



(11) **EP 2 094 059 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.08.2009 Patentblatt 2009/35

(51) Int Cl.:
H05B 6/06^(2006.01) H05B 6/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09100133.9**

(22) Anmeldetag: **20.02.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

- **Aldana Arjol, Oscar Luis**
50003 Zaragoza (ES)
- **Braulio Martinez, Ruben**
50012 Zaragoza (ES)
- **Llorente Gil, Sergio**
50009 Zaragoza (ES)
- **Monterde Aznar, Fernando**
50013 Zaragoza (ES)
- **Paesa García, David**
50015 Zaragoza (ES)
- **Sagües Blázquez, Carlos**
50018 Zaragoza (ES)

(30) Priorität: **22.02.2008 ES 200800615**

(71) Anmelder: **BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Garcia Jimenez, Jose-Ramon**
50009 Zaragoza (ES)

(54) **Induktionskochfeld mit wenigstens einem Induktionsheizelement und wenigstens einem Temperatursensor**

(57) Die Erfindung geht aus von einem Induktionskochfeld mit wenigstens einem Induktionsheizelement (10) und wenigstens einem Temperatursensor (12) zum Bestimmen einer Sensortemperatur (14), sowie mit einer Steuereinheit (16) zum Identifizieren eines Kochgeschirrelements (18) mittels wenigstens einer elektrischen Kenngröße (R, L, RF) des Kochgeschirrelements (18), wobei die Steuereinheit (16) zum Bestimmen einer Kochgeschirrtemperatur (20) des Kochgeschirrelements (18) eine Funktion (26) nutzt, die wenigstens von der Sensortemperatur (14) und von wenigstens einem für das Koch-

geschirrelement (18) spezifischen thermischen Parameter (Tpot, TGlass) abhängt.

Um eine sichere Bestimmung der Kochgeschirrtemperatur (20) auch für Kochgeschirrelemente (18) mit unbekanntem thermischen Eigenschaften ohne aufwändige Sensorik zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass die Steuereinheit (16) zum Ausführen eines zumindest teilautomatisierten Kalibrierungsprogramms (22) zum Bestimmen des thermischen Parameters (Tpot, TGlass) und zum Zuordnen des thermischen Parameters (Tpot, TGlass) zu der elektrischen Kenngröße (R, L, RF) ausgelegt ist.

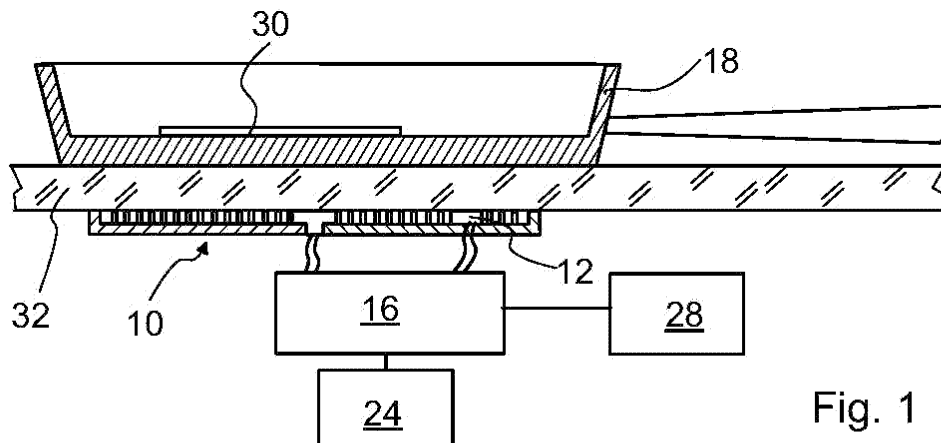


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Induktionskochfeld mit wenigstens einem Induktionsheizelement und wenigstens einem Temperatursensor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und von einem Verfahren zum Betreiben eines solchen Induktionskochfelds nach dem Oberbegriff des Anspruchs 15.

[0002] Aus der EP 1 708 545 A2 ist ein Induktionskochfeld mit einem Induktionsheizelement und einem Temperatursensor bekannt. Das Induktionskochfeld umfasst ferner eine Steuereinheit, die über das Induktionsheizelement auf ein Kochgeschirrelement übertragene bzw. von dem Kochgeschirrelement mittels des als Antenne genutzten Induktionsheizelements empfangene Informationssignale zum Identifizieren des Kochgeschirrelements nutzt. Ferner ist es bekannt, zum Beheizen von sogenannten Systemkochtöpfen mit bekannten thermischen Eigenschaften aus der von einem unter einer Abdeckplatte aus Glaskeramik des Induktionskochfelds angeordneten Temperatursensor erfassten Sensortemperatur und unter Verwendung der die thermischen Eigenschaften des Kochgeschirrelements beschreibenden Parameter die tatsächliche Temperatur des Kochgeschirrelements zu bestimmen und als Regelgröße zum Einregeln der Kochgeschirrtemperatur zu nutzen. Dadurch kann beispielsweise zum Frittieren die Temperatur des Kochgeschirrelements bzw. eines Inhalts des Kochgeschirrelements auf einen von einer eingestellten Heizstufe abhängigen Sollwert geregelt werden.

[0003] Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine sichere Bestimmung der Kochgeschirrtemperatur auch für Kochgeschirrelemente mit unbekanntem thermischen Eigenschaften ohne aufwendige Sensorik zu ermöglichen.

[0004] Die Aufgabe wird insbesondere durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst, während sich vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung aus den Unteransprüchen ergeben.

[0005] Die Erfindung geht insbesondere aus von einem Induktionskochfeld mit wenigstens einem Induktionsheizelement und mit wenigstens einem Temperatursensor zum Bestimmen einer Sensortemperatur, sowie mit einer Steuereinheit zum Identifizieren eines Kochgeschirrelements mittels wenigstens einer elektrischen Kenngröße des Kochgeschirrelements. Die Steuereinheit nutzt zum Bestimmen einer Kochgeschirrtemperatur des Kochgeschirrelements eine Funktion, die wenigstens von der Sensortemperatur und von wenigstens einem für das Kochgeschirrelement spezifischen thermischen Parameter abhängt.

[0006] Es wird vorgeschlagen, dass die Steuereinheit zum Ausführen eines zumindest teilautomatisierten Kalibrierungsprogramms zum Bestimmen des thermischen Parameters und zum Zuordnen des thermischen Parameters zu der elektrischen Kenngröße ausgelegt ist. Durch das Kalibrierungsprogramm können beliebige Kochgeschirrelemente mit zunächst für das Induktions-

kochfeld unbekanntem thermischen Eigenschaften so kalibriert werden, dass sie wie bekannte Systemkochtöpfe und insbesondere auch in einem temperaturgeregelten Betrieb genutzt werden können. Die Zuordnung bzw. Verknüpfung zwischen den thermischen Eigenschaften einerseits und den elektrischen Kenngrößen andererseits kann dazu genutzt werden, in späteren Verwendungen des kalibrierten Kochgeschirrelements eine schnelle und einfache Identifikation mittels der elektrischen Eigenschaften zu ermöglichen und die thermischen Parameter aus einer Speichereinheit des Induktionskochfelds bzw. der Steuereinheit auszulesen.

[0007] Als elektrische Kenngrößen sollen in diesem Zusammenhang auch elektromagnetische bzw. magnetische Kenngrößen bezeichnet werden, beispielsweise ein Induktionskoeffizient des Kochgeschirrelements und/oder eine Impedanz des Kochgeschirrelements. Die Steuereinheit kann durch eine geeignete Software oder auch durch eine spezielle Hardware zum Ausführen des Kalibrierungsprogramms ausgelegt sein. Als thermische Parameter kommen insbesondere Kenngrößen für thermische Eigenschaften des Kochgeschirrelements in Betracht, die eine Reaktion des Kochgeschirrelements auf von dem Induktionsheizelement in dem Kochgeschirrelement bzw. in dessen Boden erzeugte Wärme und/oder eine Kopplung zwischen dem Kochgeschirrelement und dem Temperatursensor beschreiben.

[0008] In einer Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Steuereinheit dazu ausgelegt ist, zum Identifizieren des Kochgeschirrelements wenigstens zwei unabhängige elektrische Kenngrößen des Kochgeschirrelements zu nutzen. Dadurch kann eine sichere und insbesondere eindeutige Identifizierung des Kochgeschirrelements erreicht werden, die durch die Verwendung von drei oder mehr elektrischen Kenngrößen bzw. durch das Erfassen von Frequenzabhängigkeiten der elektrischen Kenngrößen weiter verbessert werden kann. Ein erfasster Vektor von elektrischen Kenngrößen kann wie ein Fingerabdruck zur Identifikation des Kochgeschirrelements genutzt werden.

[0009] Wenn die Steuereinheit das teilautomatisierte Kalibrierungsprogramm zumindest dann ausführt, wenn die elektrische Kenngröße keinem in einer Speichereinheit gespeicherten Datensatz für ein Kochgeschirrelement zugeordnet werden kann, kann ein unnötiges Kalibrieren bereits gespeicherter Kochgeschirrelemente vermieden werden und ein unkontrollierter Heizbetrieb mit unkalibrierten Kochgeschirrelementen kann nicht stattfinden.

[0010] Eine hinreichend genaue Modellierung bzw. Simulation des thermischen Verhaltens des Kochgeschirrelements kann erreicht werden, wenn die Funktion zum Bestimmen des Kochgeschirrelements von wenigstens zwei thermischen Parametern abhängt. Als thermische Parameter kommen beispielsweise Reaktionszeiten in Betracht, die eine Verzögerung der Wärmeübertragung zwischen dem Induktionsheizelement und dem Kochgeschirrelement bzw. zwischen dem Kochgeschirrelement

und dem Temperatursensor beschreiben. Ferner können Wärmekapazitäten oder dergleichen als thermische Parameter verwendet werden.

[0011] Wenn die Steuereinheit dazu ausgelegt ist, in dem Kalibrierungsprogramm automatisch die wenigstens eine elektrische Kenngröße des Kochgeschirrelements zu bestimmen und eine Sequenz von vorgegebenen Heizleistungsstufen zu erzeugen, bis ein Bediener über eine Benutzerschnittstelle das Erreichen eines Sollwerts der Kochgeschirrtemperatur signalisiert, kann das Kalibrierungsprogramm ohne aufwendige Sensorik durchgeführt werden. Ein Sensor zum unmittelbaren Detektieren der Kochgeschirrtemperatur, der automatisch von der Steuereinheit ausgelesen wird, kann durch die Benutzerinteraktion vermieden werden.

[0012] Um dem Benutzer das Bestimmen der Kochgeschirrtemperatur in einer komfortablen Weise zu ermöglichen, kann das Induktionskochfeld mit einem Temperatursensorelement zum unmittelbaren Bestimmen der Kochgeschirrtemperatur im Kalibrierungsprogramm ausgestattet sein. Das Temperatursensorelement kann beispielsweise als thermochromes Element ausgebildet sein, das beim Erreichen des Sollwerts der Kochgeschirrtemperatur seine Farbe ändert. Solche thermochromen Sticker, die in direkten Kontakt mit einer Oberfläche des Kochgeschirrelements gebracht werden können, sind kostengünstig verfügbar und einfach anwendbar.

[0013] Unsicherheiten durch den Benutzereingriff können vermieden werden, wenn die Steuereinheit zum vollautomatischen Ausführen des Kalibrierungsprogramms ausgelegt ist. Zum Bestimmen des thermischen Parameters kann die Steuereinheit wenigstens eine Kenngröße des zeitlichen Verlaufs der Sensortemperatur ermitteln, beispielsweise einen asymptotischen Wert der Sensortemperatur und/oder einen Gradienten der Sensortemperatur. Der Gradient kann eine Kenngröße für eine Geschwindigkeit eines Anstiegs der Sensortemperatur bilden. Als elektrische Kenngrößen kommen eine Induktivität des Kochgeschirrelements, ein Widerstand des Kochgeschirrelements oder ein aus der Induktivität und dem Widerstand zusammengesetzter Leistungsfaktor des Kochgeschirrelements in Betracht.

[0014] In einer Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Steuereinheit dazu ausgelegt ist, dann, wenn die elektrische Kenngröße keinem in einer Speichereinheit gespeicherten Datensatz für ein Kochgeschirrelement zugeordnet werden kann, das Induktionsheizelement in einem Sicherheitsmodus mit einer geringen Heizleistung zu betreiben.

[0015] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Induktionskochfelds mit wenigstens einem Induktionsheizelement und wenigstens einem Temperatursensor zum Bestimmen einer Sensortemperatur. Dazu wird ein Kochgeschirrelement mittels wenigstens einer elektrischen Kenngröße des Kochgeschirrelements identifiziert. Eine Kochgeschirrtemperatur des Kochgeschirrelements wird im Normalbetrieb abhängig von wenigstens der Sensortemperatur

und wenigstens einem für das Kochgeschirrelement spezifischen thermischen Parameter bestimmt.

[0016] Um eine Bestimmung der Kochgeschirrtemperatur auch für Kochgeschirrelemente mit unbekanntem thermischen Parameter zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass das Verfahren zum Bestimmen des thermischen Parameters und zum Zuordnen des thermischen Parameters zu der elektrischen Kenngröße ein zumindest teilautomatisiertes Kalibrierungsprogramm umfasst.

[0017] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

20 Dabei zeigen:

[0018]

Fig. 1 ein Induktionskochfeld mit einer Induktionsspule, einem Temperatursensor und einem Kochgeschirrelement,

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines in einer Steuereinheit des Induktionskochfelds aus Fig. 1 implementierten Betriebsprogramms,

Fig. 3 einen zeitlichen Verlauf einer Heizleistung zur thermischen Kalibrierung des Kochgeschirrelements,

Fig. 4 einen zeitlichen Verlauf einer Sensortemperatur und einer Kochgeschirrtemperatur während einer thermischen Kalibrierung,

40 Fig. 5 ein zweidimensionales Koordinatensystem mit zwei thermischen Parametern und Kochgeschirrtemperatur-Isolinien,

45 Fig. 6 ein zweidimensionales Diagramm mit zwei thermischen Parametern und Sensortemperatur-Isolinien,

Fig. 7 ein Ersatzschaltbild des Induktionskochfelds zur elektrischen Identifizierung des Kochgeschirrelements,

Fig. 8 Temperaturverläufe einer Kochgeschirrtemperatur für verschiedene Kochgeschirrelemente und

55 Fig. 9 eine zweidimensionale Koordinatendarstellung zur Identifizierung eines Kochgeschirrelements abhängig von zwei elektrischen Kenngrößen

des Kochgeschirrelements.

[0019] Fig. 1 zeigt ein Induktionskochfeld mit einem Induktionsheizelement 10, das unter einer Abdeckplatte 32 des Induktionskochfelds angeordnet ist. Die Abdeckplatte 32 ist aus Glas oder Glaskeramik ausgebildet. Unter der Abdeckplatte 32 ist im Bereich des Induktionsheizelements 10 ein Temperatursensor 12 zum indirekten Messen einer Kochgeschirrtemperatur 20 (Fig. 4) angeordnet. Der Temperatursensor 12 misst unmittelbar eine Sensortemperatur 14 (Fig. 4) des eigentlichen Temperatursensors 12, die durch den fehlenden unmittelbaren Wärmekontakt zwischen dem Temperatursensor 12 und einem auf der Abdeckplatte 32 des Induktionskochfelds aufgestellten Kochgeschirrelements 18, insbesondere bei schnell veränderlichen Kochgeschirrtemperaturen 20, unterschiedlich von der Kochgeschirrtemperatur 20 sein kann.

[0020] Das Induktionsheizelement 10 und der Temperatursensor 12 sind mit einer Steuereinheit 16 des Induktionskochfelds verbunden, die das Induktionsheizelement 10 betreibt und die Messdaten des Temperatursensors 12 auslesen kann. Die Steuereinheit 16 kann Daten in einer Speichereinheit 24 des Induktionskochfelds speichern, bzw. Daten aus der Speichereinheit 24 auslesen. Der Benutzer kann das Induktionskochfeld über eine von der Steuereinheit 16 betriebene Benutzerschnittstelle 28 betätigen, die hier nur schematisch dargestellt ist und beispielsweise als Touchscreen oder als konventionelle Anordnung von Bedienelementen ausgebildet sein kann.

[0021] Wenn das Kochgeschirrelement 18 im Bereich des Induktionsheizelements 10 auf der Abdeckplatte 32 abgestellt ist, beeinflusst das Kochgeschirrelement 18 die elektrischen und elektromagnetischen Eigenschaften des aus dem Induktionsheizelement 10 und dem Kochgeschirrelement 18 zusammengesetzten Gesamtsystems. Insbesondere beeinflusst eine Induktivität des Kochgeschirrelements 18 eine Induktivität L des als Induktionsspule ausgebildeten Induktionsheizelements 10, und die durch Wirbelströme im Boden des Kochgeschirrelements 18 dissipierte Leistung erhöht einen Verlustwinkel des Induktionsheizelements 10 bzw. einen scheinbaren Widerstand R des Induktionsheizelements 10.

[0022] Eine elektrische Autokalibrierungsfunktion der Steuereinheit 16 dient zum Bestimmen eines Paares von elektrischen Kenngrößen, insbesondere zum Bestimmen der Induktivität L und des Widerstands R des Kochgeschirrelements 18 bzw. des Gesamtsystems. Die Steuereinheit 16 nutzt das derart bestimmte Paar von elektrischen Kenngrößen L, R zum Identifizieren des Kochgeschirrelements 18, das auf der Abdeckplatte 32 aufgestellt ist.

[0023] Wenn das Kochgeschirrelement 18 wie weiter unten beschrieben identifiziert werden konnte, liest die Steuereinheit 16 aus der Speichereinheit 24 einen für das identifizierte Kochgeschirrelement 18 spezifischen thermischen Parameter T_{pot} , T_{Glass} aus und nutzt die-

sen thermischen Parameter T_{pot} , T_{Glass} als Parameter einer Funktion, mittels derer die Steuereinheit 16 einen Schätzwert für die Kochgeschirrtemperatur 20 aus der Sensortemperatur 14 bestimmt. Die Funktion ist ein numerisches Modell bzw. eine Simulation des dynamischen Verhaltens des das Kochgeschirrelement 18 und das Induktionsheizelement 10 umfassenden Gesamtsystems, welches insbesondere das thermische Verhalten der beteiligten Teile berücksichtigt. Das numerische Modell hängt insbesondere von zwei Parametern ab, und zwar von dem ersten Parameter T_{pot} , der die Energieübertragung zwischen der Induktionsspule des Induktionsheizelements 10 und dem Kochgeschirrelement 18 bzw. eine Verzögerung dieser Energieübertragung beschreibt, und von einem zweiten Parameter T_{Glass} , der eine Wärmeübertragung zwischen dem Kochgeschirrelement 18 und dem Temperatursensor 12 beschreibt. Wenn diese Parameter T_{pot} , T_{Glass} bekannt sind, kann die Steuereinheit 16 aus dem Verlauf der Sensortemperatur und/oder aus einem Funktional der von dem Induktionsheizelement 10 eingespeisten Heizleistung die Kochgeschirrtemperatur 20 bestimmen.

[0024] Fig. 2 zeigt schematisch den Ablauf eines von der Steuereinheit 16 ausgeführten Betriebsprogramms. In einem ersten Schritt 34 wird überprüft, ob der automatische Kalibrierungsmodus eingeschaltet ist. Wenn ja, startet in einem Schritt 36 eine elektrische Kalibrierung, in welcher zunächst in einem Schritt 38 die Werte der elektrischen Kenngrößen L, R aus einer Impedanz des aus dem Kochgeschirrelement 18 und dem Induktionsheizelement 10 zusammengesetzten Gesamtsystems bestimmt wird. In einem Schritt 40 überprüft die Steuereinheit 16, ob das Wertepaar der Kenngrößen L, R innerhalb einer vorgegebenen Toleranz mit einem entsprechenden Wertepaar L_i , R_i eines in der Speichereinheit 24 gespeicherten Kochgeschirrelements übereinstimmt.

[0025] Wenn dies der Fall ist, wird das Kochgeschirrelement 18 als eines der bereits in der Speichereinheit 24 gespeicherten Kochgeschirrelemente identifiziert und die Steuereinheit 16 liest den diesem Kochgeschirrelement zugeordneten thermischen Parameter T_{pot_i} aus der Speichereinheit 24 aus. Während des Betriebs des Induktionsheizelements 10 bzw. während des Aufheizens des Kochgeschirrelements 18 bestimmt die Steuereinheit 16 zudem den zweiten thermischen Parameter T_{Glass} des Kochgeschirrelements 18, der stärker als der erste thermische Parameter T_{pot} von einer Position des Kochgeschirrelements 18 relativ zu dem Induktionsheizelement 10 und von einer Bombierung eines Bodens des Kochgeschirrelements 18 abhängig ist.

[0026] Wenn in dem Schritt 40 keine Übereinstimmung zwischen dem Wertepaar L, R und einem der gespeicherten Wertepaare L_i , R_i ($i = 1 \dots n$) gefunden wird, startet die Steuereinheit 16 in einem Schritt 42 ein Kalibrierungsprogramm 22, in welchem der thermische Parameter T_{pot} , wie weiter unten detaillierter beschrieben, bestimmt wird. Nach einer erfolgreichen Bestimmung des thermischen Parameters T_{pot} wird der erste thermische

Parameter T_{pot} zusammen mit den elektrischen Kenngrößen L , R als neue, dem neu kalibrierten Kochgeschirrelement 18 zugeordnete Datenstruktur in einem Schritt 44 in der Speichereinheit 24 gespeichert.

[0027] Wenn der Bediener über die Benutzerschnittstelle 28 signalisiert, dass er die Ausführung des Kalibrierungsprogramms 22 nicht wünscht, schaltet die Steuereinheit 16 automatisch in einen Sicherheitsmodus, in welchem das Induktionsheizelement 10 mit einer geringen Heizleistung betrieben wird, um ein Überhitzen zu vermeiden. Das Gleiche gilt dann, wenn die Kalibrierung fehlschlägt.

[0028] Die Figuren 3 und 4 zeigen den zeitlichen Verlauf einer Heizleistung des Induktionsheizelements 10, bzw. einer Sensortemperatur 14, eines sich aus dem dynamischen Modell für das thermische Verhalten des Kochgeschirrelements 18 ergebenden Werts der Kochgeschirrtemperatur 20 und eines tatsächlichen Werts 46 der Kochgeschirrtemperatur. Die Heizleistung wird in dem Kalibrierungsprogramm 22 in einer ersten Phase 48 von der Steuereinheit 16 auf einen sehr hohen Wert gesetzt und dann, nach etwa 2 Minuten, auf eine geringere Heizleistungsstufe 50 reduziert. Die hohe Heizleistung in der ersten Phase 48 hat einen rapiden Anstieg der Kochgeschirrtemperatur 20 zur Folge, der mit einiger Verzögerung einen Anstieg der Sensortemperatur 14 folgt. Nach der Reduktion der Heizleistung auf die geringere Heizleistungsstufe 50 nähert sich die Kochgeschirrtemperatur 20 einem asymptotischen Grenzwert und gleicht sich der Sensortemperatur 14 an. Quantitativ unterscheidet sich dieses Verhalten bei unterschiedlichen Kochgeschirrelementen. Insbesondere ist der Gradient des ersten, rapiden Anstiegs der Kochgeschirrtemperatur 20 hauptsächlich abhängig von dem ersten thermischen Parameter T_{pot} , während der asymptotische Wert der Kochgeschirrtemperatur bzw. der Sensortemperatur hauptsächlich von dem zweiten thermischen Parameter T_{Glass} abhängt.

[0029] Die Steuereinheit 16 simuliert den Verlauf der Sensortemperatur 14 für verschiedene Wertepaare von thermischen Parametern T_{pot} , T_{Glass} , vergleicht das Simulationsergebnis mit dem tatsächlich gemessenen Verlauf der Sensortemperatur 14 und wählt dasjenige Wertepaar T_{pot} , T_{Glass} aus, bei dem das Simulationsergebnis die geringste Abweichung zu dem tatsächlich gemessenen zeitlichen Verlauf der Sensortemperatur 14 aufweist. Das Bestimmen der optimalen Werte für die thermischen Parameter T_{pot} , T_{Glass} kann in einem beliebigen mehrdimensionalen Optimierungsverfahren erfolgen, beispielsweise auch durch das Auswerten von Wertepaaren, die in einer zweidimensionalen Darstellung, in der die Werte der einzelnen Parameter den jeweiligen Koordinatenachsen entsprechen, in einer rechtwinkligen Matrix von beispielsweise 6×6 oder 8×8 oder auch 4×6 Punkten angeordnet sind (vgl. Figuren 5 und 6).

[0030] Die Steuereinheit 16 berechnet für jedes der durch ein Wertepaar der thermischen Parameter T_{pot} ,

T_{Glass} repräsentierten Modelle den Verlauf der Kochgeschirrtemperatur 20 und den Verlauf der Sensortemperatur 14 und vergleicht den derart berechneten Verlauf der Sensortemperatur 14 mit dem Messwert des Temperatursensors 12. Das Kalibrierungsprogramm 22 bestimmt dasjenige Modell, das den geringsten Sensortemperaturfehler und damit die beste Temperaturabschätzung ermöglicht.

[0031] Fig. 5 zeigt die Isolinien der Kochgeschirrtemperatur 20, die im Wesentlichen horizontal verlaufen, während die zeitlich veränderlichen Isolinien der Sensortemperatur 14 sich während des Verlaufs des Kalibrierungsprogramms 22 bzw. während des Kochvorgangs gegenüber der X-Achse neigen. In einem stationären Zustand sind die Sensortemperatur-Isolinien daher allein durch den Wert des Parameters T_{Glass} bestimmt. Die vollautomatisierte thermische Kalibrierung bestimmt daher das korrekt diskretisierte Modell abhängig von dem zeitlichen Verlauf der Messung der Sensortemperatur 14. Zunächst bestimmt die Steuereinheit 16, welcher der Spalten der Modellmatrix in den Darstellungen in Fig. 5 und 6 der geringste Sensortemperaturfehler erreicht wird.

[0032] Danach bestimmt die Steuereinheit 16 die korrekte Zeile abhängig von dem zeitlichen Verlauf der Sensortemperatur-Isolinien. Sind sowohl die korrekte Zeile als auch die korrekte Spalte der Modellmatrix bekannt, kann der Wert des thermischen Parameters T_{pot} leicht ermittelt werden.

[0033] In den Figuren 5 und 6 sind von der Steuereinheit 16 berechnete Modelle als Kreise mit dünnen Randlinien, die Kenngrößen des tatsächlichen Kochgeschirrelements 18 durch einen gefüllten Kreis und das Modell mit dem minimalen Sensortemperaturfehler als Kreis mit dicker Randlinie dargestellt.

[0034] Fig. 7 zeigt ein Ersatzschaltbild des Induktionskochfelds mit dem das Induktionsheizelement 10 und das Kochgeschirrelement 18 umfassenden Gesamtsystem 52, das durch eine Reihenschaltung eines Widerstands R und einer Induktivität L dargestellt werden kann. Die Steuereinheit 16 des Induktionskochfelds misst verschiedene Werte des Laststroms, der Spannung und der Leistung. Diese elektrischen Parameter sind spezifisch für das von dem Induktionsheizelement 10 beheizte Kochgeschirrelement.

[0035] Fig. 8 zeigt Temperaturverläufe einer Kochgeschirrtemperatur 20 für verschiedene Kochgeschirrelemente. Es stellt sich heraus, dass die Kochgeschirrtemperatur 20 umso schneller ansteigt, je kleiner der Parameter T_{pot} ist, der eine thermische Kopplung zwischen dem Kochgeschirrelement und dem Induktionsheizelement beschreibt.

[0036] Fig. 9 zeigt die elektrischen Kenngrößen verschiedener Kochgeschirrelemente, die jeweils durch einem Vektor in einem zweidimensionalen Vektorraum dargestellt werden können. Jeder der Punkte in Fig. 9 entspricht einem Wertepaar L , PF aus der Induktivität L und einem Leistungsfaktor PF , der dem Verhältnis aus

dem Widerstand R und dem Betrag einer Impedanz Z entspricht.

$$PF = \frac{R}{|Z|} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

[0037] Fig. 9 zeigt ferner einen Toleranzbereich 54. Wenn die im Schritt 38 ermittelten Werte L, R innerhalb des Toleranzbereichs 54 liegen, wird das Kochgeschirrelement dem gespeicherten Kochgeschirrelement zugeordnet, das dem durch den Punkt in der Mitte des Toleranzbereichs 54 beschriebenen Wertepaar entspricht. Das zu identifizierende Kochgeschirrelement 18 wird als dieses bereits kalibrierte Kochgeschirrelement identifiziert.

[0038] In einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist das Kalibrierungsprogramm 22 teilautomatisiert und bedarf eines Benutzereingriffs. Das Induktionskochfeld ist mit einem in Fig. 1 dargestellten Temperatursensorelement 30 ausgestattet, das als thermochromes Element bzw. als thermochromer Sticker ausgebildet ist. Nach dem Start des Kalibrierungsprogramms 22 legt oder klebt der Bediener das Temperatursensorelement 30 auf eine Oberfläche des Kochgeschirrelements 18 und betätigt einen entsprechenden Schalter der Benutzerschnittstelle 28, sobald das Temperatursensorelement 30 seine Farbe verändert. Diese Farbveränderung erfolgt dann, wenn die Kochgeschirrtemperatur 20 einen Sollwert erreicht hat. Die Steuereinheit 16 liest das Signal von der Benutzerschnittstelle 28 und bestimmt den thermischen Parameter Tpot abhängig von der bis zum Empfang des Benutzersignals verstrichenen Zeit bzw. abhängig von der bis zum Empfang des Benutzersignals in das Kochgeschirrelement 18 eingekoppelten Heizleistung.

[0039] In weiteren alternativen Ausgestaltungen der Erfindung kann das Temperatursensorelement 30 kontaktlos von der Steuereinheit 16 ausgelesen werden, beispielsweise wenn das Temperatursensorelement 30 einen RFID-Chip umfasst.

[0040] Die Steuereinheit 16 implementiert ein Verfahren zum Betreiben eines Induktionskochfelds mit einem Induktionsheizelement 10 und einem Temperatursensor 12 zum Bestimmen der Sensortemperatur 14. Ein Kochgeschirrelement 18 wird mittels wenigstens einer elektrischen Kenngröße L, R des Kochgeschirrelements 18 identifiziert, und eine Kochgeschirrtemperatur 20 des Kochgeschirrelements 18 wird im Normalbetrieb abhängig von wenigstens der Sensortemperatur 14 und einem für das Kochgeschirrelement 18 spezifischen thermischen Parameter Tpot, TGlass bestimmt. In einem teilautomatisierten Kalibrierungsprogramm 22 wird der thermische Parameter Tpot, TGlass, sofern dieser nicht bereits bekannt ist, bestimmt und den elektrischen Kenngrößen L, R des Kochgeschirrelements 18 zugeordnet.

[0041] Wenn ein bereits kalibrierter Topf bzw. ein be-

reits kalibriertes Kochgeschirrelement auf das Induktionskochfeld aufgestellt wird, kann der Topf durch eine schnelle Bestimmung der elektrischen Parameter L, R einfach erkannt werden und die thermischen Parameter Tpot, TGlass können aus der Speichereinheit 24 ausgelesen werden, so dass eine kurze Aufheizzeit erreicht werden kann. Das Kalibrierungsschema ermöglicht gute Kochergebnisse, die in ihrer Genauigkeit denjenigen einer Systempfanne entsprechen. Ein erfindungsgemäßes Kochfeld ist kostengünstig realisierbar und weitestgehend unabhängig von dem verwendeten Kochgeschirrelement einsetzbar. Oberhalb der Abdeckplatte 32 angeordnete Temperatursensoren können vermieden werden.

Bezugszeichen

[0042]

10	Induktionsheizelement
12	Temperatursensor
14	Sensortemperatur
16	Steuereinheit
18	Kochgeschirrelement
20	Kochgeschirrtemperatur
22	Kalibrierungsprogramm
24	Speichereinheit
26	Funktion
28	Benutzerschnittstelle
30	Temperatursensorelement
32	Abdeckplatte
34	Schritt
36	Schritt
38	Schritt
40	Schritt
42	Schritt
44	Schritt
46	Wert
48	Phase
50	Heizleistungsstufe
52	Gesamtsystem
54	Toleranzbereich

45 Patentansprüche

1. Induktionskochfeld mit wenigstens einem Induktionsheizelement (10) und wenigstens einem Temperatursensor (12) zum Bestimmen einer Sensortemperatur (14), sowie mit einer Steuereinheit (16) zum Identifizieren eines Kochgeschirrelements (18) mittels wenigstens einer elektrischen Kenngröße (R, L, RF) des Kochgeschirrelements (18), wobei die Steuereinheit (16) zum Bestimmen einer Kochgeschirrtemperatur (20) des Kochgeschirrelements (18) mittels einer Funktion (26) ausgelegt ist, die wenigstens von der Sensortemperatur (14) und von wenigstens einem für das Kochgeschirrelement (18) spezifi-

- schen thermischen Parameter (Tpot, TGlass) abhängt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (16) zum Ausführen eines zumindest teilautomatisierten Kalibrierungsprogramms (22) zum Bestimmen des thermischen Parameters (Tpot, TGlass) und zum Zuordnen des thermischen Parameters (Tpot, TGlass) zu der elektrischen Kenngröße (R, L, RF) ausgelegt ist.
2. Induktionskochfeld nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (16) dazu ausgelegt ist, zum Identifizieren des Kochgeschirrelements (18) wenigstens zwei unabhängige elektrische Kenngrößen (R, L, RF) des Kochgeschirrelements (18) zu nutzen.
 3. Induktionskochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (16) das teilautomatisierte Kalibrierungsprogramm (22) zumindest dann ausführt, wenn die elektrische Kenngröße (R, L, RF) keinem in einer Speichereinheit (24) gespeicherten Datensatz für ein Kochgeschirrelement (18) zugeordnet werden kann.
 4. Induktionskochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funktion (26) zum Identifizieren der Kochgeschirrtemperatur (20) des Kochgeschirrelements (18) von wenigstens zwei thermischen Parametern (Tpot, TGlass) abhängt.
 5. Induktionskochfeld nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster thermischer Parameter (Tpot) eine Energieübertragung zwischen dem Induktionsheizelement (10) und dem Kochgeschirrelement (18) beschreibt und dass ein zweiter thermischer Parameter (TGlass) eine Energieübertragung zwischen dem Kochgeschirrelement (18) und dem Temperatursensor (12) beschreibt.
 6. Induktionskochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (16) dazu ausgelegt ist, in dem Kalibrierungsprogramm (22) automatisch die wenigstens eine elektrische Kenngröße (R, L, RF) des Kochgeschirrelements (18) zu bestimmen und eine Sequenz von vorgegebenen Heizleistungsstufen zu erzeugen, bis ein Bediener über eine Benutzerschnittstelle (28) das Erreichen eines Sollwerts der Kochgeschirrtemperatur (20) signalisiert.
 7. Induktionskochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Temperatursensorelement (30) zum unmittelbaren Bestimmen der Kochgeschirrtemperatur (20) im Kalibrierungsprogramm (22).
 8. Induktionskochfeld nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Temperatursensorelement (30) als thermochromes Element ausgebildet ist.
 9. Induktionskochfeld nach einem der Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (16) zum vollautomatischen Ausführen des Kalibrierungsprogramms (22) ausgelegt ist und zum Bestimmen des thermischen Parameters (Tpot, TGlass) wenigstens eine Kenngröße (R, L, RF) des zeitlichen Verlaufs der Sensortemperatur (14) ermittelt.
 10. Induktionskochfeld nach den Ansprüchen 4 oder 5 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (16) zum Bestimmen der beiden thermischen Parameter (Tpot, TGlass) zumindest eine erste Kenngröße für eine Geschwindigkeit eines Anstiegs der Sensortemperatur (14) und einen asymptotischen Wert der Sensortemperatur (14) bei einer vorgegebenen Heizleistungsstufe nutzt.
 11. Induktionskochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Kenngröße (L) einer Induktivität des Kochgeschirrelements (18) entspricht.
 12. Induktionskochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Kenngröße (R) einem Widerstand des Kochgeschirrelements (18) entspricht.
 13. Induktionskochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Kenngröße (RF) einem Leistungsfaktor des Kochgeschirrelements (18) entspricht.
 14. Induktionskochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (16) dazu ausgelegt ist, dann, wenn die elektrische Kenngröße (R, L, RF) keinem in einer Speichereinheit (24) gespeicherten Datensatz für ein Kochgeschirrelement (18) zugeordnet werden kann, das Induktionsheizelement (10) in einem Sicherheitsmodus mit einer geringen Heizleistung zu betreiben.
 15. Verfahren zum Betreiben eines Induktionskochfelds mit wenigstens einem Induktionsheizelement (10) und wenigstens einem Temperatursensor (12) zum Bestimmen einer Sensortemperatur (14), wobei ein Kochgeschirrelement (18) mittels wenigstens einer elektrischen Kenngröße (R, L, RF) des Kochgeschirrelements (18) identifiziert wird und eine Kochgeschirrtemperatur (20) des Kochgeschirrelements (18) abhängig von wenigstens der Sensortemperatur (14) und wenigstens einem für das Kochgeschirrelement (18) spezifischen thermischen Parameter

(Tpot, TGlass) bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Bestimmen des thermischen Parameters (Tpot, TGlass) und zum Zuordnen des thermischen Parameters (Tpot, TGlass) zu der elektrischen Kenngröße (R, L, RF) ein zumindest teilautomatisiertes Kalibrierungsprogramm (22) ausgeführt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

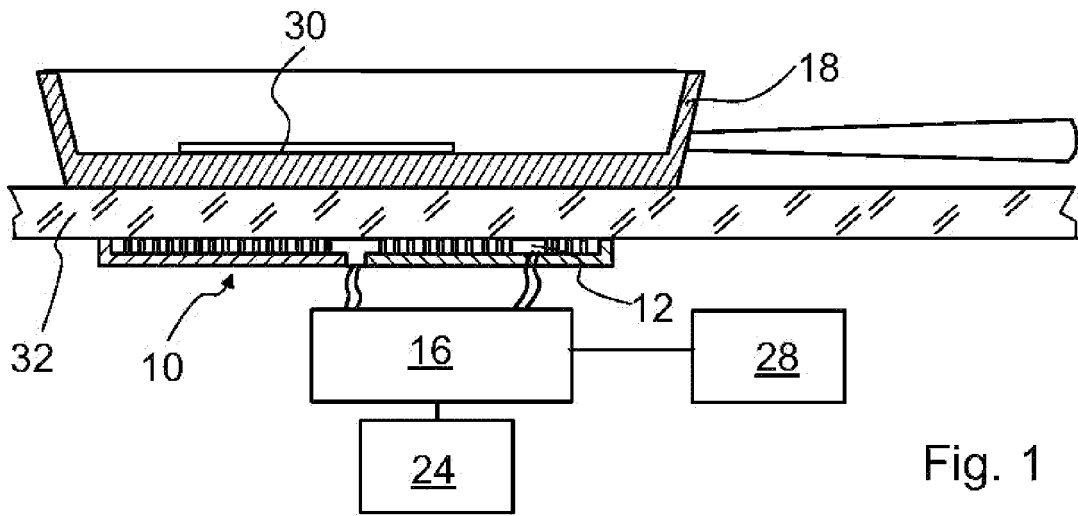


Fig. 1

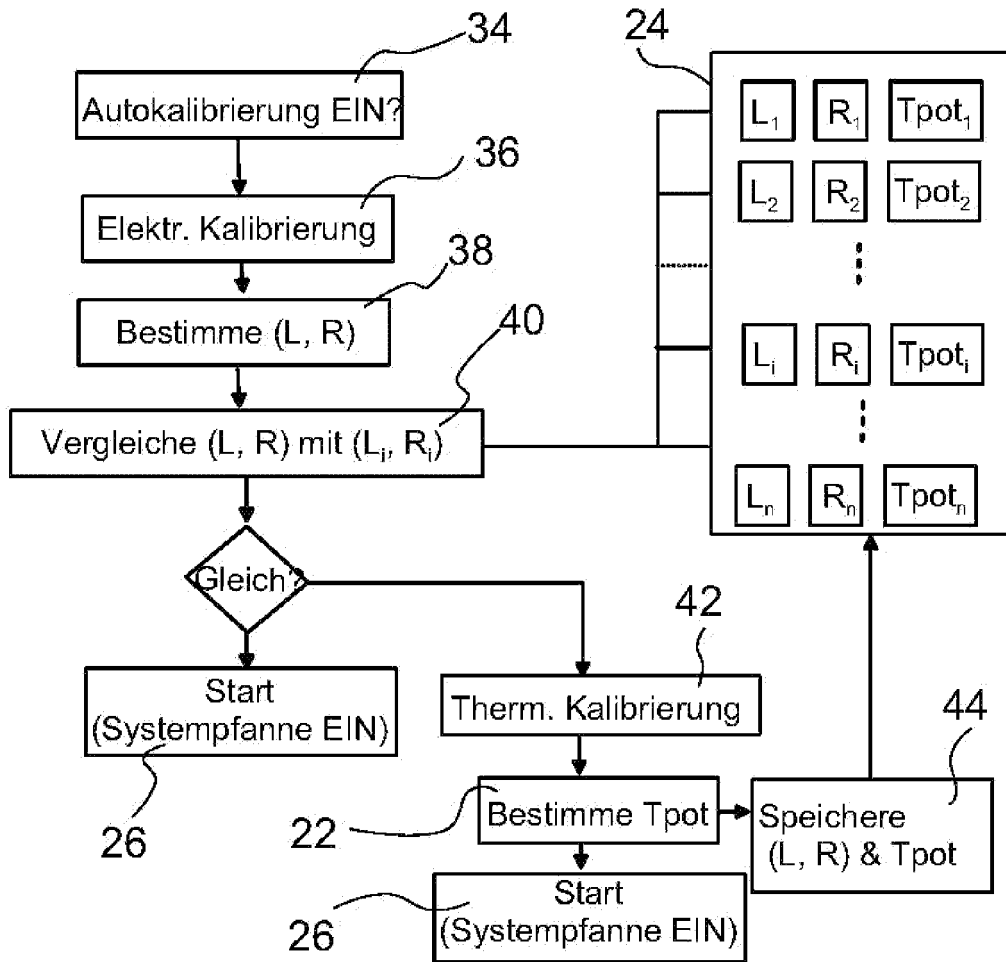


Fig. 2

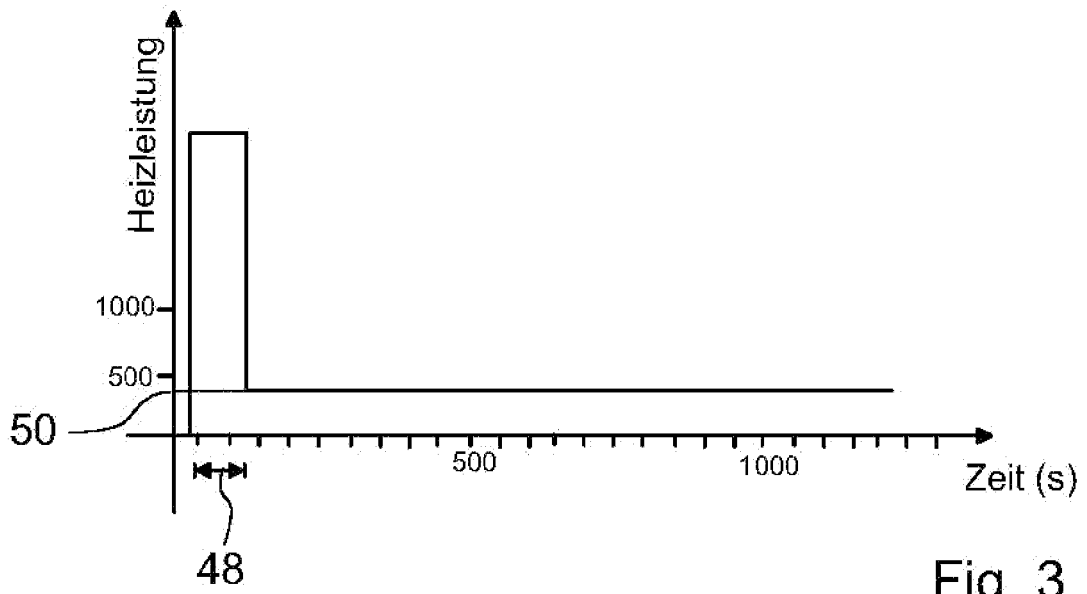


Fig. 3

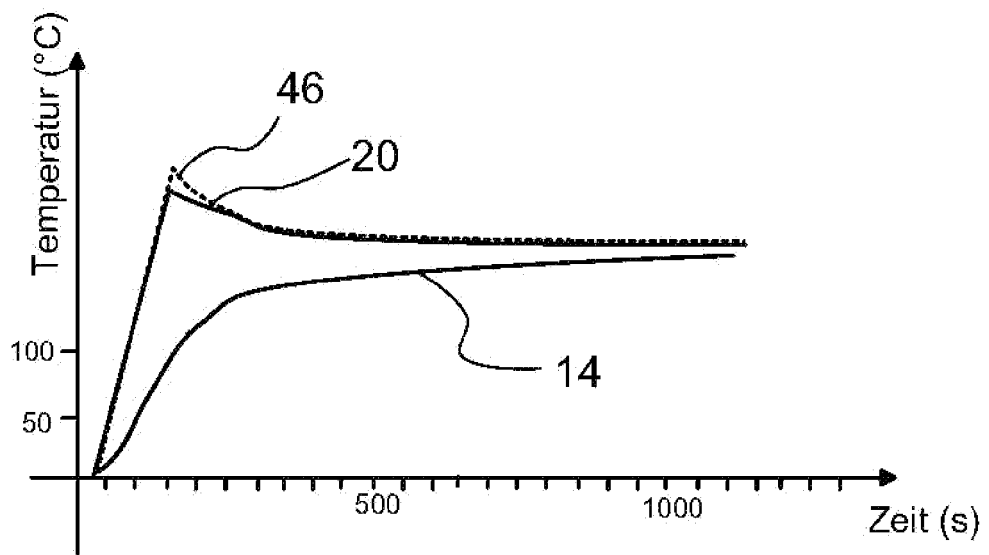


Fig. 4

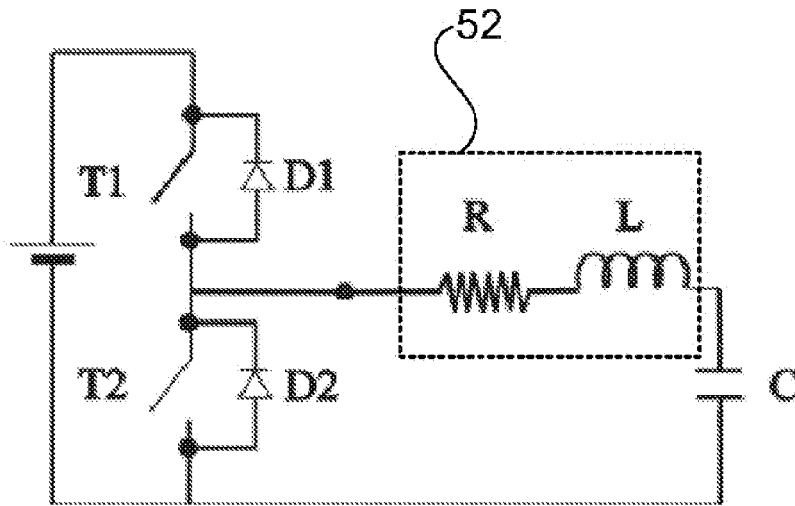


Fig. 7

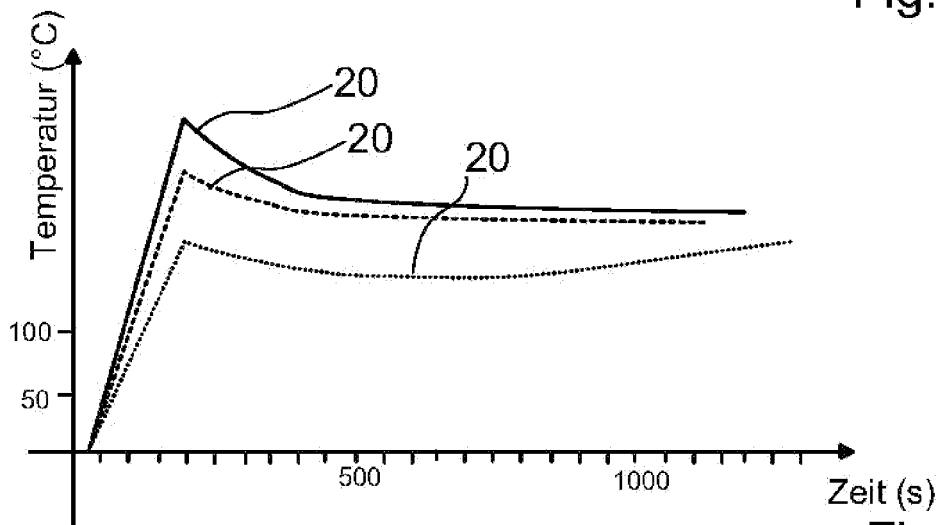


Fig. 8

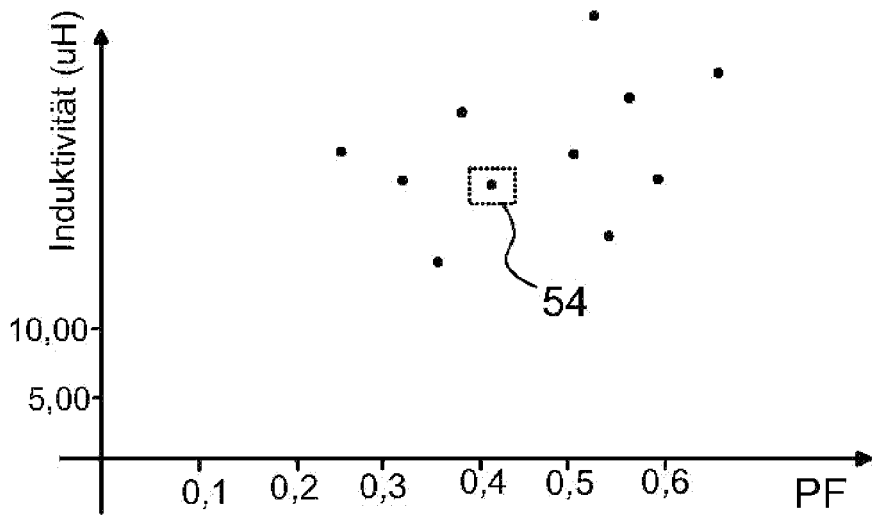


Fig. 9

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

- EP 1708545 A2 [0002]