



(11)

EP 3 492 851 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
05.06.2019 Patentblatt 2019/23

(21) Anmeldenummer: 18208652.0

(22) Anmeldetag: 27.11.2018

(51) Int Cl.:

F27B 3/28 (2006.01)

F27B 14/20 (2006.01)

F27D 19/00 (2006.01)

F27D 21/00 (2006.01)

F27B 3/08 (2006.01)

F27D 99/00 (2010.01)

H05B 6/50 (2006.01)

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

(30) Priorität: 04.12.2017 DE 102017221848

(71) Anmelder: SMS Group GmbH  
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:

- Oldenburg, Volker von  
53127 Bonn (DE)
- Heuvel, Michael van den  
40629 Düsseldorf (DE)
- Göcoglu, Mesut  
47058 Duisburg (DE)

(74) Vertreter: Klüppel, Walter  
Hemmerich & Kollegen  
Patentanwälte  
Hammerstraße 2  
57072 Siegen (DE)

(54) ÜBERWACHUNGSVERFAHREN UND ÜBERWACHUNGSVORRICHTUNG FÜR ELEKTRISCHE ISOLIERUNGEN EINES INDUSTRIELLEN ELEKTROOFENS, SOWIE INDUSTRIELLER ELEKTROOFEN

(57) Es werden ein Überwachungsverfahren und eine Überwachungsvorrichtung für elektrische Isolierungen (1-36) eines industriellen Elektroofens (100) vorgestellt. Während des Produktionsbetriebs des industriellen Elektroofens (100) ermittelt eine Überwachungsvorrichtung (200; 200A) in einem jeweiligen Prüfdurchlauf automatisch Widerstandsmesswerte (R1-R36, Rx) elek-

trischer Isolierungen (1-36) zwischen vorgegebenen Messpunkten (Mx) des industriellen Elektroofens (100) und überprüft die elektrischen Isolierungen (1-36) hinsichtlich ihrer Isoliereigenschaften auf Grundlage der ermittelten Widerstandsmesswerte (R1-R36, Rx). Ferner wird ein mit der Überwachungsvorrichtung (200; 200A) ausgerüsteter industrieller Elektroofen (100) vorgestellt.

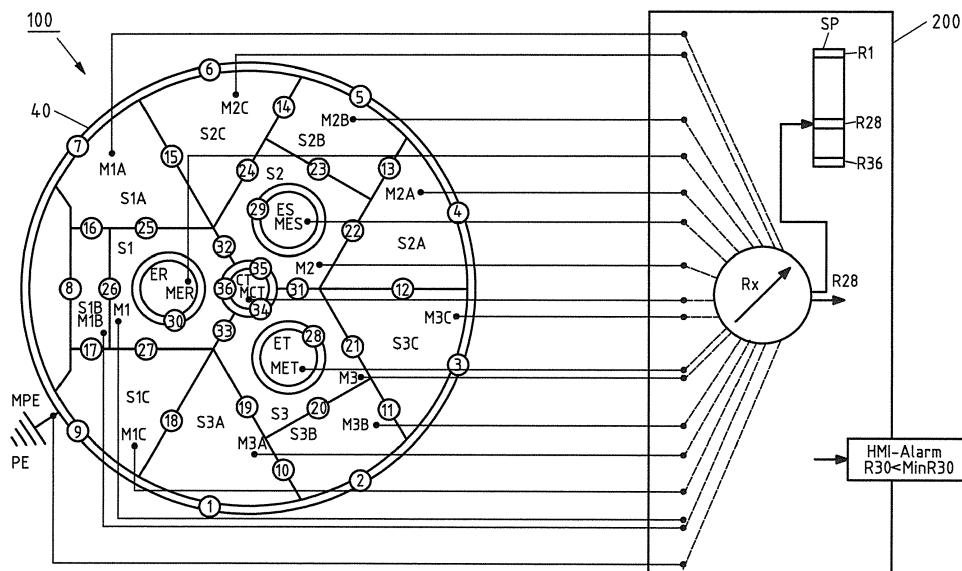


FIG.1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Überwachungsverfahren sowie eine Überwachungsvorrichtung für elektrische Isolierungen eines industriellen Elektroofens, insbesondere eines Reduktionsofens, nach Gattung des unabhängigen Anspruchs 1 bzw. 7. Gegenstand der Erfindung ist auch ein industrieller Elektroofen gemäß Anspruch 9.

## Stand der Technik

**[0002]** Industrielle Elektroöfen werden insbesondere zum Schmelzen von Metallen und Metallgemischen eingesetzt. Die zum Erwärmen des Schmelzgutes benötigte Energie wird derartigen industriellen Elektroöfen als elektrische Energie über spannungsführende Anlagenteile, wie beispielsweise Kabel und Elektroden, zugeführt. Diese spannungsführenden Anlagenteile müssen gegenüber spannungsfreien und/oder geerdeten Anlagenteilen mittels zwischen den Anlagenteilen eingebrachten elektrischen Isolierungen elektrisch isoliert werden. Bei industriellen Elektroöfen mit mehrphasiger Spannungsversorgung sind zudem elektrische Isolierungen zwischen spannungsführenden Anlagenteilen unterschiedlicher Phasen erforderlich. Im Fall von schadhafte Isolierungen können Spannungsüberschläge, Lichtbögen und Funkenerosionsvorgänge zwischen den Anlagenteilen, wie beispielsweise Elektroden, Ofengefäß und Ofendeckel, auftreten, wodurch die Lebensdauer und Betriebssicherheit eines industriellen Elektroofens leiden.

**[0003]** Heutzutage werden die elektrischen Isolierungen derartiger industrieller Elektroöfen, wenn überhaupt, manuell mit einem Isolationsmessgerät überprüft, und die Messwerte werden händisch ausgewertet. Diese Arbeiten können nur im abgeschalteten Zustand eines industriellen Elektroofens vorgenommen werden, was mit einem Produktionsausfall einhergeht. Zudem sind die Erfassung und die Auswertung der Messwerte sehr zeitaufwändig.

## Offenbarung der Erfindung

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine entsprechende Vorrichtung für die im Vergleich zum Stand der Technik verbesserte Überwachung und Überprüfung der elektrischen Isolierungen eines industriellen Elektroofens bereitzustellen. Die Überwachung und Überprüfung der elektrischen Isolierungen sollen schneller und komfortabler als bisher und zugleich aufwandsarm erfolgen, so dass die Stillstandzeiten und der erforderliche Personalaufwand für die Wartung industrieller Elektroöfen reduziert werden. Außerdem soll die vorliegende Erfindung einen industriellen Elektroofen bereitstellen, dessen elektrische Isolierungen aufwandsarm überwacht und überprüft werden können, so dass die Betriebssicherheit

des industriellen Elektroofens gesteigert werden kann, und die Stillstandzeiten minimiert werden können.

**[0005]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird durch ein Überwachungsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Überwachungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 7 sowie durch einen industriellen Elektroofen mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Merkmalen der abhängigen Ansprüche, die beliebig kombiniert werden können.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Aufgabe der Erfindung dadurch gelöst wird, dass die elektrischen Isolierungen eines industriellen Elektroofens kontinuierlich und automatisch während des Produktionsbetriebs des industriellen Elektroofens mittels einer entsprechend ausgebildeten Überwachungsvorrichtung hinsichtlich ihrer Isoliereigenschaften überwacht und überprüft werden. Die Überprüfung der elektrischen Isolierungen erfolgt nicht wie bisher manuell während des Stillstands des industriellen Elektroofens, sondern automatisch durch eine Überwachungsvorrichtung während des Produktionsbetriebs, also wenn im laufenden Betrieb der Elektroöfen die diesem zugeführte elektrische Energie in Wärmeenergie umsetzt, um beispielsweise ein Schmelzgut zu schmelzen. Ohne Beschränkung darauf kann ein derartiger industrieller Elektroöfen beispielsweise ein Reduktionsofen, Elektroschmelzofen, Pfannenofen, Induktionsofen oder Elektrolichtbogenofen sein.

**[0007]** Gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren ist der industrielle Elektroofen mit vorgegebenen Messpunkten versehen, die auf mehreren, voneinander elektrisch isolierten Abschnitten des Elektroofens angeordnet sind. Die vorgegebenen Messpunkte können beispielsweise auf Elektroden, der Erdung, einem Chargierrohr, Segmenten eines Ofengefäßes und Segmenten eines Ofendeckels so angeordnet sein, dass ein an dem Anlagenteil bzw. Abschnitt des industriellen Elektroofens anliegenden Spannungspotential an dem zugehörigen Messpunkt abgreifbar bzw. messbar ist. Zur Überprüfung einer jeweiligen elektrischen Isolierung, die zur elektrischen Trennung von zwei räumlich benachbarten Abschnitten des Elektroofens vorgesehen und zwischen diesen zwei Abschnitten angeordnet ist und somit diese zwei Abschnitte elektrisch und räumlich voneinander trennt, muss jeder dieser zwei Abschnitte einen jeweiligen Messpunkt aufweisen. Unter der Annahme, dass die Abschnitte selbst elektrisch leitend sind, kann sich ein jeweiliger Messpunkt an einem beliebigen Ort des jeweiligen Abschnitts befinden. Bevorzugt weist der durch das vorgestellte Überwachungsverfahren und die vorgestellte Überwachungsvorrichtung zu überwachende industrielle Elektroofen eine große Anzahl von elektrischen Isolierungen und somit auch eine entsprechend große Anzahl vorgegebener Messpunkte auf.

**[0008]** Das vorgestellte Verfahren sieht vor, dass die Überwachungsvorrichtung während des Produktionsbetriebs des industriellen Elektroofens in einem jeweiligen

Prüfdurchlauf automatisch, also selbstständig und ohne Veranlassung bzw.

**[0009]** Auslösung durch Bedienungspersonal des industriellen Elektroofens, Widerstandsmesswerte der elektrischen Isolierungen zwischen auf den Abschnitten des Elektroofens vorgesehenen, vorgegebenen Messpunkten ermittelt. Zum Ermitteln eines jeweiligen Widerstandsmesswertes, also des gemessenen Wertes des ohmschen Widerstands zwischen einem jeweiligen Paar vorgegebener Messpunkte, kann die Überwachungsvorrichtung den Widerstandsmesswert eigenständig messen und/oder kann den Widerstandsmesswert von einem Isolationsmessgerät empfangen, das mit der Überwachungsvorrichtung elektrisch und/oder über eine Datenschnittstelle verbunden ist. Als Isolationsmessgerät kann dabei ein konventionelles Isolationsmessgerät verwendet werden, das die Messung des Isolierungswiderstands gemäß etablierten Prüfstandards oder gesetzlicher Vorgaben durchführt und eine entsprechende Zertifizierung einer Prüforganisation aufweisen kann.

**[0010]** Das vorgestellte Verfahren sieht ferner vor, dass die Überwachungsvorrichtung die Isoliereigenschaften der elektrischen Isolierungen, die zwischen den mit den vorgegebenen Messpunkten versehenen Abschnitten des Elektroofens angeordnet sind, auf Grundlage der ermittelten Widerstandsmesswerte überprüft. Bei dieser Überprüfung kann der für eine zu überprüfende elektrische Isolierung ermittelte Widerstandsmesswert mit einem allgemein oder isolierungsspezifisch vorgegebenen Referenzwert bzw. Sollwert verglichen werden. Unterschreitet der ermittelte Widerstandsmesswert den vorgegebenen Referenzwert, so bewertet die Überwachungsvorrichtung die zugehörige elektrische Isolierung als schadhaft bzw. ersatzwürdig und setzt eine entsprechende Nachricht an eine Speichervorrichtung oder Signalisierungsvorrichtung für Bedienungs- oder Wartungspersonal des industriellen Elektroofens ab.

**[0011]** Das vorgestellte Verfahren ermöglicht eine schnelle und aufwandsarme Überwachung der elektrischen Isolierungen eines industriellen Elektroofens. Da das vorgestellte Verfahren während des laufenden Betriebs des Elektroofens durchgeführt wird, können die für präventive Routinearbeiten an den elektrischen Isolierungen eingeplanten Stillstandzeiten des Elektroofens und auch das für diese Routinearbeiten erforderliche Personal reduziert werden. Aufgrund der automatischen Überwachung der elektrischen Isolierungen während des Produktionsbetriebs wird die Betriebssicherheit des industriellen Elektroofens erhöht, der Verschleiß der Anlagenteile wird reduziert, und zudem sind während der Stillstandzeiten durchzuführende Arbeiten besser im Voraus planbar.

**[0012]** In einer Weiterbildung des vorgestellten Verfahrens ist vorgesehen, dass während des Produktionsbetriebs des industriellen Elektroofens ein jeweiliger Prüfdurchlauf manuell gestartet wird und anschließend durch die Überwachungsvorrichtung vollautomatisch durchgeführt wird. Diese teilautomatische Weiterbildung des Ver-

fahrens wird bevorzugt im abgeschalteten Zustand des industriellen Elektroofens ausgeführt. Diese Weiterbildung ermöglicht, dass Wartungs- oder Bedienpersonal jederzeit und flexibel eine Diagnose bzw. Überprüfung des aktuellen Zustands der elektrischen Isolierungen veranlassen und die aktuellen Überprüfungsergebnisse abrufen kann.

**[0013]** In einer Weiterbildung des vorgestellten Verfahrens ist vorgesehen, dass die Überwachungsvorrichtung während des Produktionsbetriebs des industriellen Elektroofens kontinuierlich Prüfdurchläufe vollautomatisch ausführt. Die Überwachungsvorrichtung führt also wiederholt und ohne Veranlassung durch Wartungs- oder Bedienpersonal Prüfdurchläufe aus, um die elektrischen Isolierungen kontinuierlich während des laufenden Betriebs des industriellen Elektroofens hinsichtlich ihrer Isoliereigenschaften zu überwachen. Dadurch werden die Betriebssicherheit und die Ausfallssicherheit des industriellen Elektroofens erheblich gesteigert.

**[0014]** In einer Weiterbildung des vorgestellten Verfahrens ist vorgesehen, dass die Überwachungsvorrichtung einen Verlauf der ermittelten Widerstandsmesswerte speichert und zur Auswertung eines Veränderungstrends der elektrischen Isolierungen nutzbar macht oder selbst nutzt. Die Überwachungsvorrichtung kann den gespeicherten Verlauf der ermittelten Widerstandsmesswerte nutzen, um Langzeittrends der Isoliereigenschaften der elektrischen Isolierungen auszuwerten und eine voraussichtliche Lebensdauer der elektrischen Isolierungen zu prognostizieren. Alternativ oder optional kann die Überwachungsvorrichtung einen aktuellen Widerstandsmesswert mit einem gespeicherten Verlauf eines gemessenen Widerstandsmesswertes vergleichen, um bei einer zu großen Abweichung zwischen dem aktuellen Wert und den gespeicherten Werten eine Beschädigung der dem Widerstandsmesswert zugeordneten elektrischen Isolierung zu diagnostizieren bzw. zu melden. Die Überwachungsvorrichtung kann den gespeicherten Verlauf von Widerstandsmesswerten auch an andere Auswertungseinrichtungen übertragen. Bevorzugt speichert die Überwachungsvorrichtung für jede zu überprüfende elektrische Isolierung einen individuellen Verlauf der für diese elektrische Isolierung ermittelten Widerstandsmesswerte. Diese Weiterbildung ermöglicht in Bezug auf die elektrischen Isolierungen eine Optimierung der Wartungsarbeiten und Reduzierung der Stillstandzeiten des Elektroofens.

**[0015]** In einer Weiterbildung des vorgestellten Verfahrens ist vorgesehen, dass die Überwachungsvorrichtung in einem jeweiligen Prüfdurchlauf die vorgegebenen Messpunkte gemäß einer vorgegebenen Sequenz temporär mit einem Isolationsmessgerät elektrisch verbunden, und das Isolationsmessgerät mindestens einen Widerstandsmesswert zwischen den mit dem Isolationsmessgerät verbundenen Messpunkten misst. Bevorzugt verbindet die Überwachungsvorrichtung dabei temporär die vorgegebenen Messpunkte paarweise zu einer Messzeit mit dem Isolationsmessgerät, damit das Isola-

tionsmessgerät den ohmschen Widerstand zwischen einem Paar der Messpunkte messen und an die Überwachungsvorrichtung übermitteln kann. Bevorzugt verbindet die Überwachungsvorrichtung sukzessive alle möglichen Paare auf räumlich-benachbarten Anlagenteilen bzw. Abschnitten des Elektroofens angeordneter Messpunkte mit dem Isolationsmessgerät, damit das Isolationsmessgerät in einem jeweiligen Prüfdurchlauf sukzessive die jeweiligen Widerstandsmesswerte zwischen den paarweise mit dem Isolationsmessgerät verbundenen Messpunkten messen und an die Überwachungsvorrichtung übermitteln kann. Die Überwachungsvorrichtung ist gemäß dieser Weiterbildung mit der Funktion einer Umschaltlogik oder Multiplexeinrichtung zwischen den vorgegebenen Messpunkten versehen.

**[0016]** In einer Weiterbildung des vorgestellten Verfahrens ist zudem vorgesehen, dass die Überwachungsvorrichtung in einem jeweiligen Prüfdurchlauf Widerstandsmesswerte zwischen vorgegebenen Messpunkten ermittelt, die nicht räumlich-benachbarten Abschnitten des industriellen Elektroofens zugeordnet sind. Diese Widerstandswerte repräsentieren den Gesamtwiderstand der einzelnen elektrischen Isolierungen, die im Sinne von ohmschen Reihen- und/oder Parallelwiderständen zwischen den verwendeten vorgegebenen Messpunkten wirken. Die Überwachungsvorrichtung berücksichtigt daher diese ermittelten Widerstandsmesswerte auch zum Überprüfen der elektrischen Isolierungen hinsichtlich ihrer Isoliereigenschaften, und zwar zum gleichzeitigen Überprüfen einer Mehrzahl elektrischer Isolierungen.

**[0017]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird auch durch eine Überwachungsvorrichtung für elektrische Isolierungen eines industriellen Elektroofens gelöst, die zum Ausführen des zuvor vorgestellten Verfahrens oder einer seiner Weiterbildungen ausgebildet ist. Die vorgestellte Überwachungsvorrichtung ist mit vorgegebenen Messpunkten des industriellen Elektroofens elektrisch koppelbar oder gekoppelt. Ferner ist die Überwachungsvorrichtung ausgebildet zum automatischen Ermitteln, während des Produktionsbetriebs des industriellen Elektroofens, von Widerstandsmesswerten von elektrischen Isolierungen zwischen den vorgegebenen Messpunkten und zum Überprüfen der elektrischen Isolierungen hinsichtlich ihrer Isoliereigenschaften auf Grundlage der ermittelten Widerstandsmesswerte. Ferner ist die Überwachungsvorrichtung ausgebildet zum automatischen und kontinuierlichen Ermitteln mehrerer derartiger Widerstandsmesswerte und zum automatischen und kontinuierlichen Überprüfen bzw. Diagnostizieren mehrerer elektrischer Isolierungen des industriellen Elektroofens. Die Überwachungsvorrichtung ist zur Umsetzung des zuvor vorgestellten Verfahrens ausgebildet. Daher bietet die vorgestellte Überwachungsvorrichtung auch dieselben Vorteile wie das zuvor vorgestellte Verfahren.

**[0018]** Ferner wird die Aufgabe der vorliegenden Erfindung auch durch einen industriellen Elektroofen gelöst, der mit der vorgestellten Überwachungsvorrichtung

ausgestattet ist. Der industrielle Elektroofen weist auf mehreren, voneinander elektrisch isolierten Abschnitten vorgegebene Messpunkte auf, die mit der Überwachungsvorrichtung elektrisch verbunden oder verbindbar sind.

**[0019]** Die Erfindung umfasst beliebige Kombinationen der oben vorgestellten Überwachungsverfahren, Überwachungsvorrichtungen und industriellen Elektroöfen und ihrer Weiterbildungen.

**10** Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0020]** Zur Verdeutlichung des vorgeschlagenen Überwachungsverfahrens, der Überwachungsvorrichtung und des industriellen Elektroofens gemäß der vorliegenden Erfindung werden nun Ausführungsbeispiele mit Verweis auf die folgenden Figuren vorgestellt.

**20** Fig. 1 veranschaulicht schematisch ein Ausführungsbeispiel des vorgestellten industriellen Elektroofens mit der vorgestellten Überwachungsvorrichtung.

**25** Fig. 2 veranschaulicht ein weiteres Ausführungsbeispiel des vorgestellten industriellen Elektroofens mit der vorgestellten Überwachungsvorrichtung.

**[0021]** Fig. 1 veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel des vorgestellten industriellen Elektroofens mit der vorgestellten Überwachungsvorrichtung. In Fig. 1 ist der industrielle Elektroofen 100 schematisch in der Draufsicht durch einen Ofendeckel eines nicht gezeigten Ofengefäßes veranschaulicht, das zum Schmelzen eines in das Ofengefäß eingebrachten Schmelzguts vorgesehen ist. Die unterschiedlichen Anlagenteile bzw. räumlich-benachbart angeordnete Abschnitte des Ofendeckels sind durch elektrische Isolierungen getrennt, die in Fig. 1 durch eingekreiste, fortlaufend nummerierte Bezugszeichen 1 bis 36 weder form- noch maßstabsgerecht markiert sind. Der Ofendeckel ist aus mehreren Ofendeckelsegmenten S1, S1A, S1B, S1C, S2, S2A, S2B, S2C, S3, S3A, S3B, S3C zusammengesetzt, die durch elektrische Isolierungen 10 bis 27 und 31 bis 33 elektrisch voneinander getrennt sind. Durch die Ofendeckelsegmente S1, S2 und S3 sind, durch elektrische Isolierungen 30, 29 bzw. 28 isoliert, spannungsführende Elektroden ER, ES bzw. ET in das Ofengefäß eingeführt, die von einer nicht veranschaulichten dreiphasigen Spannungsversorgung gespeist werden. Zudem bilden die Ofendeckelsegmente S1, S2 und S3 eine Aussparung aus, durch die ein Chargierrohr CT in dem Ofendeckel eingebracht ist, das zum Einbringen von Schmelzgut in das Ofengefäß vorgesehen ist. Das Chargierrohr CT ist elektrisch durch die Isolierungen 36, 35, 34 von den Ofendeckelsegmenten S1, S2 bzw. S3 isoliert. Der Außenrand 40 des Ofendeckels ist elektrisch mit der Erdungsmasse bzw. dem Schutzleiter PE verbunden und elektrisch von den räum-

lich-benachbarten Ofendeckelsegmenten durch die elektrischen Isolierungen 1 bis 9 isoliert.

**[0022]** Jedes der oben erwähnten Ofendeckelsegmente Sx weist einen vorgegebenen Messpunkt Mx auf, der über eine jeweilige Messleitung elektrisch mit der Überwachungsvorrichtung 200 verbunden ist. Die Elektroden ER, ES, ET, das Chargierrohr CT sowie die Erdungsmasse PE weisen jeweilige vorgegebene Messpunkte MER, MES, MET, MCT bzw. MPE auf, die über jeweilige Messleitungen elektrisch mit der Überwachungsvorrichtung 200 verbunden sind.

**[0023]** Die Überwachungsvorrichtung 200 überprüft während des laufenden Betriebs des industriellen Elektrofens kontinuierlich und automatisch die elektrischen Isolierungen 1 bis 36, indem sie den jeweiligen ohmschen Widerstand zwischen zwei Messpunkten räumlich-benachbarter Abschnitte des Elektrofens als Widerstandsmesswert der zwischen diesen Abschnitten angeordneten elektrischen Isolierung misst. Wie in Fig. 1 beispielhaft veranschaulicht, ermittelt die Überwachungsvorrichtung 200 den Widerstandsmesswert R28 der elektrischen Isolierung 28, welche die Elektrode ET und das Ofendeckelsegment S3 elektrisch voneinander isoliert, durch Messung des ohmschen Widerstands zwischen dem vorgegebenen Messpunkt MET und dem vorgegebenen Messpunkt M3. Auf diese beispielhaft für den Widerstandsmesswert R28 dargestellte Weise ermittelt die Überwachungsvorrichtung 200 während des laufenden Betriebs des industriellen Elektrofens in einem Prüfdurchlauf für sämtliche der elektrischen Isolierungen 1 bis 36 den jeweiligen Widerstandsmesswert R1 bis R36 und wiederholt diese Messungen kontinuierlich während des Produktionsbetriebs des Elektrofens.

**[0024]** Ein jeweiliger Verlauf der derart ermittelten Widerstandsmesswerte R1 bis R36 wird in einem jeweiligen Speicher SP-R1 bis SP-R36 gespeichert, indem beispielsweise isolierungsspezifisch jeweils die jüngsten 1000 Widerstandsmesswerte gespeichert werden oder für jede elektrische Isolierung 1 bis 36 ein jeweiliger Durchschnittswert DR1 bis DR16 als gleitender Mittelwert berechnet und gespeichert wird.

**[0025]** Anschließend überprüft die Überwachungsvorrichtung 200 jede elektrische Isolierung 1 bis 36 hinsichtlich ihrer Isoliereigenschaften. Beispielsweise stuft die Überwachungsvorrichtung 200 eine elektrische Isolierung x als schadhaft ein, wenn der für sie ermittelte Widerstandsmesswert Rx einen vorgegebenen Sollwert MinRx unterschreitet oder zu stark von dem Durchschnittswert DRx abweicht. Eine demgemäß als schadhaft bewertete elektrische Isolierung x wird von der Überwachungsvorrichtung 200 an Bedienungs- oder Wartungspersonal des industriellen Elektrofens gemeldet (in Fig. 1 beispielhaft für Isolierung 30 wegen Unterschreitung des Sollwertes MinR30 veranschaulicht).

**[0026]** Fig. 2 veranschaulicht ein weiteres Ausführungsbeispiel des vorgestellten industriellen Elektrofens mit der vorgestellten Überwachungsvorrichtung. Der industrielle Elektrofen 100 ist stark vereinfacht

durch Segmente S1 bis S13 veranschaulicht, die durch einheitlich als Zwischenraum veranschaulichte elektrische Isolierungen getrennt sind, wobei die Segmente S1 bis S3 die Elektroden des dreiphasigen Elektrofens darstellen. Die Segmente S1 bis S13 weisen einen jeweiligen vorgegebenen Messpunkt MS1 bis MS13 auf, der mit der Überwachungsvorrichtung 200A über eine jeweilige Leitung elektrisch verbunden ist. Die elektrischen Isolierungen trennen zudem alle Segmente S1 bis S13 elektrisch von der Erdungsmasse (bzw. Schutzleiter) PE, die einen vorgegebenen Messpunkt MPE aufweist, der ebenfalls mit der Überwachungsvorrichtung 200A elektrisch verbunden ist.

**[0027]** Im Unterschied zu der in Fig. 1 veranschaulichten Überwachungsvorrichtung 200 misst die in Fig. 2 veranschaulichte Überwachungsvorrichtung 200A den ohmschen Widerstand zwischen einem jeweiligen Paar der Messpunkte MS1 bis MS13 sowie MPE nicht selbst, sondern ermittelt die jeweiligen Widerstandsmesswerte, indem sie in einem Prüfdurchlauf die vorgegebenen Messpunkte MS1 bis M13 sowie MPE paarweise gemäß einer vorgegebenen Sequenz bzw. Schaltabfolge 210 temporär mit einem Isolationsmessgerät 400 verbindet. Die vorgegebene Sequenz bzw. Schaltabfolge 210 der als Multiplexer agierenden Überwachungsvorrichtung 200A legt die Paare der Messpunkte MS1 bis MS11 sowie MPE fest, für die die Widerstandswerte durch das Isolationsmessgerät 400 gemessen und an die Überwachungsvorrichtung 200A gemeldet werden sollen. Mit der in Fig. 2 im Sinne von zu kombinierenden Paaren Sx-Sy bzw. PE-Sz veranschaulichten Schaltabfolge 210 werden die Widerstandsmesswerte für alle elektrischen Isolierungen zwischen räumlich-benachbarten Segmenten S1 bis S13 bzw. PE gemessen. Als das in Fig. 2 veranschaulichte Isolationsmessgerät 400 kann beispielsweise ein handelsübliches Gerät der Serie IR425 der Firma Bender eingesetzt werden.

#### Bezugszeichenliste

1-36	elektrische Isolierung
40	Außenrand des Ofendeckels
45 100	industrieller Elektrofen
200, 200A	Überwachungsvorrichtung
210	Schaltsequenz
400	Isolationsmessgerät
CT	Chargierrohr
50 ER, ES, ET	Elektrode
Mx	vorgegebener Messpunkt des Segments x
PE	Erdungsmasse bzw. Schutzleiter
Rx	Widerstandsmesswert der elektrischen Isolierung x
SP	Speicher
Sx	Segment x

## Patentansprüche

1. Überwachungsverfahren für elektrische Isolierungen (1-36) eines industriellen Elektroofens (100), insbesondere eines Reduktionsofens, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des laufenden Produktionsbetriebs des industriellen Elektroofens (100) eine Überwachungsvorrichtung (200; 200A) in einem jeweiligen Prüfdurchlauf automatisch Widerstandsmesswerte (R1-R36, Rx) elektrischer Isolierungen (1-36) zwischen vorgegebenen Messpunkten (Mx) des industriellen Elektroofens (100) ermittelt und die elektrischen Isolierungen (1-36) hinsichtlich ihrer Isoliereigenschaften auf Grundlage der ermittelten Widerstandsmesswerte (R1-R36, Rx) überprüft. 5
2. Überwachungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des laufenden Produktionsbetriebs des industriellen Elektroofens ein jeweiliger Prüfdurchlauf manuell gestartet wird und anschließend durch die Überwachungsvorrichtung (200; 200A) vollautomatisch durchgeführt wird. 10
3. Überwachungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungsvorrichtung (200; 200A) während des laufenden Produktionsbetriebs des industriellen Elektroofens kontinuierlich Prüfdurchläufe vollautomatisch ausführt. 15
4. Überwachungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungsvorrichtung (200; 200A) einen Verlauf der ermittelten Widerstandsmesswerte (R1-R36, Rx) speichert und zur Auswertung eines Veränderungstrends der elektrischen Isolierungen bereitstellt und/oder verwendet. 20
5. Überwachungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungsvorrichtung (200A) in einem jeweiligen Prüfdurchlauf die vorgegebenen Messpunkte (Mx), bevorzugt paarweise, gemäß einer vorgegebenen Sequenz (210) temporär mit einem Isolationsmessgerät (400) elektrisch verbindet, und das Isolationsmessgerät (400) mindestens einen Widerstandsmesswert (Rx) zwischen den mit dem Isolationsmessgerät (400) verbundenen Messpunkten (Mx) misst. 25
6. Überwachungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungsvorrichtung (200; 200A) in einem jeweiligen Prüfdurchlauf Widerstandsmesswerte (R1-R36, Rx) zwischen vorgegebenen Messpunkten (Mx) ermittelt, die nicht räumlich-benachbarten Abschnitten des industriellen Elektroofens zugeordnet sind, und zum Überprüfen der elektrischen Isolierungen (1-36) hinsichtlich ihrer Isoliereigenschaften berücksichtigt. 30
7. Überwachungsvorrichtung (200; 200A) für elektrische Isolierungen (1-36) eines industriellen Elektroofens (100), insbesondere eines Reduktionsofens, die mit vorgegebenen Messpunkten (Mx) des industriellen Elektroofens elektrisch koppelbar oder gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungsvorrichtung (200; 200A) ausgebildet ist zum automatischen Ermitteln, während des laufenden Produktionsbetriebs des industriellen Elektroofens, von Widerstandsmesswerten (R1-R36, Rx) von elektrischen Isolierungen (1-36) zwischen den vorgegebenen Messpunkten (Mx) und zum Überprüfen der elektrischen Isolierungen (1-36) hinsichtlich ihrer Isoliereigenschaften auf Grundlage der ermittelten Widerstandsmesswerte (R1-R36, Rx). 35
8. Überwachungsvorrichtung (200; 200A) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ferner zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 6 ausgebildet ist. 40
9. Industrieller Elektroofen (100), insbesondere ein Reduktionsofen, der mit einer Überwachungsvorrichtung (200; 200A) nach Anspruch 7 oder 8 ausgestattet ist, wobei der industrielle Elektroofen (100) auf mehreren, voneinander elektrisch isolierten Abschnitten (Sx) vorgegebene Messpunkte (Mx) aufweist, die mit der Überwachungsvorrichtung (200; 200A) elektrisch verbunden oder verbindbar sind. 45
- 50
- 55

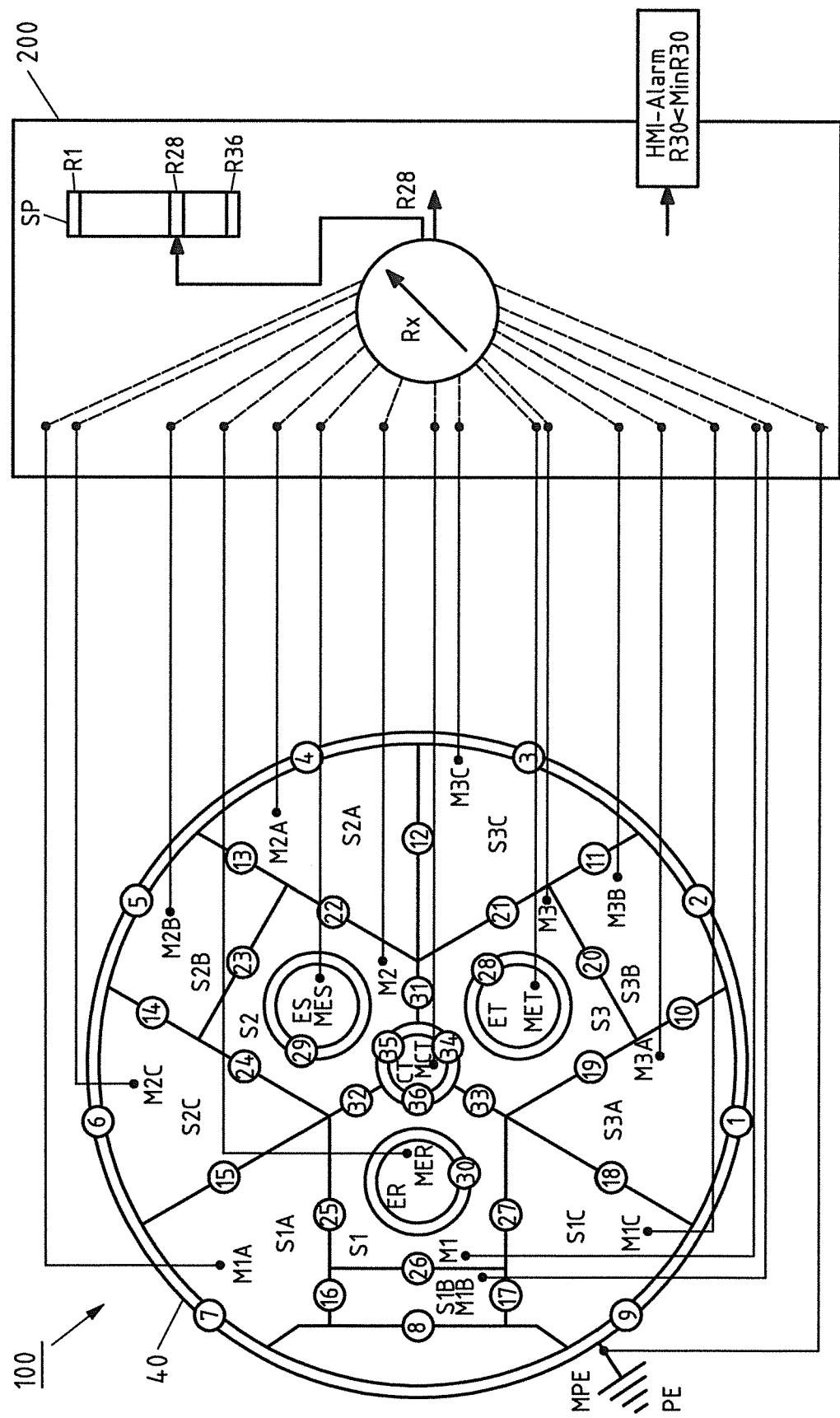


FIG. 1

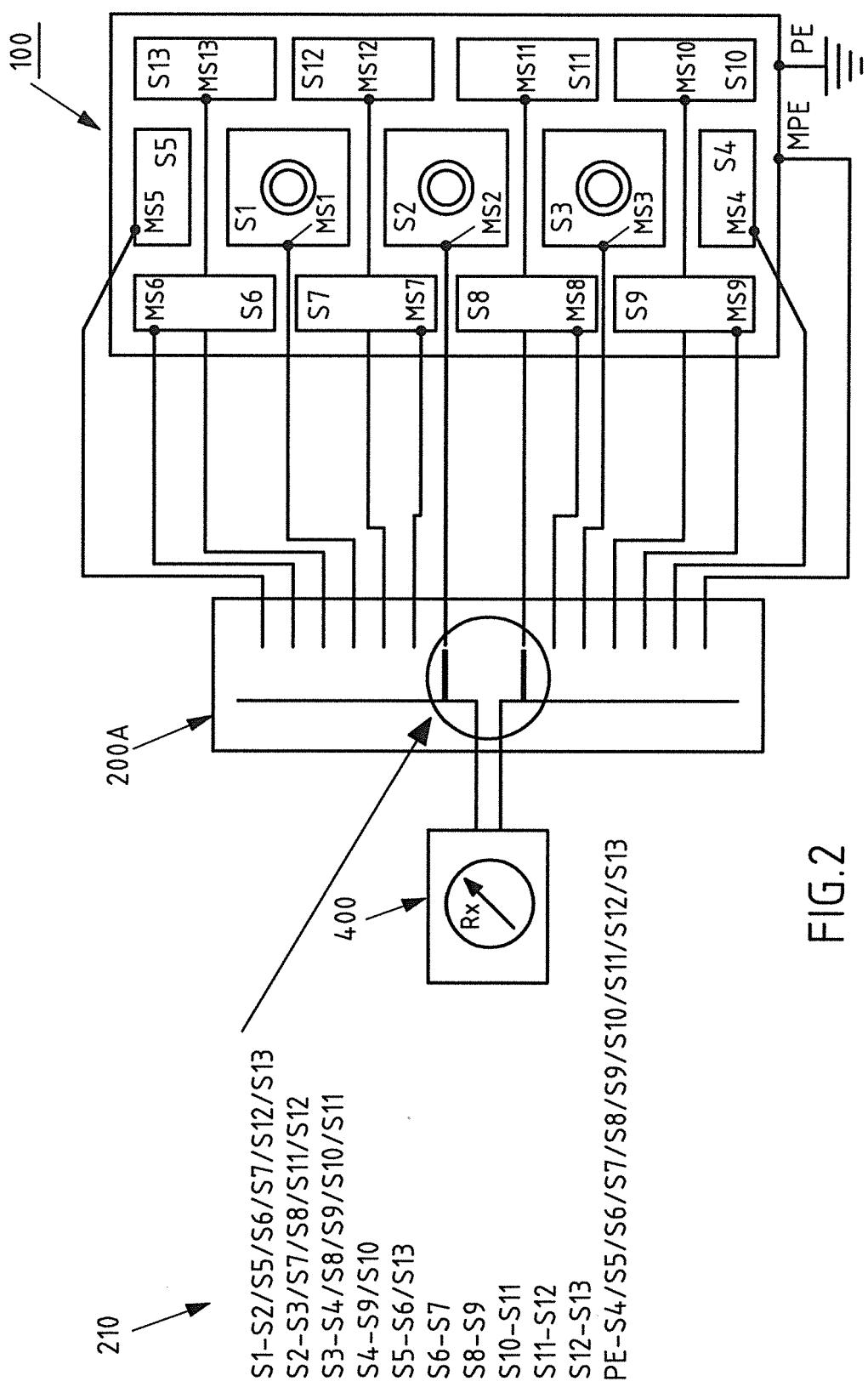


FIG. 2



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 20 8652

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	EP 1 818 638 A2 (SAVEWAY GMBH & CO KG [DE]) 15. August 2007 (2007-08-15) * Absätze [0010], [0020]; Ansprüche 1-5; Abbildungen 1-5, 8.9 * -----	1-9	INV. F27B3/28 F27B14/20 F27D19/00 F27D21/00
15 X	EP 2 811 248 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10. Dezember 2014 (2014-12-10) * Absätze [0018], [0019], [0022], [0023]; Ansprüche 1-12; Abbildung 1 *	1-9	F27B3/08 F27D99/00 H05B6/50
20 X	JP H04 165289 A (NIPPON STEEL CORP; NITTETSU PLANT DESIGNING CORP) 11. Juni 1992 (1992-06-11) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1,7-9	
25 X	JP 2003 322481 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 14. November 2003 (2003-11-14) * Zusammenfassung; Abbildungen 11,4-6,9 *	1,7-9	
30 A	EP 0 541 019 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 12. Mai 1993 (1993-05-12) * das ganze Dokument *	1-9	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35			F27B F27D H05B
40			
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 21. Februar 2019	Prüfer Gavriliu, Alexandru
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 20 8652

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten  
Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-02-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 1818638 A2	15-08-2007	AT 421074 T	DE 102006006524 A1	15-01-2009 23-08-2007
20			EP 1818638 A2		15-08-2007
25	EP 2811248 A1	10-12-2014	KEINE		
30	JP H04165289 A	11-06-1992	JP H0772667 B2	JP H04165289 A	02-08-1995 11-06-1992
35	JP 2003322481 A	14-11-2003	JP 3902063 B2	JP 2003322481 A	04-04-2007 14-11-2003
40	EP 0541019 A1	12-05-1993	DE 4136447 A1	EP 0541019 A1	13-05-1993 12-05-1993
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82