

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :

2 803 658

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

00 00313

⑤① Int Cl⁷ : G 01 K 11/00, G 01 N 1/44, 22/00, H 05 B 6/64 //
F 24 H 9/20

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 12.01.00.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.07.01 Bulletin 01/28.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : INSTITUT NATIONAL POLYTECHNI-
QUE DE TOULOUSE INPT Etablissement public à
caractère scientifique et culturel — FR.

⑦② Inventeur(s) : VUONG TAN HOA, DAVID JACQUES,
AUDHUY MICHELE et VATUS ERIC.

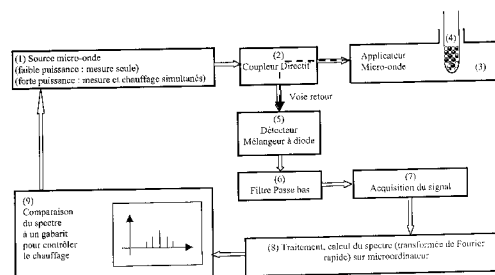
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) :

⑤④ PROCÉDE DE CONTROLE A DISTANCE DU CHAUFFAGE D'UN PRODUIT LIQUIDE OU SOLIDE ET
DISPOSITIF ASSOCIE.

⑤⑦ Procédé de contrôle à distance du chauffage d'un pro-
duit liquide ou solide et dispositif associé, le procédé étant
du type dans lequel on envoie une onde électromagnétique
dans le milieu à chauffer, caractérisé en ce que le procédé
comporte les étapes suivantes :

- superposition d'une fraction de l'onde réfléchie par le milieu et de l'onde incidente,
- acquisition et analyse du spectre basse fréquence du signal résultant de cette superposition,
- comparaison de ce spectre à un spectre standard.



FR 2 803 658 - A1



« Procédé de contrôle à distance du chauffage
d'un produit liquide ou solide et dispositif associé »

05 L'invention concerne un procédé pour contrôler le chauffage d'un produit liquide ou solide et le dispositif associé, procédé sans contact entre le capteur et le produit.

On connaît classiquement des procédés de ce domaine avec contact, tels qu'en particulier des thermomètres, des thermocouples ou des systèmes ultrasoniques immergés dans le milieu à chauffer, ainsi que des procédés
10 sans contact basés sur l'utilisation de radiations infrarouge.

De façon connue, les procédés avec contact présentent tous l'inconvénient de conduire à un risque d'attaque chimique du capteur dans le cas d'un produit corrosif à chauffer, ou d'être incompatibles avec le procédé de chauffage employé (cas d'un thermocouple placé dans les champs
15 électromagnétiques d'un applicateur micro-ondes). Dans le cas de procédés sans contact basé sur l'utilisation de radiations infrarouges, on mesure la température du récipient ou de l'enveloppe, et non au cœur du produit lui-même, alors qu'il peut exister un gradient de température au sein du milieu ; de plus, dans le cas de l'électrothermie micro-ondes dans laquelle l'enceinte du
20 dispositif est opaque, il est difficile de percer une ouverture nécessaire au passage de la radiation lumineuse.

L'invention vise quant-à-elle un procédé de mise en œuvre simple, permettant de résoudre les problèmes pré-cités.

25

L'invention propose à cet effet un procédé de contrôle à distance du chauffage d'un produit liquide ou solide et le dispositif associé, caractérisé en ce que l'on envoie une onde électromagnétique dans le milieu à chauffer, que l'on superpose une fraction de l'onde réfléchiée par le milieu et de l'onde
30 incidente, que l'on acquiert et analyse le spectre basse fréquence du signal résultant de cette superposition dans un mélangeur et que l'on compare ce spectre à un spectre standard.

On comprend que cette disposition permet une mise en œuvre avantageuse de l'invention, avec une simplicité technologique et un coût limité.

05 La description et le dessin d'un mode préféré de réalisation de l'invention, donnés ci-après, permettront de mieux comprendre les buts et avantages de l'invention. Il est clair que cette description est donnée à titre d'exemple, et n'a pas de caractère limitatif.

10 Comme on le voit sur la figure 1, un procédé selon l'invention comporte les étapes suivantes, avec les conditions opératoires précisées ci-dessous :

Etape (1), émission d'une onde électromagnétique dans un liquide dont on veut contrôler le chauffage :

1) une source micro-onde permet d'émettre une onde électromagnétique de
15 fréquence variant typiquement entre quelques MHz à quelques dizaines de GHz (typiquement à 2,45 GHz) , de puissance faible (de l'ordre de 1 mW) dans le cas d'un contrôle du chauffage, ou d'une puissance plus élevée (de l'ordre de 1 W/cm³) dans le cas d'un chauffage par électrothermie micro-ondes, dans lequel la source électromagnétique sert à la fois pour le chauffage et le contrôle,
20 3) un applicateur micro-onde, par exemple une cavité résonante, permet de transférer la puissance de la source micro-onde dans le liquide à chauffer (4),
2) un coupleur directif, placé entre la source (1) et l'applicateur (3) permet de récupérer le signal résultant de la superposition d'une partie de la puissance incidente et de la puissance réfléchie par le milieu,

25

Etape (2), analyse et comparaison à un standard du signal obtenue :

5) un détecteur-mélangeur à diodes reçoit une partie de la puissance incidente et de la puissance réfléchie par le liquide (typiquement de l'ordre du millième au centième) superposées par le coupleur directif (2). Une partie de cette
30 puissance est réfléchie à une fréquence légèrement différente de la fréquence d'émission par suite de l'effet Doppler du à l'expansion des bulles gazeuses dans le liquide chauffé, la fréquence Doppler étant typiquement de l'ordre de quelques kHz à quelques centaines de kHz,

- 6) un filtre passe-bas basses fréquences dans la gamme de fréquences typiquement au-dessous de 10 kHz permet d'obtenir un signal, fonction de l'effet Doppler directement lié à la vitesse de l'expansion des bulles gazeuses dans le milieu chauffé,
- 05 7) l'acquisition de ce signal et 8) son traitement informatique par exemple par un microordinateur permettent d'obtenir par transformation de Fourier le spectre basses fréquences (amplitude en fonction de la fréquence) lié à l'expansion des bulles gazeuses dans le liquide chauffé,

10 Etape (3), comparaison à un standard et contrôle du chauffage :

9) la comparaison de ce spectre basse fréquence à un spectre gabarit, obtenu pour le même produit, le même volume et un profil thermique donnés permet de contrôler et de réguler le procédé de chauffage qu'il soit classique ou micro-onde.

15

On comprend que l'invention permet de contrôler la température du chauffage d'un milieu liquide sans capteur immergé, évitant ainsi tout problème de corrosion chimique ou toute perturbation électromagnétique éventuels.

- 20 L'invention s'applique en particulier au domaine du contrôle du chauffage d'un milieu liquide sans capteur immergé. Dans le cas de l'électrothermie micro-ondes, la source de chauffage sert également de source pour le procédé de contrôle du chauffage : une application privilégiée de ce nouveau type de contrôle du chauffage concerne des bancs de minéralisation
- 25 micro-ondes pour analyses chimiques. L'invention est également applicable pour des systèmes de sécurité de chaudières à eau industrielles ou domestiques.

- 30 De nombreuses variantes peuvent être considérées en fonction des circonstances d'utilisation, tant en ce qui concerne la puissance de la source d'émission micro-ondes comme pré-cité que la nature du produit dont on veut contrôler la température : il est possible par exemple de contrôler également par le procédé selon l'invention le chauffage d'un matériau de nature solide ou

visqueuse, dans lequel on aura placé éventuellement après perçage de la cavité nécessaire un tube témoin rempli d'un liquide de référence pour le procédé en équilibre thermique avec le matériau solide ou visqueux dont on veut contrôler le chauffage.

05

La portée de la présente invention ne se limite pas aux détails des formes de réalisation ci-dessus considérées à titre d'exemple, mais s'étend au contraire aux modifications à la portée de l'homme de l'art.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de contrôle à distance du chauffage d'un produit liquide ou
05 solide, le procédé étant du type dans lequel on envoie une onde
électromagnétique dans le milieu à chauffer, caractérisé en ce que le procédé
comporte les étapes suivantes :
- superposition d'une fraction de l'onde réfléchie par le milieu et de l'onde
incidente,
 - 10 - acquisition et analyse du spectre basse fréquence du signal résultant de
cette superposition,
 - comparaison de ce spectre à un spectre standard.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le produit
15 est un liquide.

3. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le produit
dont on veut contrôler le chauffage est un solide ou un matériau visqueux, que
l'on immerge après perçage éventuel de la cavité nécessaire un tube témoin
20 rempli d'un liquide de référence placé en équilibre thermique avec le produit à
chauffer, et que l'onde incidente de la source électromagnétique est dirigée vers
ce liquide de référence.

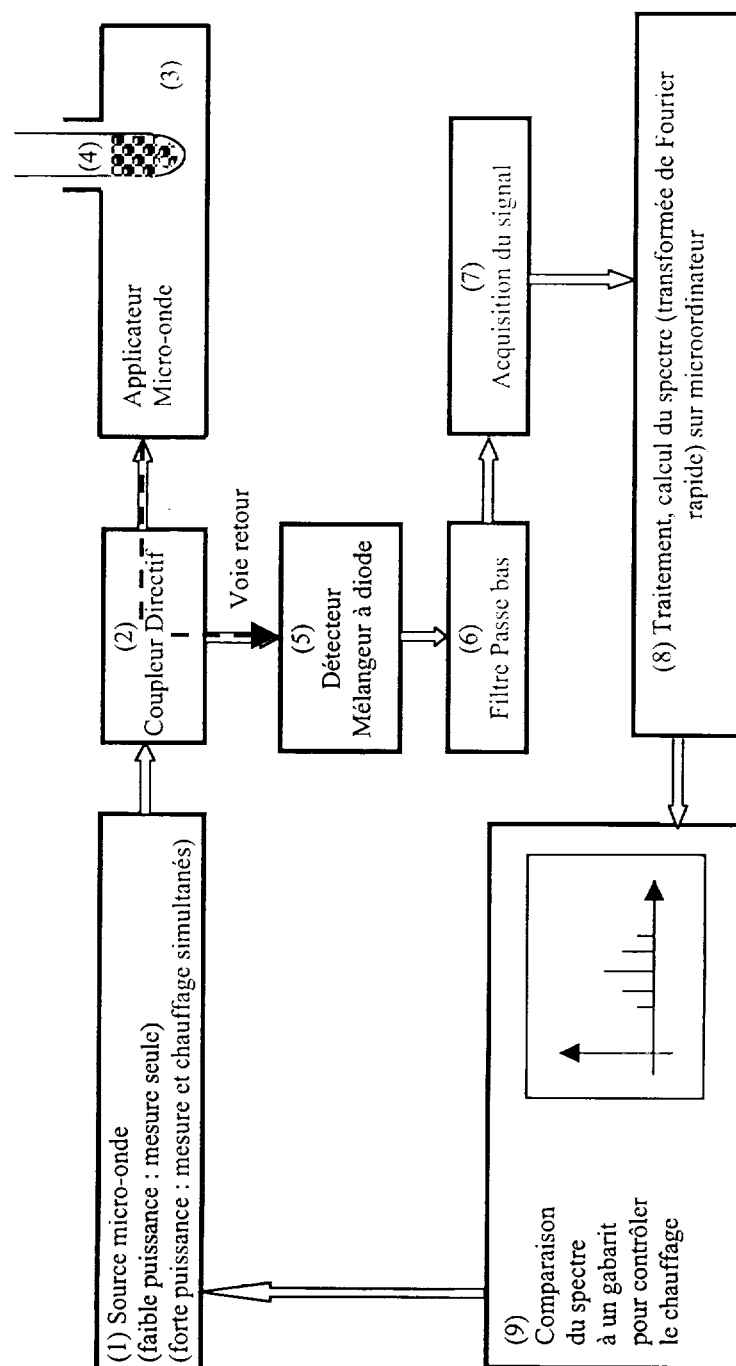
4. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la
25 fréquence d'émission de l'onde électromagnétique incidente est comprise entre
quelques MHz et quelques dizaines de GHz.

5. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le
générateur de l'onde électromagnétique incidente est également la source de
30 chauffage du liquide.

1/1

2803658

1/1





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 594070
FR 0000313

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 020 920 A (GOPALSAMI NACHAPPA ET AL) 4 juin 1991 (1991-06-04) * le document en entier *	1	G01K11/00 G01N1/44 G01N22/00 H05B6/64
A	DE 44 16 960 A (SEB SA) 17 novembre 1994 (1994-11-17) * le document en entier *	1,5	
A	FR 2 497 947 A (TECHNOLOGIE BIOMEDICALE CENTRE) 16 juillet 1982 (1982-07-16) * page 9, ligne 22 - page 10, ligne 10; figures *	1,5	
A	ARAKELIAN A K ET AL: "Doppler-radar-radiometer method of near sea surface wind speed, long waves roughness degree, water and air temperatures determination" IGARSS '96. 1996 INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM. REMOTE SENSING FOR A SUSTAINABLE FUTURE (CAT. NO.96CH35875), IGARSS '96. 1996 INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM, LINCOLN, NE, USA, 27-31 MAY 1996, pages 811-813 vol.1, XP002157241 1996, New York, NY, USA, IEEE, USA ISBN: 0-7803-3068-4 * abrégé *	1	
A	US 4 481 517 A (BROWN EDMUND H) 6 novembre 1984 (1984-11-06) * abrégé; figures *	1	<div>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)</div> <div>G01K</div>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 janvier 2001		Ramboer, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			