



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.03.2017 Patentblatt 2017/12

(51) Int Cl.:
H05B 1/02 (2006.01) **F24H 1/50 (2006.01)**
H05B 3/26 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16188807.8**

(22) Anmeldetag: **14.09.2016**

(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:
MA MD

(30) Priorität: **21.09.2015 DE 102015218120**
21.09.2015 DE 102015218121

(71) Anmelder: **E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH**
75038 Oberderdingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Block, Volker**
75015 Bretten (DE)
• **Eigl, Sebastian**
75015 Bretten (DE)

- **Köbrich, Holger**
76703 Kraichtal-Gochsheim (DE)
- **Mandl, Matthias**
75015 Bretten (DE)
- **Mühlnikel, Roland**
75015 Bretten (DE)
- **Robin, Bernd**
76703 Kraichtal (DE)
- **Schmieder, Manuel**
75038 Oberderdingen (DE)
- **Suß, Alfred**
75015 Bretten (DE)
- **Tafferner, Michael**
76316 Malsch (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB
Kronenstraße 30
70174 Stuttgart (DE)

(54) **HEIZEINRICHTUNG ZUM ERHITZEN VON WASSER UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER SOLCHEN HEIZEINRICHTUNG**

(57) Eine Heizeinrichtung zum Erhitzen von Wasser weist einen Träger auf, auf dem mindestens ein Heizelement aufgebracht ist, das einen oder mehrere hintereinander geschaltete Heizleiter aufweist. Die Heizeinrichtung weist eine flächige Dielektrikumschicht auf, die im Wesentlichen die Heizleiter bzw. das Heizelement überdeckt. Auf beiden Seiten der Dielektrikumschicht mit derselben Überdeckung ist jeweils eine elektrisch leitfähige Anschlussfläche vorgesehen. Mindestens eine der Anschlussflächen ist an eine Steuerung zur Auswertung eines Leckstroms als Stromfluss durch die Dielektrikumschicht hindurch angeschlossen und das Heizelement ist mit Messmitteln zur Überwachung eines Heizleiterstroms durch das Heizelement verbunden. Sowohl der Leckstrom als auch der Heizleiterstrom werden im zeitlichen Verlauf überwacht und bei auffälligen Änderungen können Störungen erkannt werden.

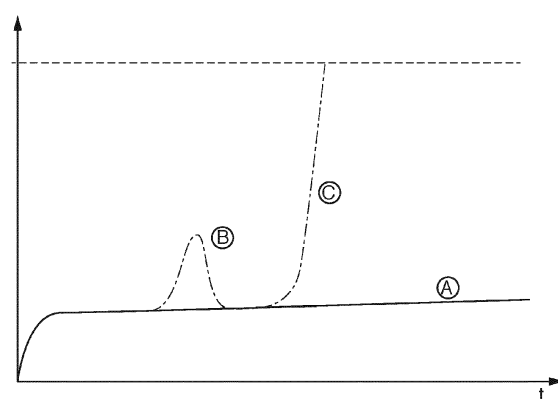


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Heizeinrichtung zum Erhitzen von Wasser sowie ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Heizeinrichtung zum Erhitzen von Wasser.

[0002] Es ist aus der DE 102012213385 A1 bekannt, dass bei Heizeinrichtungen zum Erhitzen von Wasser, insbesondere mit metallischem Träger und darauf angeordnetem Heizelement in Dickschichttechnik, aufgrund der hohen Flächenleistungen und der sehr dynamischen Vorgänge eine schnelle Regelung notwendig ist, da eine geringe thermische Trägheit gegeben ist. Insbesondere bei lokalen oder großflächigen Verkalkungen an einer Mediumseite des Trägers nimmt die Wärmeabnahme durch das zu erhitzende Wasser stark ab, wodurch sehr schnell vor allem eine lokale oder auch eine großflächige Erhitzung auftreten kann, welche sehr schädlich wäre. Unter Umständen kann dies sogar zur Zerstörung der Heizeinrichtung führen.

[0003] Aus der DE 102013200277 A1 ist eine Heizeinrichtung bekannt, bei der sozusagen mittels einer Dielektrikumschicht zwischen zwei elektrisch leitfähigen Anschlussflächen eine großflächige Überwachung der Heizeinrichtung bzw. eines Heizelements und eine Erkennung auch von lokal begrenzten bzw. kleinflächigen Überhitzungen bzw. Verkalkungen möglich ist.

Aufgabe und Lösung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine eingangs genannte Heizeinrichtung sowie ein Verfahren zu ihrem Betrieb zu schaffen, mit denen Probleme des Standes der Technik gelöst werden können und es insbesondere möglich ist, Verkalkungen an einer Mediumseite des Trägers und somit eine potenzielle Gefahrenquelle zu erkennen bzw. eine Beschädigung der Heizeinrichtung zu verhindern.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Heizeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 7. Vorteilhafte sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Dabei werden manche der Merkmale nur für die Heizeinrichtung oder nur für das Verfahren genannt. Sie sollen jedoch unabhängig davon sowohl für die Heizeinrichtung als auch für das Verfahren selbständig und unabhängig voneinander gelten können. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0006] Es ist vorgesehen, dass die Heizeinrichtung zum Erhitzen von Wasser, welches insbesondere durch einen Träger hindurchfließen soll bzw. an ihm vorbeifließen soll, vor allem an einer sogenannten Mediumseite des Trägers, einen solchen Träger aufweist. Auf diesem Träger ist mindestens ein Heizelement aufgebracht, welches einen einzigen Heizleiter aufweist oder mehrere hintereinander geschaltete Heizleiter aufweist. Vorteilhaft ist dies ein Dickschicht-Heizelement mit zwei elektri-

schen Anschlüssen, zwischen denen sich der einzige oder dessen einzelne hintereinander geschaltete bzw. aneinander anschließende Heizleiter erstrecken. So können die Heizleiter beispielsweise jeweils gerade Abschnitte des Heizelements sein, das insgesamt insbesondere einen mäanderförmigen Verlauf aufweisen kann. Es können auch mehrere solchermaßen ausgebildete Heizelemente vorgesehen sein, vorteilhaft mindestens zwei.

[0007] Die Heizeinrichtung weist mindestens eine flächige Dielektrikumschicht auf, die im Wesentlichen die Heizleiter bzw. das Heizelement überdeckt. Die Dielektrikumschicht muss nicht zwingend direkt auf dem oder einem Heizelement aufliegen. Sie weist eigentlich elektrisch isolierende Eigenschaften auf, bei Temperaturen ab 200°C oder erst ab 300°C jedoch nimmt ihr elektrischer Widerstand ab. Derartige Dielektrikumschichten bestehen beispielsweise aus Glas oder Glaskeramik und sind in der vorgenannten DE 102013200277 A1 näher beschrieben.

[0008] Eine Dielektrikumschicht ist auf beiden Seiten mit jeweils einer elektrisch leitfähigen Anschlussfläche versehen. Diese Anschlussflächen liegen also direkt an der Dielektrikumschicht an und können insbesondere einen durch die Dielektrikumschicht fließenden Strom bzw. sogenannten Leckstrom erfassen. Dabei können die elektrisch leitfähigen Anschlussflächen dieselbe Überdeckung haben, zumindest was eine äußere Kontur bzw. maximale Aufspannung der Fläche betrifft, abhängig davon, wie viele Dielektrikumschichten nebeneinander auf oder über den Heizelementen vorgesehen sind. Eine der elektrisch leitfähigen Anschlussflächen kann vorteilhaft auch vollflächig bzw. geschlossen ausgebildet sein.

[0009] Mindestens eine der Anschlussflächen ist an eine Steuerung oder Messeinrichtung einer Steuerung zur Auswertung eines Leckstroms als Stromfluss durch die Dielektrikumschicht hindurch angeschlossen. So kann eben der Leckstrom überwacht werden hinsichtlich seines zeitlichen Verlaufs bzw. eines möglichen schnellen Anstiegs. Des Weiteren ist das Heizelement mit Messmitteln zur Überwachung eines Heizleiterstroms durch dieses Heizelement und somit durch seine sämtlichen Heizleiter verbunden. So kann eben auch der Heizleiterstrom überwacht bzw. ausgewertet werden, insbesondere hinsichtlich eines Abfalls aufgrund zunehmenden Widerstandes des Heizelements bei steigender bzw. wegen zu hoher Temperatur, wenn das Heizelement bei einer Ausgestaltung der Erfindung einen positiven Temperaturkoeffizienten seines Widerstands aufweist. Wenn das Heizelement bei einer anderen Ausgestaltung der Erfindung einen negativen Temperaturkoeffizienten seines Widerstands aufweist kann ein Anstieg des Heizleiterstroms aufgrund abnehmenden Widerstandes des Heizelements bei steigender bzw. wegen zu hoher Temperatur erkannt werden. Da die Steuerung bzw. Messeinrichtung den Heizleiterstrom überwacht und dazu auch die Spannung gemessen werden kann, lässt sich auch der Wärmetransfer in Form eines Wärmewiderstan-

des bewerten.

[0010] Somit ist es möglich, sowohl mittels des Leckstroms an der Dielektrikumschicht als auch mittels Überwachung des Heizleiterstroms die Temperaturverhältnisse am Heizelement bzw. an der Heizeinrichtung zu überwachen. Während eine Änderung des Heizleiterstroms zwar eher relativ langsam ist und sich auch insgesamt bei lokal begrenzter bzw. kleinflächiger Verkalkung nicht sehr stark ändert, da davon ja nur ein sehr kleiner Bereich des Heizelements betroffen ist, kann damit aber sozusagen eine über die Fläche gemittelte Temperatur und somit auch eine gemittelte Überhitzung an der Heizeinrichtung festgestellt werden. Das Feststellen einer lokal begrenzten bzw. kleinflächigen Überhitzung über Auswertung des Leckstroms an der Dielektrikumschicht ist zum Einen erheblich schneller und zum Anderen reicht hier sozusagen ein nur wenige Millimeter großer Bereich mit sehr hoher Temperatur, um hier den Leckstrom, der über die gesamte Fläche erfasst werden kann, schnell stark ansteigen zu lassen. Derartige Überhitzungen kommen in der Regel durch Verkalkungen zustande, wie nachfolgend noch näher erläutert wird, oder auch durch ein Leerkochen einer wassergefüllten Heizeinrichtung oder ein Trockengehen bei Einsatz in einer Pumpe. Es gibt auch sogenannte hot spots, die durch eine punktuelle oder kleinflächige, nicht vollständige Ablösung einer Verkalkung entstehen, wobei durch einen Zwischenraum zwischen der Mediumseite des Trägers und der Kalkschicht dann der Wärmetransfer zusätzlich behindert wird. Hier können gefährliche Überhitzungen auftreten, die zwar kleinflächig bzw. lokal sehr begrenzt sind, aber auch hier eine Beschädigung oder Zerstörung der Heizeinrichtung bewirken könnten.

[0011] Der Träger besteht vorteilhaft aus Metall. Auf ihm ist für einen Schichtaufbau eine Isolationsschicht aufgebracht, auf der wiederum das Heizelement oder die Heizelemente aufgebracht sind. Wie eingangs genannt werden Dickschichtheizelemente bevorzugt, beispielsweise mit genau einem oder mit mehreren Heizleitern in insgesamt erzeugter Mäanderform. Über bzw. auf das Heizelement oder die Heizelemente wiederum werden flächige Dielektrikumschichten aufgebracht, vorteilhaft als geschlossene Fläche. Eine flächige Dielektrikumschicht kann im Wesentlichen ein Rechteck bedecken. Eine Dielektrikumschicht wirkt auch als elektrische Isolation, zumindest im Bereich üblicher Betriebs-Temperaturen. Auf die Dielektrikumschicht wiederum kann mit im Wesentlichen derselben Fläche eine elektrisch leitfähige Anschlussfläche aufgebracht sein. Hier kann ein beliebiges elektrisch leitfähiges Material verwendet werden. Die andere elektrisch leitfähige Anschlussfläche an die Dielektrikumschicht wird dann von dem Heizelement bzw. den Heizelementen oder dessen Heizleitern gebildet. Im Betrieb der Heizeinrichtung werden diese an eine Betriebsspannung angeschlossen und von dem Heizleiterstrom durchflossen. Bei geringer werdender Isolations-eigenschaften einer Dielektrikumschicht kann dann ein üblicherweise geringer Strom als Leckstrom durch

die Dielektrikumschicht hindurch an die andere elektrisch leitfähige Anschlussfläche fließen. Durch den vorgenannten Anschluss an eine Steuerung kann dies erkannt werden.

[0012] Die Steuerung weist vorteilhaft einen Speicher auf, um Referenzwerte für die Heizelementtemperatur, Dielektrikumschicht-Signale oder einen Heizleiterstrom im normalen Betrieb abzuspeichern. Auch für abnormale Betriebszustände können Werte abgespeichert sein, insbesondere für lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkungen hinsichtlich der dann zu erwartenden Dielektrikumschicht-Signale oder eines Heizleiterstroms sowie Werte für vorgenannte hot spots und für flächige bzw. großflächige Verkalkung. Dies kann beispielsweise ein Grenzwert für den Dielektrikumstrom bzw. Leckstrom sein, der nicht überschritten werden darf bzw. bei dessen Erreichen die Heizeinrichtung abgeschaltet werden muss.

[0013] Eine Leistungsdichte des Heizelements kann vorteilhaft mindestens 30 W/cm² oder mindestens 100 W/cm² betragen. Besonders vorteilhaft kann die Leistungsdichte maximal 150 W/cm² oder sogar 200 W/cm² betragen. So ist eine schnell ansprechende und sehr leistungsfähige Heizeinrichtung bei kleinem Platzbedarf gegeben.

[0014] In Ausgestaltung der Erfindung greifen die Heizelemente ineinander bzw. sind verschränkt angeordnet, vorzugsweise mit Heizleitern als Abschnitte der Heizelemente, die gerade und parallel zueinander verlaufen. Somit können die Heizelemente vorteilhaft bifilar verlaufen, insbesondere in Mäanderform. Zwischen zwei parallelen Heizleitern eines Heizelements kann mindestens ein Heizleiter eines anderen Heizelements verlaufen, insbesondere parallel dazu.

[0015] In alternativer Ausgestaltung der Erfindung verlaufen die Heizelemente zwar nahe beieinander, sind aber flächenmäßig getrennt bzw. greifen eben nicht ineinander. Jedes Heizelement nimmt sozusagen eine Fläche mit geschlossener Außenkontur ein, insbesondere eine Rechteckfläche oder eine Viereckfläche, in die kein Teil eines anderen Heizelements hineinragt.

[0016] Vorteilhaft weist die Heizeinrichtung genau zwei oder drei Heizelemente auf. Zwei Heizelemente können gemäß der ersten vorgenannten Ausgestaltung der Erfindung ineinander greifen bzw. verschränkt angeordnet sein. Es kann ein zusätzliches drittes Heizelement vorgesehen sein, das dann aber flächenmäßig getrennt ist. Sind genau drei Heizelemente vorgesehen, so können sie vorteilhaft gemäß der zweiten vorgenannten Ausgestaltung der Erfindung alle drei nahe beieinander verlaufen und flächenmäßig getrennt sein.

[0017] Gemäß einer ersten Ausbildung der Erfindung kann eine einzige flächige Dielektrikumschicht auf einer Seite der Heizelemente vorgesehen sein zum Anschluss an die Steuerung oder Messeinrichtung zur Erfassung eines Leckstroms, wobei die Dielektrikumschicht alle Heizelemente im Wesentlichen überdeckt. Die eine Anschlussfläche wird dann jeweils von den Heizelementen

gebildet. Dadurch wird die flächenmäßige Unterscheidung der Heizelemente erreicht. Die andere Anschlussfläche, beispielsweise als Elektrode, kann die Dielektrikumschicht entweder vollflächig bedecken oder aber aufgeteilt in mehrere Anschlussflächen bzw. Teil-Elektroden sein, deren Aufteilung wiederum den Heizelementen entspricht bzw. diese im Wesentlichen mit ihrem Verlauf genau überdeckt. Dies weist den Vorteil auf, dass auch komplizierte Verläufe für die Heizelemente, insbesondere ineinander greifende Verläufe, mit den Anschlussflächen genauso nachgebildet werden können.

[0018] Gemäß einer zweiten Ausbildung der Erfindung kann für jedes der Heizelemente eine eigene flächige Dielektrikumschicht mit jeweils einer eigenen elektrisch leitfähigen Anschlussfläche darauf vorgesehen sein, wobei jede Dielektrikumschicht das zugehörige Heizelement im Wesentlichen überdeckt und keines der anderen Heizelemente. Dabei können die Dielektrikumschichten auf einer Seite der Heizelemente in derselben Ebene und elektrisch getrennt voneinander verlaufen, wobei alle Dielektrikumschichten an die Steuerung oder Messeinrichtung zur Erfassung eines Leckstroms angeschlossen sind. Bei mehreren Dielektrikumschichten können diese sämtlich identisch sein bzw. identische Eigenschaften und Werte hinsichtlich Isoliereigenschaften, Temperaturabhängigkeit odgl. haben, beispielsweise auch dieselbe Dicke.

[0019] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden im Betrieb der Heizeinrichtung zum Erhitzen von Wasser sowohl der Heizleiterstrom durch das Heizelement bzw. durch die Heizleiter als auch ein Leckstrom durch die Dielektrikumschicht hindurch überwacht, wozu deren zeitliche Verläufe überwacht werden und unter Umständen auch abgespeichert werden als Betriebsprotokollierung. Dabei sind drei Fälle zu unterscheiden.

[0020] In einem ersten Fall eines Heizleiters mit einem positiven Temperaturkoeffizienten, also eines PTC-Heizleiters, kann bei einem langsamen bzw. sozusagen zu langsamen Abfall des Heizleiterstroms eine großflächige Verkalkung an einer Mediumseite des Trägers erkannt werden bzw. kann ein solcher langsamer Abfall des Heizleiterstroms als eine solche großflächige Verkalkung definiert werden. Eine großflächige Verkalkung wächst langsam über die Betriebszeit auf, die Heizleiter-temperatur steigt langsam mit der Betriebszeit wegen der geringer werdenden Wärmeabnahmefähigkeit und der Heizleiterstrom fällt ab. Daraus können verschiedene Maßnahmen folgen, wie beispielsweise eine Anzeige an einen Benutzer, dass eine Entkalkung bzw. Reinigung der Heizeinrichtung notwendig ist, oder eine vorübergehende temporäre Leistungsreduzierung mit gleichzeitiger Anzeige. Ein solcher langsamer Abfall des Heizleiterstroms kann dann vorliegen, wenn er um mindestens 2% in weniger als 100 Stunden abfällt. Unter Umständen kann er auch um mindestens 3% bis 5% in weniger als 100 Stunden abfallen, um als eine solche großflächige Verkalkung erkannt zu werden. Der Abfall des Heizleiterstroms wird bei annähernd gleicher Wassertempera-

tur bewertet, da der Heizleiterstrom beim Aufheizen des Wassers wegen der dabei ansteigenden Heizleitertemperatur ebenfalls fällt. Dies wird auch später anhand der Fig. 5 konkret erläutert.

[0021] Es kann ein Temperatursensor an der Heizeinrichtung vorgesehen sein, vorteilhaft mit Abstand zu dem Heizelement bzw. dessen Heizleitern. Das kann ein kleiner Sensor sein, beispielsweise ein NTC. Der Abstand sollte so groß sein, dass der Temperatursensor nur die Temperatur am Träger und somit die des Wassers erfasst.

[0022] In einem zweiten Fall eines Heizleiters mit einem negativen Temperaturkoeffizienten, also eines NTC-Heizleiters, kann bei einem langsamen bzw. sozusagen zu langsamen Anstieg des Heizleiterstroms eine großflächige Verkalkung an einer Mediumseite des Trägers erkannt werden bzw. kann ein solcher langsamer Anstieg des Heizleiterstroms als eine solche großflächige Verkalkung definiert werden. Es können aber ansonsten die gleichen Werte wie zuvor zum ersten Fall erläutert gelten, dass nämlich ein solcher langsamer Anstieg des Heizleiterstroms dann vorliegen kann, wenn er um mindestens 2% in weniger als 100 Stunden ansteigt. Unter Umständen kann er auch um mindestens 3% bis 5% in weniger als 100 Stunden ansteigen.

[0023] In einem dritten Fall kann ein zu schneller Anstieg des Leckstroms als eine lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung bzw. ein vorgenannter hot spot an der Mediumseite des Trägers erkannt werden. Dies sollte der Steuerung auffallen, muss aber noch nicht zwingend zur Reduzierung der Heizleistung bzw. Abschalten der Heizeinrichtung führen. Ein solcher zu schneller Anstieg des Leckstroms kann dann vorliegen, wenn der Leckstrom um mindestens 30% in weniger als 20 Stunden ansteigt, unter Umständen auch um mindestens 30% in weniger als 5 Stunden oder um mindestens 50% in weniger als 10 Stunden. Als weitere Bedingung kann vorgesehen sein, dass ein absoluter Maximalwert bzw. Grenzwert für den Leckstrom überschritten wird, nicht nur damit eine solche lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung oder ein hot spot an der Mediumseite des Trägers erkannt wird, sondern damit die Heizleistung zumindest reduziert oder sogar die Heizeinrichtung abgeschaltet wird. Dieser absolute Grenzwert kann insbesondere mindestens 200% des Leckstroms betragen, der zu Beginn des Betriebs der Heizeinrichtung im sauberen Zustand bzw. ohne Verkalkung der Mediumseite des Trägers vorliegt. Es kann auch ein absoluter Grenzwert für den Leckstrom vorgesehen werden. So kann vorgesehen sein, dass der Leckstrom maximal 20 mA oder 30 mA betragen darf, ansonsten erfolgt eine Abschaltung wegen eines hot spot.

[0024] Hier können mehrere Heizelemente nacheinander einzeln betrieben werden, wobei in jedem einzelnen Betriebsfall der Leckstrom an der mindestens einen Dielektrikumschicht über dem jeweils gerade betriebenen Heizelement erfasst wird und unter Umständen auch abgespeichert wird als Betriebsprotokollierung. Dabei

sind zwei Möglichkeiten zu unterscheiden. Bei einer ersten Möglichkeit, dass der Leckstrom bei dem einzelnen Betrieb der Heizelemente jeweils gleich ist, insbesondere um maximal 10% bis 20% unterschiedlich ist, wird eine großflächige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers erkannt bzw. dies wird als großflächige Verkalkung gewertet. Bei einer zweiten Möglichkeit, dass der Leckstrom bei dem einzelnen Betrieb der Heizelemente unterschiedlich ist bzw. um mindestens 10% unterschiedlich ist, insbesondere um mindestens 30% unterschiedlich ist, wird eine lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers im Bereich des Heizelements mit dem höheren Leckstrom erkannt bzw. es wird ein vorgenannter hot spot erkannt.

[0025] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass für den Fall, dass eine großflächige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers erkannt worden ist, eine optische und/oder akustische Signalisierung an eine Bedienperson erfolgt. Damit sollte mitgeteilt werden, dass eine Reinigung bzw. Entkalkung der Heizeinrichtung bzw. des mit der Heizeinrichtung versehenen Geräts erfolgen sollte. In diesem Fall kann der Betrieb der Heizeinrichtung noch problemlos weitergehen, entweder mit voller Heizleistung oder aber zumindest mit reduzierter Heizleistung. Es kann auch vorgesehen sein, dass bei Erreichen eines ersten Grenzwerts für eine großflächige Verkalkung die Heizleistung um 20% bis 50% reduziert werden muss, aber zumindest die Heizeinrichtung noch weiter betrieben werden kann. Bei Erreichen eines zweiten Grenzwerts kann dann entweder der Betrieb nur noch mit geringer Heizleistung weitergeführt werden, beispielsweise maximal 20% bis 30%, oder aber die Heizeinrichtung wird ganz abgeschaltet. Eine Reduzierung der Leistung der Heizeinrichtung kann hier gleichmäßig auf die einzelnen Heizelemente verteilt werden wenn mehrere davon vorgesehen sind.

[0026] Für den Fall, dass eine lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung oder ein hot spot erkannt worden ist durch zu schnellen starken Anstieg des Leckstroms wie zuvor erläutert, kann die Heizleistung des davon betroffenen Heizelements stark reduziert werden. Insbesondere kann dieses Heizelement oder, alternativ die gesamte Heizeinrichtung, auch sofort abgeschaltet werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn, wie zuvor erläutert, auch ein absoluter Maximalwert bzw. Grenzwert für den Leckstrom überschritten worden ist. Ansonsten besteht nämlich die Gefahr einer nachhaltigen Beschädigung oder sogar Zerstörung der Heizeinrichtung nicht nur im Bereich dieses Heizelements, sondern sogar der gesamten Heizeinrichtung. Dann ist es möglich, dass nach einer Wartezeit von 2 Sekunden bis 20 Sekunden die Heizeinrichtung bzw. das betroffene Heizelement wieder eingeschaltet wird, vorteilhaft mit derselben Heizleistung wie zuvor bzw. sofort mit voller Heizleistung, also sehr schnell. Durch eine schnelle Temperaturänderung kann ein Abplatzen einer lokal begrenzten bzw. kleinflächigen Verkalkung bewirkt werden, evtl. auch beim hot spot. Dieser Vorgang kann unter Umständen auch mehr-

fach wiederholt werden, beispielsweise zweimal bis fünfmal oder sogar zehnmal. Erst wenn dann bei der Überwachung des Leckstroms und dessen erneutem sehr schnellen starken Anstieg sowie evtl. eines Unterschieds zwischen den einzelnen Heizelementen erkannt wird, dass immer noch eine lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung oder der hot spot an der Heizeinrichtung bzw. dem betroffenen Heizelement vorliegt, welche dann offensichtlich nicht zum Abplatzen gebracht worden ist bzw. entfernt werden kann, sollte die Heizleistung an diesem Heizelement wie vorbeschrieben reduziert werden und dieses Heizelement oder unter Umständen sogar die gesamte Heizeinrichtung abgeschaltet werden zusammen mit einer entsprechenden Fehleranzeige an eine Bedienperson. Das Abplatzen bzw. Entfernen einer solchen lokal begrenzten bzw. kleinflächigen Verkalkung oder eines hot spot kann nämlich dadurch erkannt werden, dass bei erneutem Einschalten der Heizeinrichtung, insbesondere mit zuvor eingestellter bzw. voller Heizleistung, nicht sofort wieder ein schneller starker Anstieg des Leckstroms erfolgt.

[0027] Bei mehreren Heizelementen kann in einem Fall nach Erkennen einer lokal begrenzten bzw. kleinflächigen Verkalkung an der Mediumseite des Trägers im Bereich eines Heizelements die Leistung dieses Heizelements reduziert werden oder es kann ganz abgeschaltet werden. Mindestens ein weiteres Heizelement wird dann mit unveränderter Leistung weiter betrieben, da es bei diesem ja gefahrlos geht. In dem anderen Fall, dass eine großflächige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers erkannt wird, kann das dort befindliche Heizelement oder allgemein ein Heizelement mit mindestens einem weiteren Heizelement in Serie geschaltet werden um die Heizeinrichtung mit insgesamt reduzierter Leistung weiter zu betreiben. Dies können allgemein zwei unterschiedliche Fälle eines Notfallbetriebs sein.

[0028] Zur Einstellung unterschiedlicher Leistungen an der Heizeinrichtung können die einzelnen Heizelemente unterschiedlich zusammengeschaltet werden, vorzugsweise können sie seriell oder parallel oder einzeln betrieben werden. Vorteilhaft weisen die Heizelemente unterschiedliche Leistungswerte auf. Sie können dann nach Leistungsabstufung seriell, einzeln oder für maximale Leistung parallel geschaltet werden.

[0029] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass für den Fall, dass weder die Überwachung des Heizleiterstroms einen langsamen Abfall oder Anstieg noch die Überwachung des Leckstroms durch die Dielektrikumschicht einen schnellen starken Anstieg innerhalb Sekunden oder innerhalb 1 Minute zeigen, aber zu einem bestimmten Zeitpunkt sowohl ein starker Anstieg des Leckstroms als auch ein relativ schneller Abfall oder entsprechender Anstieg des Heizleiterstroms zur gleichen Zeit auftreten, der Fall eines Leerkochens eines mit der Heizeinrichtung versehenen Behälters oder ein Trockengehen bei Einsatz der Heizeinrichtung in einer Pumpe erkannt wird. Ein solches Leerkochen bzw. die daraus resultierende Überhitzung

betrifft üblicherweise die gesamte Heizeinrichtung bzw. den gesamten Träger. Deswegen kann hier auch kein unterschiedliches Verhalten von mehreren Heizelementen festgestellt werden zusammen mit dem vorgenannten schnellen und in etwa gleichen Anstieg des Leckstroms. In diesem Fall fällt bei einem PTC-Heizleiter nämlich aufgrund der relativ schnellen Temperaturerhöhung der gesamten Heizeinrichtung der Heizleiterstrom deutlich schneller ab bzw. er steigt bei einem NTC-Heizleiter deutlich schneller an als bei einer großflächigen Verkalkung. Es wird ja keine Wärme mehr abgenommen. Des Weiteren steigt auch der Leckstrom an, allerdings mit quasi gleicher Geschwindigkeit wie der Heizleiterstrom abfällt bzw. ansteigt, da es ja keine lokale Überhitzung ist, sondern eine großflächige bzw. vollflächige. In diesem Fall sollte die gesamte Heizeinrichtung sofort abgeschaltet werden, da im Übrigen ein weiterer Betrieb auch keinen Sinn macht und vor allem die Gefahr einer Beschädigung zu groß ist. Zusätzlich sollte ein entsprechendes Signal an eine Bedienperson ausgegeben werden.

[0030] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das Verfahren zum Betrieb einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung einer Geschirrspülmaschine eingesetzt, wobei vorteilhaft die Geschirrspülmaschine eine Steuerung für den Betrieb einer Wasserenthärtung in der Geschirrspülmaschine aufweist. Es kann vorgesehen sein, dass zu Beginn des Betriebs der Geschirrspülmaschine, also nach der ersten Inbetriebnahme, die Wasserenthärtung in der Geschirrspülmaschine abgesenkt wird für eine niedrigere Wasserenthärtung. Diese kann solange abgesenkt werden oder im abgesenkten Zustand betrieben werden, bis über einen entsprechenden langsamen Abfall oder Anstieg des Heizleiterstroms auf zuvor erläuterte Art und Weise eine großflächige Verkalkung an einer Mediumseite des Trägers erkannt wird. Als Reaktion darauf kann eine Signalisierung an eine Bedienperson erfolgen, dass der Träger bzw. die Heizeinrichtung manuell zu entkalken ist. Die Steuerung der Geschirrspülmaschine kann die Wasserenthärtung automatisch wieder erhöhen, insbesondere kurzzeitig stark erhöhen und dann wieder etwas absenken, um dann mit verringerter Wasserenthärtung weiterzuarbeiten. Für den Einsatz in einer Geschirrspülmaschine kann eine solche erfindungsgemäße Heizeinrichtung beispielsweise in eine Pumpe zum Erhitzen und zum Fördern des Wassers in der Geschirrspülmaschine eingebaut werden, wie dies beispielsweise die DE 102010043727 A1 zeigt.

[0031] Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Die Unterteilung der Anmeldung in einzelne Abschnitte so-

wie Zwischen-Überschriften beschränken die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

5 Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0032] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- 10 Fig. 1 eine erste Ausführung einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung mit einem einzigen Heizelement mit Schichtaufbau in Explosionsdarstellung,
- 15 Fig. 2 eine zweite Ausführung einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung mit zwei Heizelementen in seitlicher Darstellung,
- Fig. 3 eine Draufsicht auf die Heizeinrichtung aus Fig. 2,
- 20 Fig. 4 bis 6 verschiedene Diagramme mit Verläufen des Leckstroms und des Heizleiterstroms und
- Fig. 7 ein Diagramm für einen Verlauf des Heizleiterstroms und der Leistung beim langsamen großflächigen Verkalken.
- 25

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0033] In Fig. 1 ist eine erste Ausführung einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung 11 in Explosionsdarstellung mit Schrägansicht dargestellt, die deren Schichtaufbau zeigt. Sie entspricht derjenigen aus der vorgenannten DE 102013200277 A1. Die Heizeinrichtung 11 weist einen Träger 13 auf, der hier aus Metall bzw. Edelstahl besteht. Er kann flach bzw. plan sein, alternativ auch rohrförmig, wie es aus der vorgenannten DE 102010043727 A1 bekannt ist. An seiner Unterseite bzw. Mediumseite befindet sich zu erhitzendes Wasser bzw. fließt zu erhitzendes Wasser vorbei. Auf dem Träger 13 ist eine dielektrische Isolationsschicht 15 vorgesehen als Basis-Isolation des Trägers 13, die aus Glas oder Glaskeramik bestehen kann. Sie muss elektrisch isolieren, auch bei hohen Temperaturen. Ein solches Material ist dem Fachmann grundsätzlich für Isolationsschichten bekannt.

[0034] Auf der ersten Isolationsschicht 15 ist ein einziges Heizelement 17 mit mäanderförmigem Verlauf aufgebracht, das aus einzelnen hintereinander bzw. seriell geschalteten Heizleitern 17' besteht. Diese sind weitgehend gerade und durch gebogene Abschnitte verbunden. Es könnte aber auch ein einziger Heizleiter vorgesehen sein, der auch erheblich breiter ist als die hier dargestellten schmalen Heizleiter 17', siehe hierzu auch die Fig. 2. Das Heizelement 17 ist als Dickschichtheizelement aus üblichem Material ausgebildet und mit üblichen Verfahren aufgebracht. An seinen beiden Enden befinden sich vergrößerte Felder als Heizleiterkontakte 18, die möglicherweise auch aus anderem Material beste-

hen, beispielsweise einem für Dickschicht-Heizleiter üblichen Kontaktmaterial mit erheblich besserer elektrischer Leitfähigkeit und vor allem besseren Kontaktierungseigenschaften.

[0035] Über dem Heizelement 17 ist großflächig eine Dielektrikumschicht 20 aufgebracht, die glasartig bzw. eine Glasschicht sein kann. Die Dielektrikumschicht 20 verschließt sozusagen die Heizeinrichtung 11 bzw. isoliert das Heizelement 17 und verschließt dieses sowie den Schichtaufbau, insbesondere gegen schädliche oder aggressive Umwelteinflüsse. Zur elektrischen Kontaktierung an das Heizelement 17 bzw. dessen Heizleiterkontakte 18 weist die Dielektrikumschicht 20 Fenster 21 genau über den Heizleiterkontakten 18 auf für ein an sich bekanntes Durchkontaktieren.

[0036] Auf der Dielektrikumschicht 20 ist eine Elektrode 24 als elektrisch leitfähige Anschlussfläche aufgebracht, und zwar in Form einer großflächigen Schicht. Diese ist hier genau so groß wie der Träger 13 und die Isolationsschicht 15. Die Elektrode 24 sollte nicht direkt auf den Träger 13 oder das Heizelement 17 überlappen, da sie von Träger 13 und Heizelement 17 isoliert sein muss. Auf der Elektrode 24 kann sich eine weitere Abdeckung bzw. Isolationsschicht befinden, muss aber nicht. Sie weist an den Ecken zwei Ausschnitte 25 auf, die zusammen mit den darunterliegenden Fenstern 21 in der Dielektrikumschicht 20 eine zuvor beschriebene Kontaktierung an die Heizleiterkontakte 18 ermöglichen. Das Heizelement 17 bzw. dessen Heizleiter 17' bilden die andere bzw. erste Anschlussfläche.

[0037] Dargestellt ist auch eine Steuerung 29 mit Leistungsversorgung für das Heizelement 17. Die Steuerung 29 weist einen Speicher 29' auf. Dies ist aus dem Stand der Technik bekannt und braucht nicht näher erläutert zu werden. Des Weiteren ist eine Messeinrichtung 30 dargestellt, die einerseits mit der Elektrode 24 über einen Elektrodenkontakt 26 und andererseits mit dem Heizelement 17 verbunden ist. Wie zuvor erläutert worden ist, ändern sich die dielektrischen bzw. resistiven Eigenschaften der zweiten Dielektrikumschicht 20 mit der Temperatur, und der von der Messeinrichtung 30 erfasste Strom bzw. Ableitstrom ändert sich entsprechend bzw. steigt an mit ansteigender Temperatur. Die Messeinrichtung erfasst dann diese Änderung der Eigenschaften der Dielektrikumschicht 20 zwischen Heizelement 17 und Elektrode 24.

[0038] In Fig. 2 ist eine zweite Ausführung einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung 111 mit Schichtaufbau in sehr vereinfachter seitlicher Darstellung zu sehen. Ein Träger 112, der einen Behälter wie beispielsweise ein Rohr bilden kann, weist unten eine Mediumseite 113 auf als Unterseite, an der Wasser 5 entlang strömt oder vorhanden ist. Dieses Wasser 5 soll mit der Heizeinrichtung 111 aufgeheizt werden. Auf der Oberseite des Trägers 112 ist eine Basisisolierung 115 als Isolierschicht vorgesehen. Darauf ist wiederum ein Heizelement 117 aufgebracht, hier als flächiges Heizelement bzw. in Dickschichttechnik. Auf das Heizelement 117 ist eine Dielek-

trikumschicht 119 aufgebracht, und zwar in unterschiedlicher flächiger Ausgestaltung, wie zuvor erläutert worden ist und wie anhand der Fig. 3 gezeigt wird. Auf die Dielektrikumschicht 119 wiederum ist eine Elektrodenfläche 121 als obere Anschlussfläche an die Dielektrikumschicht 119 aufgebracht aus elektrisch leitfähigem Material. Deren flächige Ausgestaltung kann auch variabel sein. Das Heizelement 117 dient hier auch als untere Anschlussfläche an die Dielektrikumschicht 119, wie zuvor erläutert worden ist.

[0039] An der Mediumseite 113 besteht die Gefahr einer Verkalkung der Heizeinrichtung 111 mit den genannten Risiken einer Überhöhung der Temperatur und Beschädigung oder sogar Zerstörung einzelner Heizelemente 117 oder der Heizeinrichtung 111. Deswegen ist gerade bei den hier genannten hohen Leistungsdichten darauf zu achten, dass dies nicht passiert.

[0040] An die Heizeinrichtung 111 sind entsprechend der Fig. 1 oder der DE 102013200277 A1 eine Steuerung, ein Speicher und eine Messeinrichtung angeschlossen, was hier nicht dargestellt ist, aber leicht vorstellbar ist.

[0041] In der Fig. 3 ist in der Draufsicht die Heizeinrichtung 111 dargestellt, die entweder flach sein kann oder ein Rohr, so dass die Fig. 3 in diesem Fall den abgewinkelten Träger zeigt. Auf den Träger 112 sind zwei Heizelemente aufgebracht, nämlich ein erstes Heizelement 117a und ein zweites Heizelement 117b. Das Heizelement 117a bildet einen Teil-Heizkreis und das Heizelement 117b bildet einen Teil-Heizkreis. Beide Heizelemente 117a und 117b sind ineinander verschränkt bzw. verlaufen mäanderförmig ineinander, so dass sie letztlich dieselbe Fläche des Trägers 112 beheizen, wenn sie einzeln betrieben werden, im gemeinsamen Betrieb ohnehin. Damit ist sozusagen eine unterschiedliche Aufteilung der Heizleistung der Heizeinrichtung 111 in sich möglich. Bei maximaler gewünschter Heizleistung werden beide Heizelemente 117a und 117b parallel betrieben. Bei minimaler gewünschter Heizleistung werden die beiden Heizelemente 117a und 117b seriell geschaltet betrieben, evtl. auch in einer Art Notfallbetrieb wie zuvor erläutert. Bei einer dazwischen liegenden gewünschten Heizleistung wird eines der Heizelemente 117a und 117b betrieben. Weisen sie unterschiedliche Leistungswerte auf, so kann durch jeweiligen einzelnen Betrieb die entsprechende Leistung erzeugt werden.

[0042] Beide Heizelemente 117a und 117b weisen die gleiche Länge und jeweils vier Längsabschnitte auf. Beide Heizelemente 117a und 117b weisen auch an zwei nebeneinanderliegenden Längsabschnitten auf bekannte Art und Weise Unterbrechungen durch Kontaktbrücken auf. Damit kann lokal die Heizleistung etwas gesenkt werden. Eine elektrische Kontaktierung der Heizelemente 117a und 117b erfolgt über die einzelnen Kontaktfelder 118a und 118b sowie ein gemeinsames Kontaktfeld 118'. Schematisch zu erkennen ist auch ein Steckanschluss 122, der auf den Kontaktfeldern 118 bzw. auf den Träger 112 aufgebracht ist, vorteilhaft gemäß der EP 1152639 A2.

[0043] Es ist leicht vorstellbar, wie auch noch ein drittes Heizelement beispielsweise separat neben den beiden Heizelemente 117a und 117b verlaufen könnte, oder aber in den mittigen Zwischenraum zwischen den inneren Heizleitern des Heizelements 117a eingreifen könnte. Unter Umständen könnte es auch an beiden äußeren Heizleitern des Heizelements 117a entlang laufen und wäre somit auch quasi verschränkt.

[0044] Auf die Heizelemente 117a und 117b ist eine einzige flächige Dielektrikumschicht 119 aus einem geeigneten Material aufgebracht, hier dargestellt durch die Kreuzschraffierung. Sie überdeckt beide Heizelemente 117a und 117b vollständig und reicht bis an den Rand des Trägers 112 oder kurz davor.

[0045] Auf die Dielektrikumschicht 119 wiederum ist eine Elektrodenfläche 121 aufgebracht, und zwar hier als vollflächige Elektrode. Somit ist zwar keine separate Temperaturerfassung bzw. Erfassung einer Verkalkung möglich mit Unterscheidung in verschiedene Flächen, aber ein einfacher Aufbau gewährleistet. Die flächenmäßige Unterscheidung erfolgt ja durch den vorbeschriebenen getrennten einzelnen Betrieb der Heizelemente 117a und 117b. Die Elektrodenfläche 121 ist auf hier nicht dargestellte Art und Weise elektrisch kontaktiert, vorteilhaft mittels des Steckanschlusses 122.

[0046] Anhand der Fig. 3 ist leicht vorstellbar, wie eine flächenmäßige Unterscheidung möglich ist, indem in einer ersten Ausgestaltung zwar weiterhin eine großflächige Dielektrikumschicht 119 auf beiden bzw. allen Heizelementen 117 aufgebracht ist. Die Elektrodenfläche ist dann aber in zwei Teil-Elektrodenflächen aufgeteilt. Dabei verläuft jede Teil-Elektrodenfläche entsprechend dem darunterliegenden Heizelement, unter Umständen sogar mit genauer Überdeckung. So sind auch die Teil-Elektrodenflächen voneinander getrennt. An jeder Teil-Elektrodenfläche kann dann eine Temperaturüberwachung genau und nur des darunterliegenden Heizelements erfolgen. Es stellt hierbei also kein Problem dar, dass es nur eine einzige vollflächige Dielektrikumschicht 119 gibt.

[0047] In einer zweiten Ausgestaltung könnte auch die Dielektrikumschicht in zwei bzw. entsprechend viele Teil-Dielektrikumschichten aufgeteilt sein mit einem Verlauf entsprechend dem darunterliegenden Heizelement. Dann ist auch pro Teil-Dielektrikumschicht eine korrespondierend ausgebildete Teil-Elektrodenfläche aufgebracht. Hierbei wäre aber der Fertigungsaufwand erkennbar erheblich höher.

[0048] In der Fig. 4 ist schematisch dargestellt, wie sich das Signal bzw. ein Leckstrom entsprechend der y-Achse im zeitlichen Verlauf ändert. Der zeitliche Verlauf ist hier über viele Stunden dargestellt, beispielsweise über 160 Stunden als Betriebsdauer. Der durchgezogen dargestellte Verlauf A ist ein normaler Betrieb, das leichte Ansteigen des Verlaufs A kommt durch eine langsame, flächige Verkalkung an der Heizeinrichtung 11 oder 111 bzw. am Träger 13 oder 113 auf dessen Mediumseite.

[0049] Der gestrichelt dargestellte Verlauf B stellt das

Auftreten einer lokal begrenzten bzw. kleinflächigen Verkalkung bzw. eines vorgenannten hot spot dar. Das Ansteigen im Verlauf einiger Stunden, beispielsweise 1 Stunde bis 5 Stunden bis zum Maximum, bewirkt mehr als eine Verdopplung des Signals bzw. Leckstroms am Maximum. Dann ist beim Verlauf B die kleinflächige Verkalkung abgeplatzt bzw. hat sich abgelöst, weswegen bei diesem Verlauf B der Leckstrom bzw. das Signal eben wieder abfällt und dann wieder dem normalen Verlauf A entspricht. Ob die Verkalkung hier vollständig oder unvollständig abgelöst worden ist kann aufgrund des Abfalls alleine nicht unterschieden werden. Sollte der Verlauf B dann parallel zum Verlauf A weiterlaufen, aber mit erhöhtem Wert, so ist davon auszugehen, dass die Ablösung nicht vollständig war. Dies kann zwar erkannt werden, Gegenmaßnahmen sind jedoch nicht unbedingt notwendig.

[0050] Der strichpunktiert dargestellte Verlauf C bedeutet, ähnlich wie beim Verlauf B, das Bilden einer erneuten lokal begrenzten bzw. kleinflächigen Verkalkung. Deswegen sollte sie im Anstiegsbereich ähnlich verlaufen wie beim Verlauf B. Allerdings löst sich hier die Verkalkung nicht ab, ein hot spot besteht weiter, weswegen der Leckstrom bzw. das Signal weiter ansteigt. Wenn es einen Grenzwert für den Leckstrom erreicht, hier den Grenzwert G_L , der beispielsweise etwas höher liegt als das Vierfache des normalen Leckstroms entsprechend dem Verlauf A, so wird dies als gefährliche lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung erkannt mit einer zu hohen Temperatur. Dann wird die Heizleistung am einzigen Heizelement 17 oder an einem der Heizelemente 117a oder 117b entsprechend stark reduziert oder dieses sogar abgeschaltet, um eine Beschädigung zu vermeiden. Über eine nicht dargestellte Signalisierung kann die Steuerung 29 eine Bedienperson zur Wartung bzw. zur Entkalkung aufrufen.

[0051] In Fig. 5 sind Verläufe D und E für den Heizleiterstrom I über der Zeit t dargestellt, und zwar wieder über eine Zeitachse von mehreren Stunden. Der durchgezogen dargestellte Verlauf D entspricht einem normalen Betrieb, das leichte Abfallen des Heizleiterstroms stellt eine langsame großflächige bzw. vollständige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers 13 oder 113 dar. Des Weiteren ist strichliert ein Grenzwert G_H für den Heizleiterstrom dargestellt, der beispielsweise 90% oder 80% des Heizleiterstroms zu Beginn betragen kann, hier sind es 90%. Wird dieser Grenzwert G_H unterschritten, so ist die großflächige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers 13 oder 113 zu stark, demzufolge eine Wärmeabnahme durch das Wasser zu gering und die Gefahr einer Überhitzung der Heizeinrichtung zu groß. Dies kann also auch als Signal ausgewertet werden, damit die Steuerung 29 die Heizleistung reduziert oder die Heizeinrichtung 11 oder 111 abschaltet samt entsprechender Signalisierung an eine Bedienperson. Im dargestellten Beispiel kann dies nach etwa 10 bis 20 Stunden sein.

[0052] Der strichpunktiert dargestellte Verlauf E soll schematisch zeigen, wie ab einem bestimmten Zeitpunkt

der Heizleiterstrom deutlich stärker bzw. schneller abfällt, wenn an der Mediumseite des Trägers 13 oder 113 kein Wasser zum Erhitzen und zur Abnahme der Wärme vorhanden ist. Dies ist der vorbeschriebene Fall des Leerkochens bzw. des Trockengehens bei einem PTC-Heizleiter. Dann wird der Grenzwert G_H rasch unterschritten, was von der Steuerung 29 wieder erkannt werden kann. Da der Abfall des Heizleiterstroms dann aber noch erheblich schneller erfolgt als beim Verlauf D, kann eben dieser spezielle Fall des verringerten Heizleiterstroms festgestellt werden. Falls gleichzeitig auch der Leckstrom ansteigt, beispielsweise ähnlich wie beim Verlauf C entsprechend Fig. 4, kann die Steuerung 29 dies nicht als Fall einer plötzlich auftretenden lokal begrenzten bzw. kleinflächigen Verkalkung auswerten, ebenfalls nicht als Fall einer großflächigen Verkalkung, sondern eben als Ereignis des Leerkochens bzw. des Trockengehens. Dies kann dann in einer speziellen Signalisierung an eine Bedienperson angezeigt werden. Des Weiteren schaltet die Steuerung 29 dann die Heizeinrichtung 11 oder 111 auf alle Fälle ganz ab, da zum Einen ansonsten die Gefahr einer Beschädigung besteht und zum Anderen ein Heizen ohnehin keinerlei Sinn mehr macht.

[0053] Im Fall eines solchen Leerkochens bzw. Trockengehens fällt der Heizleiterstrom beispielsweise innerhalb weniger als einer Minute, beispielsweise innerhalb von 10 Sekunden bis 30 Sekunden, so stark ab, dass er den Grenzwert G_H unterschreitet. Entsprechend schnell steigt dann auch das Signal entsprechend Fig. 4.

[0054] In der Fig. 6 ist dargestellt, wie sich bei einer Wassertemperatur von 50°C der Leckstrom, hier dargestellt durch eine entsprechende Spannung der Messeinrichtung 30, im Sekundenbereich verhält beim Einschalten der Heizeinrichtung 11 oder 111 bzw. des einzigen Heizelements 17 oder der zwei Heizelemente 117a und 117b. Der durchgezogene Verlauf ist ein Normalbetrieb, so dass zu ersehen ist, dass nach ein bis zwei Sekunden der Leckstrom einen an sich konstant scheinenden Wert erreicht mit einem Verlauf, wie er im Wesentlichen dem Verlauf A der Fig. 4 entspricht. Ist ein hot spot bzw. eine lokal begrenzte oder kleinflächige Verkalkung gegeben bereits bei Einschalten der Heizeinrichtung 11 oder 111, so steigt der Leckstrom entsprechend dem gestrichelten Verlauf auf das Dreifache an. Wird diese Verkalkung bzw. dieser hot spot aber nicht größer bzw. schlimmer, so wird ebenfalls ein relativ stabiler Zustand erreicht, was sich in dem im Wesentlichen konstanten Verlauf darstellt. Hier braucht der Leckstrom für den Anstieg etwa 10 Sekunden, es ist also auch ein sehr schneller Vorgang.

[0055] In Fig. 7 ist dargestellt, wie sich der Heizleiterstrom I über der Zeit t (in Minuten) bei Aufwachsen einer großflächigen Verkalkung verhält. Der Heizleiterstrom I ist auf der linken y-Achse aufgezeichnet, auf der rechten y-Achse ist die Leistung P aufgezeichnet. Außerdem sind die Spannung U und die Temperatur T aufgezeichnet, diese beiden zwar ohne Skalierung, jedoch mit korrektem relativen Verlauf. Die prinzipiellen Verläufe von Heizleiterstrom I und Leistung P über 100 Betriebsstunden ver-

anschaulichen beispielhaft das Aufwachsen einer großflächigen Verkalkung bei den Betriebsbedingungen von $U=230V$ und einer Temperatur von $T=65^\circ C$. Diese kann sich auch über eine Vielzahl von Betriebszyklen aufaddieren. Die Zeitachse ist im Bereich links der gedoppelt gestrichelten Linie nicht wie im rechten skaliert, innerhalb der beiden Bereiche jeweils aber schon linear.

[0056] Nach dem Einschalten bei $t=0$ steigt der Heizleiterstrom I mit der ansteigenden Spannung auf einen Maximalwert an, die Leistung P auch, beispielsweise innerhalb weniger Sekunden, dann fallen beide ab. Die Temperatur T steigt eher langsam an, bis sie $65^\circ C$ erreicht hat. Dies ist hier nach etwa 18 Minuten. Da die Erwärmung des Heizelements aufgrund der Erwärmung des Wassers nun bei konstanter Wassertemperatur wegfällt und somit der dadurch entstehende Anteil der Veränderung des Widerstands des Heizelements und somit des Heizleiterstroms I auch wegfällt, wird dessen Abfall schwächer bzw. geringer. Hier beginnt die großflächige Verkalkung. Diese startet also auch bereits bei einer Temperatur, die mit $65^\circ C$ deutlich unter der von kochendem Wasser liegt. Durch diese entstehende großflächige Verkalkung fällt der Heizleiterstrom I weiter ab, im Beispiel etwa 6% in 100 Stunden bzw. 6000 Minuten. Die Heizleistung fällt entsprechend ab, da die Spannung U ja erkennbar gleich bleibt.

Patentansprüche

1. Heizeinrichtung zum Erhitzen von Wasser, insbesondere von Wasser im Durchfluss bzw. im Vorbeifluss an einem Träger, wobei
 - die Heizeinrichtung einen Träger aufweist,
 - auf dem Träger mindestens ein Heizelement aufgebracht ist,
 - das Heizelement genau einen Heizleiter oder mehrere hintereinander geschaltete Heizleiter aufweist,
 - die Heizeinrichtung mindestens eine flächige Dielektrikumschicht aufweist, die im Wesentlichen das mindestens eine Heizelement überdeckt,
 - auf beiden Seiten der Dielektrikumschicht, insbesondere mit derselben Überdeckung, jeweils eine elektrisch leitfähige Anschlussfläche vorgesehen ist,
 - mindestens eine der Anschlussflächen an eine Steuerung oder Messeinrichtung zur Erfassung eines Leckstroms als Stromfluss durch die Dielektrikumschicht hindurch angeschlossen ist,
 - das mindestens eine Heizelement mit Messmitteln zur Überwachung eines Heizleiterstroms durch das Heizelement verbunden ist.
2. Heizeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Träger eine Isolations-

- schicht aufgebracht ist, auf der ein Heizelement aufgebracht ist, wobei über das Heizelement die flächige Dielektrikumschicht aufgebracht ist, die insbesondere eine geschlossene Fläche wie im Wesentlichen ein Rechteck bedeckt, wobei auf die Dielektrikumschicht wiederum mit im Wesentlichen derselben Fläche eine elektrisch leitfähige Anschlussfläche aufgebracht ist, wobei die andere elektrisch leitfähige Anschlussfläche von dem Heizelement gebildet ist.
3. Heizeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistungsdichte des Heizelements mindestens 30 W/cm² beträgt, vorzugsweise mindestens 100 W/cm².
4. Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Träger mindestens zwei elektrisch getrennte bzw. unabhängig voneinander betreibbare Heizelemente aufgebracht sind, wobei die Heizelemente ineinander greifen bzw. verschränkt angeordnet sind, vorzugsweise mit Heizleitern als Abschnitte der Heizelemente, die gerade und parallel zueinander verlaufen, wobei zwischen zwei parallelen Heizleitern eines Heizelements mindestens ein Heizleiter eines anderen Heizelements verläuft, insbesondere parallel dazu.
5. Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Träger mindestens zwei elektrisch getrennte bzw. unabhängig voneinander betreibbare Heizelemente aufgebracht sind, wobei eine einzige flächige Dielektrikumschicht auf einer Seite der Heizelemente vorgesehen ist zum Anschluss an die Steuerung oder Messeinrichtung zur Erfassung eines Leckstroms, wobei die Dielektrikumschicht die Heizelemente im Wesentlichen überdeckt.
6. Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Träger mindestens zwei elektrisch getrennte bzw. unabhängig voneinander betreibbare Heizelemente aufgebracht sind, wobei für jedes der Heizelemente eine eigene flächige Dielektrikumschicht mit jeweils einer eigenen elektrisch leitfähigen Anschlussfläche darauf vorgesehen ist, wobei jede Dielektrikumschicht das zugehörige Heizelement im Wesentlichen überdeckt und keines der anderen Heizelemente, wobei vorzugsweise die Dielektrikumschichten auf einer Seite der Heizelemente in derselben Ebene und elektrisch getrennt voneinander verlaufen und alle Dielektrikumschichten an die Steuerung oder Messeinrichtung zur Erfassung eines Leckstroms angeschlossen sind.
7. Verfahren zum Betrieb einer Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Erhitzen von Wasser, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Betrieb der Heizeinrichtung sowohl ein Heizleiterstrom durch das Heizelement bzw. die Heizleiter als auch ein Leckstrom durch die Dielektrikumschicht hindurch überwacht werden im zeitlichen Verlauf, wobei
- im Fall eines PTC-Heizleiters bei zu langsamem Abfall des Heizleiterstroms, insbesondere mindestens 2% in 100 Stunden, eine großflächige Verkalkung an einer Mediumseite des Trägers erkannt wird,
 - im Fall eines NTC-Heizleiters bei zu langsamem Anstieg des Heizleiterstroms, insbesondere mindestens 2% in 100 Stunden, eine großflächige Verkalkung an einer Mediumseite des Trägers erkannt wird,
 - bei zu schnellem Anstieg des Leckstroms, insbesondere um mindestens 30% in weniger als 20 Stunden, eine lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung bzw. ein hot spot an einer Mediumseite des Trägers erkannt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der absolute Maximalwert 200% des Leckstroms zu Beginn des Betriebs der Heizeinrichtung ohne jegliche Verkalkung an einer Mediumseite des Trägers ist, vorzugsweise höchstens 300%.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Erkennen einer großflächigen Verkalkung an einer Mediumseite des Trägers eine Signalisierung an eine Bedienperson erfolgt, dass eine Reinigung bzw. Entkalkung vorgenommen werden sollte.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Fall, dass eine lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers erkannt wird, die Heizleistung desjenigen Heizelements reduziert wird, in dessen Bereich die lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung auftritt, wobei insbesondere dieses Heizelement oder die Heizeinrichtung sofort abgeschaltet wird und nach einer Wartezeit von 2 Sekunden bis 20 Sekunden dieses Heizelement oder die Heizeinrichtung wieder eingeschaltet wird, wobei vorzugsweise das Abschalten und Einschalten dieses Heizelements oder der Heizeinrichtung mehrfach wiederholt wird, um durch schnelle Temperaturänderung ein Abplatzen der lokal begrenzten bzw. kleinflächigen Verkalkung zu bewirken.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Fall, dass weder die Überwachung des Heizleiterstroms einen langsamen Abfall bzw. Anstieg noch die Überwa-

chung des Leckstroms durch die Dielektrikumschicht einen schnellen starken Anstieg zeigen, aber zu einem bestimmten Zeitpunkt sowohl ein schneller Abfall bzw. Anstieg des Heizleiterstroms als auch ein schneller starker Anstieg des Leckstroms zur gleichen Zeit auftreten, dies als Leerkochen eines mit der Heizeinrichtung versehenen Behälters ausgewertet wird.

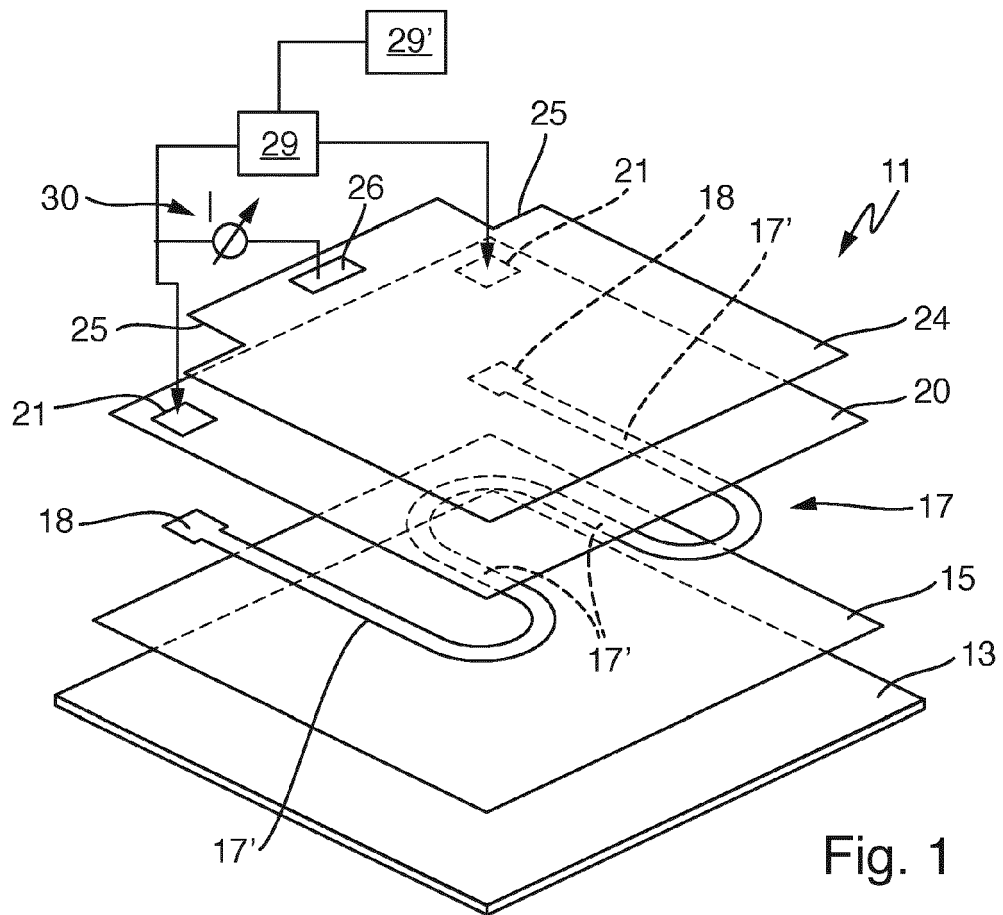
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Träger mindestens zwei elektrisch getrennte bzw. unabhängig voneinander betreibbare Heizelemente aufgebracht sind und bei einem Überschreiten eines Grenzwerts für den Leckstrom und/oder bei einem zu starken Anstieg des Leckstroms eine Fehlersuche gestartet wird und dazu die Heizelemente nacheinander einzeln betrieben werden, und in jedem Fall der Leckstrom an der mindestens einen Dielektrikumschicht über dem betriebenen Heizelement erfasst wird, wobei

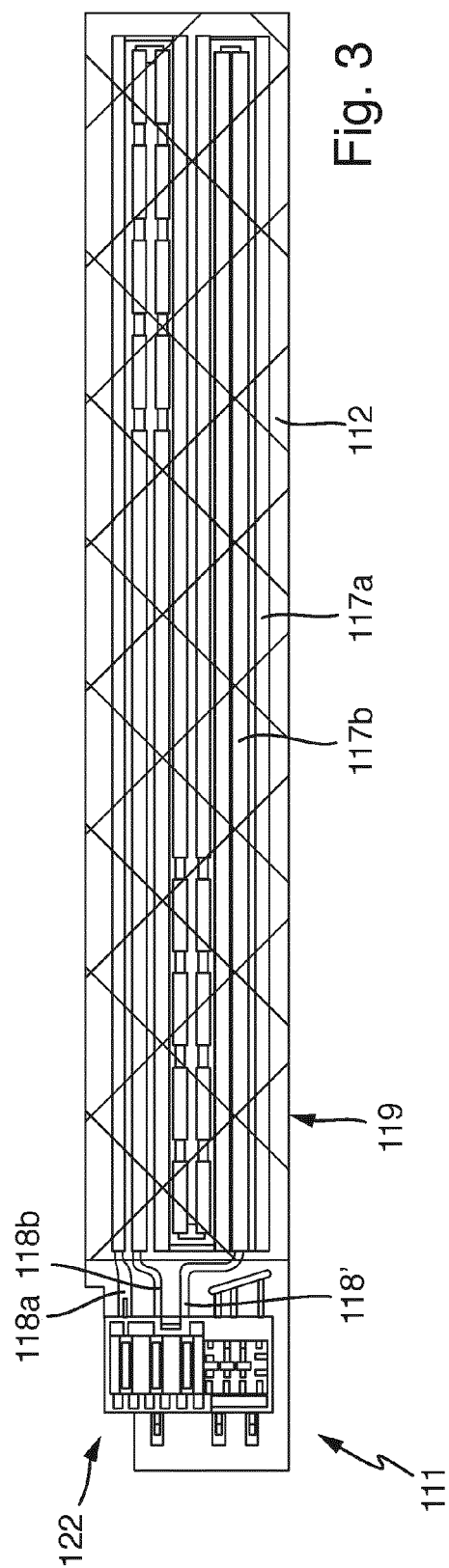
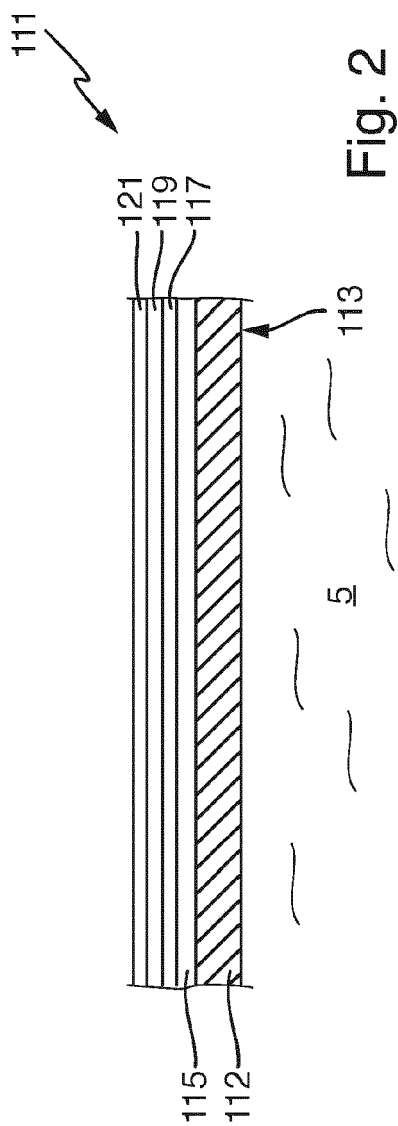
- in dem Fall, dass der Leckstrom bei dem einzelnen Betrieb der Heizelemente jeweils gleich ist, insbesondere um maximal 10% unterschiedlich ist, eine großflächige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers erkannt wird,
- in dem Fall, dass der Leckstrom bei dem einzelnen Betrieb der Heizelemente um mindestens 10% unterschiedlich ist, insbesondere um mindestens 30% unterschiedlich ist, eine lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers im Bereich des Heizelements mit dem höheren Leckstrom erkannt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Fall, dass der Leckstrom bei dem einzelnen Betrieb der Heizelemente jeweils gleich ist und jeweils einen schnellen starken und in etwa gleichen Anstieg zeigt, insbesondere um mindestens 20% in weniger als 1 Minute, dies als Leerkochen eines mit der Heizeinrichtung versehenen Behälters erkannt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Fall, dass eine lokal begrenzte bzw. kleinflächige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers im Bereich eines Heizelements erkannt wird, dieses Heizelement in der Leistung reduziert wird oder abgeschaltet wird und mindestens ein weiteres Heizelement mit unveränderter Leistung weiter betrieben wird, wobei in einem weiteren Fall, dass eine großflächige Verkalkung an der Mediumseite des Trägers erkannt wird, dieses Heizelement mit mindestens einem weiteren Heizelement in Serie geschaltet wird um mit reduzierter Leistung weiter betrieben zu werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14 in einer Geschirrspülmaschine, wobei eine Steuerung der Geschirrspülmaschine eine Einstellung für den Betrieb einer Wasserenthärtung in der Geschirrspülmaschine absenkt für eine niedrigere Wasserenthärtung solange, bis vorzugsweise über einen langsamen Abfall oder einen langsamen Anstieg des Heizleiterstroms eine großflächige Verkalkung an einer Mediumseite des Trägers erkannt wird, wobei in Reaktion darauf die Steuerung automatisch die Wasserenthärtung wieder erhöht bzw. verstärkt.





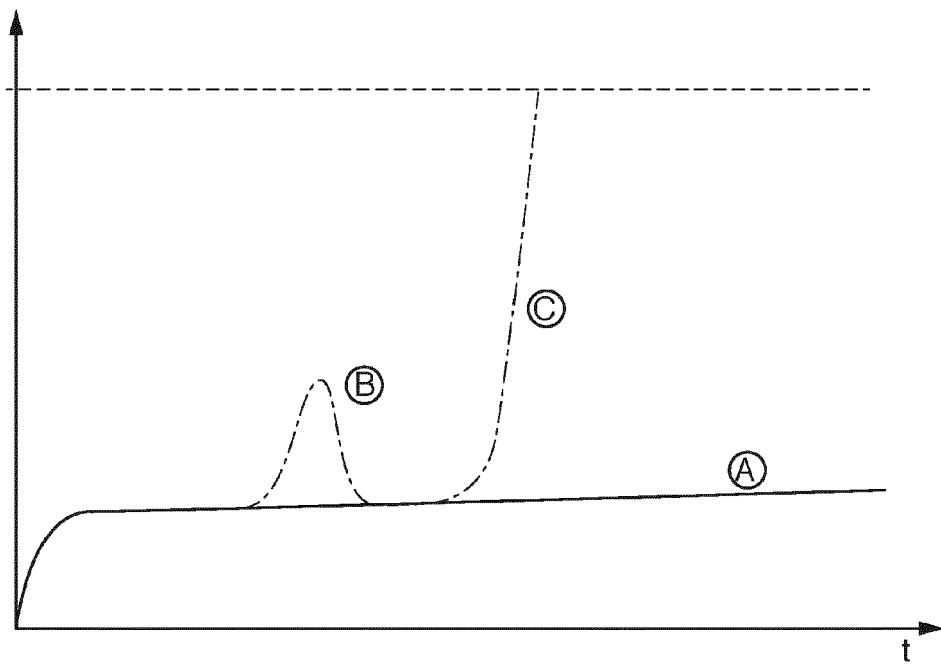


Fig. 4

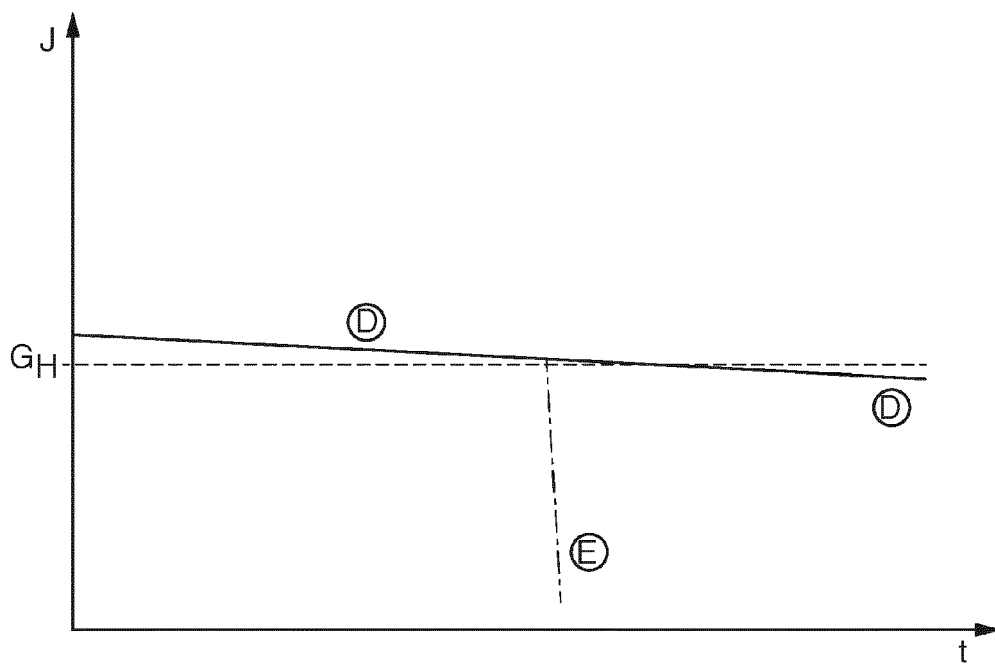


Fig. 5

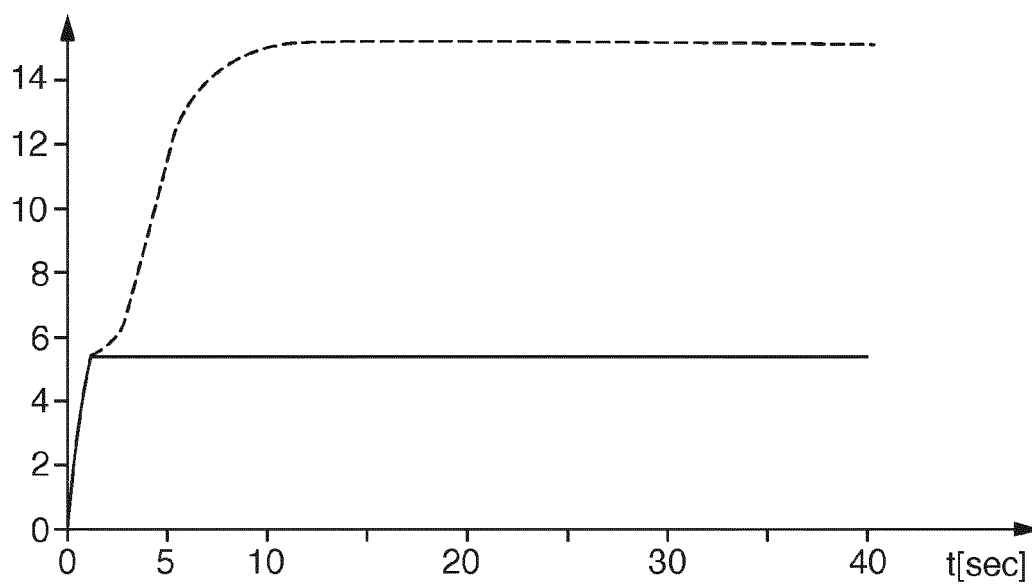


Fig. 6

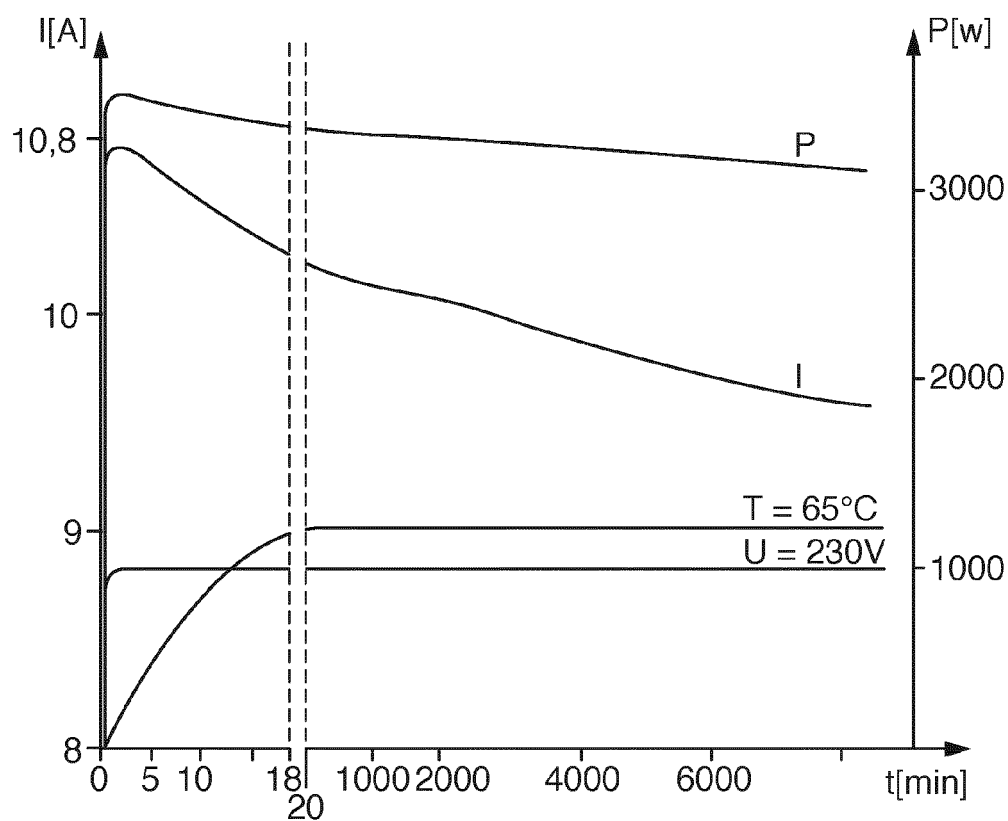


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 18 8807

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	DE 10 2013 200277 A1 (EGO ELEKTRO GERAETEBAU GMBH [DE]) 30. Januar 2014 (2014-01-30) * das ganze Dokument *	1-15	INV. H05B1/02 F24H1/50 H05B3/26
Y	WO 2010/008279 A1 (OTTER CONTROLS LTD [GB]; KLOPPERS GRADUS JOHANNES [NL]; DEENEN REINARD) 21. Januar 2010 (2010-01-21) * Abbildungen 1,3 *	1-15	
A	WO 2007/136268 A1 (FERRO TECHNIEK HOLDING BV [NL]; KAASTRA SIMON [NL]) 29. November 2007 (2007-11-29) * Abbildung 1 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B F24H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Januar 2017	Prüfer Tasiaux, Baudouin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 16 18 8807

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.

12-01-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013200277 A1	30-01-2014	KEINE	
WO 2010008279 A1	21-01-2010	CN 102160456 A	17-08-2011
		EP 2314129 A1	27-04-2011
		NL 2001806 C2	18-01-2010
		WO 2010008279 A1	21-01-2010
WO 2007136268 A1	29-11-2007	CN 200950672 Y	19-09-2007
		EP 2027753 A1	25-02-2009
		NL 2000081 C2	26-11-2007
		WO 2007136268 A1	29-11-2007

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102012213385 A1 **[0002]**
- DE 102013200277 A1 **[0003] [0007] [0033] [0040]**
- DE 102010043727 A1 **[0030] [0033]**
- EP 1152639 A2 **[0042]**