

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Januar 2012 (19.01.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/007247 AI

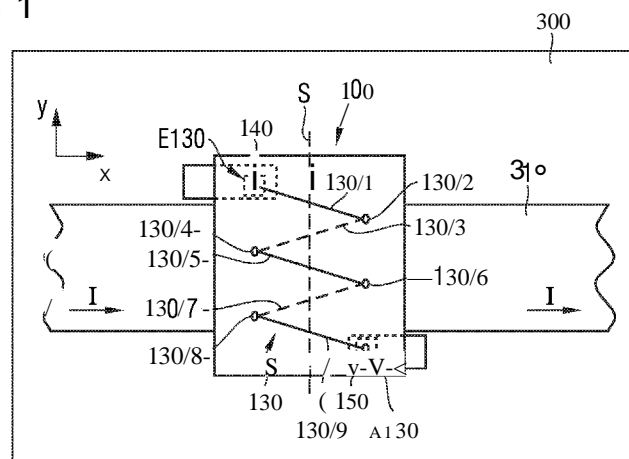
- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
G01R 15/18 (2006.01) G01R 31/315 (2006.01)
G01R 29/08 (2006.01) G01R 33/028 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP20 11/060140
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
17. Juni 2011 (17.06.2011)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2010 027 130.6 14. Juli 2010 (14.07.2010) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** BAUMGARTNER, Robert [DE/DE]; Lagerstr. 59a, 82178 Puchheim/Bhf. (DE). HARTMANN, Werner [DE/DE]; Karlsweg 10, 91085 Weisendorf (DE). HERGT, Martin [DE/DE]; Oskar-Maria-Graf-Str. 15, 90425 Nürnberg (DE).
- (74) **Gemeinsamer Vertreter:** SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** MODULE AND ARRANGEMENT FOR MEASURING A HIGH-FREQUENCY CURRENT THROUGH A CONDUCTOR

(54) **Bezeichnung :** MODUL UND ANORDNUNG ZUR MESSUNG EINES HOCHFREQUENZSTROMS DURCH EINEN LEITER

FIG 1



(57) **Abstract:** The invention relates to an arrangement consisting of printed circuit board modules with integrated coils for measuring a high-frequency current through a conductor. Such a printed circuit board module has a first circuit board unit and a coil that is integrated into the module. The coil consists of a plurality of conductor sections that are electrically connected to one another and is designed such that the cross-section of the coil can be penetrated by the field lines of the magnetic field when current is flowing through the conductor, said magnetic field being generated by the current flow, such that a voltage is induced in the coil. Some of the conductor sections of the coil lie on the upper face and on the lower face of the circuit board unit, and some other conductor sections are designed as vias through the circuit board unit. The conductor sections are connected in series such that said sections form the windings of the coil, conductor sections on the upper face and conductor sections on the lower face being connected to one another by means of the vias.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/007247 AI

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationaler Recherchebericht (Artikel 21 Absatz V)

Die Erfindung betrifft eine Anordnung bestehend aus Leiterplattenmodulen mit integrierten Spulen zur Messung eines Hochfrequenzstromes durch einen Leiter. Ein derartiges Leiterplattenmodul weist eine erste Platineneinheit und eine in das Modul integrierte Spule auf. Die Spule besteht aus einer Vielzahl von miteinander elektrisch verbundenen Leiterabschnitten und ist derart ausgebildet, dass bei Stromfluss durch den Leiter der Querschnitt der Spule von den Feldlinien des durch den Stromfluss hervorgerufenen Magnetfeldes durchsetzbar ist, derart, dass in der Spule eine Spannung induziert wird. Ein Teil der Leiterabschnitte der Spule ist an der Oberseite sowie an der Unterseite der Platineneinheit angeordnet, ein weiterer Teil der Leiterabschnitte ist als Durchkontaktierungen durch die Platineneinheit ausgebildet. Die Leiterabschnitte sind derart hintereinander geschaltet, dass sie die Windungen der Spule bilden, wobei Leiterabschnitte an der Oberseite und Leiterabschnitte an der Unterseite über die Durchkontaktierungen miteinander verbunden sind.

Beschreibung

Modul und Anordnung zur Messung eines Hochfrequenzstroms durch einen Leiter

5

Die Erfindung betrifft eine Anordnung im Wesentlichen bestehend aus Leiterplattenmodulen mit integrierten Spulen zur Messung eines Hochfrequenzstromes durch einen Leiter.

10

Elektrische Ströme im Hochfrequenzbereich, bspw. in einer Größenordnung von 100MHz, lassen sich am genauesten mit der Erfassung des Magnetfeldes um den den Strom führenden Leiter bestimmen. Um das Magnetfeld zu erfassen, wird eine Spule bspw. derart am Leiter angeordnet, dass das Magnetfeld die Spule durchsetzt, so dass eine Spannung induziert wird, die an den entsprechenden Kontakten der Spule abgegriffen werden kann. Die Struktur und Anordnung von Leiter und Spule kann unterschiedlich realisiert werden.

15

20

Bspw. sind Strommesser als Zubehör für Oszilloskope (z.B. Tektronix, TCP305) etc. bekannt, die jedoch lediglich für Messungen bei der Forschung und Entwicklung sowie bei der Fehlersuche geeignet sind.

25

Weiterhin bieten bspw. die Firmen LEM (DE 20 2010 000 328 U1) und Honeywell (EP 0 315 358 A2) Stromsensoren an, die auf Leiterplatten aufgelötet werden, die aber für den Hochfrequenzbereich nicht geeignet sind.

30

Darüber hinaus werden in den Artikeln "PCB Rogowski Coils Benefit Relay Protection" von L. Kojovic, "Novel differential protection Systems for improved network Operation reliability" von L. Kojovic und "Design and characteristics of two rogowski coils based on printed circuit boards" von C. Quing in Leiterplatten integrierte Spulen beschrieben, wobei die Leiterplatten jedoch nicht frei bestückbar sind. Die dort beschriebenen Spulen dienen lediglich dazu, Ströme in frei verlegten Leitungen zu messen.

35

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit anzugeben, einen HF-Strom durch einen Leiter zu messen .

5

Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Erfindungen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

10 Ein erfindungsgemäßes Modul zur Messung der Stromstärke eines Hochfrequenzstroms durch einen Leiter einer Trägerplatine weist auf:

- eine erste Platineneinheit und

- eine in das Modul integrierte Spule mit einer

15 Querschnittsfläche und einer Längsachse, wobei die Spule eine Vielzahl von miteinander elektrisch verbundenen Leiterabschnitten aufweist und derart ausgebildet ist, dass bei Stromfluss durch den Leiter der Querschnitt der Spule von den Feldlinien des durch den Stromfluss hervorgerufenen Magnetfeldes zumindest teilweise durchsetzbar ist, derart,
20 dass in der Spule eine Spannung induziert wird,

wobei

- ein Teil der Leiterabschnitte der Spule an der Oberseite sowie an der Unterseite der Platineneinheit angeordnet ist

25 und ein weiterer Teil der Leiterabschnitte der Spule als Durchkontaktierungen durch die Platineneinheit ausgebildet ist,

- die Leiterabschnitte derart hintereinander geschaltet sind, dass sie die Windungen der Spule bilden, wobei

30 Leiterabschnitte an der Oberseite und Leiterabschnitte an der Unterseite über die Durchkontaktierungen miteinander verbunden sind.

Das Modul weist außerdem einen Eingangskontakt und einen
35 Ausgangskontakt auf, wobei der Eingangskontakt mit einem Eingang des Leiters der Spule und der Ausgangskontakt mit einem Ausgang des Leiters der Spule elektrisch verbunden ist und wobei die bei Stromfluss durch den Leiter induzierte

Spannung an dem Eingangskontakt und dem Ausgangskontakt abgreifbar ist. Mit dem Eingangs- und dem Ausgangskontakt kann das Modul bspw. auf entsprechende Kontaktstellen auf der Trägerplatine gelötet werden.

5

Der Eingangskontakt und der Ausgangskontakt befinden sich an derselben Seite des Moduls, bspw. an der Unterseite, so dass eine einfache Kontaktierung mit der Trägerplatine möglich ist.

10

Das Modul kann eine zweite Platineneinheit aufweisen, wobei - der Eingangskontakt und der Ausgangskontakt an der der ersten Platineneinheit abgewandten Seite der zweiten Platineneinheit vorgesehen sind und

15

- die Verbindungen zwischen dem Eingangskontakt und dem Eingang der Spule sowie zwischen dem Ausgangskontakt und dem einem Ausgang der Spule als Durchkontaktierungen durch die zweite Platineneinheit ausgebildet sind.

20

Diese zweite Platineneinheit bewirkt, dass der Spulenleiter nicht in Kontakt mit dem Leiter der Trägerplatine kommt. Alternativ könnten zu diesem Zweck theoretische auch Abstandshalter o.ä. verwendet werden, die an das Modul bzw. an die erste Platineneinheit angebracht sind.

25

Weiterhin können eine dritte und eine vierte Platineneinheit vorgesehen sein, wobei

- die dritte Platineneinheit an der der zweiten Platineneinheit abgewandten Seite der ersten

Platineneinheit angeordnet ist und auf ihrer der ersten

30

Platineneinheit abgewandten Seite eine Metallbeschichtung aufweist,

- die vierte Platineneinheit an der der ersten Platineneinheit abgewandten Seite der zweiten

Platineneinheit angeordnet ist und auf ihrer der zweiten

35

Platineneinheit zugewandten Seite eine Metallbeschichtung aufweist,

- die Metallbeschichtungen der dritten und der vierten Platineneinheit elektrisch miteinander verbunden sind.

Diese zusätzlichen Platineneinheiten bzw. die Metallbeschichtungen bewirken eine Abschirmung der Spule bezüglich des elektrischen Feldes.

- 5 Die Metallbeschichtung der dritten Platineneinheit und/oder der vierten Platineneinheit kann bzw. können vorteilhafterweise geschlitzt ausgeführt sein, so dass keine Induktionsströme in ihnen fließen.
- 10 Die Leiterabschnitte der Spule können
- an der Oberseite und an der Unterseite der ersten Platine als Leiterbahnen an der Platinenoberfläche ausgebildet sein und/oder
 - in die Oberfläche der Platineneinheit eingelassen oder auf
- 15 die Oberfläche der Platine aufgebracht sein.

- Eine erfindungsgemäße Anordnung zur Messung der Stromstärke eines Hochfrequenzstroms durch einen Leiter weist zumindest ein erstes und ein zweites der beschriebenen
- 20 erfindungsgemäßen Module auf. Dabei sind
- die Module derart angeordnet, dass der Leiter zwischen den Modulen verläuft und bei Stromfluss durch den Leiter die Feldlinien des durch den Stromfluss hervorgerufenen Magnetfeldes die Querschnitte der Spulen der Module
- 25 durchsetzen, derart, dass in der Spulen jeweils eine Spannung induzierbar ist,
- der Ausgangskontakt des ersten Moduls und der Eingangskontakt des zweiten Moduls elektrisch miteinander verbunden, derart, dass sich bei Stromfluss durch den
- 30 Leiter die in den einzelnen Spulen induzierten Spannungen addieren, so dass zwischen dem Eingangskontakt des ersten Moduls und dem Ausgangskontakt des zweiten Moduls eine Gesamtspannung abgreifbar ist.

- 35 Der Leiter kann bspw. als planare Leiterbahn auf oder in der Oberfläche der Trägerplatine ausgebildet sein.

Das erste Modul kann mit seinen Eingangs- und Ausgangskontakten seiner integrierten Spule an der Oberseite der Trägerplatine und das zweite Modul mit seinen Eingangs- und Ausgangskontakten seiner integrierten Spule an der Unterseite der Trägerplatine angeordnet, insbesondere gelötet, sein.

Die elektrische Verbindung zwischen dem Ausgangskontakt der Spule des ersten Moduls und dem Eingangskontakt der Spule des zweiten Moduls kann als Durchkontaktierung durch die Trägerplatine des Leiters ausgebildet sein.

Zum Abgriff der Gesamtspannung kann auf der Trägerplatine zumindest eine Leiterbahn zum Eingangskontakt des ersten Moduls und zumindest eine Leiterbahn zum Ausgangskontakt des zweiten Moduls vorgesehen sein. Dabei kann eine dieser Leiterbahnen zumindest abschnittsweise auch als Durchkontaktierung durch die Trägerplatine ausgebildet sein.

In einer Ausführungsform der Anordnung sind das erste und das zweite Modul nicht identisch ausgeführt. Das erste Modul, das an der Oberseite der Trägerplatine angeordnet wird, d.h. an derjenigen Seite an der sich auch der Leiter befindet, weist zumindest die erste und die zweite Platineneinheit auf. Dabei bewirkt die zweite Platineneinheit die Isolierung der Spule des ersten Moduls von dem Leiter. Das zweite Modul weist nur die erste Platineneinheit auf und keine zweite Platineneinheit, weil eine Isolierung zwischen der Spule des zweiten Moduls und dem Leiter bereits durch die Trägerplatine bewirkt wird, so dass das Vorsehen einer zweiten Platineneinheit beim zweiten Modul überflüssig ist.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen.

Dabei zeigt:

Figur 1 eine Draufsicht auf einer erfindungsgemäße Anordnung zur Strommessung,

Figur 2 die Anordnung vor dem Zusammenbau in Seitenansicht,

Figur 3 ein erfindungsgemäßes Modul in Draufsicht

Figur 4 eine weitere Ausführungsform des Moduls in Seitenansicht,

Figur 5 eine Draufsicht auf eine Metallbeschichtung mit einem durchgehenden Schlitz,

Figur 6 ein Modul bestehend aus nur einer Leiterplatte.

In den Figuren sind identische bzw. einander entsprechende Bereiche, Bauteile, Bauteilgruppen oder Verfahrensschritte mit denselben Bezugsziffern gekennzeichnet. Komponenten der dargestellten Gegenstände, die je nach gewählter Sichtweise nicht sichtbar wären, da andere Komponenten davor liegen, sind im Regelfall mit gestrichelten Linien symbolisiert.

Die Figur 1 zeigt in einer Seitenansicht einen Leiter 310, der sich bspw. als planare Leitung auf oder in einer Oberfläche an der Oberseite einer Trägerplatine 300 befindet. Durch den Leiter 310 fließt ein zu messender Hochfrequenz-Wechselstrom I , der bekanntermaßen ein entsprechendes Wechselmagnetfeld um den Leiter 300 erzeugt.

Oberhalb der Trägerplatine 300 und des Leiters 310 ist ein erfindungsgemäßes Modul 100 zur Messung der Stromstärke des Hochfrequenzstroms I angeordnet. Unterhalb der Trägerplatine 300 bzw. an deren Unterseite ist ein weiteres Modul 200 angeordnet, dass im Wesentlichen baugleich zum ersten Modul 100 ausgebildet ist.

Das Modul 100 besteht in der hier dargestellten ersten Ausführungsform aus zwei aneinandergesetzten Platinen 110,

120. Die dem Leiter 310 abgewandte Platine 110 des Moduls 100 weist eine Spule 130 auf, die derart angeordnet ist, dass das vom HF-Wechselstrom I erzeugte Magnetfeld in der Spule eine Spannung U induziert (im Folgenden wird die der Trägerplatine 5 300 zugewandte Seite eines Moduls bzw. einer Platine als Unterseite und die der Trägerplatine abgewandte Seite als Oberseite bezeichnet). Die Funktion der dem Leiter 310 zugewandten Platine 120 des Moduls 100 liegt im Wesentlichen darin, einen elektrischen Kontakt zwischen der Spule 130 und 10 dem Leiter 310 zu verhindern. Wie weiter unten für das zweite Modul 200 erläutert wird, kann auf diese zweite Platine im Prinzip verzichtet werden, wenn ausgeschlossen werden kann, dass zwischen der Spule und dem Leiter ein elektrischer Kontakt herstellbar ist. Dies ist bspw. dann der Fall, wenn 15 das Modul an der dem Leiter gegenüberliegenden Seite der Trägerplatine angeordnet ist oder für den Fall, dass die der Leiter in die Trägerplatine integriert ist.

Die Spule 130 weist eine Längsachse S und eine 20 Querschnittsfläche A auf und ist bspw. so angeordnet, dass die Längsachse S senkrecht zum Leiter 310 bzw. zur Stromrichtung des Wechselstroms I angeordnet ist. Die Messung der induzierten Spannung U erlaubt bekanntermaßen Rückschlüsse auf den Strom I .

25 Die Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf das Modul 100, d.h. die Sicht in negative z -Richtung, aus der die Anordnung und der prinzipielle Aufbau der Spule 130 deutlich wird. Die Spule 130 besteht aus einer Vielzahl von hintereinander 30 geschalteten Leiterabschnitten 130/1, 130/2, 130/3, ... 130/9, wobei die Leiterabschnitte 130/1, 130/5, 130/9 an der Oberseite und die Leiterabschnitte 130/3, 130/7 an der Unterseite der Platine 110 angeordnet sind.

35 Leiterabschnitte auf der Oberseite der Platine sind mit Leiterabschnitten auf der Unterseite der Platine über Durchkontaktierung 130/2, 130/4, 130/6, 130/8 durch die Platine 110 miteinander verbunden, so dass letztlich die

Windungen einer Spule gebildet werden. Die Durchkontaktierungen 130/2, 130/4, 130/6, 130/8 selbst stellen also ebenfalls Leiterabschnitte der Spule 110 dar. Die Leiterabschnitte 130/3, 130/7 an der Unterseite der Platine, die in der Sichtweise der Figur 2 nicht zu sehen
5 wären, sind mit gestrichelten Linien dargestellt.

Am ersten Leiterabschnitt 130/1 ist der Eingang E130 der Spule 130 und am letzten Leiterabschnitt 130/9 der Ausgang A130 der Spule vorgesehen. Das Modul 100 weist einen
10 Eingangskontakt 140 und einen Ausgangskontakt 150 auf, wobei der Eingang E130 über eine weitere Durchkontaktierung, die sowohl die erste 110 als auch die zweite Platine 120 durchquert, mit dem Eingangskontakt 140 verbunden ist.
15 Dementsprechend ist der Ausgang A130 der Spule mit dem Ausgangskontakt 150 elektrisch verbunden. Die bei Stromfluss durch den Leiter 310 in der Spule 130 induzierte Spannung U lässt sich also an den Eingangs- und Ausgangskontakten 140, 150 des Moduls 100 abgreifen.

Das Modul 100 ist im eingebauten Zustand zur Messung des Stroms I im Leiter 310 mit dem Eingangs- und dem
20 Ausgangskontakt 140, 150 auf entsprechende Kontaktstellen 320, 330 der Trägerplatine 300 des Leiters 310 gelötet.

Das weitere Modul 200 ist ebenfalls dreilagig aus zwei Platinen 210, 220 aufgebaut. Die dem Leiter 310 abgewandte Platine 210 des Moduls 200 weist eine Spule 230 auf, die
25 derart angeordnet ist, dass das vom HF-Wechselstrom I erzeugte Magnetfeld in der Spule eine Spannung U induziert. Die Funktion der dem Leiter 310 zugewandten Platine 220 liegt im Wesentlichen darin, einen elektrischen Kontakt zwischen der Spule 130 und dem Leiter 310 zu verhindern. Wie oben
30 bereits angedeutet wurde, kann im Falle der hier gezeigten Anordnung auf die zweite Platine 220 des zweiten Moduls 200 verzichtet werden, da die Trägerplatine 300 selbst als
35 Isolierung zwischen der Spule 230 des zweiten Moduls 200 und dem Leiter 310 wirkt. Es bringt jedoch produktionstechnische

Vorteile, wenn das erste und das zweite Modul baugleich ausgeführt sind. Auf der anderen Seite würde die zweilagige Ausführung des zweiten Moduls mit nur einer einzigen Platine kostengünstiger sein.

5

Auch die Spule 230 ist so angeordnet, dass ihre Längsachse senkrecht zum Leiter 310 bzw. zur Stromrichtung des Wechselstroms I angeordnet ist.

10 Die Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf das zweite Modul 200, d.h. die Sicht in positive z -Richtung. Die Spule 230 besteht ebenfalls aus einer Vielzahl von Leiterabschnitten 230/1, 230/2, 230/3, ... 230/9, wobei die Leiterabschnitte 230/3, 230/7 auf der Oberseite und die Leiterabschnitte 230/1, 15 230/5, 230/9 auf der Unterseite der Platine 210 angeordnet sind. Wie im Falle des ersten Moduls ist ein Leiterabschnitt auf der Oberseite der Platine über eine Durchkontaktierung mit einem Leiterabschnitt auf der Unterseite der Platine verbunden, so dass die Leiterabschnitte letztendlich eine 20 Spule mit im Wesentlichen rechteckigem Querschnitt bilden.

Am ersten Leiterabschnitt 230/1 der Spule 230 des zweiten Moduls 200 ist der Eingang E230 der Spule 230 und am letzten Leiterabschnitt 230/9 der Ausgang A230 der Spule 200 25 vorgesehen. Das Modul 200 weist einen Eingangskontakt 240 und einen Ausgangskontakt 250 auf, wobei der Eingang E230 über eine weitere Durchkontaktierung 230/10, 230/11, die sowohl die erste 210 als auch die zweite Platine 220 durchquert, mit dem Eingangskontakt 240 verbunden ist. Dementsprechend ist 30 der Ausgang A230 der Spule mit dem Ausgangskontakt 250 elektrisch verbunden. Die bei Stromfluss durch den Leiter 310 in der Spule 230 induzierte Spannung U lässt sich also an den Eingangs- und Ausgangskontakten 240, 250 des Moduls 200 abgreifen .

35

Auch das Modul 200 ist im eingebauten Zustand zur Messung des Stroms I mit dem Eingangs- und dem Ausgangskontakt 240, 250

auf entsprechende Kontaktstellen 340, 350 der Trägerplatine 300 des Leiters 310 gelötet.

Die Module 100, 200 sind im eingebauten Zustand derart
5 elektrisch miteinander verbunden, dass sich die in den beiden
Spulen induzierten Spannungen addieren. Hierzu ist der
Ausgang A130 der Spule 130 des ersten Moduls 100 mit dem
Eingang E230 der Spule 230 des zweiten Moduls 200 verbunden.
Dies wird durch eine Durchkontaktierung 360 durch die
10 Trägerplatine 300 realisiert, welche die Kontaktstellen 330,
340 miteinander verbindet.

Um die zu messende Spannung letztlich abzugreifen und zu
quantifizieren, können die Kontaktstellen 320, 350 über
15 entsprechende, hier jedoch nicht dargestellte Leiterbahnen
der Trägerplatine 300 mit einer ebenfalls nicht dargestellten
Messvorrichtung verbunden sein. Diese kann bspw. ebenfalls
als Bauteil auf die Trägerplatine 300 aufgelötet sein.

Besonders vorteilhaft wirkt sich in dem Modul eine zusätzli-
che, die Spule jeweils umgebende isolierte Leiterebene aus,
welche nicht mit der Spule selbst sondern nur mit dem Masse-
bezugspotential der Trägerplatine verbunden ist und mindes-
tens auf einer Seite der Spule einen vom zu messenden Leiter
25 weg weisenden Luftspalt aufweist. Dies ist für das erste Mo-
dul 100 in der Figur 4 dargestellt. Das Modul 100 weist ober-
halb und unterhalb des in der Figur 1 skizzierten Aufbaus je-
weils eine weitere Platine 160 bzw. 170 auf. Auf der dem Lei-
ter 310 abgewandten Seite der Platine 160 und auf der dem
30 Leiter abgewandten Seite der Platine 170 ist jeweils eine Me-
tallschicht 161 bzw. 171 vorgesehen. Die Metallschichten 161,
171 sind mit Durchkontaktierungen 180 durch die dazwischen
liegenden Platinen elektrisch miteinander verbunden. Weiter-
hin können die Metallschichten mit einem Massekontakt auf der
35 Trägerplatine 300 verbunden sein (nicht dargestellt), falls
ein solcher vorhanden ist. Der Eingangskontakt 140 und der
Ausgangskontakt 150, die mit dem Eingang E130 bzw. dem
Ausgang A130 der Spule 130 verbunden sind, sind in dieser

Ausführungsform an der der Trägerplatine 300 zugewandten Seite der zusätzlichen Platine 170 vorgesehen.

5 Damit in der Abschirmung kein Induktionsstrom fließt, sollte bspw. die Metallschicht 161 geschlitzt ausgeführt werden. Wie in der Figur 5 in einer Draufsicht auf das Modul 100 in der Ausführungsform nach Figur 4 dargestellt erfolgt die Schlitzung, hier bestehend aus einem durchgehenden Schlitz 162, in der Richtung, in der auch die Spule gewickelt ist, d.h. in y-
10 Richtung. Da sich die Spule 130 senkrecht zum Leiter 310 befindet, ist der Luftspalt also vom zu messenden Leiter wegweisend. Dies wirkt sich vorteilhaft darin aus, dass Ein-
15 streuungen eines elektrischen Feldes auf die Spule reduzierbar sind, wodurch das Signal-zu-Störsignal-Verhältnis deutlich erhöht wird.

Für das zweite Modul 200 gilt entsprechendes, d.h. auch hier können in analoger Weise zusätzliche Platinen mit entsprechenden, ggf. geschlitzten Metallschichten vorgesehen sein.
20

Die in den Figuren 2 und 3 dargestellten Spulen 100, 200 weisen nur der Übersichtlichkeit wegen eine vergleichsweise geringe Anzahl von Wicklungen auf. In der Praxis ist eine wesentlich höhere Wicklungszahl vorgesehen.
25

Im Prinzip würde es auch ausreichen, nur eines der Module, bspw. das erste Modul 100, zur Messung des Stroms bzw. des durch den Strom erzeugten Magnetfeldes vorzusehen. Dementsprechend könnte auf die Durchkontaktierung 360 sowie
30 auf die Kontaktstellen 340, 350 verzichtet werden. Die induzierte Spannung würde dann an den Kontaktstellen 320, 330 abgegriffen werden können.

Bei der Festlegung der Schichtdicken der einzelnen Platinen
35 muss ein Kompromiss zwischen Kompaktheit des Moduls, ausreichender mechanischer Stabilität und Funktionserfüllung der Spule gefunden werden. Vergleichsweise große Schichtdicken bewirken zwar eine gute Stabilität und einen großen Spulen-

querschnitt, jedoch wird das Modul entsprechend dick. Für eine Wechselstromfrequenz von etwa 150MHz sind bspw. Schichtdicken von etwa 1mm geeignet.

5 Die Spulen 130, 230 haben einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt, d.h. die Leiterabschnitte einer Windung sind parallel zueinander ausgerichtet. Mit anderen Worten bilden die Leiterabschnitte einer Windung im Wesentlichen ein Parallelogramm, wobei die Ecken durchaus auch abgerundet sein können.

10

Bereits erwähnt wurde, dass das zweite Modul 200 aus nur einer Platine 210 bestehen kann. In diesem Fall wären der Eingangskontakt 240 und der Ausgangskontakt 250 direkt an der der Trägerplatine 300 zugewandten Seite der Platine 210

15 angebracht. Dies ist in der Figur 6 dargestellt.

Patentansprüche

1. Modul (100, 200) zur Messung der Stromstärke eines Hochfrequenzstroms durch einen Leiter (310) einer Trägerplatine (300), aufweisend
- eine erste Platineneinheit (110, 210) und
 - eine in das Modul (100, 200) integrierte Spule (130, 230) mit einer Querschnittsfläche (A) und einer Längsachse (S), wobei die Spule (130, 230) eine Vielzahl von miteinander elektrisch verbundenen Leiterabschnitten (130/1,..., 130/11, 230/1, ..., 230/11) aufweist und derart ausgebildet ist, dass bei Stromfluss durch den Leiter (310) der Querschnitt der Spule (130, 230) von den Feldlinien des durch den Stromfluss hervorgerufenen Magnetfeldes zumindest teilweise durchsetzbar ist, derart, dass in der Spule (130, 230) eine Spannung (U) induziert wird,
- wobei
- ein Teil der Leiterabschnitte der Spule (130, 230) an der Oberseite sowie an der Unterseite der Platineneinheit (110, 210) angeordnet ist und ein weiterer Teil der Leiterabschnitte der Spule (130, 230) als Durchkontaktierungen durch die Platineneinheit (110, 210) ausgebildet ist,
 - die Leiterabschnitte derart hintereinander geschaltet sind, dass sie die Windungen der Spule (130, 230) bilden, wobei Leiterabschnitte an der Oberseite und Leiterabschnitte an der Unterseite über die Durchkontaktierungen miteinander verbunden sind.
2. Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Modul (100, 200) einen Eingangskontakt (140, 240) und einen Ausgangskontakt (150, 250) aufweist, wobei der Eingangskontakt (140, 240) mit einem Eingang (E130, E140) des Leiters der Spule (130, 230) und der Ausgangskontakt (150, 250) mit einem Ausgang (A130, A230) des Leiters der Spule (130, 230) elektrisch verbunden ist und wobei die bei Stromfluss durch den Leiter (310) induzierte Spannung an dem

Eingangskontakt (140, 240) und dem Ausgangskontakt (150, 250) abgreifbar ist.

3. Modul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
5 das Modul (100, 200) eine zweite Platineneinheit (120, 220) aufweist, wobei

- der Eingangskontakt (140, 240) und der Ausgangskontakt
(150, 250) an der der ersten Platineneinheit (110, 210)
abgewandten Seite der zweiten Platineneinheit (120, 220)
10 vorgesehen sind und

- die Verbindungen zwischen dem Eingangskontakt (140, 240)
und dem Eingang (E130, E230) der Spule (130, 230) sowie
zwischen dem Ausgangskontakt (150, 250) und dem einem
Ausgang (A130, A230) der Spule (130, 230) als

15 Durchkontaktierungen durch die zweite Platineneinheit (120, 220) ausgebildet sind.

4. Modul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine
20 dritte (160) und eine vierte Platineneinheit (260) vorgesehen sind, wobei

- die dritte Platineneinheit (160) an der der zweiten
Platineneinheit (120) abgewandten Seite der ersten
Platineneinheit (110) angeordnet ist und auf ihrer der
ersten Platineneinheit (110) abgewandten Seite eine
25 Metallbeschichtung (161) aufweist,

- die vierte Platineneinheit (170) an der der ersten
Platineneinheit (110) abgewandten Seite der zweiten
Platineneinheit (120) angeordnet ist und auf ihrer der
zweiten Platineneinheit (120) zugewandten Seite eine
30 Metallbeschichtung (171) aufweist,

- die Metallbeschichtungen (161, 171) der dritten (160) und
der vierten Platineneinheit (170) elektrisch miteinander
verbunden sind.

5. Modul nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die
35 Metallbeschichtung (161, 171) der dritten Platineneinheit
(160) und/oder der vierten Platineneinheit (170) geschlitzt
ist .

6. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Eingangskontakt (140, 240) und der Ausgangskontakt (150, 250) an derselben Seite des Moduls (100, 200), insbesondere an der Unterseite, befinden.

7. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterabschnitte der Spule (130, 230) an der Oberseite und an der Unterseite der ersten Platine (110, 210) als Leiterbahnen an der Platinenoberfläche ausgebildet sind.

8. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterabschnitte der Spule (130, 230) in die Oberfläche der Platineneinheit (110, 210) eingelassen oder auf die Oberfläche der Platineneinheit (110, 210) aufgebracht sind.

9. Anordnung zur Messung der Stromstärke eines Hochfrequenzstroms durch einen Leiter (310), zumindest mit einem ersten Modul (100) und einem zweiten Modul (200), wobei das erste und das zweite Modul jeweils nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet sind, wobei

- die Module (100, 200) derart angeordnet sind, dass der Leiter (310) zwischen den Modulen (100, 200) verläuft und bei Stromfluss durch den Leiter (310) die Feldlinien des durch den Stromfluss hervorgerufenen Magnetfeldes die Querschnitte der Spulen (130, 230) der Module (100, 200) durchsetzen, derart, dass in der Spulen (130, 230) jeweils eine Spannung induzierbar ist,

- der Ausgangskontakt (150) des ersten Moduls (100) und der Eingangskontakt (240) des zweiten Moduls (200) elektrisch miteinander verbunden sind, derart, dass sich bei Stromfluss durch den Leiter (310) die in den einzelnen Spulen induzierten Spannungen addieren, so dass zwischen dem Eingangskontakt (140) des ersten Moduls (100) und dem Ausgangskontakt (250) des zweiten Moduls (200) eine Gesamtspannung abgreifbar ist.

10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiter (310) als planare Leiterbahn auf oder in der Oberfläche einer Trägerplatine (300) ausgebildet ist.

5

11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Modul (100) mit seinen Eingangs- und Ausgangskontakten (140, 150) seiner integrierten Spule (130) an der Oberseite der Trägerplatine (300) und das zweite Modul (200) mit seinen Eingangs- und Ausgangskontakten (240, 250) seiner integrierten Spule (230) an der Unterseite der Trägerplatine (300) angeordnet, insbesondere gelötet, ist.

10

12. Anordnung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Verbindung zwischen dem Ausgangskontakt (150) der Spule (130) des ersten Moduls (100) und dem Eingangskontakt (240) der Spule (230) des zweiten Moduls (200) als Durchkontaktierung (360) durch die Trägerplatine (300) des Leiters (310) ausgebildet ist.

15

20

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zum Abgriff der Gesamtspannung auf der Trägerplatine (300) zumindest eine Leiterbahn zum Eingangskontakt (140) des ersten Moduls (100) und zumindest eine Leiterbahn zum Ausgangskontakt (250) des zweiten Moduls (250) vorgesehen ist.

25

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass

30

- das erste Modul (100) an der Oberseite der Trägerplatine (300) zumindest die erste (110) und die zweite Platineneinheit (120) aufweist und

- das zweite Modul (200) an der Unterseite der Trägerplatine (300) keine zweite Platineneinheit (220) aufweist.

35

FIG 1

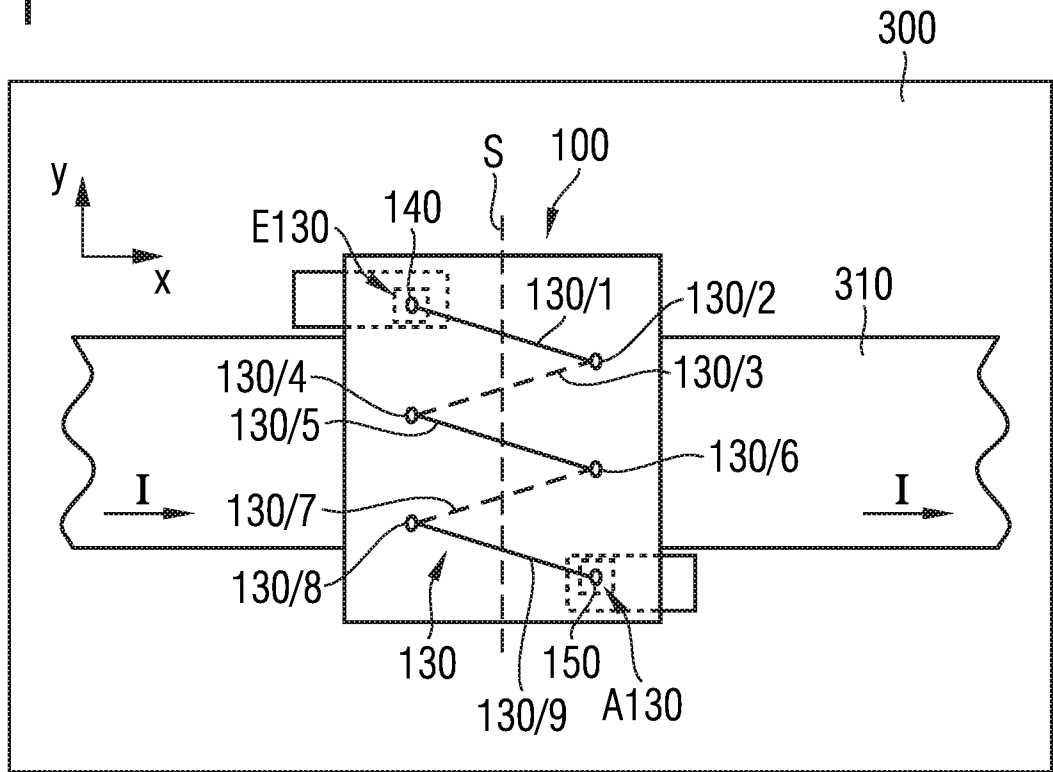


FIG 2

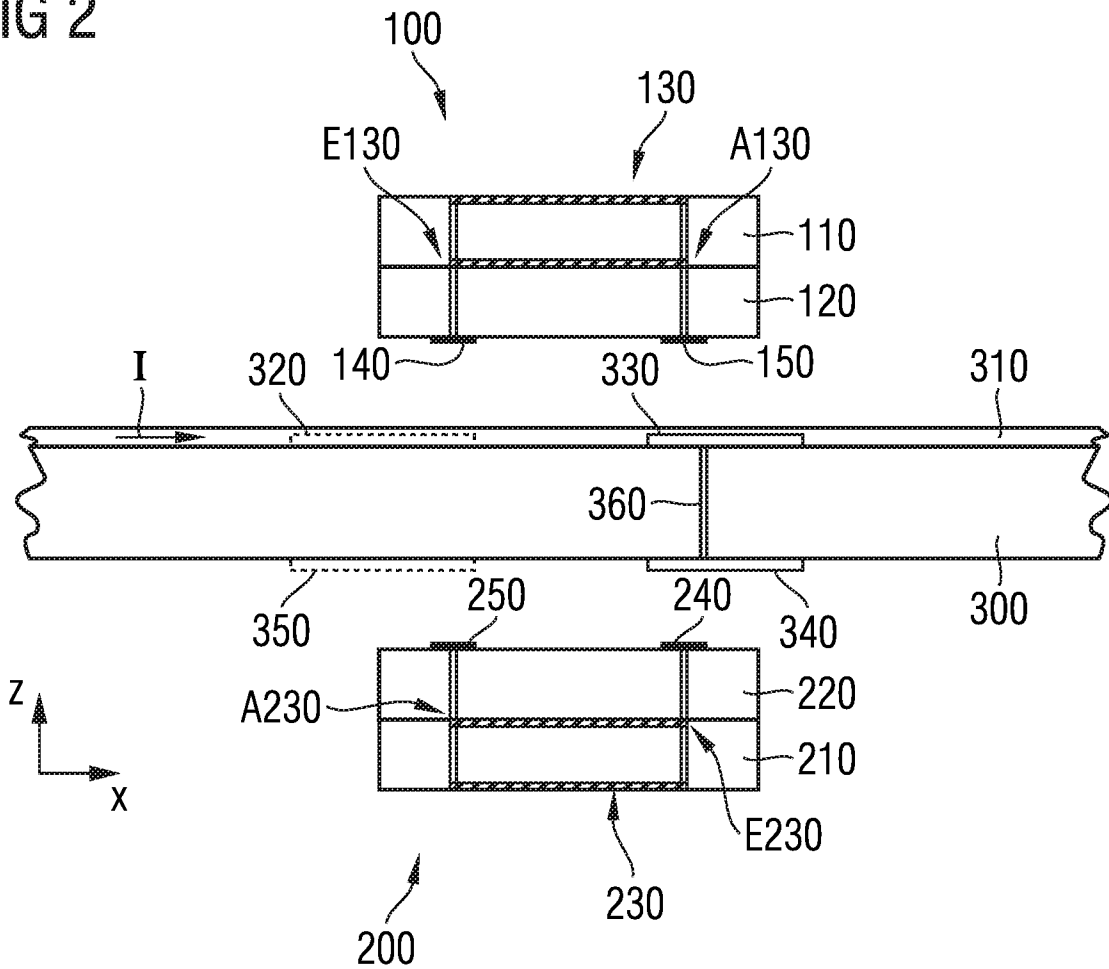


FIG 3

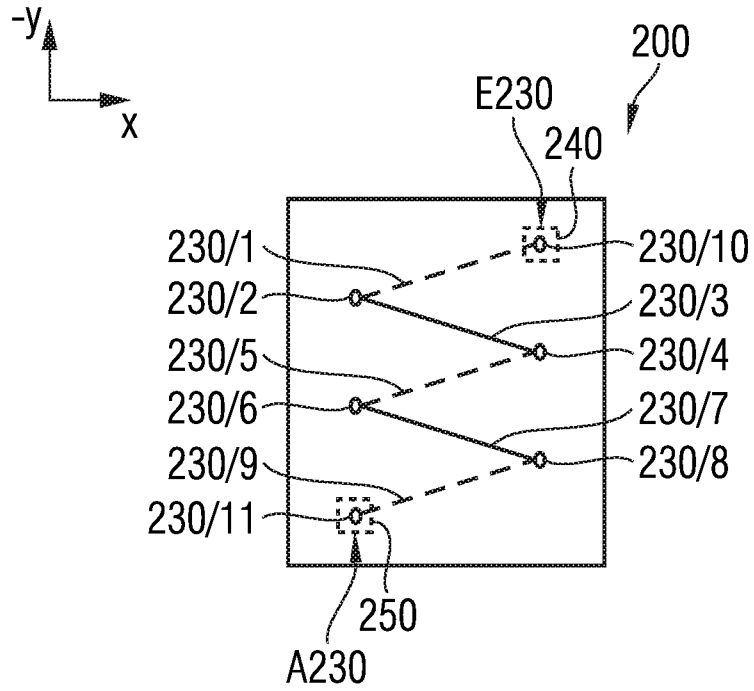


FIG 4

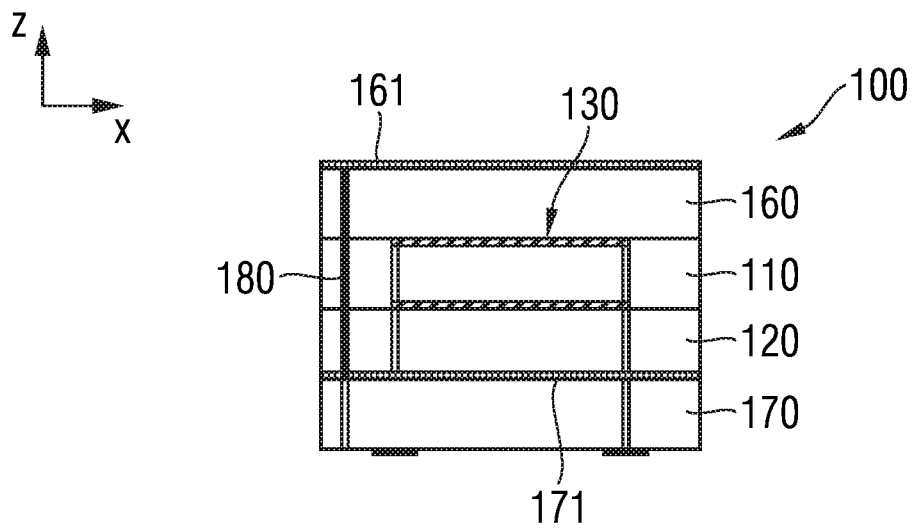


FIG 5

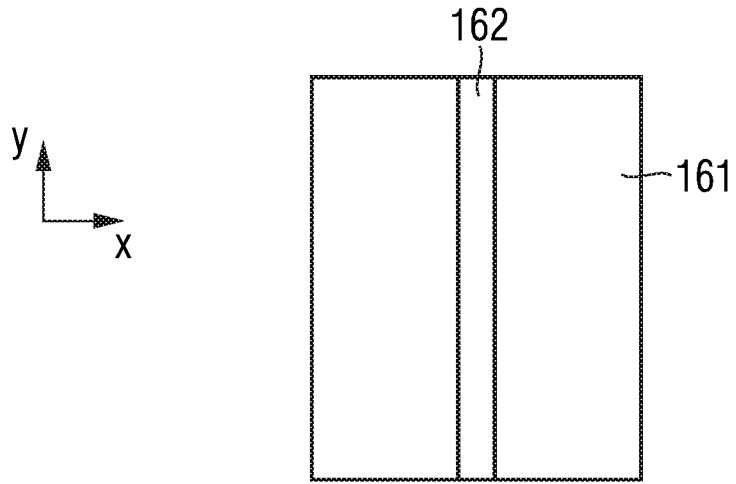
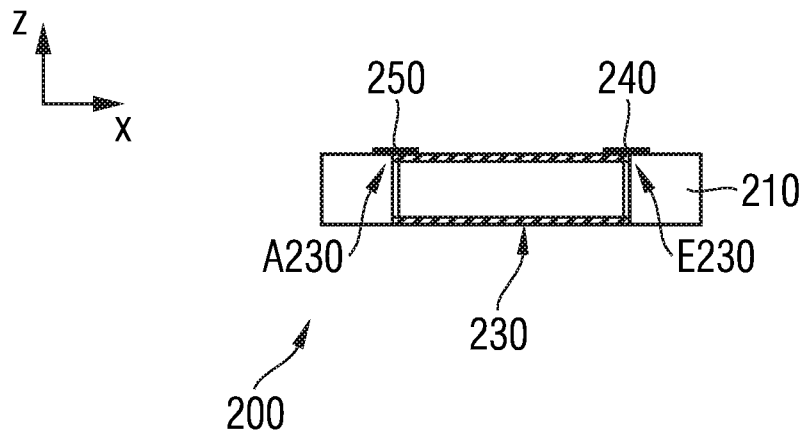


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/060140

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R15/18 G01R29/08 G01R31/315 G01R33/028
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national Classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (Classification System followed by Classification Symbols)
G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal , WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	US 2007/216408 AI (ANDO NORIAKI [JP] ET AL) 20 September 2007 (2007-09-20) abstract page 3, paragraph [0044] - page 10, Paragraph [0119] ; figures 1-16 -----	1-14
X	US 2007/285089 AI (IBUKI YOSHI FUMI [JP] ET AL) 13 December 2007 (2007-12-13) abstract page 8, paragraph [0208] - page 16, Paragraph [0350] ; figures 1-29 -----	1-14
X	EP 0 930 508 AI (UNITI KA LTD [JP]) 21 July 1999 (1999-07-21) abstract page 6, paragraph [0032] - page 14, paragraph [0082] ; figures 1-23 ----- -/- .	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general State of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 14 October 2011	Date of mailing of the international search report 20/10/2011
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Bergado Colina, J
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/060140

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	US 2004/138838 AI (SCHEINER DAVID [IL] ET AL) 15 July 2004 (2004-07-15) abstract page 5, paragraph [0067] - page 6, Paragraph [0075] ; figures 2-3a -----	1-14
X	C. QING ET AL: "Design and Characteristic s of Two Rogowski Coils Based on Printed Circuit Board" , IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, vol . 55, no. 3, 1 June 2006 (2006-06-01) , pages 939-943 , XP55008830, ISSN: 0018-9456, DOI : 10.1109/TIM. 2006. 873788 cited in the application abstract page 939 , right-hand column , last Paragraph - page 941 , left-hand column , Paragraph 1; figures 1-3 -----	1-14
X	KOJOVIC L: "PCB Rogowski Coils Benefit Relay Protection" , IEEE COMPUTER APPLICATIONS IN POWER, IEEE INC. NEW YORK, US, vol . 15, no. 3, 1 July 2002 (2002-07-01) , pages 50-53 , XP011092675 , ISSN: 0895-0156, DOI : 10.1109/MCAP. 2002 . 1018823 cited in the application abstract page 51, left-hand column , paragraph 5 - page 52, left-hand column , paragraph 1; figure 2 -----	1-14
X	PORTO D ET AL: "Design of a new air-cored current transformer: analytical modeling and experimental Validation" , INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE, 2004. 39TH IAS ANNUAL MEETING. CONFERENCE RECORD OF THE 2004 IEEE SEATTLE, WA, USA 3-7 OCT. 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, vol . 1, 3 October 2004 (2004-10-03) , pages 532-537 , XP010735262 , DOI : 10.1109/IAS. 2004. 1348456 ISBN : 978-0-7803-8486-6 abstract page 532 , right-hand column , paragraph 3 - page 533 , right-hand column , paragraph 6; figures 1-4 ----- -/--	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/060140

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	DE 10 2004 002176 AI (FUJI ELEC DEVICE TECH CO LTD [JP]) 29 July 2004 (2004-07-29) abstract page 3, paragraph [0027] - page 8, Paragraph [0077] ; figures 1-13 -----	1-14
X	JP 2008 047718 A (NEC CORP) 28 February 2008 (2008-02-28) abstract; figures 1-14 -----	1-14
A	EP 1 288 975 A2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 5 March 2003 (2003-03-05) abstract; figures 1A-16 -----	1-14
A	DE 20 2010 000328 UI (LEM LIAISONS ELECTRON MEC [CH]) 20 May 2010 (2010-05-20) cited in the applicati on abstract; figures 1a-5d -----	1-14
A	EP 0 315 358 A2 (HONEYWELL CONTROL SYST [GB]) 10 May 1989 (1989-05-10) cited in the applicati on abstract; figures 1-7 -----	1-14
A	US 2006/033487 AI (NAGANO SHUICHI [JP] ET AL) 16 February 2006 (2006-02-16) abstract page 4, paragraph [0062] - page 5, Paragraph [0073] ; figures 1-4 page 9, paragraph [0106] - page 12, paragraph [0145] ; figures 13-17 -----	1-14
A	DE 103 14 602 AI (INFINEON TECHNOLOGI ES AG [DE]) 21 October 2004 (2004-10-21) abstract page 6, paragraph [0041] - page 14, paragraph [0099] ; figures 1-5B -----	1-14
A	JP 2005 061980 A (UCHIHASHI ESTEC CO LTD) 10 March 2005 (2005-03-10) abstract; figure 8 -----	1-14
A	JP 2003 004831 A (HITACHI METALS LTD) 8 January 2003 (2003-01-08) abstract; figures 1-17 -----	1-14
A	EP 0 893 696 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27 January 1999 (1999-01-27) abstract col umn 2, line 3 - col umn 3, line 32; figures 1-4 -----	1-14
	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/060140

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
A	ZIEGLER S ET AL: "Current Sensing Techniques: A Review", IEEE SENSORS JOURNAL, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, vol. 9, no. 4, 1 April 2009 (2009-04-01), pages 354-376, XP011252969, ISSN: 1530-437X page 361, left-hand column, paragraph 1 - page 363, left-hand column, paragraph 2; figures 14-21 -----	1-14
A	EP 1 486 792 A1 (AICHI STEEL CORP [JP]) 15 December 2004 (2004-12-15) abstract; figures 1-13 -----	1-14
X,P	JP 2010 176964 A (DENS0 CORP) 12 August 2010 (2010-08-12) abstract; figures 1-7 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/060140
--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007216408	AI	20-09-2007	Wo 2005096007 AI 13-10-2005
US 2007285089	AI	13-12-2007	JP 2007292716 A 08-11-2007 US 2010259247 AI 14-10-2010 US 2011115466 AI 19-05-2011
EP 0930508	AI	21-07 -1999	CA 2267299 AI 11-02 -1999 Wo 9906848 AI 11-02 -1999 JP 4338789 B2 07-10 -2009
US 2004138838	AI	15-07 -2004	IL 153894 A 31-05 -2010
DE 102004002176	AI	29-07 -2004	CN 1525631 A 01-09 -2004 JP 2004274004 A 30-09 -2004 US 2004208032 AI 21-10 -2004
JP 2008047718	A	28-02 -2008	NONE
EP 1288975	A2	05-03 -2003	CN 1407564 A 02-04 -2003 US 2003048167 AI 13-03 -2003
DE 202010000328	UI	20-05 -2010	US 2010231200 AI 16-09 -2010
EP 0315358	A2	10-05 -1989	CA 1292082 C 12-11 -1991 US 4922606 A 08-05 -1990
US 2006033487	AI	16-02 -2006	DE 10392748 B4 23-12 -2010 DE 10392748 T5 21-07 -2005 wo 03107018 AI 24-12 -2003 JP 4575153 B2 04-11 -2010
DE 10314602	AI	21-10 -2004	NONE
JP 2005061980	A	10-03 -2005	NONE
JP 2003004831	A	08-01 -2003	NONE
EP 0893696	A2	27-01 -1999	DE 19731790 AI 28-01 -1999 US 6271655 BI 07-08 -2001
EP 1486792	AI	15-12 -2004	AU 2003211249 AI 09-09 -2003 CN 1533506 A 29-09 -2004 wo 03071299 AI 28-08 -2003 JP 3693119 B2 07-09 -2005 TW 1259284 B 01-08 -2006 US 2005116708 AI 02-06 -2005
JP 2010176964	A	12-08 -2010	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01R15/18 G01R29/08 G01R31/315 G01R33/028
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchiert Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal , WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/216408 AI (ANDO NORIAKI [JP] ET AL) 20. September 2007 (2007-09-20) Zusammenfassung Seite 3, Absatz [0044] - Seite 10, Absatz [0119] ; Abbi l dungen 1-16 -----	1-14
X	US 2007/285089 AI (IBUKI YOSHI FUMI [JP] ET AL) 13. Dezember 2007 (2007-12-13) Zusammenfassung Seite 8, Absatz [0208] - Seite 16, Absatz [0350] ; Abbi l dungen 1-29 -----	1-14
X	EP 0 930 508 AI (UNITI KA LTD [JP]) 21. Jul i 1999 (1999-07-21) Zusammenfassung Seite 6, Absatz [0032] - Seite 14, Absatz [0082] ; Abbi l dungen 1-23 -----	1-14
	-/- .	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. Oktober 2011	20/10/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Bergado Col ina, J
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>US 2004/138838 AI (SCHEINER DAVID [IL] ET AL) 15. Juli 2004 (2004-07-15) Zusammenfassung Seite 5, Absatz [0067] - Seite 6, Absatz [0075] ; Abbildungen 2-3a</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-14
X	<p>C. QING ET AL: "Design and Characteristics of Two Rogowski Coils Based on Printed Circuit Board", IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, Bd. 55, Nr. 3, 1. Juni 2006 (2006-06-01) , Seiten 939-943 , XP55008830, ISSN: 0018-9456, DOI: 10.1109/TIM. 2006. 873788 in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 939, rechte Spalte, letzter Absatz - Seite 941, linke Spalte, Absatz 1; Abbildungen 1-3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-14
X	<p>KOJOVIC L: "PCB Rogowski Coils Benefit Relay Protection", IEEE COMPUTER APPLICATIONS IN POWER, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 15, Nr. 3, 1. Juli 2002 (2002-07-01) , Seiten 50-53 , XP011092675 , ISSN: 0895-0156, DOI: 10.1109/MCAP. 2002 . 1018823 in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 51, linke Spalte, Absatz 5 - Seite 52, linke Spalte, Absatz 1; Abbildung 2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-14
X	<p>PORTO D ET AL: "Design of a new air-cored current transformer: analytical modeling and experimental Validation", INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE, 2004. 39TH IAS ANNUAL MEETING. CONFERENCE RECORD OF THE 2004 IEEE SEATTLE, WA, USA 3-7 OCT. 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, Bd. 1, 3. Oktober 2004 (2004-10-03) , Seiten 532-537 , XP010735262 , DOI: 10.1109/IAS. 2004. 1348456 ISBN: 978-0-7803-8486-6 Zusammenfassung Seite 532, rechte Spalte, Absatz 3 - Seite 533, rechte Spalte, Absatz 6; Abbildungen 1-4</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1-14

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2004 002176 AI (FUJI ELEC DEVICE TECH CO LTD [JP]) 29. Juli 2004 (2004-07-29) Zusammenfassung Seite 3, Absatz [0027] - Seite 8, Absatz [0077] ; Abbildungen 1-13 -----	1-14
X	JP 2008 047718 A (NEC CORP) 28. Februar 2008 (2008-02-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1-14 -----	1-14
A	EP 1 288 975 A2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 5. März 2003 (2003-03-05) Zusammenfassung; Abbildungen 1A-16 -----	1-14
A	DE 20 2010 000328 UI (LEM LIAISONS ELECTRON MEC [CH]) 20. Mai 2010 (2010-05-20) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1a-5d -----	1-14
A	EP 0 315 358 A2 (HONEYWELL CONTROL SYST [GB]) 10. Mai 1989 (1989-05-10) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 -----	1-14
A	US 2006/033487 AI (NAGANO SHUICHI [JP] ET AL) 16. Februar 2006 (2006-02-16) Zusammenfassung Seite 4, Absatz [0062] - Seite 5, Absatz [0073] ; Abbildungen 1-4 Seite 9, Absatz [0106] - Seite 12, Absatz [0145] ; Abbildungen 13-17 -----	1-14
A	DE 103 14 602 AI (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 21. Oktober 2004 (2004-10-21) Zusammenfassung Seite 6, Absatz [0041] - Seite 14, Absatz [0099] ; Abbildungen 1-5B -----	1-14
A	JP 2005 061980 A (UCHIHASHI ESTEC CO LTD) 10. März 2005 (2005-03-10) Zusammenfassung; Abbildung 8 -----	1-14
A	JP 2003 004831 A (HITACHI METALS LTD) 8. Januar 2003 (2003-01-08) Zusammenfassung; Abbildungen 1-17 -----	1-14
A	EP 0 893 696 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27. Januar 1999 (1999-01-27) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 3 - Spalte 3, Zeile 32; Abbildungen 1-4 -----	1-14
	-/--	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	ZIEGLER S ET AL: "Current Sensing Techniques: A Review", IEEE SENSORS JOURNAL, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, Bd. 9, Nr. 4, 1. April 2009 (2009-04-01) , Seiten 354-376, XP011252969 , ISSN: 1530-437X Seite 361, linke Spalte, Absatz 1 - Seite 363, linke Spalte, Absatz 2; Abbildungen 14-21	1-14
A	----- EP 1 486 792 A1 (AICHI STEEL CORP [JP]) 15. Dezember 2004 (2004-12-15) Zusammenfassung; Abbildungen 1-13 -----	1-14
X,P	JP 2010 176964 A (DENS0 CORP) 12. August 2010 (2010-08-12) Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/060140

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2007216408	AI	20-09-2007	wo	2005096007	AI	13-10-2005
US 2007285089	AI	13-12-2007	JP	2007292716	A	08-11-2007
			US	2010259247	AI	14-10-2010
			US	2011115466	AI	19-05-2011
EP 0930508	AI	21-07-1999	CA	2267299	AI	11-02-1999
			wo	9906848	AI	11-02-1999
			JP	4338789	B2	07-10-2009
US 2004138838	AI	15-07-2004	IL	153894	A	31-05-2010
DE 102004002176	AI	29-07-2004	CN	1525631	A	01-09-2004
			JP	2004274004	A	30-09-2004
			US	2004208032	AI	21-10-2004
JP 2008047718	A	28-02-2008	KEINE			
EP 1288975	A2	05-03-2003	CN	1407564	A	02-04-2003
			US	2003048167	AI	13-03-2003
DE 202010000328	UI	20-05-2010	US	2010231200	AI	16-09-2010
EP 0315358	A2	10-05-1989	CA	1292082	C	12-11-1991
			US	4922606	A	08-05-1990
US 2006033487	AI	16-02-2006	DE	10392748	B4	23-12-2010
			DE	10392748	T5	21-07-2005
			wo	03107018	AI	24-12-2003
			JP	4575153	B2	04-11-2010
DE 10314602	AI	21-10-2004	KEINE			
JP 2005061980	A	10-03-2005	KEINE			
JP 2003004831	A	08-01-2003	KEINE			
EP 0893696	A2	27-01-1999	DE	19731790	AI	28-01-1999
			US	6271655	BI	07-08-2001
EP 1486792	AI	15-12-2004	AU	2003211249	AI	09-09-2003
			CN	1533506	A	29-09-2004
			wo	03071299	AI	28-08-2003
			JP	3693119	B2	07-09-2005
			TW	1259284	B	01-08-2006
			US	2005116708	AI	02-06-2005
JP 2010176964	A	12-08-2010	KEINE			