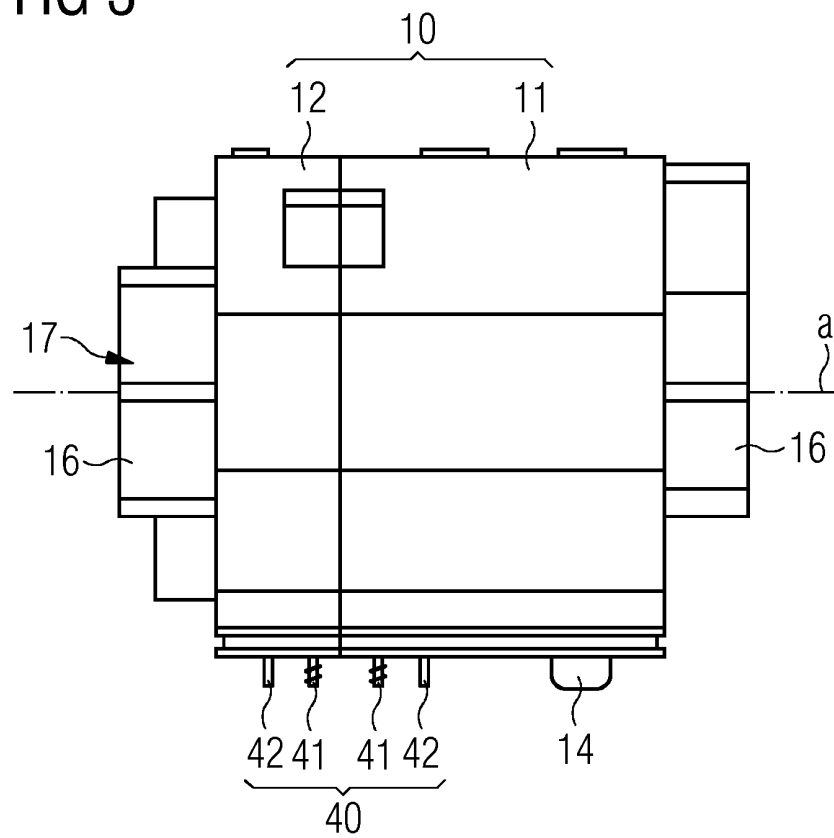


FIG 4

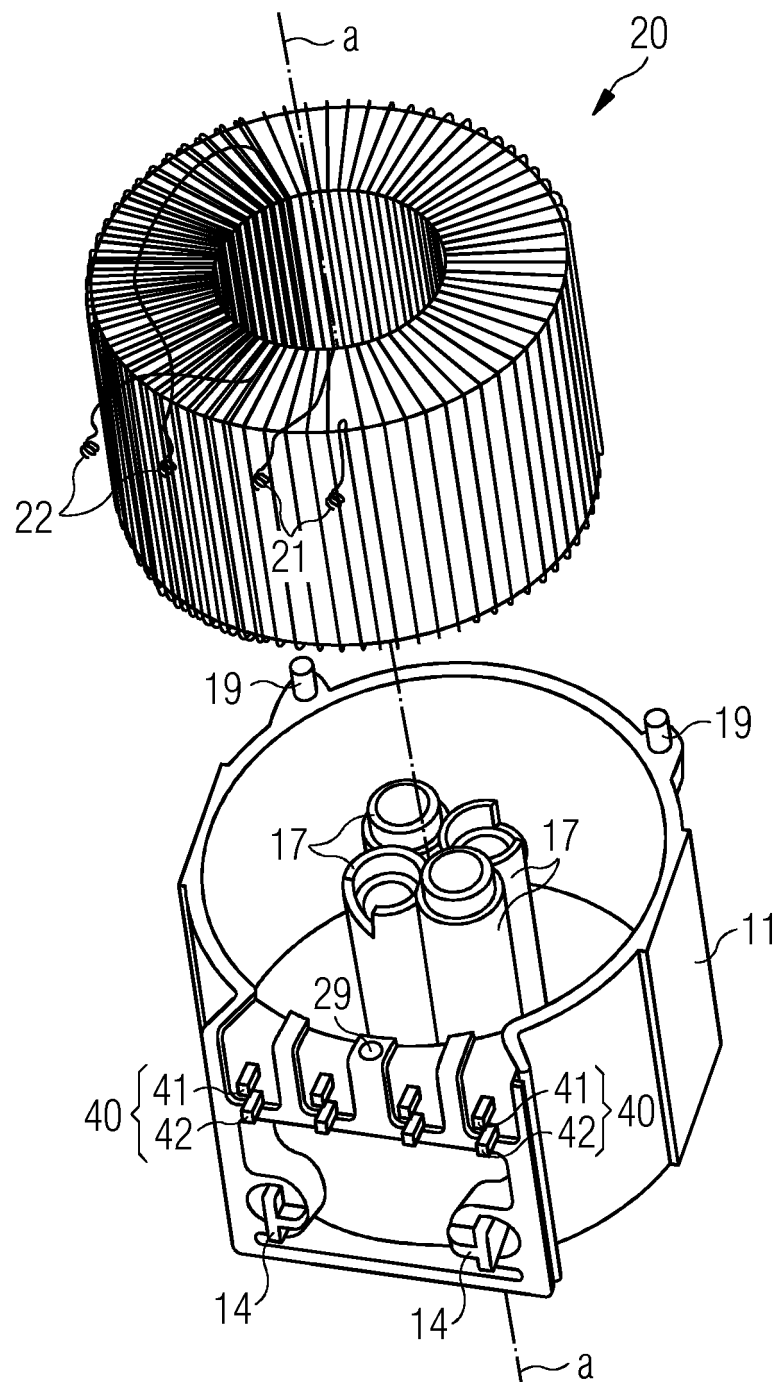


FIG 5

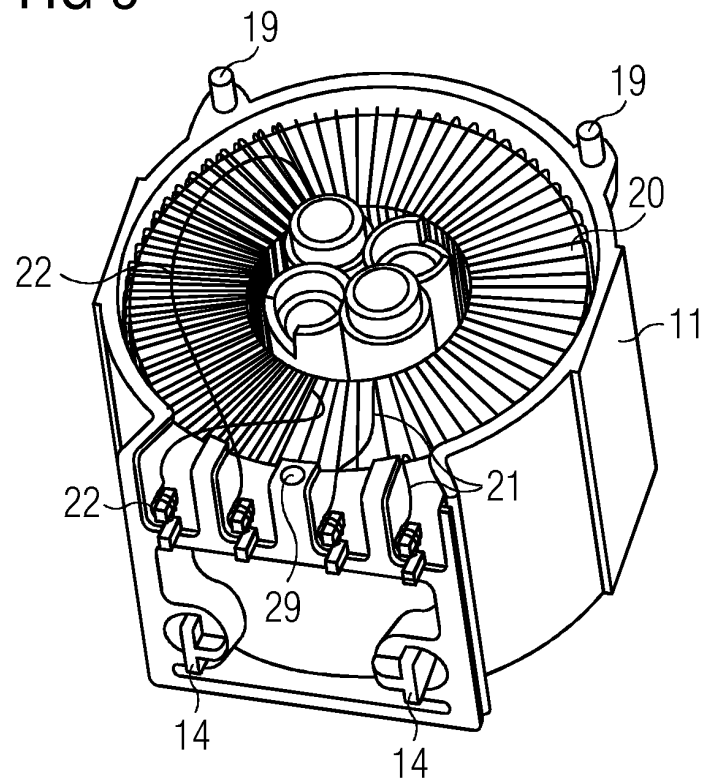


FIG 6

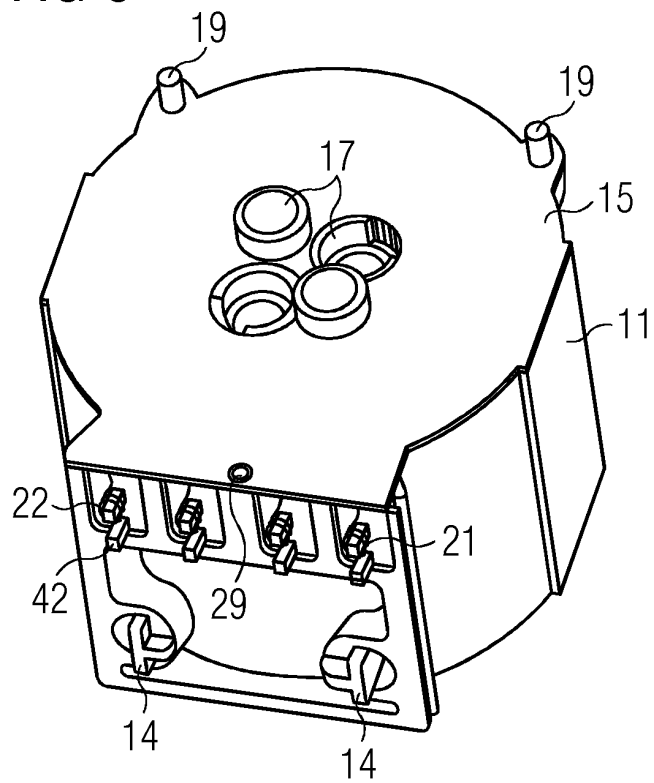


FIG 7

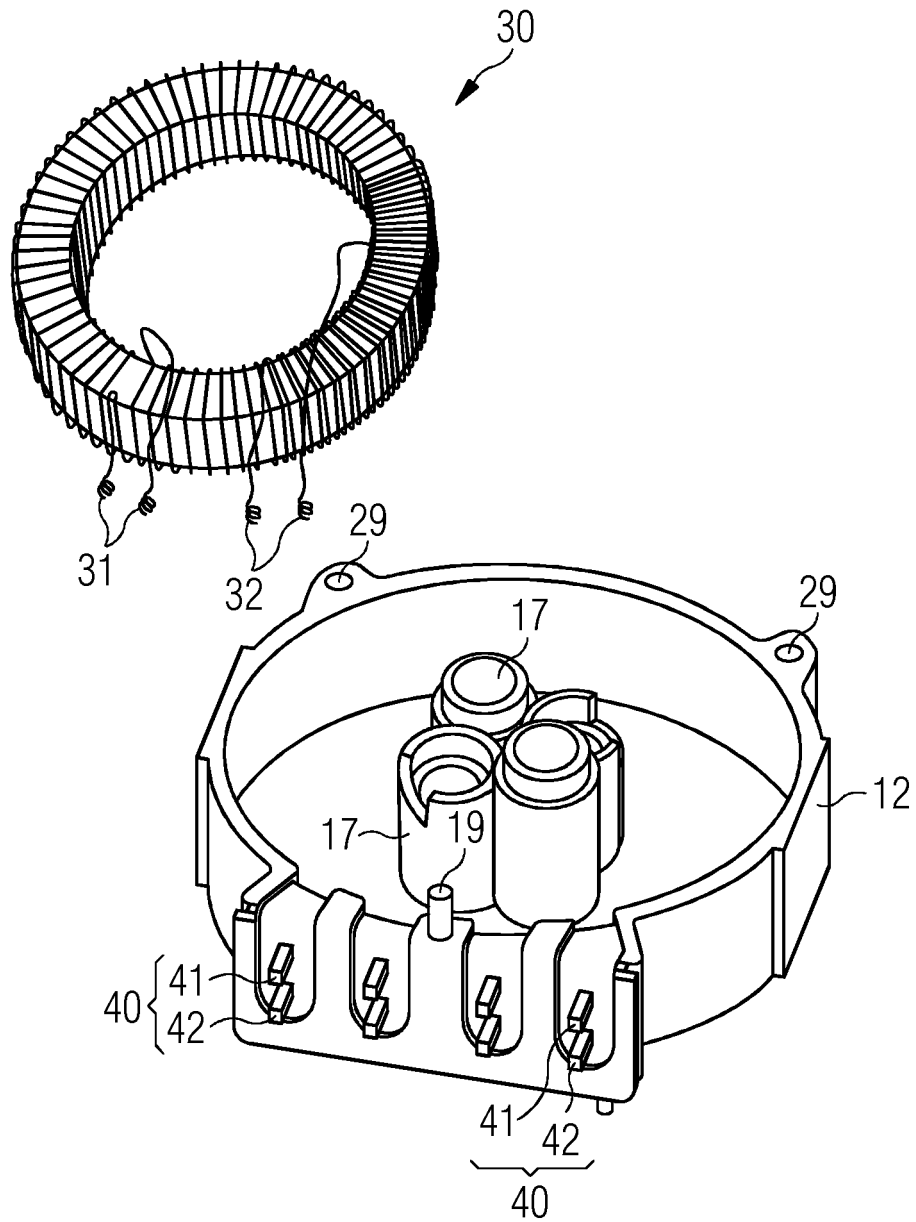


FIG 8

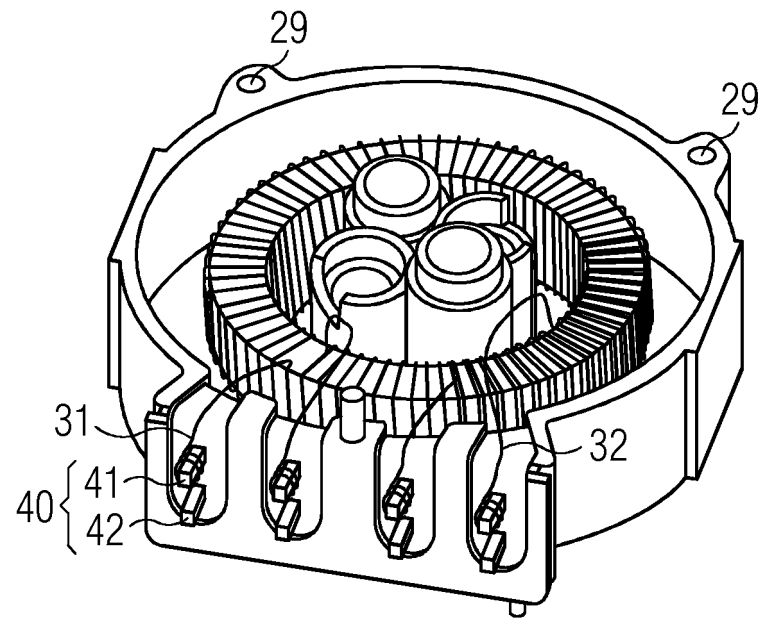


FIG 9

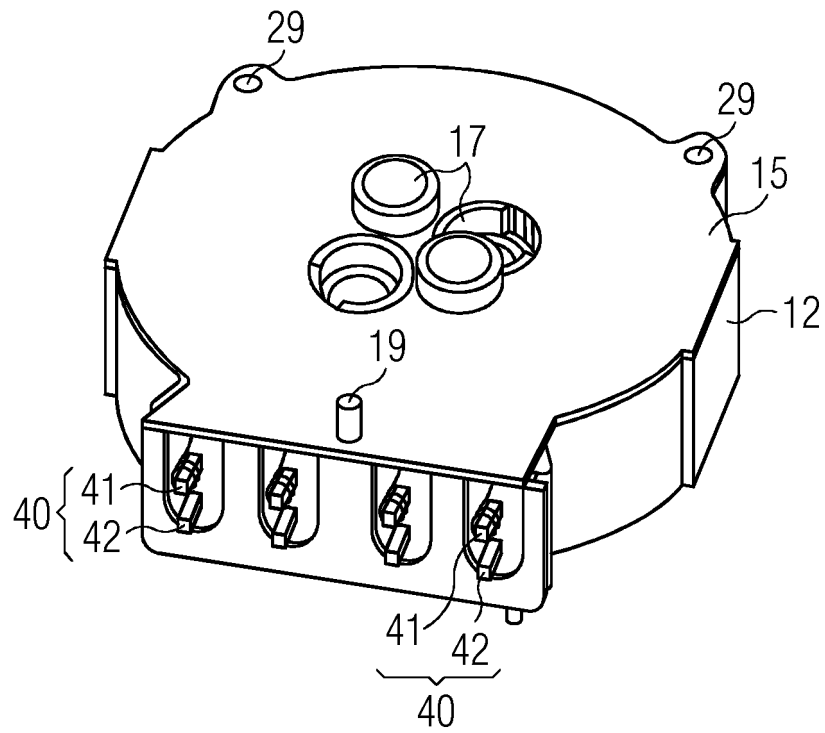


FIG 10

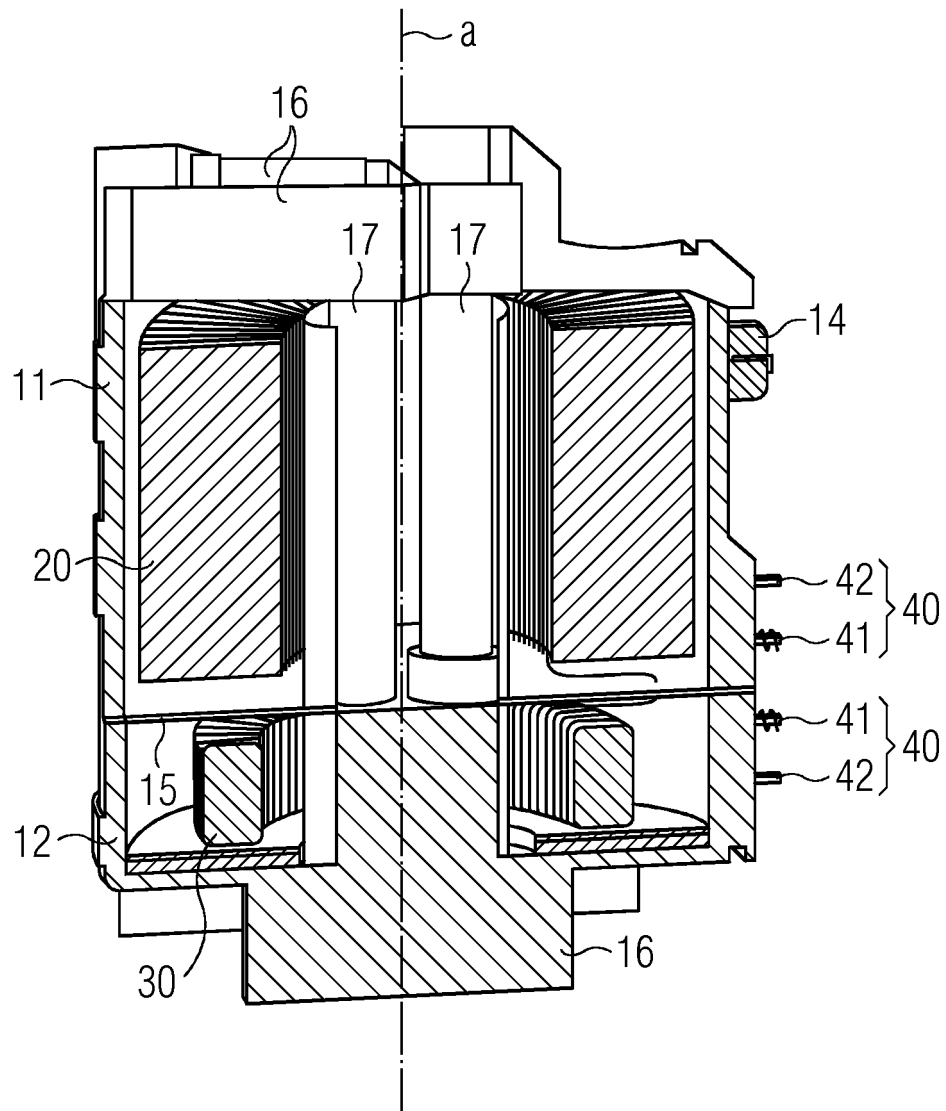


FIG 11

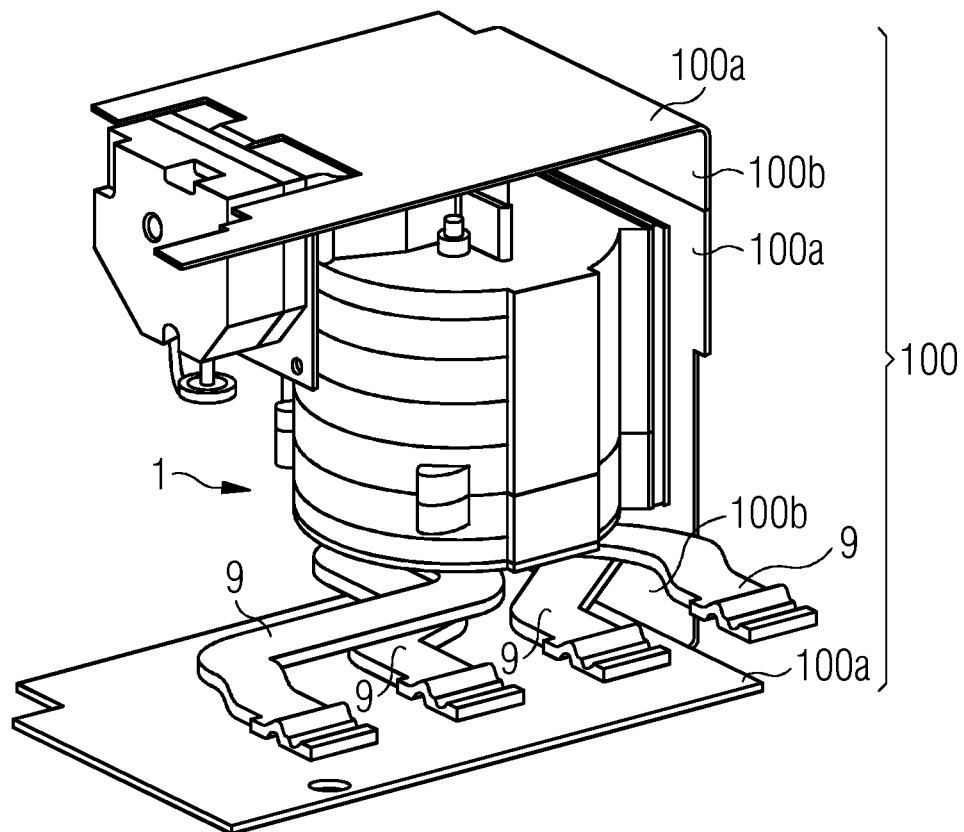
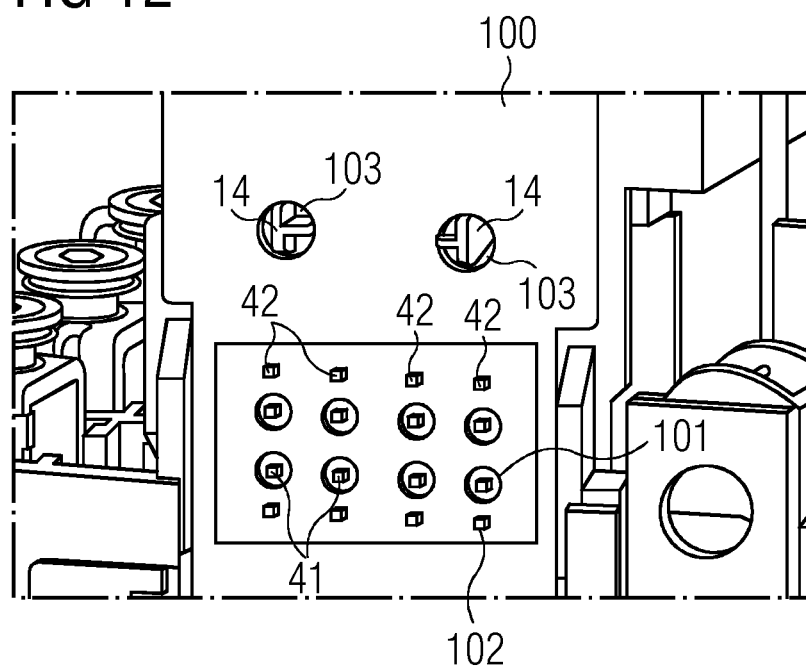


FIG 12



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102005007334 B4 [0005]