



(11)

EP 4 005 344 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.06.2024 Patentblatt 2024/26

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H05B 6/72 ^(2006.01) **H05B 6/66** ^(2006.01)
H05B 6/70 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20740610.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H05B 6/725; H05B 6/666; H05B 6/70;
H05B 2206/043

(22) Anmeldetag: **14.07.2020**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2020/069867

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2021/013634 (28.01.2021 Gazette 2021/04)

(54) **BETREIBEN EINES MIKROWELLEN-HAUSHALTSGERÄTS ABHÄNGIG VON EINER MIKROWELLENGENERATOR-TEMPERATUR**

CONTROL OF A MICROWAVE OVEN BASED ON THE TEMPERATURE OF A MICROWAVE GENERATOR

CONTRÔLE D'UN FOUR MICROONDE BASÉ SUR LA TEMPÉRATURE D'UN GÉNÉRATEUR DE MICRO-ONDES

(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

(30) Priorität: **25.07.2019 DE 102019211065**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.06.2022 Patentblatt 2022/22

(73) Patentinhaber: **BSH Hausgeräte GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **STERZ, Sebastian**
86845 Großaitingen (DE)
• **KUCHLER, Markus**
83257 Gstadt am Chiemsee (DE)
• **RIGORTH, Kerstin**
84453 Mühldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 487 990 EP-B1- 2 487 990
JP-A- H05 109 475

EP 4 005 344 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 Verfahren zum Betreiben eines Mikrowellen-Haushaltsgeräts abhängig von einer Temperatur eines Mikrowellengenerators. Die Erfindung betrifft auch ein Mikrowellenhaushaltsgerät, aufweisend einen Garraum, einen Mikrowellengenerator, eine Temperaturbestimmungsvorrichtung zum Bestimmen einer Temperatur des Mikrowellengenerators, mindestens eine Mikrowellenverteilungseinrichtung und eine Steuereinrichtung, wobei die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen. Die Erfindung ist insbesondere vorteilhaft anwendbar auf eigenständige Mikrowellengeräte oder Kombinationsgeräte Öfen, insbesondere Backöfen, mit Mikrowellenfunktionalität oder Mikrowellengeräte mit zusätzlichen Wärmeheizstrahlern.

[0002] Es ist bisher bekannt, eine Magnetrontemperatur zu messen, um einen Leerlauf des Gargeräts oder eine Fehlfunktion der Magnetronkühlung festzustellen und eine sich dadurch ergebende Überhitzung des Magnetrons zu vermeiden. Das Magnetron wird abgeschaltet, wenn ein vorgegebener Temperaturschwellwert erreicht wird.

[0003] So offenbart GB 2321764 A einen Temperatursensor, der an einem Träger aus wärmeleitendem Material befestigt ist, der abnehmbar an einer Kühlrippe eines Magnetrons eines Mikrowellenofens angebracht ist, um eine Temperatur zu messen, die für die Temperatur eines Anodenblocks des Magnetrons repräsentativ ist. Wenn diese Temperatur auf zu hohe Werte ansteigt, was auf abnormale Bedingungen wie einer fehlenden Last (Leerlauf) oder eine Fehlfunktion der Kühlung hinweist, wird die Stromversorgung des Magnetrons unterbrochen.

[0004] In EP 2 993 961 A1 wird eine Leerlauferkennung beschrieben, die ebenfalls auf der Messung der Magnetrontemperatur basiert. Der Leerlauf wird anhand der Steigung der Temperaturkurve oder dem Erreichen einer Maximaltemperatur erkannt, und als Folge wird die Heizleistung reduziert oder vollständig abgeschaltet. EP 2 378 204 A1 und EP 1 594 345 A1 beschäftigen sich ebenfalls mit der Messung der Magnetrontemperatur, um einen Leerlauf des Gargeräts zu vermeiden.

[0005] DE 10 2016 117 922 A1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben eines Magnetrons für ein Gargerät, das eine Kathode aufweist. Die Leistungszufuhr, insbesondere die Hochspannungsversorgung, des Magnetrons wird in Abhängigkeit eines Sicherheitszustands gesteuert bzw. geregelt. Ferner sind eine Mikrowellenquelle und ein Gargerät beschrieben.

[0006] DE 10 2004 015 993 A1 offenbart ein Mikrowellengerät oder ein Kombinationsgerät mit Mikrowellenbetrieb. Dieses Gerät umfasst a) mindestens einen Garraum für Gargut, b) mindestens eine Einrichtung zur Erzeugung von Mikrowellen, c) einen oder mehrere Temperatursensoren, insbesondere zur Erfassung der Garraumtemperatur und/oder zur Erfassung der Temperatur der Einrichtung zur Erzeugung von Mikrowellen, wobei jeder der Temperatursensoren ein Messsignal erzeugt, und d) mindestens eine Auswerteeinrichtung, mit der anhand der zeitlichen Entwicklung des Messsignals mindestens eines der Temperatursensoren bei Mikrowellenbetrieb der Beladungszustand des Garraums, insbesondere ein Leerlaufbetrieb des Mikrowellengeräts, ermittelbar ist. Ferner wird ein Verfahren zum Betrieb eines Mikrowellengeräts angegeben, bei dem die zeitliche Entwicklung der Messsignale mindestens eines der Temperatursensoren bei Mikrowellenbetrieb zur Ermittlung des Beladungszustandes des Garraums, insbesondere zur Ermittlung eines Leerlaufbetriebs des Mikrowellengeräts, herangezogen wird.

[0007] EP 2 194 758 B1 offenbart eine Zustandserfassungs-Vorrichtung zum Erfassen eines Betriebszustandes einer Hochfrequenz-Erwärmungsvorrichtung, die ein Magnetron zum Erzeugen von Mikrowellen enthält, wobei die Vorrichtung umfasst: einen Abschnitt zum Bestimmen einer Bewegungsposition, mit dem eine Bewegungsposition eines Funkwellen-Röhrelementes bestimmt wird, das periodisch arbeitet, um die durch das Magnetron erzeugten Mikrowellen relativ in Bezug auf ein erwärmtes Objekt zu verrühren; einen Anodenstrom-Eingabeabschnitt, mit dem ein erfasster Anodenstrom des Magnetrons eingegeben wird; und einen Bestimmungsabschnitt, mit dem eine Periode einer periodischen Bewegung des Funkwellen-Röhrelementes anhand von Informationen, der mit dem Abschnitt zum Bestimmen einer Bewegungsposition bestimmten Bewegungsposition bestimmt wird, dann ein entsprechender Wert, der dem über den Anodenstrom-Eingabeabschnitt eingegebenen Anodenstrom entspricht, mehrmals während der einen Periode gelesen wird und der Betriebszustand der Hochfrequenz-Erwärmungsvorrichtung auf Basis einer Vielzahl der entsprechenden Werte während der einen Periode bestimmt wird.

[0008] JP H05 109475 A offenbart einen Hochfrequenz-Heizkocher durch Kochen mittels von einem Magnetron erzeugten Mikrowellen. Zum Einstellen der Lastimpedanz in der Kochkammer ist es vorgesehen, die Schwingungseffizienz des Magnetrons zu verbessern. Dazu kann vorgesehen sein, dass ein Temperaturdetektor in Form eines Thermistors mit dem Magnetron in Kontakt steht, um eine Temperatur einer Anode des Magnetrons an der Außenwand des Magnetrons zu erfassen, und dass ein Antennenantriebsmotor beruhend auf der von dem Thermistor erfassten Temperatur eine Position einer rotierenden Antenne steuert, um eine Lastimpedanz in der Kochkammer zu steuern.

[0009] EP 2 487 990 A1 offenbart ein Verfahren zum Steuern der Mikrowellenleistung eines Ofens mit einem oder mehreren Magnetronen. Das Verfahren sieht vor, die Betriebstemperatur des oder der Magnetrone zu überwachen und bei Detektieren einer vorgegebenen Betriebstemperatur oder eines vorgegebenen Betriebstemperaturverlaufs, die bzw. der für den bevorstehenden Ausfall eines Magnetrons charakteristisch ist, vordefinierte Signale über die Steuerung abzugeben. Insbesondere kann während eines Betriebs die Betriebstemperatur jedes Magnetrons über Sensoren über-

wacht werden. Wird beispielsweise ein bestimmtes Magnetron im Betrieb, das heißt nach seiner Aufwärmphase, kälter, und wird die Temperatur detektiert, ist klar, dass dieses Magnetron nur noch eine gewisse Rest-Betriebszeit läuft und ein Ausfall bevorsteht. Die Steuerung ändert entweder sofort ab diesem Zeitpunkt oder in einer vorgegebenen Zeit nach Detektieren des Zeitpunkts, zu dem die Temperatur ermittelt wird, die Leistungsabgabe sämtlicher Magnetrone. Über

entsprechende Signale, die die Steuerung abgibt, wird die Heizleistung der Magnetrone über die Stromzufuhr geändert. **[0010]** Es ist die **Aufgabe** der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zumindest teilweise zu überwinden und insbesondere eine verbesserte Möglichkeit zum Betreiben eines Mikrowellen-Haushaltsgeräts abhängig von einer Temperatur eines Mikrowellengenerators bereitzustellen.

[0011] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen.

[0012] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben eines Mikrowellen-Haushaltsgeräts, bei dem ein Mikrowellen-Behandlungsbetrieb abhängig von einer Temperatur eines Mikrowellengenerators gesteuert wird.

[0013] Dieses Verfahren ergibt den Vorteil, dass die Temperatur des Mikrowellengenerators nun im Gegensatz zum Stand der Technik dazu genutzt wird, einen Mikrowellen-Behandlungsbetrieb als solchen zu steuern, beispielsweise um ein verbessertes Garergebnis zu erhalten, um eine Behandlungsdauer zu verringern und/oder um eine Energieersparnis zu erlangen. In anderen Worten ist das Verfahren nicht dazu gedacht, anhand der Temperatur des Mikrowellengenerators für den Betrieb des Mikrowellengenerators kritische Zustände wie einen Leerlauf oder ein Versagen einer Kühlung zu erkennen, um dann Gegenmaßnahmen treffen zu können. Vielmehr ist das Verfahren dazu gedacht, einen ordnungsgemäß laufenden (nicht durch kritische Zustände des Mikrowellengenerators beeinflussten) Mikrowellen-Behandlungsbetrieb von Gut verbessert anzusteuern. In dem ordnungsgemäß laufenden Mikrowellen-Behandlungsbetrieb befindet sich insbesondere Gut bzw. eine mikrowellenabsorbierende Last in dem Garraum. Ein weiterer Vorteil ist, dass sich eine solche Steuerung mit technisch einfach implementierbaren und preiswerten Mitteln umsetzen lässt.

[0014] Dieses Verfahren nutzt aus, dass bei der Einkopplung von Mikrowellen in den Garraum ein bestimmter Anteil davon wieder zurück zu dem Mikrowellengenerator reflektiert wird und dadurch zu einer Erhöhung einer Temperatur des Mikrowellengenerators führt. Typischerweise ist die Temperaturerhöhung umso größer, je größer die Leistung der rückreflektierten Mikrowellen ist. Während eines typischen Mikrowellen-Behandlungsbetriebs werden die Feldverteilungen in dem Garraum häufig gezielt verändert, um statische Hotspots zu vermeiden. Auch ist es bekannt, einen Mikrowellen-Behandlungsbetrieb so zu steuern, dass eine besonders hohe Mikrowellenabsorption in dem Garraum / geringe Reflexion zu dem Mikrowellengenerator auftritt, um eine hohe Effizienz zu erlangen. Durch die Bestimmung der Temperatur (z.B. gemessen als absolute Temperatur, Temperaturerhöhung usw.) an dem Mikrowellengenerator kann vorliegend zumindest grob auf die rückreflektierte Mikrowellenleistung für eine oder mehrere Feldverteilungen zurückgeschlossen werden. Dies wiederum kann dazu genutzt werden, um Feldverteilungen gezielt einzustellen, welche eine zum Zweck der aktuellen Behandlung des in dem Garraum befindlichen Guts vorteilhafte Eigenschaft, insbesondere Absorptions-/Reflexions-Anteil, aufweisen. Beispielsweise können für eine Energieeinträgung in das Gut ungünstige Feldverteilungen bzw. zugehörige Betriebsparameter erkannt und für den weiteren Verlauf eines Mikrowellen-Behandlungsablaufs ausgeschlossen werden.

[0015] Noch ein Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass die Temperatur des Mikrowellengenerators eine zeitlich schnelle Steuerung des Mikrowellen-Behandlungsbetriebs ermöglicht.

[0016] Das Mikrowellen-Haushaltsgerät kann ein eigenständiges Mikrowellengerät oder ein Kombinationsgerät wie ein Ofen - insbesondere Backofen - mit Mikrowellenfunktionalität oder ein Mikrowellengerät mit zusätzlichen Wärmeheizstrahlern wie Widerstandsheizkörpern usw. sein.

[0017] Der Mikrowellengenerator kann ein Magnetron oder ein halbleiterbasierter Mikrowellengenerator sein. Der Mikrowellengenerator kann ein invertergesteuerter Mikrowellengenerator sein. Der Mikrowellengenerator kann in einer Weiterbildung mehrere Einspeisungspunkte zur Einspeisung oder Einkopplung von Mikrowellen in den Garraum aufweisen. Insbesondere können die an unterschiedlichen Einspeisungspunkten eingespeisten Mikrowellen eine Phasendifferenz oder einen Phasenversatz zueinander aufweisen. Dieser Phasenversatz kann in einer Weiterbildung durch das Gerät gezielt einstellbar sein.

[0018] Auch ist es möglich, dass das Mikrowellen-Haushaltsgerät mehrere Mikrowellengeneratoren aufweist, die unterschiedliche Einspeisungspunkte zur Einspeisung oder Einkopplung von Mikrowellen in den Garraum aufweisen. Insbesondere können die an unterschiedlichen Einspeisungspunkten eingespeisten Mikrowellen einen Phasenversatz zueinander aufweisen. Dieser Phasenversatz kann in einer Weiterbildung durch das Gerät gezielt einstellbar sein.

[0019] Unter einem Mikrowellen-Behandlungsbetrieb wird insbesondere ein Betriebsablauf des Mikrowellen-Haushaltsgeräts verstanden, bei dem Gut durch Beaufschlagung mit Mikrowellen behandelt wird, beispielsweise zum Garen, Sieden, Auftauen usw. Das Gut kann Gargut wie Lebensmittel, Wasser usw. sein.

[0020] Die Steuerung abhängig von der Temperatur des Mikrowellengenerators umfasst insbesondere eine Änderung der Beaufschlagung von Mikrowellen auf das Behandlungsgut durch normale oder ordnungsgemäße Änderungen von für einen Mikrowellen-Behandlungsbetrieb vorgesehenen Einstellparametern. Eine Änderung der Beaufschlagung durch Mikrowellen aufgrund von Notmaßnahmen ist durch das vorliegende Verfahren insbesondere nicht umfasst. Jedoch ist

es nicht ausgeschlossen, auch eine Leistungsreduzierung des Mikrowellengenerators mit Erreichen eines kritischen Temperaturschwellwerts vorzusehen.

[0021] Die Steuerung des Mikrowellen-Behandlungsbetriebs abhängig von einer Temperatur des Mikrowellengenerators kann eine Steuerung abhängig von einer absoluten Temperatur, einer Temperaturdifferenz und/oder einer Temperaturänderung, usw. umfassen.

[0022] Die Temperatur des Mikrowellengenerators kann beispielsweise durch mindestens einen Temperatursensor gemessen oder über andere Messwerte abgeleitet werden. Die Temperatur des Mikrowellengenerators kann direkt an dem Mikrowellengenerator oder indirekt an anderer Stelle gemessen werden. Beispielsweise kann ein Temperatursensor zwischen Kühlfinnen direkt an einem Anodenblock des Mikrowellengenerators befestigt sein. Die Befestigung direkt an einem Anodenblock eines Magnetrons ist besonders vorteilhaft, da an diesem Ort die geringste thermische Trägheit des Systems vorliegt. Die Änderung der Beaufschlagung durch Mikrowellen und damit einhergehend die Änderung der Reflexionsverhältnisse kann so mit einem besonders hohen Temperaturhub und einer besonders geringen zeitlichen Verzögerung gemessen werden.

[0023] Ein Beispiel für eine indirekte Messung umfasst eine Messung einer Lufttemperatur, nachdem Kühlluft den Mikrowellengenerator überstrichen hat, z.B. eine Luftaustrittstemperatur des Geräts. Ein weiteres Beispiel für eine indirekte Messung der Temperatur des Mikrowellengenerators umfasst die Messung bzw. Bestimmung einer Differenztemperatur zwischen einem Lufteintritt und einem Luftaustritt, um vorteilhafterweise variable Vorerwärmungseffekte vorgelagerter Bauteile auszublenden.

[0024] Es ist weiterhin denkbar, die Temperatur des Mikrowellengenerators indirekt über Betriebsparameter eines zugehörigen Inverters (d.h., eines Hochspannungsschaltnetzteils zur Ansteuerung des Mikrowellengenerators) zu ermitteln, da Heizstrom, Anodenstrom sowie Anodenspannung von der Temperatur des Mikrowellengenerators abhängig sind.

[0025] Darüber hinaus wird während des Mikrowellen-Behandlungsbetriebs eine Feldverteilung in einem Garraum des Mikrowellen-Haushaltsgeräts geändert und der Mikrowellen-Behandlungsbetrieb abhängig von einer durch die Änderung der Feldverteilung bewirkten Temperaturänderung des Mikrowellengenerators gesteuert. Dadurch wird der weitere Vorteil erreicht, dass Eigenschaften bestimmter Feldverteilungen anhand der Temperaturänderungen beim Übergang oder Wechsel zwischen verschiedenen Feldverteilungen feststellbar sind und für den Mikrowellen-Behandlungsbetrieb dann bestimmte, zur Erreichung eines bestimmten Zwecks oder Szenarios vorteilhafte Feldverteilungen aussuchbar oder einstellbar sind. Die Änderung der Feldverteilung erfolgt gezielt durch Änderung mindestens eines Betriebsparameters des Mikrowellen-Haushaltsgeräts. Die Feldverteilung kann auch als "Modenbild" bezeichnet werden.

[0026] Noch ein weiterer Vorteil ist, dass die Temperaturänderung an dem Mikrowellengenerator nach Änderung der Feldverteilung vergleichsweise schnell bzw. mit nur geringer zeitlicher Verzögerung auftritt. Im Gegensatz dazu konnten bisher Auswirkungen einer Änderung der Feldverteilung nur über eine Temperaturänderung des Garguts ermittelt werden, z.B. mittels eines Bratenthermometers oder eines Infrarotbilds. Jedoch ist die Temperaturänderung des Garguts nur mit erheblicher Verzögerung feststellbar, da Gargut eine hohe thermische Trägheit aufweist. Im Gegensatz dazu können mit dem vorliegenden Verfahren belastbare Messergebnisse bereits nach wenigen Sekunden erlangt werden.

[0027] Es ist eine Weiterbildung, dass die Änderung der Feldverteilung bei gleichbleibender Ausgangsleistung des Mikrowellengenerators erfolgt. So ergibt sich der Vorteil, dass sich die Auswirkung einer Änderung der Feldverteilung oder des Modenbilds besonders deutlich erkennen lässt. Jedoch ist es auch möglich, die Ausgangsleistung des Mikrowellengenerators abhängig von der Temperatur oder Temperaturänderung an dem Mikrowellengenerator an bestimmte Zielgrößen wie eine möglichst gleichbleibende absorbierte oder reflektierte Mikrowellenleistung hin anzupassen.

[0028] Außerdem wird bei dem Verfahren aus der Temperaturänderung eine Größe einer Änderung eines aus dem Garraum zu dem Mikrowellengenerator zurückreflektierten Anteils der in den Garraum eingestrahlten Mikrowellenleistung bestimmt. Eine solche Bestimmung ist vorteilhafterweise besonders einfach und schnell durchführbar. Somit lassen sich für zwei aufeinanderfolgende unterschiedliche Feldverteilungen oder Modenbilder deren zurückreflektierte Mikrowellenleistungen grob vergleichen, z.B. kann die zweite Feldverteilung einen größeren, ungefähr gleich großen oder einen kleineren Anteil an zurückreflektierter Mikrowellenleistung aufweisen als die erste Feldverteilung. Dies ist analog zu der Aussage, dass der Anteil der in dem Garraum absorbierten oder dissipierten Mikrowellenleistung für die zweite Feldverteilung kleiner, ungefähr gleich groß oder größer ist als bei der ersten Feldverteilung. Bei dieser Ausgestaltung kann also anhand der Temperaturänderung bestimmt werden, ob ein zu dem Mikrowellengenerator zurückreflektierter Anteil einer Mikrowellenleistung für eine Feldverteilung vor einem Umschaltzeitpunkt zwischen unterschiedlichen Einstellwerten oder für eine Feldverteilung nach diesem Umschaltzeitpunkt höher, gleich hoch oder niedriger ist. Entsprechend kann - je nach Eignung für den vorliegenden Behandlungsablauf - die nach dem Umschaltzeitpunkt vorhandene Feldverteilung beibehalten werden oder die Einstellwerte auf die vor dem Umschaltzeitpunkt herrschenden Werte zurückgestellt werden.

[0029] Es ist eine Ausgestaltung, dass die Feldverteilung durch Ändern eines Einstellwerts mindestens eines Betriebsparameters mindestens einer die Feldverteilung ändernden Mikrowellenverteilungseinrichtung geändert wird. So lässt sich die Feldverteilung besonders zielgenau ändern.

[0030] Es ist eine Weiterbildung, dass die Mikrowellenverteilungseinrichtung mindestens einen einstellbaren Betriebsparameter aufweist, der mindestens zwei Werte ("Einstellwerte") annehmen kann. Wird der Einstellwert geändert, ändert sich in der Regel auch die Feldverteilung. Dabei kann die Änderung beim Umschalten zwischen zwei Einstellwerten groß oder auch nur gering sein. Eine Mikrowellenverteilungseinrichtung kann einen oder mehrere solche Betriebsparameter aufweisen.

[0031] Es ist eine Ausgestaltung, dass mindestens ein Einstellwert aus der Gruppe der folgenden Betriebsparameter geändert wird:

- Drehwinkel einer Drehantenne;
- Höhenposition einer Drehantenne;
- Relativwinkel zwischen zwei Flügeln einer Drehantenne;
- Drehwinkel eines Modenrührers;
- Höhenposition eines Modenrührers;
- Drehwinkel eines Drehtellers;
- Mikrowellenfrequenz;
- Phasenversatz zwischen unterschiedlichen Einspeisungspunkten;
- Aktivierung oder Deaktivierung einer Einspeisung von Mikrowellen über mehrere Einspeisungspunkte;
- Veränderung einer Leistungsaufteilung zwischen mehreren Einspeisungspunkten.

[0032] Eine Drehantenne wird üblicherweise dazu verwendet, Mikrowellen in den Garraum einzukoppeln, insbesondere aus einer mit dem Mikrowellengenerator verbundenen Mikrowellenführung. Die Drehantenne weist häufig ein oder mehrere seitlich von einer Drehachse abstehende Flügel auf und ist z.B. mittels eines Schrittmotors drehbar. Die Drehantenne weist den Drehwinkel φ als Betriebsparameter auf, der bspw. einen Wertebereich von $[0^\circ; 180^\circ]$ oder, falls die Drehantenne ganz um sich drehbar ist, von $[0^\circ; 360^\circ]$ aufweisen kann, z.B. in Schritten von 1° , 5° , 10° o.ä. Eine Verstellung des Drehwinkels wird üblicherweise dazu genutzt, eine Feldverteilung in dem Garraum zu ändern, z.B. um statische Hotspots zu vermeiden.

[0033] Eine Drehantenne kann zusätzlich höhenverstellbar sein, wobei sie dann als weiteren Betriebsparameter die Höhenposition aufweist. Auch die Höhenposition kann dazu genutzt werden, eine Feldverteilung in dem Garraum zu ändern.

[0034] Falls die Drehantenne zwei oder mehr Flügel aufweist, können in einer Weiterbildung zumindest zwei von ihnen um die Drehachse der Antenne relativ zueinander verstellbar sein, z.B. in Schritten von 1° , 5° , 10° o.ä. Auch der Relativwinkel kann dazu genutzt werden, eine Feldverteilung in dem Garraum zu ändern.

[0035] Die Feldverteilung in dem Garraum kann auch dadurch geändert werden, dass ein Drehwinkel und, falls möglich, eine Höhenposition eines Modenrührers oder "Stirrers" in dem Garraum geändert werden. Der Modenrührer ist primär dazu vorgesehen, die Feldverteilung zu ändern.

[0036] Die Feldverteilung kann auch durch eine Einstellung eines Drehwinkels eines Drehtellers verändert werden, insbesondere falls sich darauf asymmetrisch geformtes Behandlungsgut befindet.

[0037] Da der Garraum einen Resonanzkörper für die Mikrowellen bildet, kann die Feldverteilung ferner durch eine Einstellung einer Mikrowellenfrequenz geändert werden. Beispielsweise können die Mikrowellen in einem Bereich $[2,4 \text{ GHz}; 2,5 \text{ GHz}]$ variiert werden, z.B. in Schritten von $0,001 \text{ GHz}$ bzw. 1 MHz .

[0038] Es ist eine Ausgestaltung, dass

- eine Temperaturkurve während des Mikrowellen-Behandlungsbetriebs aufgenommen wird,
- Kurvensteigungen vor und nach einem Umschaltzeitpunkt, zu dem die Feldverteilung in dem Garraum geändert worden ist, bestimmt werden und
- aus dem Unterschied der Steigungen bestimmt wird, ob der zurückreflektierte Anteil der Mikrowellenleistung für die Feldverteilung vor dem Umschaltzeitpunkt oder für die Feldverteilung nach dem Umschaltzeitpunkt höher bzw. niedriger ist.

[0039] Dies ergibt den Vorteil einer zuverlässigen Abschätzung der reflektierten Mikrowellenleistung mit einem geringen Rechenaufwand. Die Kurvensteigungen können z.B. durch einen Kurvenfit eines geeigneten Kurvenabschnitts bestimmt werden.

[0040] Es ist eine Weiterbildung, dass die Steigungen als Steigungen linearer oder praktisch linearer Kurvenabschnitte angenommen werden ("lineare Steigung"). Dies ermöglicht eine besonders einfache Auswertung. Die Annahme der Linearität der zum Bestimmen der Steigungen benutzten Kurvenabschnitte ist eine gute Annahme insbesondere für den Fall, dass sich der Mikrowellengenerator vor dem Umschaltzeitpunkt noch nicht im thermischen Gleichgewicht befunden hat bzw. sich erst noch innerhalb einer Aufwärmphase befindet. Diese Weiterbildung ergibt den weiteren Vorteil, dass sie sich besonders gut für Behandlungsabläufe eignet, bei denen die Feldverteilung vergleichsweise häufig (z.B. alle 5

bis 30 Sekunden) ändert.

[0041] Der Kurvenabschnitt kann zur Steigungsbestimmung z.B. geglättet werden.

[0042] Es ist eine Ausgestaltung, dass die Kurvensteigung vor dem Umschaltzeitpunkt in einem Kurvenabschnitt bestimmt wird, der bis unmittelbar vor den Umschaltzeitpunkt reicht. Dies ermöglicht einen besonders zuverlässigen Vergleich mit einer Steigung nach dem Umschaltzeitpunkt. Wird also z.B. ein Umschaltzeitpunkt mit t_p bezeichnet, kann die Steigung der Kurve davor in einem Kurvenabschnitt $[t_p - \Delta t_1; t_p]$ bestimmt werden, wobei Δt_1 die Zeitdauer dieses Kurvenabschnitts darstellt.

[0043] Es ist eine Weiterbildung, dass die Kurvensteigung ab dem Umschaltzeitpunkt bestimmt wird, z.B. in einem Kurvenabschnitt $[t_p; t_p + \Delta t_2]$. Es kann $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t$ gelten.

[0044] Es ist eine Ausgestaltung, dass die Kurvensteigung ab dem Umschaltzeitpunkt, zuzüglich einer vorgegebenen Verzögerungszeit Δt_d , bestimmt wird. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass während der Verzögerungszeit Δt_d durch Umstellung der Feldverteilung kurzzeitig auftretende Effekte sich nicht auf die Bestimmung der Steigung auswirken. Die Kurvensteigung nach dem Umschaltzeitpunkt wird also in einem Kurvenabschnitt $[t_p + \Delta t_d; t_p + \Delta t_d + \Delta t_2]$ bestimmt. Die Verzögerungszeit Δt_d kann z.B. 0,5 bis 3 Sekunden, insbesondere ein bis zwei Sekunden, betragen.

[0045] Es ist eine Ausgestaltung, dass während des Mikrowellen-Behandlungsbetriebs mindestens ein Betriebsparameter mindestens einer Mikrowellenverteilungseinrichtung beruhend auf der Stärke des zugehörigen zurückreflektierten Anteils der Mikrowellenleistung eingestellt wird. So lässt sich eine Einstellung einer vorteilhaften Feldverteilung während eines Mikrowellen-Behandlungsablaufs besonders einfach einnehmen. Die Kombinationen der Einstellwerte, die zu einem gemeinsamen Zeitpunkt einstellbar sind, können auch als Satz von Einstellwerten, Werte-Tupel oder Mikrowellenparameterkombination (MPK) bezeichnet werden.

[0046] Beispielsweise können für eine Erwärmung von Flüssigkeiten nur Feldverteilungen bzw. die zugehörigen Einstellwerte des mindestens einen Betriebsparameters verwendet werden, bei denen eine geringe Mikrowellenreflexion auftritt. Dabei wird ausgenutzt, dass es zum Erwärmen einer Flüssigkeit wünschenswert ist, in diese möglichst schnell eine hohe Mikrowellenleistung einzubringen. Um dies zu erreichen, können alle MPKs, bei welchen viel Mikrowellenleistung reflektiert wird, vermieden werden, so dass kürzere Garvorgänge erreicht werden.

[0047] Ein Beispiel für den umgekehrten Fall ist ein Auftauvorgang, bei dem es nicht wünschenswert ist, dass ein bereits angetauter Bereich weiter erwärmt wird, solange an anderen Stellen des Garguts noch gefrorene Bereiche vorhanden sind. Sobald angetaute Bereiche mit Flüssigkeit entstehen, tritt der sog. "Runaway-Effekt" auf, da getaute (flüssige) Bereiche Mikrowellenenergie deutlich schneller in Wärme umsetzen als gefrorene Bereiche. Durch Vermeiden von Einstellwerten, die zu Feldverteilungen mit geringer Reflexion führen, kann ein gleichmäßiges Auftauen unterstützt werden.

[0048] Es ist eine Weiterbildung, dass das Verfahren dazu verwendet wird, die in Gargut absorbierte Mikrowellenleistung während eines Behandlungsvorgangs oder -ablaufs möglichst konstant zu halten. Wird dabei ein Zustand starker Reflexion erkannt, kann die Ausgangsleistung des Magnetrons erhöht werden, oder umgekehrt kann die Ausgangsleistung gesenkt werden, wenn die Reflexion aus dem Garraum abnimmt. Dadurch wird das Gargut während eines Behandlungsablaufs stets mit zumindest ungefähr der gleichen Leistung beaufschlagt, und zwar auch dann, wenn die Feldverteilung zur Vermeidung von stationären Hotspots im Gargut regelmäßig geändert wird, z.B. gezielt oder zufällig.

[0049] Es ist folglich allgemein eine Ausgestaltung, dass mindestens ein Einstellwert so eingestellt wird, dass sich ein relativ niedriger zurückreflektierter Anteil der Mikrowellenleistung ergibt.

[0050] Es ist auch allgemein eine Ausgestaltung, dass mindestens ein Einstellwert so eingestellt wird, dass sich ein relativ hoher zurückreflektierter Anteil der Mikrowellenleistung ergibt. Während eines Behandlungsablaufs können sich die Zielvorgaben (z.B. hoher oder geringer zurückreflektierter Anteil der Mikrowellenleistung) ändern. So kann tiefgefrorene Suppe zunächst unter Vermeiden von Einstellwerten, die zu Feldverteilungen mit geringer Reflexion führen, gleichmäßig aufgetaut werden und dann durch Einstellen von Feldverteilungen mit geringer Reflexion schnell erhitzt werden.

[0051] Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Mikrowellenhaushaltsgerät, aufweisend einen Garraum, einen Mikrowellengenerator, eine Temperaturbestimmungsvorrichtung zum Bestimmen einer Temperatur des Mikrowellengenerators, mindestens eine Mikrowellenverteilungseinrichtung und eine Steuereinrichtung, wobei die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, das wie oben beschriebene Verfahren durchzuführen. Das Mikrowellenhaushaltsgerät kann analog zu dem Verfahren ausgebildet sein und weist die gleichen Vorteile auf.

[0052] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden schematischen Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert wird.

Fig.1 zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht eine Skizze eines Haushalts-Mikrowellengeräts;

Fig.2 zeigt Verläufe einer Temperatur eines Mikrowellengenerators des Haushalts-Mikrowellengeräts für unterschiedliche Einstellwerte einer Mikrowellenverteilungseinrichtung;

Fig.3 zeigt Verläufe der Temperatur des Mikrowellengenerators bis zum Erreichen einer Gleichgewichtstemperatur

für unterschiedliche Einstellwerte der Mikrowellenverteilungseinrichtung;

Fig.4 zeigt einen Verlauf der Temperatur des Mikrowellengenerators bei Wechsel des Einstellwerts der Mikrowellenverteilungseinrichtung nach Erreichen der Gleichgewichtstemperatur; und

Fig.5 zeigt einen Verlauf der Temperatur des Mikrowellengenerators bei mehrmaligem Wechsel des Einstellwerts der Mikrowellenverteilungseinrichtung vor Erreichen einer jeweiligen Gleichgewichtstemperatur.

[0053] Fig.1 zeigt ein Mikrowellenhaushaltsgerät 1, aufweisend einen Garraum 2, der eine mittels einer Tür 3 verschließbare Beschickungsöffnung 4 aufweist. Durch die Beschickungsöffnung 4 kann Gut G in den Garraum 2 eingebracht werden. Das Mikrowellenhaushaltsgerät 1 weist ferner einen Mikrowellengenerator in Form z.B. eines Magnetrons 5 auf. Von dem Magnetron 5 abgestrahlte Mikrowellen werden durch eine als Hohlleiter ausgebildete Mikrowellenführung 6 zu dem Garraum 2 geleitet und dort mittels einer Drehantenne 7 in den Garraum 2 eingekoppelt. Die Drehantenne 7 weist innerhalb des Garraums 2 einen Antennenflügel 8 auf und ist um eine Drehachse D drehbar (z.B. angetrieben durch einen nicht dargestellten Schrittmotor). Der Antennenflügel 8 ist dazu vorgesehen, bei Drehen der Drehantenne 7 eine Feldverteilung der Mikrowellen in dem Garraum 2 zu ändern. Die Drehantenne 7 dient somit auch als Mikrowellenverteilungseinrichtung. An dem Magnetron 5 ist ein Temperatursensor 9 angebracht, um die Temperatur T_m des Magnetrons 5 ("Magnetrontemperatur") zu messen. Ferner weist das Mikrowellenhaushaltsgerät 1 eine Steuereinrichtung 10 auf, die unter anderem dazu eingerichtet ist, das Magnetron 5 anzusteuern (z.B. dessen Ausgangsleistung einzustellen), Messwerte des Temperatursensors 9 auszulesen und eine Winkelposition oder Drehwinkel φ der Drehantenne 7 um die Drehachse D einzustellen.

[0054] Die Steuereinrichtung 10 ist ferner dazu eingerichtet (z.B. dazu programmiert), einen Mikrowellen-Behandlungsbetrieb mit in dem Garraum 2 befindlichem Gargut G und normal funktionierenden Komponenten abhängig von der Magnetrontemperatur T_m zu steuern.

[0055] Fig.2 zeigt zwei Kurvenverläufe als Auftragung der Magnetrontemperatur T_m in °C gegen eine Zeit t in Sekunden, und zwar für unterschiedliche Drehwinkel φ_1 und φ_2 der Drehantenne 7 bei gleicher in den Garraum 2 eingespeister Mikrowellenleistung und ansonsten identischem Versuchsaufbau. Bei dem Versuchsaufbau wurde entsprechend einer Normmethode zur Messung der tatsächlichen Leistungsabgabe eines Mikrowellengeräts eine Temperaturänderung von einem Liter Wasser als der mikrowellenabsorbierenden Last bestimmt. Der durch die gestrichelten vertikalen Linien begrenzte Zeitbereich zwischen $t = 20$ s und $t = 80$ s entspricht der Ein-Zeit oder dem Aktivierungszeitraum des Magnetrons 5 von 60 s.

[0056] Gleichzeitig zu der Temperaturkurve wird auch die in die Wasserlast eingebrachte Mikrowellenleistung bestimmt. Die Einstellung des Drehwinkels φ_1 als einem Einstellwert des Betriebsparameters φ führt hier nach einer Minute Behandlungs- oder Garzeit zu einer deutlich geringeren Magnetrontemperatur T_m und einer größeren Temperaturerhöhung der Wasserlast (o. Abb.) als bei Einstellung des Drehwinkels φ_2 . Bei dem Drehwinkel φ_1 wird folglich weniger Leistung zurück zu dem Magnetron 5 reflektiert, so dass ein größerer Anteil der eingespeisten Mikrowellenleistung zur Erwärmung der Wasserlast zur Verfügung steht.

[0057] Im hier dargestellten Beispiel wurde für den Drehwinkel φ_1 ein Temperaturhub in der Wasserlast von 11,9 °C festgestellt, was einem Leistungseintrag von rd. 870 W entspricht. Bei dem Drehwinkel φ_2 hingegen betrug der Temperaturhub lediglich 9,8 °C, dies entspricht einem Leistungseintrag von rd. 710 W (Berechnung nach IEC 60705). Bei dem Drehwinkel φ_2 ist die zum Magnetron 5 zurückreflektierte Mikrowellenleistung somit rd. 160 W höher als unter dem Drehwinkel φ_1 . Dies bewirkt eine höhere Magnetrontemperatur T_m unter dem Drehwinkel φ_2 . So beträgt die Magnetrontemperatur T_m gegen Ende der Ein-Zeit des Magnetrons 5 unter dem Drehwinkel φ_1 rd. 76°C, unter dem Drehwinkel φ_2 hingegen rd. 86°C. Randeffekte wie eine unterschiedliche Erwärmung von Elementen im Garraum (Bewandung (Muffel), Glasscheiben der Tür usw.) sind zwar vorhanden, aber nicht maßgeblich.

[0058] Fig.3 zeigt Kurvenverläufe der Magnetrontemperatur T_m bis zum Erreichen einer Gleichgewichtstemperatur für unterschiedliche Drehwinkel φ_1 , φ_2 und φ_{mult} der Drehantenne 7 bei dauerhaft angeschaltetem Magnetron 5. Dabei bezeichnet φ_{mult} die Einstellung mehrerer Werte des Drehwinkels φ während der Messzeit, insbesondere ein dauerndes Drehen der Drehantenne 7.

[0059] Bei längeren Heizvorgängen stellt sich aufgrund der Kühlung des Magnetrons 5 an diesem ein thermisches Gleichgewicht ein, ab dem die Magnetrontemperatur konstant der jeweiligen Gleichgewichtstemperatur entspricht. Die Gleichgewichtstemperatur ist von dem gewählten Drehwinkel φ (allgemein: von dem gewählten Satz von Einstellwerten) abhängig. Ein großer Reflexionsanteil der Mikrowellen führt bei gleichbleibender Kühlleistung zu einer höheren Gleichgewichtstemperatur. Wird - entsprechend dem mit φ_{mult} bezeichneten Szenario - der Drehwinkel φ während des Behandlungsablaufs kontinuierlich variiert, z.B. durch Antennendrehung, entsteht durch thermische Trägheit des Magnetrons 5 eine über alle verwendeten Drehwinkel φ gemittelte Gleichgewichtstemperatur.

[0060] Fig.4 zeigt einen Verlauf der Magnetrontemperatur T_m bei Wechsel des Drehwinkels φ der Drehantenne 7 nach Erreichen der Gleichgewichtstemperatur.

[0061] Wird im Gleichgewichtszustand der Drehwinkel geändert (hier nach $t = 215$ s von dem Drehwinkel φ_1 zu dem Drehwinkel φ_2), ergibt sich aufgrund der neuen Reflexionsanteile eine von Null abweichende Steigung der Tempera-

turkurve. Eine positive Steigung bedeutet, dass bei dem neuen Drehwinkel mehr Leistung zum Magnetron 5 zurückreflektiert wird, bei einer negativen Steigung wird weniger Leistung reflektiert als bei dem vorherigen Drehwinkel. In dem gezeigten Diagramm zeigt sich eine positive Steigung im Temperaturverlauf. Bei Drehwinkel φ_2 wird folglich mehr Leistung zurückreflektiert als bei Drehwinkel φ_1 . Die Temperaturänderung am Magnetron 5 lässt sich schon nach ca.

einer Sekunde nach Änderung des Drehwinkels φ beobachten, also sehr schnell.

[0062] Eine Aussage über den Anteil der reflektierten Mikrowellenleistung kann allgemein entweder anhand eines Vergleichs der jeweiligen Gleichgewichtszustände getroffen werden und/oder durch Betrachten des Betrags und ggf. des Vorzeichens der Steigung beim Verlassen des Gleichgewichtszustands. In der Praxis ist die Betrachtung der Steigung besonders vorteilhaft, da diese deutlich schneller beobachtet werden kann.

[0063] Fig.5 zeigt einen Verlauf der Magnetrontemperatur bei mehrmaligem Wechsel des Drehwinkels φ der Drehantenne 7 vor Erreichen einer jeweiligen Gleichgewichtstemperatur.

[0064] Befindet sich das Magnetron 5 noch nicht in seinem thermischen Gleichgewichtszustand für einen aktuell eingestellten Drehwinkel φ , kann bei einem Wechsel des Drehwinkels φ keine Aussage anhand des Vorzeichens der Steigung des Kurvenverlaufs gemacht werden. Beispielsweise führt in einem Temperaturbereich unterhalb der niedrigsten Gleichgewichtstemperatur jede Änderung des Drehwinkels φ zu einem Anstieg der Magnetrontemperatur T_m und damit zu einer positiven Steigung. Eine Änderung des Drehwinkels φ führt allerdings in einem Großteil der Fälle zu einer sprunghaften Änderung der Steigung, was sich in einem Knick in der Kurve bzw. in dem Temperaturverlauf äußert.

[0065] Um Aussagen über den Anteil der reflektierten Leistung der aktuellen Feldverteilung treffen zu können, kann eine Steigung m_1 der Kurve vor der Änderung des Drehwinkels φ mit einer Steigung m_2 kurz nach der Änderung des Drehwinkels φ verglichen werden. Ist die Steigung m_2 größer als die Steigung m_1 des vorherigen Drehwinkels φ , ist auch der Anteil der reflektierten Leistung größer.

[0066] Fig.5 zeigt speziell den Verlauf der Magnetrontemperatur T_m bei mehrmaligem Wechsel der Antennenposition. Die Umschaltzeitpunkte t_p sind mit t_{p-1} bis t_{p-4} gekennzeichnet. Zumindest für t_{p-2} bis t_{p-4} lässt sich jeweils ein Abknicken der Kurve erkennen.

[0067] Zur Auswertung der Temperaturkurve kann beispielsweise eine Differenz Δm der Steigungen m_1 und m_2 vor und nach den jeweiligen Umschaltzeitpunkten t_{p-1} bis t_{p-4} bestimmt werden. Da die Umschaltungen des Drehwinkels φ im Vergleich zum Erreichen einer Gleichgewichtstemperatur kurz hintereinander erfolgen, können die Kurvenabschnitte außerhalb der Umschaltzeitpunkte t_{p-1} bis t_{p-4} mit guter Näherung als linear angesehen werden.

[0068] Die Steigungsdifferenz Δm kann beispielsweise berechnet werden zu

$$\Delta m = m_2 ([t_p + \Delta t_d; t_p + \Delta t_d + \Delta t_2]) - m_1 ([t_p - \Delta t_1; t_p]),$$

d.h., aus einer Differenz der Steigung m_2 , die aus einem Kurvenabschnitt hinter dem Umschaltzeitpunkt t_p und der Zeitdauer Δt_2 bestimmt worden ist, wobei dieser Kurvenabschnitt um die Verzögerungszeit Δt_d verzögert hinter t_p beginnt, und einer Steigung m_1 , die aus einem Kurvenabschnitt der Zeitdauer Δt_1 bestimmt worden ist, welcher unmittelbar vor dem Umschaltzeitpunkt t_p endet. Durch die Verzögerungszeit Δt_d wird die thermische Trägheit des Systems berücksichtigt. Sie beträgt normalerweise nur ein bis zwei Sekunden.

[0069] Es gilt $\Delta m < 0$, wenn unter dem neuen Drehwinkel φ weniger Leistung zurückreflektiert wird. Es gilt $\Delta m = 0$, wenn unter dem neuen Drehwinkel φ gleich viel Leistung zurückreflektiert wird, und es gilt $\Delta m > 0$, wenn unter dem neuen Drehwinkel φ mehr Leistung zurückreflektiert wird.

[0070] Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf das gezeigte Ausführungsbeispiel beschränkt.

[0071] Allgemein kann unter "ein", "eine" usw. eine Einzahl oder eine Mehrzahl verstanden werden, insbesondere im Sinne von "mindestens ein" oder "ein oder mehrere" usw., solange dies nicht explizit ausgeschlossen ist, z.B. durch den Ausdruck "genau ein" usw.

[0072] Auch kann eine Zahlenangabe genau die angegebene Zahl als auch einen üblichen Toleranzbereich umfassen, solange dies nicht explizit ausgeschlossen ist.

Bezugszeichenliste

[0073]

- | | |
|---|---------------------------|
| 1 | Mikrowellenhaushaltsgerät |
| 2 | Garraum |
| 3 | Tür |
| 4 | Beschickungsöffnung |
| 5 | Magnetron |
| 6 | Mikrowellenführung |

	7	Drehantenne
	8	Antennenflügel
	9	Temperatursensor
	10	Steuereinrichtung
5	D	Drehachse
	G	Gargut
	m1	Steigung vor einem Umschaltzeitpunkt
	m2	Steigung nach einem Umschaltzeitpunkt
	t	Zeit
10	tp-1 - tp-4	Umschaltzeitpunkt
	Tm	Magnetrontemperatur
	φ	Drehwinkel
	φ_{mult}	Sequenz von Drehwinkeln
	φ_1	Drehwinkel
15	φ_2	Drehwinkel

Patentansprüche

- 20 1. Verfahren zum Betreiben eines Mikrowellen-Haushaltsgeräts (1), bei dem
- während des Mikrowellen-Behandlungsbetriebs eine Feldverteilung in einem Garraum (2) des Mikrowellen-Haushaltsgeräts (1) geändert wird,
 - der Mikrowellen-Behandlungsbetrieb abhängig von einer durch die Änderung der Feldverteilung bewirkten
 - 25 Temperaturänderung des Mikrowellengenerators (5) gesteuert wird und **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - aus der Temperaturänderung eine Größe einer Änderung eines aus dem Garraum (2) zu dem Mikrowellengenerator (5) zurückreflektierten Anteils der in den Garraum (2) eingestrahlten Mikrowellenleistung bestimmt wird.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Feldverteilung durch Ändern eines Einstellwerts mindestens eines Betriebsparameters (φ) mindestens einer die Feldverteilung ändernden Mikrowellenverteilungseinrichtung (7, 8) geändert wird.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem mindestens ein Einstellwert aus der Gruppe der folgenden Betriebsparameter geändert wird:
- Drehwinkel (φ) einer Drehantenne (7);
 - Höhenposition einer Drehantenne (7);
 - Drehwinkel eines Modenrührers;
 - 40 - Höhenposition eines Modenrührers;
 - Drehwinkel eines Drehtellers;
 - Mikrowellenfrequenz;
 - Phasenversatz zwischen unterschiedlichen Einspeisungspunkten;
 - Aktivierung oder Deaktivierung einer Einspeisung von Mikrowellen über mehrere Einspeisungspunkte;
 - 45 - Veränderung einer Leistungsaufteilung zwischen mehreren Einspeisungspunkten.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- eine Temperaturkurve während des Mikrowellen-Behandlungsbetriebs aufgenommen wird,
 - 50 - Kurvensteigungen (m1, m2) vor und nach einem Umschaltzeitpunkt (tp1-tp4), zu dem die Feldverteilung in dem Garraum (2) geändert worden ist, bestimmt werden und
 - aus der Änderung der Steigungen (m1, m2) bestimmt wird, ob der zurückreflektierte Anteil der Mikrowellenleistung für die Feldverteilung vor dem Umschaltzeitpunkt (tp1-tp4) oder für die Feldverteilung nach dem Umschaltzeitpunkt (tp1-tp4) höher ist.
- 55 5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Kurvensteigung (m1) vor dem Umschaltzeitpunkt (tp1-tp4) bis unmittelbar vor dem Umschaltzeitpunkt (tp1-tp4) bestimmt wird und/oder die Kurvensteigung (m2) ab dem Umschaltzeitpunkt (tp1-tp4), zuzüglich einer vorgegebenen Verzögerungszeit, bestimmt wird

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem während des Mikrowellen-Behandlungsbetriebs mindestens ein Betriebsparameter (φ) mindestens einer Mikrowellenverteilungseinrichtung (7) beruhend auf der Stärke des zugehörigen zurückreflektierten Anteils der Mikrowellenleistung eingestellt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem mindestens ein Einstellwert (φ_1 , φ_2) so eingestellt wird, dass sich ein relativ niedriger zurückreflektierter Anteil der Mikrowellenleistung ergibt.
8. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem mindestens ein Einstellwert (φ_1 , φ_2) so eingestellt wird, dass sich ein relativ hoher zurückreflektierter Anteil der Mikrowellenleistung ergibt.
9. Mikrowellenhaushaltsgerät (1), aufweisend einen Garraum (2), einen Mikrowellengenerator (5), eine Temperaturbestimmungsvorrichtung (9) zum Bestimmen einer Temperatur (T_m) des Mikrowellengenerators (5), mindestens eine Mikrowellenverteilungseinrichtung (7, 8) und eine Steuereinrichtung (10), wobei die Steuereinrichtung (10) dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

Claims

1. Method for operating a household microwave appliance (1), in which
 - a field distribution in a cooking chamber (2) of the household microwave appliance (1) is changed during the microwave treatment operation,
 - the microwave treatment operation is controlled as a function of a change in temperature of the microwave generator (5) effected by the change in the field distribution, **characterised in that**
 - an extent of a change in a portion of the microwave power radiated into the cooking chamber (2) which is reflected from the cooking chamber (2) back to the microwave generator (5) is determined from the change in temperature.
2. Method according to claim 1, in which the field distribution is changed by changing a setting value of at least one operating parameter (φ) of at least one microwave distribution device (7, 8) changing the field distribution.
3. Method according to claim 2, in which at least one setting value from the group of the following operating parameters is changed:
 - angle of rotation (φ) of a rotary antenna (7);
 - height position of a rotary antenna (7);
 - angle of rotation of a mode stirrer;
 - height position of a mode stirrer;
 - angle of rotation of a rotary plate;
 - microwave frequency;
 - phase offset between different feed points;
 - activation or deactivation of a feed of microwaves by way of a number of feed points;
 - change in a power distribution between a number of feed points.
4. Method according to one of the preceding claims, in which
 - a temperature curve is recorded during the microwave treatment operation,
 - curve gradients (m_1 , m_2) before and after a switchover time (tp_1 - tp_4), at which the field distribution has been changed in the cooking chamber (2), are determined and
 - it is determined from the change in the gradients (m_1 , m_2) whether the back-reflected portion of the microwave power is higher for the field distribution before the switchover time (tp_1 - tp_4) or for the field distribution after the switchover time (tp_1 - tp_4).
5. Method according to claim 4, in which the curve gradient (m_1) is determined before the switchover time (tp_1 - tp_4) until immediately before the switchover time (tp_1 - tp_4) and/or the curve gradient (m_2) is determined from the switchover time (tp_1 - tp_4), plus a predetermined delay time.
6. Method according to one of claims 2 to 5, in which during the microwave treatment operation at least one operating

parameter (φ) of at least one microwave distribution device (7) is set on the basis of the strength of the associated back-reflected portion of the microwave power.

7. Method according to claim 6, in which at least one setting value (φ_1 , φ_2) is set so that a relatively low back-reflected portion of the microwave power is produced.
8. Method according to claim 6, in which at least one setting value (φ_1 , φ_2) is set so that a relatively high back-reflected portion of the microwave power is produced.
9. Household microwave appliance (1), having a cooking chamber (2), a microwave generator (5), a temperature-determining apparatus (9) for determining a temperature (T_m) of the microwave generator (5), at least one microwave distribution device (7, 8) and a control device (10), wherein the control device (10) is designed to carry out the method according to one of the preceding claims.

Revendications

1. Procédé de fonctionnement d'un appareil électroménager à micro-ondes (1), dans lequel

- pendant le fonctionnement du traitement par micro-ondes, une répartition du champ dans un espace de cuisson (2) de l'appareil électroménager à micro-ondes (1) est modifiée,
- le fonctionnement du traitement par micro-ondes est commandé en fonction d'une modification de la température du générateur de micro-ondes (5) causée par la modification de la répartition du champ, et **caractérisé en ce que**
- de la modification de température, une variable d'une modification d'une part de la puissance des micro-ondes irradiées dans l'espace de cuisson (2) réfléchie de l'espace de cuisson (2) vers le générateur de micro-ondes (5), est déterminée.

2. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la répartition du champ est modifiée par une modification d'une valeur de réglage d'au moins un paramètre de fonctionnement (φ) au moins d'un dispositif de répartition des micro-ondes (7, 8) modifiant la répartition du champ.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel au moins une valeur de réglage est modifiée parmi le groupe des paramètres de fonctionnement suivants :

- angle de rotation (φ) d'une antenne rotative (7) ;
- position en hauteur d'une antenne rotative (7) ;
- angle de rotation d'un agitateur d'ondes ;
- position en hauteur d'un agitateur d'ondes ;
- angle de rotation d'un plateau tournant ;
- fréquence des micro-ondes ;
- décalage des phases entre différents points d'alimentation ;
- activation ou désactivation d'une alimentation de micro-ondes sur plusieurs points d'alimentation ;
- modification d'une répartition de puissance entre différents points d'alimentation.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel

- une courbe de température est enregistrée pendant le fonctionnement du traitement par micro-ondes,
- des pentes de courbe (m_1 , m_2) sont déterminées avant et après un moment de commutation (tp_1 - tp_4), où la répartition du champ est modifiée dans l'espace de cuisson (2), et
- de la modification des pentes (m_1 , m_2), il est déterminé si la part réfléchie de la puissance des micro-ondes est plus élevée pour la répartition du champ avant le moment de commutation (tp_1 - tp_4) ou pour la répartition du champ après le moment de commutation (tp_1 - tp_4).

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel la pente de courbe (m_1) est déterminée avant le moment de commutation (tp_1 - tp_4) jusqu'à directement avant le moment de commutation (tp_1 - tp_4) et/ou la pente de courbe (m_2) est déterminée dès le moment de commutation (tp_1 - tp_4), plus une durée de retard prédéfinie.

6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel pendant le fonctionnement du traitement par micro-ondes, au moins un paramètre de fonctionnement (φ) d'au moins un dispositif de répartition des micro-ondes (7) est réglé sur base de l'importance de la part réfléchie associée de la puissance des micro-ondes.

5 7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel au moins une valeur de réglage (φ_1 - φ_2) est réglée, de sorte qu'il en résulte une part de la puissance des micro-ondes réfléchie relativement plus basse.

8. Procédé selon la revendication 6, dans lequel au moins une valeur de réglage (φ_1 - φ_2) est réglée, de sorte qu'il en résulte une part réfléchie de la puissance des micro-ondes relativement plus élevée.

10 9. Appareil électroménager à micro-ondes (1) présentant un espace de cuisson (2), un générateur de micro-ondes (5), un dispositif de détermination de la température (9) pour déterminer la température (T_m) du générateur de micro-ondes (5), au moins un dispositif de répartition des micro-ondes (7, 8) ainsi qu'un dispositif de commande (10), le dispositif de commande (10) étant réalisé pour exécuter le procédé selon l'une des revendications précédentes.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

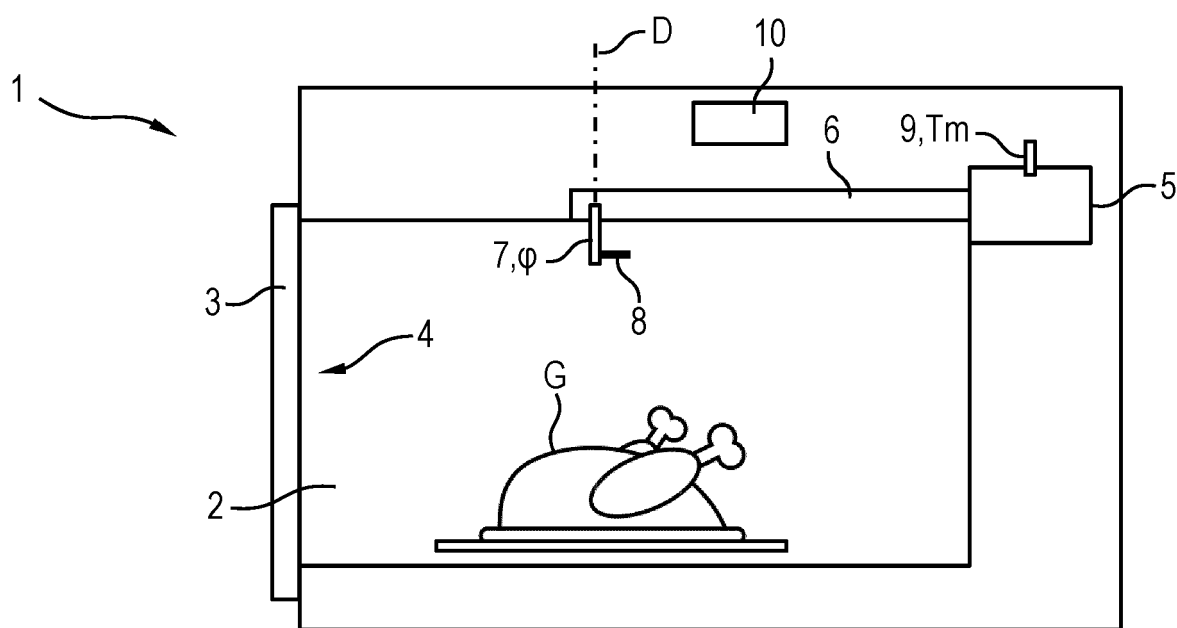


Fig.1

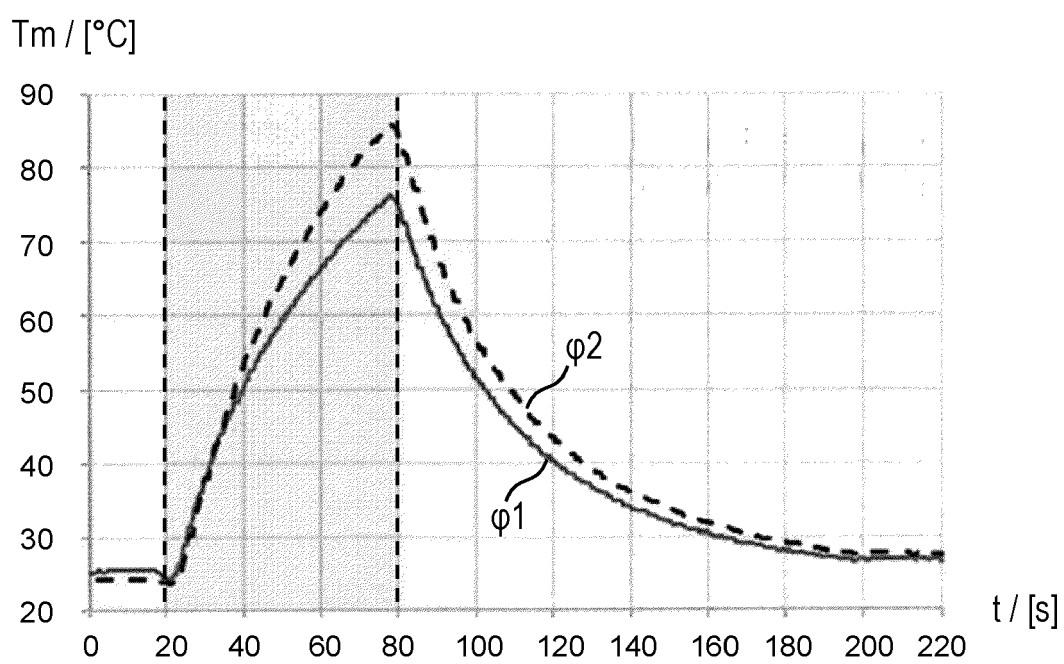


Fig.2

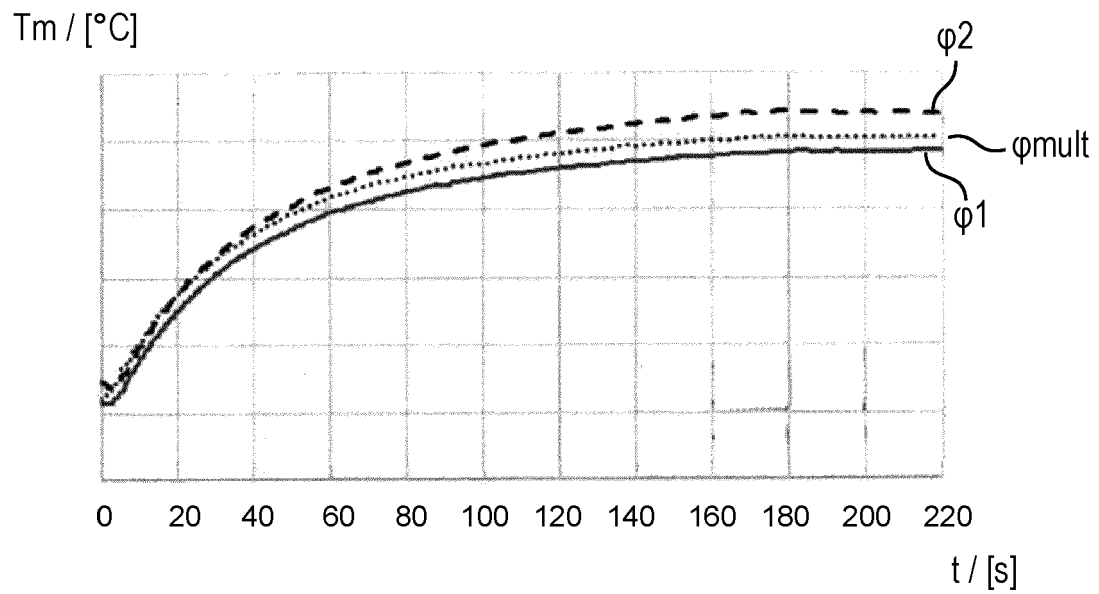


Fig.3

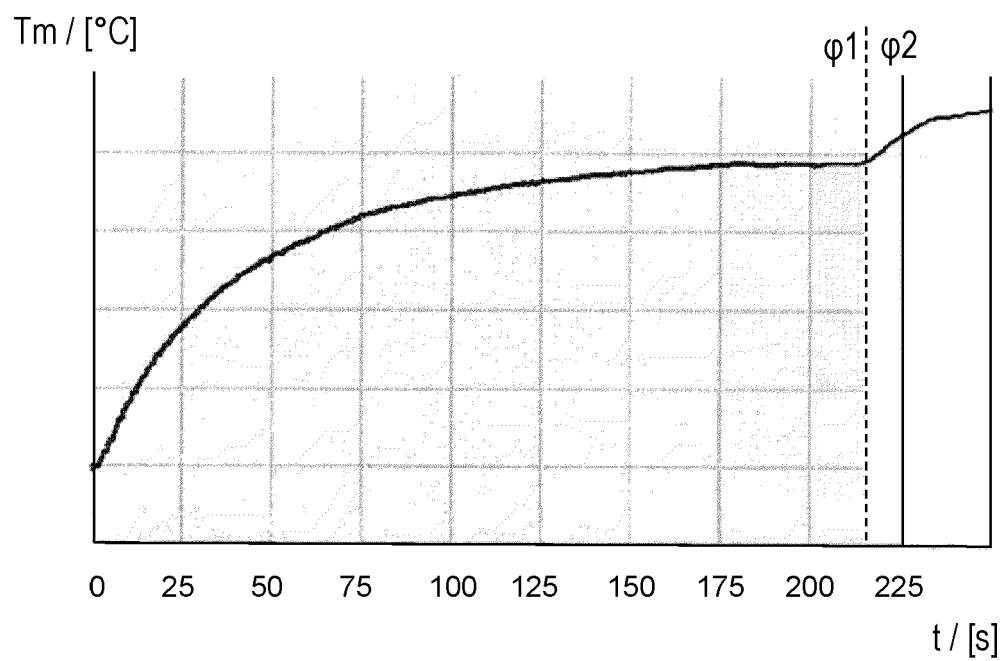


Fig.4

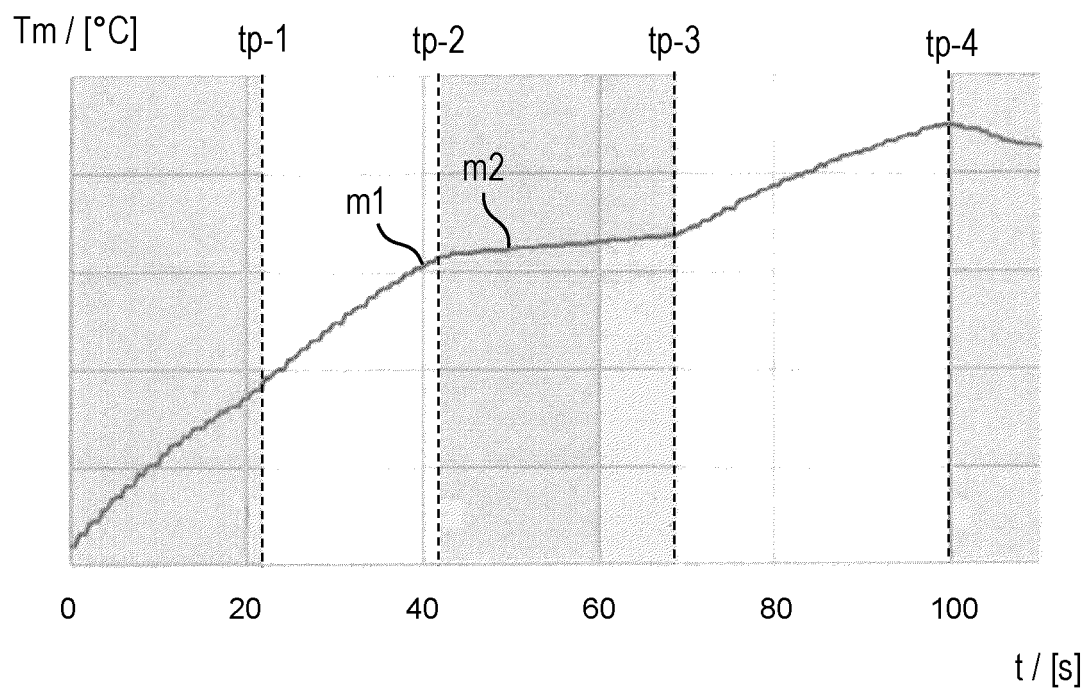


Fig.5

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 2321764 A [0003]
- EP 2993961 A1 [0004]
- EP 2378204 A1 [0004]
- EP 1594345 A1 [0004]
- DE 102016117922 A1 [0005]
- DE 102004015993 A1 [0006]
- EP 2194758 B1 [0007]
- JP H05109475 A [0008]
- EP 2487990 A1 [0009]