



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.04.2009 Patentblatt 2009/18

(51) Int Cl.:
F24C 7/02 (2006.01) H05B 6/64 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08167216.4**

(22) Anmeldetag: **22.10.2008**

(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 MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(30) Priorität: **26.10.2007 DE 102007051638**

(71) Anmelder: **Rational AG**
86899 Landsberg/Lech (DE)

(72) Erfinder: **Kohlstrung, Peter**
86916 Kaufering (DE)

(74) Vertreter: **Weber-Bruhs, Dorothee**
Forrester & Boehmert
Pettenkoferstrasse 20-22
80336 München (DE)

(54) **Verfahren zur Erkennung des Beladungszustandes eines Gargerätes zum Mikrowellengaren und Gargerät zur Durchführung solch eines Verfahrens**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung des Beladungszustandes eines Garraums eines Gargerätes mit Gargut, das unter Mikrowellenbeaufschlagung gegart wird, wobei zum Garen des Garguts zumindest ein Mikrowellengenerator aktiviert sowie zumindest ein Mikrowellendetektor deaktiviert und zum Messen des Beladungszustandes der Mikrowellengenerator deaktiviert sowie der Mikrowellendetektor aktiviert wird, und das Abklingverhalten von beim Garen im Garraum gespeicherter Mikrowellenstrahlung, -energie und/oder -leistung zum Messen ausgewertet wird unter Vergleich mit zumindest einem gespeicherten Referenzwert zum Beladungszustand; und ein Gargerät zur Durchführung solch eines Verfahrens.

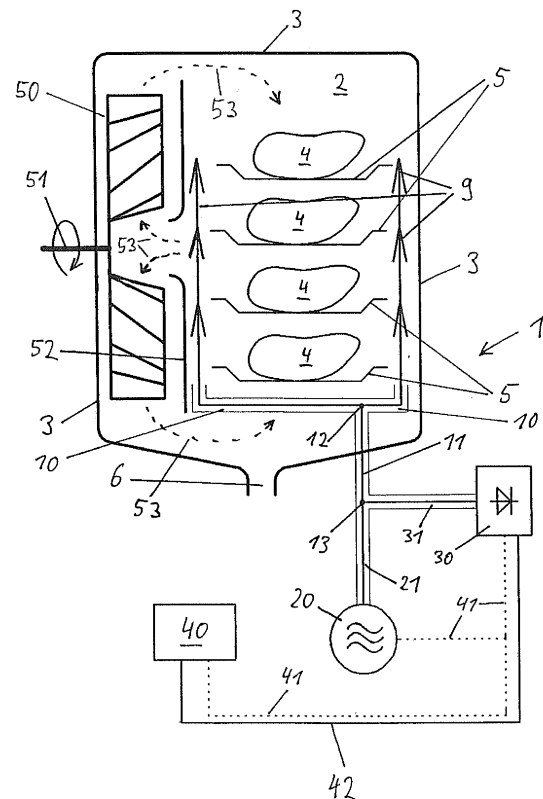


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung des Beladungszustandes eines Garraums eines Gargerätes mit Gargut, das unter Mikrowellenbeaufschlagung gegart wird, und ein Gargerät zur Durchführung solch eines Verfahrens.

[0002] In Mikrowellengargeräten ist ein wohldosierter Eintrag von Mikrowellenstrahlung in das Gargut wünschenswert, um örtliche Überhitzungen oder gar Zerstörungen im Gargut zu vermeiden. So verlangt Gargut, welches aufgrund der Beladungsmenge oder seiner Art Mikrowellen stärker absorbiert, nach einer höheren Leistung eines Mikrowellengenerators als ein solches Gargut, bei dem Mikrowellen weniger absorbiert werden. Aus dem Stand der Technik sind einige Ansätze bekannt, wie die Leistung solch eines Mikrowellengenerators durch eine Erkennung der Gargutlast beziehungsweise der Beladungsmenge auf das zu garende Gargut abgestimmt werden kann.

[0003] In der gattungsbildenden DE 37 43 921 A1 ist ein Gargerät beschrieben, bei dem durch einen Vergleich der Leistung der in einen Garraum eingestrahelter Mikrowellenstrahlung mit der Leistung einer im Garraum reflektierten Mikrowellenstrahlung auf die Absorption von im Garraum angeordnetem Gargut geschlossen werden kann. Die von einem Magnetron erzeugte Mikrowellenstrahlung wird mittels eines Hohlleiters sowie eines Richtkopplers, in den Garraum eingestrahlt, wobei ein Teil der im Garraum befindlichen Mikrowellenstrahlung zurück in den zuvor genannten Hohlleiter reflektiert wird, und die rückreflektierte Mikrowellenstrahlung über den Richtkoppler aus dem Hohlleiter ausgekoppelt sowie einem Mikrowellendetektor zugeführt wird. Mit der in der DE 37 43 921 A1 beschriebenen Anordnung soll insbesondere die zeitliche Änderung der Mikrowellenaufnahmefähigkeit des Garguts erfaßt werden, um auf den aktuellen Garzustand des Garguts, z. B. beim Auftauen, zu schließen.

[0004] Aus der US 5,237, 141 ist ein Hochfrequenzgargerät bekannt, bei dem in einem Garraum eines Gargerätes befindliches Gargut mit Mikrowellenstrahlung aus einem Mikrowellen-Generator beaufschlagt wird. Ein Teil der nicht vom Gargut absorbierten Mikrowellenstrahlung wird durch eine separate Öffnung in der Garraumwand an eine Detektionsantenne mit einer zugehörigen Detektionsvorrichtung geführt. Durch Vergleich der in den Garraum eingestrahlten Mikrowellenleistung mit der an der Detektionsantenne gemessenen Mikrowellenleistung kann auf die Mikrowellenabsorption des Gargutes und somit auf den Garzustand des Gargutes geschlossen werden.

[0005] Nachteilig an dem zuvor genannten Stand der Technik ist, daß zur Bestimmung des Beladungszustandes eines Garraums zumindest zwei Meßgrößen einfließen, nämlich zum einen die Eingangsleistung der Mikrowellenstrahlung in den Garraum bzw. die Leistung eines Mikrowellengenerators und zum anderen die vom Gar-

raum reflektierte und nicht vom Gargut absorbierte Mikrowellenleistung. Je mehr rauschbehaftete Meßgrößen in die Berechnung der Beladungsmenge einfließen, desto stärker wird auch der berechnete Wert der Beladungsmenge unerwünschten Schwankungen unterliegen. Des weiteren ist es nachteilig, während des Garbetriebes fortwährend die Mikrowellenleistung im Garraum über eine entsprechende Detektionsvorrichtung zu verfolgen, da die Detektionsvorrichtung selbst Mikrowellenleistung aufnimmt, welche somit nicht mehr zur Erwärmung von Gargut zur Verfügung steht.

[0006] Ein alternatives System zur Erkennung der Beladungsmenge in einem Mikrowellengerät ist aus der US 6,867,402 B1 bekannt. Das dort beschriebene Beladungserkennungssystem wird dazu verwendet, den Beladungszustand im Garraum durch Einstrahlen eines hochfrequenten Energiestoßes, insbesondere eines Ultraschallenergiestoßes, und Messung der Reflexion des Energiestoßes zu bestimmen. Basierend auf dem Zeitunterschied zwischen dem emittierten und dem reflektierten Signal entscheidet ein Controller, ob eine Beladung im Garraum vorhanden ist oder nicht.

[0007] Die KR 100 320 715 B offenbart ein Verfahren zur optimalen Anpassung der Mikrowellenabgabe an die Beladung eines Mikrowellengerätes, unabhängig von Temperaturänderungen eines Garguts. Nachdem ein Magnetron und ein Drehteller eingeschaltet werden, wird bei dem genannten Verfahren zu diesem Zwecke die Leckstrahlung der Mikrowellen pro Umdrehung des Drehtellers gemessen. Nach dieser Messung wird der Drehteller ausgeschaltet und anschließend eine Zeit zur Minimierung, d.h. zum Abklingen, der Leckstrahlung der Mikrowellen bestimmt. Die so bestimmte Zeitkonstante wird mit einem Referenzwert verglichen. Wenn die genannte Zeitkonstante den Referenzwert überschreitet, wird ein unbeladener Zustand des Garraums erkannt und eine Fehlermeldung ausgegeben.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren derart weiterzuentwickeln, daß die Nachteile des Stands der Technik überwunden werden. Insbesondere soll in einem Mikrowellen-Gargerät auf robuste und energiesparende Weise eine Erkennung der Beladungsmenge dessen Garraums ermöglicht werden.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zum Garen des Garguts zumindest ein Mikrowellengenerator aktiviert sowie zumindest ein Mikrowellendetektor deaktiviert und zum Messen des Beladungszustandes der Mikrowellengenerator deaktiviert sowie der Mikrowellendetektor aktiviert wird, wobei das Abklingverhalten von beim Garen im Garraum gespeicherter Mikrowellenstrahlung, -energie und/oder -leistung zum Messen ausgewertet wird unter Vergleich mit zumindest einem gespeicherten Referenzwert zum Beladungszustand.

[0010] Bevorzugt ist dabei, daß der Referenzwert zum Beladungszustand für zumindest eine Beladungsmenge an Gargut und/oder eine Mikrowellenabsorption im Gar-

gut ermittelt wird, wobei vorzugsweise der Referenzwert aus dem Abklingverhalten des unbeladenen Garraums ermittelt wird, insbesondere im Rahmen einer Kalibrationsmessung.

[0011] Ferner wird vorgeschlagen, daß das Abklingverhalten durch zumindest eine Abklinggeschwindigkeit, eine Abklingzeit und/oder einen zeitlichen Verlauf einer gemessenen Mikrowellenleistung ermittelt wird.

[0012] Dabei kann vorgesehen sein, daß beim Ermitteln ein Fit einer Abkling-Funktion f an die Einhüllende p der gemessenen Mikrowellenleistung über die Zeit t durchgeführt wird.

[0013] Erfindungsgemäß kann dabei wiederum vorgesehen sein, daß die Abkling-Funktion f aus zumindest einer negativ exponentiellen Funktion, insbesondere einer Summe solcher negativ exponentieller Funktionen, ermittelt wird, wobei jeder einzelnen negativ exponentiellen Funktion eine Zeitkonstante T und ein Vorfaktor zugeordnet wird.

[0014] Dabei wird vorgeschlagen, daß als die negativ exponentielle Funktion $e^{-(t - t_0)/T}$ mit t_0 = Zeitpunkt des Deaktivierens des Mikrowellengenerators und Aktivierens des Mikrowellendetektors bestimmt wird.

[0015] Weiterhin kann vorgesehen sein, daß das Abklingverhalten angegeben oder angezeigt wird, vorzugsweise als der Zeitpunkt $T + t_0$, der insbesondere bestimmt wird aus dem Schnittpunkt der Tangente an die Mikrowellenleistungseinhüllende P zum Zeitpunkt t_0 mit einer $P = 0$ -Linie.

[0016] Erfindungsgemäß wird auch vorgeschlagen, daß die Aktivierung des Mikrowellendetektors und die Deaktivierung des Mikrowellengenerators synchronisiert werden.

[0017] Des weiteren kann vorgesehen sein, daß der Mikrowellendetektor ein ankommendes Mikrowellensignal demoduliert und die zeitliche Einhüllende des Mikrowellensignals ermittelt, wobei vorzugsweise die Demodulation durch eine Gleichrichtung, insbesondere mit einer darauffolgenden Tiefpaß-Filterung, erfolgt.

[0018] Dabei kann vorgesehen sein, daß niederfrequente Störungen des Mikrowellensignals vor der Demodulation herausgefiltert werden.

[0019] Bevorzugt ist erfindungsgemäß, daß die Mikrowellensignale, insbesondere die Einhüllende p der Mikrowellensignale, nach der Demodulation aufintegriert werden, wobei vorzugsweise die aufintegrierte Größe der Intensität des Mikrowellenstrahlennachhalls entspricht, aus der insbesondere eine Mikrowellendämpfung durch das Gargut ermittelt wird.

[0020] Mit der Erfindung kann auch vorgesehen sein, daß ein Garprogramm oder ein Garprogrammschritt in Abhängigkeit des ermittelten Beladungszustandes geführt wird.

[0021] Erfindungsgemäß wird auch ein Gargerät mit einem Garraum, zumindest einem Mikrowellengenerator, zumindest einem Mikrowellendetektor, zumindest einer Antenne zur Einkopplung von Mikrowellenstrahlung in den Garraum und zur Auskopplung von Mikrowellen-

strahlung aus dem Garraum und einer Steuer- oder Regeleinheit zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0022] Dabei kann vorgesehen sein, daß der Garraum zumindest teilweise von metallischen, Mikrowellenstrahlung reflektierenden Flächen oder Wänden begrenzt ist und eine Mikrowellen-Kavität bildet, in der Mikrowellenenergie während eines Garens speicherbar ist.

[0023] Mit der Erfindung wird auch vorgeschlagen, daß der Mikrowellengenerator und der Mikrowellendetektor zumindest teilweise über mindestens eine gemeinsame Leitung und/oder zumindest eine Antenne zur Ein- und Auskopplung von Mikrowellenstrahlung in den beziehungsweise aus dem Garraum verbunden sind.

[0024] Bevorzugt ist erfindungsgemäß, daß der Mikrowellengenerator und der Mikrowellendetektor über mindestens eine zumindest teilweise gemeinsame Steuerleitung zum Empfangen eines gemeinsamen Steuersignals und/oder über mindestens eine zumindest teilweise gemeinsame Signalleitung mit der Steuer- oder Regeleinheit verbunden sind, wobei das Steuersignal die gleichzeitige Deaktivierung des Mikrowellengenerators und Aktivierung des Mikrowellendetektors bewirkt.

[0025] Ferner wird mit der Erfindung vorgeschlagen, daß der Mikrowellendetektor zumindest einen Hochpaß-Filter, insbesondere umfassend einen Kondensator und eine Spule, zum Herausfiltern niederfrequenter Störungen, zumindest einen Gleichrichter, insbesondere umfassend eine Diode, und/oder zumindest einen Tiefpaß-Filter, insbesondere umfassend einen Kondensator und einen Widerstand, zum Herausfiltern eines Gleichanteils eines Signals umfaßt, wobei vorzugsweise der Tiefpaß-Filter dem Gleichrichter und der Gleichrichter dem Tiefpaß-Filter vorgeschaltet ist.

[0026] Zudem kann vorgesehen sein, daß zwischen einem Steuereingang und einem Endpotential eine Steuerspannung an den Mikrowellendetektor anlegbar ist, die insbesondere über einen Widerstand und eine parallel geschaltete Diode einen Steuerstrom erzeugt, der vorzugsweise dem Basis-Eingang eines Transistors, insbesondere Bipolartransistors, zuführbar ist.

[0027] Erfindungsgemäße Gargeräte können auch gekennzeichnet sein durch eine Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen des Verlaufs der Leistung der Einhüllenden der Mikrowellenstrahlung im Garraum als Funktion der Zeit und/oder einer Zeitkonstante T und/oder $T + t_0$.

[0028] Schließlich können erfindungsgemäß Gargeräte ferner gekennzeichnet sein durch eine Bedieneinrichtung, eine elektrische Heizeinrichtung, eine gasbetriebene Heizeinrichtung, eine Wärmetauschereinrichtung, eine Kühleinrichtung, eine Einrichtung zum Einführen von Feuchtigkeit in den Garraum, eine Einrichtung zum Abführen von Feuchtigkeit aus dem Garraum, eine Garraumatmosphärenzirkulationseinrichtung und/oder zumindest einen Sensor.

[0029] Es ist somit die überraschende Erkenntnis der Erfindung, daß im Anschluß an ein plötzliches Abschalten eines Mikrowellengenerators eines Gargerätes eine

Bestimmung eines Beladungszustandes im Garraum des Gargerätes durch Auswertung des zeitlichen Abklingverhaltens der im Garraum gespeicherten Mikrowellenenergie erfolgen kann. Dabei ist besonders vorteilhaft, daß die Bestimmung des Beladungszustandes durch die Messung nur einer Größe, nämlich der Leistung der im Garraum verbleibenden Mikrowellenstrahlung, in Abhängigkeit der Zeit bestimmt werden kann. Des weiteren liefert die Erfindung den Vorteil, daß durch die zeitversetzte Detektion der abklingenden Mikrowellenstrahlung nach Abschaltung des Mikrowellengenerators ein unnötiger Verbrauch von Mikrowellenenergie, wie er im Falle einer kontinuierlichen Detektion der Mikrowellenleistung im Garraum während des Garbetriebes auftritt, vermieden wird.

[0030] Ferner wird eine gleichzeitige Deaktivierung des Mikrowellengenerators und Aktivierung eines Mikrowellendetektors über eine, insbesondere gemeinsame, Steuerleitung, welche mit einer Steuereinheit des Gargerätes verbunden ist, ermöglicht. So können die gleichen Leitungen und Antennen zum einen im Garbetrieb zur Übertragung von Mikrowellenstrahlung vom Generator in den Garraum und zum anderen im Meßbetrieb bei der Messung des Abklingverhaltens zur Übertragung von Mikrowellenstrahlung vom Garraum in den Detektor benutzt werden, insbesondere ohne auf einen Richtkoppler, wie er beispielsweise in der zuvor erwähnten DE 37 43 921 A1 beschrieben ist, zurückgreifen zu müssen.

[0031] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung, in der die Erfindung beispielhaft anhand in schematischen Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele erläutert wird.

Dabei zeigt

[0032]

- Figur 1 den Aufbau eines Gargerätes zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figur 2 den zeitlichen Verlauf der Einhüllenden der Leistung der Mikrowellenstrahlung im Garraum beim Übergang vom Garbetrieb zum Meßbetrieb; und
- Figur 3 den Schaltungsaufbau eines Mikrowellendetektors zur Bestimmung des Beladungszustandes im Garraum.

[0033] In Fig. 1 ist schematisch ein Gargerät 1 zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt, bei dem ein Garraum 2 von metallischen Wänden 3 begrenzt wird. Im Garraum 2 ist Gargut 4 exemplarisch auf vier übereinander angeordneten Garguträgern 5 positioniert. Am Boden des Garraums 2 ist ein Ablauf 6 bereitgestellt, der in ein nicht gezeigtes Abwas-

sersystem führt. Seitlich an den Garguträgern 5 sind Antennen 9 angeordnet, die zur Einkopplung von Mikrowellenstrahlung in den Garraum 2 sowie auch zur Auskopplung von Mikrowellenstrahlung aus dem Garraum 2 dienen. Die Antennen 9 sind mit einem Leitungssystem aus, insbesondere koaxialen, Speiseleitungen 10 und Verzweigungen 12 verbunden, die aus dem Garraum 2 herausführen und in eine gemeinsame Hauptleitung 11 münden, wie bspw. in der DE 10 2004 059 900 B3 der Anmelderin beschrieben. Am Ende verzweigt sich die Hauptleitung 11 über eine Verzweigung 13 in zwei weitere Speiseleitungen 21, 31, wobei die eine Speiseleitung 21 an einen Generator 20, insbesondere ein Magnetron, und die andere Speiseleitung 31 an einen Detektor 30 für Mikrowellen angekoppelt sind. Dabei sind die Speiseleitungen 10, 21, 31 und Leitungsverzweigungen 12, 13 dieses Leitungssystems auf den Generator 20, den Detektor 30 und die Antennen 9 so angepaßt, daß im Garbetrieb gleich viel Mikrowellenleistung vom Generator an die jeweiligen Antennen 9 übertragen wird und daß eine optimale Leistungsübertragung erfolgt.

[0034] Überdies verfügt das Gargerät 1 über ein Umwälzeinrichtung, umfassend ein Gebläse 50, welches über eine Welle 51 und einen nicht gezeigten Motor angetrieben wird. In Kombination mit einer Strömungseinrichtung 52 führt die Rotation des Gebläses 50 zur Ausbildung einer Strömung entlang der in Fig. 1 gestrichelt dargestellten Strömungslinien 53.

[0035] Im Garbetrieb ist der Detektor 30 deaktiviert, so daß dieser einen möglichst geringen, im wesentlichen vernachlässigbaren Anteil der im Mikrowellengenerator 20 erzeugten Leistung aufnimmt. Vielmehr wird die Mikrowellenstrahlung vom Generator 20 über die Speiseleitung 21 im wesentlichen verlustlos über die Hauptleitung 11 weiter zu den Antennen 9 geleitet. Die Antennen 9 sind im Garraum 2 so angeordnet, daß ein im wesentlichen homogener Eintrag von Mikrowellenstrahlung in das auf den verschiedenen Garguträgern 5 positionierte Gargut 4 ermöglicht wird.

[0036] Im Garbetrieb wird Gargut 4 erwärmt, was typischerweise im Rahmen von Garprogrammen oder Garprogrammschritten erfolgt, die in Abhängigkeit der Beladungsmenge des Garraums 2 geführt werden. Die von den Antennen 9 abgegebene Mikrowellenstrahlung trifft dabei zu einem Teil direkt und zum anderen Teil indirekt nach zumindest einer Reflexion an einer metallischen Garraumwand 3 oder anderen metallischen Elementen im Garraum 2 auf das Gargut 4 auf. Dabei bildet sich in Abhängigkeit der Frequenz der Mikrowellenstrahlung, der Anordnung der Garraumwände 3, der Abstrahlcharakteristik der Antennen 9 und der Anordnung des Garguts 4 eine entsprechende elektromagnetische Feldverteilung, charakterisiert durch eine Mode oder mehrere überlagerte Moden, im Garraum 2 aus. Im stationären Garbetrieb entsteht so ein Gleichgewicht zwischen einerseits der von den Antennen 9 in den Garraum 2 eingestrahlten Leistung P_{IN} und andererseits der im Gargut 4 absorbierten Leistung P_A sowie der Verlustleistung P_L ,

die durch Absorption der Mikrowellenstrahlung an den metallischen Garraumwänden 3, aus dem Garraum 4 austretende Leckstrahlung und andere Verlustmechanismen verursacht wird.

[0037] Während die im Garraum 2 gespeicherte Mikrowellenenergie im Garbetrieb im wesentlichen konstant ist, klingt diese nach Abschalten des Mikrowellengenerators 20 nach einer bestimmten Zeit ab, ähnlich wie beim Nachhall eines akustischen Echos in einem geschlossenen Raum. Die Geschwindigkeit des Abklingens ist dabei abhängig vom Absorptionsfaktor P_A/P_{IN} im Gargut und vom Verlustfaktor P_L/P_{IN} der Garraumkavität. Je höher der Absorptionsfaktor bzw. der Verlustfaktor ist bzw. sind, desto höher ist die Abklinggeschwindigkeit und desto kürzer ist die Abklingzeit der im Garraum 2 verbleibenden Mikrowellenenergie. Der Verlustfaktor P_L/P_{IN} ist eine Gerätekongstante, die beispielsweise im Rahmen einer Kalibrationsmessung ermittelt werden kann. Durch eine Messung der Abklingcharakteristik kann bei bekanntem Verlustfaktor auf den Absorptionsfaktor P_A/P_{IN} des Garguts 4 geschlossen werden, der wiederum die Bestimmung der Beladungsmenge in Abhängigkeit der Art des Garguts 4, ausgewählt aus einer Gruppe, umfassend Fleisch, Gemüse, Tiefkühlgerichte, Fisch oder dergleichen, zuläßt.

[0038] Da der Abklingprozeß des beladenen Garraums 2 nach Abschaltung des Generators 20 typischerweise auf einer kurzen Zeitskala stattfindet, ist zur meßtechnischen Erfassung der Abklingfunktion mittels des Detektors 30 eine schnelle Umschaltung zwischen Garbetrieb und Meßbetrieb nötig. Dies kann dadurch erreicht werden, daß der Generator 20 und der Detektor 30 über eine gemeinsame Steuerleitung 41 von einer Steuereinheit 40 des Gargerätes 1 synchron gesteuert werden. So kann beispielsweise zur Aufrechterhaltung des Garbetriebs eine Steuerspannung $U_1 > 0$ an der gemeinsamen Steuerleitung 41 anliegen, die den Generator 20 aktiviert und den Detektor 30 deaktiviert. Eine Umschaltung der Steuerspannung auf 0 V führt im Gegenzug zu einer Deaktivierung des Generators 20 bei gleichzeitiger Aktivierung des Detektors 30. Bei einer entsprechend schnell ausgelegten Verarbeitungsgeschwindigkeit der Steuereinheit 40 kann das zeitliche Abklingverhalten der Leistung der Mikrowellenstrahlung im Garraum 2 vom Detektor 30 erfaßt und über eine Signalleitung 42 an die Steuereinheit 40 zur Auswertung und Weiterverarbeitung der gemessenen Daten weitergeleitet werden.

[0039] Das im Detektor 30 zu detektierende abklingende Signal weist die Form eines Produktes aus einer im wesentlichen negativ exponentiell abklingenden Einhüllenden und einer oszillierenden Mikrowellen-Trägerwelle, insbesondere mit einer Trägerfrequenz von ca. 2.45 GHz, auf. Zur Extraktion der Einhüllenden wird dieses Signal im Detektor 30 demoduliert, so daß die Einhüllende über eine Signalleitung 42 vom Detektor 30 an die Steuereinheit 40 des Gargerätes 1 geleitet wird. Eine solche Demodulation kann im Detektor 30 beispielsweise

durch eine Gleichrichtung des Mikrowellensignals mit anschließender Tiefpaß-Filterung erfolgen. In der Steuereinheit 40 erfolgt eine, insbesondere digitale, Auswertung der gemessenen Daten zur Extraktion von zumindest einer charakteristischen Zeitkonstanten aus der gemessenen Abklingfunktion der Einhüllenden.

[0040] In Fig. 2 ist der Verlauf der Leistung P der Einhüllenden der Mikrowellenstrahlung im Garraum 2 als Funktion der Zeit t aufgetragen. Die durchgezogene Linie stellt dabei die Größe P beim Übergang zwischen dem Garbetrieb ($t < t_0$) und dem Meßbetrieb ($t > t_0$) dar, wobei der Mikrowellengenerator 20 zum Zeitpunkt t_0 deaktiviert wurde. Vor Deaktivierung des Generators 20 ist die Leistung $P = P_0$ konstant. Das Abklingverhalten für den Fall eines unbeladenen Garraums 2 ist für $t > t_0$ durch die gestrichelte Kurve P_2 dargestellt. Die Kurve kann durch eine negativ exponentielle Funktion der Form $\exp[-(t - t_0) / T_1]$ angenähert werden, wobei T_1 die Zeitkonstante für den Abklingprozeß im unbeladenen Garraum 2 ist. In ähnlicher Weise ist der Abklingprozeß im Falle eines beladenen Garraums 2 für $t > t_0$ durch die durchgezogene Kurve P_1 aufgetragen, wobei P_1 ebenfalls durch eine negativ exponentielle Funktion der Form $\exp[-(t - t_0) / T_2]$ mit einer kürzeren Zeitkonstanten T_2 angenähert werden kann. Einfach gesprochen bedeutet dies, daß die Metallwände 3 wesentlich weniger zur Dämpfung der Mikrowellen als die Gargüter 4 im Garraum 2 beitragen, weshalb sich bei plötzlichem Abschalten des Mikrowellengenerators 20 entsprechend der Dämpfung ein Mikrowellennachhall bildet, der um so größer ist, je mehr dämpfende Last, also Gargut 4, dort plaziert ist.

[0041] Zur Veranschaulichung des Abklingverhaltens der Leistung P sind die Tangenten an die Kurven P_1 und P_2 zum Zeitpunkt t_0 und deren Schnittpunkt mit der t -Achse bei t_1 bzw. t_2 in Fig. 2 dargestellt. Die Zeitkonstanten der beiden Kurven ergeben sich bekannterweise aus den Relationen $T_1 = t_1 - t_0$ und $T_2 = t_2 - t_0$. Ebenso kann es zweckmäßig sein, die beiden Kurven P_1 und P_2 jeweils durch eine Summe aus negativen Exponentialfunktionen mit unterschiedlichen Zeitkonstanten darzustellen, um beispielsweise die einzelnen Abkling-Zeitkonstanten verschiedener elektromagnetischer Moden im Garraum zu erfassen.

[0042] In Fig. 3 ist ein beispielhafter Schaltungsaufbau eines Mikrowellendetektors 30' dargestellt. Im Garbetrieb liegt eine Steuerspannung zwischen einem Steuereingang 64 und einem Erdpotential GND der Schaltung an, die über die in Fig. 1 gezeigte Steuerleitung 41 von der Steuereinheit 40 zugeführt wird. Diese Steuerspannung erzeugt über einen Widerstand R_3 und eine parallel geschaltete Diode D_3 einen Steuerstrom, der dem Basis-Eingang eines Bipolartransistors 70 zugeführt wird. Durch die Beschaltung des Steuereingangs 64 mit der genannten Steuerspannung befindet sich der Detektor 30' im deaktivierten Zustand, so daß kein Signal an seinem Signalausgang 62 anliegt.

[0043] Die Umschaltung des Detektors 30' in den Meßbetrieb erfolgt, indem die Steuerspannung von der

in Fig. 1 gezeigten Steuereinheit 40 auf Null gesetzt wird, so daß gleichzeitig auch der Generator 20 deaktiviert wird. Im Meßbetrieb wird die im Garraum 2 vorhandene Mikrowellenstrahlung über die Antennen 9, die entsprechenden Leitungen 10, 11 und die Speiseleitung 31 in den in Fig. 3 dargestellten Detektor 30' eingekoppelt, so daß eine Spannung zwischen einem Eingang 60 und dem Erdpotential GND des Detektors 30' anliegt. Das ankommende Signal passiert dann zuerst einen Hochpaß-Filter, bestehend aus einem Kondensator C_1 und einer Spule L_1 . Durch diesen Hochpaß-Filter werden niederfrequente Störungen des Signals eliminiert. Dann wird das gefilterte Signal mittels einer Diode D_1 gleichgerichtet. Dieser Gleichrichtersektion ist ein Tiefpaß-Filter, bestehend aus einem Kondensator C_2 und einem Widerstand R_2 , nachgeschaltet, so daß im wesentlichen nur der Gleichanteil des gleichgerichteten Signals an den Signalausgang 62 übertragen wird. Der Tiefpaß-Filter muß jedoch breitbandig genug sein, um auch die zeitliche Signatur der abklingenden Einhüllenden verzerrungsfrei zu übertragen. Der Signalausgang 62 ist ferner über die in Fig. 1 dargestellte Signalleitung 42 mit der Steuereinheit 40 des Gargerätes 1 verbunden. In der Steuereinheit 40 findet im Meßbetrieb die Auswertung des Abklingverhaltens der im Garraum 2 gespeicherten Mikrowellenenergie statt, so daß zunächst der Absorptionsfaktor P_A/P_{IN} des Gargutes 4 und bei Berücksichtigung der Art des Gargutes ebenfalls die Beladungsmenge in Garraum 2 bestimmt werden kann.

[0044] Die im Zusammenhang mit der Figurenbeschreibung zu Fig. 1 diskutierten Mikrowellenleitungen sind nicht auf eine Ausführung als Koaxialleitungen beschränkt. Ebenfalls ist es beispielsweise möglich, die Mikrowellenleitungen als Hohlleiter, als Streifen-Leitung oder auf vergleichbare Weise auszubilden. Auch eine Kombination der genannten Leitungstypen ist möglich.

[0045] Im Allgemeinen kann die Bestimmung der Beladungsmenge gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren zu jedem beliebigen Zeitpunkt innerhalb eines Garprogramms oder Garprogrammschrittes durchgeführt und gegebenenfalls auch wiederholt werden, um beispielsweise auch die Veränderung des Absorptionsverhaltens des Gargutes während eines Garprogrammes zu verfolgen und das Garprogramm entsprechend anzupassen.

[0046] Eine Alternative zur Bestimmung des Absorptionsfaktors P_A / P_{IN} des Gargutes ist die Verwendung eines Integrators innerhalb der Steuereinheit, zur Integration der im Detektor demodulierten zeitlichen Einhüllenden der abklingenden Mikrowellenstrahlung. Der vom Integrator ausgegebene Wert wäre demnach proportional zur im Garraum gespeicherten Mikrowellenenergie und müßte zur Bestimmung des Absorptionsfaktors des Gargutes noch mit der während des Garbetriebes erzeugten Leistung des Mikrowellengenerators verglichen werden.

[0047] Die in der voranstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten

Merkmale können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

[0048]

1	Gargerät
2	Garraum
3	Reflektierende Metallwände
4	Gargut (Lebensmittel)
5	Gargutträger (Platten, Schalen, Roste , usw.)
6	Ablauf
9	Mikrowellenantenne
10	Speiseleitung
11	Hauptleitung
12, 13	Verzweigung
20	Mikrowellengenerator
21	Speiseleitung
30, 30'	Mikrowellendetektor
31	Speiseleitung
40	Steuereinheit
41	Steuerleitung
42	Signalleitung
50	Gebälserad
51	Welle des Gebälserades
52	Strömungsleiteinrichtung
53	Strömungslinien
60	Signaleingang
62	Signalausgang
64	Steuereingang
70	Bipolartransistor
P, P ₀ bis P ₂	Mikrowellen-Leistung im Garraum (Einhüllende)
t	Zeit
t ₀	Abschaltzeitpunkt des Mikrowellen-Generators
t ₁ , t ₂	Zeitkonstante
T, T ₁ , T ₂	Zeitkontakte
GND	Erdpotential
C ₁ , C ₂	Kondensator
L ₁	Spule
D ₁ , D ₃	Diode
R ₂ , R ₃	Widerstand

Patentansprüche

- Verfahren zur Erkennung des Beladungszustandes eines Garraums eines Gargerätes mit Gargut, das unter Mikrowellenbeaufschlagung gegart wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Garen des Garguts zumindest ein Mikrowellengenerator aktiviert sowie zumindest ein Mikrowellendetektor deaktiviert und zum Messen des Bela-

dungszustandes der Mikrowellengenerator deaktiviert sowie der Mikrowellendetektor aktiviert wird, wobei das Abklingverhalten von beim Garen im Garraum gespeicherter Mikrowellenstrahlung, -energie und/oder -leistung zum Messen ausgewertet wird unter Vergleich mit zumindest einem gespeicherten Referenzwert zum Beladungszustand.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß**

der Referenzwert zum Beladungszustand für zumindest eine Beladungsmenge an Gargut und/oder eine Mikrowellenabsorption im Gargut ermittelt wird, wobei vorzugsweise der Referenzwert aus dem Abklingverhalten des unbeladenen Garraums ermittelt wird, insbesondere im Rahmen einer Kalibrationsmessung.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß**

das Abklingverhalten durch zumindest eine Abklinggeschwindigkeit, eine Abklingzeit und/oder einen zeitlichen Verlauf einer gemessenen Mikrowellenleistung ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß**

beim Ermitteln ein Fit einer Abkling-Funktion f an die Einhüllende p der gemessenen Mikrowellenleistung über die Zeit t durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß**

die Abkling-Funktion f aus zumindest einer negativ exponentiellen Funktion, insbesondere einer Summe solcher negativ exponentieller Funktionen, ermittelt wird, wobei jeder einzelnen negativ exponentiellen Funktion eine Zeitkonstante T und ein Vorfaktor zugeordnet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß**

als die negativ exponentielle Funktion

$$e^{-(t - t_0)/T}$$

mit t_0 = Zeitpunkt des Deaktivierens des Mikrowellengenerators und Aktivierens des Mikrowellendetektors bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Abklingverhalten angegeben oder angezeigt wird, vorzugsweise als der Zeitpunkt $T + t_0$, der insbesondere bestimmt wird aus dem Schnittpunkt der Tangente an die Mikrowellenleistungseinhüllende P zum Zeit-

punkt t_0 mit einer $P = O$ -Linie.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Aktivierung des Mikrowellendetektors und die Deaktivierung des Mikrowellengenerators synchronisiert werden.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Mikrowellendetektor ein ankommendes Mikrowellensignal demoduliert und die zeitliche Einhüllende des Mikrowellensignals ermittelt, wobei vorzugsweise die Demodulation durch eine Gleichrichtung, insbesondere mit einer darauffolgenden Tiefpaß-Filterung, erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** niederfrequente Störungen des Mikrowellensignals vor der Demodulation herausgefiltert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, daß**

die Mikrowellensignale, insbesondere die Einhüllende p der Mikrowellensignale, nach der Demodulation aufintegriert werden, wobei vorzugsweise die aufintegrierte Größe der Intensität des Mikrowellenstrahlungsnachhalls entspricht, aus der insbesondere eine Mikrowellendämpfung durch das Gargut ermittelt wird.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Garprogramm oder ein Garprogrammschritt in Abhängigkeit des ermittelten Beladungszustandes geführt wird.

13. Gargerät (1) mit einem Garraum (2), zumindest einem Mikrowellengenerator (20), zumindest einem Mikrowellendetektor (30, 30'), zumindest einer Antenne (9) zur Einkopplung von Mikrowellenstrahlung in den Garraum (2) und zur Auskopplung von Mikrowellenstrahlung aus dem Garraum (2) und einer Steuer- oder Regeleinheit (40) zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche.

14. Gargerät nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß**

der Garraum (2) zumindest teilweise von metallischen, Mikrowellenstrahlung reflektierenden Flächen oder Wänden (3) begrenzt ist und eine Mikrowellen-Kavität bildet, in der Mikrowellenenergie während eines Garens speicherbar ist.

15. Gargerät nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß**

der Mikrowellengenerator (20) und der Mikrowellendetektor (30, 30') zumindest teilweise über minde-

stens eine gemeinsame Leitung (10, 11) und/oder zumindest eine Antenne (9) zur Ein- und Auskopp-
lung von Mikrowellenstrahlung in den beziehungs-
weise aus dem Garraum (2) verbunden sind.

sphärenzirkulationseinrichtung (50) und/oder zu-
mindest einen Sensor.

- 5
16. Gargerät nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **da-
durch gekennzeichnet, daß** der Mikrowellengenerator (20) und der Mikrowellen-
detektor (30, 30') über mindestens eine zumindest
teilweise gemeinsame Steuerleitung (41) zum Emp- 10
fangen eines gemeinsamen Steuersignals und/oder
über mindestens eine zumindest teilweise gemein-
same Signalleitung (42) mit der Steuer- oder Regel-
einheit (40) verbunden sind, wobei vorzugsweise
das Steuersignal die gleichzeitige Deaktivierung des 15
Mikrowellengenerators und Aktivierung des Mikro-
wellendetektors bewirkt.
17. Gargerät nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **da-
durch gekennzeichnet, daß** der Mikrowellendetek- 20
tor (30') zumindest einen Hochpaß-Filter, insbeson-
dere umfassend einen Kondensator C1 und eine
Spule L1, zum Herausfiltern niederfrequenter Stö-
rungen,
zumindest einen Gleichrichter, insbesondere umfas- 25
send eine Diode D1, und/oder zumindest einen Tief-
paß-Filter, insbesondere umfassend einen Konden-
sator C2 und einen Widerstand R2, zum Herausfil-
tern eines Gleichanteils eines Signals umfaßt, wobei
vorzugsweise der Tiefpaß-Filter dem Gleichrichter 30
und der Gleichrichter dem Tiefpaß-Filter vorgeschal-
tet ist.
18. Gargerät nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **da-
durch gekennzeichnet, daß** zwischen einem Steu- 35
ereingang (64) und einem Endpotential GND eine
Steuerspannung an den Mikrowellendetektor (30')
anlegbar ist, die über insbesondere einen Wider-
stand R_3 und eine parallel geschaltete Diode D_3 ei-
nen Steuerstrom erzeugt, der vorzugsweise dem 40
Basis-Eingang eines Transistors, insbesondere Bi-
polartransistors (70), zuführbar ist.
19. Gargerät nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **ge-
kennzeichnet durch** 45
eine Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen des Verlaufs
der Leistung der Einhüllenden der Mikrowellenstrah-
lung im Garraum als Funktion der Zeit und/oder einer
Zeitkonstante T und/oder $T+t_0$. 50
20. Gargerät nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **ge-
kennzeichnet durch**
eine Bedieneinrichtung, eine elektrische Heizein- 55
richtung, eine gasbetriebene Heizeinrichtung, eine
Wärmetauschereinrichtung, eine Kühleinrichtung,
eine Einrichtung zum Einführen von Feuchtigkeit in
den Garraum, eine Einrichtung zum Abführen von
Feuchtigkeit aus dem Garraum, eine Garraumatmo-

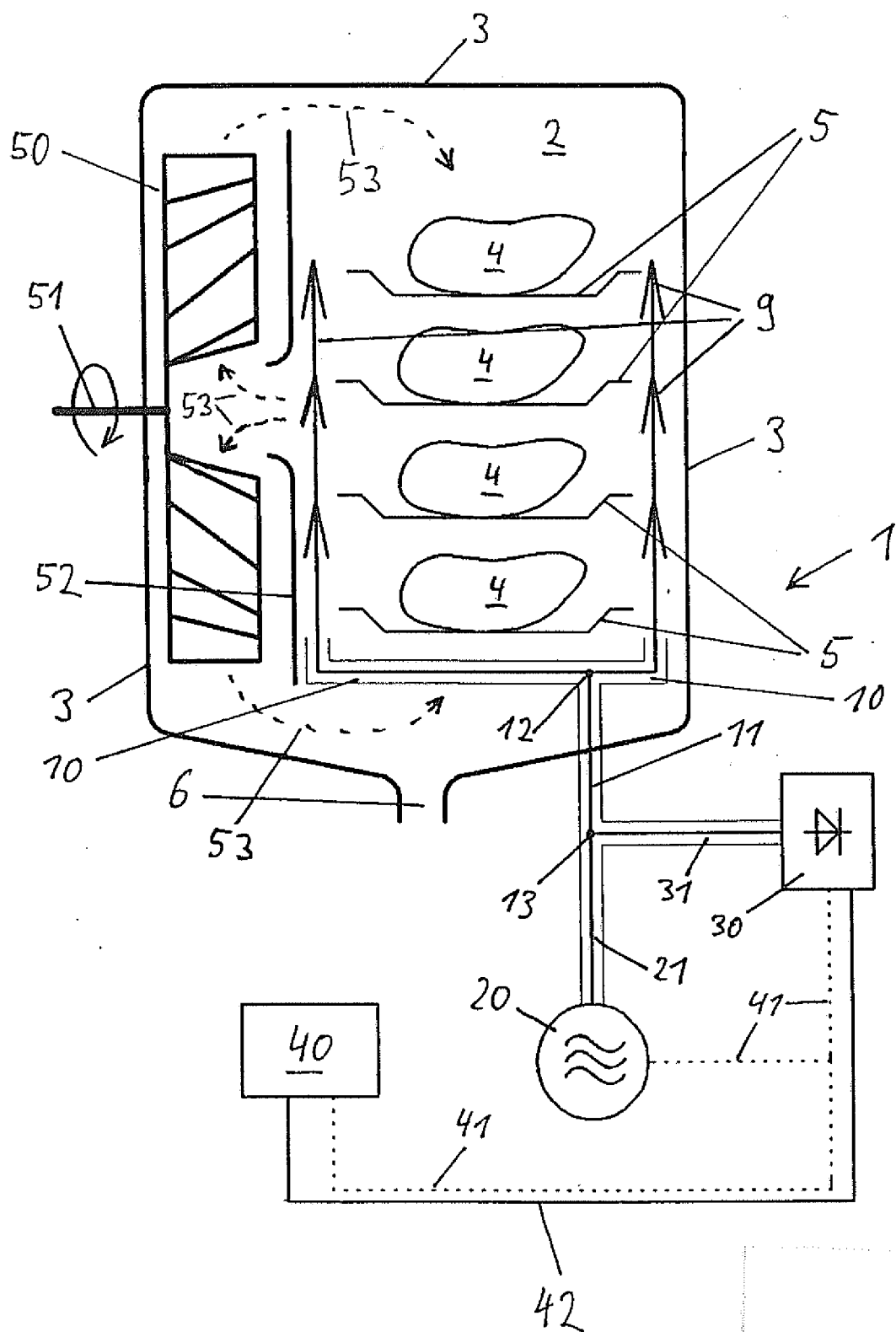


Fig. 1

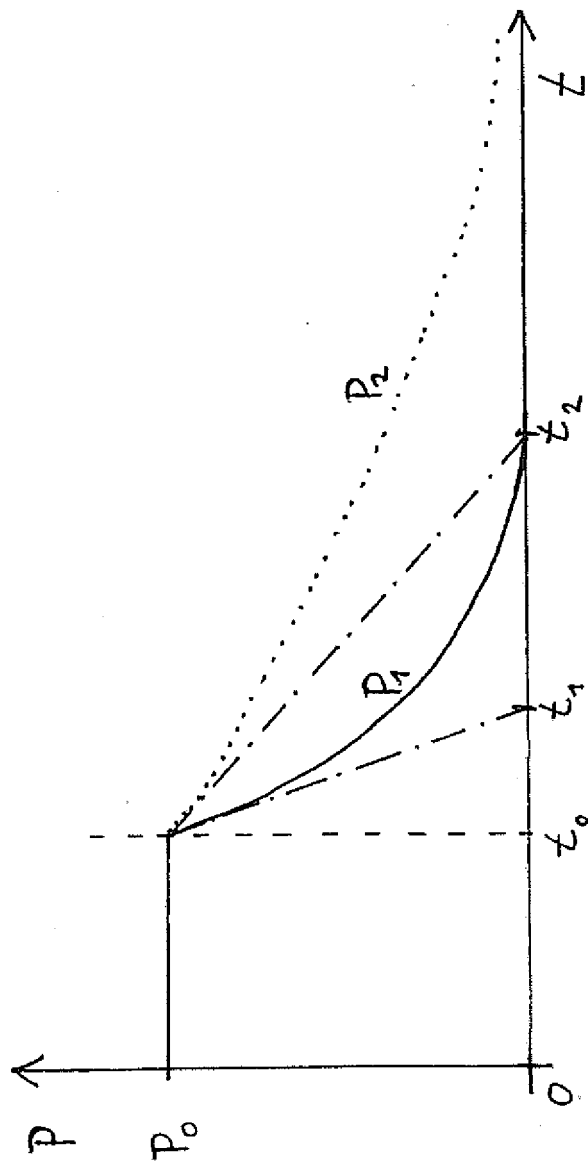


Fig. 2

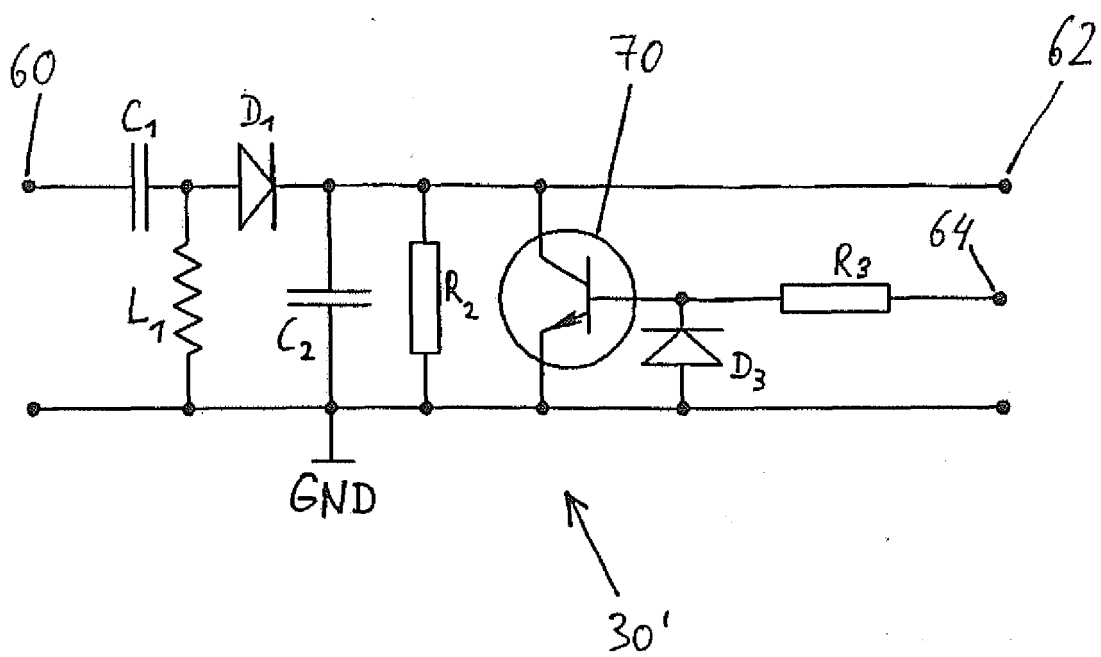


Fig. 3

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 3743921 A1 [0003] [0003] [0030]
- US 5237141 A [0004]
- US 6867402 B1 [0006]
- KR 100320715 B [0007]
- DE 102004059900 B3 [0033]