



(11) **EP 2 941 092 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.11.2015 Patentblatt 2015/45

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

(21) Anmeldenummer: **15161072.2**

(22) Anmeldetag: **26.03.2015**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **Miele & Cie. KG**
33332 Gütersloh (DE)

(72) Erfinder: **Sillmen, Ulrich**
33332 Gütersloh (DE)

(30) Priorität: **14.04.2014 DE 102014105255**

(54) **Verfahren und Hausgerät**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Hausgerätes 1 sowie ein Hausgerät 1 mit wenigstens einem Behandlungsraum 3 und wenigstens einer Behandlungseinrichtung 2 zur Behandlung von Behandlungsgut 200. Das Hausgerät 1 umfasst zudem ein Messsystem 4 mit einer Verarbeitungseinrichtung 5 zur berührungslosen Ermittlung der Temperatur des Behandlungsgutes 200. Die Behandlungseinrichtung 2 ist dazu geeignet und ausgebildet, in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur gesteuert zu werden. Dabei ist das Messsystem 4 dazu geeignet und ausgebildet, elektromagnetische Messstrahlung zu erzeugen. Das Messsystem 4 weist eine Sendeeinrichtung 14 zum Senden elektromagnetischer Messstrahlung in den Behandlungsraum 3 auf. Das Messsystem 4 weist zudem eine

Empfangseinrichtung 24 zum Empfangen von vom Behandlungsgut 200 beeinflusster und direkt reflektierter Messstrahlung auf. Die Messstrahlung weist eine Bandbreite mit wenigstens zwei unterscheidbaren Frequenzen auf. Dabei ist das Messsystem 4 dazu geeignet und ausgebildet, eine charakteristische Größe für eine Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung unter Berücksichtigung der Frequenz zu erfassen. Die Verarbeitungseinrichtung 5 ist dazu geeignet und ausgebildet, anhand der Veränderung der Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung einen charakteristischen Parameter zu bestimmen und die Temperatur des Behandlungsgutes 200 anhand der Frequenzabhängigkeit des Parameters abzuleiten.

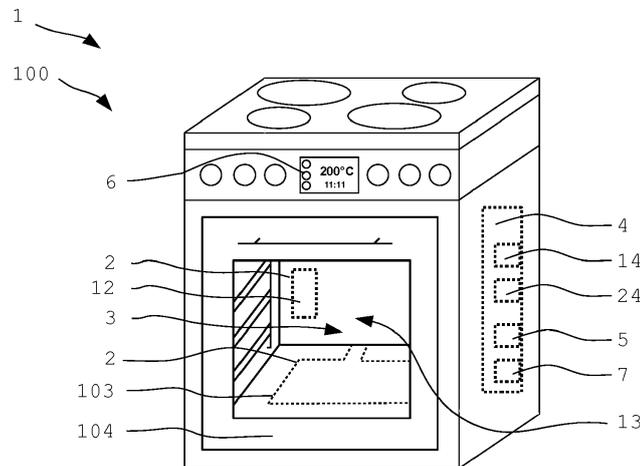


Fig. 1

EP 2 941 092 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Hausgerätes sowie ein Hausgerät mit wenigstens einem Behandlungsraum und wenigstens einer Behandlungseinrichtung zur Behandlung von Behandlungsgut. Das Hausgerät umfasst zudem wenigstens ein Messsystem zur berührungslosen Ermittlung der Temperatur wenigstens eines Teils des Behandlungsgutes.

[0002] Bei der Behandlung von Behandlungsgut in einem Hausgerät wird häufig die Temperatur des Behandlungsgutes oder dessen Umgebung überwacht. Beispielsweise wird in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur der Behandlungsvorgang beeinflusst bzw. automatisch gesteuert. Für die Zuverlässigkeit und Funktionalität solcher Automatikfunktionen ist es daher wichtig, zuverlässige Informationen über die im und am Behandlungsgut vorherrschenden Temperaturen zu erhalten. Insbesondere die Verteilung von Wärme- oder Kältezonen bzw. die Temperaturverteilung über das Volumen des Behandlungsgutes stellt hierbei eine besonders hilfreiche Information dar.

[0003] Im Stand der Technik sind beispielsweise Gargeräte bekannt geworden, bei denen während des Gargvorgangs die Temperatur im Inneren des Garguts mit einer Einstechsonde bestimmt wird. Die Verwendung von solchen Einstechsonden ist für den Benutzer jedoch insgesamt unkomfortabel. Bekannt geworden ist auch eine Einstechsonde, die die gemessene Temperatur drahtlos über elektromagnetische Wellen an das Gargerät übermittelt. Die Temperaturbestimmung mit Einstechsonden hat allerdings im Allgemeinen den Nachteil, dass üblicherweise nur an der Stelle der Sonde und somit nur lokal sehr begrenzt gemessen wird. Es liegt daher z. B. keine Information über die Temperatur an der kältesten oder heißesten Stelle im Gargut vor.

[0004] Bekannt geworden sind auch Verfahren, bei denen die Temperatur berührungslos an der Oberfläche des Garguts gemessen wird. Solche Messverfahren sind für den Benutzer zwar komfortabler als beispielsweise das Messen mit Einstechsonden, allerdings wird hierbei nicht die Temperatur im Inneren des Garguts erfasst. Daher lässt sich zwar beispielsweise eine Aussage über den Bräunungszustand treffen, eine Aussage über den Garzustand insgesamt kann in der Regel jedoch nicht zuverlässig getroffen werden.

[0005] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben eines Hausgerätes zur Verfügung zu stellen, welches eine verbesserte berührungslose Temperaturbestimmung insbesondere im Inneren des Behandlungsgutes ermöglicht.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und einem Hausgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 11. Bevorzugte Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche. Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der allgemeinen Beschreibung der Erfindung und der Beschreibung

der Ausführungsbeispiele.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Betreiben eines Hausgerätes. Es ist wenigstens eine Behandlungseinrichtung zur Behandlung von Behandlungsgut in wenigstens einem Behandlungsraum vorgesehen. Es wird mit wenigstens einem Messsystem mit wenigstens einer Verarbeitungseinrichtung die Temperatur wenigstens eines Teils des Behandlungsgutes berührungslos ermittelt. Die Behandlungseinrichtung wird in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur gesteuert. Dabei erzeugt das Messsystem wenigstens zeitweise elektromagnetische Messstrahlung. Das Messsystem bringt die Messstrahlung wenigstens zeitweise mit wenigstens einer Sendeeinrichtung in den Behandlungsraum ein. Wenigstens zeitweise wird vom Behandlungsgut beeinflusste und direkt reflektierte Messstrahlung von wenigstens einer Empfangseinrichtung des Messsystems empfangen. Die Messstrahlung weist eine Bandbreite mit wenigstens zwei unterscheidbaren Frequenzen auf. Das Messsystem erfasst wenigstens eine charakteristische Größe für eine Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung unter Berücksichtigung der Frequenz. Dabei bestimmt die Verarbeitungseinrichtung anhand der Veränderung der Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung wenigstens einen charakteristischen Parameter. Anhand der Frequenzabhängigkeit des Parameters leitet die Verarbeitungseinrichtung die Temperatur ab.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren hat viele Vorteile. Ein erheblicher Vorteil ist, dass anhand der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung wenigstens ein Parameter abgeleitet werden kann, dessen Frequenzabhängigkeit zur Temperaturbestimmung einsetzbar ist. Dadurch kann z. B. die Temperatur im Inneren bzw. über das Volumen des Behandlungsgutes berührungslos und zuverlässig bestimmt werden. Die Temperatur im Inneren ist für den Behandlungsvorgang in der Regel aussagekräftiger als nur die Oberflächentemperatur.

[0009] Eine solche Temperaturbestimmung ist beispielsweise besonders vorteilhaft beim Zubereiten von Speisen, da die Volumentemperatur meistens eng mit der erforderlichen Garzeit korreliert. Auch eine Verteilung von Wärme- oder Kältezonen im Behandlungsgut kann so ermittelt werden. Vorteilhaft ist auch, dass in Kenntnis der inneren Temperaturbedingungen die Behandlungseinrichtung optimal gesteuert werden kann. Z. B. kann der Fertiggarpunkt eines Bratens anhand der Volumentemperatur erkannt und die Heizquelle entsprechend herunter geregelt oder eine Grillheizquelle zur Bräunung zugeschaltet werden.

[0010] Die vom Messsystem erfasste Größe beschreibt vorzugsweise eine Welleneigenschaft wie z. B. Phase, Amplitude, Frequenz, Wellenlänge und/oder Polarisation. Möglich sind auch andere in der Hochfrequenztechnik oder Radartechnik übliche Größen zur Erfassung von Signalen. Die vom Messsystem erfasste

Größe wird insbesondere als Funktion der Frequenz und/oder als Funktion der Zeit bestimmt.

[0011] Die Veränderung der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung wird vorzugsweise durch die Veränderung wenigstens einer der wenigstens einen vom Messsystem erfassten Größe ermittelt. Die Veränderung betrifft insbesondere die Phase und/oder die Amplitude der Messstrahlung. Möglich ist aber auch, dass die Veränderung der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung die Frequenz und/oder die Wellenlänge und/oder die Polarisation und/oder den Drehwinkel oder wenigstens eine andere übliche Größe der Hochfrequenztechnik betrifft. Bevorzugt wird die Veränderung durch wenigstens einen Streuparameter bzw. S-Parameter erfasst und/oder beschrieben. Dabei wird insbesondere die vom Behandlungsgut absorbierte Strahlungsleistung und/oder der entsprechende Streuparameter als Funktion der Frequenz berücksichtigt.

[0012] Das Behandlungsgut ist vorzugsweise ein Objekt, welches im Wesentlichen zur Behandlung in den Behandlungsraum eingebracht wird. Das kann beispielsweise ein zu reinigendes und/oder zu trocknendes Objekt und/oder ein Gargut bzw. ein zu erwärmendes Objekt sein. Möglich ist aber auch, dass das Behandlungsgut auch und/oder nur zur Bestimmung der Temperatur in den Behandlungsraum eingebracht wird.

[0013] Behandlungsgut im Sinne dieser Anmeldung kann auch ein beliebiges Objekt im Behandlungsraum sein, welches insbesondere hilfsweise zusammen mit dem zu behandelnden Objekt in den Behandlungsraum eingebracht wurde, wie z. B. ein Gargefäß, ein Wäscheschutzbeutel oder ein Lösemittel oder dergleichen. Dabei ist es möglich, dass die Temperatur des eigentlichen Behandlungsgutes zusammen mit dem hilfsweise eingebrachten Behandlungsgut und/oder separat von dem hilfsweise eingebrachten Behandlungsgut ermittelt wird.

[0014] In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens wird anhand der Veränderung der Welleneigenschaft die komplexe Permittivität und/oder deren Realteil und/oder deren Imaginärteil bestimmt und als Funktion der Frequenz betrachtet. Dabei wird insbesondere die Temperatur anhand der Frequenzabhängigkeit eines Maximalwerts der Funktion abgeleitet. Es können auch mehrere und/oder andere geeignete Funktionscharakteristika zur Temperaturbestimmung herangezogen werden.

[0015] Beispielsweise ist die Lage des Maximums im Verlauf der Frequenzabhängigkeit des Imaginärteils von der Temperatur des Objekts abhängig, mit dem die Messstrahlung in Wechselwirkung getreten ist. Insbesondere wandert das Maximum mit zunehmender Temperatur zu höheren Frequenzen. Als weiteres Beispiel ist der Realteil der komplexen Permittivität bei einer Frequenz von 0 Hz temperaturabhängig. Beispielsweise ist auch der Realteil als Funktion der Frequenz, bei dem der entsprechende Imaginärteil ein Maximum annimmt, temperaturabhängig.

[0016] Die komplexe Permittivität und/oder deren Realteil und/oder deren Imaginärteil werden insbesondere anhand wenigstens eines Streuparameters ermittelt. Der Streuparameter wird dabei insbesondere durch die Veränderung der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung als Funktion der Frequenz bestimmt.

[0017] Es ist möglich und bevorzugt, dass die ermittelte Frequenzabhängigkeit der komplexen Permittivität und/oder deren Realteil und/oder deren Imaginärteil mit wenigstens einem in wenigstens einer Speichereinrichtung abgelegten Referenzparameter abgeglichen wird. Dabei beschreibt der Referenzparameter insbesondere die Frequenzabhängigkeit der komplexen Permittivität und/oder deren Realteil und/oder deren Imaginärteil wenigstens eines bekannten Stoffes und/oder Körpers und/oder Materials bei wenigstens einer definierten Temperatur. Insbesondere wird anhand des Abgleichs die Temperatur wenigstens eines Teils des Behandlungsguts bestimmt wird. Dazu ist einem Referenzparameter vorzugsweise wenigstens ein Wert für eine Temperatur und/oder einen Temperaturbereich zugeordnet. Es können zum Abgleich Referenzparameter mit diskreten Werten und/oder gemittelten Werten und/oder Wertebereiche vorgesehen sein. Für den Abgleich kann wenigstens ein mathematisches Näherungsverfahren eingesetzt werden. Möglich ist auch, dass der Abgleich wenigstens teilweise dynamisch angepasst wird und/oder einer künstlichen Lernfähigkeit unterliegt.

[0018] Vorzugsweise beschreibt der Referenzparameter die Frequenzabhängigkeit der komplexen Permittivität und/oder deren Realteil und/oder deren Imaginärteil wenigstens eines Referenzbehandlungsgutes. Das Referenzbehandlungsgut weist dabei insbesondere eine mit dem Behandlungsgut vergleichbare stoffliche und/oder materielle Zusammensetzung auf. Ein für den Abgleich geeigneter Referenzparameter kann auch in Abhängigkeit einer bereits für das Behandlungsgut ermittelten Temperatur oder sonstigen Eigenschaft zugeordnet werden. Möglich ist auch eine Zuordnung eines Referenzparameter anhand einer Voreinstellung des Benutzers, z. B. durch Auswahl einer Kategorie von Behandlungsgütern.

[0019] Bevorzugt ist auch, dass der Realteil und der Imaginärteil der komplexen Permittivität als Ortskurve in der gaußschen Zahlenebene als Funktion der Frequenz und/oder in einem Cole-Cole-Diagramm betrachtet werden, sodass ein Kreisbogen mit einem Mittelpunkt auf der Achse für den Realteil beschreibbar ist. Vorzugsweise wird dabei anhand des Kreismittelpunkts und/oder des Kreisradius die Temperatur ermittelt. Eine solche Betrachtung hat den Vorteil, dass die einem gemeinsamen Temperaturbereich zugehörigen Werte des Realteils und des Imaginärteils im Wesentlichen auf einem Kreisbogen liegen. Dadurch ist eine unaufwendige und zugleich zuverlässige Zuordnung von Temperaturwerten möglich. Die Betrachtung kann dabei rechnerisch und/oder grafisch erfolgen.

[0020] Dabei ist es möglich, dass die Beschreibung des Kreisbogens wenigstens ein mathematisches Näherungsverfahren umfasst, wie z. B. eine Interpolation und/oder eine Extrapolation. Beispielsweise kann auch ein Kreisbogen in die Werte der komplexen Permittivität gefittet werden, wobei aus dem Kreisbogen Kreismittelpunkt und Kreisradius berechnet werden. Möglich ist auch, dass der Kreismittelpunkt durch Bildung von Sekanten und/oder Mittelsenkrechten berechnet wird. Dabei kann berücksichtigt werden, dass der Kreismittelpunkt auf der Achse für den Realteil liegt.

[0021] Es ist ebenfalls bevorzugt, dass der Radius des Kreisbogens mit wenigstens einem in wenigstens einer Speichereinrichtung abgelegten Referenzwert wenigstens eines bekannten Stoffes und/oder Körpers bei wenigstens einer definierten Temperatur abgeglichen wird. Möglich ist auch, dass die Position der Kreismitte auf der Achse für den Realteil mit wenigstens einem in wenigstens einer Speichereinrichtung abgelegten Referenzwert wenigstens eines bekannten Stoffes und/oder Körpers bei wenigstens einer definierten Temperatur abgeglichen wird. Vorzugsweise beschreibt der Referenzwert den Radius und/oder die Position der Kreismitte wenigstens eines mit dem Behandlungsgut vergleichbaren Referenzbehandlungsgutes. Der Abgleich erfolgt vorzugsweise ähnlich wie der zuvor beschriebene Abgleich mit dem Referenzparameter.

[0022] Die Messstrahlung wird vorzugsweise wiederholt ausgesendet. Insbesondere wird die Messstrahlung vor der Behandlung und/oder während der Behandlung und/oder nach der Behandlung des Behandlungsgutes ausgesendet. Bevorzugt wird nach dem jeweiligen Aussenden der Messstrahlung die vom Behandlungsgut beeinflusste und direkt reflektierte Messstrahlung von der Empfangseinrichtung wieder empfangen. Zudem wird vorzugsweise nach dem jeweiligen Aussenden bzw. Empfangen die Temperatur des Behandlungsguts ermittelt. Bevorzugt sendet die Sendeeinrichtung die Messstrahlung zum Behandlungsgut, sodass das Behandlungsgut mit der Messstrahlung beaufschlagt wird. Das hat den Vorteil, dass die Behandlungseinrichtung durch Berücksichtigung der Temperatur auf das jeweilige Behandlungsgut optimal eingestellt werden kann. Bevorzugt ist auch, dass während des Behandlungsvorgangs wiederholt Messstrahlung ausgesendet und die Temperatur ermittelt werden. Daran ist vorteilhaft, dass Temperaturveränderungen des Behandlungsguts während bzw. aufgrund der Behandlung erkannt werden und die Behandlungseinrichtung entsprechend angepasst werden kann.

[0023] Bevorzugt umfasst die Messstrahlung wenigstens zwei sich um wenigstens 100 MHz unterscheidende Frequenzen zwischen 10 Megahertz und 1 Terahertz. Vorzugsweise sind mehrere und insbesondere eine Vielzahl von verschiedenen Frequenzen vorgesehen. Dabei können auch Frequenzen und/oder Frequenzintervalle vorgesehen sein, welche aneinandergrenzen und/oder sich wenigstens teilweise überlappen.

[0024] Die Messstrahlung kann eine Frequenzbreite von wenigstens 10 % der Mittenfrequenz des eingesetzten Frequenzbandes aufweisen. Möglich ist auch eine Frequenzbreite von wenigstens 10 % des arithmetischen Mittelwertes von unterer und oberer Grenzfrequenz des genutzten Frequenzbandes. Bevorzugt ist eine Frequenzbreite von wenigstens 20 % des entsprechenden arithmetischen Mittelwertes. Die Frequenzbreite umfasst insbesondere wenigstens 250 Megahertz und vorzugsweise wenigstens 500 Megahertz und/oder wenigstens ein Gigahertz und/oder wenigstens 5 Gigahertz und besonders bevorzugt mehr als 10 Gigahertz. Möglich sind auch 20 Gigahertz oder mehr.

[0025] Die Frequenzen liegen vorzugsweise in einem Frequenzband mit einer Bandbreite, die breiter ist als das ISM-Band eines üblichen Mikrowellengerätes (ca. 2,4 GHz - 2,5 GHz). Möglich sind auch mehrere Bänder. Insbesondere sind dabei wenigstens zwei Bänder vorgesehen, deren Mittenfrequenzen einen Abstand von wenigstens einem Gigahertz und insbesondere wenigstens fünf Gigahertz und vorzugsweise 10 oder mehr Gigahertz aufweisen.

[0026] Die Sendeeinrichtung und/oder die Empfangseinrichtung können zum Senden bzw. Empfangen wenigstens eine für die jeweilige Frequenzbreite geeignete Antenneneinrichtung aufweisen.

[0027] Möglich ist auch eine Antenneneinrichtung, welche als Sendeeinrichtung und als Empfangseinrichtung betrieben wird. Die Antenneneinrichtung kann eine oder zwei oder mehrere Antennen zum Senden und/oder Empfangen umfassen. Es kann auch wenigstens ein Antennenarray vorgesehen sein, wobei die einzelnen Antenneneinheiten einzelne Bänder bzw. Bandbereiche abdecken und vorzugsweise parallel betrieben werden.

[0028] Bevorzugt ist das Messsystem als ein Ultrabreitband-System ausgelegt, welches zum Senden und Empfangen von ultrabreitbandigen Signalen ausgebildet ist und als ein solches betrieben wird. Möglich ist auch eine Ultrabreitbandradareinrichtung. Die Vorteile eines solchen breitbandigen Messsystems gegenüber einer schmalbandigen Technik sind, dass eine sehr gut aufgelöste spektrale Information verfügbar ist, mittels der das Behandlungsgut entsprechend genau charakterisiert werden kann. Dabei kann die eingesetzte bzw. erzeugte Frequenzbreite einstellbar sein. So kann die Auflösung der ermittelten Temperatur erhöht oder reduziert werden, je nachdem, wie detailliert die Information für die Steuerung der Behandlungseinrichtung sein soll.

[0029] Bevorzugt ist auch, dass die Sendeeinrichtung die Messstrahlung wenigstens zeitweise als wenigstens einen Impuls mit einer Impulsdauer kürzer als eine Nanosekunde aussendet. Die Impulsdauer ist vorzugsweise im Bereich von hundert oder weniger Picosekunden. Möglich ist auch eine Impulsdauer von einigen Picosekunden oder weniger als eine Picosekunde. Insbesondere ist die Impulsdauer so kurz bemessen, dass die Messstrahlung ein möglichst breites Frequenzspektrum gemäß entsprechender Fouriertransformation umfasst.

Dabei soll insbesondere eine der zuvor beschriebenen Frequenzbreiten erreicht werden. Es kann ein tatsächlicher Puls direkt erzeugt werden. Der Puls kann aber auch durch ein Abscannen eines geeigneten Frequenzspektrums mit entsprechender Fouriertransformation gebildet werden.

[0030] Möglich ist auch, dass das Messsystem wenigstens teilweise als ein Reflektometer ausgebildet ist bzw. als ein solches betrieben wird. Dabei kann wenigstens eine Sendeeinrichtung und/oder wenigstens eine Empfangseinrichtung als Reflektometer ausgebildet sein oder ein solches umfassen. Das Reflektometer kann als ein Eintor-Reflektometer ausgebildet sein, bei welchen die Sendeeinrichtung und die Empfangseinrichtung in einer gemeinsamen Reflektometer-Antenneneinrichtung zusammengefasst sind. Möglich ist auch ein Zweitor-Reflektometer oder ein Mehrtor-Reflektometer. Das Reflektometer kann zur Messung der vom Behandlungsgut reflektierten Messstrahlung und/oder zur Messung der vom Behandlungsgut transmittierten Messstrahlung eingesetzt werden. Dabei werden insbesondere entsprechende weitere Streuparameter als Funktion der Frequenz bestimmt. Das hat den Vorteil, dass vielfältige und gut aufgelöste Informationen über das Behandlungsgut erhalten werden.

[0031] Besonders bevorzugt ist, dass die von der Empfangseinrichtung empfangene Messstrahlung durch die Verarbeitungseinrichtung analysiert wird und dass dabei die Messstrahlung berücksichtigt wird, welche während eines definierten Zeitfensters empfangen wird. Dabei ist insbesondere der Beginn des Zeitfensters wenigstens teilweise vom Zeitpunkt des Aussendens der Messstrahlung abhängig. Beispielsweise ist die Empfangseinrichtung mit der Sendeeinrichtung synchronisiert. Insbesondere wird im Wesentlichen nur die Messstrahlung berücksichtigt wird, welche während eines definierten Zeitfensters empfangen wird. Die vom Messsystem erfasste Größe wird dabei insbesondere als Funktion der Zeit bestimmt.

[0032] Die Dauer und/oder der Beginn des Zeitfensters sind insbesondere einstellbar. Besonders bevorzugt ist das Zeitfenster so eingestellt, dass im Wesentlichen nur die vom Behandlungsgut reflektierte und/oder transmittierte Messstrahlung detektiert wird. Die Einstellung erfolgt vorzugsweise durch das Messsystem bzw. die Verarbeitungseinrichtung. Das Zeitfenster kann auch in Abhängigkeit von dem Sendezeitpunkt des Impulses und/oder von der Impulsdauer eingestellt werden. Die Einstellung kann auch in Abhängigkeit bereits empfangener Messstrahlung erfolgen. Das Zeitfenster beginnt bevorzugt nach dem Aussenden des Impulses. Die Dauer des Zeitfensters ist insbesondere so gewählt, dass auch kurze oder ultrakurze Impulse zur Auswertung herangezogen werden können.

[0033] Eine solche Weiterbildung hat den Vorteil, dass durch die Wahl des Zeitfensters bestimmt werden kann, aus welchem räumlichen Gebiet bzw. aus welcher Entfernung die empfangene Messstrahlung stammt. So

kann die aus dem Messsignal ermittelte Temperatur beispielsweise einem bestimmten Bereich des Behandlungsgutes zugeordnet werden. Möglich ist auch, dass Temperaturwerte des Behandlungsgutes als eine räumliche Verteilung bestimmt werden. Dabei kann die räumliche Verteilung der Temperatur grafisch und/oder als Bild dargestellt werden. Dabei können durch das Messsystem auch orts aufgelöste und/oder dreidimensionale Informationen des Behandlungsgutes bestimmt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass mit einem entsprechend kurzen Zeitfenster eine orts aufgelöste Analyse des Behandlungsgutes auch in einem entsprechend kleinen Behandlungsraum möglich ist.

[0034] Möglich ist, dass wenigstens teilweise vom Behandlungsgut beeinflusste und transmittierte Messstrahlung empfangen wird. Die Verwendung von vom Behandlungsgut transmittierter und reflektierter Messstrahlung für die Ermittlung der Temperatur ermöglicht eine noch detaillierte Beschreibung des Behandlungsgutes. Dabei ist insbesondere wenigstens eine weitere Empfangseinrichtung und/oder wenigstens eine weitere Sendeeinrichtung vorgesehen. Es können auch Sendeeinrichtungen und Empfangseinrichtungen paarweise betrieben werden, wobei für wenigstens ein Paar vom Behandlungsgut transmittierte und reflektierte Messstrahlung erfasst wird.

[0035] Es können beispielsweise eine Sendeeinrichtung und zwei Empfangseinrichtungen vorgesehen sein, wobei die eine Empfangseinrichtung im Wesentlichen für die vom Behandlungsgut reflektierte Messstrahlung und die andere Empfangseinrichtung im Wesentlichen für die vom Behandlungsgut transmittierte Messstrahlung vorgesehen ist. Möglich ist aber auch, dass zwei Sendeeinrichtungen und eine Empfangseinrichtung vorgesehen sind. Dabei ist die eine Sendeeinrichtung insbesondere so angeordnet, dass ihre Messstrahlung nach Reflexion vom Behandlungsgut auf die Empfangseinrichtung trifft. Die andere Sendeeinrichtung ist insbesondere so angeordnet, dass ihre Messstrahlung nach Transmission durch das Behandlungsgut auf die Empfangseinrichtung trifft.

[0036] Das erfindungsgemäße Hausgerät umfasst wenigstens einen Behandlungsraum und wenigstens eine Behandlungseinrichtung zur Behandlung von Behandlungsgut. Das Hausgerät umfasst zudem wenigstens ein Messsystem mit wenigstens einer Verarbeitungseinrichtung zur berührungslosen Ermittlung der Temperatur wenigstens eines Teils des Behandlungsgutes. Die Behandlungseinrichtung ist dazu geeignet und ausgebildet, in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur gesteuert zu werden. Dabei ist das Messsystem dazu geeignet und ausgebildet, elektromagnetische Messstrahlung zu erzeugen. Das Messsystem weist wenigstens eine Sendeeinrichtung zum wenigstens zeitweisen Senden elektromagnetischer Messstrahlung in den Behandlungsraum auf. Das Messsystem weist zudem wenigstens eine Empfangseinrichtung zum wenigstens zeitweisen Empfangen von vom Behandlungsgut beeinflusster und direkt

reflektierter Messstrahlung auf. Die Messstrahlung weist eine Bandbreite mit wenigstens zwei unterscheidbaren Frequenzen auf. Dabei ist das Messsystem dazu geeignet und ausgebildet, wenigstens eine charakteristische Größe für eine Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung unter Berücksichtigung der Frequenz zu erfassen. Die Verarbeitungseinrichtung ist dazu geeignet und ausgebildet, anhand der Veränderung der Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung wenigstens einen charakteristischen Parameter zu bestimmen und die Temperatur wenigstens eines Teils des Behandlungsgutes anhand der Frequenzabhängigkeit des Parameters abzuleiten.

[0037] Das erfindungsgemäße Hausgerät hat viele Vorteile. Ein erheblicher Vorteil ist, dass das Hausgerät ein Messsystem aufweist, mit welchem Messstrahlung auswertbar ist, über die die Temperatur im Inneren des Behandlungsguts berührungslos bestimmbar ist. In Kenntnis einer solchen Volumentemperatur ist beispielsweise die Behandlungseinrichtung in einer optimal an Behandlungsgut angepassten Weise steuerbar.

[0038] Das erfindungsgemäße Hausgerät ist insbesondere dazu geeignet und ausgebildet, nach dem zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren und/oder einer Weiterbildung dieses Verfahren betrieben zu werden.

[0039] Vorzugsweise sind die Sendeeinrichtung und/oder die Empfangseinrichtung wenigstens teilweise dazu ausgebildet und geeignet, Messstrahlung wenigstens zwei unterschiedlicher Frequenzen zwischen 10 Megahertz und 100 Gigahertz in einer Frequenzbandbreite von wenigstens 10 % der Mittenfrequenz des eingesetzten Frequenzbandes zu verarbeiten. Besonders bevorzugt sind die Sendeeinrichtung und/oder die Empfangseinrichtung dazu ausgebildet und geeignet, ultrabreitbandige Signale zu senden bzw. zu empfangen. Auch die Verarbeitungseinrichtung ist vorzugsweise zur Auswertung ultrabreitbandiger Signale ausgebildet.

[0040] Bevorzugt ist auch, dass die Sendeeinrichtung wenigstens teilweise dazu ausgebildet und geeignet ist, Messstrahlung als wenigstens einen Impuls wenigstens zeitweise und insbesondere wiederholt auszusenden. Dabei ist die Impulsdauer insbesondere kürzer als eine Nanosekunde. Die Impulsdauer ist vorzugsweise im Bereich von hundert oder weniger Picosekunden.

[0041] Besonders bevorzugt umfasst das Messsystem wenigstens eine Ultrabreitbandradareinrichtung und/oder ist als eine solche ausgebildet. Die Ultrabreitbandradareinrichtung ist vorzugsweise dazu geeignet und ausgebildet, ultrabreitbandige Signale zu senden und zu empfangen. Dabei ist insbesondere ein ultrakurzer Puls aussendbar, welcher ein möglichst breites Frequenzspektrum gemäß entsprechender Fouriertransformation umfasst. Die Frequenzbreite umfasst insbesondere wenigstens 250 Megahertz und vorzugsweise wenigstens 500 Megahertz und/oder wenigstens ein Gigahertz und/oder wenigstens 5 Gigahertz und besonders

bevorzugt mehr als 10 Gigahertz. Mit einer solchen Ultrabreitbandradareinrichtung können Radarinformationen erzeugt und ausgewertet werden, sodass sehr gut aufgelöste spektrale Informationen erhalten werden. Dadurch kann die Temperatur des Behandlungsguts entsprechend genau bestimmt werden. Auch die einzelnen Temperaturbereiche können räumlich aufgelöst dargestellt werden.

[0042] Bevorzugt ist die Behandlungseinrichtung als eine thermische Heizquelle und/oder eine Heizeinrichtung zum dielektrischen Erwärmen von Behandlungsgut ausgebildet oder umfasst eine solche. Die Behandlungseinrichtung kann auch als eine Reinigungseinrichtung und/oder Trocknungseinrichtung und/oder Kühleinrichtung ausgebildet sein oder eine solche umfassen. Beispielsweise kann die Behandlungseinrichtung eine Wärmepumpe und/oder eine Kondensatoreinrichtung eines Trockners oder eine Waschtrommel einer Waschmaschine umfassen. Möglich ist auch eine beliebige andere Ausgestaltung, wie sie in Behandlungsräumen von Hausgeräten zur Behandlung von Behandlungsgut vorgesehen ist.

[0043] In den Figuren zeigen:

- 25 Figur 1 eine stark schematisierte Darstellung eines Hausgeräts in einer perspektivischen Ansicht;
- Figur 2 eine stark schematisierte Darstellung eines Hausgeräts mit einem Messsystem in einer geschnittenen Seitenansicht;
- 30 Figur 3 ein weiteres Hausgerät mit einem Messsystem in einer geschnittenen Seitenansicht;
- 35 Figur 4 ein anderes Hausgerät mit einem Messsystem in einer geschnittenen Seitenansicht;
- Figur 5 noch ein weiteres Hausgerät mit einem Messsystem in einer geschnittenen Seitenansicht;
- 40 Figur 6 eine weitere Ausgestaltung eines Hausgeräts mit einem Messsystem in einer geschnittenen Seitenansicht; und
- 45 Fig. 7 noch eine weitere Ausgestaltung eines Hausgeräts mit einem Messsystem in einer geschnittenen Seitenansicht.

[0044] Die Figur 1 zeigt ein Hausgerät 1, welches hier als ein Gargerät 100 ausgebildet ist. Das Gargerät 100 weist einen als Garraum 13 ausgebildeten Behandlungsraum 3 auf. Zur Behandlung des Behandlungsguts 200 ist eine Behandlungseinrichtung 2 vorgesehen. Die Behandlungseinrichtung 2 umfasst eine thermische Heizquelle 103 sowie eine Heizeinrichtung 12.

[0045] Die Heizeinrichtung 12 ist zur dielektrischen Erwärmung vom Behandlungsgut 200 vorgesehen und hier als eine Mikrowellenheizquelle ausgebildet. Der Gar-

raum 13 ist durch eine Tür 104 verschließbar. Dabei ist eine hier nicht gezeigte Sicherheitseinrichtung vorgesehen, welche einen Betrieb der Heizeinrichtung 12 bei geöffneter Tür verhindert, sodass einem Austreten von Mikrowellenstrahlung entgegengewirkt wird. Zum Beheizen des Garraums 104 können weitere Heizquellen, wie beispielsweise ein Oberhitzeheizkörper und ein Unterhitzeheizkörper oder eine Dampfheizquelle oder dergleichen vorgesehen sein.

[0046] Das Gargerät 100 ist über eine Bedieneinrichtung 6 bedienbar. Dabei kann beispielsweise die Temperatur im Garraum 13 während des Behandlungsvorgangs eingestellt werden. Vorzugsweise können auch verschiedene andere Programmbetriebsarten und Automatikfunktionen eingestellt werden. Möglich ist auch eine Bedienung über eine berührungsempfindliche Oberfläche oder über einen Touchscreen oder aus der Ferne über einen Computer, ein Smartphone oder dergleichen.

[0047] Weiterhin weist das Hausgerät 1 ein hier stark schematisiert dargestelltes Messsystem 4 auf. Das Messsystem 4 ist zur berührungslosen Ermittlung verschiedener charakteristischer Kenngrößen des Behandlungsguts 200 vorgesehen. Dabei wird die Behandlungseinrichtung 2 in Abhängigkeit der ermittelten Kenngrößen gesteuert. Eine Kenngröße kann beispielsweise die Innentemperatur des Behandlungsguts 200 sein. Das Messsystem 4 kann z. B. auch die Verteilung von Resonanzmoden bei bestimmten Frequenzen im Behandlungsraum ermitteln.

[0048] Das Messsystem 4 umfasst eine Sendeeinrichtung 14, eine Empfangseinrichtung 24, eine Verarbeitungseinrichtung 5 sowie eine Speichereinrichtung 7. Die Sendeeinrichtung 14 ist dazu geeignet und ausgebildet, elektromagnetische Messstrahlung zu erzeugen und in den Behandlungsraum zu senden. Dabei wechselwirkt wenigstens ein Teil der Messstrahlung mit dem hier nicht dargestellten Behandlungsgut 200 und wird von diesem wieder reflektiert. Die reflektierte Messstrahlung wird von der Empfangseinrichtung 24 empfangen.

[0049] Dabei wird von dem Messsystem 4 wenigstens eine charakteristische Größe für eine Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung erfasst. Es wird beispielsweise die Amplitude, Frequenz, Phase oder Polarisation bzw. Drehwinkel als Welleneigenschaft erfasst. Die Verarbeitungseinrichtung 5 ermittelt anschließend aus der Veränderung der Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung die charakteristischen Kenngrößen des Behandlungsguts 200. Die jeweiligen Welleneigenschaften der ausgesendeten Messstrahlung können dabei als entsprechende Referenzwerte in der Verarbeitungseinrichtung 5 abgelegt sein oder beim Aussenden vom Messsystem 4 erfasst worden sein.

[0050] Die ermittelten Kenngrößen werden bei der Behandlung des Behandlungsguts 200 berücksichtigt. Dabei wird die Behandlungseinrichtung 2 in Abhängigkeit der ermittelten Kenngrößen gesteuert. Vorzugsweise ist die Behandlungseinrichtung 2 dabei mit dem Messsys-

tem 4 wirkverbunden. Dabei ist möglich, dass weitere hier nicht gezeigte Steuereinrichtungen vorgesehen sind. Beispielsweise kann als Kenngröße die Temperatur im Inneren des Behandlungsguts 200 ermittelt werden. In Abhängigkeit dieser Temperatur kann dann die Heizleistung der thermischen Heizquelle 103 entsprechend eingestellt werden.

[0051] Ist das Behandlungsgut 200 beispielsweise ein Bratenstück, wird die Heizleistung der Heizquelle 103 so geregelt, dass im Garraum 13 optimale Temperaturbedingungen für das Garen des Bratenstücks vorherrschen. Bei der Steuerung des Behandlungsvorgangs unter Berücksichtigung der ermittelten Kenngrößen können zudem auch vom Benutzer vorgegebene Zielparameter berücksichtigt werden. Im Beispiel des Bratenstücks kann der Benutzer z. B. vorgeben, ob er eine besonders knusprige Bratenkruste wünscht. In diesem Fall wird die Temperatur der thermischen Heizquelle 103 hochgeregelt oder eine Grillheizquelle zugeschaltet, wenn das Messsystem 4 eine Temperatur im Inneren des Bratenstücks feststellt, die einem Fertigpunkt entspricht.

[0052] In der Figur 2 ist ein Hausgerät 1 in einer stark schematisierten, geschnittenen Seitenansicht dargestellt. Das Hausgerät 1 ist hier ein Gargerät 100 mit einem als Garraum 13 ausgebildeten Behandlungsraum 3. Die Behandlungseinrichtung 2 umfasst eine thermische Heizquelle 103, deren Leistung von einer Steuereinrichtung 42 geregelt wird. Die Steuereinrichtung 42 ist zudem mit dem Messsystem 4 wirkverbunden. Das Messsystem 4 ist als eine Reflektometereinrichtung 54 ausgebildet, welche als ein Eintorreflektometer ausgeführt ist. Dabei sind die Sendeeinrichtung 14 und die Empfangseinrichtung 24 gemeinsam in einer Reflektometerantenne untergebracht, welche damit zugleich als Sender und Empfänger dient.

[0053] Die Reflektometereinrichtung 54 ist hier zudem als ein Breitbandradarreflektometer ausgebildet. Dazu wird elektromagnetische Messstrahlung erzeugt und gesendet, die vorzugsweise in einem Frequenzband liegt, welches mindestens 10 Gigahertz breit ist. Beispielsweise ist das Frequenzband hier 15 Gigahertz oder 20 Gigahertz oder mehr breit. Dabei umfasst die Messstrahlung wenigstens zwei Frequenzen und vorzugsweise eine Vielzahl von Frequenzen. Wenigstens zwei der Frequenzen unterscheiden sich um wenigstens 100 Gigahertz oder mehr. Vorzugsweise kann die Messstrahlung auch eine Frequenzbreite von 10 % oder mehr der Mittelfrequenz des eingesetzten Frequenzbandes aufweisen.

[0054] Die Messstrahlung wird von der Sendeeinrichtung 14 in den Behandlungsraum 3 gesendet. Im Behandlungsraum 3 wechselwirkt die Messstrahlung unter anderem mit dem Behandlungsgut 200 und wird von diesem reflektiert. Die reflektierte Messstrahlung wird von der Empfangseinrichtung 24 erfasst. Dabei werden hier zwei unabhängige Größen gemessen, z. B. Betrag und Phase. Die Verarbeitungseinrichtung 5 bestimmt anhand der erfassten Größen die Frequenzabhängigkeit des

Verhältnisses von in den Behandlungsraum 3 gesendeter Strahlungsleistung zu reflektierter Strahlungsleistung. Die Messgrößen können beispielsweise mit dem Streuparameter S11 bezeichnet werden, wie sie auch bei Vektornetzwerkanalysatoren bekannt sind.

[0055] Die Verarbeitungseinrichtung 5 berechnet aus dem gemessenen, frequenzabhängigen Streuparameter S11 (als komplexe Zahlen, enthalten zwei unabhängige Messgrößen) für jede Messfrequenz zunächst die Realteil-Komponenten sowie die Imaginärteil-Komponenten der komplexen Permittivität Epsilon. Dabei lässt sich das komplexe S11 in komplexes Epsilon umrechnen. Die Permittivität beschreibt dabei die Eigenschaften des Materials in Wechselwirkung mit der Messstrahlung für das Behandlungsgut 200, an welchem die Messstrahlung reflektiert wurde. Diese Wechselwirkung ist unter anderen von der Temperatur des Behandlungsgutes 200 abhängig, was vorteilhaft zur Temperaturbestimmung einsetzbar ist.

[0056] Zur Temperaturbestimmung des Behandlungsgutes 200 werden der Realteil und der Imaginärteil der komplexen Permittivität von der Verarbeitungseinrichtung 5 rechnerisch in einem Cole-Cole-Diagramm betrachtet. Dadurch ist ein Kreisbogen mit einem Mittelpunkt auf der Achse für den Realteil beschreibbar. Die Temperatur des Behandlungsgutes 200 ergibt sich dabei aus dem Kreisradius oder der Position der Kreismitte auf der Realteilachse.

[0057] Anschließend werden die Werte für Kreisradius oder Kreismitte von der Verarbeitungseinrichtung 5 mit entsprechenden Referenzwerten verglichen, welche in der Speichereinrichtung 7 des Messsystems 4 abgelegt sind. Der Referenzwert ist beispielsweise ein Wert für den Radius des Kreisbogens oder der Position der Kreismitte auf der Realteilachse eines bekannten Stoffes bei definierten Temperaturen. Möglich sind auch Referenzwerte, welche durch Messung von definierten Behandlungsgütern oder durch entsprechende Simulationen gewonnen worden sind. Ist das Behandlungsgut 200 beispielsweise ein Lebensmittel, liefern aufgrund des typischen Wassergehalts von Lebensmitteln Referenzwerte für Wasser oder wasserhaltige Objekte entsprechend vergleichbare Ergebnisse für die Temperaturbestimmung.

[0058] Für die Bestimmung des Kreisradius oder des Kreismittelpunktes ist es vorteilhaft, dass die entsprechenden Messpunkte für die Permittivität möglichst weit auf dem Kreisradius entfernt liegen. Die hier vorgestellten Verfahren sowie die Hausgeräte sind dabei besonders vorteilhaft, weil ein Breitbandradarreflektometer oder ultrabreitbandige Radare eingesetzt werden. Die dabei eingesetzte breitbandige Messstrahlung ermöglicht, dass die entsprechenden Messpunkte für die Permittivität frequenzmäßig weit auseinanderliegen, sodass eine entsprechende Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Temperaturbestimmung möglich ist.

[0059] Ein weiterer Vorteil der breitbandigen Messstrahlung ist, dass entsprechend wenige Messpunkte für

eine zuverlässige Temperaturbestimmung ausreichen. Bei einer breitbandigen Messstrahlung liegen die Messpunkte auf dem Kreisradius soweit entfernt, dass eine zuverlässige Konstruktion des Kreismittelpunktes z. B. durch Sekantenbildung und Errichtung der Mittelsenkrechte möglich ist. Der Kreismittelpunkt liegt dabei im Schnittpunkt der Mittelsenkrechten auf der Sekante. Der Kreismittelpunkt kann sich auch aus dem Mittelwert der Schnittpunkte aller Mittelsenkrechten auf den Sekanten mit der Achse für den Realteil der Permittivität ergeben. Dabei wird die zusätzliche Information benutzt, dass der Mittelpunkt auf der Realteilachse liegen muss. Möglich ist auch, ein Kreis in alle vorhandenen Messpunkte für die Permittivität zu fiten bzw. näherungsweise zu berechnen. Aus diesem Kreis wird anschließend der Mittelpunkt bzw. Kreisradius berechnet.

[0060] Durch die breitbandige Messstrahlung können Messpunkte erfasst werden, welche auf dem Kreisradius soweit auseinanderliegen, dass die Sekanten möglichst lang sind. Solche Verfahren haben den Vorteil, dass nicht das gesamte Frequenzband zur Abbildung des Halbkreises gescannt werden muss, sondern lediglich einige Messpunkte, aus denen anschließend der Kreis berechnet werden kann. Beispielsweise ist bei Wasser für die Abbildung eines vollständigen Halbkreises bei 0°C ein Frequenzband von etwa 1000 Gigahertz erforderlich. Messungen in einem derart breiten Frequenzband erfordern jedoch einen sehr hohen technischen Aufwand. Das zuvor vorgestellte Verfahren ermöglicht eine erheblich unaufwendigere Temperaturbestimmung, da ein schmaleres Band mit weniger zu scannenden Frequenzen eingesetzt werden kann.

[0061] So ist beispielsweise eine zuverlässige Temperaturbestimmung von Wasser bzw. wässrigen Behandlungsgütern 200 mittels Messwerten aus einem Frequenzband um lediglich 10 Gigahertz möglich. Je nach erforderlicher Genauigkeit sind auch eine geringere bzw. eine höhere Frequenzbreite möglich. Das Verfahren erfordert daher nur einen entsprechend geringen technischen Aufwand, sodass ein Einsatz auch in üblichen Hausgeräten wirtschaftlich möglich ist. Ein weiterer Vorteil der Betrachtung in einem Cole-Cole-Diagramm ist, dass aus einem vergleichsweise kleinen Teilkreisabschnitt relativ sicher auf den Kreis geschlossen werden kann, weil bekannt ist, dass es sich um einen Kreis handelt, und nicht etwa um eine Ellipse oder einen noch unbestimmteren Funktionsverlauf.

[0062] Die Reflektometereinrichtung 54 kann auch als eine Zweitor- oder Mehrtor-Reflektometereinrichtung 54 ausgebildet sein. Dazu können weitere Sendeeinrichtungen 14 bzw. Empfangseinrichtungen 24 vorgesehen sein. So ist beispielsweise auch das Prinzip der Transmissionsmessung möglich. Das kann bei bestimmten geometrischen Verhältnissen im Behandlungsraum 3 besonders vorteilhaft sein. Dabei wird neben der Reflexion am Behandlungsgut 200 auch die Transmission durch das Behandlungsgut 200 der Messung zugänglich. So sind neben den Streuparameter S11 auch die Streupa-

parameter S12, S21 und S22 bestimmbar. Dazu können auch zwei oder mehr Reflektometerantennen vorgesehen sein. Bei mehr als zwei Antennen ist eine Variante, diese paarweise zu betreiben und für jedes Paar Reflexion und Transmission zu bestimmen.

[0063] Das hier gezeigte Hausgerät 1 kann alternativ zu der Reflektometereinrichtung 54 auch mit einer Ultrabreitbandradareinrichtung 44 ausgebildet sein, wie sie z. B. in der Fig. 3 beschrieben ist.

[0064] Es kann erforderlich sein, dass für die Messung gegen andere Reflexionen diskriminiert werden muss, z. B. an den Wänden des Behandlungsraumes. Dabei wird im Zeitbereich kein kontinuierlicher Wellenzug verwendet, sondern nur ein sehr kurzer Puls ausgesendet. Das kann dadurch erfolgen, dass tatsächlich ein Puls direkt erzeugt wird oder dass sich der erforderliche Puls durch ein Abscannen eines geeigneten Frequenzspektrums gemäß Fouriertransformation bildet. Um lediglich die Reflexion am interessierenden Behandlungsgut 200 zu berücksichtigen, wird die Sendeeinrichtung 24 lediglich für ein bestimmtes Zeitfenster geöffnet. Möglich ist auch, dass die Verarbeitungseinrichtung 5 lediglich Messstrahlung aus einem bestimmten Zeitfenster berücksichtigt. Das Zeitfenster umfasst dabei vorzugsweise nur die Dauer des Reflexes vom Behandlungsgut 200. Dabei ist die Empfangseinrichtung 24 bzw. die Verarbeitungseinrichtung 5 mit der Sendeeinrichtung 14 zur Erzeugung des Pulses synchronisiert.

[0065] Ein solches Verfahren und das für ein solches Verfahren ausgebildete Hausgerät 1 ermöglichen eine sehr zuverlässige und berührungslose Temperaturbestimmung vom Behandlungsgut 200. Ein besonderer Vorteil ist, dass die Temperatur im Inneren eines Objektes bzw. Behandlungsguts 200 berührungslos gemessen werden kann. Mit Kenntnis der inneren Temperatur bzw. der Volumentemperatur können der Behandlungsprozess und die Behandlungseinrichtung 2 besonders gezielt beeinflusst werden. Beispielsweise wird die Heizquelle 103 so gesteuert, dass im Behandlungsgut 200 eine für die jeweilige Behandlung optimale Temperatur vorliegt. Ein besonderer Vorteil ist auch, dass die Volumentemperatur in der Regel sehr eng mit der erforderlichen Garzeit eines Garguts korreliert. Dadurch ist eine sehr zuverlässige Steuerung von Automatikfunktionen möglich.

[0066] Die Figur 3 zeigt ein Hausgerät 1 in einer stark schematisierten Seitenansicht. Das Hausgerät 1 ist hier als ein Gargerät 100 ausgebildet. Der Behandlungsraum 3 ist ein Garraum 13 und kann durch eine als thermische Heizquelle 103 ausgebildete Behandlungseinrichtung 2 beheizt werden. Die Heizquelle 103 ist mit einer Steuerungseinrichtung 42 wirkverbunden und kann durch diese geregelt werden. Das Messsystem 4 ist zur Ermittlung charakteristischer Kenngrößen des Behandlungsguts 200 vorgesehen und als eine Ultrabreitbandradareinrichtung 44 ausgebildet.

[0067] Die Ultrabreitbandradareinrichtung 44 weist hier zwei gegenüberliegende Antennen 440, 441 auf. Da-

bei umfasst eine Antenne jeweils eine Sendeeinrichtung 14, 140 sowie eine Empfangseinrichtung 24, 240. Dadurch kann die Antenne 440, 441 als Sender und Empfänger arbeiten. Die Bandbreite des Radars ist hier vorzugsweise größer als 250 Megahertz und vorzugsweise größer als 10% der Mittenfrequenz des genutzten Frequenzbandes. Besonders bevorzugt wird ein Frequenzband benutzt, welches für derartige Ultrabreitbandanwendungen freigegeben ist. Ein besonders bevorzugter Frequenzbereich ist beispielsweise von 100 Megahertz bis 30 Gigahertz oder auch 100 Gigahertz.

[0068] Das Messsystem 4 erzeugt Messstrahlung und sendet diese in den Behandlungsraum 3 und zum Behandlungsgut 200 aus. Dabei wird ein Teil der Messstrahlung vom Behandlungsgut 200 reflektiert und läuft zu der Antenne 440, 441 zurück, von der die Messstrahlung ausgesendet wurde. Ein anderer Teil der Messstrahlung wird vom Behandlungsgut 200 transmittiert und zu der gegenüberliegenden Antenne 440, 441 durchgelassen. So ist eine Erfassung von vom Behandlungsgut 200 reflektierter und transmittierter Messstrahlung möglich. Das Messsystem 4 erfasst dabei wenigstens eine charakteristische Größe für eine Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung, wie z. B. die Amplitude, Frequenz, Phase oder Polarisierung bzw. Drehwinkel. Anhand der Veränderung der Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung wird die charakteristische Kenngröße des Behandlungsguts 200 ermittelt. Die Veränderung betrifft dabei insbesondere die Phase und/oder die Amplitude und/oder weitere charakteristische Kenngrößen und kann beispielsweise durch entsprechende Streuparameter beschrieben werden.

[0069] Die Verarbeitungseinrichtung 5 berechnet dabei aus den erfassten Welleneigenschaften den Realteil und den Imaginärteil der komplexen Permittivität. Dabei berücksichtigt die Verarbeitungseinrichtung 5 die Frequenz der gesendeten bzw. empfangenen Messstrahlung, sodass die komplexe Permittivität bzw. deren Realteil oder Imaginärteil in Abhängigkeit der jeweiligen Frequenz bzw. als Funktion der Frequenz bestimmt werden können. Anhand der komplexen Permittivität sowie deren Frequenzabhängigkeit können verschiedenste charakteristische Kenngrößen für das Behandlungsgut 200 von der Verarbeitungseinrichtung 5 berechnet werden.

[0070] Beispielsweise können die äußere Kontur des Behandlungsguts 200, die Temperaturverteilung oder die Feuchteverteilung im Inneren des Behandlungsguts 200, die

[0071] Materialzusammensetzung, die Dichteverteilung sowie zahlreiche andere Eigenschaften des Behandlungsguts 200, die in Wechselwirkung mit elektromagnetischer Messstrahlung treten können, dargestellt werden. Dabei können verschiedenste Kenngrößen räumlich aufgelöst oder über das Volumen des Behandlungsguts 200 integriert bestimmt bzw. dargestellt werden. So kann z. B. aus dem integralen Feuchtegehalt im Behandlungsgut 200 über die Behandlungszeit der

Feuchteverlust des Behandlungsguts 200 und somit z. B. der Garverlauf bestimmt werden. Die Sendeeinrichtungen 14, 140 der Ultrabreitbandradareinrichtung 44 sind hier zum Aussenden ultrakurzer Impulse ausgebildet. Beispielsweise liegt die Dauer der Pulse im Picosekundenbereich. Die Pulse weisen entsprechend steile Flanken auf. So kann in der Frequenzdarstellung eine entsprechend große Bandbreite von typisch einigen GHz und z. B. von 10 oder 20 GHz oder mehr beschrieben werden. Die Empfangseinrichtungen 24, 240 sind dazu ausgebildet, die breitbandigen Pulse zu empfangen. Dabei detektieren die Empfangseinrichtungen 24, 240 nur die Messstrahlung, welche in einem bestimmten Zeitfenster liegt. Das Zeitfenster beginnt in einer einstellbaren Zeit nach dem Aussenden des Sendepulses. Ein solches Zeitfenster ermöglicht die Bestimmung, aus welchem räumlichen Gebiet des Behandlungsraumes 3 bzw. des Behandlungsgutes 200 das empfangene Messsignal stammt.

[0072] Der Impuls wird durch die Wechselwirkung mit dem Behandlungsgut 200 so beeinflusst, dass sich charakteristische Wellengrößen wie beispielsweise die Phase oder Amplitude ändern. Die Veränderungen werden vom Messsystem 4 erfasst und von der Verarbeitungseinrichtung 5 zeitabhängig ausgewertet, sodass die elektrischen Eigenschaften des Behandlungsgutes in genau dem räumlichen Gebiet ermittelt werden können, aus dem die empfangene Messstrahlung stammt. Je nach eingesetzter Frequenzbandbreite der Messstrahlung ist die räumliche Auflösung größer oder kleiner. Soll die räumliche Auflösung beispielsweise weniger detailreich sein, so kann mit geringerer Frequenzbandbreite gearbeitet werden oder die räumlichen Informationen werden gemittelt.

[0073] Die Figur 4 zeigt eine stark schematisierte Darstellung eines weiteren Hausgerätes in einer Seitenansicht. Das Messsystem weist hier eine Ultrabreitbandradareinrichtung 44 auf, welche über schwenkbare Sendeeinrichtung 14 und eine schwenkbare Empfangseinrichtung 24 verfügt. Durch das Verschwenken wird mit nur einer Sendeeinrichtung 14 und einer Empfangseinrichtung 24 eine orts aufgelöste Beschreibung von charakteristischen Kenngrößen des Behandlungsguts 200 ermöglicht.

[0074] Dabei wird die Empfangseinrichtung 24 vorzugsweise in einem Abstandraster entlang des Behandlungsgutes 200 verschwenkt. Dabei behält die Sendeeinrichtung 14 ihre Position. An jeder Schwenkposition der Empfangseinrichtung 24 wird Messstrahlung über das gesamte beobachtete Frequenzband erfasst. Die Empfangseinrichtung 24 hat dabei ein Zeitfenster für den Empfang der am Behandlungsgut reflektierten und transmittierten Messstrahlung, welches vorzugsweise einmal vollständig durchfahren wird. Anschließend wird die Sendeeinrichtung 14 verfahren, wobei an dieser neuen Position die Empfangseinrichtung 24 erneut entlang des Abstandsrasters verschwenkt wird.

[0075] Möglich ist auch, das mit einer Richtcharakteristik

gearbeitet wird, sodass die Sendeeinrichtung 14 verschwenkt wird, wenn die Empfangseinrichtung 24 ein Signal mit entsprechender Phasenverschiebung erhält. Der zuvor beschriebene Messdurchlauf kann auch in einem gewünschten Zeitraster wiederholt werden, um das zeitliche Verhalten der Kenngröße des Behandlungsguts 200 zu beobachten.

[0076] Die Figur 5 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines Messsystems 4 mit einer Ultrabreitbandradareinrichtung 44. Im Unterschied zu dem in der Figur 4 vorgestellten Messsystem ist das Messsystem hier mit verfahrenbaren Empfangseinrichtungen 24, 240 ausgestattet. Die Sendeeinrichtung 14 ist verschwenkbar. Während eines Messvorgangs nimmt die Sendeeinrichtung 14 dabei eine bestimmte Schwenkposition ein, während die Empfangseinrichtungen 24, 240 entlang des Behandlungsgutes 200 bewegt werden. Vorzugsweise werden die Empfangseinrichtungen 24, 240 entlang eines vorgegebenen Abstandsrasters verfahren. Möglich sind auch andere Kombinationen von ortsfesten, verfahrenbaren und/oder schwenkbaren Sendeeinrichtungen 14 bzw. Empfangseinrichtungen.

[0077] In der Figur 6 ist ein Hausgerät 1 mit einem Messsystem 4 gezeigt, welches eine Bestimmung der Verteilung der Strahlungsleistung im Behandlungsraum 3 ermöglicht. Dabei werden beispielsweise Hohlraumresonanzen frequenzabhängig ermittelt. Der Behandlungsraum ist als ein Garraum 13 ausgebildet. Zur Beheizung des Garraums 13 ist die elektrische Heizeinrichtung 12 vorgesehen. Die Heizeinrichtung 12 weist eine Oszillator-Einrichtung 52 und eine Verstärkereinrichtung 62 auf, welche zusammen elektromagnetische Strahlungsleistung zum Beheizen des Garraumes 13 erzeugen und verstärken. Die Heizeinrichtung 12 wird von einer Steuereinrichtung 42 gesteuert.

[0078] Das Messsystem 4 ist hier als eine Ultrabreitbandradareinrichtung 44 ausgebildet und weist eine Sendeeinrichtung 14, eine Empfangseinrichtung 24 sowie eine Verarbeitungseinrichtung 5 auf. Das Messsystem 4 arbeitet im Wesentlichen ähnlich wie das in der Figur 3 beschriebene Messsystem 4. Das hier gezeigte Messsystem 4 ermittelt anhand der Veränderung der Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung eine räumliche Leistungsverteilung elektromagnetischer Strahlung. Dabei wird die vom Behandlungsraum 3 und/oder vom Behandlungsgut 200 absorbierte Leistung der Messstrahlung als Funktion der Frequenz bestimmt. Das Messsystem kann auch eine Ultrabreitbandradareinrichtung 44 oder eine Reflektometereinrichtung 54 aufweisen, wie sie zuvor beschrieben wurden.

[0079] Je nachdem, welche Leistung der Messstrahlung einer bestimmten Frequenz bei der Empfangseinrichtung 24 ankommt, können die gemeinsamen Hohlraumresonanzen von Behandlungsraum 3 und Behandlungsgut 200 für diese Frequenz bestimmt werden. Die als Messstrahlung ausgesendeten ultrakurzen Impulse liegen hier vorzugsweise im Bereich von Picosekunden

bis Nanosekunden oder auch Mikrosekunden. Die nach Fouriertransformation zugehörigen Frequenzbandbreiten liegen insbesondere im Bereich einiger 10MHz bis 1THz. Vorteilhafterweise ist die Impulsdauer so gewählt, dass die reflektierte Messstrahlung im Behandlungsraum 3 auf dem Weg zur Empfangseinrichtung 24 nicht mit dem einlaufenden Puls überlagert wird. Die Pulslänge wird insbesondere so kurz gewählt, dass Mehrfach-Reflexionen von unterschiedlichen Bereichen des Behandlungsraumes 3 von Reflexionen am Behandlungsraum 20 diskriminiert werden können. Vorzugsweise wird dazu das Zeitfenster wie zuvor beschrieben eingestellt.

[0080] Durch den frequenzabhängigen Unterschied von gesendeter zu empfangener Leistung der Messstrahlung zeigen sich bei bestimmten Frequenzen Hohlraumresonanzen. Bei solchen Hohlraumresonanzen wird besonders viel Strahlungsleistung vom Behandlungsgut 200 und Behandlungsraum 3 aufgenommen. Dabei wird vorzugsweise angenommen, dass der in der Regel metallisch ausgekleidete Behandlungsraum 3 eine im Vergleich zum Behandlungsgut 200 vernachlässigbare Absorption zeigt. Die Hohlraumresonanzen werden insbesondere so interpretiert, dass sie die Feldverteilung bzw. die räumliche Verteilung elektromagnetischer Leistungszufuhr innerhalb des Behandlungsraumes und insbesondere innerhalb des Behandlungsguts 200 beschreiben.

[0081] Die Hohlraumresonanzen bestimmen daher maßgeblich die Temperaturverteilung im Behandlungsgut 200. Die so durch das Messsystem 4 beschriebenen Hohlraumresonanzen lassen sich im Wesentlichen auch auf die von der Heizeinrichtung 12 zugeführte Strahlungsleistung in den Behandlungsraum 3 übertragen. Es kann also eine Vorhersage getroffen werden, welche Hohlraumresonanzen bei aktiver Heizeinrichtung auftreten werden. Ein solches Messverfahren hat somit den Vorteil, dass sich die räumliche Verteilung der durch die Heizeinrichtung 12 zuführbaren Strahlungsleistungen ein gegebenes Behandlungsgut 200 in einem Behandlungsraum 3 genau beschreiben lässt. Dadurch kann die Leistungszufuhr zum Behandlungsgut 200 gezielt beeinflusst werden, z. B. durch Stirrer oder Ausrichtung des Behandlungsguts 200.

[0082] Dabei wird vorzugsweise die komplexe Permittivität für jede Messfrequenz in dem Frequenzband der Ultrabreitbandradareinrichtung 44 bestimmt. Somit lässt sich für das Behandlungsgut 200 die Absorption, die Reflexion und Transmission von elektromagnetischer Strahlungsleistung der jeweiligen Frequenz bestimmen.

[0083] Das hier gezeigte Hausgerät 1 hat zudem den Vorteil, dass die Heizeinrichtung 12 entsprechend der zuvor bestimmten räumlichen Leistungsverteilung gesteuert werden kann. Dazu kann mittels der Oszillator-Einrichtung 52 Strahlungsleistung mit der bestimmten Frequenz bzw. in einem bestimmten Frequenzbereich erzeugt werden. Die Oszillator-Einrichtung 52 ist dazu mit der Steuereinrichtung 42 wirkverbunden und durch diese steuerbar. Dadurch kann die Frequenz der von der

Heizeinrichtung ausgesendeten Strahlungsleistung in Abhängigkeit der vom Messsystem ermittelten Leistungsverteilung bzw. der ermittelten Hohlraumresonanzen eingestellt werden.

[0084] Je nachdem, ob eine hohe oder niedrige Leistungszufuhr zum Behandlungsgut 200 gewünscht ist, wird eine Frequenz gewählt, für die das Behandlungsgut zuvor im Messdurchgang ein hohes oder niedriges Absorptionsvermögen gezeigt hat. Möglich ist auch, dass die Heizeinrichtung 12 über die Zeit Strahlungsleistung bei verschiedenen Frequenzen aussendet, sodass bestimmte Feldverteilungen bzw. Hohlraumresonanzen zeitlich aufeinanderfolgend überlagert werden können. In Kenntnis des räumlichen Absorptionsvermögens des Behandlungsguts 200 ist zudem möglich, bestimmten Bereichen des Behandlungsguts 200 eine hohe Strahlungsleistung zuzuführen und anderen Bereichen eine entsprechend niedrige Strahlungsleistung zu verabreichen. So kann beispielsweise Gargut in einem inneren Bereich stärker erwärmt werden als in einem äußeren Bereich.

[0085] Die Figur 7 zeigt ein als Gargerät 100 ausgebildetes Hausgerät 1 mit einem Messsystem 4. Das Messsystem 4 entspricht im Wesentlichen dem Messsystem 4, wie es in der Figur 6 beschrieben wurde. Die Heizeinrichtung 12 weist hier eine Übertragungseinrichtung 22 auf. Die Übertragungseinrichtung 22 ist über eine Hohlleiterinrichtung 72 mit der Heizeinrichtung 12 verbunden. Die Übertragungseinrichtung 22 ist hier dazu vorgesehen, die von der Heizeinrichtung 12 erzeugte elektromagnetische Strahlungsleistung im Behandlungsraum 3 zu verteilen. Dazu kann die Übertragungseinrichtung 22 beispielsweise als ein Stirrer oder Flügelrad oder dergleichen ausgebildet sein. Dabei sind insbesondere metallisch leitende Bleche vorgesehen, welche motorisch bewegt werden und zu einer Ablenkung der in dem Behandlungsraum 3 eingesendeten Strahlungsleistung führen. So werden je nach Stellung des Stirrers oder des Drehflügels unterschiedliche Schwingungsmoden bzw. Hohlraumresonanzen im Behandlungsraum 3 erzielt.

[0086] Das Gargerät 100 verfügt hier zudem über eine Positioniereinrichtung 32. Die Positionierung ist beispielsweise als ein Drehteller ausgebildet und dient zur Positionierung bzw. Bewegung des Behandlungsguts 200 im Behandlungsraum 3.

[0087] Die Übertragungseinrichtung 22 ist hier mit einer Steuereinrichtung 42 wirkverbunden, welche wiederum mit dem Messsystem 4 wirkverbunden ist. Dadurch ist die Übertragungseinrichtung 22 in Abhängigkeit der vom Messsystem ermittelten Information steuerbar. Dabei wird die Übertragungseinrichtung 22 vorzugsweise so ausgerichtet, dass eine gewünschte Leistungszufuhr zum Behandlungsgut 200 erreicht wird. Dabei werden z. B. vom Benutzer eingestellte Programme oder andere Zielvorgaben berücksichtigt. Die Veränderung der Hohlraumresonanzen im Behandlungsraum 3 nach Veränderung der Position der Übertragungseinrichtung 22 kann

dabei vom Messsystem 4 überwacht werden. Beispielsweise übermittelt das Messsystem 4 erneut die Hohlraumresonanzen, wenn die Übertragungseinrichtung 22 verändert wurde. Möglich ist auch, dass die Positioniereinrichtung 32 in Abhängigkeit der vom Messsystem 4 ermittelten Hohlraumresonanzen eingestellt wird.

[0088] Durch die Übertragungseinrichtung 22 und/oder durch die Positioniereinrichtung 32 und deren Steuerung in Abhängigkeit der ermittelten Leistungsverteilung können gezielt zeitlich hintereinander verschiedene Resonanzen im Behandlungsraum 3 realisiert werden. Somit sind auch verschiedene räumliche Verteilungen für den Leistungseintrag in das Behandlungsgut 200 realisierbar. Die Verweilzeiten beim Anfahren einer bestimmten Hohlraumresonanz sind insbesondere durch eine gewichtete Summe beschrieben. Dabei ist festgelegt, wie lange welche Resonanz jeweils für ein optimales Ergebnis anzufahren ist. Es kann auch festgelegt sein, wie die entsprechende Hohlraumresonanz zu realisieren ist, also z. B. durch die Positioniereinrichtung 32 oder durch eine entsprechende Einstellung der Übertragungseinrichtung 22.

[0089] Die gewünschte Hohlraumresonanz kann auch dadurch angefahren werden, dass die Heizeinrichtung 12 Strahlungsleistung bei einer bestimmten Frequenz aussendet, wie es beispielsweise für das Gargerät 100 in der Figur 6 beschrieben wurde. Dabei kann die in der gewichteten Summe enthaltene Information vorzugsweise durch eine Simulation oder auch durch Versuche im Vorfeld bestimmt worden sein. Diese Informationen und andere zuvor ermittelte Parameter einer Leistungsverteilung sind vorzugsweise als Referenzparameter in einer Speichereinrichtung des Hausgeräts 1 abgelegt. Bei Anwahl eines entsprechenden Automatikprogramms oder einer anderen Zielvorgabe durch den Benutzer sind die Referenzparameter dann an die Situation angepasst abrufbar.

Bezugszeichenliste

[0090]

1	Hausgerät
2	Behandlungseinrichtung
3	Behandlungsraum
4	Messsystem
5	Verarbeitungseinrichtung
6	Bedieneinrichtung
7	Speichereinrichtung
12	Heizeinrichtung
13	Garraum
14	Sendeeinrichtung
22	Übertragungseinrichtung
24	Empfangseinrichtung
32	Positioniereinrichtung
42	Steuereinrichtung
44	Ultrabreitbandradareinrichtung
52	Oszillatoreinrichtung

54	Reflektometereinrichtung
62	Verstärkereinrichtung
72	Hohlleitereinrichtung
100	Gargerät
5 103	Heizquelle
104	Tür
140	Sendeeinrichtung
200	Behandlungsgut
240	Empfangseinrichtung
10 440	Antenne
441	Antenne

Patentansprüche

- 15
1. Verfahren zum Betreiben eines Hausgerätes (1) mit wenigstens einer Behandlungseinrichtung (2) zur Behandlung von Behandlungsgut (200) in wenigstens einem Behandlungsraum (3), wobei mit wenigstens einem Messsystem (4) mit wenigstens einer Verarbeitungseinrichtung (5) die Temperatur wenigstens eines Teils des Behandlungsgutes (200) berührungslos ermittelt wird und wobei die Behandlungseinrichtung (2) in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet**,
- 20
- dass** das Messsystem (4) wenigstens zeitweise elektromagnetische Messstrahlung erzeugt und mit wenigstens einer Sendeeinrichtung (14) in den Behandlungsraum (3) einbringt und dass wenigstens zeitweise von wenigstens einer Empfangseinrichtung (24) des Messsystems (4) vom Behandlungsgut (200) beeinflusste und direkt reflektierte Messstrahlung empfangen wird, wobei die Messstrahlung eine Bandbreite mit wenigstens zwei unterscheidbaren Frequenzen aufweist und wobei das Messsystem wenigstens eine charakteristische Größe für eine Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung unter Berücksichtigung der Frequenz erfasst,
- 25
- wobei die Verarbeitungseinrichtung (5) anhand der Veränderung der Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung wenigstens einen charakteristischen Parameter bestimmt und anhand der Frequenzabhängigkeit des Parameters die Temperatur ableitet.
- 30
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** anhand der Veränderung der Welleneigenschaft die komplexe Permittivität und/oder deren Realteil und/oder deren Imaginärteil bestimmt und als Funktion der Frequenz betrachtet werden, wobei die Temperatur anhand der Frequenzabhängigkeit eines Maximalwerts der Funktion abgeleitet wird.
- 35
3. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ermittelte Frequenzabhängigkeit der komplexen Permittivität
- 40
- 45
- 50
- 55

- und/oder deren Realteil und/oder deren Imaginärteil mit wenigstens einem in wenigstens einer Speichereinrichtung (7) abgelegten Referenzparameter abgeglichen wird, wobei der Referenzparameter die Frequenzabhängigkeit der komplexen Permittivität und/oder deren Realteil und/oder deren Imaginärteil wenigstens eines bekannten Stoffes und/oder Körpers bei wenigstens einer definierten Temperatur beschreibt.
4. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Realteil und der Imaginärteil der komplexen Permittivität als Ortskurve in der Gaußschen Zahlenebene als Funktion der Frequenz und/oder in einem Cole-Cole-Diagramm betrachtet werden, sodass ein Kreisbogen mit einem Mittelpunkt auf der Achse für den Realteil beschreibbar ist, wobei anhand des Kreismittelpunkts und/oder des Kreisradius die Temperatur ermittelt wird.
5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radius des Kreisbogens und/oder die Position der Kreismitte auf der Achse für den Realteil mit wenigstens einem in wenigstens einer Speichereinrichtung (7) abgelegten Referenzwert wenigstens eines bekannten Stoffes und/oder Körpers bei wenigstens einer definierten Temperatur abgeglichen werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messstrahlung wiederholt ausgesendet wird und insbesondere vor der Behandlung und/oder während der Behandlung und/oder nach der Behandlung.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messstrahlung wenigstens zwei sich um wenigstens 100 MHz unterscheidende Frequenzen zwischen 10 Megahertz und 1 Terahertz umfasst.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messstrahlung eine Frequenzbreite von wenigstens 10 % der Mittenfrequenz des eingesetzten Frequenzbandes aufweist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sendeeinrichtung (14) die Messstrahlung wenigstens zeitweise als wenigstens einen Impuls mit einer Impulsdauer kürzer als eine Nanosekunde aussendet.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der Empfangseinrichtung (24) empfangene Messstrahlung durch die Verarbeitungseinrichtung (5) analysiert wird und dass die Messstrahlung berücksichtigt wird, welche während eines definierten Zeitfensters empfangen wurde, wobei der Beginn des Zeitfensters wenigstens teilweise vom Zeitpunkt des Aussendens der Messstrahlung abhängig ist.
11. Hausgerät (1) mit wenigstens einem Behandlungsraum (3) und wenigstens einer Behandlungseinrichtung (2) zur Behandlung von Behandlungsgut (200) und mit wenigstens einem Messsystem (4) mit wenigstens einer Verarbeitungseinrichtung (5) zur berührungslosen Ermittlung der Temperatur wenigstens eines Teils des Behandlungsgutes (200), wobei die Behandlungseinrichtung (2) dazu geeignet und ausgebildet ist, in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur gesteuert zu werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messsystem (4) dazu geeignet und ausgebildet ist, elektromagnetische Messstrahlung zu erzeugen, wobei das Messsystem (4) wenigstens eine Sendeeinrichtung (14) zum wenigstens zeitweisen Senden elektromagnetischer Messstrahlung zum Behandlungsgut (200) und wenigstens eine Empfangseinrichtung (24) zum wenigstens zeitweisen Empfangen von vom Behandlungsgut (200) beeinflusster und direkt reflektierter Messstrahlung umfasst, wobei die Messstrahlung eine Bandbreite mit wenigstens zwei unterscheidbaren Frequenzen aufweist und dass das Messsystem (4) dazu geeignet und ausgebildet ist, wenigstens eine charakteristische Größe für eine Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung unter Berücksichtigung der Frequenz zu erfassen und dass die Verarbeitungseinrichtung (5) dazu geeignet und ausgebildet ist, anhand der Veränderung der Welleneigenschaft der empfangenen Messstrahlung in Bezug zur gesendeten Messstrahlung wenigstens einen charakteristischen Parameter zu bestimmen und die Temperatur wenigstens eines Teils des Behandlungsgutes (200) anhand der Frequenzabhängigkeit des Parameters abzuleiten.
12. Hausgerät (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sendeeinrichtung (14) und/oder die Empfangseinrichtung (24) wenigstens teilweise dazu ausgebildet und geeignet sind, Messstrahlung wenigstens zwei unterschiedlicher Frequenzen zwischen 10 Megahertz und 100 Gigahertz in einer Frequenzbandbreite von wenigstens 10 % der Mittenfrequenz des eingesetzten Frequenzbandes zu verarbeiten.
13. Hausgerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sendeeinrichtung (14) wenigstens teilweise dazu ausgebildet und geeignet ist, Messstrahlung als wenigstens einen Impuls mit einer Impulsdauer kürzer als eine Nanosekunde wenigstens zeitweise und insbe-

sondere wiederholt auszusenden.

14. Hausgerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messsystem (4) wenigstens eine Ultrabreitbandradareinrichtung (44) umfasst und/oder als eine solche ausgebildet ist. 5
15. Hausgerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Behandlungseinrichtung (2) als eine thermische Heizquelle (103) und/oder eine Heizeinrichtung (12) zum dielektrischen Erwärmen und/oder eine Reinigungseinrichtung und/oder eine Trocknungseinrichtung und/oder eine Kühleinrichtung ausgebildet ist oder eine solche umfasst. 10
15

20

25

30

35

40

45

50

55

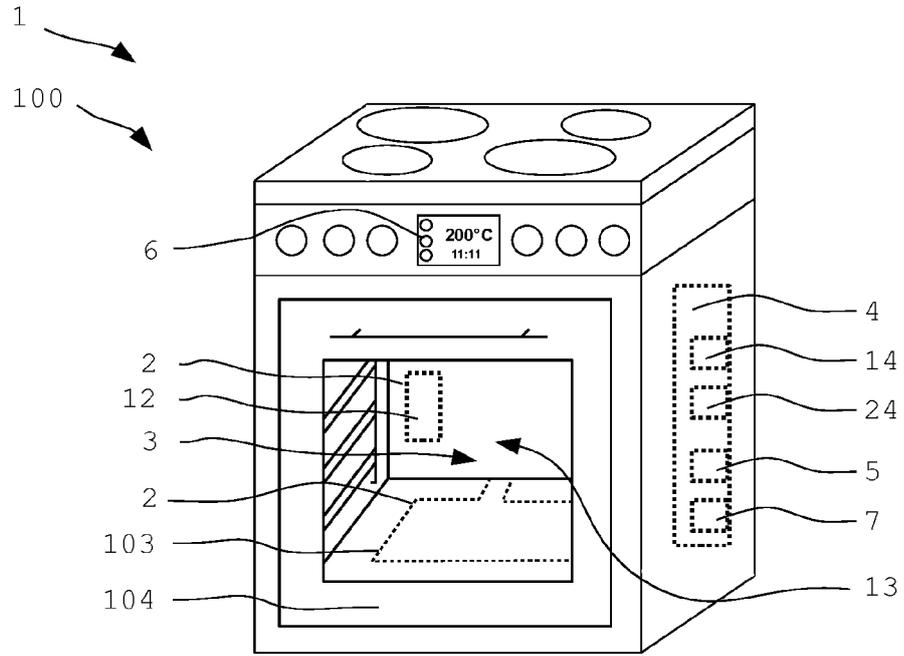


Fig. 1

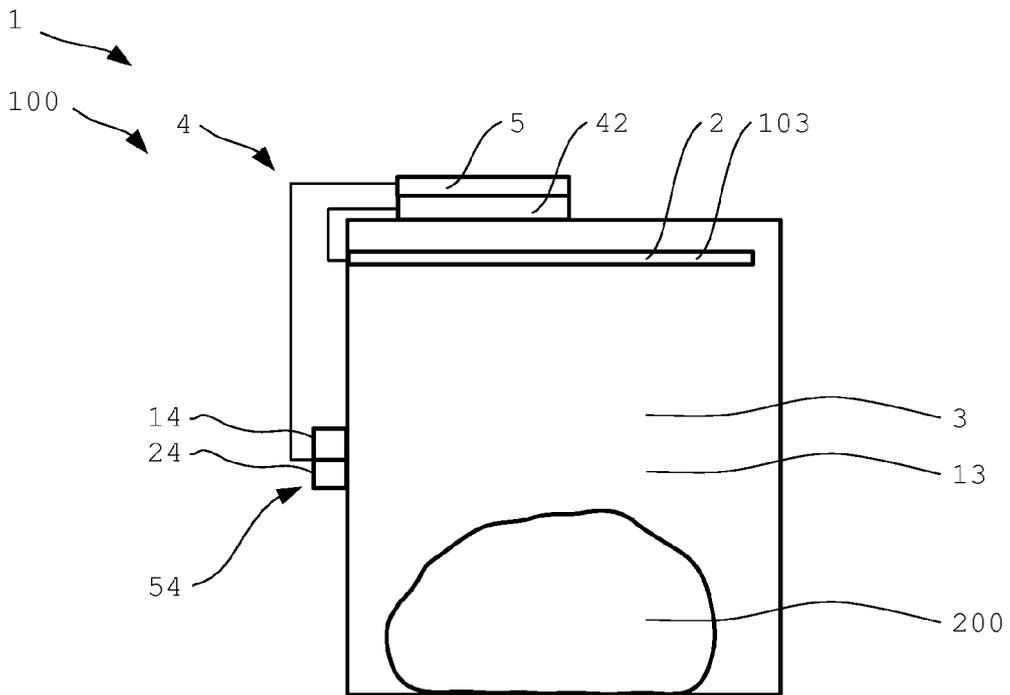


Fig. 2

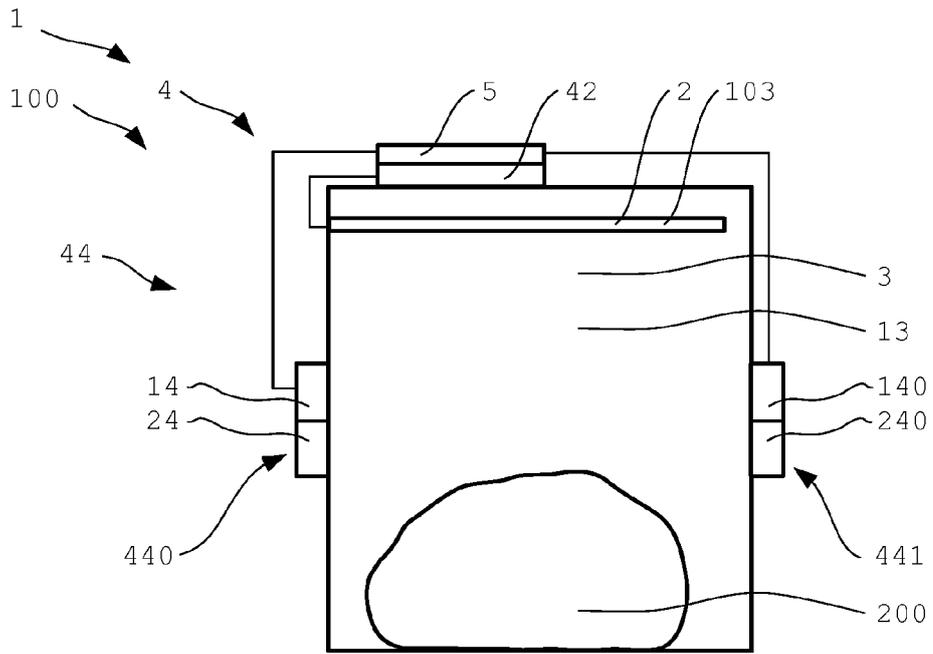


Fig. 3

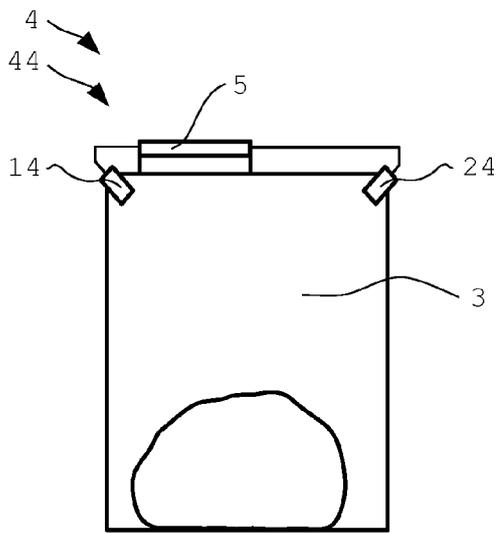


Fig. 4

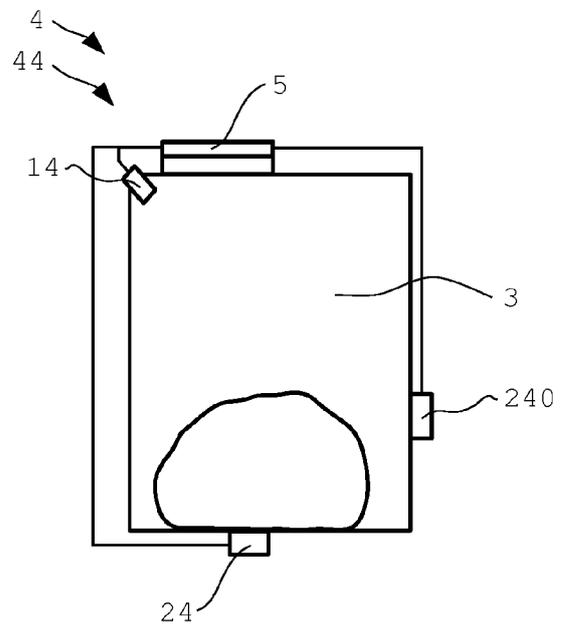


Fig. 5

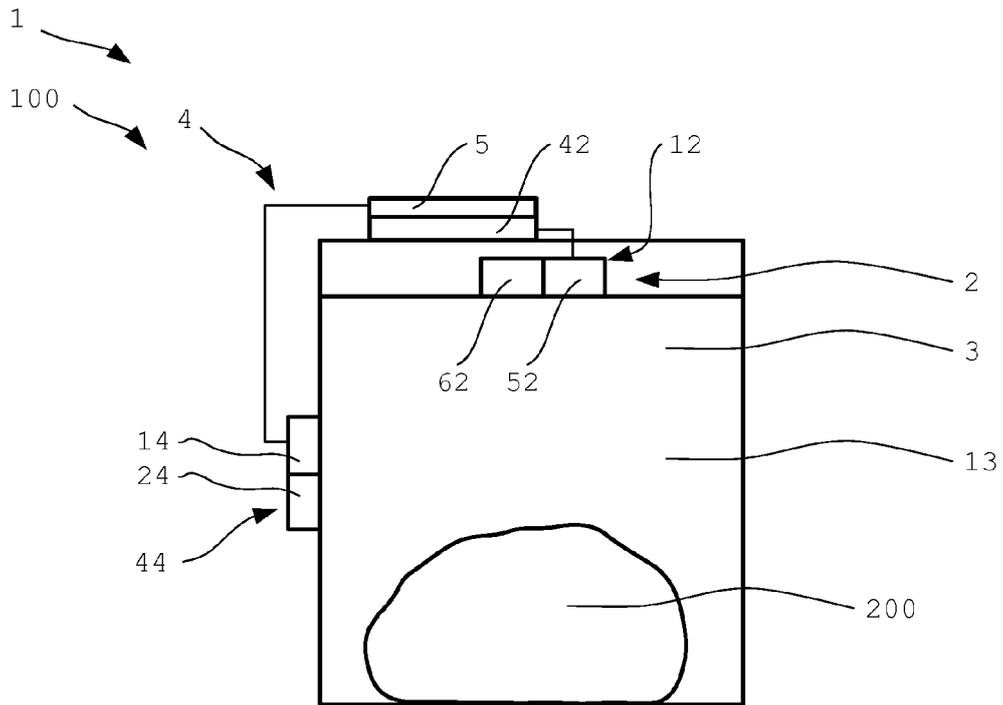


Fig. 6

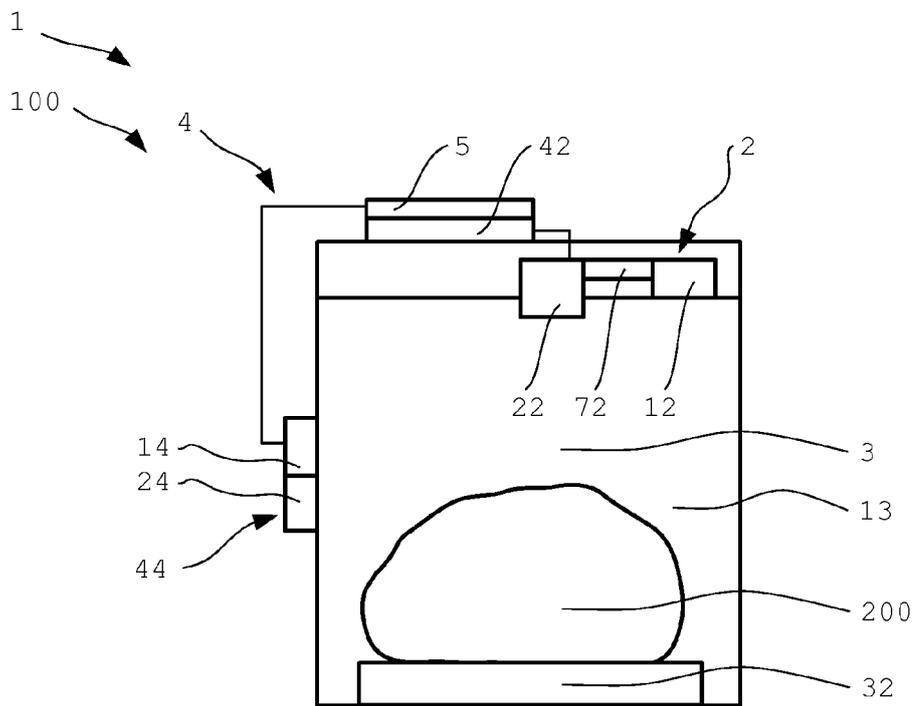


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 16 1072

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2013/078325 A1 (GOJI LTD) 30. Mai 2013 (2013-05-30) * Absätze [0046] - [0050], [0056], [0057], [0067], [0071] - [0074], [0083] - [0087] *	1-15	INV. H05B6/64
X	US 5 237 141 A (YOSHINO KOJI [JP] ET AL) 17. August 1993 (1993-08-17) * Spalte 4, Zeilen 47-63 * * Spalte 5, Zeilen 13-18 * * Spalte 6, Zeilen 7-37 *	1-15	
X,P	WO 2014/103633 A1 (TOKYO ELECTRON LTD [JP]) 3. Juli 2014 (2014-07-03) * Zusammenfassung *	1,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
4	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 24. September 2015	Prüfer Aubry, Sandrine
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02. (P04/C03)

50

55

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 16 1072

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-09-2015

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013078325 A1	30-05-2013	KEINE	
US 5237141 A	17-08-1993	KEINE	
WO 2014103633 A1	03-07-2014	KEINE	

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82