

(19)



(11)

EP 2 574 144 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.03.2013 Patentblatt 2013/13

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

(21) Anmeldenummer: **12185392.3**

(22) Anmeldetag: **21.09.2012**

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

- **Egenter, Christian**
75015 Bretten (DE)
- **Kappes, Werner**
69437 Neckargerach (DE)
- **Westrich, Stefan**
75015 Bretten (DE)

(30) Priorität: **26.09.2011 DE 102011083386**

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

(71) Anmelder: **E.G.O. ELEKTRO-GERÄTEBAU GmbH**
75038 Oberderdingen (DE)

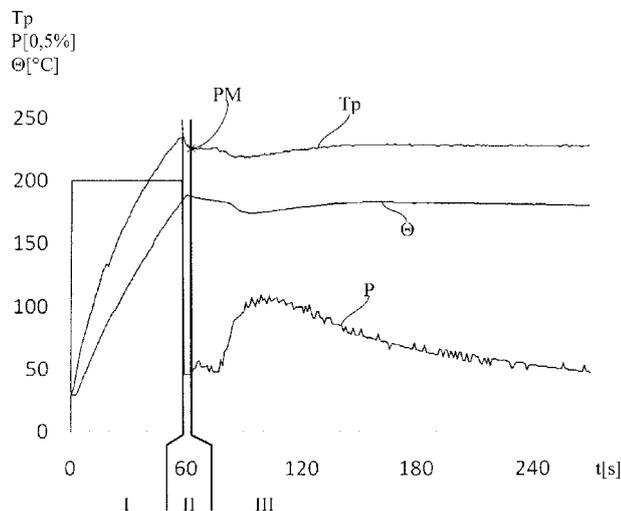
(72) Erfinder:
 • **Schilling, Wilfried**
76703 Kraichtal (DE)

(54) **Verfahren zum Beheizen eines Kochgefäßes mittels einer Induktionsheizeinrichtung und Induktionsheizeinrichtung**

(57) Ein Verfahren zum Beheizen eines Kochgefäßes mittels einer Induktionsheizeinrichtung, wobei die Induktionsheizeinrichtung einen Schwingkreis mit einer Induktionsheizspule umfasst, weist die Schritte auf: Einspeisen einer vorgegebenen Energiemenge in das Kochgefäß mittels der Induktionsheizeinrichtung in Abhängigkeit von einer von einem Benutzer gewählten Heizlei-

stungsstufe und/oder von einem von dem Benutzer ausgewählten Kochgefäßstyp, anschließendes Ermitteln und Speichern eines Parameterwerts des Schwingkreises, der von einer Temperatur des Kochgefäßes, insbesondere des Kochgefäßbodens, abhängig ist, und Regeln des mindestens einen Parameterwerts auf einen Sollwert, der von dem gespeicherten Parameterwert abhängt.

Fig.2



EP 2 574 144 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beheizen eines Kochgefäßes mittels einer Induktionsheizeinrichtung und eine Induktionsheizeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Bei Induktionsheizeinrichtungen wird mittels einer Induktionsheizspule ein magnetisches Wechselfeld erzeugt, welches in einem zu beheizenden Kochgefäß mit einem Boden aus ferromagnetischem Material Wirbelströme induziert und Ummagnetisierungsverluste bewirkt, wodurch das Kochgefäß erhitzt wird.

[0003] Die Induktionsheizspule ist Bestandteil eines Schwingkreises, der die Induktionsheizspule und einen oder mehrere Kondensatoren umfasst. Die Induktionsheizspule ist üblicherweise als flächige, spiralförmig gewickelte Spule mit zugehörigen Ferrit-Kernen ausgeführt und beispielsweise unter einer Glaskeramikoberfläche eines Induktionskochfelds angeordnet. Die Induktionsheizspule bildet hierbei in Verbindung mit dem zu beheizenden Kochgeschirr einen induktiven und einen resistiven Teil des Schwingkreises.

[0004] Zur Ansteuerung bzw. Anregung des Schwingkreises wird zunächst eine niederfrequente Netzwechselspannung mit einer Netzfrequenz von beispielsweise 50Hz bzw. 60Hz gleichgerichtet und anschließend mittels Halbleiterschaltern in ein Anregungs- bzw. Ansteuersignal höherer Frequenz umgesetzt. Das Anregungssignal bzw. die Ansteuerspannung ist üblicherweise eine Rechteckspannung mit einer Frequenz in einem Bereich von 20kHz bis 50kHz. Eine Schaltung zur Erzeugung des Anregungssignals wird auch als (Frequenz-)Umrichter bezeichnet.

[0005] Zum Einstellen einer Heizleistungseinspeisung in das Kochgefäß in Abhängigkeit von einem eingestellten Heizleistungssollwert sind unterschiedliche Verfahren bekannt.

[0006] Bei einem ersten Verfahren wird eine Frequenz des Anregungssignals bzw. der rechteckförmigen Spannung in Abhängigkeit von der abzugebenden bzw. einzuspeisenden Heizleistung bzw. vom gewünschten Leistungsumsatz verändert. Dieses Verfahren zur Einstellung der Heizleistungsabgabe macht von der Tatsache Gebrauch, dass bei einer Anregung des Schwingkreises mit dessen Resonanzfrequenz eine maximale Heizleistungsabgabe erfolgt. Je größer die Differenz zwischen der Frequenz des Anregungssignals und der Resonanzfrequenz des Schwingkreises wird, desto kleiner wird die abgegebene Heizleistung.

[0007] Wenn die Induktionsheizeinrichtung jedoch mehrere Schwingkreise aufweist, beispielsweise, wenn die Induktionsheizeinrichtung ein Induktionskochfeld mit unterschiedlichen Induktionskochstellen bildet, und unterschiedliche Heizleistungen für die Schwingkreise eingestellt sind, können durch Überlagerung der unterschiedlichen Frequenzen der Anregungssignale Schwebungen verursacht werden, die zu störenden Geräuschen führen können.

[0008] Ein Verfahren zur Heizleistungseinstellung, welches Störgeräusche aufgrund derartiger Schwebungen vermeidet, ist eine Pulsweitenmodulation des Anregungssignals bei konstanter Erregerfrequenz, bei dem ein Effektivwert einer Heizleistung mittels Veränderung der Pulsbreite des Anregungssignals eingestellt wird. Bei einer derartigen Effektivwertsteuerung durch Veränderung der Pulsbreite bei konstanter Erregerfrequenz entstehen jedoch hohe Ein- und Ausschaltströme in den Halbleiterschaltern, wodurch ein breitbandiges und energiereiches Störspektrum verursacht wird.

[0009] Häufig ist es wünschenswert, eine Temperatur eines derart induktiv erwärmten Kochgefäßbodens zu bestimmen, um beispielsweise spezifische zeitliche Erwärmungsprofile erzeugen zu können und/oder eine optimale Brattemperatur an einer Oberfläche einer Pfanne automatisch einzustellen.

[0010] Die DE 10 2009 047 185 A1 offenbart ein Verfahren und eine Induktionsheizeinrichtung, bei denen temperaturabhängige ferromagnetische Eigenschaften des Kochgefäßbodens mit hoher Auflösung gemessen und zur Bestimmung der Temperatur des Kochgefäßbodens ausgewertet werden.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Beheizen eines Kochgefäßes mittels einer Induktionsheizeinrichtung und eine Induktionsheizeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Verfügung zu stellen, die, insbesondere basierend auf dem in der DE 10 2009 047 185 A1 offenbarten Messprinzip, ein temperaturgesteuertes bzw. temperaturgeregeltes Kochen ermöglichen.

[0012] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Induktionsheizeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 6.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Beheizen eines Kochgefäßes, insbesondere in Form einer (Brat-)Pfanne, mittels einer Induktionsheizeinrichtung, wobei die Induktionsheizeinrichtung einen Schwingkreis mit einer Induktionsheizspule umfasst. Das Verfahren weist folgende Schritte auf: Einspeisen einer vorgegebenen Energiemenge in das Kochgefäß mittels der Induktionsheizeinrichtung in Abhängigkeit von einer von einem Benutzer gewählten Heizleistungsstufe und/oder von einem von dem Benutzer ausgewählten Kochgefäßtyp, anschließendes Ermitteln und Speichern eines sich einstellenden Parameterwerts des Schwingkreises, insbesondere einer Eigenresonanzfrequenz des Schwingkreises bzw. einer zur Eigenresonanzfrequenz gehörenden Periodendauer, der bzw. die von einer Temperatur des Kochgefäßes, insbesondere des Kochgefäßbodens, abhängig ist, und Regeln des mindestens einen Parameterwerts auf einen Sollwert, der von dem gespeicherten Parameterwert abhängt.

[0014] In einer Weiterbildung ist der Sollwert des Parameterwerts gleich dem gespeicherten Parameterwert.

[0015] In einer Weiterbildung wird nach dem Einspeisen der vorgegebenen Energiemenge in das Kochgefäß

ein Signal an einen Benutzer ausgegeben.

[0016] In einer Weiterbildung wird nach dem Einspeisen der vorgegebenen Energiemenge in das Kochgefäß und vor dem Ermitteln und Speichern des Parameterwerts des Schwingkreises das Kochgefäß für eine vorgegebene Einschwingdauer mit einer vorgegebenen Heizleistung beaufschlagt. Bevorzugt wird die Einschwingdauer zwischen einer Sekunde und 10 Sekunden, bevorzugt gleich 5 Sekunden, gewählt und die vorgegebene Heizleistung zwischen 10 % und 50 %, bevorzugt gleich 25 %, einer Nenn-Heizleistung gewählt.

[0017] Die Induktionsheizeinrichtung weist auf: einen Schwingkreis mit einer Induktionsheizspule, eine Einrichtung zum Messen der eingespeisten Energie und eine Steuereinrichtung, die dazu ausgebildet ist, das oben genannte Verfahren durchzuführen.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, die bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung darstellen. Hierbei zeigt schematisch:

Fig. 1 eine Induktionsheizeinrichtung mit einem Schwingkreis, der eine Induktionsheizspule aufweist, einer Einrichtung zum Messen einer eingespeisten Energie und einer Steuereinrichtung und

Fig. 2 zeitliche Verläufe einer Temperatur eines Kochgefäßbodens, der mittels der in Fig. 1 dargestellten Induktionsheizeinrichtung erwärmt wird, einer in das Kochgefäß mittels der Induktionsheizeinrichtung eingespeisten Heizleistung und einer Periodendauer einer eigenresonanten Schwingung des Schwingkreises.

[0019] Fig. 1 zeigt schematisch eine Induktionsheizeinrichtung 9 mit einem Schwingkreis 4, der eine Induktionsheizspule 1 und Kondensatoren 2 und 3 aufweist, einem Leistungsteil 7, der gesteuert von einer Steuereinrichtung 8 herkömmlich eine niederfrequente Netzwechselspannung UN mit einer Netzfrequenz von beispielsweise 50Hz gleichgerichtet und anschließend mittels nicht dargestellter Halbleiterschaltern in eine Rechteckspannung UR mit einer Frequenz in einem Bereich von 20kHz bis 50kHz umsetzt, wobei der Schwingkreis 4 bzw. dessen Induktionsheizspule 1 mit der Rechteckspannung UR beaufschlagt wird, um Heizleistung in einen ferromagnetischen Boden eines Kochgefäß 5 einzuspeisen, und einer Einrichtung 10 zum Messen der in das Kochgefäß 5 eingespeisten Energie.

[0020] Die Kondensatoren 2 und 3 sind herkömmlich in Serie zwischen Pole UZK+ und UZK- einer Zwischenkreisspannung eingeschleift, wobei ein Verbindungsknoten der Kondensatoren 2 und 3 mit einem Anschluss der Induktionsheizspule 1 verbunden ist.

[0021] Die Induktionsheizeinrichtung 9 weist nicht näher dargestellte Messmittel auf, die ein fortlaufendes bzw. periodisches Ermitteln eines Parameterwerts des

Schwingkreises 4 in Form einer Periodendauer T_p (siehe Fig. 2) einer eigenresonanten Schwingung des Schwingkreises 4 ermöglichen, wobei die Periodendauer T_p von der Temperatur des Kochgefäßbodens abhängig ist, d.h. bei zunehmender Temperatur ebenfalls zunimmt, da mit steigender Temperatur des Kochgefäßbodens die wirksame Induktivität zunimmt, so dass die Resonanzfrequenz abnimmt und entsprechend die Periodendauer zunimmt. Die Periodendauer T_p kann beispielsweise mittels eines Timers eines Mikrocontrollers bestimmt werden.

[0022] Zum Aufbau und der grundsätzlichen Funktion der Messmittel, des Messverfahrens und der Heizleistungseinstellung sei auch auf die DE 10 2009 047 185 A1 verwiesen, die hiermit insoweit durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht wird, um Wiederholungen zu vermeiden.

[0023] Fig. 2 zeigt zeitliche Verläufe einer Temperatur Θ des Topfbodens 5, der mittels der in Fig. 1 dargestellten Induktionsheizeinrichtung 9 erwärmt wird, einer in das Kochgefäß 5 mittels der Induktionsheizeinrichtung eingespeisten Heizleistung P (in 0,5% einer Nenn-Heizleistung) und der Periodendauer T_p einer eigenresonanten Schwingung des Schwingkreises 4 bei einer Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0024] Die Steuereinrichtung 8 ermittelt fortlaufend periodisch die Periodendauer T_p einer eigenresonanten Schwingung des Schwingkreises 4, wobei hierzu kurzzeitig die Heizleistungszufuhr unterbrochen und auf einen eigenresonanten Betrieb des Schwingkreises 4 umgeschaltet wird. Aufgrund der geringen zeitlichen Auflösung sind diese Phasen in Fig. 2 nicht dargestellt.

[0025] In einem Zeitintervall I wird der Schwingkreises 4 mit der hochfrequenten Rechteckspannung UR mit einem maximalen Heizleistungssollwert (entspricht 100% einer Nenn-Heizleistung) so lange beaufschlagt, bis ermittelt von der Vorrichtung 10 eine vorgegebene Energiemenge in das Kochgefäß 5 mittels der Induktionsheizeinrichtung 9 eingespeist ist, wobei die vorgegebene Energiemenge von einer von einem Benutzer gewählten Heizleistungsstufe und/oder von einem von dem Benutzer ausgewählten Kochgefäßstyp abhängig sein kann.

[0026] Am Ende des Zeitintervalls I schließt sich ein Einschwingintervall II an, während dem das Kochgefäß 5 für 5 Sekunden mit ca. 25 % der Nenn-Heizleistung beaufschlagt wird.

[0027] Am Ende des Zeitintervalls II wird die momentane Periodendauer T_p ermittelt und als Sollwert PM gespeichert. In einem anschließenden Zeitintervall III wird Periodendauer T_p auf den gespeicherten Sollwert PM geregelt.

[0028] Das Aufheizen von Kochgefäßen, beispielsweise Bratpfannen, auf eine geeignete Arbeitstemperatur erfolgt erfindungsgemäß energiegesteuert. Die durch Geschirrmasse, Wärmekapazität, Endtemperatur und Wärmeverlust gegebene Energiemenge kann beispielsweise experimentell ermittelt, gespeichert und immer wieder zugeführt werden, um die gewünschte Ar-

beitstemperatur zu reproduzieren.

[0029] Zur dosierten Energiezuführung weist das Kochsystem pro Kochzone die Einrichtung 10 zum Messen der eingespeisten Energie auf. Das Kochsystem stellt eine Palette von vorzugsweise 9 abgestuften Aufheizenergiemengen zur Verfügung, die derart abgestuft sind, dass sowohl leichte als auch schwere Bratpfannen auf eine Arbeitstemperatur zwischen 140°C und 210°C aufgeheizt werden können.

[0030] Hierzu wird beispielsweise in einer Betriebsart Braten auf Heizstufe 1 eine solche Energiemenge freigegeben, die eine leichte Pfanne auf ca. 140°C aufheizt, z.B. 25Wh. Auf der Heizstufe 9 wird eine Energiemenge von z.B. 80Wh freigegeben, die eine schwere Pfanne auf ca. 200°C aufheizen kann. Den Stufen 2-8 sind Energiemengen zugeordnet, die zwischen den beiden Grenzwerten der Stufen 1 und 9 liegen.

[0031] Ein Benutzer verwendet normalerweise nur wenige unterschiedliche Pfannentypen und kann somit schnell erlernen, welche Stufe für welche Pfanne am besten geeignet ist.

[0032] Unmittelbar nach dem Einbringen der Aufheizenergie oder nach einer geeignet gewählten Einschwingzeit wird der aktuelle Temperaturwert bzw. eine hierfür stellvertretende Größe induktiv gemessen und als Führungsgröße für eine (mittelbare) Temperaturregelung verwendet. Somit ist es nicht notwendig, den genauen Zusammenhang zwischen Messgröße und Temperatur zu kennen. Es findet praktisch bei jeder Aufheizung eine Art Kalibrierung statt.

[0033] Wenn ein Eingabegerät mit Benutzerkommunikation zur Verfügung steht, können dem Benutzer unterschiedliche Pfannen zur Auswahl gestellt werden, wobei der Benutzer diejenige Pfanne auswählt, die seiner am ähnlichsten ist bzw. mit seiner identisch ist, und zusätzlich die gewünschte Temperatur eingibt. Daraus kann dann das System die benötigte Aufheizenergie ableiten.

[0034] Das Erreichen der gewünschten Brattemperatur wird dem Benutzer durch ein akustisches und/oder optisches Signal gemeldet.

[0035] Eine Zugabe eines Lebensmittels in das Kochgefäß 5 kann aufgrund einer Änderung der Periodendauer T_p schnell erkannt und durch Erhöhen der Heizleistung ausgeregelt werden, wie dies beispielsweise aus Fig. 2 am Anfang des Zeitintervalls III hervorgeht. Die Zugabe eines Steaks führt hier zu einer Verringerung der Temperatur \ominus bzw. der Periodendauer TP , was entsprechend ausgeregelt wird.

[0036] Im Verlauf des Bratvorgangs nimmt die benötigte Heizleistung ab und die Temperaturregelung reduziert die zugeführte Leistung entsprechend und schützt somit vor einem gefährlichen Temperaturanstieg im Kochgefäß 5.

[0037] Es versteht sich, dass anstelle des Parameterwerts des Schwingkreises in Form der Periodendauer auch andere/zusätzliche Parameterwerte verwendet werden können, beispielsweise eine Amplitude einer Schwingkreisspannung, eine Spannung über der Induk-

tionsheizspule, eine Amplitude eines Schwingkreisstroms und/oder eine Phasenverschiebung zwischen der Schwingkreisspannung und dem Schwingkreisstrom.

[0038] Es versteht sich weiter, dass die Erfindung auch im Kontext eines Parallelschwingkreises oder eines Serienschwingkreises mit Vollbrückensteuerung Anwendung finden kann.

10 Patentansprüche

1. Verfahren zum Beheizen eines Kochgefäßes (5) mittels einer Induktionsheizeinrichtung (9), wobei die Induktionsheizeinrichtung einen Schwingkreis (4) mit einer Induktionsheizspule (1) umfasst, mit den Schritten:

- Einspeisen einer vorgegebenen Energiemenge in das Kochgefäß mittels der Induktionsheizeinrichtung in Abhängigkeit von einer von einem Benutzer gewählten Heizleistungsstufe und/oder von einem von dem Benutzer ausgewählten Kochgefäßstyp,
- anschließendes Ermitteln und Speichern eines Parameterwerts des Schwingkreises, insbesondere einer Periodendauer (T_p) einer eigenresonanten Schwingung des Schwingkreises, der von einer Temperatur des Kochgefäßes, insbesondere des Kochgefäßbodens, abhängig ist, und
- Regeln des mindestens einen Parameterwerts auf einen Sollwert, der von dem gespeicherten Parameterwert abhängt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sollwert des Parameterwerts gleich dem gespeicherten Parameterwert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Einspeisen der vorgegebenen Energiemenge in das Kochgefäß ein Signal an einen Benutzer ausgegeben wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Einspeisen der vorgegebenen Energiemenge in das Kochgefäß und vor dem Ermitteln und Speichern des Parameterwerts des Schwingkreises das Kochgefäß für eine vorgegebene Einschwingdauer mit einer vorgegebenen Heizleistung beaufschlagt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschwingdauer zwischen einer Sekunde und 10 Sekunden gewählt wird und die vorgegebene Heizleistung zwischen 10 % und 50 % einer Nenn-Heizleistung gewählt wird.

6. Induktionsheizeinrichtung (9) mit

- einem Schwingkreis (4) mit einer Induktionsheizspule (1),
- einer Einrichtung (10) zum Messen der eingespeisten Energie und
- einer Steuereinrichtung (8), die dazu ausgebildet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durchzuführen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

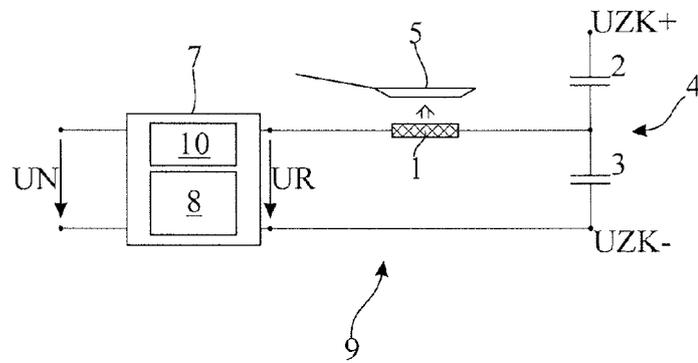
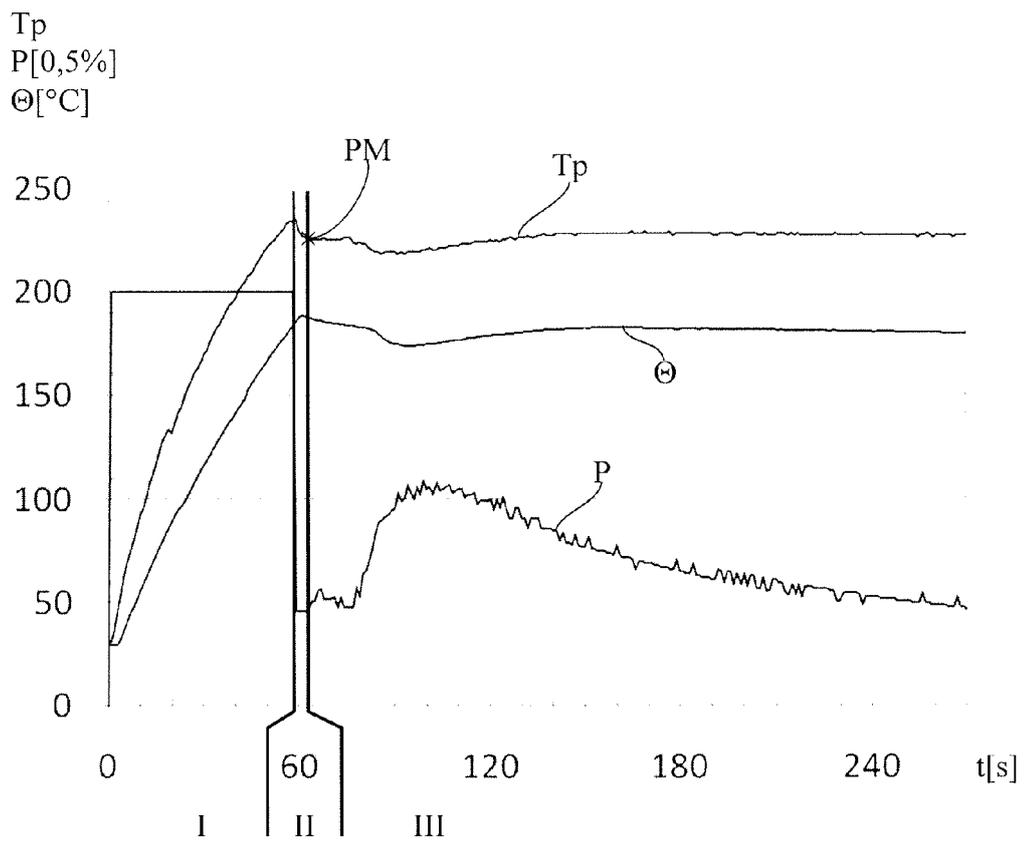


Fig.2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102009047185 A1 [0010] [0011] [0022]