

(19)



(11)

EP 2 127 478 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.09.2010 Patentblatt 2010/39

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

(21) Anmeldenummer: **07703206.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/000877

(22) Anmeldetag: **01.02.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/092476 (07.08.2008 Gazette 2008/32)

(54) **INDUKTIONSKOCHFELD**

INDUCTION HOB

PLAQUE DE CUISSON À INDUCTION

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

- **EIBER, Albrecht**
71384 Weinstadt (DE)
- **NEUMAYER, Martin**
89547 Gerstetten-Dettingen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.2009 Patentblatt 2009/49

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser**
Anwaltssozietät
Leopoldstrasse 4
80802 München (DE)

(73) Patentinhaber: **WMF WÜRTTEMBERGISCHE METALLWARENFABRIK AG**
73309 Geislingen/Steige (DE)

(72) Erfinder:

- **BREUNINGER, Christian**
70178 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 286 044 GB-A- 2 199 720
JP-A- 2 119 086 US-A- 4 112 287
US-A- 4 438 311

EP 2 127 478 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Induktionskochfeld sowie ein Verfahren zur induktiven Erwärmung von Kochgeschirr gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 8.

[0002] Solche Induktionskochfelder sind aus dem Stand der Technik aus Dokumente wie GB-A-2 199 720 bekannt und gewinnen immer mehr an Bedeutung. Ein Induktionskochfeld weist dabei eine Induktionsspule auf, die von einem hochfrequenten Wechselstrom durchflossen wird. Die dabei üblicher Weise angewandten Induktionsfrequenzen liegen in einem Bereich von etwa 25 - 50 kHz. Bei der induktiven Beheizung wandelt gewöhnlicher Weise ein Umrichter den Netzstrom mit niedriger Frequenz in einen hochfrequenten Wechselstrom um. Die Induktionsspule befindet sich dabei üblicher Weise unterhalb eines beispielsweise aus Glaskeramik bestehenden Kochfeldes. Die stromdurchflossene Induktionsspule erzeugt dabei ein magnetisches Wechselfeld. Das magnetische Wechselfeld induziert in einem ferromagnetischen Material (z. B. Chromstahl) eines Kochgeschirrs starke Wirbelströme, die zur raschen Erwärmung des Materials führen. Die Wirbelströme fließen dabei nur in einer dünnen Randschicht des Bodens. Der Boden eines Induktionskochgeschirrs besteht aus einer ferromagnetischen Schicht und außerhalb der Eindringtiefe der Wirbelströme aus einem wärmeleitfähigerem Material zur besseren Wärme(quer)verteilung.

[0003] Vorteile der Induktionskochfelder sind im Vergleich zu herkömmlichen Kochfeldern die sehr geringe Reaktionszeit bei Änderungen der Einstellung, eine relativ kühle Kochplatte, Energieersparnis, besonders bei kurzen Kochzeiten sowie niedrige Preise.

[0004] Dennoch bringen Induktionskochfelder auch Nachteile mit sich. Ein Nachteil liegt z. B. darin, dass Kochgeschirre störende Schwingungen entwickeln können, die im hörbaren Frequenzbereich liegen, wodurch es zu einer störenden Geräuschentwicklung bzw. Brummen kommt. Bislang ist man davon ausgegangen, dass hier die Eigenfrequenzen des Kochgeschirrs ausschlaggebend sind, da diese zu großen Amplituden und damit zu hoher Geräuschentwicklung führen können. Bei der Geräuschentwicklung ist zwischen Ursache und Wirkung zu unterscheiden. Die Ursache der Geräusche ist die Anregung des Kochgeschirrs durch das Kochfeld, die Wirkung zeigt das Kochgeschirr durch die Geräuschemission durch mechanische Schwingungen. Maßnahmen am Kochgeschirr, wie beispielsweise Verschieben der Resonanzfrequenzen oder schwingungsdämpfende Maßnahmen, wie Anbringen eines Gummibandes o. ä. um den Umfang eines Kochgeschirrs, haben keine nennenswerten Verbesserungen gebracht.

[0005] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Induktionskochfeld sowie ein Verfahren bereit zu stellen, die die Geräuschentwicklung von Kochgeschirren auf Induktionskochfeldern reduzieren bzw. eliminieren.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 8 gelöst.

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst das Induktionskochfeld eine Generatoreinrichtung, die wiederum Mittel zum Glätten oder Eliminieren einer Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms, der durch die Spule fließt, umfasst. Der Ausdruck Mittel zum Glätten oder Eliminieren einer Amplitudenmodulation bedeutet, dass einerseits eine erzeugte Amplitudenmodulation geglättet oder eliminiert wird oder aber erst gar nicht erzeugt wird, wenn das Induktionskochfeld mit Netzstrom betrieben wird.

[0008] Untersuchungen am Kochfeld haben ergeben, dass die Induktionsspule zwar mit der hochfrequenten Induktionsfrequenz schwingt, diese Schwingung jedoch mit niederfrequenten Anteilen mit einer Frequenz von z. B. 50 Hz (z. B. mit der Netzfrequenz und deren Vielfachen), moduliert ist. Die Amplitudenmodulation wird durch Überlagerung mehrerer Schwingungen erzeugt. Der amplitudenmodulierte Wechselstrom enthält somit neben der Betriebsfrequenz eines entsprechenden Schwingkreises zum Aufbau des Magnetfeldes weitere Frequenzanteile, z. B. aus

a) einem ungeglätteten, pulsierenden "Gleichstrom", der von einem Gleichrichter erzeugt wird und/oder

b) der Leistungssteuerung bzw. Leistungsregelung des Kochfeldes.

[0009] Es hat sich heraus gestellt, dass die Reaktion des Kochgeschirrs nicht ausschließlich auf der hochfrequenten Schwingkreisfrequenz zur Erzeugung des Magnetfeldes beruht, sondern bedingt wird durch Schwingungsüberlagerungen, die zu der Amplitudenmodulation führen, welche die Hüllkurve der Induktionsfrequenz bildet. Diese Hüllkurve muss nicht symmetrisch ausgebildet sein, sondern kann auch schief, und / oder mit weiteren Oberfrequenzen überlagert un stetig usw. sein.

[0010] Dadurch, dass gemäß der vorliegenden Erfindung der hochfrequente Wechselstrom nicht amplitudenmoduliert ist, bzw. die Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms geglättet bzw. eliminiert ist, wird die Anregung des Kochgeschirrs und damit dessen Geräuschemission vermindert bzw. verhindert. Somit kann die Geräuschproblematik auf einfache Art und Weise gelöst werden.

[0011] Die Generatoreinrichtung kann dabei einen Wechselstromgleichrichter sowie einen Schwingkreisgenerator umfassen. Der Wechselstromgleichrichter erzeugt Gleichstrom aus dem niederfrequenten Netzstrom. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Mittel zum Glätten oder Eliminieren dem Wechselstromgleichrichter derart zugeordnet, dass der von dem Wechselstromgleichrichter erzeugte ungeglättete Gleichstrom geglättet wird. Somit

wird eine Ursache für die Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms ausgeräumt, da dem Schwingkreis keine niederfrequenten Anteile von der Stromversorgung her zugeführt werden.

[0012] Zusätzlich ist es vorteilhaft, wenn die Mittel zum Glätten oder Eliminieren dem Schwingkreisgenerator zugeordnet sind.

[0013] Gemäß der vorliegenden Erfindung weist der Schwingkreisgenerator eine Schwingkreisregelungsteuerung auf, wobei die Leistungsregelung derart durchgeführt wird, dass niederfrequente Schwingungen im Schwingkreis vermieden werden. Somit können niederfrequente Schwingungen aus der Leistungssteuerung/regelung im Schwingkreis beispielsweise durch geeignete Regelalgorithmen vermieden werden. Somit kommt es auch hier zu keiner Überlagerung des hochfrequenten Wechselstroms mit niederfrequenten Schwingungen. Die Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms kann aber auch durch eine entsprechende Schaltungstechnik im Schwingkreisgenerator geglättet bzw. eliminiert werden. Wenn beispielsweise dem Schwingkreisgenerator kein geglätteter Gleichstrom zugeführt wird, kann die Leistungssteuerung derart erfolgen, dass die Amplitudenschwankungen aufgrund eines nicht geglätteten Gleichstroms kompensiert werden. Dies kann beispielsweise durch eine Pulsweitensteuerung bzw. Regelung im Schwingkreis vorgenommen werden.

[0014] Vorteilhafter Weise weisen die Mittel zum Glätten oder Eliminieren einen Glättungsfaktor von ca. 40%-100% auf. Noch bevorzugter liegt der Glättungsfaktor in einem Bereich von 70-100%. Ist der Glättungsfaktor 100 %, so ist die Amplitudenmodulation 0. Der hochfrequente Wechselstrom liegt dann zwischen zwei parallelen Linien. Gibt es keine Glättung, hat die Hüllkurve periodisch auftretende Nullpunktdurchgänge. Ist der Glättungsfaktor größer 0 %, so gibt es keine periodisch auftretende Nullpunktdurchgänge in der Hüllkurve, so dass auch hier das Brummen deutlich reduziert werden kann.

[0015] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird das Kochgeschirr durch das magnetische Wechselfeld derart in Schwingung versetzt, dass es zu keiner bzw. nur geringer Geräuschentwicklung kommt.

[0016] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme der Figuren 1 bis 13 näher erläutert. Dabei zeigt die

Figur 1 den schematischen Aufbau eines Induktionskochfeldes gemäß der vorliegenden Erfindung.

Figur 2 zeigt schematisch den amplitudenmodulierten hochfrequenten Wechselstrom durch die Induktionsspule des Kochfelds gemäß dem Stand der Technik.

Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung in Abhängigkeit des amplitudenmodulierten Wechselstroms die Topfreaktion.

Figur 4 zeigt eine graphische Darstellung der Hüllkurven einer Messung des Induktionssignals sowie der damit einhergehenden Bewegung des Kochgeschirrs.

Figur 5 zeigt den spektralen Inhalt von Induktionserregung und Kochgeschirrbewegung.

Figur 6 zeigt eine Messanordnung zur Messung des magnetischen Wechselfeldes.

Figur 6a zeigt in schematischer Darstellung die Hüllkurve mit teilweise geglätteter Amplitudenmodulation.

Figur 6b zeigt eine gemessene Hüllkurve mit Topfantwort.

Figur 7a zeigt in schematischer Darstellung die vollständige Glättung der Amplitudenmodulation.

Figur 7b zeigt eine Messung, die eine vollständige Glättung aufweist und die entsprechende Topfreaktion.

Figur 8 zeigt schematisch die Amplitude des gleichgerichteten geglätteten Stroms oder Spannung, der dem Schwingkreisgenerator zugeführt wird in Abhängigkeit der Zeit.

Figur 9a zeigt schematisch den nicht geglätteten Strom, der vom Wechselrichter erzeugt wird.

Figur 9b zeigt den teilweise geglätteten Strom, der dem Schwingkreisgenerator zugeführt wird.

Figur 10 zeigt den Verlauf des Stroms, der dem Schwingkreisgenerator in Abhängigkeit der Zeit zugeführt wird, ohne Verwendung eines Gleichrichters.

Figur 11 zeigt eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Figur 12 zeigt eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Figur 13 zeigt noch eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0017] Figur 1 zeigt ein Induktionskochfeld gemäß der vorliegenden Erfindung. Das Induktionskochfeld 1 weist eine Kochfläche 2 auf, die beispielsweise aus Glaskeramik gebildet ist. Auf dieser Kochfläche steht hier ein Kochtopf 10, der zumindest in der unteren, dünnen Randschicht 11 aus ferromagnetischem Material, z. B. Chromstahl gebildet ist. Außerhalb der Eindringtiefe von Wirbelströmen, kann der Kochtopf 10 aus einem wärmeleitfähigerem Material zur besseren Wärmeverteilung gebil-

det sein. Unterhalb der Kochfläche 2 ist eine Induktionsspule 3 angeordnet. Die Induktionsspule 3 wird mit hochfrequentem Wechselstrom gespeist, so dass ein hochfrequentes magnetisches Wechselfeld 12 erzeugt wird.

[0018] Das so entstehende magnetische Wechselfeld 12 induziert in der unteren dünnen Randschicht 11 des Bodens des Topfes 10 Wirbelströme, die zur raschen Erwärmung des Materials führen.

[0019] Des Weiteren umfasst das erfindungsgemäße Induktionsfeld einer Generatoreinrichtung 4 zum Erzeugen des hochfrequenten Wechselstroms, der der Spule 3 zugeführt wird. Die Generatoreinrichtung 4 umfasst dabei beispielsweise, wie in den Figuren 11 und 12 gezeigt ist, einen Wechselstromgleichrichter 20, der den Wechselstrom aus dem Netz in einen Gleichstrom wandelt. Der Wechselstromgleichrichter kann z. B. auch eine Brückenschaltung aufweisen. Weiter umfasst die Generatoreinrichtung 4 auch einen Schwingkreisgenerator 8 mit einer entsprechenden Schwingkreisregelung / -steuerung und Mittel 5 zur Glättung oder Eliminierung einer Amplitudenmodulation, wie nachfolgend noch näher erläutert wird. Der Schwingkreisgenerator 8 erzeugt den hochfrequenten Wechselstrom in bekannter Weise, wobei die Schwingkreisregelung / -steuerung 21 eine Leistungssteuerung (-regelung) durchführt, wobei z.B. als Regelgröße bzw. Führungsgröße der Amplitudenverlauf der Spulenansteuerung bzw. die Leistungsaufnahme der Spule verwendet werden kann.

[0020] Wird nun beispielsweise der niederfrequente Netzstrom durch einen Wechselstromgleichrichter 20 und den Schwingkreisgenerator 8 in einen hochfrequenten Wechselstrom gewandelt, so schwingt die Induktionsspule zwar mit der hochfrequenten Induktionsfrequenz, wobei der hochfrequente Wechselstrom jedoch mit einer Frequenz von z. B. 50 Hz amplitudenmoduliert wird. Figur 2 zeigt schematisch die Hüllkurve des amplitudenmodulierten Wechselstroms der Induktionsspule gemäß dem Stand der Technik.

[0021] Der amplitudenmodulierte Wechselstrom enthält neben der Betriebsfrequenz des Schwingkreises zum Aufbau des Magnetfeldes, also weitere Frequenzanteile, z. B.

a) aus dem geglätteten Gleichstrom, der vom Wechselstromgleichrichter erzeugt wird sowie

b) einer Leistungssteuerung / -regelung des Kochfelds.

[0022] So entsteht der zuvor genannte amplitudenmodulierte Wechselstrom.

[0023] In Fig. 2 ist die Höhe der Amplitude in Abhängigkeit der Zeit als Hüllkurve dargestellt. Wie deutlich zu erkennen ist, nimmt die Amplitude der Schwingung periodisch ab und zu. Die Frequenz der Amplitudenmodulation kann hier z. B. 50 Hz und Vielfache davon betragen. Die Induktionsfrequenz, mit der die Spule schwingt, entspricht der Frequenz des hochfrequenten Wechsel-

stroms, der durch die Spule fließt. Die Induktionsfrequenz ist hochfrequent z. B. > 20 kHz während die Einhüllende der Strom bzw. Leitungsamplituden niederfrequent z.B. deutlich < 20 kHz ist und damit in den menschlichen Hörbereich kommt.

[0024] Die Reaktion des Kochgeschirrs beruht nicht allein auf der induzierten Induktionsfrequenz, sondern auf der überlagerten Frequenz, d. h. der Amplitudenmodulation, welche die Hüllkurve der sich periodisch ändernden Amplituden bildet. Diese Hüllkurve muss nicht symmetrisch ausgebildet sein, sondern kann auch schief, und / oder mit weiteren Oberfrequenzen überlagert, un stetig usw. sein.

[0025] In Figur 3 ist die Topfreaktion in Abhängigkeit der Induktionserregung gezeigt. Wie deutlich aus Figur 3 hervor geht, wird der Topf bzw. das Kochgeschirr 10 auch periodisch in Abhängigkeit der Amplitudenmodulation zum Schwingen angeregt. Diese periodische Anregung ist die Ursache für die Geräuschentwicklung. In Figur 3 ist die Topfreaktion schraffiert dargestellt, wobei der amplitudenmodulierte Wechselstrom, dem in Figur 2 gezeigten Wechselstromverlauf entspricht. Die Schwingfrequenz des Kochgeschirrs enthält viele Frequenzanteile bis hin zur Induktionsfrequenz. Der abgegebene Schall im hörbaren Bereich enthält ebenfalls ein breites Frequenzspektrum.

[0026] Figur 4 zeigt die Hüllkurven des gemessenen Wechselfelds 12 und der gemessenen Bewegungen mit der das Kochgeschirr 10 schwingt. Die gepunkteten Linien zeigen das Schwingungsverhalten des Kochgeschirrs, während die durchgehenden Linien die Hüllkurve der amplitudenmodulierten Induktionserregung zeigt. Die Schwingantwort eines handelsüblichen Topfes wurde hier über Laser-Doppler-Vibrometrie in einem Bereich bis 70 kHz gemessen.

[0027] Figur 5 zeigt den spektralen Inhalt der Induktionserregung und der Schwingungen des Kochgeschirrs aus Fig. 4, wobei die Induktionsfrequenzen in durchgehenden Linien, und die Kochgeschirrfrequenzen gestrichelt dargestellt sind. In dieser Darstellung ist die Schwingkreisfrequenz zur Erzeugung des Wechselstroms nicht enthalten. Die Schwingantwort ist hier bis zu einem Bereich bis 1500 Hz dargestellt. Um die Geräuschentwicklung des Kochgeschirrs zu vermindern bzw. zu vermeiden, wird gemäß der vorliegenden Erfindung die Amplitudenmodulation geglättet bzw. vollständig eliminiert. Je höher der Glättungsfaktor, desto geringer die Anregung des Kochgeschirrs. Daher sind gemäß der vorliegenden Erfindung Mittel 5 zum Glätten oder Eliminieren einer Amplitudenmodulation der hochfrequenten Induktionserregung des Topfes durch die Spule vorgesehen. Das bedeutet, dass die Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms, der durch die Induktionsspule 3 fließt, geglättet oder eliminiert wird oder aber erst gar nicht erzeugt wird.

[0028] Figur 6a zeigt in schematischer Darstellung eine teilweise Glättung der Hüllkurve, beispielsweise der Spannungs-/Leistungsamplitude oder Stromamplitude

im Schwingkreis.

[0029] Wenn der Glättungsfaktor 100 % beträgt, wie aus Figur 7a hervorgeht, sind nur noch zwei parallele Linien erkennbar, die den entsprechenden Amplitudenverlauf begrenzen.

[0030] Vorzugsweise liegt der Glättungsfaktor in einem Bereich von etwa 40 bis 100%. Aber auch bereits bei geringeren Glättungsfaktoren ist eine Geräuschreduzierung feststellbar. Der Glättungsfaktor liegt bei 0%, wenn die Hüllkurve einen Nullpunktsdurchgang der t-Achse aufweist. Bei der geglätteten Amplitudenmodulation gibt es keinen periodisch auftretenden Nullpunktsdurchgang der Hüllkurve. Vorzugsweise liegt bei der Glättung im Mittel die Zu- und Abnahme der Amplitude ZEA in einem Bereich bis zu 60 % der maximalen Amplitude $A_{\max}$, wobei $\Delta A = A_{\max} - A_{\min}$. Glättungsfaktor: $(1 - \Delta A / A_{\max}) * 100$.

[0031] In den Figuren 6b und 7b wurde das magnetische Wechselfeld in Abhängigkeit der Zeit gemessen. Diese Messung wurde mit der in Fig. 6 gezeigten Messanordnung durchgeführt. Dabei wurde eine Leiterschleife 30 zwischen Kochfläche 2 und Topfboden eingefügt. Zur Messung wurde ein handelsüblicher Kochtopf (z.B. Topstar der Firma WMF) verwendet. Bei dieser Anordnung hatte die Leiterschleife einen Durchmesser von 7 cm. In der Leiterschleife wird durch das magnetische Wechselfeld zwischen Herd und Topf eine Spannung induziert die gemessen wurde.

[0032] Die Topfreaktion ist durch die mittels Laser-Doppler-Vibrometrie gemessene Bewegung, mit der der Topf schwingt, in Abhängigkeit der Zeit dargestellt. Dabei wurde die mechanische Schwingung des Topfes mit dem in Fig. 6 dargestellten Laser-Doppler-Vibrometer (LDV) gemessen, der eine punktuelle Geschwindigkeit des Topfrandes im oberen Bereich in horizontaler Richtung erfasst.

[0033] Bei der in Figur 6b gezeigten Messung liegt der Glättungsfaktor etwa bei 70%. In Figur 7b liegt der Glättungsfaktor bei 100%. Wie aus dem Vergleich der Figuren 6b und 7b hervorgeht, ist die Topfreaktion bei einer vollständigen Glättung noch geringer als bei einem Glättungsfaktor von 70%. Jedoch vermag auch bereits ein Glättungsfaktor von 70% die Topfreaktion so stark zu reduzieren, dass die Geräuschemission deutlich reduziert wird.

[0034] Gemäß der vorliegenden Erfindung, muss also durch die Mittel 5 zum Glätten oder Eliminieren einer Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms verhindert werden, dass im Schwingkreis niederfrequente Schwingungsanteile vorhanden sind, da der Topf, wie zuvor erläutert, die mechanischen Schwingungen analog zur amplitudenmodulierten elektrischen Erregung ausführt.

[0035] Gemäß dem in Figur 11 gezeigten Ausführungsbeispiel sind dem Wechselstromgleichrichter bereits Mittel 5 zum Glätten des 2-phasigen oder 3-phasigen Wechselstroms in Form eines Kondensators 5 zugeordnet. Zusätzlich kann auch dem Schwingkreisgene-

rator 8, der auch die Schwingkreisregelung / -steuerung 21 umfasst., ein weiteres Glättungsmittel 5 zugeordnet werden, wie Glättungskondensatoren, Filter, etc., die die Amplitudenmodulation glätten bzw. eliminieren. Alternativ oder zusätzlich kann die Leistungsregelung im Schwingkreis auch derart durchgeführt werden, dass niederfrequente Schwingungen im Schwingkreis vermieden werden, was beispielsweise durch entsprechende Regelalgorithmen mit geeigneter Software erzielt werden kann. Durch die in Figur 11 gezeigten Maßnahme kann die Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms verhindert werden oder die Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms zumindest geglättet werden, z. B. wie in Figur 9b dargestellt.

[0036] Figur 12 ist eine weitere mögliche Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Figur 12 entspricht dabei im wesentlichen dem Ausführungsbeispiel in Figur 11 mit der Ausnahme, dass hier dem Wechselstromgleichrichter 20 keine Mittel 5 zum Glätten oder Eliminieren der Amplitudenmodulation zugeordnet sind. Wie deutlich aus der Figur 9a hervorgeht, weist dabei der gleichgerichtete Strom, der vom Wechselstromgleichrichter 20 erzeugt wird, periodisch auftretende Schwankungen auf, die bis zum Nullpunkt reichen können. Diese Schwankungen werden zugelassen. Es erfolgt beispielsweise eine anschließende Kompensation durch Einbeziehen dieser Schwankungen in die Leistungssteuerung / -regelung des Schwingkreises, z. B. durch eine Pulsweitensteuerung im Schwingkreis.

[0037] Eine weitere Ausführungsform ist beispielsweise in Figur 13 gezeigt, bei der als Stromquelle eine Gleichstromquelle verwendet wird. Die Mittel 5 werden hier durch die Gleichstromquelle realisiert. Eventuell notwendige Mittel 5 sind dann dem Schwingkreisgenerator bzw. der Schwingkreisregelung / -steuerung zugeordnet, damit es auch hier zu keiner Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms kommt.

[0038] Es ist auch möglich, dass gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel kein Wechselstromgleichrichter verwendet wird und als Spannungsquelle für den Schwingkreisgenerator 8 die Netzspannung verwendet wird. Figur 10 zeigt hier ein Beispiel für den Amplitudenverlauf des Wechselstroms, der dann dem Schwingkreisgenerator 8 zugeführt wird. Der Ausgleich der jetzt vorzeichenbehafteten Schwankungen wird durch den Schwingkreisgenerator und die Leistungsregelung / -steuerung im Schwingkreis, wie zuvor beschrieben, durch entsprechende Schaltungstechnik im Schwingkreis oder durch eine entsprechende Ansteuerung des Schwingkreises, realisiert.

[0039] Die in den Figuren 11 bis 13 gezeigten möglichen Ausführungsformen sind nur Beispiele dafür, wie ein geeigneter hochfrequenter Wechselstrom erzeugt werden kann, der kein Brummen im Kochgeschirr erzeugt. Wesentlich ist jedoch ausschließlich, dass die Generatoreinrichtung einen hochfrequenten Wechselstrom erzeugt, der durch die Spule 3 fließt, die keine Amplitudenmodulation aufweist, oder aber eine geglättete Am-

plitudenmodulation, wie in den Figuren 6 und 7 dargestellt ist. Somit kann die Geräuscentwicklung von Kochgeschirren je nach Glättungsfaktor vermindert bzw. vollständig vermieden werden.

Patentansprüche

1. Induktionskochfeld (1) zur induktiven Erwärmung von Kochgeschirr (10) mit einer mit hochfrequentem Wechselstrom gespeisten Induktionsspule (3) zum Erzeugen der elektromagnetischen Heizenergie, sowie einer Generatoreinrichtung (4) zum Erzeugen des hochfrequenten Wechselstroms **dadurch gekennzeichnet, dass** die Generatoreinrichtung (4) zur Reduzierung vom Brummgeräuschen des Kochgeschirrs Mittel (5) zum Glätten oder Eliminieren einer Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms umfasst.
2. Induktionskochfeld (1) nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Generatoreinrichtung (4) einen Wechselstromgleichrichter (20) sowie einen Schwingkreisgenerator (8) umfasst.
3. Induktionskochfeld (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel (5) zum Glätten oder Eliminieren dem Wechselstromgleichrichter (20) zugeordnet ist und den vom Wechselstromgleichrichter (20) erzeugten, ungeglätteten Gleichstrom glättet.
4. Induktionskochfeld (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel (5) zum Glätten oder Eliminieren dem Schwingkreisgenerator (8) zugeordnet ist.
5. Induktionskochfeld (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Generatoreinrichtung (4) einen Schwingkreisgenerator (8) umfasst, der mit der Netzspannung betrieben wird.
6. Induktionskochfeld (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingkreisgenerator (8) eine Schwingkreisregelung / -steuerung (21) umfasst, wobei eine Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms durch eine Leistungsregelung im Schwingkreis geglättet oder eliminiert wird.
7. Induktionskochfeld (1) nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (5) die Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms mit einem Glättungsfaktor

von etwa 40 bis 100 % glätten.

8. Verfahren zur induktiven Erwärmung von Kochgeschirr (10) mit Hilfe eines Induktionskochfeldes (1) mit einer mit hochfrequenten Wechselstrom gespeisten Induktionsspule (3), sowie einer Generatoreinrichtung (4) zum Erzeugen des hochfrequenten Wechselstroms mit folgenden Schritten:

- Speisen der Generatoreinrichtung (4) mit Strom, um hochfrequenten Wechselstrom zu erzeugen,
- Speisen der Induktionsspule (3) mit hochfrequenten Wechselstrom und erzeugen eines magnetischen Wechselfeldes, das im Kochgeschirr (10) Wirbelströme erzeugt,

dadurch gekennzeichnet, dass

zur Reduzierung von Brummgeräuschen des Kochgeschirrs der hochfrequente Wechselstrom derart erzeugt wird, dass er keine Amplitudenmodulation aufweist, oder dass die Amplitudenmodulation des hochfrequenten Wechselstroms geglättet ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Glättungsfaktor 40 bis 100 % beträgt.
10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kochgeschirr (10) derart durch das magnetische Wechselfeld in Schwingung versetzt wird, dass es zu keiner oder einer reduzierten Geräuschemission kommt.
11. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** einen Schwingkreisgenerator (8) der Generatoreinrichtung (4) ein geglätteter Gleichstrom zugeführt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 8 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistungsregelung des Schwingkreises eines Schwingkreisgenerators (8) derart erfolgt, dass **dadurch** keine niederfrequenten Schwingungen in den Schwingkreis eingebracht werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistungsregelung derart erfolgt, dass die Amplitudenschwankungen aufgrund eines nicht geglätteten Gleichstroms, der dem Schwingkreis zugeführt wird, kompensiert werden.

Claims

1. Induction hob (1) for inductively heating cookware (10), with

5

 - an induction coil (3) supplied with high-frequency alternating current, to supply the electromagnetic heating power, as well as
 - a generator device (4) for generating the high-frequency alternating current,

10

characterised in that
the generator device (4) comprises means (5) for smoothing or eliminating an amplitude modulation of the high-frequency alternating current, to reduce humming noises in the cookware.

15
2. Induction hob (1) according to claim 1,
characterised in that the generator device (4) comprises an AC rectifier (20) as well as an oscillatory circuit generator (8).

20
3. Induction hob (1) according to claim 2,
characterised in that the means (5) for smoothing or eliminating are assigned to the AC rectifier (20), and smooth the unsmoothed direct current generated by the AC rectifier (20).

25
4. Induction hob (1) according to claim 2 or 3,
characterised in that the means (5) for smoothing or eliminating are assigned to the oscillatory circuit generator (8).

30
5. Induction hob (1) according to claim 1,
characterised in that the generator device (4) comprises an oscillatory circuit generator (8) which is operated with mains voltage.

35
6. Induction hob (1) according to claim 4 or 5,
characterised in that the oscillatory circuit generator (8) comprises an oscillatory circuit control system (21), wherein an amplitude modulation of the high-frequency alternating current is smoothed or eliminated by an output regulator in the oscillatory circuit.

40

45
7. Induction hob (1) according to claim 1,
characterised in that the means (5) smooth the amplitude modulation of the high-frequency alternating current with a smoothing factor of about 40 to 100%.

50
8. Method for inductively heating cookware (10) with the aid of an induction hob (1) with an induction coil (3) supplied with high-frequency alternating current, as well as a generator device (4) for generating the high-frequency alternating current, with the following steps:

55

- supplying the generator device (4) with current, in order to generate a high-frequency alternating current,
- supplying the induction coil (3) with high-frequency alternating current and generating a magnetic alternating field which generates eddy currents in the cookware (10),

characterised in that

to reduce humming noises in the cookware, the high-frequency alternating current is produced in such a way that it shows no amplitude modulation, or
that the amplitude modulation of the high-frequency alternating current is smoothed.

9. Method according to claim 8,
characterised in that the smoothing factor is 40 to 100 %.
10. Method according to at least one of the claims 8 to 9,
characterised in that the cookware (10) is set into oscillation by the magnetic alternating field in such a way that there is no noise emission or only reduced noise emission.
11. Method according to at least one of the claims 8 to 10,
characterised in that an oscillatory circuit generator (8) of the generator device (4) is supplied with a smoothed direct current.
12. Method according to claim 8 or 12,
characterised in that the output regulation of the oscillatory circuit of an oscillatory circuit generator (8) is executed in such a way that thereby no low-frequency oscillations are introduced into the oscillatory circuit.
13. Method according to claim 12,
characterised in that the output regulation is executed in such a way that the amplitude fluctuations caused by an unsmoothed direct current that is supplied to the oscillatory circuit are compensated.

Revendications

1. Plaque de cuisson à induction (1) pour chauffer par induction une casserole (10)
 - avec une bobine d'induction (3) alimentée par un courant alternatif à haute fréquence pour produire l'énergie électromagnétique de chauffage
 - et avec un dispositif générateur (4) pour produire le courant alternatif à haute fréquence, **caractérisée en ce que** le dispositif générateur (4) comprend, pour réduire le ronflement de la casserole, un moyen (5) de lissage ou d'élimi-

nation d'une modulation d'amplitude du courant alternatif à haute fréquence.

2. Plaque de cuisson à induction (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le dispositif générateur (4) comprend un redresseur de courant alternatif (20) et un générateur à circuit oscillant (8). 5
3. Plaque de cuisson à induction (1) selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le moyen (5) de lissage ou d'élimination est associé au redresseur de courant alternatif (20) et lisse le courant continu non lissé produit par le redresseur de courant alternatif (20). 10
4. Plaque de cuisson à induction (1) selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce que** le moyen (5) de lissage ou d'élimination est associé au générateur à circuit oscillant (8). 15
5. Plaque de cuisson à induction (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le dispositif générateur (4) comprend un générateur à circuit oscillant (8) qui fonctionne sur la tension de réseau. 20
6. Plaque de cuisson à induction (1) selon la revendication 4 ou 5, **caractérisée en ce que** le générateur à circuit oscillant (8) comprend une régulation/commande de circuit oscillant (21), une modulation d'amplitude du courant alternatif à haute fréquence étant lissée ou éliminée par une régulation de puissance dans le circuit oscillant. 25
7. Plaque de cuisson à induction (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le moyen (5) lisse la modulation d'amplitude du courant alternatif à haute fréquence avec un facteur de lissage d'environ 40 à 100 %. 30
8. Procédé pour chauffer par induction une casserole (10) à l'aide d'une plaque de cuisson à induction (1) avec une bobine d'induction (3) alimentée par un courant alternatif à haute fréquence et avec un dispositif générateur (4) pour produire le courant alternatif à haute fréquence, comportant les étapes suivantes : 40
 - alimentation du dispositif générateur (4) par un courant pour produire un courant alternatif à haute fréquence, 45
 - alimentation de la bobine d'induction (3) par un courant alternatif à haute fréquence et production d'un champ magnétique alternatif qui produit des courants de Foucault dans la casserole (10), 50

caractérisé en ce que

- pour réduire le ronflement de la casserole, le courant alternatif est produit à haute fréquence de telle sorte qu'il ne présente pas de modulation d'amplitude
- ou on lisse la modulation d'amplitude du courant alternatif à haute fréquence.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le facteur de lissage est de 40 à 100 %. 10
10. Procédé selon au moins l'une des revendications 8 à 9, **caractérisé en ce que** la casserole (10) est mise en oscillation par le champ magnétique alternatif de telle sorte qu'il ne se produit pas d'émission de bruit ou qu'une émission de bruit réduite. 15
11. Procédé selon au moins l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce qu'un** courant continu lissé est envoyé à un générateur à circuit oscillant (8) du dispositif générateur (4). 20
12. Procédé selon la revendication 8 ou 12, **caractérisé en ce que** la régulation de puissance du circuit oscillant d'un générateur à circuit oscillant (8) s'effectue de telle sorte qu'aucune oscillation à basse fréquence n'est introduite dans le circuit oscillant. 25
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la régulation de puissance s'effectue de telle sorte que les variations d'amplitude dues à un courant continu non lissé qui est envoyé au circuit oscillant sont compensées. 30

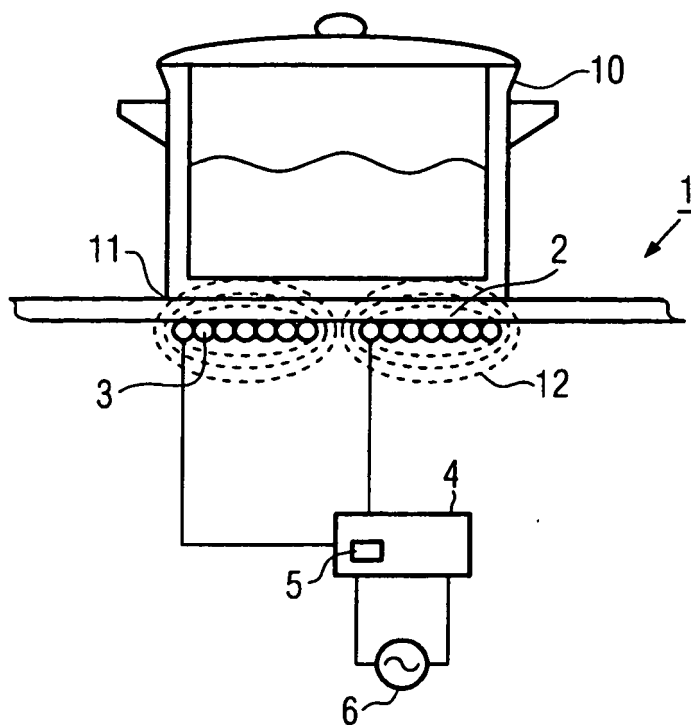


FIG. 1

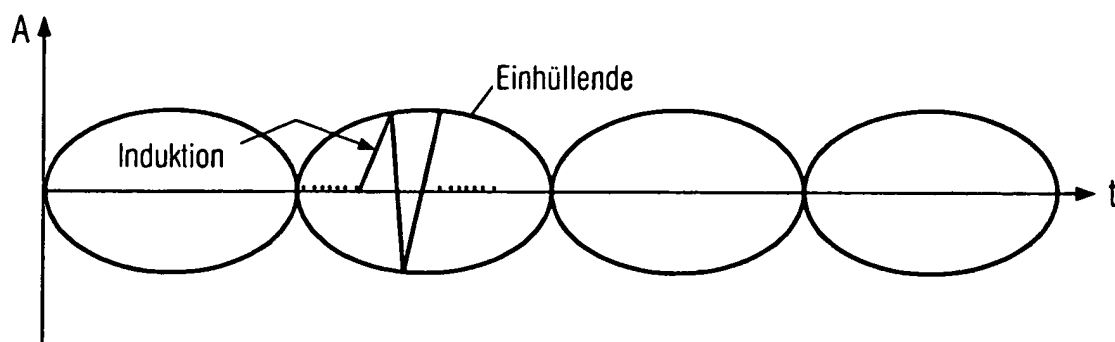


FIG. 2

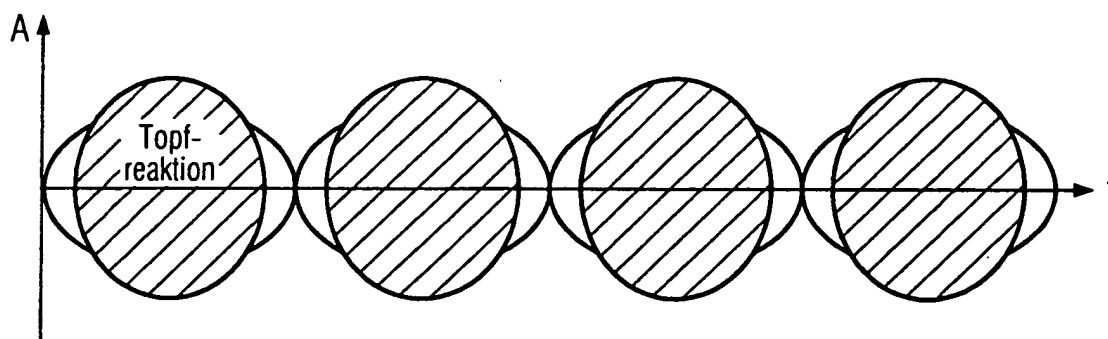


FIG. 3

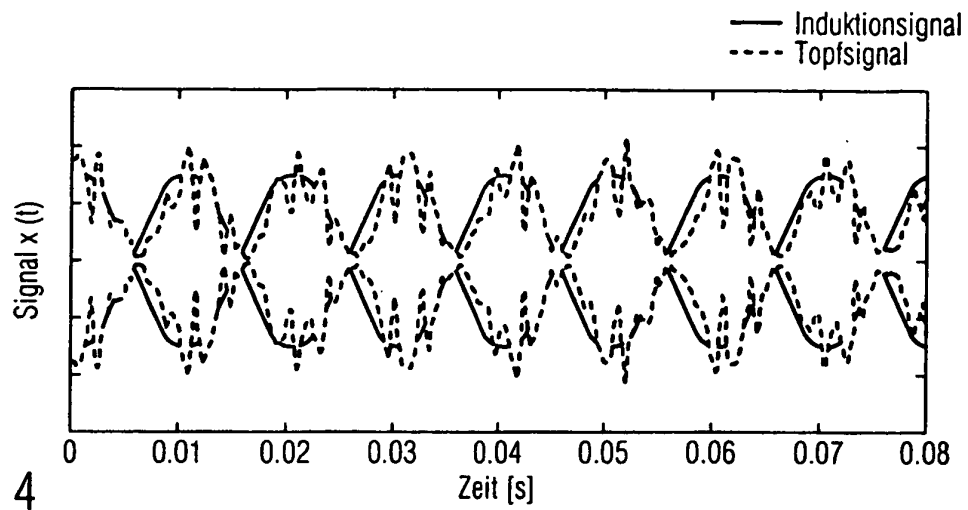


FIG. 4

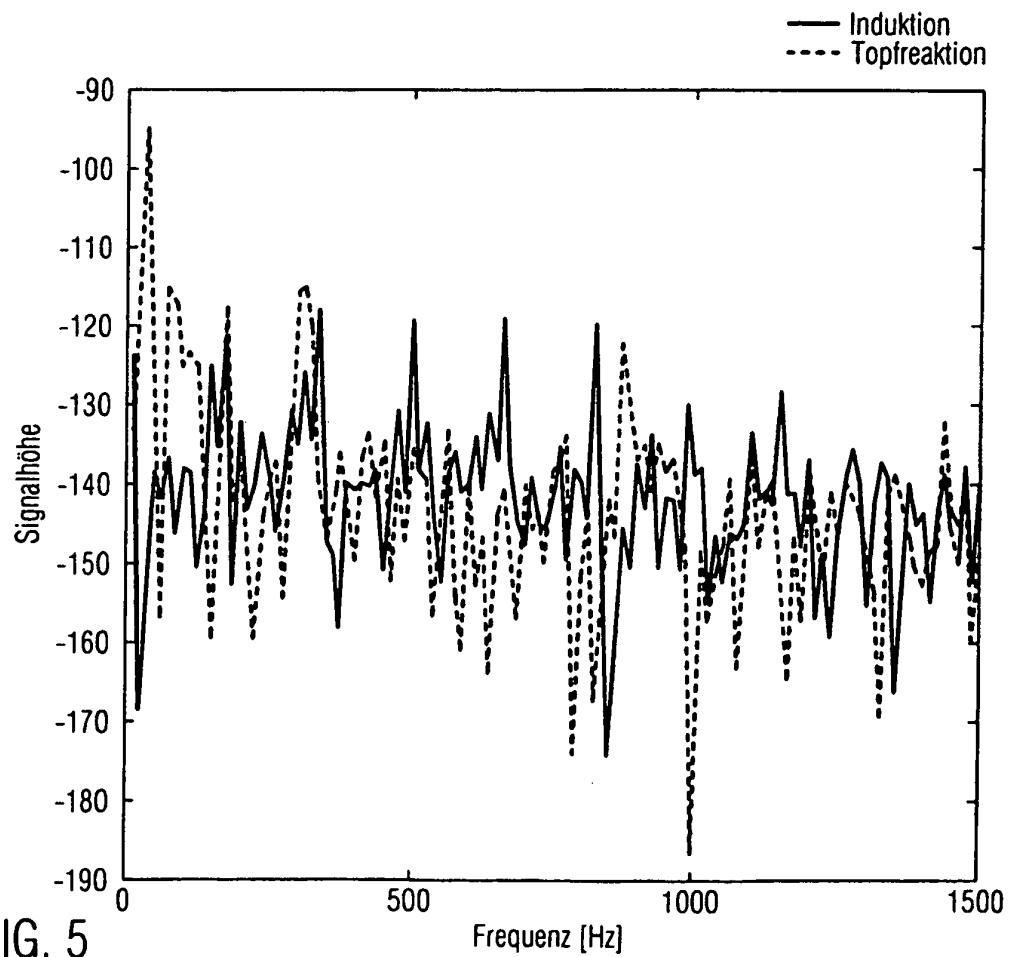


FIG. 5

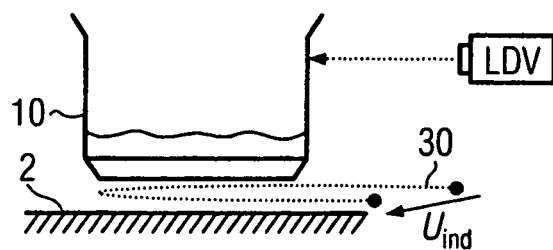


FIG. 6

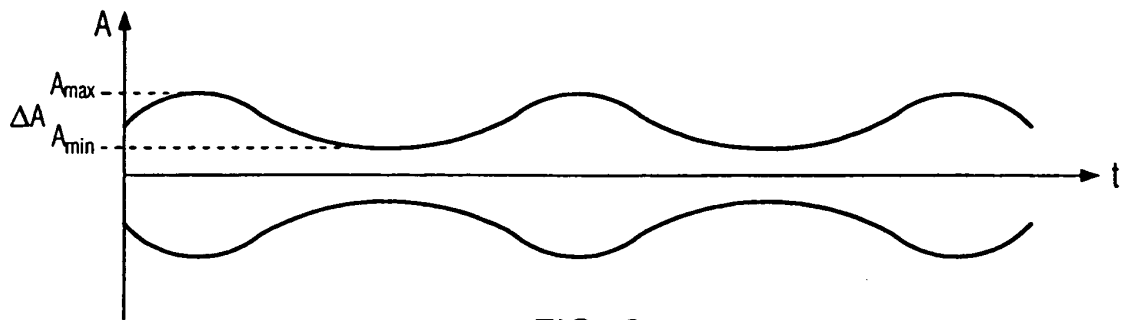


FIG. 6a

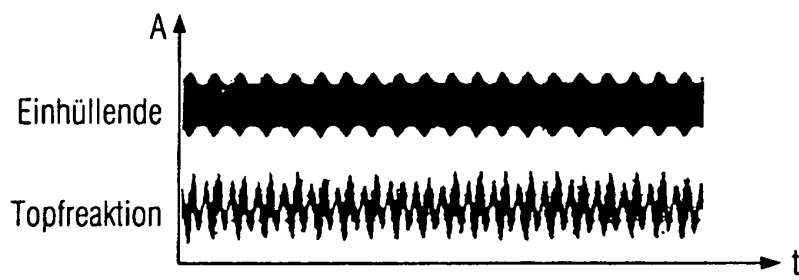


FIG. 6b

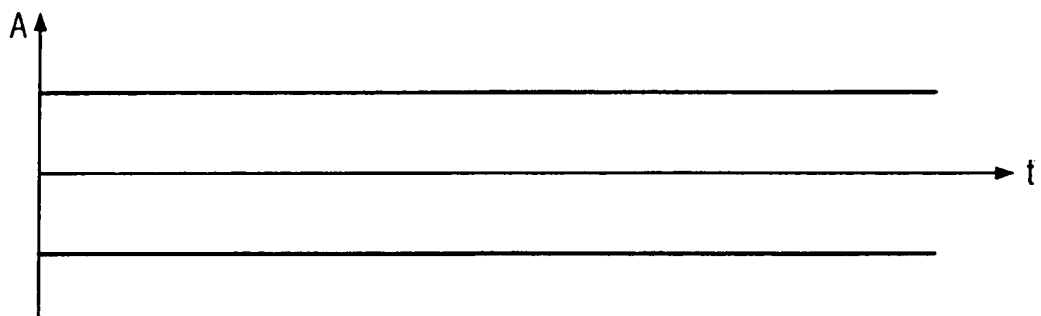


FIG. 7a

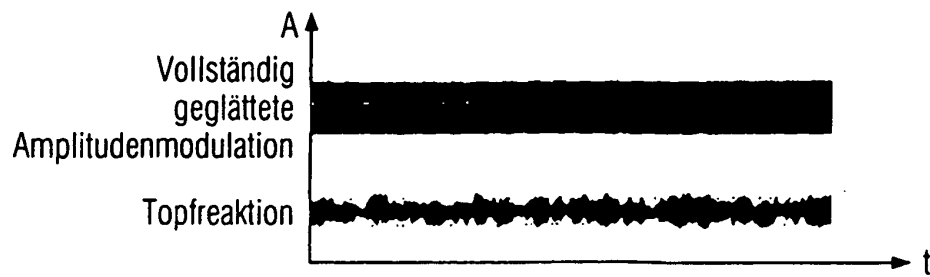


FIG. 7b

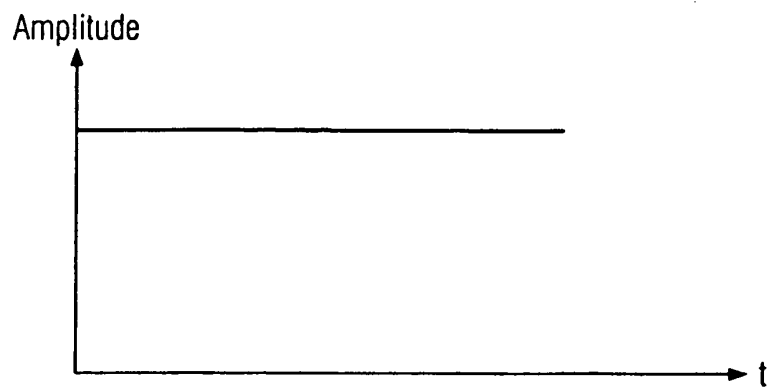


FIG. 8

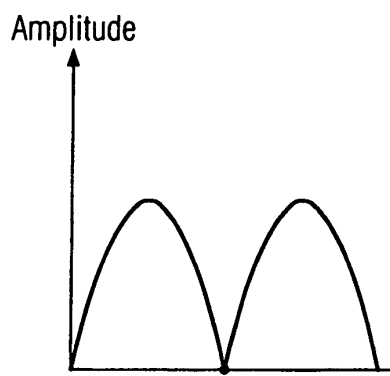


FIG. 9a

Nullpunkt

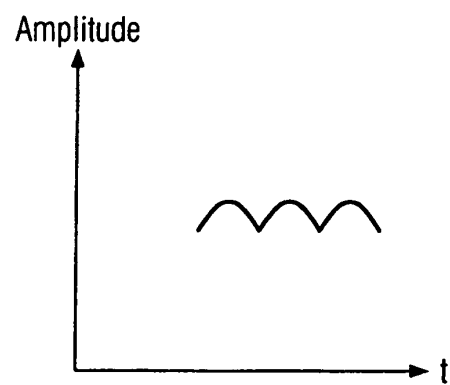


FIG. 9b

kein Nullpunkt

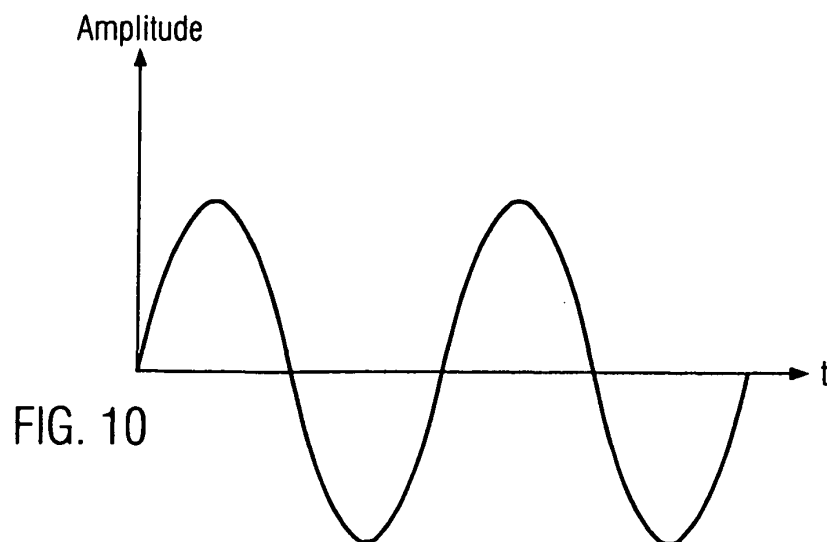


FIG. 10

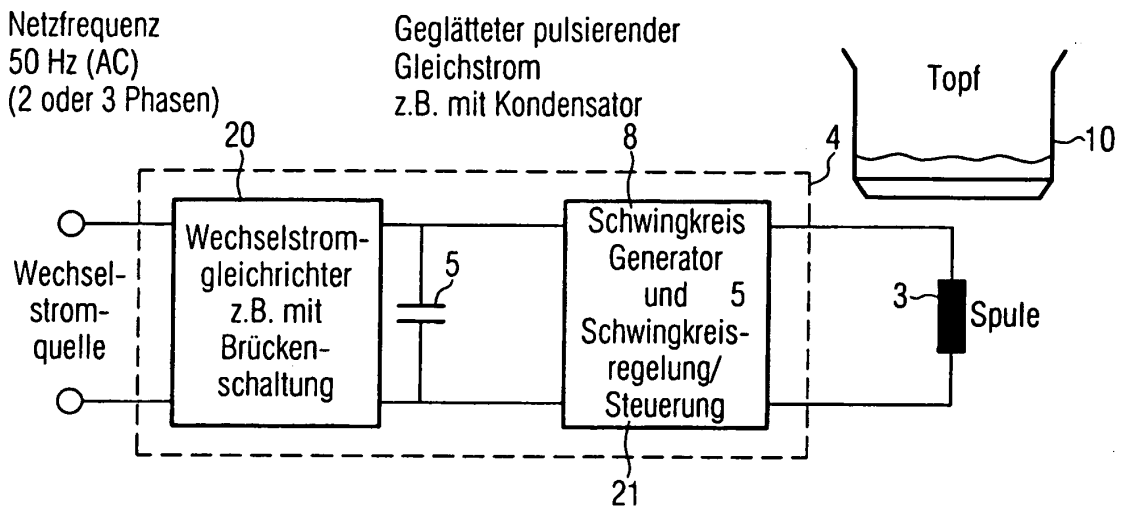


FIG. 11

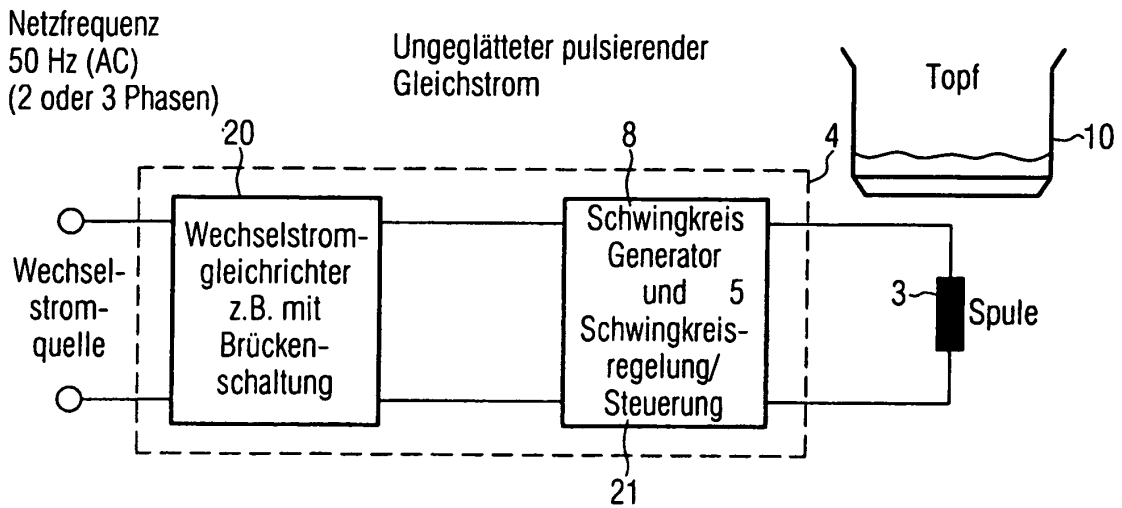


FIG. 12

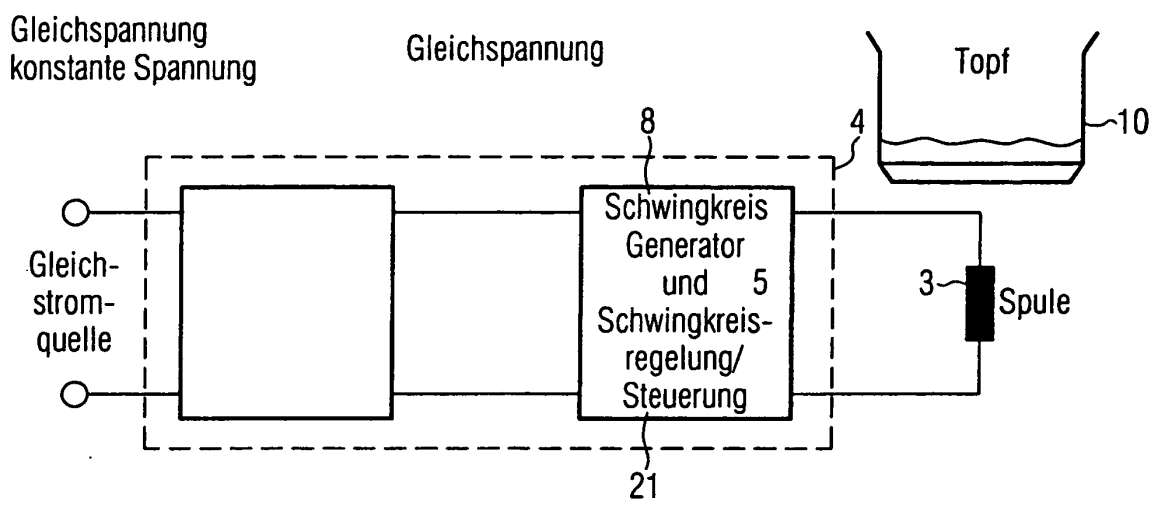


FIG. 13

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

- GB 2199720 A [0002]