

(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
18. Oktober 2012 (18.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/139648 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01R 15/16 (2006.01) **G01R 19/00** (2006.01)
G01R 31/312 (2006.01) **G01R 19/155** (2006.01)
G01R 29/12 (2006.01) **G01R 19/165** (2006.01)
G01R 15/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/055936

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. April 2011 (14.04.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(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): **SCHIMMER, Jürgen**
[DE/DE]; Franz-Reichel-Ring 97, 90473 Nürnberg (DE).
MAKUTH, Jens [DE/DE]; Sandäckerstr. 14, 90537
Feucht (DE). **SCHIEBNER, Dirk** [DE/DE]; Coseler Str.
27, 90473 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, 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, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

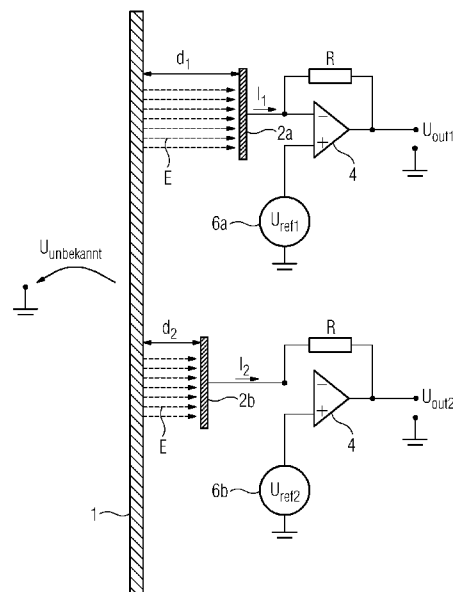
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR THE CONTACTLESS DETERMINATION OF AN ELECTRICAL POTENTIAL OF AN OBJECT
USING TWO DIFFERENT VALUES FOR THE ELECTRIC FLUX, AND DEVICE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BERÜHRUNGSLOSEN BESTIMMEN EINES ELEKTRISCHEN POTENTIALS EINES
OBJEKTS DURCH ZWEI VERSCHIEDENE WERTE FÜR DEN ELEKTRISCHEN FLUSS SOWIE VORRICHTUNG

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for the contactless determination of an electrical potential (U_{unkannt}) of an object (1), including the step of providing an electrode (2) at a distance from the object (1), characterized by the steps of: connecting the electrode (2) to a reference potential (U_{ref}); determining a first change in a state of electric charge (I_1) of the electrode over time at a first value for the electric flux between the electrode (2) and the object (1); determining a second change in the state of electric charge (I_2) of the electrode over time at a second value for the electric flux between the electrode (2) and the object (1); determining the electrical potential (U_{unkannt}) of the object (1) at least from the first (I_1) and second change in the state of electric charge (I_2) over time and from a difference between the first value and the second value for the electric flux.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum berührungslosen Bestimmen eines elektrischen Potentials (U_{unkannt}) eines Objekts (1) mit dem Schritt: Bereitstellen einer Elektrode (2), welche von dem Objekt (1) räumlich beabstandet ist, gekennzeichnet durch die Schritte: Verbinden der Elektrode (2) mit einem Bezugspotential (U_{ref}); Bestimmen einer ersten zeitlichen Veränderung eines elektrischen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Ladezustands (I_1) der Elektrode (2) bei einem ersten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode (2) und dem Objekt (1); Bestimmen einer zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands (I_2) der Elektrode (2) bei einem zweiten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode (2) und dem Objekt (1); Ermitteln des elektrischen Potentials ($U_{\text{unbekannt}}$) des Objekts (1) zumindest aus der ersten (I_1) und zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands (I_2) sowie aus einer Differenz des ersten Werts und des zweiten Werts für den elektrischen Fluss.

Beschreibung

Verfahren zum berührungslosen Bestimmen eines elektrischen Potentials eines Objekts durch zwei verschiedene Werte für den elektrischen Fluss sowie Vorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum berührungslosen Bestimmen eines elektrischen Potentials eines Objekts unter Verwendung einer oder einer ersten und einer zweiten Elektrode.

Es ist bekannt, den Stromfluss durch ein Objekt berührungslos zu messen. Dies kann über induktive Kopplung, den Hall-Effekt oder den GMR (Giant Magneto Resistance)-Effekt erfolgen. Um berührungslos elektrische Leistung messen zu können, ist jedoch neben der berührungslosen Strommessung auch ein Verfahren zur berührungslosen Potentialmessung erforderlich. Die berührungslose Potentialmessung, insbesondere hoher Spannungen, ist v.a. im Bereich Smart Metering, Smart Grid und Response-Demand-Strategien von besonderer Bedeutung.

Eine Möglichkeit hierfür bieten so genannte Elektrofeldmeter. Diese nutzen den Effekt der Influenz, um über die ermittelte elektrische Feldstärke auf die zu bestimmende Spannung schließen zu können. Dafür müssen jedoch der Abstand zwischen dem Objekt, dessen Potential bestimmt werden soll, und der Messelektrode des Elektrofeldmeters sowie das Material (Dielektrikum) zwischen Messelektrode und Objekt in der Messkapazität exakt bekannt sein. Um mit einem Elektrofeldmeter auch Gleichspannungen messen zu können, wird in der Regel zwischen der Messelektrode und dem Objekt ein Shutter (Feldblende) in Form eines Choppers (Flügelrad) eingesetzt.

Für die Bestimmung reiner Wechselspannungen sind auch kapazitive Spannungsteiler nutzbar, wobei hier ebenfalls die Kopplkapazität zwischen einer Referenzelektrode und dem zu messenden Potential bekannt sein muss.

Beide Verfahren bzw. Vorrichtungen (Elektrofeldmeter und kapazitiver Spannungsteiler) setzen eine genaue Kenntnis der Ankopplung an die zu messende Spannung voraus, insbesondere des Abstands zwischen Messelektrode und Messobjekt. Insofern sind diese bekannten Verfahren für nur temporäre Messvorgänge oder nachträgliche Messinstallationen ungeeignet. Elektrofeldmeter und kapazitive Spannungsteiler werden für präzise Messungen fest installiert und in der Einbauumgebung kalibriert. Bei Handmessgeräten ist eine exakte Kenntnis der Geometrie und stofflichen Beschaffenheit (Leitungsisolation, Luft, Gas, Betauung, etc.) des Messaufbaus nötig. Dazu werden bei handelsüblichen Elektrofeldmetern zum Beispiel spezielle Abstandshalter benutzt. Abstandshalter haben jedoch den Nachteil, dass sie insbesondere für die Potentialbestimmung elektrisch isolierter Leitungen nicht direkt auf dem leitenden Material aufsitzen und damit den Abstand nur unzureichend genau einstellen. Zudem kann die Art des isolierenden Materials nicht berücksichtigt werden. Reicht diese Präzision der bekannten berührungslosen Potentialmessverfahren nicht aus, muss üblicherweise kontaktierend gemessen werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung bereitzustellen, mit denen eine berührungslose Potentialmessung auch bei zunächst unbekannter Koppelkapazität möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren, welches die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist, ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 4, eine Vorrichtung, welche die Merkmale des Patentanspruchs 12 aufweist, sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13 gelöst.

Ein erstes erfindungsgemäßes Verfahren dient zum berührungslosen Bestimmen eines elektrischen Potentials eines Objekts und umfasst die folgenden Schritte:

- Bereitstellen einer Elektrode, welche von dem Objekt räumlich beabstandet ist;
- Verbinden der Elektrode mit einem Bezugspotential;

- Bestimmen einer ersten zeitlichen Veränderung eines elektrischen Ladezustands der Elektrode bei einem ersten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt;
- Bestimmen einer zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands der Elektrode bei einem zweiten Wert für
- 5 den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt;
- Ermitteln des elektrischen Potentials des Objekts zumindest aus der ersten und zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands sowie aus einer Differenz des ersten
- 10 Werts und des zweiten Werts für den elektrischen Fluss.

Das Verfahren erlaubt es, dass für eine Bestimmung des elektrischen Potentials des Objekts keine vorherige Kenntnis des Abstands der Elektrode von dem Objekt und/oder einer Dielektrizitätskonstante (zum Beispiel des Materials einer Kabelisolation) zwischen der Elektrode und dem Objekt erforderlich ist. Das Verfahren umfasst insbesondere Teilschritte, die als Schritte einer Autokalibrierung aufgefasst werden können. Hierdurch kann eine exakte mechanische Justage beziehungsweise ein definierter Festeinbau einer Messvorrichtung gegenüber dem Objekt entfallen. Auch dynamische Veränderungen im Messaufbau (Temperatureinflüsse, Druckänderungen, Feuchtigkeit etc. und hierdurch bedingte Änderungen im Abstand oder der Dielektrizitätskonstante) können kompensiert werden.

25 Es ist ein robustes und universell einsetzbares Verfahren zur berührungslosen Potentialmessung geschaffen.

Unter dem ersten und zweiten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt kann jeder Wert verstanden werden, der geeignet ist, den elektrischen Fluss zu charakterisieren. Insbesondere kann es sich bei dem Wert um eine Spannung der Elektrode gegenüber einem Bezugspotential handeln. Als Wert kann beispielsweise auch eine elektrische Feldstärke dienen. Auch der Wert eines Umladestroms, welcher

35 zwischen der Elektrode und einem Bezugspotential fließt, kann Rückschlüsse auf den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt zulassen. Beispielsweise kann ein an der Elektrode anliegendes Referenzpotential eine Größe darstel-

len, welche den Wert für den elektrischen Fluss charakterisiert. Dann kann insbesondere die Differenz der den elektrischen Fluss charakterisierenden Werte durch Subtraktion einer ersten Referenzspannung bei einem ersten Wert für den elektrischen Fluss und einer zweiten Referenzspannung bei einem zweiten Wert für den elektrischen Fluss gebildet werden. Der Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt kann insbesondere durch eine Veränderung des Abstands zwischen Elektrode und Objekt und/oder Veränderung der Dielektrizitätskonstante eines Materials zwischen Elektrode und Objekt und/oder aktives Laden der Elektrode über ein Referenzpotential erfolgen.

Vorzugsweise erfolgt das Einstellen des ersten Wertes für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt durch Positionieren der Elektrode in einem ersten Abstand zu dem Objekt und Einstellen des Bezugspotentials auf einen ersten Potentialwert. Dann erfolgt das Einstellen des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt durch Positionieren der Elektrode in dem ersten Abstand zu dem Objekt und Einstellen des Bezugspotentials auf einen zweiten Potentialwert, welcher von dem ersten Potentialwert verschieden ist. Durch die unterschiedlichen Potentialwerte bei gleichem Abstand werden zwei unterschiedliche elektrische Feldstärken eingestellt, so dass über eine Differenzbildung dieser Feldstärken in der Berechnung die unbekannte Feldstärke wegfällt. Dies erlaubt es, die Kapazität der Anordnung aus Objekt und Elektrode auch ohne explizite Kenntnis des Abstands zwischen Objekt und Elektrode und/oder die Dielektrizitätskonstante im Medium zwischen Elektrode und Objekt zu berechnen. Insgesamt ist der Messablauf sehr einfach und eine unbekannte Kapazität ist über eine Referenzpotentialänderung bestimmbar.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass das Einstellen des ersten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt durch Positionieren der Elektrode in einem ersten Abstand zu dem Objekt und Einstellen des Bezugspoten-

tials auf einen ersten Potentialwert erfolgt und das Einstellen des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt durch Positionieren der Elektrode in einem zweiten Abstand zu dem Objekt, welcher von dem ersten
5 Abstand verschieden ist, und Einstellen des Bezugspotentials auf den ersten Potentialwert erfolgt. Ein und dieselbe Elektrode wird also nacheinander in zwei verschiedenen Abständen zu dem Objekt positioniert, wobei das Bezugspotential an der Elektrode konstant gehalten wird. Dann stehen wiederum zwei
10 geeignete Werte zur Verfügung, die eine Ermittlung der unbekannten Kapazität der Kondensatoranordnung und anschließend eine Ermittlung des unbekannten Potentials erlauben.

Ein zweites erfindungsgemäßes Verfahren dient zum berührungs-
15 losen Bestimmen eines elektrischen Potentials eines Objekts und umfasst die folgenden Schritte:

- Bereitstellen einer ersten und einer zweiten Elektrode, welche von dem Objekt räumlich beabstandet sind;
- Verbinden der ersten Elektrode mit einem ersten Bezugspotential und Verbinden der zweiten Elektrode mit einem zweiten
20 Bezugspotential;
- Bestimmen einer ersten zeitlichen Veränderung eines elektrischen Ladezustands der ersten Elektrode bei einem ersten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der ersten Elektrode
25 und dem Objekt;
- Bestimmen einer zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands der zweiten Elektrode bei einem zweiten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der zweiten Elektrode und dem Objekt;
- 30 - Ermitteln des elektrischen Potentials des Objekts zumindest aus der ersten und zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands sowie aus einer Differenz des ersten Werts und des zweiten Werts für den elektrischen Fluss.

35 Im Gegensatz zu dem ersten erfindungsgemäßen Verfahren wird gemäß dem zweiten erfindungsgemäßen Verfahren nunmehr eine erste und eine zweite Elektrode bereitgestellt. Für die Einstellung der unterschiedlichen Werte für den elektrischen

Fluss zwischen der ersten Elektrode und dem Objekt ist dann keine Veränderung von Parametern an einer einzigen Elektrode mehr erforderlich. Vielmehr können durch die erste Elektrode und ihre relative Anordnung zu dem Objekt erste Parameter
5 eingestellt sein und durch die zweite Elektrode zweite Parameter eingestellt sein, welche gemeinsam Rückschlüsse auf die Koppelkapazität zwischen den Elektroden und dem Objekt erlauben. Das Bestimmen des elektrischen Potentials des Objekts kann gemäß diesem Verfahren gegebenenfalls schneller ablaufen
10 als gemäß dem ersten Verfahren. Es ist eine robuste und schnell arbeitende Anordnung für die Durchführung des Verfahrens geschaffen.

Vorzugsweise erfolgt das Einstellen des ersten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der ersten Elektrode und dem Objekt durch Positionieren der ersten Elektrode in einem ersten Abstand zu dem Objekt und Einstellen des ersten Bezugspotentials auf einen ersten Potentialwert. Dann erfolgt das Einstellen des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zwischen
20 der zweiten Elektrode und dem Objekt durch Positionieren der zweiten Elektrode in dem ersten Abstand zu dem Objekt und Einstellen des zweiten Bezugspotentials auf einen zweiten Potentialwert, welcher von dem ersten Potentialwert verschieden ist.

25 Alternativ kann vorgesehen sein, dass das Einstellen des ersten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der ersten Elektrode und dem Objekt durch Positionieren der ersten Elektrode in einem ersten Abstand zu dem Objekt und Einstellen des ersten Bezugspotentials auf einen ersten Potentialwert erfolgt. Dann ist vorgesehen, dass das Einstellen des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der zweiten Elektrode und dem Objekt durch Positionieren der zweiten Elektrode in einem zweiten Abstand zu dem Objekt, welcher von
30 dem ersten Abstand verschieden ist, und Einstellen des zweiten Bezugspotentials auf den ersten Potentialwert erfolgt. Alternativ sind auch andere Kombinationen möglich, wobei beispielsweise die erste Elektrode und die zweite Elektrode un-

terschiedliche Abstände zu dem Objekt einnehmen und zudem auf verschiedene Bezugspotentiale gelegt sind. Es ergibt sich eine Vielzahl an Freiheitsgraden in der Ausgestaltung des Messverfahrens. Bei keinem der Messverfahren ist die Kenntnis eines absoluten Abstands einer der Elektroden von dem Objekt erforderlich.

Die erste und zweite Elektrode müssen nicht identisch ausgebildet sein. Es kann insbesondere nur erforderlich sein, dass ein Zusammenhang zwischen kapazitätsbeeinflussenden Größen zwischen den beiden Elektroden bekannt ist. Hat beispielsweise die erste Elektrode eine andere Elektrodenfläche als die zweite Elektrode, so muss gegebenenfalls die Elektrodenfläche einer der Elektroden absolut bekannt sein und Klarheit darüber herrschen, in welchem Verhältnis die Fläche der zweiten Elektrode zu jener der ersten Elektrode steht. Besonders bevorzugt ist es allerdings, wenn die erste Elektrode und die zweite Elektrode identisch ausgebildet sind. Dann ist das Messverfahren mithilfe zweier Elektroden mit jeweils unterschiedlichen Parameterwerten zu ein und demselben Zeitpunkt äquivalent zu einer Messdurchführung mit nur einer einzigen Elektrode mit den jeweils unterschiedlichen Parametern zu zwei verschiedenen Zeitpunkten. Allerdings kann die Messung mit den zwei Elektroden schneller erfolgen und es bedarf gegebenenfalls keiner zeitveränderlichen Komponenten und beweglichen Bauteile.

Vorzugsweise erfolgt das Bestimmen der zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands in der zumindest einen Elektrode durch Messung eines Umladestroms. Der Umladestrom kann insbesondere durch ein Strommessgerät gemessen werden, welches zwischen der Elektrode und einem Bezugspotentialträger angeordnet ist. Die Messung kann sehr genau erfolgen.

Vorzugsweise ist die zumindest eine Elektrode mit einem ersten Eingang eines Verstärkers und das Bezugspotential mit einem zweiten Eingang des Verstärkers und ein Ausgang des Verstärkers mit dem ersten Eingang elektrisch verbunden. Diese

Messanordnung ist besonders vorteilhaft, um ein definiertes Bezugspotential an der Elektrode einzustellen.

5 Vorzugsweise wird mittels des Verfahrens ein zeitlich veränderliches elektrisches Potential des Objekts bestimmt. Eine Feldblende beziehungsweise ein Chopper kann dann entfallen.

10 Alternativ kann jedoch auch vorgesehen sein, dass zwischen der zumindest einen Elektrode und dem Objekt ein rotierendes Flügelrad (Chopper) und/oder eine Feldblende und/oder ein Shutter angeordnet wird und ein zeitlich konstantes elektrisches Potential des Objekts bestimmt wird. Mittels des Flügelrads kann periodisch ein feldfreier Referenzzustand hergestellt werden, der auch bei statischen Potentialen eine Mes-
15 sung über das Prinzip der Influenz erlaubt. Die Verfahren sind auf diese Art besonders universell einsetzbar.

Eine erste erfindungsgemäße Vorrichtung dient zur berührungslosen Bestimmung eines elektrischen Potentials eines Objekts und umfasst eine Elektrode, welche von dem Objekt räumlich
20 beabstandet anordenbar ist. Die Vorrichtung umfasst ferner einen Potentialgeber, welcher mit der Elektrode elektrisch verbunden ist, und eine Auswerteeinheit, welche dazu ausgebildet ist, eine erste zeitliche Veränderung eines elektrischen Ladezustands der Elektrode bei einem ersten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt zu bestimmen, und eine zweite zeitliche Veränderung des
25 elektrischen Ladezustands der Elektrode bei einem zweiten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode und dem Objekt zu bestimmen, und das elektrische Potential des Objekts zumindest aus der ersten und zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands sowie aus einer Differenz des ersten Werts und des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zu bestimmen.

35

Eine zweite erfindungsgemäße Vorrichtung dient ebenfalls zur berührungslosen Bestimmung eines elektrischen Potentials eines Objekts und umfasst eine erste und eine zweite Elektrode,

welche von dem Objekt räumlich beabstandet anordenbar sind. Die Vorrichtung umfasst ferner einen ersten Potentialgeber, welcher mit der ersten Elektrode elektrisch verbunden ist, einen zweiten Potentialgeber, welcher mit der zweiten Elektrode elektrisch verbunden ist, und eine Auswerteeinheit, welche dazu ausgebildet ist, eine erste zeitliche Veränderung eines elektrischen Ladezustands der ersten Elektrode bei einem ersten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der ersten Elektrode und dem Objekt zu bestimmen, und eine zweite zeitliche Veränderung des elektrischen Ladezustands der zweiten Elektrode bei einem zweiten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der zweiten Elektrode und dem Objekt zu bestimmen, und das elektrische Potential des Objekts zumindest aus der ersten und zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands sowie aus einer Differenz des ersten Werts und des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zu bestimmen.

Die mit Bezug auf die erfindungsgemäßen Verfahren dargestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für die erfindungsgemäßen Vorrichtungen.

Anhand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung im Folgenden näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur berührungslosen Bestimmung eines elektrischen Potentials gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel; und

FIG 2 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur berührungslosen Bestimmung eines elektrischen Potentials gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

In den Figuren sind gleiche und funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

FIG 1 zeigt eine Leitung 1, deren unbekanntes Potential $U_{\text{unbekannt}}$ bestimmt werden soll. Hierfür ist in einem (unbekannten)

Abstand d eine Messelektrode 2 angeordnet. Die Leitung 1 bildet gemeinsam mit der Messelektrode 2 einen Kondensator mit einer Kapazität C . Im Ausführungsbeispiel sei von einem einfachen Plattenkondensator, dessen Innenraum von einem elektrischen Feld E durchsetzt wird, ausgegangen. Zudem sei das unbekannte Potential $U_{\text{unbekannt}}$ im Ausführungsbeispiel ein zeitlich veränderliches Wechsellpotential. Weder der Plattenabstand d noch die Dielektrizitätskonstante ϵ des zwischen der Messelektrode 2 und der Leitung 1 vorliegenden Mediums sind genau bekannt. Es wird deshalb ein Verfahren angewandt, mit dem sich das unbekannte Potential $U_{\text{unbekannt}}$ auch ohne Kenntnis dieser Größen bestimmen lässt.

Die Messelektrode 2 ist nicht elektrisch isoliert, sondern mit einer Messanordnung elektrisch verbunden. Der aufgrund von Influenzwirkung in der Messelektrode 2 hervorgerufene Umladestrom I kann so gemessen werden. Alternativ kann auch eine Ausgangsspannung U_{out} ermittelt werden. Hierfür ist eine Messanordnung mit einem Verstärker 4 vorgesehen, welcher über einen ersten Eingang 3a und einen zweiten Eingang 3b sowie einen Ausgang 5 verfügt. Die Messelektrode 2 ist mit dem ersten Eingang 3a des Verstärkers 4 elektrisch verbunden, während ein Potentialgeber 6 mit dem zweiten Eingang 3b elektrisch verbunden ist. Zudem ist der Ausgang 5 über einen elektrischen Widerstand R mit dem ersten Eingang 3a elektrisch verbunden. Über den Potentialgeber 6 kann ein Referenzpotential U_{ref} an der Messelektrode 2 eingestellt werden. Je nach Stärke des eingestellten Referenzpotentials U_{ref} wird das im Kondensator herrschende elektrische Feld E zumindest teilweise kompensiert oder verstärkt. Auf diese Art verfügt der Kondensator über eine variabel Kapazität C .

Gemäß dem Ausführungsbeispiel der FIG 1 erfolgt die Messung des unbekannten Potentials $U_{\text{unbekannt}}$ durch Einstellen zweier unterschiedlicher Referenzpotentiale U_{ref1} und U_{ref2} mittels des Potentialgebers 6. Der Abstand d bleibt hierbei unverändert. Es ergeben sich folgende physikalische Zusammenhänge:

- für den Potentialunterschied zwischen den Platten des Kondensators gilt:

$$\begin{aligned} \Delta U_1 &= U_{\text{unbekannt}} - U_{\text{ref1}} \\ \Delta U_2 &= U_{\text{unbekannt}} - U_{\text{ref2}} \end{aligned}$$

- der jeweils fließende Umladestrom I beträgt:

$$\begin{aligned} I_1 &= \hat{I}_1 e^{i\omega t} = C \frac{d(\Delta U_1)}{dt} = \omega e^{i\omega t} (\hat{U}_{\text{unbekannt}} - \hat{U}_{\text{ref1}}) \\ I_2 &= \hat{I}_2 e^{i\omega t} = C \frac{d(\Delta U_2)}{dt} = \omega e^{i\omega t} (\hat{U}_{\text{unbekannt}} - \hat{U}_{\text{ref2}}) \end{aligned}$$

- für die Differenz der Umladeströme I_1 und I_2 ergibt sich:

$$\begin{aligned} I_1 - I_2 &= (\hat{I}_1 - \hat{I}_2) e^{i\omega t} \\ &= C \omega e^{i\omega t} (\hat{U}_{\text{ref2}} - \hat{U}_{\text{ref1}}) \end{aligned}$$

- damit kann man aus zwei Messpunkten auf die Koppelkapazität C schließen:

$$C = \frac{\hat{I}_1 - \hat{I}_2}{\omega \cdot (\hat{U}_{\text{ref2}} - \hat{U}_{\text{ref1}})}$$

In der Herleitung wird von starren Phasenbeziehungen ausgegangen, die durch eine Nachführung der Phase von U_{ref} gegenüber I erreicht werden kann. Die mit Dach (^) versehenen Größen stellen dabei die Amplituden des Umladestroms I beziehungsweise des Referenzpotentials U_{ref} dar.

Diese Herleitung stellt nur eine mögliche Auswertevariante der Referenzmessungen dar. Sie ist insbesondere für sinusförmige Spannungsverläufe geeignet. Bei komplexeren Signalen ist auch ein völlig entkoppeltes Referenzsignal (zum Beispiel ein Rauschen) denkbar. Die Auswertung kann dann zum Beispiel über eine Kreuzkorrelation erfolgen.

Für FIG 1 seien die wesentlichen physikalischen Zusammenhänge nochmals gesammelt dargestellt:

$$C = \frac{\varepsilon \cdot A}{d}$$

$$E = \frac{\Delta U}{d}$$

5

$$I = C \frac{d(\Delta U)}{dt}$$

$$U_{out} = -R \cdot I = -RC \frac{d(\Delta U)}{dt}$$

10 ε ist hierbei die Dielektrizitätskonstante innerhalb der Kondensatoranordnung aus Leitung 1 und Messelektrode 2. A ist die Fläche der Messelektrode 2.

Gemäß der in FIG 1 dargestellten Ausführungsform werden mindestens zwei Messungen nacheinander an derselben Messelektrode 2 mit verschiedenen Referenzpotentialen U_{ref1} und U_{ref2} durchgeführt. Aus der Verrechnung der jeweils entstehenden Ausgangssignale wird auf die unbekannte Messkapazität und auf das unbekannte Potential $U_{unbekannt}$ der Leitung 1 geschlossen.

20

Alternativ ist es jedoch auch möglich, U_{ref} konstant beizubehalten und Messungen bei zwei verschiedenen Abständen d durchzuführen.

25 Ein ähnlicher Weg ist im Ausführungsbeispiel gemäß FIG 2 beschrieben, wobei nunmehr jedoch zwei identisch ausgebildete Messelektroden 2a und 2b vorgesehen sind, die im Abstand d_1 beziehungsweise d_2 gegenüber der Leitung 1 angeordnet sind. Jede der Messelektroden 2a und 2b ist jeweils mit einer Auswerteschaltung verbunden, die insbesondere einen ersten Potentialgeber 6a und einen zweiten Potentialgeber 6b zur Einstellung jeweils eines Referenzpotentials U_{ref1} beziehungsweise U_{ref2} umfasst. Es kann dann eine gleichzeitige Messung an den beiden Messelektroden 2a und 2b durchgeführt werden, um

30

die für die Bestimmung der Koppelkapazität C gemäß obiger Gleichung erforderlichen Eingangsgrößen zu erhalten.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel der FIG 2 besitzen die Referenzpotentiale U_{ref1} und U_{ref2} denselben Wert, das heißt $U_{ref1} = U_{ref2}$. Die erforderliche Einstellung unterschiedlicher Messparameter erfolgt durch die voneinander verschiedenen Abstände d_1 und d_2 . Alternativ kann jedoch auch vorgesehen sein, dass zumindest zwei Messungen an den zwei unterschiedlichen Messelektroden 2a und 2b bei identischem Abstand ($d_1 = d_2$) und verschiedenen Referenzpotentialen U_{ref1} und U_{ref2} gegebenenfalls gleichzeitig durchgeführt werden. Auch eine Kombination beider Verfahren ist möglich. Dann befinden sich die Messelektroden 2a und 2b wie in FIG 2 gezeigt in unterschiedlichem Abstand d_1 beziehungsweise d_2 zur Leitung 1 und es werden auch voneinander verschiedene Referenzpotentiale U_{ref1} und U_{ref2} an den Messelektroden 2a beziehungsweise 2b eingestellt. Auch dann ist eine gleichzeitige Durchführung der zwei erforderlichen Messungen möglich.

Zusammenfassend erfolgt also die Variation des Referenzpotentials U_{ref} beziehungsweise des Abstands d für mindestens zwei Referenzmessungen beziehungsweise Kalibrationsmessungen. Durch Messung der Influenzwirkung beim jeweiligen Referenzpotential U_{ref} beziehungsweise Abstand d erhält man jeweils ein zugehöriges Ausgangssignal (Umladestrom I an der Messelektrode 2 oder Ausgangsspannung U_{out}). Aus der Verrechnung von mindestens zwei solchen Ausgangssignalen ist ein Rückschluss auf das zu messende Potential $U_{unbekannt}$ beziehungsweise auf die Koppelkapazität C möglich, ohne dass eine exakte Kenntnis der Koppelkapazität C beziehungsweise der Geometrie und stofflichen Beschaffenheit der Anordnung im Kondensator erforderlich wäre.

Bezugszeichenliste

	1	Leitung
5	2, 2a, 2b	Messelektrode
	3a, 3b	Eingang
	4	Verstärker
	5	Ausgang
	6, 6a, 6b	Potentialgeber
10	$U_{\text{unbekannt}}$	Potential
	$\hat{U}_{\text{unbekannt}}$	Amplitude des Potentials
	d, d_1, d_2	Abstand
	$U_{\text{ref}}, U_{\text{ref1}}, U_{\text{ref2}}$	Referenzpotential
	$\hat{U}_{\text{ref}}, \hat{U}_{\text{ref1}}, \hat{U}_{\text{ref2}}$	Amplitude des Referenzpotentials
15	I, I_1, I_2	Umladestrom
	$\hat{I}, \hat{I}_1, \hat{I}_2$	Amplitude des Umladestroms
	$U_{\text{out}}, U_{\text{out1}}, U_{\text{out2}}$	Ausgangsspannung
	R	elektrischer Widerstand
	E	elektrisches Feld
20	C	Kapazität
	A	Fläche
	ϵ	Dielektrizitätskonstante
	$\Delta U_1, \Delta U_2$	Potentialunterschied

Patentansprüche

1. Verfahren zum berührungslosen Bestimmen eines elektrischen Potentials ($U_{\text{unbekannt}}$) eines Objekts (1) mit dem Schritt:

- 5 - Bereitstellen einer Elektrode (2), welche von dem Objekt (1) räumlich beabstandet ist, gekennzeichnet durch die Schritte:
- Verbinden der Elektrode (2) mit einem Bezugspotential (U_{ref});
- 10 - Bestimmen einer ersten zeitlichen Veränderung eines elektrischen Ladezustands (I_1) der Elektrode (2) bei einem ersten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode (2) und dem Objekt (1);
- Bestimmen einer zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands (I_2) der Elektrode (2) bei einem zweiten
- 15 Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode (2) und dem Objekt (1);
- Ermitteln des elektrischen Potentials ($U_{\text{unbekannt}}$) des Objekts (1) zumindest aus der ersten (I_1) und zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands (I_2) sowie aus einer
- 20 Differenz des ersten Werts und des zweiten Werts für den elektrischen Fluss.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- 25 gekennzeichnet durch die Schritte:
- Einstellen des ersten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode (2) und dem Objekt (1) durch Positionieren der Elektrode (2) in einem ersten Abstand (d_1) zu dem Objekt (1) und Einstellen des Bezugspotentials auf einen ersten
- 30 Potentialwert (U_{ref1});
- Einstellen des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode (2) und dem Objekt (1) durch Positionieren der Elektrode (2) in dem ersten Abstand (d_1) zu dem Objekt (1) und Einstellen des Bezugspotentials auf einen
- 35 zweiten Potentialwert (U_{ref2}), welcher von dem ersten Potentialwert (U_{ref1}) verschieden ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

gekennzeichnet durch die Schritte:

- Einstellen des ersten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode (2) und dem Objekt (1) durch Positionieren der Elektrode (2) in einem ersten Abstand (d_1) zu dem Objekt (1) und Einstellen des Bezugspotentials auf einen ersten Potentialwert (U_{ref1});
- Einstellen des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode (2) und dem Objekt (1) durch Positionieren der Elektrode (2) in einem zweiten Abstand (d_2) zu dem Objekt (1), welcher von dem ersten Abstand (d_1) verschieden ist, und Einstellen des Bezugspotentials auf den ersten Potentialwert (U_{ref1}).

4. Verfahren zum berührungslosen Bestimmen eines elektrischen Potentials eines Objekts (1) mit dem Schritt:

- Bereitstellen einer ersten (2a) und einer zweiten Elektrode (2b), welche von dem Objekt räumlich beabstandet sind, gekennzeichnet durch die Schritte:

- Verbinden der ersten Elektrode (2a) mit einem ersten Bezugspotential (U_{ref1}) und Verbinden der zweiten Elektrode (2b) mit einem zweiten Bezugspotential (U_{ref2});

- Bestimmen einer ersten zeitlichen Veränderung eines elektrischen Ladezustands (I_1) der ersten Elektrode (2a) bei einem ersten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der ersten Elektrode (2a) und dem Objekt (1);

- Bestimmen einer zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands (I_2) der zweiten Elektrode (2b) bei einem zweiten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der zweiten Elektrode (2b) und dem Objekt (1);

- Ermitteln des elektrischen Potentials ($U_{unbekannt}$) des Objekts (1) zumindest aus der ersten (I_1) und zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands (I_2) sowie aus einer Differenz des ersten Werts und des zweiten Werts für den elektrischen Fluss.

5. Verfahren nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch die Schritte:

- Einstellen des ersten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der ersten Elektrode (2a) und dem Objekt (1) durch Positionieren der ersten Elektrode (2a) in einem ersten Abstand (d_1) zu dem Objekt (1) und Einstellen des ersten Bezugspotentials auf einen ersten Potentialwert (U_{ref1});

5 - Einstellen des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der zweiten Elektrode (2b) und dem Objekt (1) durch Positionieren der zweiten Elektrode (2b) in dem ersten Abstand (d_1) zu dem Objekt (1) und Einstellen des zweiten Bezugspotentials auf einen zweiten Potentialwert (U_{ref2}), welcher von dem ersten Potentialwert (U_{ref1}) verschieden ist.

10

6. Verfahren nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch die Schritte:

15 - Einstellen des ersten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der ersten Elektrode (2a) und dem Objekt (1) durch Positionieren der ersten Elektrode (2a) in einem ersten Abstand (d_1) zu dem Objekt (1) und Einstellen des ersten Bezugspotentials auf einen ersten Potentialwert (U_{ref1});

20 - Einstellen des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zwischen der zweiten Elektrode (2b) und dem Objekt (1) durch Positionieren der zweiten Elektrode (2b) in einem zweiten Abstand (d_2) zu dem Objekt (1), welcher von dem ersten Abstand (d_1) verschieden ist, und Einstellen des zweiten Bezugspotentials auf den ersten Potentialwert (U_{ref1}).

25

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste (2a) und zweite Elektrode (2b) identisch ausgebildet sind.

30 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bestimmen der zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands der zumindest einen Elektrode (2, 2a, 2b) durch Messung eines Umladestroms (I , I_1 , I_2) erfolgt.

35

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Elektrode (2, 2a, 2b)

mit einem ersten Eingang (3a) eines Verstärkers (4) und das Bezugspotential (U_{ref}) mit einem zweiten Eingang (3b) des Verstärkers (4) und ein Ausgang (5) des Verstärkers (4) mit dem ersten Eingang (3a) elektrisch verbunden wird.

5

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein zeitlich veränderliches elektrisches Potential ($U_{\text{unbekannt}}$) des Objekts (1) bestimmt wird.

10 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der zumindest einen Elektrode (2, 2a, 2b) und dem Objekt (1) ein rotierendes Flügelrad angeordnet wird und ein zeitlich konstantes elektrisches Potential ($U_{\text{unbekannt}}$) des Objekts (1) bestimmt wird.

15

12. Vorrichtung zur berührungslosen Bestimmung eines elektrischen Potentials ($U_{\text{unbekannt}}$) eines Objekts (1) mit einer Elektrode (2), welche von dem Objekt (1) räumlich beabstandet anordenbar ist,

20 gekennzeichnet durch

einen Potentialgeber (6), welcher mit der Elektrode (2) elektrisch verbunden ist, und einer Auswerteeinheit, welche dazu ausgebildet ist, eine erste zeitliche Veränderung eines elektrischen Ladezustands (I_1) der Elektrode (2) bei einem

25 ersten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode (2) und dem Objekt (1) zu bestimmen, und eine zweite zeitliche Veränderung des elektrischen Ladezustands (I_2) der Elektrode (2) bei einem zweiten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der Elektrode (2) und dem Objekt (1) zu bestimmen, und das elektrische Potential ($U_{\text{unbekannt}}$) des Objekts (1) zumindest aus der ersten (I_1) und zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands (I_2) sowie aus einer Differenz des ersten Werts und des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zu bestimmen.

35

13. Vorrichtung zur berührungslosen Bestimmung eines elektrischen Potentials ($U_{\text{unbekannt}}$) eines Objekts (1) mit einer ersten

(2a) und einer zweiten Elektrode (2b), welche von dem Objekt (1) räumlich beabstandet anordenbar sind, gekennzeichnet durch

einen ersten Potentialgeber (6a), welcher mit der ersten

5 Elektrode (2a) elektrisch verbunden ist, einen zweiten Potentialgeber (6b), welcher mit der zweiten Elektrode (2b) elektrisch verbunden ist, und einer Auswerteeinheit, welche dazu ausgebildet ist, eine erste zeitliche Veränderung eines elektrischen Ladezustands (I_1) der ersten Elektrode (2a) bei
10 einem ersten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der ersten Elektrode (2a) und dem Objekt (1) zu bestimmen, und eine zweite zeitliche Veränderung des elektrischen Ladezustands (I_2) der zweiten Elektrode (2b) bei einem zweiten Wert für den elektrischen Fluss zwischen der zweiten Elektrode
15 (2b) und dem Objekt (1) zu bestimmen, und das elektrische Potential ($U_{\text{unbekannt}}$) des Objekts (1) zumindest aus der ersten (I_1) und zweiten zeitlichen Veränderung des elektrischen Ladezustands (I_2) sowie aus einer Differenz des ersten Werts und des zweiten Werts für den elektrischen Fluss zu bestimmen.
20

FIG 1

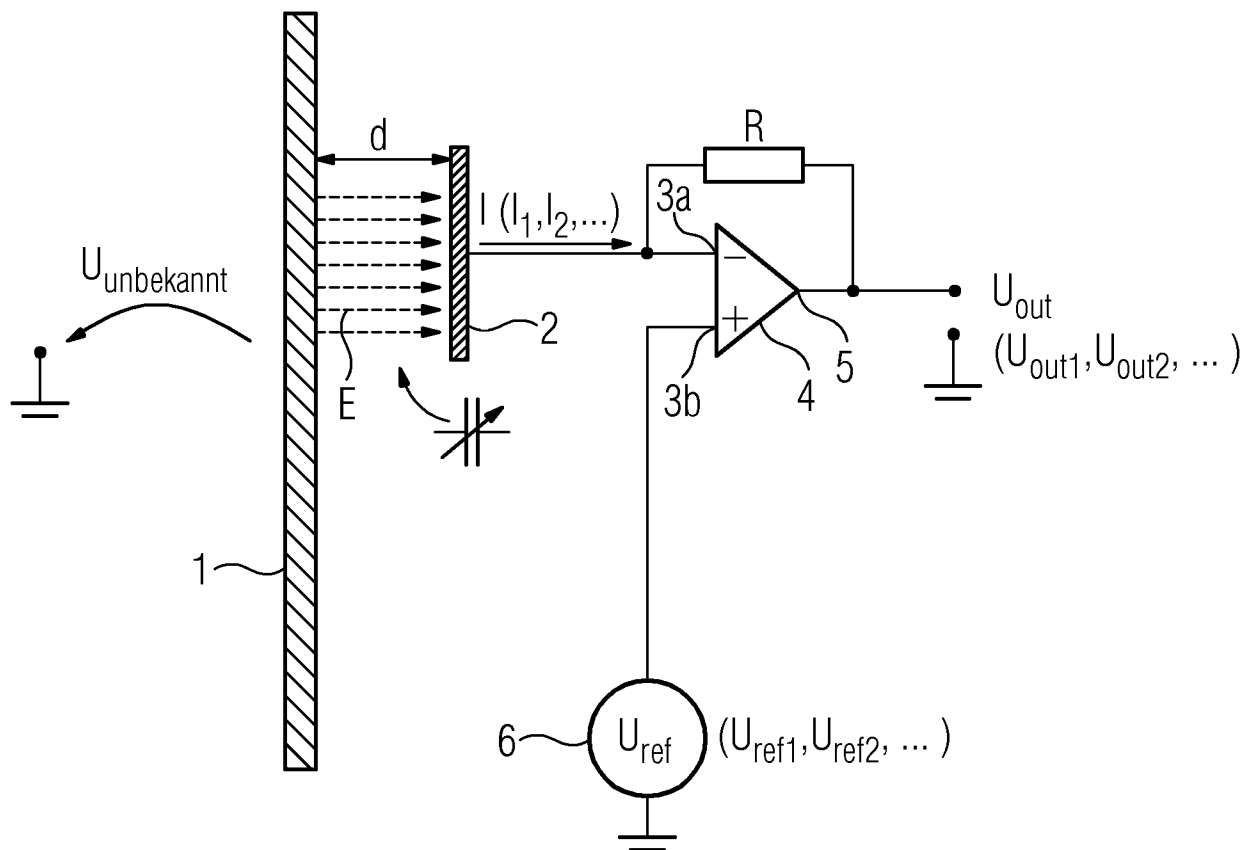
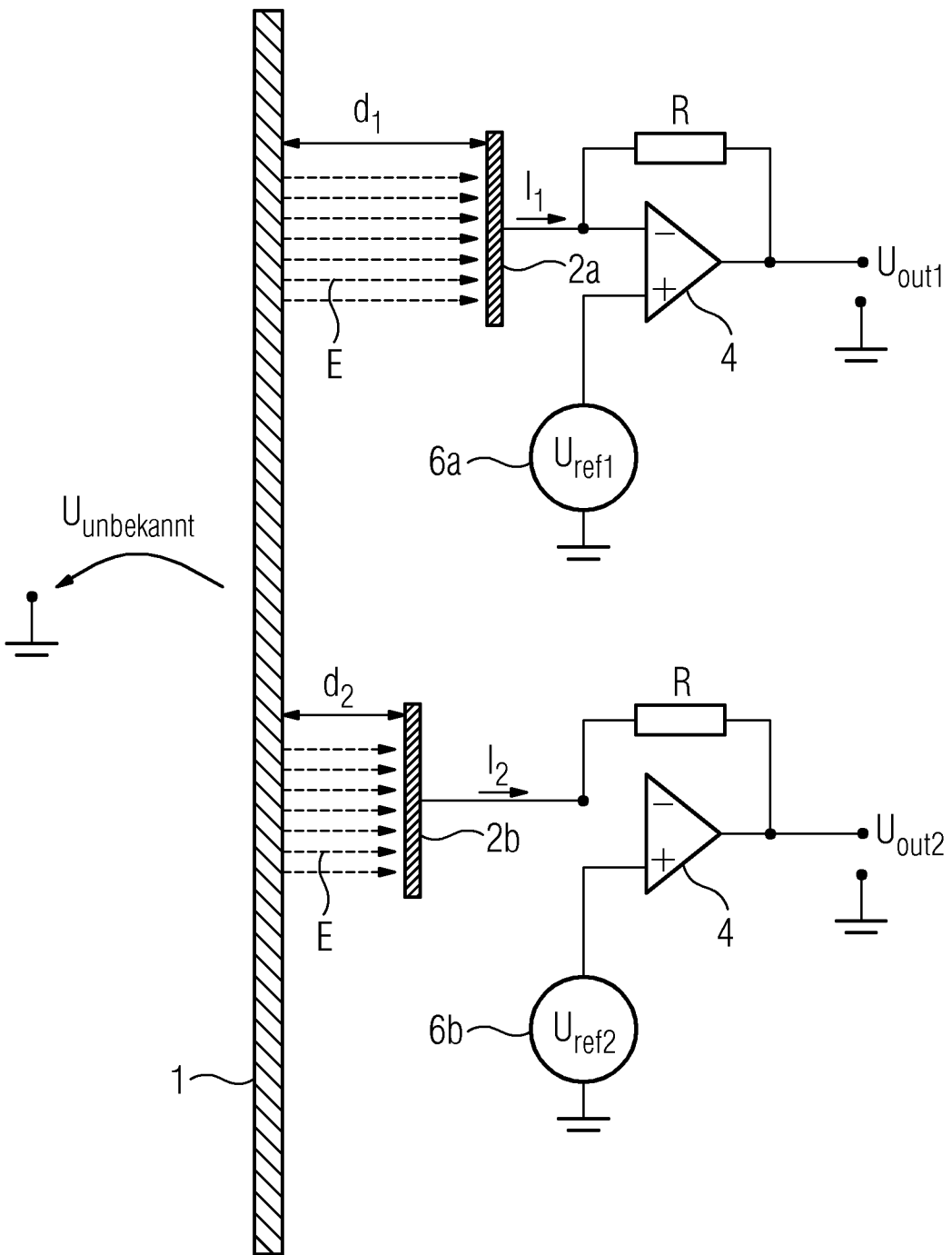


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/055936

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01R15/16 G01R31/312 G01R29/12 G01R15/14 G01R19/00 G01R19/155 G01R19/165 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 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">X</td> <td> US 5 473 244 A (LIBOVE JOEL M [US] ET AL) 5 December 1995 (1995-12-05) abstract column 3, line 57 - column 25, line 5; figures 1-24 </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">X</td> <td> ----- US 2007/086130 A1 (SORENSEN THOMAS [IE]) 19 April 2007 (2007-04-19) abstract page 2, paragraph [0027] - page 5, paragraph [0063]; figures 1-11 </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">X</td> <td> ----- DE 10 2009 022965 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2 December 2010 (2010-12-02) abstract page 3, paragraph [0021] - page 6, paragraph [0041]; figures 1-6 ----- -/-- </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-13</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 5 473 244 A (LIBOVE JOEL M [US] ET AL) 5 December 1995 (1995-12-05) abstract column 3, line 57 - column 25, line 5; figures 1-24	1-13	X	----- US 2007/086130 A1 (SORENSEN THOMAS [IE]) 19 April 2007 (2007-04-19) abstract page 2, paragraph [0027] - page 5, paragraph [0063]; figures 1-11	1-13	X	----- DE 10 2009 022965 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2 December 2010 (2010-12-02) abstract page 3, paragraph [0021] - page 6, paragraph [0041]; figures 1-6 ----- -/--	1-13
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	US 5 473 244 A (LIBOVE JOEL M [US] ET AL) 5 December 1995 (1995-12-05) abstract column 3, line 57 - column 25, line 5; figures 1-24	1-13												
X	----- US 2007/086130 A1 (SORENSEN THOMAS [IE]) 19 April 2007 (2007-04-19) abstract page 2, paragraph [0027] - page 5, paragraph [0063]; figures 1-11	1-13												
X	----- DE 10 2009 022965 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2 December 2010 (2010-12-02) abstract page 3, paragraph [0021] - page 6, paragraph [0041]; figures 1-6 ----- -/--	1-13												
☒ 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 "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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. "&" document member of the same patent family														
Date of the actual completion of the international search 21 December 2011	Date of mailing of the international search report 28/12/2011													
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/EP2011/055936

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	US 2011/148393 A1 (DE BUDA ERIC GEORGE [CA]) 23 June 2011 (2011-06-23) the whole document -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/055936

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5473244	A	05-12-1995	NONE
US 2007086130	A1	19-04-2007	AU 2005204695 A1 28-07-2005 BR PI0506472 A 06-02-2007 CA 2552044 A1 28-07-2005 CN 1910461 A 07-02-2007 EP 1704417 A1 27-09-2006 WO 2005069020 A1 28-07-2005 JP 2007518086 A 05-07-2007
DE 102009022965	A1	02-12-2010	WO 2010136330 A1 02-12-2010
US 2011148393	A1	23-06-2011	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/055936

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01R15/16 G01R31/312 G01R29/12 G01R15/14 G01R19/00 G01R19/155 G01R19/165 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter 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 5 473 244 A (LIBOVE JOEL M [US] ET AL) 5. Dezember 1995 (1995-12-05) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 57 - Spalte 25, Zeile 5; Abbildungen 1-24 -----	1-13
X	US 2007/086130 A1 (SORENSEN THOMAS [IE]) 19. April 2007 (2007-04-19) Zusammenfassung Seite 2, Absatz [0027] - Seite 5, Absatz [0063]; Abbildungen 1-11 -----	1-13
X	DE 10 2009 022965 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2. Dezember 2010 (2010-12-02) Zusammenfassung Seite 3, Absatz [0021] - Seite 6, Absatz [0041]; Abbildungen 1-6 ----- -/--	1-13
☒ 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 erscheinen 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 21. Dezember 2011		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 28/12/2011
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 Colina, J

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	US 2011/148393 A1 (DE BUDA ERIC GEORGE [CA]) 23. Juni 2011 (2011-06-23) das ganze Dokument -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/055936

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5473244	A	05-12-1995	KEINE
US 2007086130	A1	19-04-2007	AU 2005204695 A1 28-07-2005
			BR PI0506472 A 06-02-2007
			CA 2552044 A1 28-07-2005
			CN 1910461 A 07-02-2007
			EP 1704417 A1 27-09-2006
			WO 2005069020 A1 28-07-2005
			JP 2007518086 A 05-07-2007
DE 102009022965	A1	02-12-2010	WO 2010136330 A1 02-12-2010
US 2011148393	A1	23-06-2011	KEINE