



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
06.10.2021 Bulletin 2021/40

(51) Int Cl.:
H05B 1/02 (2006.01) **H05B 3/68 (2006.01)**
H05B 6/06 (2006.01) **F24C 7/08 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **21164851.4**

(22) Date de dépôt: **25.03.2021**

(84) Etats contractants désignés:
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
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(30) Priorité: **30.03.2020 FR 2003119**

(71) Demandeur: **Groupe Brandt**
92500 Rueil-Malmaison (FR)

(72) Inventeurs:
• **Alves, Antonio**
45000 Orléans (FR)
• **Bugeia, Jean-Marc**
45130 Meung sur Loire (FR)
• **Oudart, Pascal**
45240 La Ferté Saint-Aubin (FR)

(74) Mandataire: **Boüan du Chef du Bos, Louis-Paterne**
Cabinet Bouan
34, rue de Bagneaux
45140 Saint Jean de la Ruelle (FR)

(54) **PLAQUE DE CUISSON COMPRENANT UN PROGRAMME DE CUISSON AMÉLIORÉ, SYSTÈME DE CUISSON, PROCÉDÉ DE CUISSON ET PROGRAMME CORRESPONDANT**

(57) L'invention concerne une plaque de cuisson (1) apte à chauffer un récipient de cuisson (2) contenant un liquide (3) et apte à recevoir une mesure de la température de ce liquide, la plaque de cuisson (1) mettant en œuvre un programme de cuisson comprenant les étapes consistant à :

- fournir une puissance de chauffage connue au récipient de cuisson (2), au cours d'une phase de montée en température,
- déterminer une valeur représentative de la capacité thermique d'un ensemble à chauffer comprenant le récipient de cuisson (2) et son contenu, en divisant l'énergie de chauffage fournie au cours d'une première période de mesure comprise dans la phase de montée en température, par l'élévation de température du liquide pendant la première période de mesure,
- détecter l'ébullition du liquide (3), correspondant à la fin de la phase de montée en température et le début d'une phase de maintien de l'ébullition,
- fournir une puissance de chauffage, au cours de cette phase de maintien de l'ébullition, à un niveau de puissance choisi en fonction de la valeur représentative de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, déterminée au cours de la phase de montée en température.

[Fig. 1]

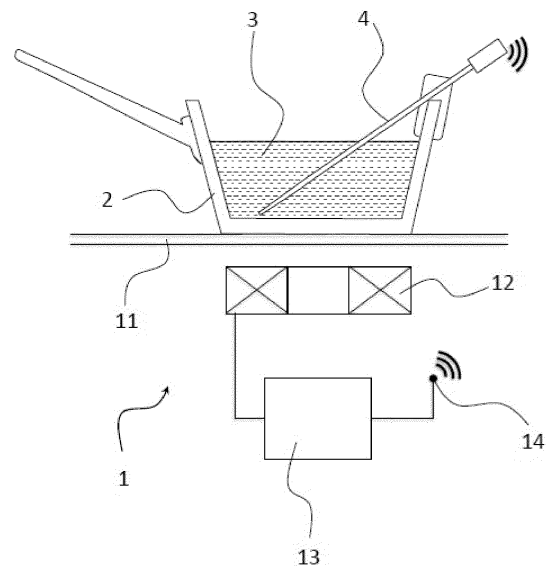


Fig. 1

Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne le domaine des plaques de cuisson, destinées à chauffer des aliments placés dans un récipient de cuisson.

[0002] Elle concerne particulièrement une telle plaque de cuisson comprenant un programme spécifiquement adapté pour porter un liquide à ébullition et pour maintenir cette ébullition, par exemple pour assurer la cuisson d'aliments dans ce liquide.

[0003] L'invention concerne également un système de cuisson comprenant une telle plaque de cuisson, un récipient de cuisson et un équipement de mesure de la température du contenu du récipient de cuisson.

[0004] L'invention concerne encore un procédé de cuisson spécifiquement adapté pour porter un liquide à ébullition et pour maintenir cette ébullition, par exemple pour assurer la cuisson d'aliments dans ce liquide.

[0005] Elle concerne tout particulièrement un tel procédé de cuisson adapté pour porter un liquide à ébullition et maintenir cette ébullition en évitant tout débordement du liquide.

[0006] Enfin, l'invention concerne également un programme informatique utilisable pour la mise en œuvre d'un tel procédé.

Art antérieur

[0007] On connaît plusieurs types de plaques de cuisson, destinées à chauffer des aliments contenus dans un récipient de cuisson tel qu'une casserole.

[0008] Parmi ces plaques de cuisson, certaines, couramment appelées plaques chauffantes, transmettent au récipient de cuisson la chaleur provenant de résistances thermoélectriques. De telles plaques sont généralement considérées comme ayant une inertie thermique relativement forte. D'autres plaques de cuisson assurent le chauffage du récipient de cuisson par la combustion d'un combustible, le plus souvent d'un gaz combustible. Enfin, d'autres plaques de cuisson, couramment appelées plaques à induction, émettent des lignes de champs magnétiques induisant un courant de Foucault dans un récipient de cuisson, provoquant réchauffement de ce récipient par effet Joule.

[0009] La présente invention peut s'appliquer aux différents types de plaques de cuisson connus qui offrent une inertie thermique faible. Elle s'applique cependant plus particulièrement aux plaques à induction, dont les caractéristiques permettent de tirer pleinement parti des avantages de l'invention.

[0010] Les plaques de cuisson sont souvent utilisées pour porter à ébullition un liquide, tel que de l'eau, contenu dans le récipient de cuisson, afin de cuire des aliments placés dans le liquide bouillant. Dans de telles situations, on cherche généralement à obtenir l'ébullition du liquide le plus rapidement possible, en fournissant

une puissance de chauffage maximum au récipient de cuisson.

[0011] Une fois l'ébullition obtenue, le maintien du liquide à la température d'ébullition ne nécessite généralement pas la puissance de chauffage maximum pouvant être offerte par la plaque de cuisson. Au contraire, il est préférable que la puissance de chauffage fournie au liquide bouillant par la plaque de cuisson soit moins élevée.

[0012] En effet, si la puissance fournie par la plaque de cuisson est trop élevée, elle génère une augmentation de l'évaporation du liquide, et donc de son bouillonnement. En plus de la consommation d'énergie inutile, ce bouillonnement entraîne une perte par évaporation du liquide utilisé pour la cuisson, et un risque de débordement du liquide. Ce risque de débordement est particulièrement courant quand un aliment contenant de l'amidon, tel que des pâtes ou du riz, a été mis à cuire dans le liquide bouillant.

[0013] Pour éviter ce bouillonnement trop important, il est connu de baisser la puissance de chauffage de la plaque de cuisson quand l'ébullition du liquide est obtenue. Cette baisse de puissance de chauffage peut être effectuée manuellement. Elle peut également être effectuée automatiquement par un programme intégré à la plaque de cuisson, associé à des moyens de détection de l'ébullition.

[0014] Il est connu de mesurer la température à l'intérieur du récipient de cuisson. Ainsi, le document EP 1 037 508 A1 montre un système composé d'une plaque de cuisson et d'un récipient de cuisson dans lequel est placée une sonde de température apte à communiquer à la plaque de cuisson des informations sur la température d'un liquide contenu dans le récipient de cuisson. Si elle permet de connaître la température du liquide, une telle sonde ne permet cependant pas de déterminer quelle est la température d'ébullition de ce liquide. En effet, la température d'ébullition d'un liquide peut varier en fonction de la nature de ce liquide. Elle ne sera par exemple pas identique pour de l'eau, de l'eau salée, du lait, etc. Par ailleurs, cette température d'ébullition varie en fonction de la pression atmosphérique, et donc de l'altitude. La mesure de la température du liquide est donc insuffisante pour détecter efficacement son ébullition.

[0015] Il est également connu, notamment du document EP 2020826 A1, de déterminer qu'un liquide est à ébullition par la détection des vibrations générées par l'ébullition. Un tel procédé est cependant particulièrement complexe à mettre en œuvre.

[0016] Il est encore connu, notamment du document JP 2004-127822, de déterminer qu'un liquide est à sa température d'ébullition quand la température mesurée par un capteur intégré à la plaque de cuisson reste stable pendant une durée prolongée, malgré un apport d'énergie important. Un tel procédé ne permet cependant de détecter l'ébullition qu'après avoir fourni une grande quantité d'énergie au liquide bouillant, ce qui risque de causer une ébullition forte et donc un débordement.

[0017] Quand une ébullition est détectée, il n'est pas évident de déterminer la puissance de chauffage la plus appropriée pour maintenir cette ébullition sans qu'elle ne soit trop forte. Pour cela, il est connu de demander à l'utilisateur de renseigner, grâce à une commande appropriée de la plaque de cuisson, le volume de liquide qu'il souhaite maintenir à ébullition, pour pouvoir adapter la puissance de chauffage à ce volume. Cette solution introduit cependant une contrainte pour l'utilisateur, et peut manquer de fiabilité si celui-ci ne renseigne pas correctement l'information demandée. Par ailleurs, cette puissance de chauffage adaptée peut varier au cours de la cuisson, notamment quand le contenu du récipient de cuisson varie au cours de la cuisson, par exemple si l'utilisateur a introduit des aliments dans le liquide bouillant.

Objectifs de l'invention

[0018] La présente invention a pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur.

[0019] En particulier, l'invention a pour objectif, selon au moins certains de ses modes de réalisation, de fournir une plaque de cuisson, un système de cuisson comprenant une telle plaque de cuisson et un procédé de cuisson, qui permettent de porter à ébullition rapidement un liquide contenu dans un récipient de cuisson, et de maintenir ce liquide à ébullition relativement faible.

[0020] Un autre objectif de l'invention est de fournir une telle plaque de cuisson, un tel système de cuisson et un tel procédé de cuisson qui permettent de porter un liquide à ébullition et de maintenir son ébullition en générant une consommation d'énergie relativement réduite.

[0021] Un autre objectif de l'invention est de fournir une telle plaque de cuisson, un tel système de cuisson et un tel procédé de cuisson qui permettent d'éviter les débordements causés par une ébullition trop forte d'un liquide porté à ébullition.

[0022] Un autre objectif de l'invention est de fournir une telle plaque de cuisson, un tel système de cuisson et un tel procédé de cuisson qui soient particulièrement simples d'utilisation pour l'utilisateur.

[0023] Encore un autre objectif de l'invention, selon certains modes de réalisation, est de fournir une telle plaque de cuisson, un tel système de cuisson et un tel procédé de cuisson qui tiennent compte des modifications du contenu du récipient de cuisson.

Exposé de l'invention

[0024] Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront plus clairement par la suite, sont atteints à l'aide d'une plaque de cuisson, apte à chauffer un récipient de cuisson contenant un liquide, cette plaque de cuisson étant apte à recevoir une mesure de la température du liquide contenu dans le récipient de cuisson, cette plaque de cuisson mettant en œuvre un programme de cuisson comprenant les étapes consistant à :

- fournir une puissance de chauffage connue au récipient de cuisson, au cours d'une phase de montée en température,
- déterminer une valeur représentative de la capacité thermique d'un ensemble à chauffer comprenant le récipient de cuisson et son contenu, en divisant l'énergie de chauffage fournie au cours d'une première période de mesure comprise dans la phase de montée en température, par l'élévation de température du liquide pendant la première période de mesure,
- détecter l'ébullition du liquide, correspondant à la fin de la phase de montée en température et au début d'une phase de maintien de l'ébullition,
- fournir une puissance de chauffage, au cours de la phase de maintien de l'ébullition, à un niveau de puissance choisi en fonction de la valeur représentative de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, déterminée au cours de la phase de montée en température.

[0025] L'énergie de chauffage fournie par la plaque de cuisson au cours de la première période correspond à l'intégrale de la puissance de chauffage fournie au cours de cette première période de mesure.

[0026] Il est ainsi possible, de façon avantageuse, d'ajuster la puissance de chauffage nécessaire au maintien de l'ébullition en fonction de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, et donc, en pratique, en fonction de la quantité de liquide qui doit être maintenue à ébullition. Cet ajustement de la puissance de chauffage permet avantageusement de maintenir l'ébullition à un niveau modéré, sans apport de puissance superflu. Le faible bouillonnement causé par cette ébullition limite de façon très importante les risques de débordement du liquide hors du récipient de cuisson.

[0027] Il est à noter que, selon l'invention, la capacité thermique de l'ensemble à chauffer n'a pas à être renseignée par l'utilisateur, ce qui simplifie l'usage de la plaque de cuisson. Par ailleurs, cette capacité thermique de l'ensemble à chauffer est avantageusement déterminée avant que l'ébullition soit atteinte. Il est ainsi possible d'ajuster la puissance de chauffage immédiatement après la survenue de l'ébullition, pour éviter un bouillonnement trop important du liquide.

[0028] Avantageusement, au cours de la mise en œuvre du programme de cuisson, la plaque de cuisson détecte l'ébullition du liquide, après la première période de mesure, en déterminant que l'élévation de la température du liquide au cours d'une seconde période de mesure comprise dans la phase de montée en température est inférieure à une valeur seuil.

[0029] Il est ainsi possible de détecter rapidement l'ébullition, qui se caractérise notamment par une stabilité de la température malgré l'apport d'une puissance de chauffage. La détection rapide de l'ébullition permet d'ajuster rapidement la puissance de chauffage pour éviter un bouillonnement trop important du liquide.

[0030] De préférence, la durée de cette seconde période de mesure est choisie en fonction de la valeur représentative de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, déterminée précédemment.

[0031] Ainsi, la détection de l'ébullition peut être réalisée avec une efficacité optimale, notamment quand la faible quantité de liquide augmente les risques de bouillonnement trop fort si une puissance excessive est fournie après le point d'ébullition.

[0032] Selon un mode de réalisation préférentiel, cette valeur seuil est une valeur fixe prédéterminée, indépendante de la valeur représentative de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer et de la durée de la seconde période de mesure.

[0033] Selon un autre mode de réalisation possible, cette valeur seuil est déterminée en fonction de la valeur représentative de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer ou de la durée de la seconde période de mesure.

[0034] Dans ce cas, avantageusement, la valeur seuil est déterminée de façon que le quotient de l'élévation de la température du liquide au cours de la seconde période de mesure sur la durée de ladite seconde période de mesure soit une valeur fixe prédéterminée.

[0035] Selon un mode de réalisation avantageux, le niveau de puissance de chauffage au cours de la phase de maintien de l'ébullition est choisi entre plusieurs valeurs prédéterminées, chacune des valeurs prédéterminées étant associée à une plage de valeurs représentatives de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer.

[0036] De préférence, au cours de la phase de maintien de l'ébullition, la plaque de cuisson détecte une baisse de la température du liquide, et modifie le niveau de puissance de chauffage pour réguler la température du liquide sur la température d'ébullition.

[0037] Une telle régulation permet d'éviter tout risque de perte prolongée de l'ébullition du liquide.

[0038] De préférence, la plaque de cuisson est constituée par une plaque à induction, apte à produire des champs magnétiques variables capables de générer des courants induits de Foucault dans le récipient de cuisson, pour chauffer par effet Joule le récipient de cuisson.

[0039] De telles plaques de cuisson permettent un contrôle précis de la puissance de chauffage, avec une inertie thermique très faible. Elles permettent ainsi la mise en œuvre efficace de l'invention.

[0040] L'invention concerne également un système de cuisson comprenant :

- une plaque de cuisson telle que décrite ci-dessus,
- un récipient de cuisson, et
- un équipement de mesure de la température du contenu du récipient de cuisson.

[0041] De préférence, cet équipement de mesure du contenu du récipient de cuisson comprend une sonde de température en contact avec le contenu du récipient de cuisson.

[0042] Un tel système de cuisson peut, avantageuse-

ment, présenter les différentes caractéristiques décrites ci-dessus en relation avec la plaque de cuisson, ces caractéristiques étant prises isolément ou en combinaison.

[0043] L'invention concerne également un procédé de cuisson, mis en œuvre par un système de cuisson comprenant une plaque de cuisson, un récipient de cuisson contenant un liquide, et un équipement de mesure de la température du liquide contenu dans ce récipient de cuisson, le procédé de cuisson comprenant les étapes suivantes :

- la fourniture par la plaque de cuisson d'une puissance de chauffage connue au récipient de cuisson, au cours d'une phase de montée en température,
- la détermination d'une valeur représentative de la capacité thermique d'un ensemble à chauffer comprenant le récipient de cuisson et son contenu, en divisant l'énergie de chauffage fournie au cours d'une première période de mesure comprise dans la phase de montée en température, par l'élévation de température du liquide pendant la première période de mesure,
- la détection de l'ébullition du liquide, correspondant à la fin de la phase de montée en température et au début d'une phase de maintien de l'ébullition,
- la fourniture par la plaque de cuisson d'une puissance de chauffage, au cours de la phase de maintien de l'ébullition, à un niveau de puissance choisi en fonction de la valeur représentative de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, déterminée au cours de la phase de montée en température.

[0044] De préférence, l'étape de détection de l'ébullition du liquide est mise en œuvre après la première période de mesure, et comprend :

- une sous-étape de détermination de la durée d'une seconde période de mesure, en fonction de la valeur représentative de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer,
- une sous-étape de détermination de l'évolution de la température du liquide au cours de la seconde période de mesure,
- une sous-étape de comparaison de l'évolution de la température du liquide au cours de la seconde période de mesure avec une valeur seuil.

[0045] Un tel procédé de cuisson peut, avantageusement, présenter les différentes caractéristiques décrites en relation avec la plaque de cuisson, ces caractéristiques étant prises isolément ou en combinaison.

[0046] L'invention concerne encore un programme informatique comprenant des instructions qui, lorsque le programme informatique est exécuté par un dispositif de contrôle d'une plaque de cuisson, conduisent celui-ci à mettre en œuvre un procédé de cuisson tel que décrit ci-dessus.

Liste des figures

[0047] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante de modes de réalisation préférentiels, donnée à titre de simple exemple figuratif et non limitatif, et accompagnée des figures parmi lesquelles :

- [Fig. 1] la figure 1 est une représentation schématique, en vue de coupe transversale, d'un système de cuisson selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [Fig. 2] la figure 2 est un ensemble de courbes représentatives de la température d'un premier volume de liquide porté à ébullition puis maintenu à ébullition par un procédé selon un mode de réalisation de l'invention, et de la puissance de chauffage fournie à ce liquide ;
- [Fig. 3] la figure 3 est un ensemble de courbes représentatives de la température d'un second volume de liquide porté à ébullition puis maintenu à ébullition par un procédé selon un mode de réalisation de l'invention, et de la puissance de chauffage fournie à ce liquide ;
- [Fig. 4] la figure 4 est une représentation schématique des étapes d'un procédé selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [Fig. 5] la figure 5 est une représentation schématique des sous-étapes de l'une des étapes du procédé de la figure 4 ;
- [Fig. 6] la figure 6 est un ensemble de courbes représentatives de la température d'un liquide porté à ébullition et de la température de l'extérieur du récipient de cuisson contenant ce liquide.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

[0048] La figure 1 représente schématiquement, en vue de coupe transversale, un système selon un mode de réalisation qui comprend une plaque de cuisson 1 supportant un récipient de cuisson 2 contenant un liquide 3. Une sonde de température 4 est plongée dans ce liquide 3.

[0049] Dans le mode de réalisation représenté, la plaque de cuisson 1 est une plaque à induction. Elle comporte un plateau supérieur 11, destiné à porter les récipients de cuisson. Ce plateau supérieur 11 est, classiquement, une plaque en vitrocéramique. En dessous de ce plateau supérieur 11, des bobinages d'induction 12 produisent, quand ils sont alimentés électriquement, un champ magnétique variable capable de générer des courants induits de Foucault dans un récipient de cuisson 2 placé sur le plateau supérieur 11. Ces courants induits de Foucault causent, par effet Joule, le réchauffement du récipient de cuisson 2.

[0050] L'alimentation électrique de ce bobinage d'induction 12 est contrôlée par un dispositif de contrôle 13. Ce dispositif de contrôle 13 est une carte électronique, apte à exécuter des programmes, qui peut recevoir des

instructions de l'utilisateur, par exemple par l'intermédiaire de boutons de contrôle de la plaque de cuisson (non représentés). En fonction des instructions qu'il reçoit, il peut délivrer la puissance de chauffage adaptée. Dans la présente description, le terme « puissance de chauffage », ou « puissance utile », désigne la puissance fournie par la plaque de cuisson, qui est effectivement utilisée pour le chauffage du récipient de cuisson. Dans le mode de réalisation représenté, cette puissance de chauffage correspond à environ 90 % de la puissance électrique délivrée aux bobinages d'induction 12, qui est convertie par ces bobinages d'induction en ondes magnétiques, qui sont elles-mêmes converties en chaleur dans le récipient de cuisson.

[0051] De façon avantageuse, quand la plaque de cuisson 1 est une plaque à induction comme dans le mode de réalisation représenté, le dispositif de contrôle 13 peut mesurer, avec une précision de mesure de l'ordre de 2 à 5 %, la puissance électrique délivrée aux bobinages d'induction 12. Le rendement de ces bobinages d'induction étant connu par ailleurs, on peut donc connaître la puissance de chauffage transmise au récipient de cuisson 2 avec une précision de l'ordre de 2 à 5 %.

[0052] Dans d'autres modes de réalisation possibles, la plaque de cuisson 1 peut être d'un type différent. Il est cependant important, pour la mise en œuvre de l'invention, que la plaque de cuisson 1 présente une faible inertie thermique et soit capable de mesurer précisément, à chaque instant, la puissance reçue par le récipient de cuisson 2. Ainsi, si la plaque de cuisson 1 est une plaque de cuisson à combustion au gaz, il est possible qu'elle soit équipée d'un débitmètre permettant de mesurer le volume de gaz brûlé pour réchauffer le récipient de cuisson. La puissance de chauffage, qui est proportionnelle au débit de gaz brûlé, pour une qualité de gaz donnée, peut être connue de façon suffisamment précise.

[0053] L'invention présente cependant un intérêt particulier dans le cas des plaques de cuisson à induction, pour lesquelles il est particulièrement facile de connaître en temps réel la puissance de chauffage absorbée par le récipient de cuisson 2.

[0054] Dans le mode de réalisation représenté, le récipient de cuisson 2 est une casserole métallique, adaptée à la cuisson sur une plaque de cuisson à induction. D'autres types de récipients de cuisson peuvent être utilisés, à condition qu'ils soient adaptés à la plaque de cuisson sur laquelle ils sont chauffés.

[0055] Le récipient de cuisson 2 est rempli d'un liquide 3 destiné à être chauffé jusqu'à ébullition, par exemple pour cuire un aliment dans le liquide bouillant. Ce liquide 3 peut par exemple être de l'eau, de l'eau salée, du lait, etc. Ce liquide 3 peut contenir les aliments à cuire. Cependant, dans de nombreux cas, les aliments à cuire ne sont placés dans le liquide qu'après que celui-ci a atteint l'ébullition.

[0056] On considérera, dans la suite de la présente description, que le récipient de cuisson 2 et le contenu de ce récipient constituent un « ensemble à chauffer ».

Cet ensemble à chauffer ne comprend bien entendu que les parties du récipient de cuisson destinées à monter en température, et non les parties de ce récipient qui sont isolées thermiquement, comme par exemple les poignées de casserole.

[0057] Dans le mode de réalisation représenté, le récipient de cuisson 2 est équipé d'une sonde de température 4, plongeant dans le liquide 3. Cette sonde de température permet avantageusement de mesurer directement la température du liquide 3. La sonde de température 4 représentée comporte un équipement de communication radio, et est ainsi capable de communiquer par radio les valeurs de température qu'elle relève à la plaque de cuisson 1, qui comprend pour cela un équipement de communication radio 14 adapté, relié au dispositif de contrôle 13.

[0058] Ainsi, le dispositif de contrôle 13 peut connaître, en permanence, à la fois les valeurs de puissance électrique fournies aux bobinages d'induction 12, et donc la puissance de chauffage, et la température du liquide 3 fournie par la sonde de température 4.

[0059] Dans d'autres modes de réalisation possibles, d'autres types d'équipements de mesure de température peuvent être utilisés pour connaître la température du liquide 3. Ces équipements de mesure de température, qui sont connus en eux-mêmes de l'homme du métier, peuvent par exemple être en contact thermique avec le liquide 3, pour mesurer directement sa température, ou mesurer le rayonnement infrarouge du liquide 3 pour en déduire sa température.

[0060] La mise en œuvre de l'invention nécessite que l'équipement de mesure de la température du liquide 3 effectue la mesure de la température du liquide 3 de façon précise et en temps réel. En particulier, il est important que la mesure de la température soit effectuée avec une marge d'erreur inférieure à 3°C, et de préférence inférieure à 1°C. Il est également important que la résolution de cette mesure de température soit fine, inférieure à 0,3°C, et de préférence inférieure à 0,1°C. Une telle résolution fine permet de suivre les variations de température de faible amplitude, de préférence les variations de température de l'ordre de 0,1°C, ce qui est important pour la mise en œuvre de l'invention.

[0061] Le terme « mesure de la température du liquide », dans la présente demande, ne concerne donc que les mesures permettant de connaître la température réelle du liquide avec une marge d'erreur inférieure à 3°C, et de préférence, avec une marge d'erreur inférieure à 1°C, et avec une résolution inférieure à 0,3°C, et de préférence inférieure à 0,1°C. Les modes de réalisation de l'invention dans lesquels un équipement de mesure de température est directement en contact avec le liquide chauffé, qui permettent généralement de connaître la température du liquide avec une marge d'erreur de l'ordre de 1°C et une résolution de l'ordre de 0,1°C, sont donc privilégiés.

[0062] Il est à noter que l'invention ne peut pas être mise en œuvre avec les équipements de mesure connus

mesurant la température de l'extérieur du récipient de cuisson pour estimer la température du liquide contenu dans ce récipient. De tels équipements de mesure ne permettent en effet pas de mesurer la température du liquide de façon suffisamment précise pour mettre en œuvre l'invention.

[0063] A titre d'exemple, la figure 6 représente les courbes de mesure de température relevées par plusieurs équipements de mesure au cours du chauffage d'un récipient de cuisson rempli d'eau, sur lequel une puissance de chauffage constante est appliquée à partir du temps 0. La courbe 91 représente la mesure de température du liquide effectuée par une sonde en contact direct avec ce liquide, qui est une mesure précise, en temps réel, permettant la mise en œuvre de la présente invention.

[0064] La courbe 92 représente la mesure de la température de l'extérieur du récipient de cuisson, effectuée par une sonde placée dans la plaque de cuisson. On note clairement que la sonde placée dans la plaque de cuisson ne permet pas de mesurer la température de l'eau. Ainsi, elle mesure les 100°C alors que le liquide a déjà largement dépassé son point d'ébullition et elle mesure par la suite une température dépassant largement les 100°C. Une telle mesure de la température de l'extérieur du récipient de cuisson ne constitue donc pas une mesure de la température du liquide, au sens de la présente demande.

[0065] Les programmes de cuisson de l'art antérieur qui sont basés sur de telles mesures de la température de l'extérieur du récipient de cuisson sont donc nécessairement très différents de la solution de l'invention, et ne permettent généralement pas une détection de l'ébullition suffisamment rapide pour éviter une ébullition forte, risquant le débordement du liquide.

[0066] Selon l'invention, la plaque de cuisson 1 est configurée pour appliquer un programme de cuisson particulier à l'ensemble à chauffer constitué par le récipient de cuisson 2 et le liquide 3, ce programme de cuisson étant spécifiquement adapté pour porter le liquide 3 à ébullition et pour le maintenir à ébullition modérée.

[0067] Ce programme de cuisson, qui sera appelé par la suite « programme d'ébullition », peut être un programme informatique exécuté par le système de contrôle 13 de la plaque de cuisson 1. Il peut être déclenché, par exemple, par la pression d'un utilisateur sur un bouton spécifique de déclenchement de ce programme d'ébullition, ou par le choix de ce programme par l'utilisateur dans un menu interactif.

[0068] Ce programme d'ébullition contrôle la plaque de cuisson 1 pour qu'elle chauffe le récipient de cuisson 2 au cours de deux phases successives : une phase de montée en température, et une phase de maintien de l'ébullition. Les figures 2 et 3 représentent l'évolution de la température du liquide 3 et de la puissance de chauffage délivrée par la plaque de cuisson 1 au cours de l'exécution de ce programme d'ébullition. Dans la situation représentée par la figure 2, le volume de liquide 3

qui est porté à ébullition est relativement faible. Dans la situation représentée par la figure 3, ce volume de liquide 3 qui est porté à ébullition est sensiblement plus important.

[0069] Quand l'utilisateur déclenche le programme d'ébullition, il est possible, dans certains modes de réalisation, que des mesures préliminaires soient effectuées avant la phase de montée en température, ou au début de cette phase. Ces mesures préliminaires, qui sont connues en elles-mêmes de l'homme du métier, peuvent par exemple être destinées à vérifier qu'un récipient de cuisson 2 adapté est bien placé sur la plaque de cuisson 1, que la sonde de température 4 est bien placée dans ce récipient de cuisson 2, ou que la température du liquide 3 dans le récipient de cuisson 2 n'est pas trop élevée pour engager le programme d'ébullition.

[0070] Le programme d'ébullition commence, éventuellement après les mesures préliminaires, par mettre en œuvre la phase de montée en température. Au cours de cette phase de montée en température, le système de contrôle 13 délivre aux bobinages d'induction 12 un niveau de puissance élevé, par exemple un niveau de puissance maximal, afin que la plaque de cuisson 1 fournisse une puissance de chauffage maximale au récipient de cuisson, et donc à l'ensemble à chauffer. Le liquide 3 contenu dans le récipient de cuisson 2 se réchauffe donc à grande vitesse, par exemple à la vitesse la plus rapide permise par la plaque de cuisson 1. Cette phase de montée en température a en effet pour objectif d'obtenir rapidement l'ébullition du liquide 3.

[0071] Au cours de cette phase de montée en température, le programme d'ébullition met en œuvre une étape de détermination de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, ou d'une valeur représentative de cette capacité thermique. Pour la mise en œuvre de cette étape, le dispositif de contrôle 13 mesure, au cours d'une première période de mesure, l'élévation de température du liquide 3 et l'énergie de chauffage fournie par la plaque de cuisson 1, qui correspond à l'intégrale de la puissance de chauffage fournie au cours de la première période de mesure. Ces mesures permettent au dispositif de contrôle 13 de calculer, en divisant la valeur de l'énergie de chauffage fournie par l'élévation de température, une valeur représentative de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer formé par le récipient de cuisson 2 et le liquide 3 qu'il contient.

[0072] Cette capacité thermique peut être exprimée en joules par kelvin (J/K). Il est également possible de l'exprimer sous la forme du volume d'eau équivalent, présentant une capacité thermique équivalente à celle de l'ensemble à chauffer. Dans ce cas, le volume d'eau équivalent sera le plus souvent une approximation du volume réel de liquide 3 contenu dans le récipient de cuisson 2. En effet, les liquides alimentaires ont le plus souvent une capacité thermique proche de celle de l'eau. Par ailleurs, la capacité thermique massique de l'eau étant généralement très supérieure à la capacité thermique massique des matériaux constituant les récipients de cuisson, le

récipient de cuisson n'a le plus souvent qu'un impact marginal sur la capacité thermique de l'ensemble à chauffer.

[0073] La première période de mesure durant laquelle l'énergie de chauffage fournie et l'élévation de température sont mesurées pour calculer la capacité thermique de l'ensemble à chauffer peut être de durée fixe. Il peut par exemple être choisi que cette première période de mesure dure une minute, et commence 10 secondes après que l'utilisateur a déclenché le programme d'ébullition. Dans d'autres modes de réalisation, la durée de cette première période de mesure peut être variable. Il peut par exemple être fixé que la première période de mesure dure le temps nécessaire pour que la température du liquide 3 augmente de 20°C.

[0074] Dans la situation représentée par la figure 2, le volume de liquide 3 qui est porté à ébullition est relativement faible. Au cours de la phase de montée en température 51, la puissance de chauffage, représentée par la courbe 53, est à la valeur maximale P_{Max} , par exemple égale à 3 kW. La température du liquide 3, représentée par la courbe 52, augmente alors de façon régulière. Au cours de cette phase de montée en température, l'augmentation de température ΔT est mesurée pendant la première période de mesure Δt_1 , fixée ici à une minute. Cette augmentation de température ΔT est relativement importante, par exemple de 60°C/min. La capacité thermique peut alors être calculée par la formule $C_1 = (P_{Max} \times \Delta t_1) / \Delta T = 3\,000\text{ J/K}$, ce qui correspond approximativement à la capacité thermique d'un volume d'eau de 0,7 L.

[0075] Dans la situation représentée par la figure 3, le volume de liquide 3 qui est porté à ébullition est sensiblement plus important. Au cours de la phase de montée en température 51, la puissance de chauffage, représentée par la courbe 53, est à la valeur maximale P_{Max} , par exemple égale à 3 kW. La température du liquide 3, représentée par la courbe 52, augmente alors de façon régulière. Au cours de cette phase de montée en température, l'augmentation de température ΔT est mesurée pendant la première période de mesure Δt_1 , fixée à une minute. Cette augmentation de température ΔT est relativement faible, par exemple de 9°C/min. La capacité thermique peut alors être calculée par la formule $C_2 = (P_{Max} \times \Delta t_1) / \Delta T = 20\,000\text{ J/K}$, ce qui correspond approximativement à la capacité thermique d'un volume d'eau de 4,8 L.

[0076] Une fois que la capacité thermique de l'ensemble à chauffer est calculée, elle est gardée en mémoire par le dispositif de contrôle 13.

[0077] Au cours de la phase de montée en température, la puissance de chauffage fournie peut être constante. Il peut cependant être prévu que cette puissance soit variable au cours de la phase de montée en température. Par exemple, il peut être prévu que la puissance fournie soit réduite quand la température du liquide approche de la température habituelle d'ébullition de l'eau. Il peut également être prévu, selon une caractéristique

avantageuse de l'invention, qu'après que la capacité thermique de l'ensemble à chauffer a été calculée, la puissance fournie au cours de la phase de montée en température soit ajustée en fonction de cette capacité thermique. La puissance fournie peut par exemple être réduite si la capacité thermique est faible.

[0078] Il est important que le dispositif de contrôle 13 détecte l'ébullition du liquide 3 rapidement, pour éviter de déclencher une ébullition trop forte du liquide 3 en continuant à fournir une puissance de chauffage maximale à l'ensemble à chauffer après que le liquide est arrivé à ébullition. L'ébullition de ce liquide 3 est par exemple détectée par le dispositif de contrôle 13 quand la température du liquide 3 cesse d'augmenter, bien que la puissance de chauffage transmise reste constante.

[0079] De façon préférentielle, le programme d'ébullition met en œuvre une étape de détection de l'ébullition au cours de la phase de montée en température, après la mise en œuvre de l'étape de détermination de la capacité thermique. Dans le mode de réalisation représenté, cette étape de détection de l'ébullition mesure en permanence l'élévation de la température du liquide 3 au cours d'une seconde période de mesure, glissante, et compare cette élévation de la température à une valeur seuil prédéterminée. L'ébullition est détectée quand l'élévation de la température au cours de cette seconde période de mesure est inférieure à la valeur seuil prédéterminée.

[0080] La transition entre la phase de montée en température et la phase d'ébullition apparaît de façon plus ou moins claire selon la vitesse de la montée en température, et donc selon la capacité thermique de l'ensemble à chauffer.

[0081] Le ralentissement de la montée en température peut ainsi être détecté sur une période relativement courte quand la capacité thermique de l'ensemble à chauffer est relativement faible, comme le représente la courbe 52 sur la figure 2 : en effet, dans ce cas, l'élévation de température est rapide pendant la phase de montée en température, et le contraste avec la stagnation de température de la phase d'ébullition est immédiatement visible. Il peut donc être détecté au cours d'une période d'observation courte.

[0082] Au contraire, quand la capacité thermique de l'ensemble à chauffer est relativement élevée, l'élévation de la température lors de la phase de montée en température est plus lente, comme le représente la courbe 52 sur la figure 3. Dans ce cas, le contraste entre la vitesse d'élévation de la température lors de la phase de montée en température et la stagnation de température lors de la phase d'ébullition est plus faible, et la détection de cette stagnation ne peut être effectuée de façon fiable que sur une période plus longue. Dans ce cas, cependant, il est moins important de détecter rapidement la phase d'ébullition. En effet, du fait de la capacité thermique plus élevée, le liquide 3 met plus de temps à arriver à une ébullition forte, même s'il reçoit une puissance de chauffage forte.

[0083] Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, quand la capacité thermique de l'ensemble à chauffer est déterminée par le dispositif de contrôle 13, le programme d'ébullition fixe, en fonction de cette capacité thermique, au moins un des paramètres utilisés pour détecter l'ébullition. Parmi ces paramètres, il est avantageux qu'il choisisse la durée d'une seconde période de mesure Δt_2 , qui peut être plus courte pour un ensemble à chauffer présentant une capacité thermique plus faible, et plus longue pour un ensemble à chauffer présentant une capacité thermique plus forte. A titre d'exemple, dans la situation représentée par la figure 2, la seconde période de mesure Δt_2 peut être fixée à 2 secondes, alors qu'elle est fixée à 20 secondes dans la situation représentée par la figure 3.

[0084] Le programme d'ébullition peut par exemple fixer que l'ébullition est obtenue si l'élévation de température est inférieure à une valeur donnée, par exemple de 0,3°C, au cours de la seconde période de mesure Δt_2 .

[0085] Dans un mode de réalisation possible, le choix du paramètre utilisé pour détecter l'ébullition peut être fait entre plusieurs paramètres prédéfinis. Ainsi, le programme d'ébullition peut utiliser une seconde période de mesure Δt_2 de 5 secondes quand l'ensemble à chauffer présente une capacité thermique inférieure à un seuil de 5 000 J/K, et une seconde période de mesure Δt_2 de 10 secondes quand l'ensemble à chauffer présente une capacité thermique supérieure à ce seuil de 5 000 J/K.

[0086] Dans d'autres modes de réalisation possibles, des paramètres utilisés pour détecter l'ébullition peuvent être variables, de façon continue ou par paliers successifs, en fonction de la capacité thermique mesurée. Ainsi, par exemple, la durée de la seconde période de mesure Δt_2 peut être proportionnelle à la capacité thermique mesurée.

[0087] Quand le programme d'ébullition implémenté par le dispositif de contrôle 13 détecte l'ébullition, il cesse de fournir la puissance de chauffage maximale P_{Max} et met en œuvre la phase de maintien de l'ébullition. Au cours de cette phase de maintien de l'ébullition, la plaque de cuisson 1 transmet à l'ensemble à chauffer une puissance de chauffage P_{Maintien} plus faible que lors de la phase de montée en température, choisie pour permettre le maintien de l'ébullition sans entraîner d'ébullition trop forte, pouvant causer un débordement du liquide.

[0088] Selon l'invention, le niveau de puissance de chauffage P_{Maintien} fourni au cours de cette phase de maintien de l'ébullition est fixé par le programme d'ébullition en fonction de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, qui a été déterminée au cours de la phase de montée en température.

[0089] Selon un mode de réalisation possible, le programme d'ébullition implémenté par le dispositif de contrôle 13 prévoit une pluralité de valeurs de puissance P_{Maintien} , chacune de ces valeurs étant associée à une plage de capacité thermique de l'ensemble à chauffer. Ainsi, par exemple, le programme d'ébullition peut prévoir que, lors de la phase de maintien de l'ébullition, la

puissance de chauffage P_{Maintien} est fixée à 500 W quand la capacité thermique est inférieure à 4200 J/K, soit environ la capacité thermique d'un litre d'eau, la puissance de chauffage P_{Maintien} est fixée à 1 000 W quand la capacité thermique est comprise entre 4 200 J/K et 8 400 J/K, soit environ entre la capacité thermique d'un litre d'eau et la capacité thermique de deux litres d'eau, et la puissance de chauffage P_{Maintien} est fixée à 1500 W quand la capacité thermique est supérieure à 8 400 J/K, soit supérieure à la capacité thermique d'environ deux litres d'eau.

[0090] Bien entendu, il est possible de prévoir un plus grand nombre de valeurs de puissances P_{Maintien} différentes, ou au contraire uniquement deux valeurs de puissances P_{Maintien} différentes, pour cette phase de maintien de l'ébullition.

[0091] Dans un autre mode de réalisation, il est possible que la valeur de la puissance de chauffage P_{Maintien} lors de cette phase de maintien de l'ébullition soit calculée en fonction de la capacité thermique. Il est par exemple possible que le programme d'ébullition calcule une valeur de la puissance P_{Maintien} proportionnelle à la capacité thermique de l'ensemble à chauffer.

[0092] Cet ajustement de la puissance de chauffage P_{Maintien} en fonction de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, au cours de la phase de maintien de l'ébullition, permet d'assurer le maintien d'une ébullition modérée, qui ne cause pas de débordement et n'entraîne pas d'évaporation excessive du liquide.

[0093] Au cours de la phase de maintien de l'ébullition, différents événements peuvent entraîner une modification de la température du liquide.

[0094] Ainsi, l'introduction dans le liquide 3 bouillant d'aliments à cuire peut entraîner une diminution soudaine, de plusieurs degrés, de la température du liquide 3. Le programme d'ébullition peut prévoir, de façon avantageuse, une action spécifique quand le dispositif de contrôle détecte une baisse soudaine de température du liquide de plusieurs degrés, par exemple supérieure à 3°C. Ce programme peut ainsi prévoir, en cas de détection d'une telle baisse soudaine de température, une brève augmentation de la puissance de chauffage à la puissance maximale, jusqu'à ce que la température du liquide 3 revienne à la température d'ébullition précédemment enregistrée, ou jusqu'à ce que la température du liquide 3 se stabilise de nouveau, ce qui indique l'ébullition de ce liquide 3. Quand le programme d'ébullition détecte le retour du liquide 3 à l'ébullition, il ramène la puissance de chauffage au niveau de maintien à l'ébullition précédemment déterminé. Une telle augmentation de puissance de chauffage 54 est visible sur la figure 2, en réaction à une baisse soudaine et importante de température 55.

[0095] Il est également possible que, dans certains cas, la puissance de chauffage P_{Maintien} déterminée pour le maintien de l'ébullition soit légèrement insuffisante pour assurer le maintien de l'ébullition. Cela peut notamment être le cas quand l'introduction d'aliments à cuire dans le liquide a augmenté de façon sensible la capacité

thermique de l'ensemble à chauffer, par rapport à la capacité thermique qui a été calculée lors de la phase de montée en température.

[0096] Pour éviter une perte de l'ébullition, il peut être prévu, dans un mode de réalisation avantageux, que le programme d'ébullition surveille la température du liquide 3 au cours de la phase de maintien de l'ébullition, pour détecter une baisse faible et progressive de la température par rapport à la température d'ébullition, et augmenter la puissance de chauffage de maintien de l'ébullition en fonction de cette baisse, jusqu'à une nouvelle puissance de chauffage $P_{\text{Maintien+}}$. Il peut par exemple être prévu qu'une baisse de 1°C par rapport à la température d'ébullition, représentée par la référence 56 sur la figure 2, entraîne une augmentation de 100 W de la puissance de chauffage P_{Maintien} lors de la phase de maintien de l'ébullition, comme le représente la référence 57 sur la figure 2.

[0097] De préférence, une telle augmentation de puissance est cependant limitée, pour éviter une augmentation excessive de la puissance de chauffage en réponse à une modification du contenu du liquide 3 modifiant son point d'ébullition, telle que l'introduction de sel dans de l'eau.

[0098] La figure 4 représente de façon schématique les étapes d'un procédé de cuisson pouvant être mises en œuvre par le programme d'ébullition, selon un mode de réalisation de l'invention.

[0099] La première étape de ce procédé est l'étape 61 de déclenchement du programme d'ébullition. Après cette première étape, une étape 62 de mesures préliminaires peut être mise en œuvre, dans un mode de réalisation préférentiel. Il est également possible, dans d'autres modes de réalisation, que cette étape 62 soit supprimée, ou qu'elle soit réalisée au moins en partie au cours de la phase de montée en température.

[0100] Dans le mode de réalisation représenté, à l'issue de la l'étape 62 de mesures préliminaires, une phase de montée en température 63 est mise en œuvre. Au cours de cette phase de montée en température 63, le programme met en œuvre une étape 631 de fixation de la puissance de chauffage à une valeur P_{Max} élevée, qui peut correspondre à la puissance maximale pouvant être fournie par la plaque de cuisson. Cette puissance de chauffage P_{Max} peut être maintenue pendant toute la phase de montée en température 63. Dans d'autres modes de réalisation possibles, la puissance de chauffage peut ne pas être constante au cours de toute la phase de montée en température 63. Cependant, cette puissance de chauffage fournie au récipient de cuisson est connue au cours de cette phase de montée en température 63.

[0101] Après cette étape 631 de fixation de la puissance de chauffage à P_{Max} , le programme d'ébullition met en œuvre une étape 632 de détermination de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, ou d'une valeur représentative de cette capacité thermique. Cette étape 632 de détermination de la capacité thermique comprend

avantageusement une mesure de la puissance de chauffage et de la température du liquide au cours d'une première période de mesure Δt_1 et le calcul de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer en fonction de ces informations mesurées.

[0102] À l'issue de l'étape 632 de détermination de la capacité thermique, le programme met en œuvre une étape 633 de détection de l'ébullition. Cette étape 633 de détection de l'ébullition se prolonge continuellement jusqu'à ce que l'ébullition soit détectée.

[0103] Dans un mode de réalisation préférentiel, cette étape 633 de détection de l'ébullition comprend une mesure, par le dispositif de contrôle 13, de l'évolution de la température au cours d'une seconde période de mesure Δt_2 glissante, et une comparaison de cette évolution de la température avec une valeur seuil. L'ébullition est détectée quand l'évolution de la température est inférieure à la valeur seuil. De préférence, la durée de la seconde période de mesure et/ou la valeur seuil sont déterminées en fonction de la capacité thermique mesurée à l'étape précédente.

[0104] Ainsi, la figure 5 représente de façon schématique les sous-étapes mises en œuvre au cours de cette étape 633 de détection de l'ébullition, selon un mode de réalisation préférentiel.

[0105] Cette étape 633 de détection de l'ébullition comporte d'abord une sous-étape 6331 au cours de laquelle est fixée la durée d'une seconde période de mesure Δt_2 . Cette durée est choisie en fonction de la capacité thermique mesurée précédemment. Ainsi, la durée de cette seconde période de mesure Δt_2 sera choisie plus courte pour une capacité thermique relativement faible que pour une capacité thermique relativement élevée. Il est ainsi possible que la durée de cette seconde période de mesure Δt_2 soit proportionnelle à la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, ou qu'elle soit choisie entre plusieurs valeurs de durée prédéterminées, en fonction de cette capacité thermique. Dans d'autres modes de réalisation, il est également possible que d'autres paramètres que la durée de la période de mesure soient fixés, en fonction de la capacité thermique mesurée précédemment, au début de l'étape 633 de détection de l'ébullition.

[0106] L'étape 633 de détection de l'ébullition comporte ensuite une sous-étape 6332 au cours de laquelle on détermine l'évolution de la température ΔT au cours de la seconde période de mesure Δt_2 qui vient de s'écouler. A titre d'exemple, s'il a été déterminé précédemment que la seconde période de mesure Δt_2 , pour la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, est de 10 secondes, cette sous-étape consistera à déterminer l'évolution ΔT de la température du liquide au cours des 10 dernières secondes. Une telle détermination de l'évolution de la température au cours d'une période donnée revient à déterminer la valeur de la pente de la progression de température, qui correspond au quotient $\Delta T / \Delta t_2$ et peut s'exprimer, par exemple, en °C/s.

[0107] L'étape 633 de détection de l'ébullition comporte ensuite une sous-étape 6333 au cours de laquelle on

compare l'évolution de température au cours de la seconde période de mesure Δt_2 à une valeur seuil. Si cette évolution est inférieure à la valeur seuil, on considère que l'ébullition est atteinte et l'étape 633 se termine. Si au contraire l'évolution est supérieure à la valeur seuil, on considère que l'évolution n'est pas atteinte et l'étape 633 de détection de l'ébullition se poursuit. En pratique, la sous-étape de détermination de l'évolution de la température ΔT au cours de la seconde période de mesure Δt_2 se reproduit, jusqu'à ce que l'évolution soit inférieure à la valeur seuil.

[0108] La valeur seuil peut être une valeur fixe, prédéterminée et indépendante de la durée de la seconde période de mesure Δt_2 . Elle peut par exemple être fixée à 0,2°C. Dans ce cas, la pente de la progression de température correspondant à la valeur seuil sera variable en fonction de la durée de la seconde période de mesure Δt_2 .

[0109] Dans un autre mode de réalisation possible, la valeur seuil peut être choisie en fonction de la durée de la seconde période de mesure Δt_2 , par exemple pour que la pente de la progression de température correspondant à la valeur seuil soit fixe. Dans d'autres cas encore, la valeur seuil pourra être choisie en fonction d'autres critères, par exemple en fonction du programme choisi par l'utilisateur.

[0110] Quand l'ébullition est détectée, le programme d'ébullition quitte la phase de montée en température 63 et passe à la phase de maintien de l'ébullition 64. Au cours de cette phase de maintien de l'ébullition 64, une première étape 641 consiste en la fixation de la puissance de chauffage à une puissance P_{Maintien} , permettant d'assurer le maintien en température du liquide bouillant.

[0111] De préférence, la valeur de cette puissance P_{Maintien} est fixée en fonction de la capacité thermique de l'ensemble à chauffer, mesurée au cours de la phase 63 de montée en température.

[0112] Après cette étape 641 de fixation de la puissance de chauffage à une puissance P_{Maintien} , la phase 64 de maintien de l'ébullition peut comprendre, dans des modes de réalisation avantageux, une étape 642 de régulation de la température d'ébullition. Au cours de cette étape 642 de régulation de la température d'ébullition, la température du liquide est surveillée de façon à la maintenir à la température d'ébullition. En cas de baisse de température, des actions correctives peuvent être mises en place, comme l'injection d'une puissance plus importante pendant une durée limitée, ou une légère augmentation de la puissance de maintien en ébullition P_{Maintien} .

[0113] Cette étape 642 de régulation de la température d'ébullition peut se prolonger jusqu'à l'étape 643 de fin du programme d'ébullition, qui peut par exemple correspondre à un appui par l'utilisateur sur un bouton de commande de fin du programme d'ébullition.

[0114] Les étapes de ce procédé, ou programme d'ébullition, peuvent être mises en œuvre par un circuit électronique adapté ou par un programme informatique pouvant être implémenté par le dispositif de contrôle 13 de la plaque de cuisson 1.

Revendications

1. Plaque de cuisson (1) apte à chauffer un récipient de cuisson (2) contenant un liquide (3), ladite plaque de cuisson (1) étant apte à recevoir une mesure de la température du liquide (3) contenu dans ledit récipient de cuisson (2), **caractérisée en ce que** ladite plaque de cuisson (1) met en œuvre un programme de cuisson comprenant les étapes consistant à :
 - fournir une puissance de chauffage connue audit récipient de cuisson, au cours d'une phase de montée en température (63),
 - déterminer une valeur représentative de la capacité thermique d'un ensemble à chauffer comprenant ledit récipient de cuisson (2) et son contenu, en divisant l'énergie de chauffage fournie au cours d'une première période de mesure comprise dans ladite phase de montée en température, par l'élévation de température (63) dudit liquide pendant ladite première période de mesure,
 - détecter l'ébullition dudit liquide (3), correspondant à la fin de ladite phase de montée en température et le début d'une phase de maintien de l'ébullition,
 - fournir une puissance de chauffage, au cours de ladite phase de maintien de l'ébullition (64), à un niveau de puissance choisi en fonction de ladite valeur représentative de la capacité thermique dudit ensemble à chauffer, déterminée au cours de ladite phase de montée en température (63).
2. Plaque de cuisson (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que**, au cours de la mise en œuvre dudit programme de cuisson, ladite plaque de cuisson (1) détecte l'ébullition dudit liquide (3), après ladite première période de mesure, en déterminant que l'élévation de la température dudit liquide (3) au cours d'une seconde période de mesure comprise dans ladite phase de montée en température (63) est inférieure à une valeur seuil.
3. Plaque de cuisson (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** la durée de ladite seconde période de mesure est choisie en fonction de ladite valeur représentative de ladite capacité thermique dudit ensemble à chauffer, déterminée précédemment.
4. Plaque de cuisson (1) selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, **caractérisée en ce que** ladite valeur seuil est une valeur fixe prédéterminée, indépendante de ladite valeur représentative de ladite capacité thermique dudit ensemble à chauffer et de la durée de ladite seconde période de mesure.
5. Plaque de cuisson (1) selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, **caractérisée en ce que** ladite valeur seuil est déterminée en fonction de ladite valeur représentative de ladite capacité thermique dudit ensemble à chauffer et/ou de la durée de ladite seconde période de mesure.
6. Plaque de cuisson (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ledit niveau de puissance de chauffage au cours de ladite phase de maintien de l'ébullition est choisi entre plusieurs valeurs prédéterminées, chacune desdites valeurs prédéterminées étant associée à une plage de valeurs représentatives de la capacité thermique dudit ensemble à chauffer.
7. Plaque de cuisson (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**, au cours de ladite phase de maintien de l'ébullition (64), ladite plaque de cuisson (1) détecte une baisse de la température dudit liquide (3), et modifie ledit niveau de puissance de chauffage pour réguler la température dudit liquide (3) sur la température d'ébullition.
8. Plaque de cuisson (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** est constituée par une plaque à induction, apte à produire des champs magnétiques variables capables de générer des courants induits de Foucault dans ledit récipient de cuisson (2), pour chauffer par effet Joule ledit récipient de cuisson (2).
9. Système de cuisson **caractérisé en ce qu'il** comprend :
 - une plaque de cuisson (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,
 - un récipient de cuisson (2), et
 - un équipement de mesure de la température du contenu dudit récipient de cuisson (2).
10. Système de cuisson selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit équipement de mesure du contenu du récipient de cuisson (2) comprend une sonde de température (4) en contact avec le contenu dudit récipient de cuisson (2).
11. Procédé de cuisson, mis en œuvre par un système de cuisson comprenant une plaque de cuisson (1), un récipient de cuisson (2) contenant un liquide (3), et un équipement de mesure de la température dudit liquide (3) contenu dans ledit récipient de cuisson (2), **caractérisé en ce que** ledit procédé de cuisson comprend les étapes suivantes :
 - la fourniture par ladite plaque de cuisson (1) d'une puissance de chauffage connue audit ré-

cipient de cuisson (2), au cours d'une phase de montée en température (63),

- la détermination d'une valeur représentative de la capacité thermique d'un ensemble à chauffer comprenant ledit récipient de cuisson (2) et son contenu, en divisant l'énergie de chauffage fournie au cours d'une première période de mesure comprise dans ladite phase de montée en température (63), par l'élévation de température dudit liquide pendant ladite première période de mesure, 5
- la détection de l'ébullition dudit liquide (3), correspondant à la fin de ladite phase de montée en température (63) et au début d'une phase de maintien de l'ébullition (64), 10
- la fourniture par ladite plaque de cuisson (1) d'une puissance de chauffage, au cours de ladite phase de maintien de l'ébullition (64), à un niveau de puissance choisi en fonction de ladite valeur représentative de la capacité thermique dudit ensemble à chauffer, déterminée au cours de ladite phase de montée en température (63). 15 20

12. Procédé de cuisson selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite étape de détection de l'ébullition dudit liquide (3) est mise en œuvre après ladite première période de mesure, et comprend : 25

- une sous-étape (6331) de fixation de la durée d'une seconde période de mesure, en fonction de ladite valeur représentative de la capacité thermique dudit ensemble à chauffer, 30
- une sous-étape (6332) de détermination de l'évolution de la température dudit contenu au cours de ladite seconde période de mesure, 35
- une sous-étape (6333) de comparaison de ladite évolution de la température dudit contenu au cours de ladite seconde période de mesure avec une valeur seuil. 40

13. Programme informatique comprenant des instructions qui, lorsque le programme est exécuté par un dispositif de contrôle (13) d'une plaque de cuisson (1), conduisent celui-ci à mettre en œuvre un procédé de cuisson selon l'une quelconque des revendications 11 et 12. 45

50

55

[Fig. 1]

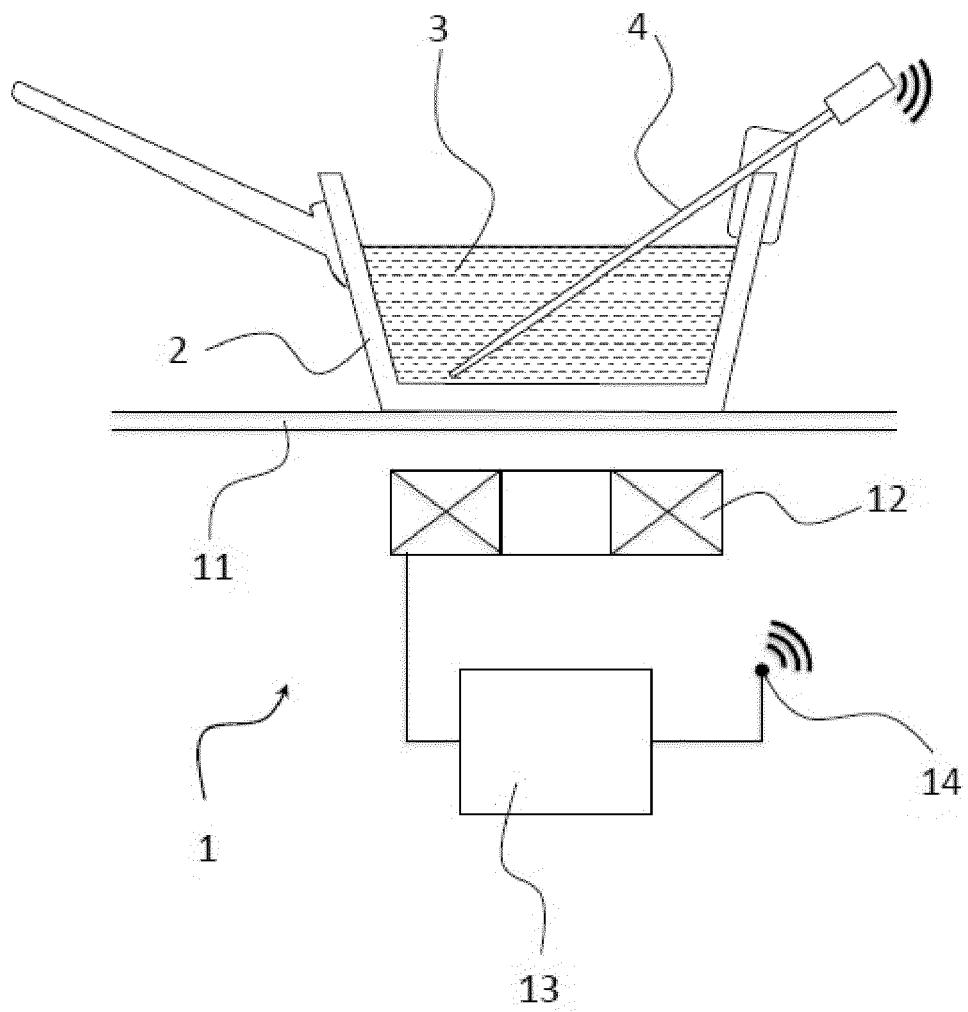
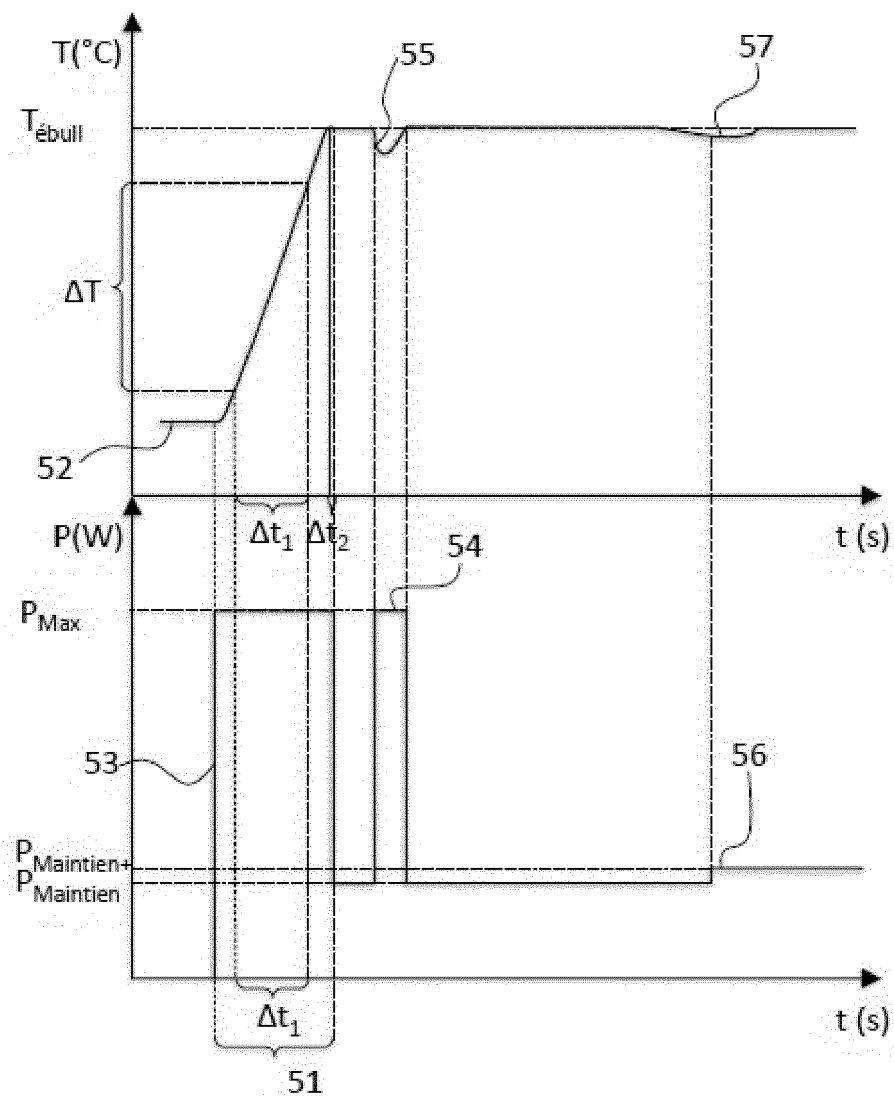
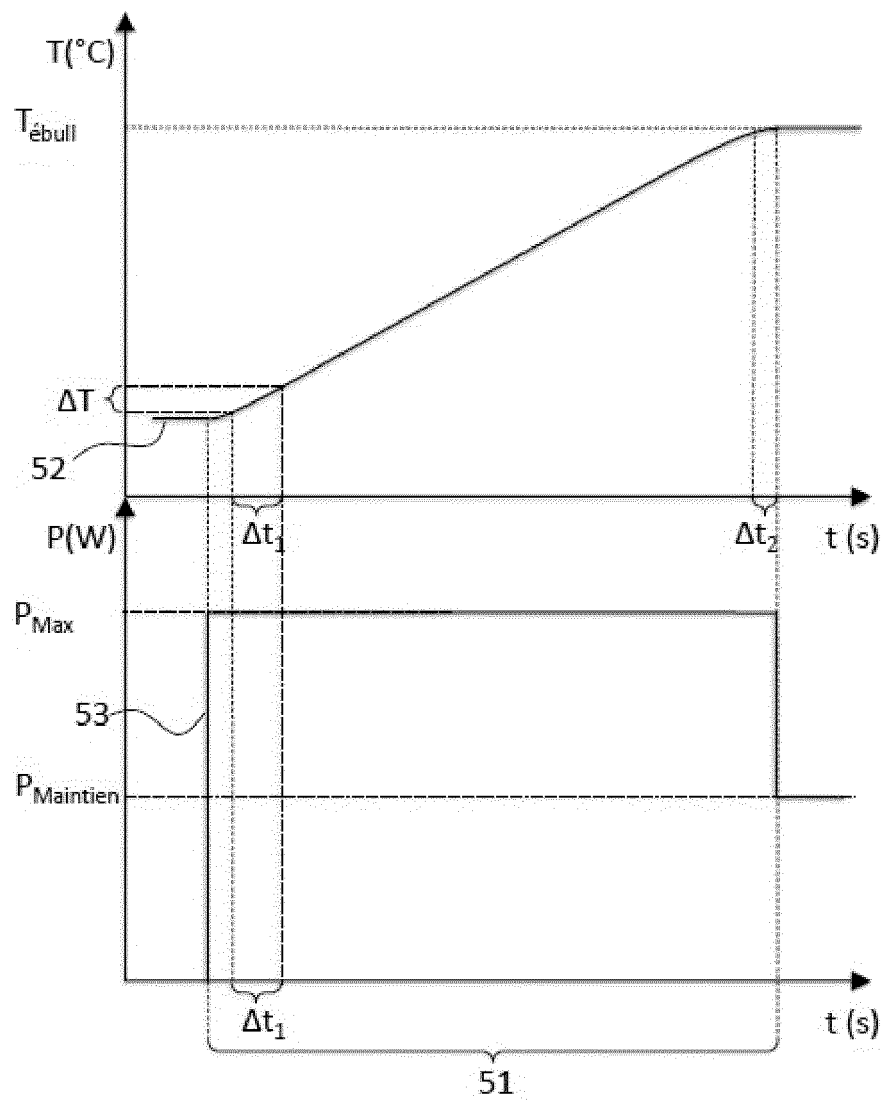


Fig. 1

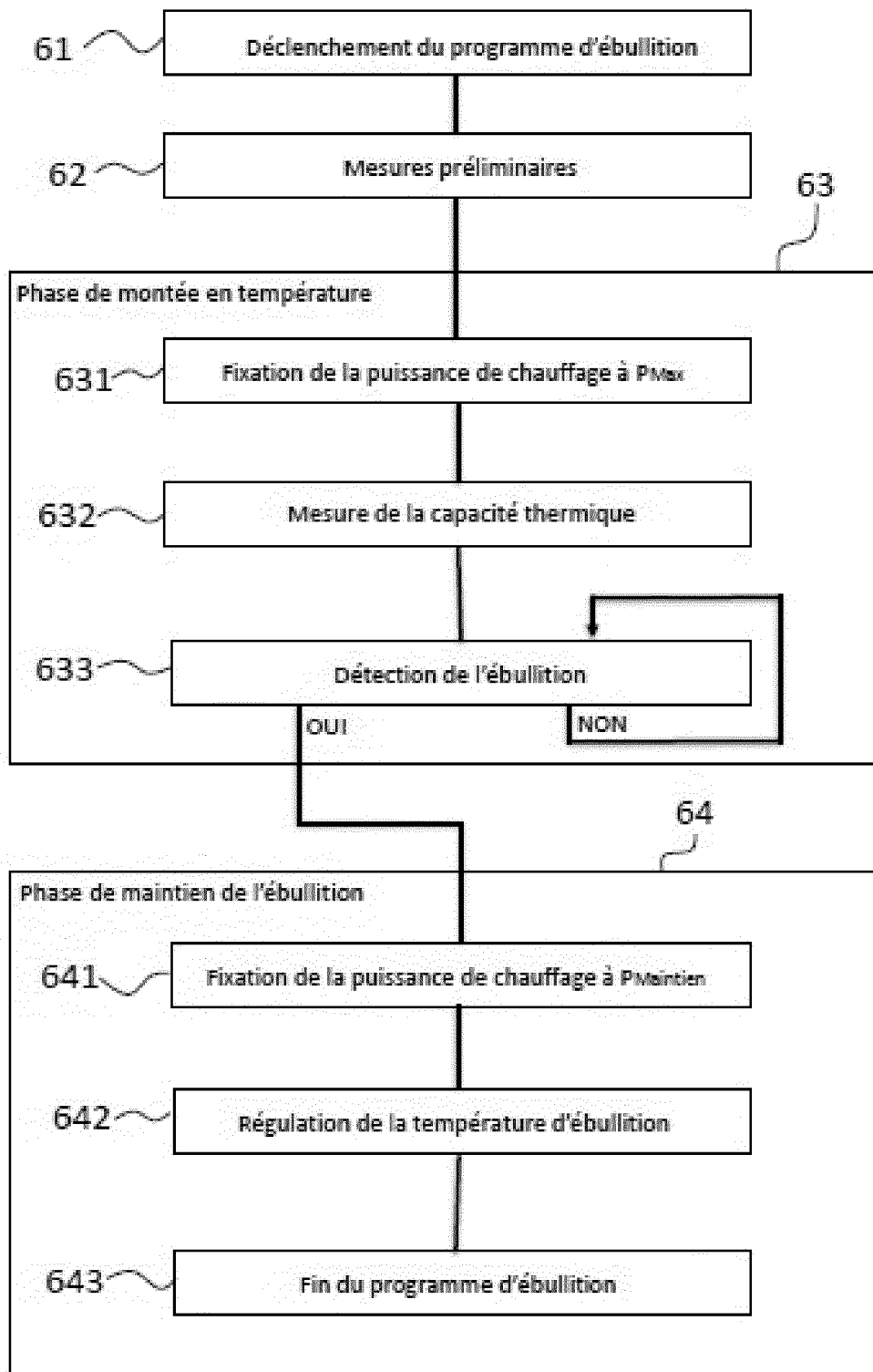
[Fig. 2]

Fig. 2

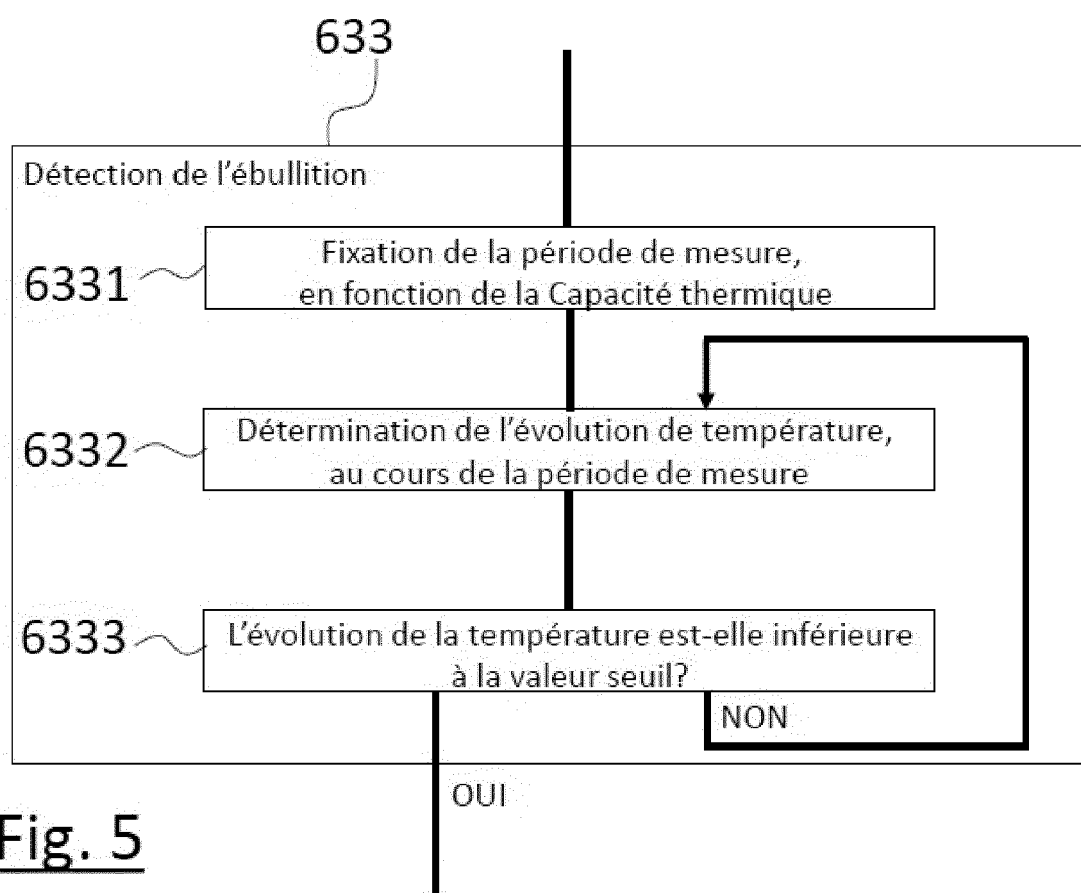
[Fig. 3]

Fig. 3

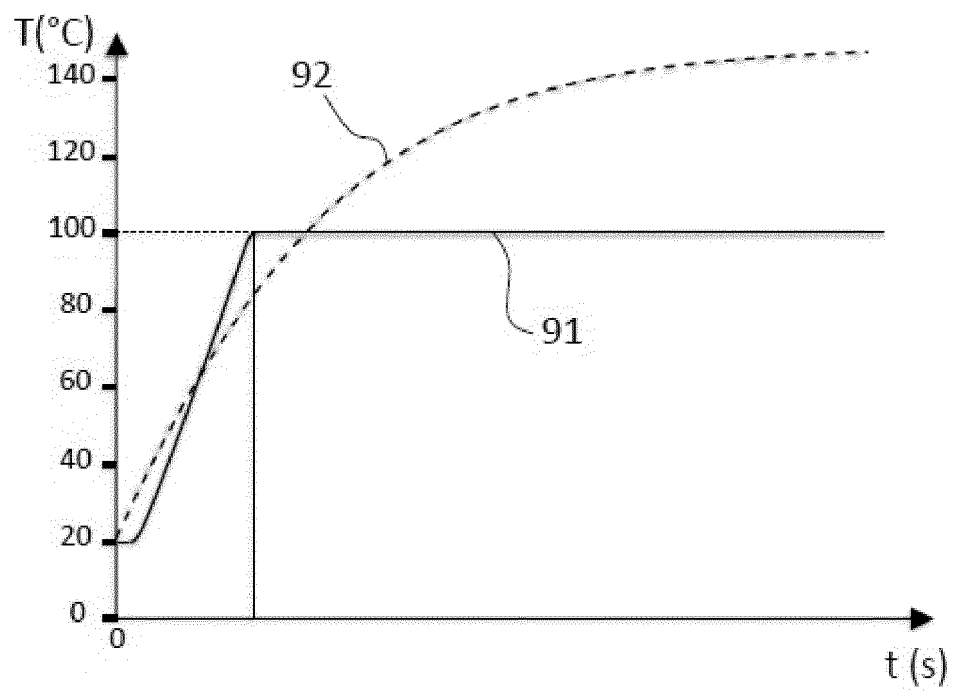
[Fig. 4]

Fig. 4

[Fig. 5]

Fig. 5

[Fig. 6]

Fig. 6



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 21 16 4851

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 1 768 461 A1 (EGO ELEKTRO GERAETEBAU GMBH [DE]) 28 mars 2007 (2007-03-28) * alinéas [0017], [0018], [0020], [0030]; revendication 8 *	1-13	INV. H05B1/02 H05B3/68 H05B6/06 F24C7/08
A	US 4 714 822 A (BRAUN WALTER [DE] ET AL) 22 décembre 1987 (1987-12-22) * colonne 5, ligne 43 - colonne 6, ligne 29; revendication 1 *	1-13	
A	EP 3 001 163 A1 (BSH HAUSGERÄTE GMBH [DE]) 30 mars 2016 (2016-03-30) * alinéa [0022] *	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H05B F24C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 19 juillet 2021	Examineur Garcia Congosto, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 21 16 4851

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-07-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1768461 A1	28-03-2007	AT 472925 T DE 102005045875 A1 EP 1768461 A1 ES 2348145 T3	15-07-2010 29-03-2007 28-03-2007 30-11-2010

US 4714822 A	22-12-1987	AT 70398 T DE 3530403 A1 EP 0197604 A2 US 4714822 A	15-12-1991 16-10-1986 15-10-1986 22-12-1987

EP 3001163 A1	30-03-2016	DE 202015009833 U1 EP 3001163 A1 EP 3702747 A1 ES 2564881 A1 ES 2799724 T3	20-07-2020 30-03-2016 02-09-2020 29-03-2016 21-12-2020

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1037508 A1 [0014]
- EP 2020826 A1 [0015]
- JP 2004127822 A [0016]