



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 128 146 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
29.08.2001 Bulletin 2001/35

(51) Int Cl.7: **F27B 9/36, F27B 9/40**

(21) Numéro de dépôt: **01400452.7**

(22) Date de dépôt: **21.02.2001**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Coudamy, Gérard**
87000 Limoges (FR)

(74) Mandataire: **Cournarie, Michèle**
Cabinet Loyer
78, avenue Raymond Poincaré
75116 Paris (FR)

(30) Priorité: **25.02.2000 FR 0002371**

(71) Demandeur: **Coudamy, Gérard**
87000 Limoges (FR)

(54) **Procédé de réglage de la teneur en vapeur d'eau dans un four à haute température**

(57) Procédé de réglage de la teneur en vapeur d'eau dans un four fonctionnant à très haute température entre 1 300 et 1 800°C et chauffé par des brûleurs

à combustible, dans lequel on utilise comme combustible du monoxyde de carbone CO et comme comburant de l'oxygène ou de l'air éventuellement séché et/ou enrichi en oxygène.

EP 1 128 146 A1

Description

[0001] L'invention concerne un procédé de réglage de la teneur en vapeur d'eau dans un four à très haute température, et notamment dans un four de cuisson de céramiques et de produits carbonés.

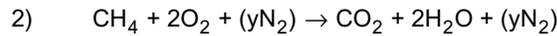
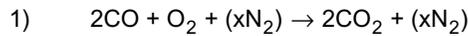
[0002] Il a été constaté dans la fabrication de céramiques techniques et de produits carbonés à des températures de 1 300 à 1 800°C dans des fours à brûleurs que la présence de la vapeur d'eau résultant de la combustion des combustibles hydrocarbonés par les brûleurs a des conséquences nuisibles sur la qualité des céramiques et des produits carbonés obtenus.

[0003] A des températures inférieures, on remédie à cet inconvénient en utilisant des fours électriques ou des fours à brûleurs radiants, fours dans lesquels n'est pas produite de la vapeur d'eau. Mais il est techniquement et économiquement difficile d'atteindre des températures de 1 300 à 1 800°C avec de tels fours et les fours à brûleurs à combustible s'imposent.

[0004] L'invention fournit donc un procédé de réglage de la teneur en vapeur d'eau dans un four à très haute température, qui consiste à utiliser comme combustible essentiel du monoxyde de carbone CO et comme comburant de l'oxygène ou de l'air enrichi en oxygène.

[0005] On peut utiliser du CO seul ou lui combiner une faible quantité d'un combustible hydrocarboné (gaz naturel par exemple), la faible quantité étant calculée pour donner une quantité déterminée de vapeur d'eau dans le four.

[0006] Les équations mises en oeuvre dans la combustion sont les suivantes :



(des équations semblables à 2) s'écrivent pour les divers hydrocarbures $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ autres que le méthane).

[0007] Dans le cas de l'équation 1), il n'y a pas production d'eau tandis que l'équation 2) correspondant schématiquement à l'utilisation du gaz naturel comme combustible montre la formation d'une quantité importante d'eau.

[0008] Par contre si on introduit un faible débit de gaz naturel dans le brûleur, on peut déterminer et régler la quantité d'eau présente dans le four.

[0009] En outre l'utilisation de CO présente d'autres avantages par rapport à l'utilisation du gaz naturel et permet de limiter le volume des fumées et aussi d'améliorer le rendement thermique.

[0010] On voit d'après les équations 1 et 2 que, en combustion stoechiométrique, le rapport volumique du comburant au combustible est en faveur du monoxyde de carbone par rapport au méthane (gaz naturel) que l'on utilise de l'oxygène pur ou de l'air comme comburant.

$$\frac{\text{volume O}_2}{\text{volume CO}} = 0,5 \quad \frac{\text{volume air}}{\text{volume CH}_4} = 2,38$$

alors que

$$\frac{\text{volume O}_2}{\text{volume CH}_4} = 2 \quad \frac{\text{volume air}}{\text{volume CH}_4} = 9,53$$

[0011] Le même rapport avantageux se retrouve au niveau de la production de fumées :

$$\frac{\text{volume fumées (air)}}{\text{volume CO}} = 2,89 \quad \frac{\text{volume fumées (air)}}{\text{volume CH}_4} = 10,56$$

[0012] Par ailleurs l'énergie libérée par la combustion d'un m3 de CO (avec de l'air à 20°C) est de 12 MJ/m3 et donne une température adiabatique théorique de 2 468°C (hors énergie de dissociation) ou de 1 958°C (avec énergie de dissociation).

[0013] Cette température est donc suffisante pour que le four et le produit à chauffer atteignent une température de 1 800°C.

[0014] L'énergie libérée par la combustion d'un m3 de CH4 dans les mêmes conditions étant de 33,9 MJ/m3 "net

EP 1 128 146 A1

heating value", la quantité de fumées dégagée par MJ est également favorable pour la combustion de CO

$$\frac{\text{volume fumées (air)}}{\text{MJ CO}} = 0,24 \quad \frac{\text{volume fumées (air)}}{\text{MJ CH}_4} = 0,31$$

5

[0015] On notera que le rendement thermique pour la combustion de CO pur est encore amélioré par l'absence de formation d'eau car on économise l'énergie de vaporisation de cette eau.

10

[0016] Le monoxyde de carbone est un combustible plus coûteux que le gaz naturel ou les autres combustibles habituels mais les avantages qu'il procure et la très grande difficulté technique pour obtenir des températures de 1 800°C avec des fours électriques ou à brûleurs radiants à l'échelle industrielle compensent cet inconvénient.

[0017] Le comburant est constitué par l'air qui peut être séché si on souhaite obtenir une atmosphère exempte d'eau ou par de l'air enrichi en oxygène jusqu'à de l'oxygène pur.

15

[0018] On va maintenant décrire un exemple de réalisation d'une installation de mise en oeuvre du procédé avec référence à la figure unique qui est une représentation schématique d'un dispositif de mise en oeuvre de la présente invention.

[0019] Un four de cuisson 1 contient un produit à chauffer 2 et est équipé d'une cheminée 3 pour l'évacuation des produits de combustion et d'un brûleur 4.

20

[0020] Le brûleur 4 est alimenté en monoxyde de carbone par une conduite 5 sur laquelle sont montés un détecteur D₁ de mesure du débit de CO et une vanne de réglage V₁ du débit de CO. Le comburant (O₂ ou air) est amené au brûleur par une conduite 6 équipée d'un détecteur D₂ de mesure du débit de comburant et d'une vanne de réglage V₂ de ce débit. Une troisième conduite 7 elle aussi équipée d'un détecteur de débit D₃ et d'une vanne de réglage V₃ du débit permet d'alimenter le brûleur 4 en combustibles hydrocarbonés symbolisés sur la figure par CH₄ mais qui peuvent comprendre des hydrocarbures supérieurs C_nH_{2n+2}.

25

[0021] Des lignes de transfert 8, 9, 10 envoient les informations fournies par les détecteurs D₁, D₂ et D₃ respectivement à un calculateur 11 qui reçoit par la ligne de transfert 12 une indication de la température dans le four à l'aide d'un capteur 20. La connaissance de la température dans le four est utile pour la conduite du processus de chauffage mais n'intervient pas dans le réglage de la teneur en eau.

30

[0022] Le calculateur 11 calcule les différents paramètres et en fonction de la teneur en eau voulue règle le débit de CH₄ par l'intermédiaire de la vanne de réglage V₃ via la liaison 13.

[0023] Des liaisons 14 et 15 permettent également de régler les débits de comburant et de combustible respectivement par l'intermédiaire des vannes V₂ et V₁.

35

[0024] A titre d'exemple, on trouvera ci-dessous les équations de combustion d'un mélange de CO et CH₄ qui fournissent la base de l'algorithme utilisé par le calculateur

$$\frac{\text{Volume des produits de combustion}}{\text{Volume de CO} + \text{CH}_4} = \% \text{ CO} \times 0,0289 + \% \text{ CH}_4 \times 0,1056 + (\% \text{ EAIR} / 100) \times 0,0239 \times [\% \text{ CO} + 4 \% \text{ CH}_4]$$

40

$$\frac{\text{Volume H}_2\text{O}}{\text{Volume de CO} + \text{CH}_4} = \% \text{ CH}_4 \times 0,02$$

45

$$\frac{\text{Volume H}_2\text{O}}{\text{Volume de CO} + \text{CH}_4} = \frac{\% \text{ CH}_4 \times 0,02}{\% \text{ CO} \times 0,0289 + \% \text{ CH}_4 \times 0,1056 + (\% \text{ EAIR} / 100) \times 0,0239 \times [\% \text{ CO} + 4 \% \text{ CH}_4]}$$

où EAIR : excès d'air est la quantité d'air sec fournie en excès de la quantité nécessaire pour une combustion stoechiométrique. EAIR = 0 pour une combustion stoechiométrique.

50

[0025] Le réglage de l'excès d'air, donc de la teneur en oxygène, est réalisable par cet algorithme qui montre également qu'en mesurant le débit de CO, le débit de CH₄ et le débit et la composition du comburant, il est possible de connaître et donc de réguler le volume d'H₂O par rapport au volume des produits de combustion et d'en améliorer la concentration en eau.

55

[0026] Cet algorithme est donné pour une réaction à l'équilibre et peut être affiné pour tenir compte des valeurs d'équilibre. Des algorithmes similaires peuvent être calculés pour les autres hydrocarbures présents dans le combustible hydrogéné.

Revendications

- 5
1. Procédé de réglage de la teneur en vapeur d'eau dans un four fonctionnant à très haute température entre 1 300 et 1 800°C et chauffé par des brûleurs à combustible, caractérisé en ce qu'on utilise comme combustible du monoxyde de carbone CO et comme comburant de l'oxygène ou de l'air éventuellement séché et/ou enrichi en oxygène.
- 10
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise avec le monoxyde de carbone une faible proportion de combustible hydrocarboné calculée pour obtenir une teneur déterminée en vapeur d'eau dans le produit de combustion.
- 15
3. Installation de mise en oeuvre du procédé selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisée en ce qu'elle comprend :
- un four (1) contenant un produit à chauffer (2),
 - un brûleur (4) alimenté en monoxyde d'azote CO par une conduite (5) équipée soit d'un détecteur de débit (D_1) et d'une vanne (V_1) de réglage du débit de CO, en comburant par une conduite (6) équipée d'un détecteur de débit (D_2) et d'une vanne (V_2) de réglage du débit de comburant et un combustible hydrocarboné par une conduite (7) équipée d'un détecteur de débit (D_3) et d'une vanne (V_3) de réglage du débit du combustible hydrocarboné,
 - un calculateur (11) relié fonctionnellement aux détecteurs de débit (D_1 , D_2 , D_3) et aux vannes (V_1 , V_2 , V_3) pour régler les débits du ou des combustibles ou du comburant selon la teneur en vapeur d'eau souhaitée dans le four.
- 20
- 25
4. Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que le four de cuisson (1) est un four de cuisson pour céramiques ou de produits carbonés.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

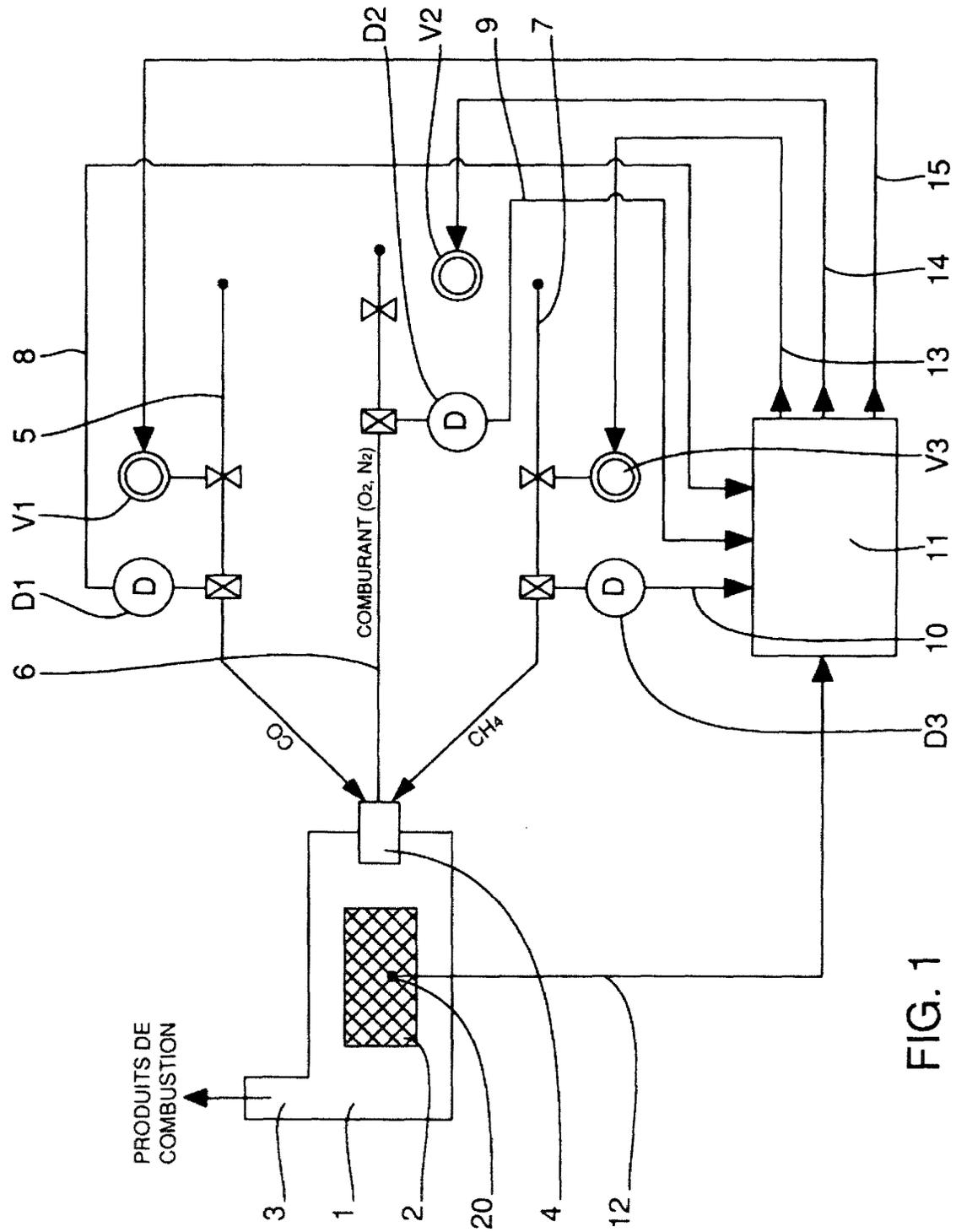


FIG. 1



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 0452

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	US 4 462 792 A (J.L.ROTH) 31 juillet 1984 (1984-07-31) * revendications; figures * ---		F27B9/36 F27B9/40
A	FR 2 179 532 A (HEURTEY SA) 17 mai 2000 (2000-05-17) * page 3, ligne 5 - ligne 40 * -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			F27B C10L F27D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18 mai 2001	Examineur Coulomb, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03 B2 (P04C02)

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

EP 01 40 0452

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.

18-05-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4462792 A	31-07-1984	FR 2512536 A	11-03-1983
		BE 894133 A	16-12-1982
		CA 1182999 A	26-02-1985
		DE 3232596 A	05-05-1983
		IT 1193396 B	15-06-1988
		JP 58104122 A	21-06-1983
		LU 84337 A	28-02-1983
		NL 8203373 A	05-04-1983
FR 2179532 A	23-11-1973	AUCUN	

EPO FORM P.469

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