



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**08.06.2022 Patentblatt 2022/23**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F24C 7/08<sup>(2006.01)</sup> H05B 6/64<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **21208129.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F24C 7/085; H05B 6/705**

(22) Anmeldetag: **15.11.2021**

(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:  
**KH MA MD TN**

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

(72) Erfinder:  
 • **Warkentin, Michelle**  
**33330 Gütersloh (DE)**  
 • **Bangrazi, Timo**  
**48115 Münster (DE)**

(30) Priorität: **07.12.2020 DE 102020132420**

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES GARGERÄTS UND GARGERÄT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Gargeräts (2) und ein entsprechendes Gargerät (2), bei dem der Garzustand (G) eines Garguts (6) ermittelt wird. Es wird vorgeschlagen, dass Hochfrequenzwellen mit einer Mehrzahl unterscheidbarer Frequenzen (f) wiederholt in den Garraum (4) ausgesendet und wieder empfangen und ausgewertet werden, wobei

ein zeitlicher Verlauf (40, 50) zumindest eines charakteristischen Parameters zumindest einer charakterisierten Resonanz (32, 34, 36, 38) aufgezeichnet wird und aus dem zeitlichen Verlauf (40, 50) des charakteristischen Parameters der Garzustand (G) des Garguts (G) ermittelt wird.

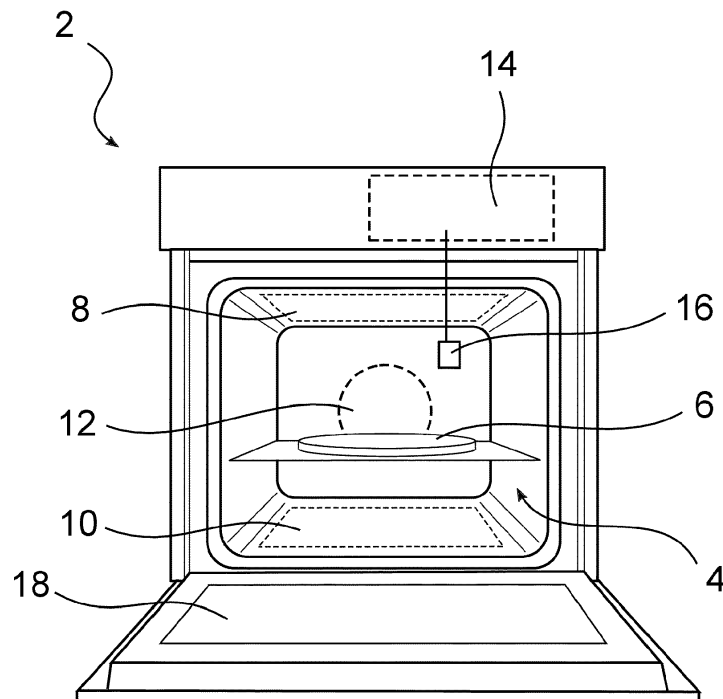


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Gargeräts und ein entsprechendes Gargerät mit einem Garraum zur Aufnahme eines Garguts, einer Behandlungseinrichtung zur Behandlung des Garguts und einer Steuereinrichtung zur Steuerung der Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit eines Behandlungsprogramms, wobei ein Garzustand des Garguts ermittelt wird und die Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit des ermittelten Garzustands des Garguts gesteuert oder eine Meldung angezeigt wird.

**[0002]** Zur Erzielung eines optimalen Garergebnisses ist es wünschenswert, für den Garvorgang bzw. das jeweilige Behandlungsprogramm bestimmte Eigenschaften des Garguts zu berücksichtigen. So ermöglicht beispielsweise die automatische Berücksichtigung des Garzustands des Garguts eine präzise Anpassung der Behandlung während des Garvorgangs. Auf diese Weise kann insbesondere ein Fertigzeitpunkt des Garguts erkannt und dadurch ein unzureichendes Garen oder ein Übergaren vermieden werden. Zusätzlich können dem Benutzer durch eine Meldung wichtige Informationen zum Garvorgang mitgeteilt werden, die durch den Garzustand erlangt werden.

**[0003]** Eine Möglichkeit, den Garzustand automatisch zu erkennen, ist die Verwendung eines Speisethermometers zur Messung einer Kerntemperatur des Garguts. Diese in der Regel als Einstichthermometer ausgebildeten Sensoren eignen sich jedoch nur für bestimmte Gargüter, die etwa eine geeignete Form aufweisen. Insbesondere für dünne Backgüter - wie z.B. Pizzen - sind Speisethermometer nicht geeignet, um den Garzustand prozesssicher festzustellen.

**[0004]** Eine andere Möglichkeit ist die Auswertung eines mittels einer Bildaufnahmeeinrichtung aufgenommenen Bildes des Garguts. Auf diese Weise kann beispielsweise der Bräunungsgrad des Garguts bestimmt und daraus der Garzustand abgeleitet werden. Ein Beispiel für ein solches Verfahren zeigt die EP 2 444 735 A2. Hierbei wird durch Vergleich eines RGB-Farbwerts des aufgenommenen Bildes mit einem Referenzwert entschieden, ob das Gargut fertig gegart ist. Eine derartige Methode setzt jedoch die Verwendung komplexer Bildauswertungsalgorithmen voraus, die kostenaufwendig zu implementieren sind. Ferner unterliegt das äußere Erscheinungsbild eines Garguts natürlichen Schwankungen und kann zudem auch bei nur leichten Rezeptabwandlungen stark variieren, was die Bildauswertung negativ beeinflussen kann.

**[0005]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben eines Gargeräts und ein entsprechendes Gargerät zur Verfügung zu stellen, welche eine verbesserte Ermittlung des Garzustands ermöglicht und insbesondere auch für flache Backgüter geeignet ist.

**[0006]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Gar-

gerät mit den Merkmalen des Anspruchs 11. Bevorzugte Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche. Weitere Vorteile und Merkmale sind der allgemeinen Beschreibung sowie den Ausführungsbeispielen zu entnehmen.

**[0007]** Das vorliegende Verfahren dient zum Betreiben eines Gargeräts, das einen Garraum zur Aufnahme eines Garguts, eine Behandlungseinrichtung zur Behandlung des Garguts und eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit eines Behandlungsprogramms aufweist, wobei ein Garzustand des Garguts ermittelt wird und die Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit des ermittelten Garzustands des Garguts gesteuert oder eine Meldung angezeigt wird. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass während eines Garvorgangs in einem Messschritt Hochfrequenzwellen mit einer Mehrzahl unterscheidbarer Frequenzen in den Garraum ausgesendet und wieder empfangen werden. In einem anschließenden Auswerteschritt werden im Garraum angeregte Resonanzen anhand einer Auswertung eines frequenzabhängigen Verlaufs eines Hochfrequenzparameters wie beispielsweise Streuparameter, Reflexion, Transmission, Absorptionsgrad oder Impedanz erkannt und charakterisiert. Dabei wird durch Wiederholen des Messschrittes und des Auswerteschrittes über eine gewisse Zeitspanne ein zeitlicher Verlauf zumindest eines charakteristischen Parameters zumindest einer charakterisierten Resonanz aufgezeichnet. Aus dem zeitlichen Verlauf eines oder einer Kombination aus charakteristischen Parametern wird der Garzustand des Garguts ermittelt.

**[0008]** Bei der vorliegenden Erfindung wird der Garraum als Hohlraumresonator verwendet, in dem ein Teil der Hochfrequenzwellen durch Resonanz stehende Wellen mit mehreren Resonanzmoden bildet. Hierbei werden zu verschiedenen Zeitpunkten Daten über die im Garraum auftretenden Resonanzen erhoben und miteinander verglichen bzw. zueinander in Relation gesetzt. Im jeweiligen Auswerteschritt werden die empfangenen Hochfrequenzwellen mit den ausgesendeten Hochfrequenzwellen verglichen, wobei insbesondere ein frequenzabhängiger Amplitudenverlauf und/oder ein frequenzabhängiger Phasenverlauf von mindestens einem Hochfrequenzparameter ausgewertet werden, anhand dessen im Garraum auftretende Resonanz erkannt und charakterisiert werden. Das Verhalten zumindest einer charakterisierten Resonanz wird über eine gewisse Zeitspanne verfolgt und der zeitliche Verlauf zumindest eines charakteristischen Parameters der Resonanz aufgezeichnet. Aus dem zeitlichen Verlauf des oder der charakteristischen Parameter werden Informationen über den Garzustand abgeleitet.

**[0009]** Das erfindungsgemäße Verfahren bietet eine äußerst zuverlässige Ermittlung des Garzustands, da es vom äußeren Erscheinungsbild des Garguts nicht oder nur in vernachlässigbarem Maße beeinflusst wird. Die Erfassung des Garzustands erfolgt zudem berührungslos. Es muss kein Speisethermometer oder eine andere Messsonde in oder an dem Gargut positioniert werden.

Dies bietet eine komfortable Bestimmung des Garzustands, die sich darüber hinaus auch für flache Gargüter oder Backgüter eignet.

**[0010]** Das zur Durchführung des Verfahrens benötigte Messsystem kann mittels kostengünstiger Bauteile realisiert werden. Das Messsystem umfasst insbesondere zumindest eine Sendeeinrichtung, mit der Hochfrequenzwellen mit einer Mehrzahl unterscheidbarer Frequenzen in den Garraum ausgesendet werden, und zumindest eine Empfangseinrichtung, mit der die reflektierten und/oder transmittierten Hochfrequenzwellen empfangen werden. Sendeeinrichtung und Empfangseinrichtung können dabei in einer gemeinsamen Sende- und Empfangseinrichtung kombiniert sein. Beispielsweise können mithilfe einer Sende- und Empfangseinrichtung mit einem Sende- und Empfangskanal die reflektierten Hochfrequenzwellen empfangen werden. Sind Sendeeinrichtung und Empfangseinrichtung räumlich voneinander getrennt, können die transmittierten Hochfrequenzwellen empfangen werden. Sind mehrere Empfangseinrichtungen vorhanden, können neben den Reflexionen auch die Transmission zwischen den Empfängern gemessen werden. Vorzugsweise decken die ausgesendeten Hochfrequenzwellen einen Frequenzbereich von 30 MHz bis 3 GHz, bevorzugt von 100 MHz bis 2 GHz, besonders bevorzugt von 300 MHz bis 1,5 GHz ab.

**[0011]** Bevorzugt weist das Messsystem eine Auswerteeinrichtung auf, mit der im Garraum angeregte Resonanzen durch Auswertung des frequenzabhängigen Verlaufs des Hochfrequenzparameters erkannt und charakterisiert werden. Insbesondere ist die Auswerteeinrichtung Teil der Steuereinrichtung oder die Steuereinrichtung dient gleichzeitig als Auswerteeinrichtung. Alternativ kann die Auswerteeinrichtung als eigenständige Einheit mit einem Prozessor, einem Speicher, Kommunikationsschnittstellen und/oder weiteren Komponenten zur elektronischen Datenverarbeitung ausgebildet und mit der Steuereinrichtung des Gargerätes - drahtlos oder drahtgebunden - datenübertragend verbunden sein.

**[0012]** Das Wiederholen des Messschritts und des Auswerteschritts kann periodisch oder in unregelmäßig definierten Zeitabständen durchgeführt werden.

**[0013]** Das Steuern der Behandlungseinrichtung kann in Abhängigkeit des ermittelten Garzustands des Garguts erfolgen oder es können dadurch Meldungen erscheinen. Der Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Verlauf des zumindest einen oder mehrerer charakteristischer Parameter und dem Garzustand eines bestimmten Garguts kann beispielsweise empirisch ermittelt und in dem Gargerät insbesondere werksseitig hinterlegt werden. Vorzugsweise werden eine Art und/oder eine Zusammensetzung des zu garenden Garguts bestimmt und bei dem Verfahren berücksichtigt. Beispielsweise können diese Informationen vom Benutzer in das Gargerät eingegeben oder durch eine Rezeptauswahl als Automatikprogramm automatisch ermittelt werden. Alternativ oder zusätzlich kann das Gargut insbesondere

mittels eines aufgenommenen Bildes automatisch erkannt und charakterisiert werden.

**[0014]** Insbesondere wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch Auftaugut als Gargut verstanden, welches z.B. durch moderates Erwärmen behandelt, d.h. aufgetaut, werden kann.

**[0015]** Im Sinne dieser Erfindung kommen als Gargeräte Herde, Backöfen, Backofen-Kombigeräte mit Dampfgar- und/oder Mikrowellenfunktion, Backöfen mit Hochfrequenztechnik sowie Mikrowellenherde in Betracht. Hierbei ist es bevorzugt, dass der Garraum im Wesentlichen Hochfrequenz-dicht ausgebildet ist, d.h., dass z.B. ein Sichtfenster des Gargeräts zum Garraum hin durch ein Lochblech, ein Drahtgitter oder eine andere Begrenzung für die Hochfrequenzwellen begrenzt ist.

**[0016]** Vorzugsweise umfasst die Behandlungseinrichtung zumindest eine thermische Heizquelle zur thermischen Behandlung des Garguts und/oder zumindest einen Hochfrequenzerzeuger zur dielektrischen Erwärmung des Garguts. Die Behandlungseinrichtung kann dabei eine Unterhitze, eine Oberhitze, eine Grillbeheizung und/oder einen mit einem Ringheizkörper ausgestatteten Umlüfter als thermische Heizquelle umfassen. Die Behandlungseinrichtung kann zusätzlich einen Dampferzeuger umfassen.

**[0017]** Vorzugsweise ist der Hochfrequenzerzeuger dazu geeignet und ausgebildet, zumindest als Sendeeinrichtung zum Aussenden von Hochfrequenzwellen mit einer Mehrzahl unterscheidbarer Frequenzen in den Garraum zu funktionieren. Bevorzugt ist der Hochfrequenzerzeuger dazu geeignet und ausgebildet, auch als Empfangseinrichtung zum Empfangen der reflektierten und/oder transmittierten Hochfrequenzwellen zu funktionieren.

**[0018]** Das Steuern der Behandlungseinrichtung kann unter anderem Folgendes umfassen: An- bzw. Ausschalten der Behandlungseinrichtung, Einstellen der Betriebsart, Einstellen der Garraumtemperatur, Einstellen der Heizleistung zumindest einer Heizquelle, Einstellen der Leistung zumindest eines Hochfrequenzerzeugers, Einstellen der Drehzahl des zumindest einen Umlüfters, Einstellen der Garraumfeuchte, Starten/Anhalten/Beenden einer Garraumdurchspülung, Einstellen der Restdauer der Behandlung des Garguts, Starten/Anhalten/Beenden/Modifizieren eines bestimmten Behandlungsprogramms oder eines Teils davon.

**[0019]** Vorzugsweise ist der zumindest eine oder mehrere charakteristische Parameter die Frequenz der Resonanz (Resonanzfrequenz) und/oder die Frequenzbreite der Frequenz der Resonanz, insbesondere die Halbwertbreite der Frequenz der Resonanz. Die Frequenz einer Resonanz lässt sich in einfacher Weise, beispielsweise anhand der Minima eines frequenzabhängigen Amplitudenverlaufs eines Hochfrequenzparameters erkennen. Auch die Frequenzbreite lässt sich daraus ohne weiteres bestimmen. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass insbesondere eine Verschiebung der Frequenz einer Resonanz über die Zeit mit einer Ver-

änderung des Garzustands des Garguts korreliert. Durch Auswertung dieser Frequenzverschiebung kann daher der Garzustand mit einfachen technischen Mitteln bestimmt werden.

**[0020]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird der Garzustand des Garguts anhand einer im zeitlichen Verlauf des charakteristischen Parameters der Resonanz auftretenden Verlaufscharakteristik, beispielsweise eines Extremwerts, ermittelt. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass das Auftreten einer derartigen Verlaufscharakteristik mit dem Garzustand des Garguts, insbesondere mit einem bestimmten Garzustand des Garguts korreliert. So hat sich gezeigt, dass beispielsweise bei bestimmten Backgütern ein im zeitlichen Verlauf der Frequenz einer bestimmten Resonanz auftretendes Minimum auf einen bestimmten Garzustand, z.B. einem Garfortschritt von 75 %, hindeutet. Daher kann der Garzustand durch Auswertung zumindest einer Verlaufscharakteristik besonders vorteilhaft bestimmt werden.

**[0021]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird der Verlauf des charakteristischen Parameters mittels einer Fitfunktion modelliert. Die Fitfunktion wird zur Ermittlung des Garzustands des Garguts verwendet. Auf diese Weise kann der zeitliche Verlauf des charakteristischen Parameters besonders einfach ausgewertet werden, z.B. um auftretende Verlaufscharakteristika zu erkennen oder um den Verlauf vor Ende des Garvorgangs in die Zukunft zu extrapolieren. Bevorzugt wird der Garzustand des Garguts anhand zumindest eines oder mehrerer Fitparameters der Fitfunktion ermittelt. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass der zeitliche Verlauf des oder der charakteristischen Parameter in bestimmten Fällen einem exponentiellen Prozess folgt, dessen Verhalten durch Auswerten von Fitparametern einer den zeitlichen Verlauf modellierenden Fitfunktion charakterisiert werden kann. Beispielsweise erfolgt beim Auftauen eines Auftauguts die Verschiebung der Frequenz einer bestimmten Resonanz in der Form einer exponentiellen Abnahme. So kann beispielsweise eine Halbwertszeit einer exponentiellen Fitfunktion als Kenngröße für den Auftauzeitpunkt herangezogen werden.

**[0022]** Je nach verfolgtem Zweck kann es ausreichen, den zeitlichen Verlauf des charakteristischen Parameters nur in einem bestimmten Zeitfenster des Garvorgangs zu überwachen. So kann dieses Zeitfenster beispielsweise eine Anfangsphase des Garvorgangs, eine Endphase des Garvorgangs, eine zwischen Anfangsphase und Endphase liegende Zwischenphase des Garvorgangs oder in eine Kombination dieser Phasen umfassen. Es muss lediglich sichergestellt werden, dass genügend Datenpunkte des zeitlichen Verlaufs des charakteristischen Parameters aufgezeichnet werden, um den Garzustand des Garguts zweckgerecht zu bestimmen, z.B. um die Daten mittels einer Fitfunktion mit vertretbarer Unsicherheit modellieren zu können. Insbesondere umfasst die gewisse Zeitspanne, über die der zeitliche

Verlauf des zumindest einen oder mehrerer charakteristischer Parameter der zumindest einen charakterisierten Resonanz aufgezeichnet wird, zumindest 20 % der Gesamtdauer des Garvorgangs, bevorzugt zumindest 30 % der Gesamtdauer des Garvorgangs, besonders bevorzugt zumindest 50 % der Gesamtdauer des Garvorgangs, insbesondere zumindest 90% der Gesamtdauer des Garvorgangs.

**[0023]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die zumindest eine Resonanz, die zur Bestimmung des Garzustands des Garguts herangezogen wird, aus einer Vielzahl von insbesondere im leeren Garraum erkannten und charakterisierten Resonanzen anhand bestimmter Auswahlkriterien ausgewählt. Welche und wie viele Resonanzen in einem Garraum auftreten, hängt von dessen jeweiliger konstruktiver Ausgestaltung und insbesondere von dessen Abmessungen ab. Da unterschiedliche Resonanzen im Verlauf des Garprozesses unterschiedlichen Veränderungen unterliegen können, kann es sein, dass zwei Resonanzen, deren Frequenzen sehr nah beieinanderliegen, nicht präzise genug über einen gewissen Zeitraum auseinandergehalten werden können. Durch eine Auswahl zumindest einer geeigneten Resonanz aus den in einen bestimmten Garraum auftretenden Resonanzen wird daher eine prozesssichere Bestimmung des Garzustands sichergestellt. Vorzugsweise ist ein Auswahlkriterium, dass der Abstand der Frequenz der Resonanz zur Frequenz benachbarter Resonanz möglichst groß ist. Eine derartige Auswahl kann in einfacher Weise durch einen Optimierungsalgorithmus implementiert werden. Bevorzugt ist ein weiteres Auswahlkriterium, dass die Frequenzbreite der Frequenz der Resonanz möglichst gering ist und/oder dass der Betrag des Hochfrequenzparameters für die Frequenz der Resonanz möglichst niedrig ist. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass eine insbesondere über den gesamten Garvorgang gut erkennbare Resonanz ausgewählt wird. Für ein bestimmtes Gargerät können geeignete Resonanzen beispielsweise empirisch ermittelt und in dem Gargerät insbesondere werksseitig hinterlegt werden.

**[0024]** Vorzugsweise wird die zumindest eine Resonanz im leeren Garraum auftretenden Resonanzen mit Frequenzen in einem Frequenzbereich von 300 MHz bis 1,5 GHz, bevorzugt in einem Frequenzbereich von 400 MHz bis 900 MHz, besonders bevorzugt 500 MHz bis 800 MHz, ausgewählt. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass in diesem Frequenzbereich für eine Vielzahl von gängigen Garraumabmessungen sich geeignete zumindest eine geeignete Resonanz auffindbar ist.

**[0025]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird der oder werden die charakteristischen Parameter mit zumindest einer insbesondere empirisch ermittelten Referenz, d.h. einem Referenzwert und/oder einer Referenzkurve, verglichen, der einem bestimmten Garzustand des Garguts zugeordnet ist. Beispielsweise kann für eine bestimmte Beladung des Gar-

raums - insbesondere unter Berücksichtigung der Art des Garguts, der Zusammensetzung des Garguts und/oder ggf. der verwendeten Garguträger bzw. Gargutbehälter - eine die Veränderung der Frequenz einer bestimmten Resonanz betreffende Referenzkurve hinterlegt sein, aus der sich der Zusammenhang zwischen zeitlichem Verlauf der Frequenz der Resonanz und dem Garzustand ergibt. Die Referenz ist insbesondere in Abhängigkeit der Beladung des Garraums im Gargerät vorzugsweise werksseitig hinterlegt.

**[0026]** Das erfindungsgemäße Gargerät weist einen Garraum zur Aufnahme eines Garguts, eine Behandlungseinrichtung zur Behandlung des Garguts und eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit eines Behandlungsprogramms auf. Das Gargerät ist dazu geeignet und ausgebildet, einen Garzustand des Garguts zu ermitteln und die Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit des ermittelten Garzustands des Garguts zu steuern. Das Gargerät zeichnet sich dadurch aus, dass es dazu geeignet und ausgebildet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durchzuführen.

**[0027]** Mit dem erfindungsgemäßen Gargerät ist eine äußerst zuverlässige und berührungslose Ermittlung des Garzustands möglich, die nicht oder nur in vernachlässigbarem Maße vom äußeren Erscheinungsbild des Garguts abhängt und auch für flache Gargüter oder Backgüter geeignet ist.

**[0028]** Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die vorstehend erläuterten Ausgestaltungen der Erfindung jeweils für sich oder in einer beliebigen technisch sinnvollen Kombination auch untereinander jeweils mit dem Gegenstand eines der unabhängigen Ansprüche kombinierbar sind.

**[0029]** Abwandlungen und Ausgestaltungen der Erfindung sowie weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung lassen sich der nachfolgenden gegenständlichen Beschreibung und den Zeichnungen entnehmen. In den schematischen Figuren zeigen:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Gargerät;

Fig. 2 einen zeitlichen Verlauf einer Frequenz einer Resonanz in einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3 einen zeitlichen Verlauf einer Frequenz einer Resonanz in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 4 einen frequenzabhängigen Amplitudenverlauf eines Streuparameters zur Erkennung von Resonanzen.

**[0030]** Gleich oder ähnlich wirkende Teile sind - sofern dienlich - mit identischen Bezugsziffern versehen.

**[0031]** Einzelne technische Merkmale der nachbeschriebenen Ausführungsbeispiele können auch in Kom-

bination mit vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen sowie den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche und etwaiger weiterer Ansprüche zu erfindungsgemäßen Gegenständen kombiniert werden.

**[0032]** Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Gargerät 2 mit einem Garraum 4 zur Aufnahme eines Garguts 6, das im vorliegenden Ausführungsbeispiel als flaches Backgut, z.B. als Pizza, ausgebildet ist. Das Gargerät 2 weist eine Behandlungseinrichtung zur Behandlung des Garguts 6 auf, die auf, die in dieser Ausführungsform einen Oberhitze-Heizkörper 8, einen Unterhitze-Heizkörper 10 unterhalb des Garraumbodens, einen mit einer Ringheizung ausgestatteten Umlüfter 12 sowie einen - hier nicht dargestellten - Dampferzeuger umfasst. Eine Steuereinrichtung 14 dient unter anderem zur Steuerung der Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit eines Behandlungsprogramms und in Abhängigkeit eines ermittelten Garzustands G des Garguts 6. Es können zusätzlich an der Steuereinrichtung Meldungen an den Nutzer erfolgen, die Informationen zu dem Garvorgang, durch den Garzustand ermittelt, enthalten. Zur Ermittlung des Garzustands G des Garguts 6 werden mittels einer Send- und Empfangseinrichtung 16, die beispielsweise eine Antenne umfasst, während eines Garvorgangs in einem Messschritt Hochfrequenzwellen mit einer Mehrzahl unterscheidbarer Frequenzen  $f$  in den Garraum 4 ausgesendet und wieder empfangen. Damit die Hochfrequenzwellen innerhalb des Garraums 4 verbleiben, ist eine Garraumtür Hochfrequenz-dicht ausgebildet, d.h., dass ein Sichtfenster 18 der Garraumtür zum Garraum 4 hin durch ein Lochblech, ein Drahtgitter oder eine andere Begrenzung für die Hochfrequenzwellen begrenzt ist. In einem an den Messschritt anschließenden Auswerteschritt werden mittels einer Auswerteeinrichtung, die im vorliegenden Fall von der Steuereinrichtung 14 ausgebildet wird, im Garraum 4 angeregte Resonanzen 32, 34, 36, 38 anhand einer Auswertung eines frequenzabhängigen Verlaufs 30 eines Streuparameters  $s$  erkannt und charakterisiert (s. Fig. 4). Durch Wiederholen des Messschrittes und des Auswerteschrittes über eine gewisse Zeitspanne wird ein zeitlicher Verlauf 40, 50 zumindest eines charakteristischen Parameters zumindest einer charakterisierten Resonanz 32, 34, 36, 38 aufgezeichnet (s. Fig. 2 und Fig. 3), aus dem der Garzustand G des Garguts 6 ermittelt wird.

**[0033]** Das Gargerät 2 kann auch als Teil der Behandlungseinrichtung zumindest einen Hochfrequenzerzeuger zur dielektrischen Erwärmung des Garguts 6 umfassen, der insbesondere dazu ausgebildet ist, als Sendeeinrichtung zum Aussenden von Hochfrequenzwellen mit einer Mehrzahl unterscheidbarer Frequenzen  $f$  in den Garraum 4 und/oder als Empfangseinrichtung zum Empfangen der reflektierten und/oder transmittierten Hochfrequenzwellen zu funktionieren.

**[0034]** Fig. 2 zeigt einen zeitlichen Verlauf 40 einer Frequenz  $f$  einer Resonanz 32, 34, 36, 38 in einer Ausführungsform der Erfindung. Auf der Abszisse ist die vergangene Zeit bezogen auf den Fortschritt des Garzu-

stands G aufgetragen. Im vorliegenden Fall wird als Gargut 6 ein flaches Backgut, z.B. eine Pizza Kuchen, verwendet. Anhand einer im zeitlichen Verlauf 40 auftretenden Verlaufscharakteristik - hier in Form eines Minimums 42 - kann der Garzustand G des Garguts 6 ermittelt werden. Für das vorliegende Gargut 6 tritt das Minimum 42 auf, wenn ein Garzustand G einem Garfortschritt von 75 % entspricht. Unter Berücksichtigung der seit Beginn des Garvorgangs vergangenen Zeit kann der Fertigzeitpunkt des Garguts 6 ermittelt werden.

**[0035]** Fig. 3 zeigt einen zeitlichen Verlauf 50 einer Frequenz  $f$  einer Resonanz 32, 34, 36, 38 in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Auf der Abszisse ist erneut die vergangene Zeit bezogen auf den Fortschritt des Garzustands G aufgetragen. Im vorliegenden Fall wird als Gargut 6 ein Auftaugut, beispielsweise gefrorenes Hackfleisch, verwendet, so dass der Garfortschritt einen Auftaufortschritt beschreibt. Der Verlauf 50 folgt einem exponentiellen Abfall, wobei die Frequenz  $f$  gegen Ende des Auftauvorgangs asymptotisch gegen eine Ziel-  
frequenz von ca. 415 MHz strebt. Bei dem vorliegenden Auftaugut verändert sich die Frequenz  $f$  ab einem bestimmten Punkt 52, der einem Auftaufortschritt von ca. 60 % entspricht, nur noch unwesentlich. Anhand dieser Information kann unter Berücksichtigung der seit Beginn des Auftauvorgangs vergangenen Zeit der Auftauzeitpunkt des Garguts 6 ermittelt werden.

**[0036]** Durch Modellierung des Verlaufs 50 mittels einer Exponentialfunktion umfassenden Fitfunktion können Fitparameter ermittelt werden, die zur weitergehenden Charakterisierung und insbesondere zur Vorhersage des Verhaltens der Frequenz  $f$  über die Zeit verwendet werden können. Beispielsweise kann der Verlauf 50 über einen gewissen Zeitraum aufgezeichnet werden, etwa bis ein Garzustand von 25 % erreicht ist. Aus den Messdaten kann der zukünftige Verlauf prognostiziert und daraus der Auftauzeitpunkt bestimmt werden.

**[0037]** Fig. 4 zeigt als Ergebnis einer Messung im leeren Garraum einen frequenzabhängigen Verlauf 30 (hier: Amplitudenverlauf) eines Hochfrequenzparameters (hier: Streuparameters  $s$ ) in stark vereinfachter Form. Bei realen Messungen treten in dem gezeigten Frequenzbereich in der Regel noch eine Vielzahl weiterer Resonanzen auf. Anhand der im Verlauf 30 auftretenden Minima können die Frequenzen  $f$  der Resonanzen 32, 34, 36, 38 sowie die jeweiligen Frequenzbreiten, insbesondere die Halbwertbreiten  $B$ , ermittelt werden.

**[0038]** Da sich die Resonanzen 32, 34, 36, 38 in unterschiedlichem Maße zur Bestimmung des Garzustands G des Garguts 6 eignen wird bevorzugt anhand bestimmter Auswahlkriterien eine geeignete Resonanz ausgewählt. Voraussetzung für die Wahl einer Resonanz ist, dass sie sich durch die Veränderung des Garguts mit verändert. Die erste Resonanz 32 mit einer Frequenz  $f$  von ca. 500 MHz eignet sich besonders gut geeignet. Zum einen weist die Resonanz 32 einen großen Frequenzabstand zur benachbarten zweiten Resonanz 34 auf. Zum anderen bildet die erste Resonanz 32 einen gut

erkennbaren Negativ-Peak aus bzw. weist einen besonders niedrigen Betrag des Streuparameters  $s$  auf. Dadurch ist die erste Resonanz 32 auch bei einer im Verlauf des Garvorgangs auftretenden Verschiebung der Frequenz  $f$  gut von den anderen Resonanzen 34, 36, 38 unterscheidbar und besitzt darüber hinaus eine vorteilhaft große Signalstärke. Die zweite Resonanz 34 könnte grundsätzlich auch verwendet werden, da sie einen vergleichbar vorteilhaften Frequenzabstand zu den benachbarten Resonanzen 32, 36, 38 aufweist. Jedoch ist die Signalstärke wesentlich kleiner als bei der ersten Resonanz 32, was ggf. zu einem schlechteren Signal-Rausch-Verhältnis und somit zu ungenaueren Ergebnissen führt. Die dritte Resonanz 36 und die vierte Resonanz 38 sind aufgrund der eng beieinanderliegenden Frequenz  $f$  schlecht voneinander zu unterscheiden. Insbesondere wenn diese Resonanzen 36, 38 im Verlauf des Garprozesses unterschiedlichen Veränderungen unterliegen, kann es sein, dass sie nicht präzise genug über einen gewissen Zeitraum auseinandergelassen werden können.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Gargeräts (2) mit einem Garraum (4) zur Aufnahme eines Garguts (6), einer Behandlungseinrichtung zur Behandlung des Garguts (6) und einer Steuereinrichtung (14) zur Steuerung der Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit eines Behandlungsprogramms, wobei ein Garzustand (G) des Garguts (6) ermittelt wird und die Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit des ermittelten Garzustands (G) des Garguts (6) gesteuert oder eine Meldung angezeigt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** während eines Garvorgangs in einem Messschritt Hochfrequenzwellen mit einer Mehrzahl unterscheidbarer Frequenzen ( $f$ ) in den Garraum (4) ausgesendet und wieder empfangen werden und in einem anschließenden Auswerteschritt im Garraum (4) angeregte Resonanzen (32, 34, 36, 38) anhand einer Auswertung eines frequenzabhängigen Verlaufs (30) eines Hochfrequenzparameters wie beispielsweise Streuparameter, Reflexion, Transmission, Absorptionsgrad oder Impedanz erkannt und charakterisiert werden, wobei durch Wiederholen des Messschrittes und des Auswerteschrittes über eine gewisse Zeitspanne ein zeitlicher Verlauf (40, 50) zumindest eines charakteristischen Parameters zumindest einer charakterisierten Resonanz (32, 34, 36, 38) aufgezeichnet wird und aus dem zeitlichen Verlauf (40, 50) des charakteristischen Parameters oder aus dem zeitlichen Verlauf mehrerer charakteristischer Parameter der Garzustand (G) des Garguts (6) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein oder mehrere der charakteristi-

- sche Parameter die Frequenz (f) einer oder mehrerer Resonanzen (32, 34, 36, 38) (Resonanzfrequenz) und/oder die Frequenzbreite, insbesondere die Halbwertsbreite (B), der Frequenz (f) der Resonanzen (32, 34, 36, 38) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Garzustand (G) des Garguts (6) anhand einer im zeitlichen Verlauf (40, 50) des charakteristischen Parameters der Resonanz (32, 34, 36, 38) auftretenden Verlaufscharakteristik, insbesondere eines Extremwerts, ermittelt wird.
  4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verlauf (40, 50) des charakteristischen Parameters mittels einer Fitfunktion modelliert wird, die zur Ermittlung des Garzustands (G) des Garguts (6) verwendet wird.
  5. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Garzustand (G) des Garguts (6) anhand zumindest eines Fitparameters der Fitfunktion ermittelt wird.
  6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das die gewisse Zeitspanne, über die der zeitliche Verlauf (40, 50) aufgezeichnet wird, zumindest 20 % der Gesamtdauer des Garvorgangs, bevorzugt zumindest 30 % der Gesamtdauer des Garvorgangs, besonders bevorzugt zumindest 50 % der Gesamtdauer des Garvorgangs, insbesondere zumindest 90% der Gesamtdauer des Garvorgangs, umfasst.
  7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Resonanz (32, 34, 36, 38), die zur Bestimmung des Garzustands (G) des Garguts (6) herangezogen wird, aus einer Vielzahl von insbesondere im leeren Garraum (4) erkannten und charakterisierten Resonanzen (32, 34, 36, 38) anhand bestimmter Auswahlkriterien ausgewählt wird.
  8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ein Auswahlkriterium insbesondere für die Verwendung einer Resonanz aus einer Mehrzahl von Resonanzen ist, dass der Abstand der Frequenz (f) einer Resonanz zur Frequenz benachbarter Resonanzen (32, 34, 36, 38) möglichst groß ist.
  9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zur Bestimmung des Garzustands (G) des Garguts (6) herangezogene, zumindest eine Resonanz (32, 34, 36, 38) aus im leeren Garraum (4) auftretenden Resonanzen mit Frequenzen (f) in einem Frequenzbereich von 300 MHz bis 1,5 GHz, bevorzugt in einem Frequenzbereich von 400 MHz bis 900 MHz, besonders bevorzugt 500 MHz bis 800 MHz ausgewählt wird.
  - 5 10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der charakteristische Parameter mit zumindest einer insbesondere empirisch ermittelten Referenz verglichen wird, der einem bestimmten Garzustand (G) des Garguts (6) zugeordnet ist.
  - 10 11. Gargerät (2) mit einem Garraum (4) zur Aufnahme eines Garguts (6), einer Behandlungseinrichtung zur Behandlung des Garguts (6) und einer Steuereinrichtung (14) zur Steuerung der Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit eines Behandlungsprogramms, wobei das Gargerät (2) dazu geeignet und ausgebildet ist, einen Garzustand (G) des Garguts (6) zu ermitteln und die Behandlungseinrichtung in Abhängigkeit des ermittelten Garzustands (G) des Garguts (6) zu steuern, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gargerät (2) dazu geeignet und ausgebildet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durchzuführen.
  - 15
  - 20
  - 25
  - 30
  - 35
  - 40
  - 45
  - 50
  - 55

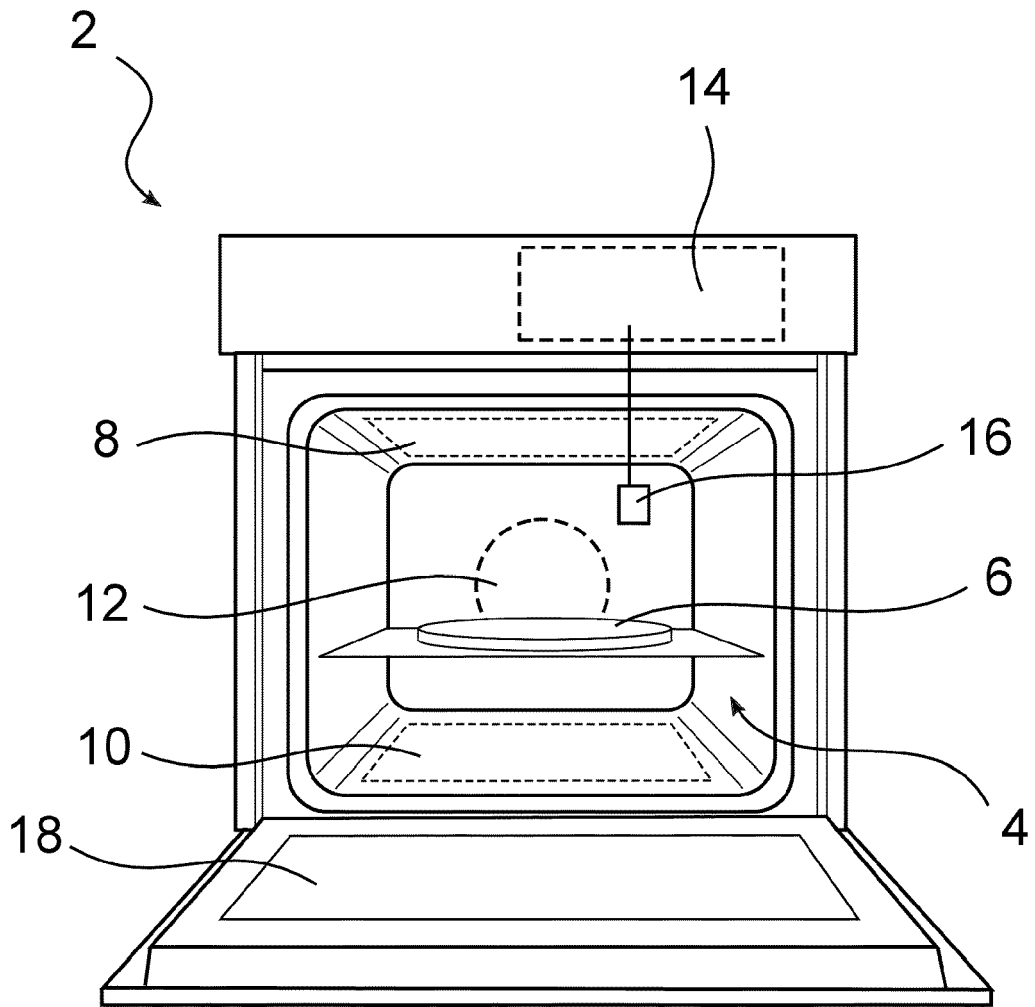


Fig. 1

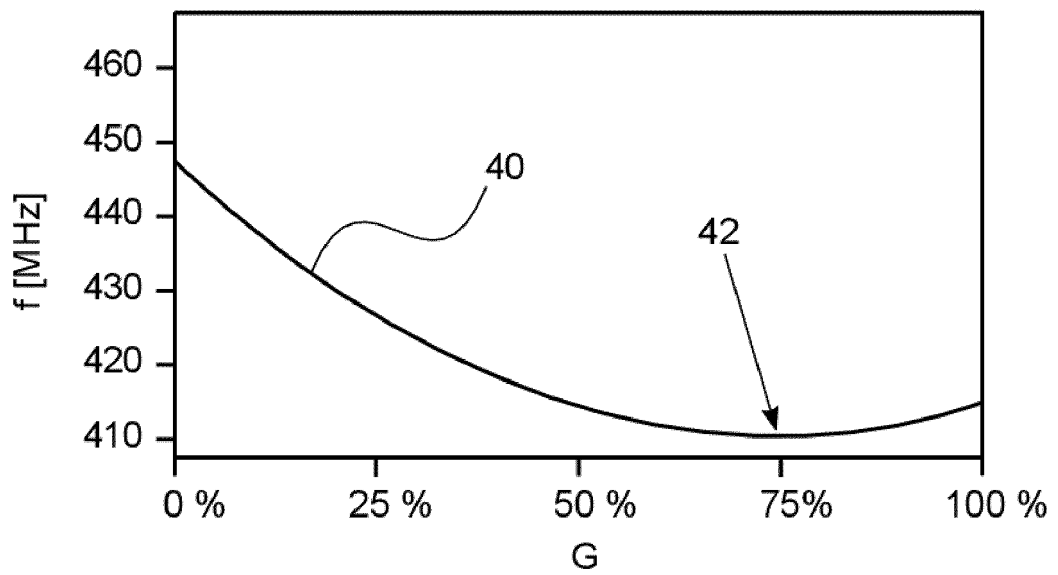


Fig. 2

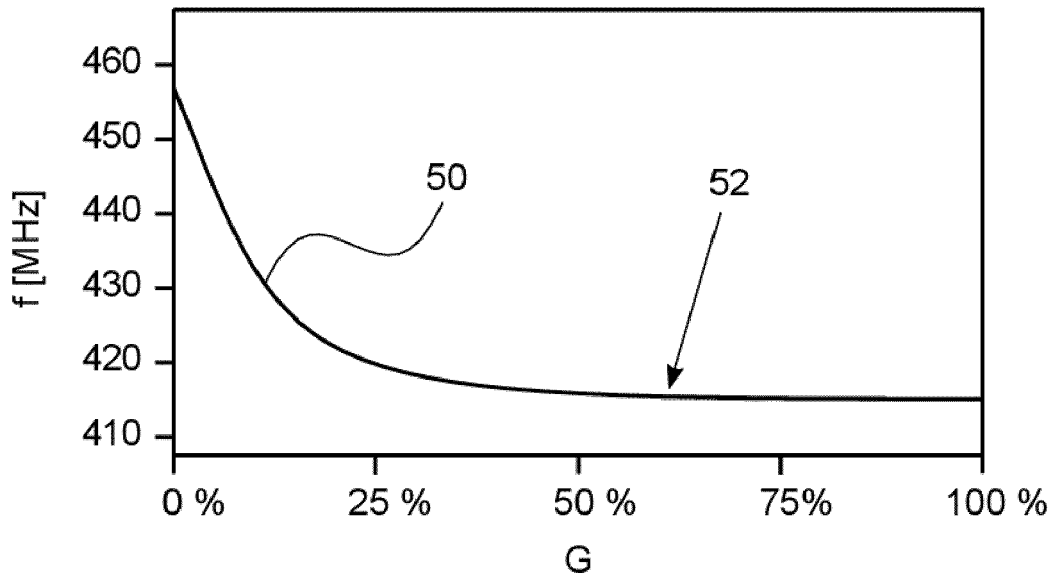


Fig. 3

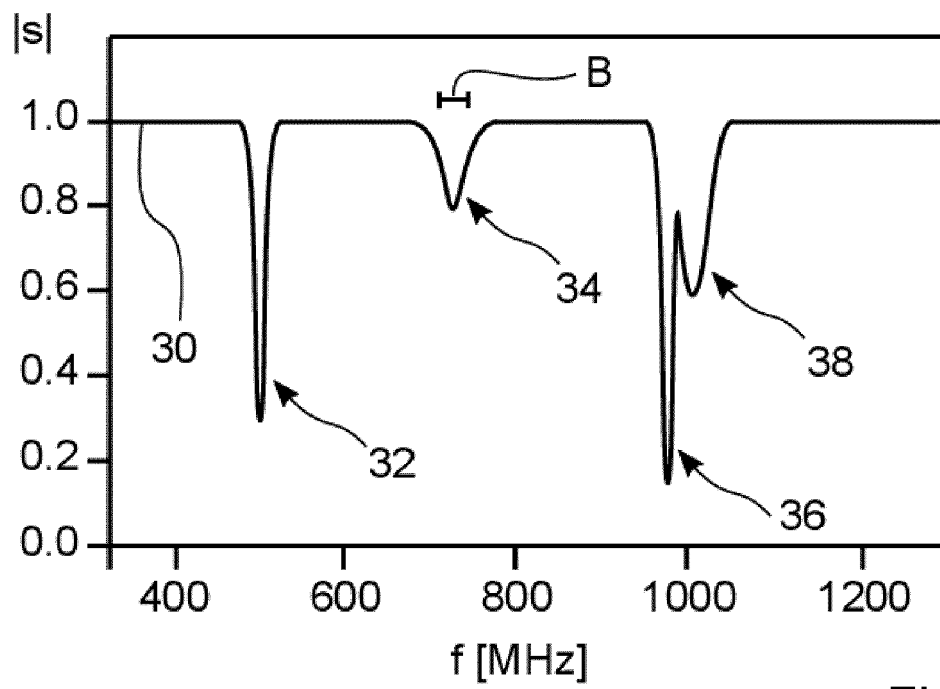


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 21 20 8129

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03) 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2018/125147 A1 (WHIRLPOOL CO [US]) 5. Juli 2018 (2018-07-05) * Absätze [0076], [0194]; Abbildungen 37, 38 *	1-11	INV. F24C7/08 H05B6/64
A	EP 3 258 742 A1 (MIELE & CIE [DE]) 20. Dezember 2017 (2017-12-20) * das ganze Dokument *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24C H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>12. April 2022</b>	Prüfer <b>Meyers, Jerry</b>
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 Patentdokument, 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	

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

EP 21 20 8129

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten  
 Patentedokumente 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.

12-04-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>WO 2018125147 A1</b>	<b>05-07-2018</b>	<b>EP 3563635 A1</b>	<b>06-11-2019</b>
		<b>US 2019320507 A1</b>	<b>17-10-2019</b>
		<b>WO 2018125147 A1</b>	<b>05-07-2018</b>
-----			
<b>EP 3258742 A1</b>	<b>20-12-2017</b>	<b>DE 102016110918 A1</b>	<b>21-12-2017</b>
		<b>EP 3258742 A1</b>	<b>20-12-2017</b>
		<b>ES 2765261 T3</b>	<b>08-06-2020</b>
		<b>PL 3258742 T3</b>	<b>31-03-2020</b>
-----			

EPO FORM P0461

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

**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**

- EP 2444735 A2 [0004]