



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.01.2005 Patentblatt 2005/01

(51) Int Cl.7: **H05B 6/06**

(21) Anmeldenummer: **04405263.7**

(22) Anmeldetag: **29.04.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder: **Weder, Heinrich**
9032 Engelburg (CH)

(74) Vertreter: **Kulhavy, Sava, Dipl.-Ing.**
Patentanwaltsbüro Sava V. Kulhavy & Co.
Kornhausstrasse 3,
Postfach
9001 St. Gallen (CH)

(30) Priorität: **30.06.2003 CH 11512003**

(71) Anmelder: **ELATRONIC AG**
9032 Engelburg (CH)

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Leistungsregulierung von Induktionskochherden**

(57) Das Verfahren dient zur Leistungsregulierung eines Induktionskochherdes mit Kochstellen (3), wobei jede dieser Kochstellen (3) einen Induktor (13) aufweist. Die einzelnen Induktoren (13) werden aus autonomen, d.h. einzelnen, voneinander getrennten, an den jeweiligen Induktor (13) angeschlossenen und nur diesem gehörenden steuerbaren Quellen (4) während aufeinander folgenden Perioden (LL) mit Energie versorgt. Die

Dauer (T_{max}) der Perioden der Ansteuerung ist bei allen Induktoren (13) praktisch gleich gross. Die Energie wird zum jeweiligen Induktor (13) als eine Folge aus gleich langen Impulsen (A,B) innerhalb einer der Perioden (LL) geliefert wird. Die Steuerung der Menge der dem jeweiligen Induktor (3) während einer Periode (LL) zugeführten Energie wird durch gleich grosse Änderungen der Länge der Steuerimpulse (A,B) durchgeführt.

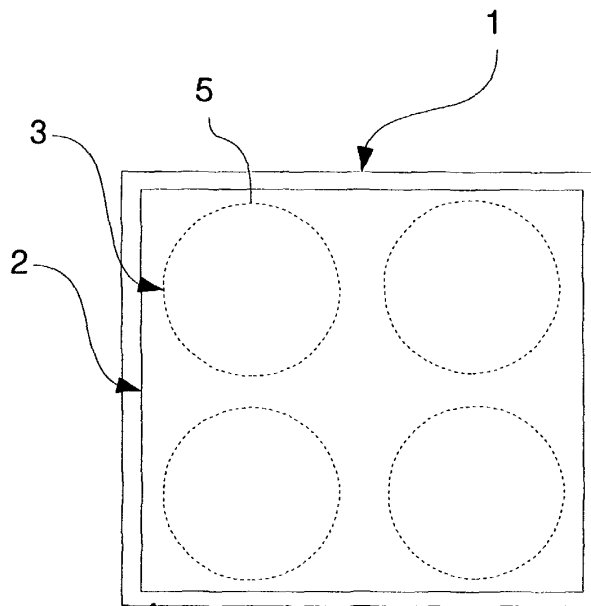


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Leistungsregulierung von Induktionskochherden mit mindestens einer Kochstelle, wobei jede dieser Kochstellen einen Induktor aufweist, sowie eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Eine Kocheinrichtung weist im allgemeinen zumindest zwei nebeneinander angeordnete Induktionskochplatten auf, von welchen je eine einen Induktor umfasst. Bei einem Induktionskochherd erfolgt die Erwärmung oder Erhitzung des Gefässes mit dem Gargut bekanntlich durch Induktion von Wirbelströmen in einem Gefäss. Eine der Grundbedingungen für die Induktion von Wirbelströmen im Gefäss ist ein elektromagnetisches Wechselfeld. Dieses wird in der Kochstelle eines Induktionskochherdes mittels einem sich zeitlich ändernden elektrischen Strom durch den Kochstelleninduktor erzeugt, welcher einen der Bestandteile eines elektrischen Schwingkreises darstellt. Dieser Schwingkreis wird durch eine Taktquelle angeregt und er erzeugt den für die Induktion von Wirbelströmen im Gefäss notwendigen Wechselstrom.

[0003] Die Koch- bzw. Garvorgänge erfordern, dass unterschiedlich grosse Mengen von Energie den nebeneinander stehenden Kochgefässen zugeführt werden. Deswegen weisen bekannte Induktionskocherde auch die Möglichkeit einer Steuerung der Menge der den Kochgefässen zugeführten Energie auf. Diese Leistungssteuerung bzw. -Regelung kann grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen. Zum einen kann die Leistungssteuerung bzw. -regelung durch Änderungen der Frequenz des im Induktor-Schwingkreis fließenden elektrischen Stromes erreicht werden. Der Bereich dieser Frequenzen liegt meistens zwischen 22KHz und 45KHz, d.h. in einem Bereich, welcher oberhalb des Bereiches der hörbaren Frequenzen liegt. Zum anderen kann die Leistungssteuerung bzw. -regelung durch Änderungen der Dauer bzw. Länge bzw. Breite der durch den Induktor fließenden Stromimpulse bewirkt werden.

[0004] Während des Betriebes der vorbekannten Kochherde kommt es oft vor, dass je ein Kochtopf auf dem jeweiligen Induktor steht, wobei diese Induktoren aus einer gemeinsamen Energiequelle gespeist werden. Wenn die Leistung der einzelnen Kochstellen durch Änderung der Frequenz des durch die Schwingkreise fließenden Stromes gesteuert wird, dann können sich die Frequenzen der Induktoren in den benachbarten Kochstellen voneinander subtrahieren, sodass ein hörbarer und sehr unangenehmer Pfeifton entstehen kann.

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, den genannten Nachteil sowie noch weitere Nachteile der bekannten Induktionskochherde zu beseitigen.

[0006] Diese Aufgabe wird beim Verfahren der eingangs genannten Gattung in der Weise gelöst, wie dies im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 definiert ist.

[0007] Die genannte Aufgabe wird auch durch eine Einrichtung gelöst, welche im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 5 definiert ist.

[0008] Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 in einer Draufsicht und schematisch einen Induktionskochherd mit vier Induktionskochstellen,

Fig. 2 eine erste Ausführung einer der Kochstellen gemäss Fig. 1 mit einem Induktor,

Fig. 3 ein Diagramm, welches die Ansteuerung der Speisung des Induktors bei voller Leistung zeigt,

Fig. 4 ein Diagramm, welches die Ansteuerung der Speisung des Induktors bei einer mittleren Leistung zeigt,

Fig. 5 ein Diagramm, welches die Ansteuerung der Speisung des Induktors bei einer niedrigen Leistung zeigt,

Fig. 6 ein Schaltschema einer Speisung der vorliegenden Einrichtung aus einem dreiphasigen Versorgungsnetz,

Fig. 7 ein Schaltschema einer Speisung der vorliegenden Einrichtung aus einem einphasigen Versorgungsnetz und

Fig. 8 ein zeitliches Verhalten von Spannung und Strom im Induktor für eine gegebene Güte eines auf dem Induktor aufgestellten Gefässes.

[0009] Fig. 1 zeigt schematisch und in Draufsicht einen Induktionskochherd 1, welcher zur Durchführung des vorliegenden Verfahrens geeignet ist. Dieser Kochherd besitzt eine Herdplatte 2, welcher im in Fig. 1 dargestellten Fall vier Induktionskochstellen 3 zugeordnet sind. Die jeweilige Kochstelle 3 umfasst eine Induktionskochplatte 5. Zur Induktionskochplatte 5 gehört ein Induktor 13 (Fig. 2), welcher sich auf einer Grundplatte 12 befindet, wobei der Induktor 13 der Unterseite der Herdplatte 2 in einer an sich bekannten Weise zugeordnet ist. Der Induktor 13 ist aus einer Litze gewickelt, welche beispielsweise aus Kupfer ist. Die Grundplatte 12 ist vorzugsweise aus einem hitzebeständigen Material, wie beispielsweise aus Keramik.

[0010] Die jeweilige Kochstelle 3 umfasst ferner eine Ansteuerungsvorrichtung bzw. eine Energiequelle 4 für die Induktionskochplatte 5 (Fig. 2). Diese Ansteuerungsvorrichtung 4 enthält einen Inverter 8 und eine Regelungsvorrichtung 9 für den Inverter 8. Der Induktor 13 der jeweiligen der nebeneinander angeordneten Kochstellen 3 ist an eine eigene und steuerbare Quelle 4 angeschlossen, aus welcher der Induktor 13 mit Energie versorgt werden kann.

[0011] In der Regelungsvorrichtung 9 befindet sich unter anderem ein Mikroprozessor 10, in welchem unter anderem Programme gespeichert sein können, welche den Verlauf des jeweils angewandten Gar- bzw. Kochverfahrens steuern können. Die Arbeitsweise des Mikroprozessors 10 kann mit Hilfe einer in Fig. 2 nur sche-

matisch angedeuteten Bedienvorrichtung 23 beeinflusst werden. Diese Vorrichtung 23 umfasst unter anderem einen Bestandteil, über welchen Werte für den gewünschten Garvorgang vom Bedienungspersonal eingegeben werden können. Entsprechende Bedienteile sind auf dem Markt erhältlich und sie gehören zum Stand der Technik. In der Regel werden Potentiometer oder Tiptasten mit einer elektronischen Ansteuerungslogik für solche Funktion eingesetzt.

[0012] Ferner ist der Mikroprozessor 10 mit einer technischen Schnittstelle 24 für den Anschluss weiterer Geräte (nicht dargestellt) versehen, durch welche der Mikroprozessor 10 beispielsweise programmiert werden kann. Die technische Schnittstelle 24 ist als eine bidirektionale Kommunikationsschnittstelle ausgebildet. Diese Schnittstelle kann nach einem gültigen Standard wie RS-232, RS-485, Ethernet, USB oder ähnlichem funktionieren. Zusätzlich stehen noch proprietäre Steuerleitungen zur Verfügung, über welche Synchronisationspunkte, Alarmsignale oder Steuersignale des Verfahrens abgefragt werden können.

[0013] Der Mikroprozessor 10 ist über einen Steuerbus 22 mit einer Vorrichtung 20 zur Aufarbeitung der vom Mikroprozessor 10 abgegebenen Steuersignale verbunden. Die Signal-Aufarbeitungsvorrichtung 20 kann als ein Standardbaustein ausgeführt sein, in welchem eine kundenspezifische elektronische Schaltung programmiert ist. Bevorzugt wird dabei ein PGA oder es kann ein äquivalenter Baustein verwendet werden. Diese Aufarbeitungsvorrichtung 20 ist über Steuerleitungen 7A und 7B mit den entsprechenden Eingängen A und B des Inverters 8 verbunden.

[0014] Vom Inverter 8, an welchen andererseits der Induktor 13 angeschlossen ist, führen Leitungen 11 zum Mikroprozessor 10 zurück, auf welchen Messdaten vom Inverter 8 sowie vom Induktor 13 zum Mikroprozessor 10 übertragen werden können. Diese Daten können dem Mikroprozessor 10 Auskunft über die Bedingungen des Betriebes der vorliegenden Einrichtung anhand von entsprechenden Daten liefern.

[0015] Der Inverter 8 stellt eine gesteuerte Leistungsstufe der vorliegenden Einrichtung dar. Dies bedeutet, dass der Inverter 8 den Stromfluss durch den Induktor 13 aufgrund der ihm vom Mikroprozessor 10 zugeleiteten Impulse steuern kann. Der Induktor 13, welcher als eine Spule ausgeführt ist, bildet zusammen mit zumindest einem Kondensator 15 bzw. 16 einen Schwingkreis. Die Induktionsspule 13 und der Kondensator 15 bzw. 16 sind so ausgeführt, dass die Parameter derselben nicht veränderbar sind. Diese Parameter sind so gewählt, dass die Resonanzfrequenz dieses Schwingkreises für alle Bereiche der Leistungsregulierung deutlich unterhalb der Arbeitsfrequenz von 22kHz der vorliegenden Einrichtung liegt. Die Resonanzfrequenz des Schwingkreises kann im Bereich zwischen 16 und 20 kHz liegen. Der Induktor 13 stellt somit einen zentralen Bestandteil des Inverters 8 dar, mittels welchem Energie an die Kochgefäße 6 übertragen werden kann.

[0016] Im in Fig. 2 dargestellten Beispiel ist der Induktor-Schwingkreis brückenähnlich ausgebildet. Einer der Äste dieser Brücke bilden die in Serie geschalteten Kondensatoren 15 und 16. Die freie Elektrode des ersten Kondensators 15 ist an die positive Klemme einer Quelle DC der Versorgungsspannung angeschlossen. Die freie Elektrode des anderen Kondensators 16 ist an die negative Klemme der Quelle DC der Versorgungsspannung angeschlossen.

[0017] Den gegenüberliegenden Ast der Brücke bilden zwei in Serie geschaltete Leistungsschaltelemente 25 und 26, welche ebenfalls zum Schwingkreis gehören und welche im dargestellten Fall Transistoren sind. Der Kollektor des ersten Transistors 25 ist im dargestellten Fall an die positive Klemme der Spannungsquelle DC angeschlossen. An die Basis dieses ersten Transistors 25 ist die erste und von der Signal-Aufarbeitungsvorrichtung 20 ankommende Steuerleitung 7A angeschlossen. Der Emitter dieses ersten Transistors 25 ist an den Kollektor des zweiten Transistors 26 angeschlossen. An die Basis dieses zweiten Transistors 26 ist die zweite und von der Signal-Aufarbeitungsvorrichtung 20 ankommende Steuerleitung 7B angeschlossen. Der Emitter dieses zweiten Transistors 26 ist an die negative Klemme der Spannungsquelle DC angeschlossen.

[0018] Die in Serie verbundenen Kondensatoren 15 und 16 weisen einen Abgriffspunkt 18 auf, welcher zwischen den miteinander verbundenen Elektroden der Kondensatoren 15 und 16 liegt. An diesen Mittelabgriffspunkt 18 ist eines der Enden bzw. Anschlussleiter 14 der Induktorspule 13 angeschlossen. Zwischen dem Emitter des ersten Leistungshalbleiter 25 und dem Kollektor des zweiten Leistungshalbleiters 26 ist ein weiterer Angriffspunkt 19 vorhanden. An diesen Mittelabgriffspunkt 19 ist das zweite Ende bzw. der zweite Anschlussleiter 17 der Induktorspule 13 angeschlossen. Im dargestellten Fall sind die Leistungshalbleiter 25 und 26 als Bipolar-Transistoren ausgeführt. Insbesondere sind jedoch auch Ausführungen mit artverwandten Leistungshalbleitern denkbar, wie z.B. IGBTs (Insulated gate bipolar transistors), MOS-FET-Transistoren, Thyristoren, GTO's und Triacs.

[0019] Im Inverter 8 sind des weiteren Sensoren für die Temperaturüberwachung der Leistungselektronik und des Gefäßes 6 sowie Vorrichtungen zur Messung des Stromes durch den Induktor 13 und der aktuellen Leistung des Induktors 5 integriert (nicht dargestellt). Die durch diese Überwachungsvorrichtungen gelieferten Resultate werden über die Messleitungen 11 zum Mikroprozessor 10 zurückgeführt. Diese Messleitungen 11 sind Signalleitungen, welche den Inverter 8 mit dem Mikroprozessor 10 verbinden und die so ausgeführt sind, dass entweder digitale oder analoge Messwerte aus dem Inverter 8 in den Mikroprozessor 10 übertragen werden können. Diese Signalleitungen 11 können dedizierte Drahtleitungen und einen digitalen Steuerbus umfassen.

[0020] Die Versorgung des jeweiligen Induktors 13

mit Energie erfolgt impulsartig und periodisch. Dies bedeutet, dass Energie dem Induktor 13 in Form von Impulsen zugeführt wird und dass diese Impulse innerhalb aufeinander folgenden bzw. sich wiederholenden Perioden bzw. Zeitfenstern liegen. Diese Situation ist in Fig. 3, 4 und 5 anhand von Diagrammen dargestellt. Auf der X-Achse des jeweiligen Diagramms ist die Zeit t aufgetragen. Die einzelnen Perioden bzw. Zeitfenster der Energiezuführung zu den Induktoren 13 sind in allen drei übereinander liegenden Fig. 3 bis 5 mit Hilfe von zur X-Achse senkrecht stehenden und übereinander liegenden Linien L voneinander getrennt. Eine Periode bzw. ein Zeitfenster wird im Nachstehenden daher mit LL bezeichnet.

[0021] Die Zeitfenster LL weisen für alle Induktoren 13 dieselbe Länge bzw. Breite auf. Ausserdem liegen die Anfänge bzw. Enden der Zeitfenster praktisch in demselben Zeitpunkt L . Die Länge bzw. Breite der sich wiederholenden Zeitfenster LL wird als T_{max} (Fig. 4) bezeichnet. Die Länge des Zeitfensters T_{max} ist bei allen Kochstellen 3 gleich, sodass die Wiederholungsfrequenz der Speisung der benachbarten Induktoren 13 mit Energie bei allen Induktoren 13 praktisch dieselbe ist. Die T_{max} ist für alle Induktoren 13 ausserdem auch konstant, d.h. unveränderlich, und zudem noch so gewählt, dass die Länge von T_{max} der Periode der Frequenz von etwa 22kHz entspricht. Diese Frequenz entspricht der Arbeitsfrequenz von etwa 22kHz des Induktor-Schwingkreises im Inverter 8. Die Induktoren 13 aller Kochstellen 3 werden in dieser Häufigkeit bzw. Frequenz mit den Energieimpulsen versorgt.

[0022] Die Verwendung der genannten Arbeitsfrequenz bzw. der genannten Häufigkeit der impulsartigen Zuführung von Energie zu den Induktoren 13 schafft Voraussetzungen dafür, dass der jeweilige Inverter 8 die diesem zugeordnete Induktionsspule 13 mit maximaler Menge von Energie versorgen kann. Dies deswegen, weil der praktisch grösstmögliche und noch zulässige elektrische Strom bei der genannten Arbeitsfrequenz durch den Induktor-Schwingkreis fließen kann. Bei diesem Verfahren werden störende Pfeiftöne deswegen eliminiert, weil alle Induktoren 13 in einem Kochherd mit derselben Häufigkeit gesteuert werden. Die Taktgeneratoren der einzelnen Energiequellen 4, welche einen der Bestandteile des Mikroprozessors 10 darstellen können, arbeiten somit auf im wesentlichen derselben Frequenz. Sie brauchen jedoch nicht miteinander synchronisiert zu sein. Denn wenn es dennoch Differenzfrequenzen zwischen zwei benachbarten Induktoren 13 geben sollte, dann würde die Frequenz dieser Töne im Bereich von etwa 2Hz liegen. Solche Töne liegen unterhalb der Hörschwelle des Menschen, sodass man solche Töne gar nicht hören würde.

[0023] Die eigentliche Steuerung der Leistung der Induktoren 13 erfolgt, wie dies bereits erwähnt wurde, durch eine impulsartige Leitung von Strom I durch die Induktoren 13 der Kochstellen 3 innerhalb der Zeitfenster LL . Die an den jeweiligen Induktor 13 abgegebene

elektrische Leistung ist dabei nicht nur von der Grösse des durch die Spule 13 fließenden Stromes I bestimmt sondern auch durch jene Zeitspanne, während welcher dieser Strom I durch die Spule 13 fließt. Die Zeitspanne, während welcher der Strom I durch den Induktor 13 fließt, ist praktisch identisch mit jener Zeitspanne, während welcher der betreffende steuerbare Schalter 25 bzw. 26 im Inverter 8 leitend ist. Deswegen kann der zeitliche Verlauf des Stromes I durch den Induktor 13 im Zusammenhang mit dem zeitlichen Verlauf jener Impulse bzw. jener Spannungen A und B beschrieben werden, welche das Öffnen der Schaltelemente 25 und 26 steuern. Auf der Y-Achse der Diagramme in Fig. 3 bis 5 ist die Grösse jener Spannung US ausgetragen, welche das Öffnen der Transistoren 25 und 26 steuert. Unter anderem auch die Parameter des Inverters 8 bestimmen dann, wie gross der Strom I ist, welcher während der Zeitspanne TA und TB durch den Induktor 13 fließt, nachdem der betreffende Schalter 25 bzw. 26 leitend gemacht worden ist. Der Verlauf der dem Induktor 13 zugeführten Leistung ist in Fig. 5 mit der Linie W dargestellt. In Fig. 3 und 4 könnten entsprechende Linien W eingezeichnet sein. Der Strom I kann während der Zeitspannen TA und TB im vorliegenden Fall einen konstanten Wert haben.

[0024] Der Impuls A in Fig. 3 bis 5 zeigt den zeitlichen Verlauf jener Steuerspannung US während einem Zeitfenster LL , welche über die Leitung $7A$ an die Basis des ersten Transistors 25 angelegt wird. Der Impuls B in Fig. 3 bis 5, welcher auf den ersten Impuls A folgt, zeigt den zeitlichen Verlauf jener Steuerspannung US während einem Zeitfenster LL , welche über die Leitung $7B$ an die Basis des zweiten Transistors 26 angelegt wird. Die Ansteuerungssignale A und B sind praktisch Rechtecksignale. Die Grösse der Steuerspannungen US liegt zwischen 0 Volt und einer maximalen zweckmässigen Ansteuerspannung US , welche für den Betrieb der Schalter 25 und 26 zweckmässig ist. Diese Steuerimpulse A und B haben dieselbe Polarität.

[0025] Die Zeitdauern TA und TB der Steuersignale A und B , welche während einem Zeitfenster LL bzw. T_{max} dem Inverter 8 zugeführt werden, bleiben sich im vorliegenden Verfahren einander immer gleich, und zwar unabhängig von der absoluten Länge der Zeitdauer TA und TB . D.h., wenn die Länge eines der Impulse A bzw. B um einen bestimmten Betrag verlängert oder verkürzt wird, dann wird die Länge des anderen Steuerimpulses B bzw. A um denselben Betrag ebenfalls verlängert oder verkürzt. Dabei gilt, dass dem Induktor um so mehr elektrische Energie zugeführt wird, je länger die Zeiten TA und TB der Impulse A und B sind, und umgekehrt.

[0026] Zweckmässigerweise beginnt die Generierung des ersten Steuerimpulses A immer am Anfang oder kurz nach dem Anfang des jeweiligen Zeitfensters LL bzw. der jeweiligen Periode T_{max} , d.h. im Zeitpunkt 0 des Zeitfensters LL oder kurz danach, und zwar unabhängig davon, wie lang die Impulse A und B dauern. Der Steuerimpuls B wird erst nach dem Impuls A gene-

riert, und zwar erst nach dem Ablauf einer kurzen Zeitspanne, welche zwischen diesen zwei Impulsen liegt und welche mit den Entladezeiten in den Schaltern 25 und 26 zusammenhängt.

[0027] Fig. 3 zeigt die Länge TA und TB der Steuerimpulse A und B für die maximale Speisung des Induktors 13 mit Energie. Fig. 5 zeigt die Länge TA und TB der Steuerimpulse A und B für eine minimale Speisung des Induktors 13 mit Energie. Fig. 4 zeigt die Länge TA und TB der Steuerimpulse A und B für einen mittleren Leistungsbereich des Induktors 13. Jede der Zeitdauern TA bzw. TB ist kleiner als Tmax, welche der Länge des Zeitfensters LL entspricht. Die Summe S aus den beiden Zeitdauern TA und TB ist immer kleiner als Tmax.

[0028] Wenn die Summe S aus TA und TB kleiner ist als Tmax (Fig. 4 und 5), dann ergibt sich daraus eine Differenzzeit Tdif zwischen dem Ende der genannten Summe S, d.h. zwischen dem Ende des zweiten Steuerimpulses B und der Tmax. (Fig. 4). Während dieser Tdif fließt kein Strom durch den Induktor 13. Durch eine Variierung des Verhältnisses zwischen der Länge der Summe S und der Länge der Tdif kann die Leistung des Induktors 13 variiert werden. Je höher die an die Spule 13 abgegebene Leistung sein soll, um so breiter werden die Steuerimpulse A und B gemacht und um so kürzer wird die Tdif, bis die Tdif bei der maximalen Leistung des Induktors 13 beinahe 0 ist (Fig. 3). In diesem Fall gleicht die Summe S der Zeitintervalle TA + TB praktisch der Tmax bzw. der Länge des Zeitfensters LL.

[0029] Der erste Steuerimpuls A macht den Transistor 26 leitend und der Strom I fließt in diesem Fall von der Minusklemme DC- durch diesen Transistor 26, den zwischen den Transistoren 25 und 26 liegenden Mittelabgriff 19, die Spule 13, den zwischen den Kondensatoren 15 und 16 liegenden Mittelabgriff 18 und die Kondensatoren 15 und 16 zur Plusklemme DC+ der Gleichspannungsquelle DC. Mit einer bestimmten und erforderlichen Verzögerung gelangt ein Impuls B über die Leitung 7B zur Basis des anderen Transistors 25 und macht diesen leitend. Der Strom I fließt jetzt von der Plusklemme DC+ durch diesen Transistor 25, den Transistormittelabgriff 19, die Spule 13, jetzt allerdings in der entgegengesetzten Richtung, den Kondensatormittelabgriff 18 und die Kondensatoren 15 und 16 zur Minusklemme DC- der Gleichspannungsquelle DC.

[0030] Die Zeitdauer TA bzw. TB könnte für die Leistungsregulierung praktisch gegen Null gehen. Allerdings ist aus technischen Gründen diese Wahl nicht sehr sinnvoll. Für die Regulierung der Leistung des Induktors 13 im Bereich der minimalen Leistungen wird eine Summe S aus TA und TB bevorzugt, welche der Periodenlänge Tmin einer Frequenz entspricht, welche bei ca. 44 kHz liegt.

[0031] Das vorliegende Verfahren bietet neben dem Vorteil, dass die Leistung in jeder Kochstelle 3 individuell geregelt werden kann, auch den wichtigen Vorteil, dass das Zuleitungsnetz für die elektrische Energie nicht pulsartig sondern kontinuierlich belastet wird. Dies

deswegen, weil die TA und TB gleichzeitig und immer um denselben Betrag verlängert oder verkürzt werden. Dies ist deswegen wichtig, weil die Kochstellen 3 bei ihren Spitzenleistungen mehrere Ampere Strom dem Versorgungsnetz normalerweise entnehmen.

[0032] Das vorliegende Verfahren kann auch in geregelter Weise durchgeführt werden, indem Messsignale über die Messleitungen 11 dem Mikroprozessor 10 zugeleitet werden. Der Mikroprozessor 10 steuert in diesem Fall basierend auf Messwerten aus den Messleitungen 11 die Grösse des Induktorstromes I, seinen Null-Durchgang, den Zeitpunkt für die Schaltung der Steuerleitungen 7A und 7B usw. Auch der gesamte Garvorgang kann auf diese Weise überwacht und geregelt werden. So erfordert ein grosser Kochtopf 6 gefüllt mit Wasser eine andere Art wie von Betrieb der Kochstelle 3 als beispielsweise eine Bratpfanne mit einem Spiegel-ei. Insbesondere darf kein Garvorgang gestartet werden, wenn sich andere metallische Gegenstände wie z. B. eine Gabel oder ein Kochlöffel auf dem Herd befinden.

[0033] Eine Erweiterung des vorliegenden Verfahrens besteht darin, dass über Messimpulse die Art des Gefässes 6 auf der Herdplatte 2 laufend detektiert wird. Zur Feststellung der Güte des Gefässes 6 werden den Steuerimpulsen A und B für die Schalter 25 und 26 Impulse (nicht dargestellt) vorgelagert, deren Länge kleiner ist als die Länge der Steuerimpulse A und B. Diese Messimpulse gelangen im für die Steuerimpulse A und B beschriebenen Weg bis zum Induktor 13 der Herdplatte 2, auf welcher das Kochgefäss 6 ruht. Entsprechend der Beschaffenheit dieses Kochgefässes 6 werden die Messimpulse beeinflusst und eine solche Antwort gelangt dann über eine der Messleitungen 11 bis zum Mikroprozessor 10, welcher unter anderem die Arbeitsweise des Inverters 8 steuert.

[0034] In Fig. 8 sind zwei Diagramme betreffend diesen Sachverhalt übereinander wiedergegeben. Auf der y-Achse des oben liegenden Diagramms ist die Steuerspannung US für die Schalter 25 bzw. 26 ausgetragen. Auf der y-Achse des unten liegenden Diagramms ist der Strom IS durch den Induktor 13 ausgetragen. Aus Fig. 8 ist ersichtlich, dass es eine Phasenverschiebung zwischen dem Spulenstrom IS und der Steuerspannung US geben kann. Die Grösse dieser Phasenverschiebung ist von der Art bzw. Güte des Gefässes bzw. des sich auf der Herdplatte 2 befindlichen Gegenstandes abhängig. Die Grösse der Phasenverschiebung wird über die Zeitdifferenz DT zwischen dem nulldurchgang der Steuerspannung US und dem nulldurchgang des Stromes IS durch den Induktor 13 ermittelt. Je kleiner diese Zeitdifferenz DT ist, um so besser ist die Güte des Gefässes 6, sodass ein Garvorgang durch den Inverter 8 gestartet werden kann. Wenn Zeitdifferenz DT jedoch einen in der Regelungsvorrichtung 9 einstellbaren Mindest-Grenzwert für die Güte überschreitet, dann ist ein Garvorgang nicht mehr wirksam möglich. Dies beispielsweise deswegen, weil das Gefäss 6 aus einem

Material ist, welches für die Induktionserwärmung nicht geeignet ist. In einem solchen Fall nimmt die Regelvorrichtung 9 den Inverter 8 und somit auch Platte 5 gar nicht in Betrieb oder sie schaltet den Inverter 8 und somit auch diese Kochstelle 3 aus.

[0035] Zu diesen Auswertungszwecken ist eine Sammlung von entsprechenden Schrittantworten im Speicher des Mikroprozessors 10 gespeichert. Abhängig von den Vorgaben des Bedienteiles 9, der Beschaffenheit des Gefässes 6 und des Gargutes wird durch das Verfahren eine eigens im Speicher des Mikroprozessors vorgegebene zeitlich abhängig geregelte Leistungsregelung des Garvorganges durchgeführt. Insbesondere ist für entsprechende Kombinationen von Gefäss 6 und Gargut eine Folge von zeitlich änderbaren Zeitintervallen TA resp. TB im Speicher des Mikroprozessors gespeichert. So können auch Vorgänge wie z. B. eine grosse Heizleistung für das Anbraten mit anschliessendem Schmoren individuell an das Gargut durch den Mikroprozessor angepasst und geregelt werden

[0036] Die Informationen über das Gargut, den Garfortschritt usw. werden über die Messleitungen 11 an den Mikroprozessor 10 geliefert. Dabei werden auch externe Sensoren eingesetzt wie z.B. ein externer Temperatursensor 27, welcher in das Gargut eingesteckt sein kann und welcher so den Status des Garvorganges über eine entsprechende Messleitung 11 an den Mikroprozessor 10 meldet.

[0037] Über die Diagnoseschnittstelle 24 können die relevanten Parameter des Verfahrens für die unterschiedlichen Ausprägungen der Gefässe und des Gargutes jederzeit verändert oder erweitert werden. Mit dieser Schnittstelle 24 ist es möglich, das Verfahren von einem Fremdsystem, wie beispielsweise von einer übergeordneten Steuervorrichtung, von einem externen Diagnosegerät oder von einem Arbeitsplatzrechner zu diagnostizieren, zu steuern usw.

[0038] Fig. 6 zeigt eine Ausführungsform einer Speisungsvorrichtung 30 für den Induktor 13, wenn die Speisung desselben mit Energie aus einem dreiphasigen Versorgungsnetz erfolgen soll. Die Speisungsvorrichtung 30 umfasst unter anderem drei Phasenanschlüsse L1, L2 und L3 an das Versorgungsnetz. An die drei Phasenanschlüsse L1, L2 und L3 ist ein Gleichrichter 28 angeschlossen, welcher als ein Dreiphasen-Brückengleichrichter ausgeführt ist. Dieser wandelt die Wechselspannung aus dem Versorgungsnetz in eine Gleichspannung, welche an den Ausgangsklemmen DC+ und DC- dieser Speisungsvorrichtung 30 erscheinen kann. Zwischen den Ausgangsklemmen DC+ und DC- des Dreiphasen-Brückengleichrichters 28 befindet sich ein Glättungskondensator C. An den Ausgangsklemmen DC+ und DC- des Brückengleichrichters 28 wird die Gleichspannung für den Induktor 13 abgegriffen und durch den LC-Schwingkreis bzw. durch die Brücke im Inverter 8 dem Induktor 13 zugeführt.

[0039] Die Speisungsvorrichtung 30 kann auch zur

Begrenzung der durch die vorliegende Einrichtung dem Netz entnommenen Leistung eingerichtet sein. Diese Leistungsbegrenzung ist notwendig, um den Verbrauch des Kochherd an Energie im Rahmen der bei der Gebäudeinstallation zulässigen Energieentnahme halten zu können.

[0040] Dazu ist, wie in Fig. 6 dargestellt, an einem der Phasenleiter L1 eine Strom-Messvorrichtung 29 eingeschaltet, welche dem Brückengleichrichter 28 vorgeschaltet ist. Der Ausgang der Strom-Messvorrichtung 29 ist an einen der Eingänge der Regelungsvorrichtung 9 angeschlossen. Für eine vorgegebene Anschlussleistung sind entsprechende maximal zulässige Stromstärken in der Regelungsvorrichtung 9 als Regelungsparameter einstellbar. Die Regelungsvorrichtung 9 regelt die maximale Leistungsaufnahme des Induktors 13 derart, dass die von der Gebäudeinstallation maximal bezogene Leistung dennoch zulässigen Wert nicht überschreitet.

[0041] Die vorliegende Einrichtung kann auch aus einem einphasigen Netz mit Energie versorgt werden. Wie dies in Fig. 7 gezeigt ist, verfügt die Speisungsvorrichtung 31 über einen einphasigen Brückengleichrichter 32, welcher über Anschlüsse N und L an das einphasige Versorgungsnetz anschliessbar ist. Die Strom-Messvorrichtung 29 befindet sich in diesem Fall im Anschlussleiter L.

[0042] Das erfindungsgemässe Verfahren bietet unter anderem die Möglichkeit, dass die Grösse der Leistung der einzelnen Kochstellen 3 in einem Induktionskochherd 1 gleichzeitig und individuell gesteuert werden kann, ohne dass dabei hörbare und normalerweise durch Interferenzen zwischen benachbarten Induktoren 13 verursachten Geräusche, beispielsweise Pfeiftöne, entstehen. Folglich können nebeneinander angeordnete Kochstellen 3 in einem Induktionskochherd 1 mit unterschiedlichen Leistungen betrieben werden, ohne dass dabei die erwähnten Geräusche entstehen. Ferner bietet das vorliegende Verfahren unter anderem die Vorteile, dass das Zuleitungsnetz für elektrische Energie ohne Stromstösse belastet wird und dass der Garvorgang gleichmässig erfolgt. Das Verfahren kann auch in dem Fall angewendet werden, wenn als Speisespannung für den Inverter 8 eine mehrphasige Wechselspannung dienen soll.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Leistungsregulierung eines Induktionskochherdes mit zumindest einer Kochstelle (3), wobei jede dieser Kochstellen (3) einen Induktor (13) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren so ausgelegt ist, dass das Zuleitungsnetz für die Versorgung der Kochstellen (3) mit elektrischer Energie kontinuierlich belastet wird.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, **dadurch ge-**

- kennzeichnet, dass** die einzelnen Induktoren (13) aus autonomen, d.h. einzelnen, voneinander getrennten, an den jeweiligen Induktor (13) angeschlossenen und nur diesem gehörenden steuerbaren Quellen (4) während aufeinander folgenden Perioden (LL) mit Energie versorgt werden, dass die Dauer (Tmax) der Perioden (LL) der Ansteuerung bei allen Induktoren (13) praktisch gleich gross ist, dass die Energie zum jeweiligen Induktor (13) als eine Folge aus gleich langen Impulsen (A,B) innerhalb einer der Perioden geliefert wird und dass die Steuerung der Menge der dem jeweiligen Induktor (3) während einer Periode zugeführten Energie durch gleich grosse Änderungen der Länge der Steuerimpulse (A,B) durchgeführt wird. 5 10 15
3. Verfahren nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energie zum jeweiligen Induktor (13) als ein Paar von gleich langen Impulsen (A,B) innerhalb einer Periode geliefert wird. 20
4. Verfahren nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Änderungen der Länge der beiden Impulse (A,B) des jeweiligen Impulspaares gleich gross ist. 25
5. Verfahren nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Steuerimpuls (A) bei allen Leistungen des Induktors (13) im Anschluss an den Anfang der Periode (Tmax) beginnt generiert zu werden. 30
6. Verfahren nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (Tmax) der Periode der Ansteuerung des Induktors (13) jener Frequenz entspricht, bei welcher der Induktor (13) mit maximaler Leistung arbeiten kann und dass diese Dauer (Tmax) für alle Leistungsstufen des Induktors (13) zumindest im wesentlichen unverändert bleibt. 35 40
7. Verfahren nach Patentanspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (TA;TB) des jeweiligen Impulses (A;B), welcher während einer Periode (Tmax) den Induktor (13) mit Energie speisenden Inverter (8) steuern kann, kleiner ist als die Periode (Tmax). 45
8. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** je eine autonome und steuerbare Energiequelle (4) an den Induktor (13) angeschlossen ist. 50
9. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in zumindest einer Zuleitung zum Gleichrichter (28) eine Strom-Messvorrichtung (29) befindet, und dass dieser Messwert der Regelungs-

vorrichtung 9 über eine Messleitung (11) zugeführt ist.

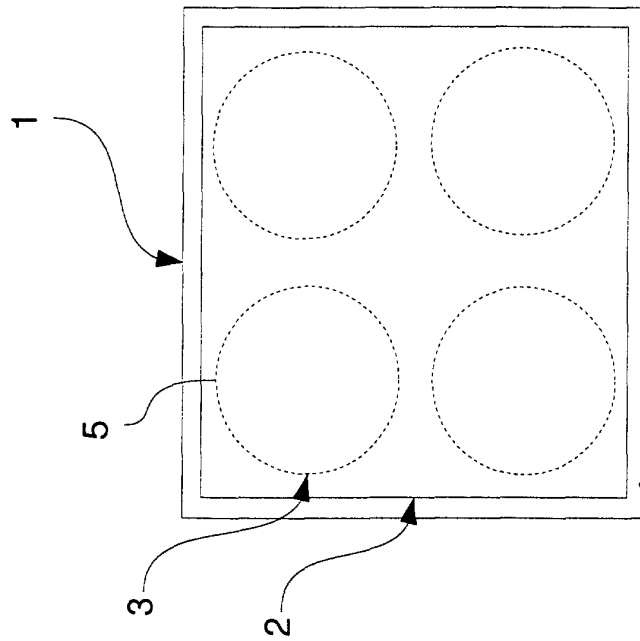


Fig. 1

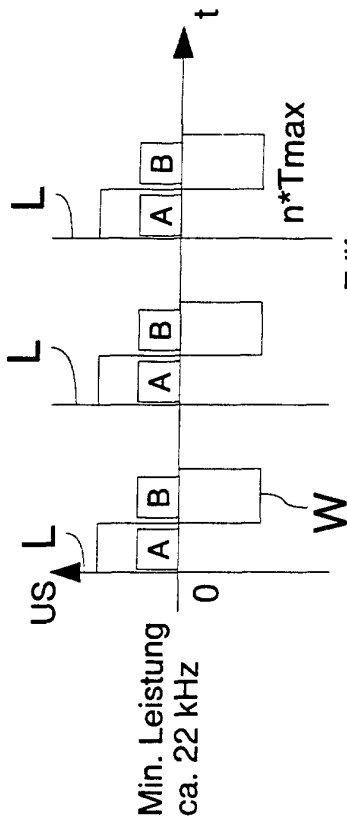


Fig. 5

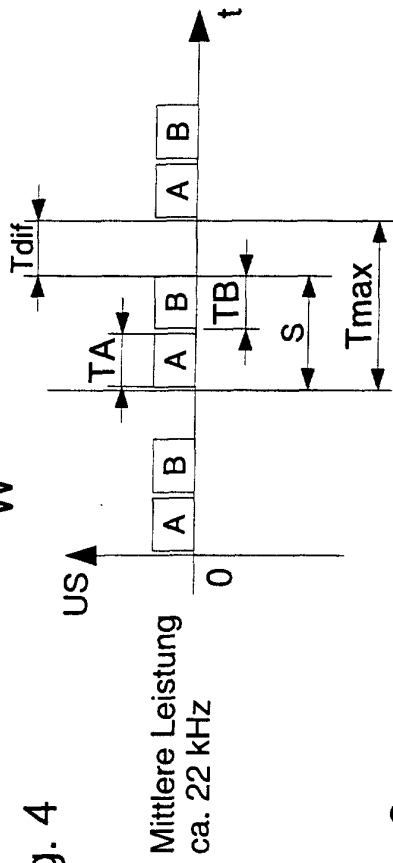


Fig. 4

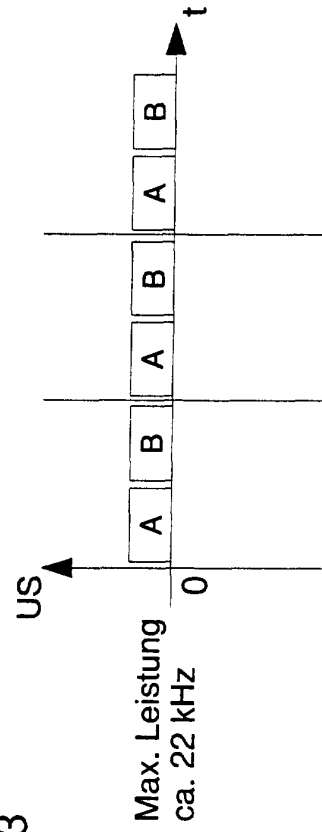


Fig. 3

