

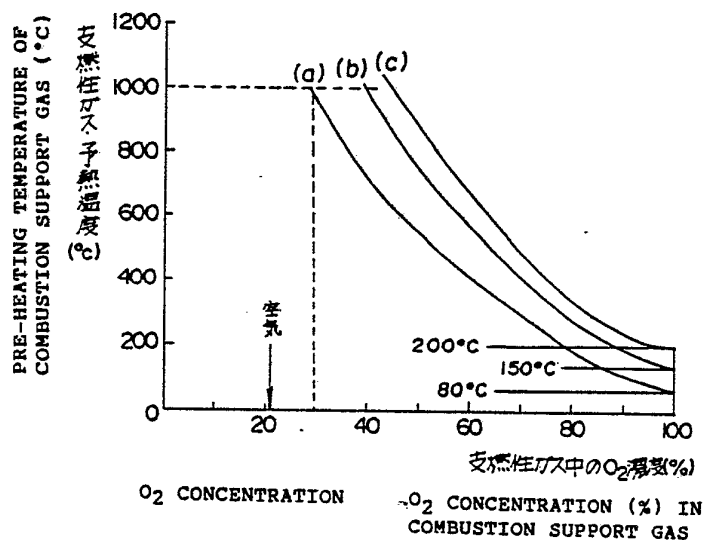


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 ⁴ F23D 1/00, F23L 7/00	A1	(11) 国際公開番号 WO 87/ 03066 (43) 国際公開日 1987年5月21日 (21.05.87)
(21) 国際出願番号 PCT/JP86/00581 (22) 国際出願日 1986年11月14日 (14. 11. 86) (31) 優先権主張番号 特願昭 60-256349 特願昭 60-256350 (32) 優先日 1985年11月15日 (15. 11. 85) 1985年11月15日 (15. 11. 85) (33) 優先権主張国 JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日本酸素株式会社 (NIPPON SANSO KABUSHIKI KAISHA) (JP/JP) 〒105 東京都港区西新橋一丁目16番7号 Tokyo, (JP) (72) 発明者: および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 諏訪俊雄 (SUWA, Toshio) (JP/JP) 〒215 神奈川県川崎市麻生区白鳥一丁目6番8号 Kanagawa, (JP) 小林伸明 (KOBAYASHI, Nobuaki) (JP/JP) 〒146 東京都大田区南久々原二丁目4番2号 Tokyo, (JP) 平野 堯 (HIRANO, Takashi) (JP/JP) 〒151 東京都渋谷区笹塚三丁目19番 Tokyo, (JP)	(74) 代理人 弁理士 志賀正武 (SHIGA, Masatake) 〒104 東京都中央区八重洲2丁目1番5号 東京駅前ビル6階 Tokyo, (JP) (81) 指定国 DE, US. 添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: METHOD OF COMBUSTION OF FINELY DIVIDED COAL

(54) 発明の名称 微粉炭燃焼方法



(57) Abstract

A combustion method, which comprises burning finely divided coal at a certain temperature (t) using a combustion support gas having a certain oxygen concentration (C) to obtain a stable flame of 2000°C or above. The combustion support gas is pre-heated, or both the combustion support gas and the finely divided coal are separately pre-heated and mixed upon combustion. In the pre-heating step, pre-heating is conducted so that the temperature (T) of the combustion support gas satisfies the following conditions: $T \geq \exp[14.14 - 1.84 \ln C - \exp(0.01127t - 3.444)]$.

(57) 要約

ある酸素濃度(C)の支燃性ガスを用いて、ある温度(t)の微粉炭を専焼する際に、2000℃以上の安定した火炎を得る燃焼方法が開示されている。支燃性ガスを予熱した後、予熱した支燃性ガスを用いて微粉炭を燃焼させる。あるいは支燃性ガスおよび微粉炭を予熱した後、これらを混合して燃焼させる。支燃性ガスおよび微粉炭の予熱工程では、支燃性ガスの温度Tが

$$T \geq \exp\{14.14 - 1.84 \ln C - \exp(0.01127t - 3.444)\}$$

となるように予熱する。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	FR	フランス	MR	モーリタニア
AU	オーストラリア	GA	ガボン	MW	マラウイ
BB	バルバドス	GB	イギリス	NL	オランダ
BE	ベルギー	HU	ハンガリー	NO	ノルウェー
BG	ブルガリア	IT	イタリア	RO	ルーマニア
BJ	ベナン	JP	日本	SD	スーダン
BR	ブラジル	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SE	スウェーデン
CF	中央アフリカ共和国	KR	大韓民国	SN	セネガル
CG	コンゴ	LI	リヒテンシュタイン	SU	ソビエト連邦
CH	スイス	LK	スリランカ	TD	チャード
CM	カメルーン	LU	ルクセンブルグ	TG	トーゴ
DE	西ドイツ	MC	モナコ	US	米国
DK	デンマーク	MG	マダガスカル		
FI	フィンランド	ML	マリ		

- 1 -

明 細 書

微粉炭燃焼方法

技術分野

本発明は微粉炭を燃焼させる方法に係り、特に金属溶解炉の溶解用バーナの燃料として微粉炭を使用する際に好適な微粉炭燃焼方法に関するものである。

背景技術

スチールスクラップ用電気炉やアルミニウム、銅等の溶解炉で使用する溶解用バーナの燃料としては、液体燃料、例えば重油に近い特性を有するものが要求される。液体燃料に近い特性とは、例えば、2000℃以上の温度の火炎を形成すること、および、雰囲気温度が数百℃程度でも消炎しない安定した火炎を形成すること等である。

ところで、微粉炭は液体燃料に比べて安価ではあるが、燃焼速度が非常に遅いため、微粉炭に上記の特性を期待することはなかなか困難である。従って、溶解用バーナの燃料として微粉炭を使用する場合、従来は微粉炭を専焼するのではなく、例えば特開昭59-115904号公報にみられるように、微粉炭を気体燃料もしくは液体燃料と混焼する方法がとられている。この混焼方法によれば、高温の火炎を得ることができ、かつ、液体燃料を専焼する場合より燃料費が安くなる。

- 2 -

しかしながら、この方法はあくまで液体燃料あるいは気体燃料を使用する方法であり、しかも、この方法においては、炉内へ冷材（すなわちスチールスクラップ、アルミニウム、銅等）を供給する際に、液体燃料あるいは気体燃料の混入割合を極めて多くしなければならない（これは、冷材供給時のバーナ近傍における炉壁からの輻射熱の減少により火炎が消えるのを防ぎ、安定した火炎を保持するためである）。つまり、上記方法における微粉炭の使用量は、微粉炭を専焼する場合を考えるとまだ非常に少なく、エネルギーコストを低減させる安価な燃料として微粉炭が充分に有効利用されているとはいえない。

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的は雰囲気温度が常温程度であっても、高温（ 2000°C 以上）で、かつ、安定した火炎を形成させながら微粉炭を専焼することができる微粉炭燃焼方法を提供することである。

本発明の他の目的は、溶解用バーナの燃料費を大幅に低減させる微粉炭燃焼方法を提供することである。

発明の開示

かかる目的を達成するために、本発明者は、微粉炭の燃焼時の火炎温度が支燃性ガスの予熱温度、微粉炭の温度、および支燃性ガス中の酸素濃度に関係していることに着目した。

そこでまず、常温の微粉炭について燃焼実験を行った。この場合、異なる酸素濃度をもつ数種類の支燃性ガスを用意し、各支燃性ガスを数段階の温度に予熱して実験した。その結果、各

酸素濃度の支燃性ガスを特定の温度以上に予熱したときに 2000℃以上の安定した火炎が得られることがわかった。また、常温以上の温度に予熱した微粉炭について、前述と同様の燃焼実験を行った結果、各酸素濃度の支燃性ガスを特定の温度（微粉炭が常温の場合に比べ低い温度）以上に予熱したときに 2000℃以上の安定した火炎が得られることがわかった。そしてさらに、上記の結果を総合することにより、火炎温度が 2000℃となるときの支燃性ガスの温度 T (℃) とその酸素濃度 C (容量%) ならびに微粉炭の温度 t (℃) の間には、次の式で示す相関関係があることを見出だした。

$$T = \exp\{14.14 - 1.840 \ln C - \exp(0.01127t - 3.444)\}$$

つまり、ある酸素濃度 C の支燃性ガスを用いて、ある温度 t の微粉炭を燃焼する際には、上記式で導かれる温度 T の値よりも高い温度に支燃性ガスを予熱すれば、2000℃以上の安定した火炎を得ることが出来るものである。すなわち、本発明の微粉炭の燃焼方法は、支燃性ガスを予熱する工程と、予熱された支燃性ガスを用いて微粉炭を燃焼させる工程とを有し、支燃性ガスの予熱工程で、支燃性ガスの温度 T が

$$T \geq \exp\{14.14 - 1.840 \ln C - \exp(0.01127t - 3.444)\} \quad \dots (i)$$

となるように予熱することの特徴とするものである。支燃性ガスの温度が式 (i) の右辺の値より低いと、安定した火炎を得ることができない。また、この場合、支燃性ガスの酸素濃度は 50 容量% 以上とするのが望ましい。酸素濃度が 50 容量% より低いと支燃性ガスの予熱温度を極めて高くしなければならない

から経済的な予熱が困難になる。

一方、燃焼工程の前に微粉炭を予熱してもよい。微粉炭の予熱により支燃性ガスの予熱温度を低くすることができ、かつ、酸素濃度の低い支燃性ガスを用いることができるが、微粉炭の予熱温度は300℃以下に止どめるのが好ましい。微粉炭の温度が300℃を越えると低温タールが抽出され、溶解用バーナ内の微粉炭搬送経路等において微粉炭の搬送が困難となる。また、この場合、支燃性ガスの酸素濃度は30容量%程度まで低くても安定火炎が得られる。

さらに、微粉炭の温度を管理せずに微粉炭を燃焼させる場合には、支燃性ガスの温度Tが

$$T \geq \exp(14.14 - 1.84 \ln C) \quad \dots (iii)$$

となるように予熱してもよい。この場合、常温(大気下で貯蔵されている時の温度-50~+40℃)の微粉炭で確実に安定した火炎を得ることができる。しかし、支燃性ガスの予熱温度が、前記式(i)に従った場合の予熱温度よりもかなり高くなるので、上記式(iii)は支燃性ガスの酸素濃度が50容量%以上の場合に限って採用すべきである。

図面の簡単な説明

第1図は、常温の微粉炭を支燃性ガスを用いて燃焼させた時の支燃性ガス中の酸素濃度ならびに支燃性ガスの温度と火炎温度との関係を示すグラフ、

第2図は、微粉炭が常温の場合に、その火炎温度が2000

- 5 -

℃となる場合の支燃性ガス中の酸素濃度とその予熱温度との関係を示すグラフ、

第3図は、260℃に予熱された微粉炭を700℃に予熱された支燃性ガスを用いて燃焼させた時の支燃性ガス中の酸素濃度と火炎温度との関係を示すグラフ、

第4図は、各々260℃、150℃、100℃の3種類の微粉炭を燃焼させた場合に、各々の微粉炭の火炎温度が2000℃となる場合の支燃性ガス中の酸素濃度とその予熱温度との関係を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、実験例を示して本発明の作用効果をより明確にする。

実験例1

異なる酸素濃度を有する5種類の支燃性ガス、すなわち、酸素濃度が各々50容量%、65容量%、80容量%、90容量%の酸素富化空気および酸素濃度100容量%の純酸素を用意し、各支燃性ガスを電気炉の排ガスと熱交換させて4段階の温度、すなわち300℃、500℃、700℃、1000℃に予熱した。次いで、これら予熱された支燃性ガスを溶解用バーナのノズル内において常温の微粉炭(揮発成分15~20重量%、固定炭素55~65重量%、灰分10~20重量%、粒度200メッシュ以下85重量%)と混合し、しかる後に大気中で燃焼させた。ただし、常温とは微粉炭が大気下で貯蔵されているときの温度であり、-50℃以上、40℃以下の温度のことで

ある。

その結果、第1図に示すような温度の火炎が得られた。ただし、この図には2000℃以上の安定した火炎が形成された場合のデータのみを記載した。この図からわかる通り火炎温度を2000℃以上とするためには、酸素濃度100容量%の支燃性ガスの場合はその予熱温度を300℃以上に、酸素濃度75容量%の支燃性ガスの場合には500℃以上に、酸素濃度65容量%の支燃性ガスの場合は700℃以上に、また、酸素濃度50容量%の支燃性ガスの場合は1000℃以上に各々設定する必要がある。これら支燃性ガスの予熱温度Tと酸素濃度Cを各々縦横の座標軸にとり、火炎温度が2000℃となるときの支燃性ガスの予熱温度と酸素濃度の値を座標化し、互いに結んだのが第2図の実線で示す曲線である。この曲線は次の近似式で表すことができる。

$$T = \exp(14.14 - 1.84 \ln C)$$

つまり、微粉炭が常温場合、支燃性ガスの温度Tが

$$T \geq \exp(14.14 - 1.84 \ln C) \quad \dots (iii)$$

を満たすように支燃性ガスを予熱したうえで、微粉炭を燃焼させることにより、2000℃以上の安定した火炎を得ることができるといえる。ただし、この図からわかるように、酸素濃度が50容量%より低いと予熱温度が1000℃を越えるので、支燃性ガスを経済的に予熱したい場合は酸素濃度50容量%以上の支燃性ガスを使用するのが好ましい。なお、第2図中、符号(X)は2000℃以上の安定した火炎が形成される領域を示

- 7 -

している。また、鎖線で示す曲線は、安定した火炎が形成されたり、されなかったりする領域(Y)と、全く形成されない領域(Z)との間のおおよその境界を示している。

実験例 2

異なる酸素濃度を有する6種類の支燃性ガス、すなわち酸素濃度が各々30容量%、50容量%、65容量%、80容量%、90容量%の酸素富化空気および酸素濃度100容量%の純酸素を用意し、各支燃性ガスを電気炉の排ガスと熱交換させて4段階の温度、すなわち300℃、500℃、700℃、1000℃に予熱した。一方、微粉炭(揮発成分15~30重量%、固定炭素45~60重量%、灰分10~20重量%、粒度200メッシュ以下85重量%)を電気ヒータにて間接的に260℃に予熱した。次いで、これら予熱された支燃性ガスを溶解用バーナのノズル内において前述の予熱された微粉炭と混合し、しかる後に大気中で燃焼させた。

支燃性ガスを700℃に予熱したときに得られた各酸素濃度での火炎温度(2000℃以上のみ)を第3図に示す。また、この実験から得られた値、すなわち火炎温度が2000℃となるときの支燃性ガスの酸素濃度と予熱温度の値を座標化し互いに結んだ曲線を第4図に符号(a)で示す。曲線(a)は次の近似式で表すことができる。

$$T = \exp(13.54 - 1.84 \ln C)$$

つまり、微粉炭の温度が260℃の場合、支燃性ガスの温度Tが、

- 8 -

$$T \geq \exp(13.54 - 1.84 \ln C)$$

を満たすように支燃性ガスを予熱したうえで、微粉炭を燃焼させることにより、2000℃以上の安定した火炎を得ることができるといえる。

実験例 3

電気ヒータで150℃に予熱した微粉炭について、実験例2と同様の実験を行った。この実験結果から得られた値、すなわち火炎温度が2000℃となるときの支燃性ガスの予熱温度と酸素濃度の値を座標化して描いたのが第4図に符号(b)で示す曲線である。この曲線は次の近似式で表すことができる。

$$T = \exp(13.97 - 1.84 \ln C)$$

つまり、微粉炭の温度が150℃の場合、支燃性ガスの温度Tが、

$$T \geq \exp(13.97 - 1.84 \ln C)$$

を満たすように支燃性ガスを予熱したうえで、微粉炭を燃焼させることにより、2000℃以上の安定した火炎を得ることができるといえる。

実験例 4

電気ヒータで100℃に予熱した微粉炭について、実験例2と同様の実験を行った。この実験結果から得られた値を他の実験例と同様に座標化して描いたのが第4図に符号(c)で示す曲線である。この曲線は次の近似式で表すことができる。

$$T = \exp(14.04 - 1.84 \ln C)$$

つまり、微粉炭の温度が100℃の場合、支燃性ガスの温度

- 9 -

T が、

$$T \geq \exp(14.04 - 1.84 \ln C)$$

を満たすように支燃性ガスを予熱したうえで、微粉炭を燃焼させることにより、2000℃以上の安定した火炎を得ることができるといえる。

そして、上記実験例2から実験例4で得られた近似式に微粉炭の温度tを変数として導入して一般化すると、

$$T = \exp\{14.14 - 1.84 \ln C - \exp(0.01127t - 3.444)\}$$

という式が得られる。つまり、微粉炭の温度がt℃の場合、支燃性ガスの温度Tが、

$$T \geq \exp\{14.14 - 1.84 \ln C - \exp(0.01127t - 3.444)\} \quad \dots (i)$$

を満たすように支燃性ガスを予熱したうえで、微粉炭を燃焼させることにより、2000℃以上の安定した火炎を得ることができるといえる。ただし、第4図の曲線(a)からわかるように、酸素濃度が30容量%より低いと微粉炭の温度が260℃の時ですえ、支燃性ガスの予熱温度が1000℃を越えるので、酸素濃度30容量%以上の支燃性ガスを使用するのが好ましい。

なお、第2図における、領域(Y)、すなわち安定した火炎が形成されたり、されなかったりする現象は、実験例1で用いた微粉炭の温度のバラツキにより生じたものと思われる。つまり、前述の式(iii)は微粉炭の温度を管理しない場合の一般式として用いるのがよい。

以上説明したように本発明によれば、雰囲気温度が数百℃程度であっても、高温で、かつ、安定した火炎を形成させながら

- 1 0 -

微粉炭を専焼することができるので、液体燃料等に比べてはるかに価格の安い微粉炭を有効に使用して、溶解用バーナ等の燃料費を大幅に低減させることができる。また、微粉炭の専焼が可能なることにより、使用するバーナがコンパクト化される。つまり、従来の混焼用バーナに要求されていた微粉炭と液体燃料（あるいは気体燃料）との混焼部、および液体あるいは気体燃料用の装置が不要となる。

産業上の利用可能性

本発明の燃焼方法は、スチールスクラップ溶解用電気炉、アルミニウム、銅等の金属溶解炉等で使用される溶解用バーナの燃料として微粉炭を使用する場合に極めて効果的である。

- 1 1 -

請求の範囲

1. 支燃性ガスを予熱する工程と、予熱された支燃性ガスを用いて微粉炭を燃焼させる工程とを有する微粉炭燃焼方法において、

前記支燃性ガス予熱工程で、支燃性ガスの温度 T (°C) が次の式(i)を満たすようにすることを特徴とする微粉炭燃焼方法、

$$T \geq \exp\{14.14 - 1.840 \ln C - \exp(0.01127t - 3.444)\} \quad \dots (i)$$

ただし上記の式において、 C は支燃性ガス中の酸素濃度(容量%)、 t は微粉炭の温度(°C)である。

2. 前記支燃性ガスの酸素濃度 C は、次の式(ii)で示される範囲内にゐることを特徴とする請求の範囲第1項記載の微粉炭燃焼方法。

$$50\% \leq C \leq 100\% \quad \dots (ii)$$

3. 前記支燃性ガス予熱工程で、支燃性ガスの温度 T (°C) が好ましくは次の式(iii)を満たすようにすることを特徴とする請求の範囲第2項記載の微粉炭燃焼方法。

$$T \geq \exp(14.14 - 1.840 \ln C) \quad \dots (iii)$$

4. 前記支燃性ガス予熱工程の後、かつ燃焼工程の前に、支燃性ガスと微粉炭とを混合する工程を有することを特徴とする請求の範囲第3項記載の微粉炭燃焼方法。

- 1 2 -

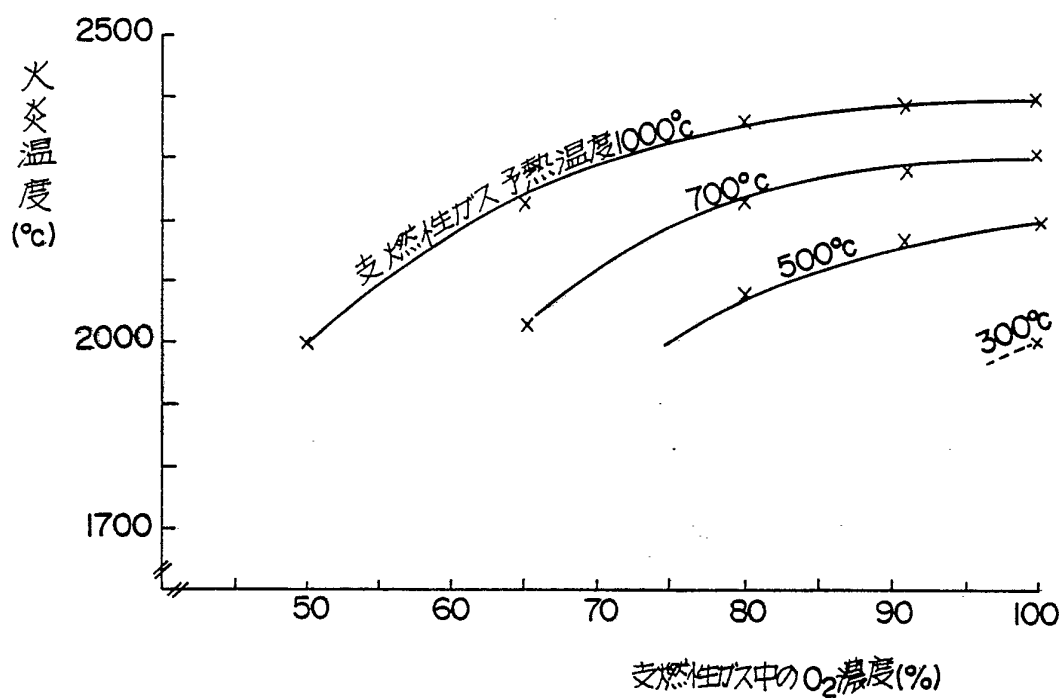
5. 前記燃焼工程の前に微粉炭を予熱する工程を有し、この微粉炭予熱工程で、微粉炭の温度 t が次の式(iv)を満たすようにするとともに、前記支燃性ガスの酸素濃度 C は、次の式(v)で示される範囲内にあることを特徴とする請求の範囲第1項記載の微粉炭燃焼方法。

$$- 50^{\circ}\text{C} \leq t \leq 300^{\circ}\text{C} \quad \dots (\text{iv})$$

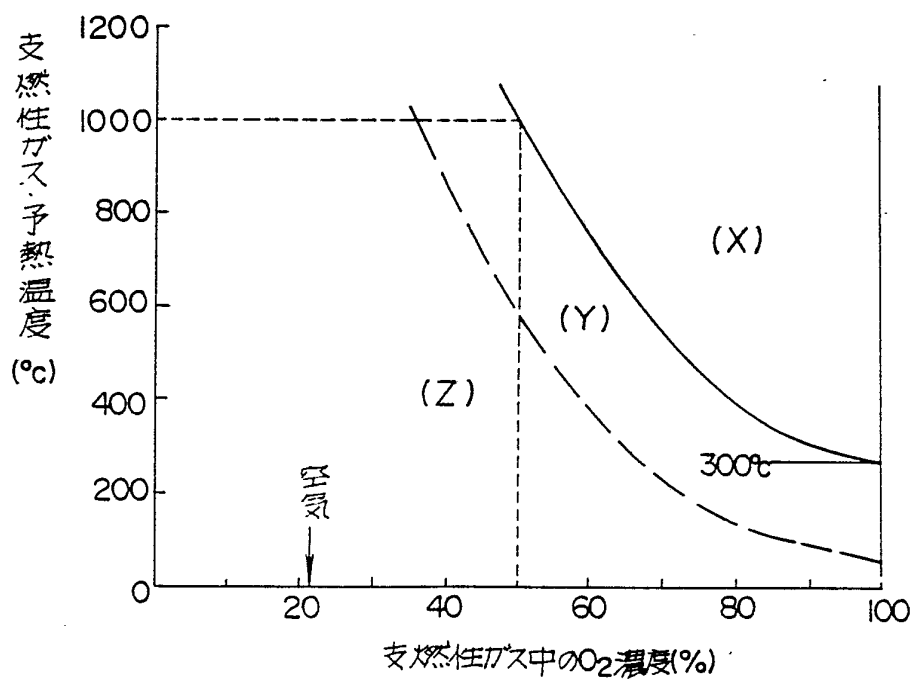
$$30\% \leq C \leq 100\% \quad \dots (\text{v})$$

6. 前記支燃性ガス予熱工程および微粉炭予熱工程の後、かつ燃焼工程の前に、支燃性ガスと微粉炭とを混合する工程を有することを特徴とする請求の範囲第5項記載の微粉炭燃焼方法。

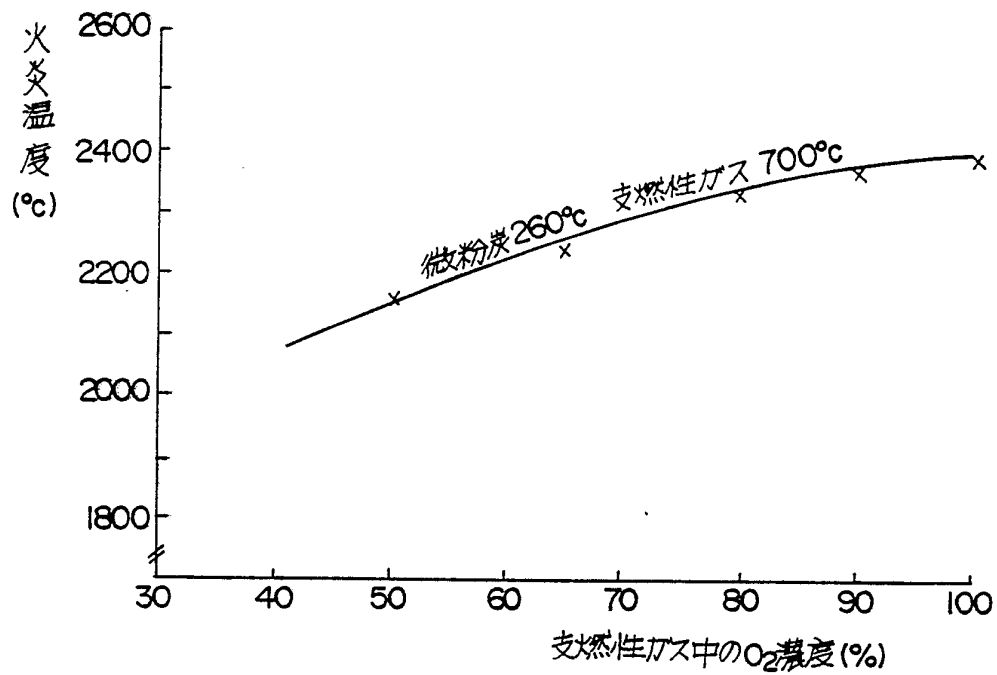
第 1 図



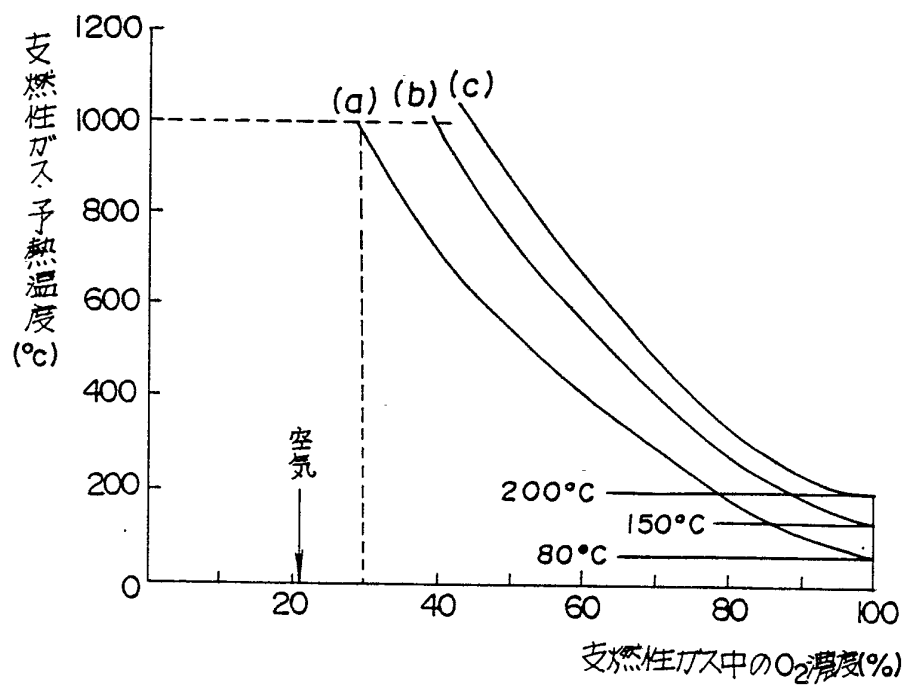
第 2 図



第 3 図



第 4 図.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP86/00581

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl ⁴ F23D1/00, F23L7/00		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁴		
Classification System	Classification Symbols	
IPC	F23D1/00, 1/02, 1/04, F23L7/00 F23C11/00	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵		
Jitsuyo Shinan Koho 1935 - 1986 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1986		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category ⁶	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
A	JP, A, 60-188708 (Nippon Steel Corporation) 26 September 1985 (26. 09. 85) Page 33, lower right column, lines 2 to 16, page 34, upper right column, lines 5 to 8, Fig. 7, (Family: none)	1-6
A	JP, A, 57-104006 (Osaka Gas Co., Ltd.) 28 June 1982 (28. 06. 82) Page 25, lower right column, lines 5 to 18, page 26, lower left column, lines 11 to 19, Fig. 2, (Family: none)	1-6
¹⁵ Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ²		Date of Mailing of this International Search Report ³
January 14, 1987 (14. 01. 87)		February 9, 1987 (09. 02. 87)
International Searching Authority ¹		Signature of Authorized Officer ²⁰
Japanese Patent Office		

I. 発明の属する分野の分類			
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. F23D1/00, F23L7/00			
II. 国際調査を行った分野			
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料			
分 類 体 系	分 類 記 号		
IPC	F23D1/00, 1/02, 1/04, F23L7/00 F23C11/00		
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの			
日本国実用新案公報		1935-1986年	
日本国公開実用新案公報		1971-1986年	
III. 関連する技術に関する文献			
引用文献の カテゴリー ※	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		請求の範囲の番号
A	JP, A, 60-188708 (新日本製鐵株式会社) 26. 9月. 1985 (26. 09. 85) 第33頁, 右下欄, 第2行-第16行, 第34頁, 右上欄, 第5行-第8行, 第7図, (ファミリーなし)		1-6
A	JP, A, 57-104006 (大阪瓦斯株式会社) 28. 6月. 1982 (28. 06. 82) 第25頁, 右下欄, 第5行-第18行, 第26頁, 左下欄, 第11行-第19行, 第2図, (ファミリーなし)		1-6
※引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリーの文献			
IV. 認 証			
国際調査を完了した日 14. 01. 87		国際調査報告の発送日 09.02.87	
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)		権限のある職員 特許庁審査官 舟 木 進	3K 2124