

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2013年7月4日(04.07.2013)



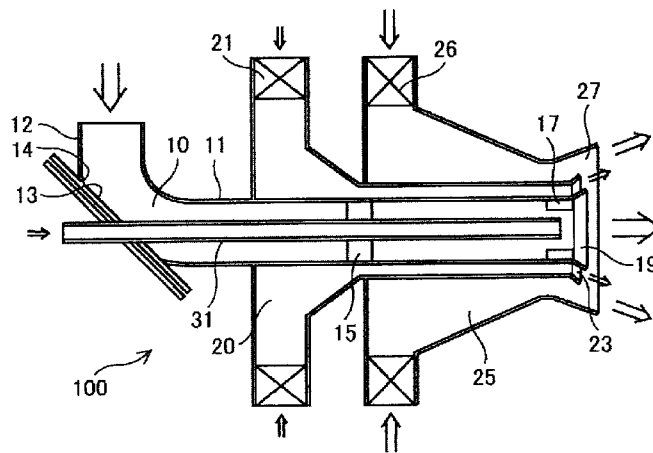
(10) 国際公開番号  
WO 2013/099593 A 1

- (51) 国際特許分類 : F23C 99/00 (2006.01) F23D 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP2012/082101
- (22) 国際出願日 : 2012年12月11日(11.12.2012)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ : 特願 2011-282803 2011年12月26日(26.12.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について) : 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町三丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者 ; および
- (71) 出願人 (米国についてのみ) : 谷口 孝二 (TANIGUCHI Koji) [JP/JP]; 〒1058315 東京都港区海岸1丁目14番5号 川崎重工業株式会社内 Tokyo (JP); 加藤 篤徳 (KATO Atsunori) [JP/JP]; 〒1058315 東京都港区海岸1丁目14番5号 川崎重工業株式会社内 Tokyo (JP); 矢原 俊 (YABARA Suguru) [JP/JP]; 〒1058315 東京都港区海岸1丁目14番5号 川崎重工業株式会社内 Tokyo (JP); 田部 裕 (ANABE Yutaka) [JP/JP]; 〒1058315 東京都港区海岸1丁目14番5号 川崎重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人 : 勝沼 宏仁, 外 (KATSUNUMA Hirohito et al); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: BIOMASS-ONLY COMBUSTION BURNER, BIOMASS-MIXED COMBUSTION BOILER, AND BIOMASS FUEL COMBUSTION METHOD

(54) 発明の名称 : バイオマス専焼バーナー、バイオマス混焼ボイラ、およびバイオマス燃料燃焼方法



(57) Abstract: Provided are a biomass -only combustion burner which is applied to a pulverized coal fired boiler and burns biomass, a biomass -mixed combustion boiler by which the amount of CO2 derived from fossil fuel is reduced, and a biomass fuel combustion method using these burner and boiler. The present invention is provided with a biomass-only combustion burner, wherein a biomass fuel injection nozzle (10) provided with a fuel injection port (19) for injecting biomass fuel carried by primary air, a secondary air nozzle (20) provided with a secondary air injection port (23) surrounding the fuel injection port, and a tertiary air nozzle (25) provided with a tertiary air injection port (27) surrounding the secondary air nozzle injection port are provided, the biomass fuel injection nozzle is provided with a fuel concentration adjustment unit (15) for converting a biomass fuel flow into a swirl flow to distribute the fuel concentration such that the outer peripheral side has a higher concentration, and a swirl degree adjustment plate (17) for suppressing the swirl of the injected fuel flow, and a buffer flow is formed between the fuel flow and the tertiary air flow by suppressing the amount of secondary air, thereby improving ignitability and flame stability.

(57) 要約 :

[続葉有]



W 2013 099593 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ  
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ  
/< (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,  
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

微粉炭焚きボイラに適用してバイオマス燃焼させるバイオマス専焼バーナーと、化石燃料起源のCO<sub>2</sub>量を削減するバイオマス混焼ボイラと、これらを利用したバイオマス燃料燃焼方法を提供する。一次空気に搬送されたバイオマス燃料を噴出する燃料噴出口 (19) を備えたバイオマス燃料噴出ノズル (10) と、燃料噴出口を取り囲む二次空気噴出口 (23) を備えた二次空気ノズル (20) と、二次空気ノズル噴出口を取り囲む三次空気噴出口 (27) を備えた三次空気ノズル (25) とを設け、バイオマス燃料噴出ノズルにバイオマス燃料流を旋回流に変換して、燃料濃度を外周部側に濃く分布させる燃料濃度調整部 (15) と、噴出する燃料流の旋回を抑制する旋回度調整板 (17) を備え、二次空気量を抑制して燃料流と三次空気流の間に緩衝流を形成させて、着火性と保炎性を向上させるバイオマス専焼バーナーを備える。

## 明 細 書

発明の名称 :

バイオマス専焼バーナー、バイオマス混焼ポイラ、およびバイオマス燃料  
燃焼方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、バイオマス燃料を補助燃料として石炭焚きポイラに使用するバイオマス専焼バーナーおよびバイオマス専焼バーナーを設備したバイオマス混焼ポイラ、ならびにバイオマス燃料の燃焼方法に関する。

## 背景技術

[0002] 近年、地球温暖化対策の計画的な推進実行が望まれている。日本において排出される温室効果ガスのうち、最近では、エネルギー起源のCO<sub>2</sub>が約9割を占める。さらに全発電のうち石炭火力発電が50%のCO<sub>2</sub>を排出する状況にある。従って、石炭焚き火力発電設備に関して、環境負荷の低い新エネルギーの利用促進が求められる。

[0003] このような状況の下、日本では「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」(以下、「RPS法」という。)が制定され、電気事業者に対して、毎年、その販売電力量に応じた一定割合以上の新エネルギー等を利用して得られる電気を利用することを義務付けることにより、新エネルギー等の利用を推進する施策が採用されている。

RPS法により、電気事業者は、バイオマスを補助燃料として利用した混焼方式でなければ、石炭焚き火力発電設備を新設できない。既設の設備においても、バイオマス混焼方式の導入が求められている。

[0004] 有機物は、地球上で自然に分解・吸収・放出を繰り返して循環しているため、バイオマスエネルギーによって排出されるCO<sub>2</sub>は、同量のCO<sub>2</sub>吸収源を確保することで、収支を均衡させることができる。したがって、循環資源である木質バイオマス燃料としたバイオマス発電は、大気中のCO<sub>2</sub>負荷を実質的に増大させるものにならず、新エネルギーとして大きな期待を担

っている。収集が容易な木質バイオマスとして、木質ペレット、木質チップなどがある。

[0005] また、石炭焚きボイラにおいてバイオマス燃料を補助燃料として利用すれば、化石燃料の節約とCO<sub>2</sub>排出量の削減ばかりでなく、バイオマス燃料は窒素成分の含有量が少ないため、燃焼排ガスの低NO<sub>x</sub>化を図ることができる。

[0006] 従来から用いられている混焼式の石炭焚きボイラとして、従来の微粉炭バーナー、あるいは石炭とバイオマス燃料を同時に供給する混焼バーナーを利用して、微粉炭とバイオマス燃料を混合した粉体燃料を燃焼させる混焼ボイラがある。代表的な方式は、従来の微粉炭焚きボイラを利用して、たとえばローラミルなど石炭を微粉碎するミルに木質バイオマス原料を加えて微粉炭とバイオマスの混合燃料を製造し、これを搬送空気に載せて微粉炭バーナーで燃焼させるものである。

[0007] ローラミルでは、バーナーの燃焼効率を上げるため、石炭を通常200μm以下、好ましくは70μm程度の微粉炭にする。このとき、バイオマス燃料も一緒に極微細に粉碎する。一方、ローラミルに石炭と木質バイオマスを同時に投入して処理すると、製品粒度が悪化して100μm以上の粗い成分が増加する。図7は、ローラミルに対して木質バイオマスを5%混入したときの粉碎粒度分布を、石炭のみを処理したときと比較したものである。グラフは、製品燃料の粒度について、横軸に篩い目を対数目盛で表し、縦軸に篩いの通過重量百分率を表している。木質バイオマスの混入により、製品燃料の粒度分布が、粗い方と細かい方の両方に広がっていることが分かる。

[0008] さらに、木質バイオマス燃料と微粉炭では燃焼特性が異なる。たとえば揮発分は、石炭の2倍である。発熱量は、木質ペレットの場合は石炭の2/3、木質チップの場合は1/2である。また灰分は、木質ペレットや木質チップの場合は、石炭の1/10以下である。したがって、微粉炭バーナーとして設計されたバーナーでバイオマス燃料を混焼することには、混合比の限界が存在する。

微粉炭ボイラにおけるバイオマス燃料混合比の工業的実績値は3%であり、限界は5%程度と推定される。

[0009] 今後の趨勢を勘案すると、微粉炭に木質バイオマス燃料を補助燃料として加えて混焼する混焼ボイラにおいて、混焼率が重量比で30%程度になると、活用可能性が大きく増大することが期待される。微粉炭バーナーを利用する場合は、バイオマス燃料の高い混焼率を得ることができないので、バイオマス専焼バーナーを導入することが考えられる。

[001 0] 木質バイオマス燃料は、細かく粉砕するほど、粉砕に要する動力が増大し、原単位を増加させる。一方、木質バイオマス燃料は、同じ粒径であれば石炭より燃えやすいため、粉砕粒を小さくする必要がない。木質バイオマス燃料の燃焼特性が微粉炭と異なるため、木質バイオマス燃料を効率的に燃焼させるには木質バイオマス燃料に特化したバイオマス専焼バーナーを使用することが望ましい。

[001 1] バイオマス専焼バーナーを使用する場合、微粉炭と独立して、木質バイオマス燃料に適した条件で微粉砕機を運転し、微粉炭バーナーを使う石炭に対して適切な混焼割合を選んで混焼ボイラを運転することができる。

ボイラとしての混焼率は、微粉炭燃焼バーナーおよびバイオマス専焼バーナーの設置数、並びに燃焼効率にしたがって決められる。

[001 2] 特許文献1には、微粉炭とバイオマス燃料を別系統でそれぞれ火炉に投入して燃焼させる混焼ボイラに適用するバイオマス専焼バーナーが開示されている。開示されたバイオマス専焼バーナーのバイオマス燃料噴出ノズルは、ノズル内の中心部中央に、バイオマス燃料の偏流を防止する分散装置を設け、ノズル内の上流部に、燃料の流速を上昇させ分散装置にバイオマス燃料粒子を衝突させるためのベンチユリーを備え、ノズルの先端に、バイオマス燃料の流れを急拡大させる階段状拡大構造の保炎器を設け、ノズルの外側に、二次空気の旋回流を供給する燃焼用空気ノズルを設けたものである。

[001 3] バイオマス専焼バーナーは、所定量のバイオマス燃料を燃焼させるために最適化したものであり、適用する火炉において求められるバイオマス燃料処

理量に応じて設置数を定めることができる。特許文献 1 には、混焼率 15% の実施例が記載されている。

なお、バイオマス専焼バーナーは、微粉炭専焼バーナーと二段燃焼用空気噴出口の間に設置することが好ましい。

[0014] また、特許文献 2 には、微粉炭とバイオマス燃料の混焼バーナーが設けられたボイラ、および、バイオマス燃料を間欠供給して燃焼させるバイオマス燃料燃焼用バーナーとして流用される起動用または補助用バーナーが設けられたボイラが開示されている。ただし、特許文献 2 には、バイオマス専焼バーナーの具体的形態、使用上の問題点、解決方法などが記載されていない。

特許文献 3 は、微粉炭専焼バーナーを開示したものである。開示されたバーナーは、バイオマス燃料と比較して発熱量が大きく、燃焼に必要な空気量が大きく、比重が大きく、従って最適な粒度が小さい微粉炭に適合するものである。木質バイオマス燃料を高い効率で燃焼させるためには、木質バイオマス燃料に対応して最適化する必要がある。

## 先行技術文献

### 特許文献

[001 5] 特許文献 1 :特開 2 0 0 5 \_ 2 9 1 5 3 4 号公報

特許文献 2 :特開 2 0 0 5 \_ 2 9 1 5 2 4 号公報

特許文献 3 :特開平 9 \_ 2 6 1 1 2 号公報

### 発明の開示

[001 6] 微粉炭焚きボイラでバイオマス燃料を混焼して、大量の木質バイオマス燃焼を可能とするバイオマス専焼バーナー、化石燃料起源の CO<sub>2</sub> 量を削減することができるバイオマス混焼ボイラ、ならびにバイオマス専焼バーナーを利用したバイオマス燃料燃焼方法を提供することである。

[001 7] 上記課題を解決するため、本発明のバイオマス専焼バーナーは、ベント部を有し、一次空気に搬送されたバイオマス燃料を噴出する燃料噴出口を備えたバイオマス燃料噴出ノズルと、燃料噴出口の開口を取り囲む二次空気噴出口を備え、二次空気を噴出する二次空気ノズルと、二次空気ノズル噴出口の

開口を取り囲む三次空気噴出口を備え、三次空気の旋回流を噴出する三次空気ノズルと、を有するバイオマス燃焼バーナーである。

[0018] 本発明のバイオマス燃焼バーナーは、ベント部で偏流したバイオマス燃料流を軸周りに旋回する旋回流に変換して、燃料濃度を管軸側に薄く外周部側に濃く分布させる旋回羽根を、バイオマス燃料噴出ノズルの内部中央に設け、かつ、燃料噴出口から噴出する燃料流の旋回を抑制する整流板を、燃料噴出口の直ぐ上流側の内壁に備えることにより、燃料濃度分布を適正化し、また、二次空気噴出口の開口と三次空気噴出口の開口を調整して二次空気量を抑制することにより、燃料流と三次空気流の間に緩衝流を形成させることを特徴とする。

[0019] 本発明のバイオマス専焼バーナーは、バイオマス燃料噴出ノズルのベント部下流の直管部に管軸を貫いて液体燃料を供給するオイル供給配管を備えてもよい。

本発明のバイオマス専焼バーナーには、微粉炭と独立に、衝撃式破砕機（たとえば、株式会社アーステクニカ製TSX型シュレッダ）などの二次粉砕機を使って木質バイオマス原料を2mmアンダーの粒子に形成したバイオマス燃料を一次空気に載せた燃料流が供給され、炉内で燃焼させる。

[0020] バイオマス専焼バーナーを設置した火炉における燃焼ガスの $\text{NO}_x$ を減少させるため、バイオマス燃料を還元雰囲気中で燃焼させることが好ましい。

本発明のバイオマス専焼バーナーでは、バイオマス燃料搬送のために15～25 m/s程度の流速が必要であるため一次空気量に一定の制約がある。さらに、バイオマス燃料を還元雰囲気中で効率よく燃焼させるために、一次空気量がバイオマス燃料の重量に対するA/C値 ( $\text{Nm}^3/\text{kg}$ ) で0.8以上2.5以下になるようにして運転することが好ましい。

[0021] 本発明のバイオマス専焼バーナーは、定格燃料流量においてはA/C値が2.5以下、定格に対して60%負荷状態ではA/C値が1.5以下で運転することができる。

燃料量が60%以上の場合は、バーナ一定格の燃料量におけるA/C 2.

5 とバーナ一定格に対して60%の燃料量におけるA/C1.5との間を比例配分したA/Cの値以下になるようにして運転することができる。

[0022] 本発明のバイオマス専焼バーナーでは、三次空気流より小さな二次空気流が、炉内に放出されたバイオマス燃料をノズル軸方向に巻き返して噴出口周辺に渦を形成することにより、保炎性を向上させると共に、還元雰囲気中の燃焼をより長時間継続させてNO<sub>x</sub>抑制効果を高める作用を有する。

[0023] また、本発明のバイオマス混焼ボイラは、本発明のバイオマス専焼バーナーを微粉炭焚きボイラに設備し、微粉炭と異なる微粉碎機で処理したバイオマス燃料をバイオマス専焼バーナーに供給するように構成したことを特徴とする。

なお、バイオマス専焼バーナーは、微粉炭焚きボイラの炉後であって、高い位置に設置された微粉炭バーナーと同じあるいはより高い位置に設けることができる。また、バイオマス専焼バーナーは、微粉炭ボイラの炉前に設けても良い。

本発明のバイオマス混焼ボイラは、バイオマス燃料を大量に燃焼させて、石炭の節約とCO<sub>2</sub>の放出抑制とNO<sub>x</sub>低減を行うことができる。

[0024] さらに、本発明のバイオマス燃料燃焼方法は、本発明のバイオマス専焼バーナーに対して、粒子分布が2mmアンダーになった木質バイオマス燃料を一次空気に搬送させて流速が15m/sから25m/sになるような燃料流を供給し、さらに、燃焼用空気がA/CO<sub>2</sub>.8以上、かつバーナ一定格の燃料量におけるA/C2.5とバーナ一定格の60%の燃料量におけるA/C1.5との間を比例配分したA/Cの値以下になるように、二次空気と三次空気を供給して、バイオマス燃料を燃焼させることを特徴とする。

本発明のバイオマス燃料燃焼方法により、本発明のバイオマス専焼バーナーを適切に稼働させて、効果的に大量のバイオマス燃料を燃焼させることができる。

[0025] 本発明のバイオマス専焼バーナーは、微粉炭と独立にバイオマス燃料を大量に燃焼させることができる。

また、新設及び既設の微粉炭焚きボイラに対してバイオマス専焼バーナーを適当数設置してバイオマス混焼ボイラとして、バイオマス燃料を燃焼させ石炭燃焼量を削減し排ガス中の $\text{NO}_x$ を低減しかつ化石燃料起源の $\text{CO}_2$ 排出量を削減する効果大きい。

### 図面の簡単な説明

- [0026] [図1] 本発明の1実施例に係るバイオマス専焼バーナーの概略断面図である。  
[図2] 本実施例のバイオマス専焼バーナーに用いる旋回羽根の例を示す図面である。  
[図3] 本実施例におけるバイオマス燃焼プロセスを説明するプラント系統図である。  
[図4] 本実施例のバイオマス専焼バーナーのボイラへの設置例を示す概念図である。  
[図5] 本実施例のバイオマス専焼バーナーに供給するバイオマス燃料の粒度分布図である。  
[図6] 本実施例のバイオマス専焼バーナーの運転範囲を示すバーナー負荷・ $A/C$ 関係図である。  
[図7] 従来の微粉炭バーナーで燃焼させる石炭とバイオマスの混合燃料の粒度分布図である。

### 発明を実施するための形態

- [0027] 以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

図1は、本発明の1実施例に係るバイオマス専焼バーナーの概略断面図、図2はバイオマス専焼バーナーに使う旋回羽根の例を示す図面である。図2(a)図は旋回羽根を管軸の方向から見た正面図、図2(b)図は管軸に垂直の方向から見た側面図である。

- [0028] 本実施例のバイオマス専焼バーナー100は、図1に示すように、バイオマス燃料噴出ノズル10と二次空気ノズル20と三次空気ノズル25を備える。バイオマス燃料噴出ノズル10の管軸に、補助燃料供給管31を設けても良い。

[0029] バイオマス燃料噴出ノズル 10 は、一次空気に搬送されたバイオマス燃料を炉内に供給するものであり、バイオマス燃料が配管中に滞留しない 15 ~ 25 m/s 程度の風速になる量の一次空気が用いられる。バイオマス燃料噴出ノズル 10 においては、水平方向に配置されたバイオマス燃料供給管 11 に対して導入管 12 をベント部 14 の位置でほぼ垂直の方向に会合させてある。バイオマス燃料噴出ノズル 10 は、導入管 12 から流入する燃料流を、ベント部 14 に設けた反転板 13 に衝突させてほぼ 90° 曲げさせる。ベント部 14 で燃料流を曲管によって滑らかに曲げると、遠心力で流れ中の燃料粒子が曲管の外周側に偏在して、曲管出口では配管内の周方向の燃料分布が不均等になる。ここで本発明のノズルでは、平板の反転板 13 に燃料流を衝突させることにより流れを乱して、配管内の燃料分布を周方向に均等にするようにしている。

[0030] 一次空気で搬送されたバイオマス燃料流は、ベント部 14 を通過することにより、流れの断面におけるバイオマス燃料の濃度分布が偏るので、その下流であるバイオマス燃料噴出ノズル 11 の内部中央に燃料濃度調整部 15 を設けて、バイオマス燃料流における燃料濃度を調整する。

燃料濃度調整部 15 は、図 2 に示すように、バイオマス燃料噴出ノズル 11 の流路中に旋回羽根 16 を複数設けることで構成される。旋回羽根 16 は、羽根が管軸に対して傾いている。旋回羽根 16 は、流入するバイオマス燃料流を軸周りに旋回する旋回流にすることにより、燃料濃度を中心に薄く外周部に濃く分布させると共に、濃度分布が周方向にほぼ同一になるように整える。

[0031] さらに、炉内に燃料を噴出させる燃料噴出口 19 の直ぐ上流の管内壁に、旋回度調整板 17 を備えている。これによつて、旋回羽根 16 で与えられた燃料流の旋回力を殺いで、噴出後の燃料流の広がりを抑えるようにしている。旋回度調整板 17 は、周方向に複数配置された、管軸にほぼ平行な平板で構成される。旋回度調整板 17 の大きさや向きは、燃料流の旋回力と噴出後の拡大角に応じて適宜に決めることができる。

[0032] バイオマス燃料噴出ノズル 10 を圍繞するように二次空気ノズル 20 が設けられ、さらに二次空気ノズル 20 を圍繞するように三次空気ノズル 25 が設けられる。

二次空気ノズル 20 は、旋回器 21 を介して風箱から二次空気を取り込み、燃料噴出口 19 の周囲に形成した二次空気噴出口 23 から炉内に二次空気を供給する。また、三次空気ノズル 25 は、旋回器 26 を介して風箱から三次空気を取り込み、二次空気噴出口 23 の周囲に形成した三次空気噴出口 27 から炉内に三次空気を供給する。

[0033] 二次空気と三次空気は、燃焼用空気の一部として、燃料噴出口 19 から炉内に拡がるバイオマス燃料流に混ざってバイオマス燃料を燃焼させる。

二次空気は、三次空気の内側にあつて、バイオマス燃料流と初めに接触してこれを内側に屈曲させて燃料流が三次空気流と会合するのを遅らせ、燃料濃度が高い状態を持続させることにより、安定した着火性能を確保し保炎性を向上させる、という作用を有する。また、低酸素での燃焼時間を確保して、より効果的に  $\text{NO}_x$  を低減させることができる。

[0034] 図 1 に示すバイオマス専焼バーナー 100 においては、燃料噴出口 19 の周囲を旋回する燃焼用空気の旋回流を形成するために、旋回器 21 と旋回器 26 が風箱からの取り入れ口近傍に設けられている。これら旋回器 21, 26 を、それぞれ二次空気噴出口 23 と三次空気噴出口 27 の直ぐ上流に設けても良い。なお、二次空気は、旋回を強くすると、その作用が弱くなるので、二次空気用の旋回器 21 を設備しない場合もある。

[0035] 補助燃料供給管 31 は、バイオマス燃料が不足する場合などに代替して使用する補助用あるいは起動用の液体燃料やガス燃料を供給する燃料供給管である。安定した運転には有効であるが、必須ではない。

また、図示しないが、本実施例のバイオマス専焼バーナー 100 にも、パイロットバーナーや火炎検知器が設置されている。

[0036] 図 3 は、本実施例のバイオマス専焼バーナー 100 を適用した微粉炭ボイラにおけるバイオマス燃料供給システムの例を説明するプラント系統図である。

従来型の微粉炭ボイラ61の側壁に、バイオマス専焼バーナー100が設置されている。バイオマス専焼バーナー100は、既設の微粉炭バーナーあるいは二段燃焼空気供給ノズルの一部を入れ替えて設置しても良い。

バイオマス燃料は、微粉炭を製造する微粉碎機とは異なる専用の微粉碎機を用いて微粉炭と異なる粒度を持つ粒体に加工されて、微粉炭と独立した空気流に搬送されて、バイオマス専焼バーナー100に供給される。

[0037] バイオマス燃料供給系統は、木質バイオマス原料を受け入れる受入れホッパ51、受入れホッパ51の底から所定量の原料を搬出するベルトコンベア52、コンベア52から原料を受け入れて所定の大きさの粒子にする微粉碎機53、微粉碎機53からバイオマス燃料を搬送するための空気を供給する送風ファン54、バイオマス粒子から極微細な粒子を取り除くサイクロン55、サイクロン55から排出される空気から微粉体を除去して清浄な空気を大気に放出するバグフィルタ57、サイクロン55の底から木質バイオマス燃料を所定量ずつ取り出して供給する計量供給機56、所定流量で供給されるバイオマス燃料を搬送するための一次空気を供給する搬送ファン59を備える。

[0038] 一次粉碎後に受入れホッパ51に供給された木質バイオマス原料は、微粉碎機53で所定の粒度分布を持つまで二次粉碎され、サイクロン55に風送され極微細な成分を除去した状態でサイクロン55の底に溜まり、計量供給機56で所定量ずつバイオマス燃料供給管63に供給される。

[0039] 計量供給機56からバイオマス燃料供給管63に供給されたバイオマス燃料は、搬送ファン59から圧送される一次空気によって搬送され、燃料搬送流供給管65を介して、バイオマス専焼バーナー100に供給される。

搬送給気量は、燃料搬送流供給管65とバイオマス専焼バーナー100の中で燃料粒子の停滞や極度な高速流が生じないように、15 m/sから25 m/s程度の流速を持たせるように決められる。

[0040] 図4は、既設の微粉炭焚きボイラに本実施例のバイオマス専焼バーナーを設置したときの配置例を示す図面である。

図4の配置例は、炉前下方（燃焼ガス流の上流側）に4本ずつ4列合わせて16本の微粉炭バーナー、炉前上方（燃焼ガス流の下流側）に4本ずつ2列合わせて8本のTSポートが設けられていた既設の微粉炭焚きボイラに対して、背面側の炉後における、最上列の微粉炭バーナーの高さにほぼ対応する位置に、1列4本のバイオマス専焼バーナーを付設したものである。バイオマス専焼バーナーの数は、バイオマス専焼バーナーの容量とボイラで処理したいバイオマス燃料の量に応じて決めることができる。

[0041] バイオマス燃料中の粒径が大きく重い燃料粒子を、燃焼ガスの上昇気流により適当時間浮遊させて燃焼させるため、バイオマス専焼バーナーの下に微粉炭バーナーが位置するように配置することが好ましい。これによつて、バイオマス燃料中の粒径が大きく重い燃料粒子が未燃焼状態で炉底に落下するのを防ぐことができる。

なお、既設のボイラを改装するときには、既設の微粉炭バーナーあるいはTSポートの適宜な一部をバイオマス専焼バーナーに交換するようにしても良いことはいうまでもない。

[0042] 従来の微粉炭バーナーでは、通常、燃焼効率を上げるため石炭を微粉碎する必要がある、通常 $200\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $70\mu\text{m}$ 程度の微粉体として使用されている。本実施例の微粉炭バーナーにおいては、燃料の粒子径が $74\mu\text{m}$ 以下で80%を占めるように処理された微粉炭燃料が使われ、 $A/C$ （燃料（ $\text{kgZ h}$ ）に対する燃料搬送空気量（ $\text{Nm}^3/\text{h}$ ））が $0.8\sim 3.0$ の範囲に調整することにより、定格値に対する負荷率が35%~100%の範囲で微粉炭を燃焼させることができる。

[0043] ところが、木質バイオマス燃料では、原料を粉碎する場合、粒度が小さくなるにつれて粉碎電力が急激に増大し経済性が悪くなる。また、木質バイオマス燃料は、同じ粒径であれば石炭よりも燃えやすいので粉碎粒を大きくすることができる。このため、木質バイオマス燃料は、ほぼ $2\text{mm}$ アンダーの粒度分布を有するまで粉碎して使用することが好ましい。

[0044] このように、最適な燃焼条件が異なるため、本実施例においては微粉炭と

異なるバイオマス専焼バーナー 100 を用いて、バイオマス燃料を微粉炭と異なる条件で燃焼させるので、微粉炭用の粉碎機とは独立に選択した、たとえば、株式会社アーステクニカ製 T S X 型シュレッダなど、適宜な微粉碎機 53 を使って、一次粉碎された状態で供給される木質バイオマス原料を二次粉碎して専焼に最も適したサイズの粒子に形成する。また、搬送用の一次空気についても、別途独立した搬送ファン 59 を使ってバイオマス専焼バーナー 100 に適化した風量や風圧を備えるようにすることが好ましい。

[0045] 図 5 は、木質ペレット、木質チップの各種木質バイオマス原料について、微粉碎機で処理する前と後の粒度分布を示したグラフである。たとえば、微粉碎機 53 で 2 mm アンダーに粉碎した木質ペレットは、700  $\mu\text{m}$  以下が 80% を占めるような粒子分布を示し、本実施例のバイオマス専焼バーナー 100 により容易に還元燃焼させることができる。

また、上記粒子分布を示すバイオマス燃料は、バイオマス燃料噴出ノズル 10 の燃料噴出口 19 から炉内に放出されたときに全ての粒子が炉内の燃焼ガス上昇気流に乗って浮遊燃焼し、未燃成分が炉底に沈降しないことが、実機ボイラに適用した場合における木質バイオマス熱流動解析により確認されている。

[0046] 図 6 は、本実施例のバイオマス専焼バーナー 100 に係るバーナー負荷 - A / C 関係図である。図は、横軸に定格に対する割合 (%) で燃料量を表し、縦軸に A / C (Nm<sup>3</sup> / h) を表す。図に示した、ハッチングを入れた領域は、運転推奨領域である。

本実施例のバイオマス専焼バーナー 100 は、図 6 に示すように、負荷率 100% で A / C 0.8 から 2.5 まで、負荷率 60% で A / C 0.8 から 1.5 まで、工業的に使用ができる。

[0047] 負荷率 100% のときに高い A / C まで使用できるのに、負荷率 60% では比較的小さな A / C で使えなくなるのは、燃料流中の燃料成分が小さくなつて着火性や保炎性が低下する上、燃料が減少して燃焼用空気量が減るにもかかわらず、燃料の搬送に必要な一次空気量は余り変わらないため、二次空

気と三次空気が不足して、本バーナー機構に特有の保炎作用を減退させるためと考えられる。

なお、負荷率60%以下では、バイオマス燃料流中の燃料成分の割合が小さくなりすぎて、良好な着火や保炎が難しくなるので、勧められない。

[0048] 図6には、定格値300kg/hの燃料を燃焼させるバイオマス専焼バーナーを使って、運転可能な範囲を確認した結果が記入されている。図中の黒丸印は、着火性と保炎性が良好で火炎が安定していたケースを示し、バッ印は、保炎性等が悪く燃焼が不良であったケースを示す。図から、運転推奨領域内における運転可能性が確認できる。

[0049] 本実施例のバイオマス専焼バーナーを適用したバイオマス混焼ボイラでは、大量の木質バイオマス燃料を燃焼させることにより、石炭消費量の節減ができ、化石燃料起源のCO<sub>2</sub>放散を抑制することができる。バイオマス専焼バーナーは、微粉炭と独立にバイオマス燃料を燃焼するので、設置数により燃焼量を調整することができ、所定の容量を有するバーナーを適当数設置することで、大量のバイオマス燃料を安定して混焼させることができる。

また、バイオマス混焼ボイラでは、バイオマス燃料に窒素成分が少ないため、燃焼排ガスの低NO<sub>x</sub>化を図ることができる。

#### 産業上の利用可能性

[0050] 本発明のバイオマス専焼バーナーを新設のあるいは既存の微粉炭焚きボイラに適用することにより、高いバイオマス混焼率で燃焼させるバイオマス混焼ボイラを得ることができる。

#### 符号の説明

[0051] 10 バイオマス燃料噴出ノズル

11 バイオマス燃料供給管

12 導入管

13 反転板

15 燃料濃度調整部

16 旋回羽根

- 17 旋回度調整板
- 19 燃料噴出口
- 20 二次空気ノズル
- 21 旋回器
- 23 二次空気噴出口
- 25 三次空気ノズル
- 26 旋回器
- 27 三次空気噴出口
- 31 補助燃料供給管
- 51 受入れホッパ
- 52 ベリトコンベア
- 53 微粉碎機
- 54 送風ファン
- 55 サイクロン
- 56 定量供給機
- 57 バグフィルタ
- 59 搬送ファン
- 61 微粉炭ボイラ
- 63 バイオマス燃料供給管
- 65 燃料搬送流供給管
- 100 バイオマス専焼バーナー

## 請求の範囲

- [請求項 1] バイオマス専焼バーナーであって、  
ペント部を有し、一次空気に搬送されたバイオマス燃料を噴出する燃料噴出口を備えたバイオマス燃料噴出ノズルと、  
前記燃料噴出口の開口を取り囲む二次空気噴出口を備え、二次空気を噴出する二次空気ノズルと、  
前記二次空気噴出口を取り囲む三次空気噴出口を備え、三次空気の旋回流を噴出する三次空気ノズルと、を有し、  
前記ペント部で偏流したバイオマス燃料流を軸周りに旋回する旋回流に変換して、燃料濃度を管軸側に薄く外周部側に濃く分布させる旋回羽根を、前記バイオマス燃料噴出ノズルの内部中央に備え、かつ、前記燃料噴出口から噴出する燃料流の旋回を抑制する旋回度調整板を、前記燃料噴出口の直ぐ上流の管内壁に備えることにより、燃料濃度分布を適正化し、  
前記二次空気噴出口の開口と前記三次空気噴出口の開口を調整して二次空気量を抑制することにより、燃料流と三次空気流の間に緩衝流を形成させることを特徴とするバイオマス専焼バーナー。
- [請求項 2] 前記一次空気は、前記バイオマス燃料噴出ノズルの管内で燃料搬送流の速度を  $15 \text{ m/s}$  から  $25 \text{ m/s}$  の範囲内に収める量が供給されることを特徴とする請求項 1 記載のバイオマス専焼バーナー。
- [請求項 3] 請求項 1 記載のバイオマス専焼バーナーを微粉炭焚きボイラに設備し、微粉炭を処理する微粉砕機とは異なる微粉砕機で処理したバイオマス燃料を、該バイオマス専焼バーナーに供給するように構成したバイオマス混焼ボイラ。
- [請求項 4] 前記バイオマス専焼バーナーは、前記微粉炭焚きボイラの炉後であって高い位置に設置された微粉炭バーナーと同じあるいはより高い位置に設けたことを特徴とする請求項 3 記載のバイオマス混焼ボイラ。
- [請求項 5] 前記バイオマス専焼バーナーにおいて、前記一次空気は、前記バイ

オマス燃料噴出ノズルの管内で燃料搬送流の速度を15 m/sから25 m/sの範囲内に収める量が供給されることを特徴とする請求項3記載のバイオマス混焼ボイラ。

[請求項6] 前記バイオマス専焼バーナーは、前記微粉炭焚きボイラの炉後であつて高い位置に設置された微粉炭バーナーと同じあるいはより高い位置に設けたことを特徴とする請求項5記載のバイオマス混焼ボイラ。

[請求項7] 請求項1記載のバイオマス専焼バーナーを用いてバイオマス燃料を燃焼させることを特徴とするバイオマス燃料燃焼方法。

[請求項8] 前記一次空気は、前記バイオマス燃料噴出ノズルの管内で燃料搬送流の速度を15 m/sから25 m/sの範囲内に収める量が供給されることを特徴とする、請求項7記載のバイオマス燃料燃焼方法。

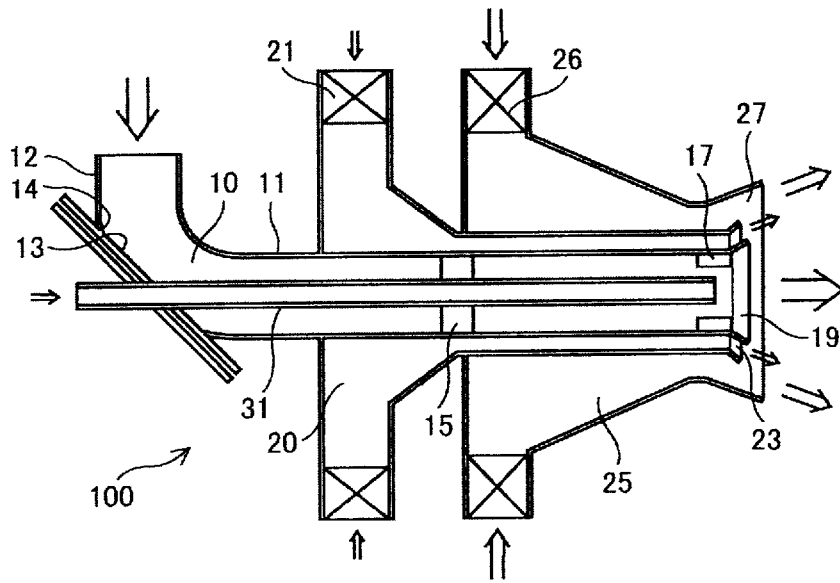
[請求項9] 前記バイオマス専焼バーナーに、粒子分布が2 mmアンダーになつた木質バイオマス燃料を一次空気に搬送させて流速が15 m/sから25 m/sになるような燃料流を供給し、一次空気と二次空気と三次空気を加えた燃焼用空気が、

A/C 0.8以上、かつ、

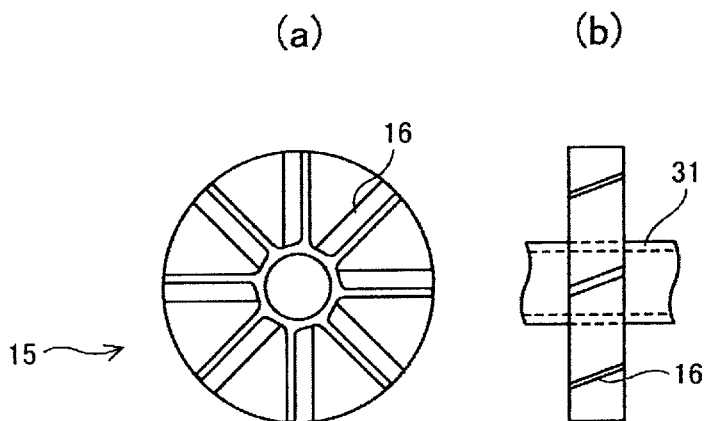
バーナー定格の燃料量におけるA/C 2.5とバーナー定格の60%の燃料量におけるA/C 1.5との間を比例配分したA/Cの値以下

になるように、二次空気と三次空気を供給して、バイオマス燃料を燃焼させることを特徴とする、請求項7記載のバイオマス燃料燃焼方法。

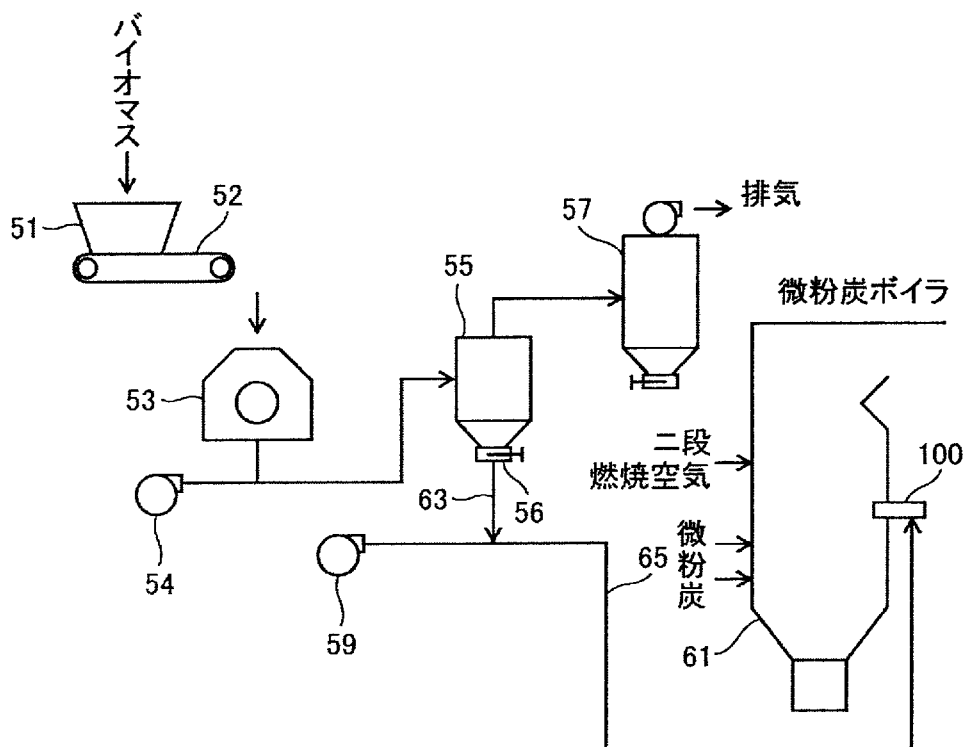
[図1]



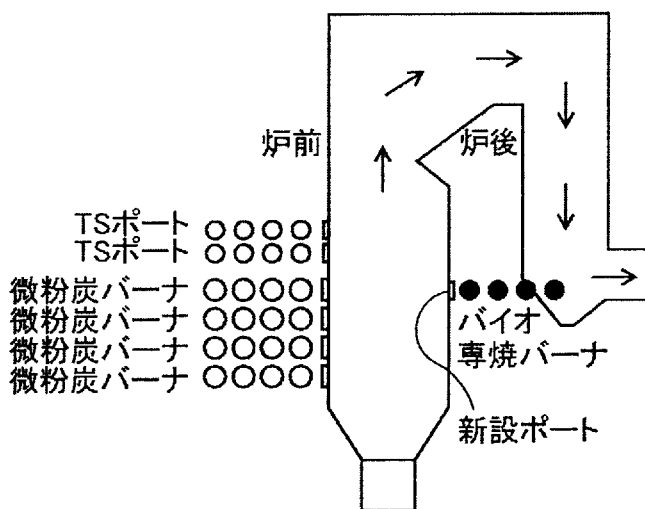
[図2]



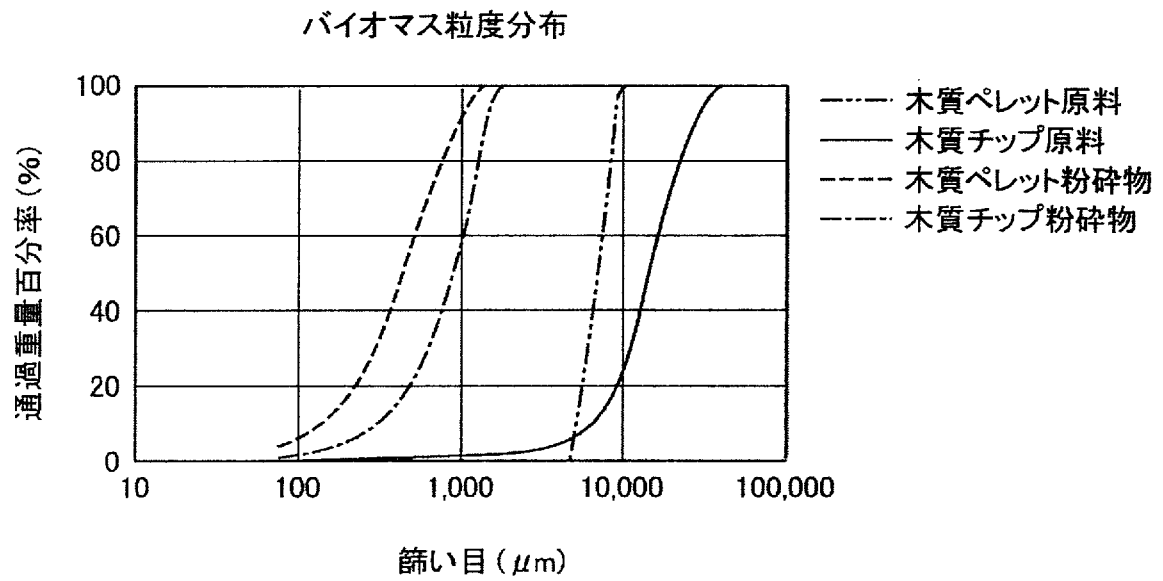
[図3]



[図4]

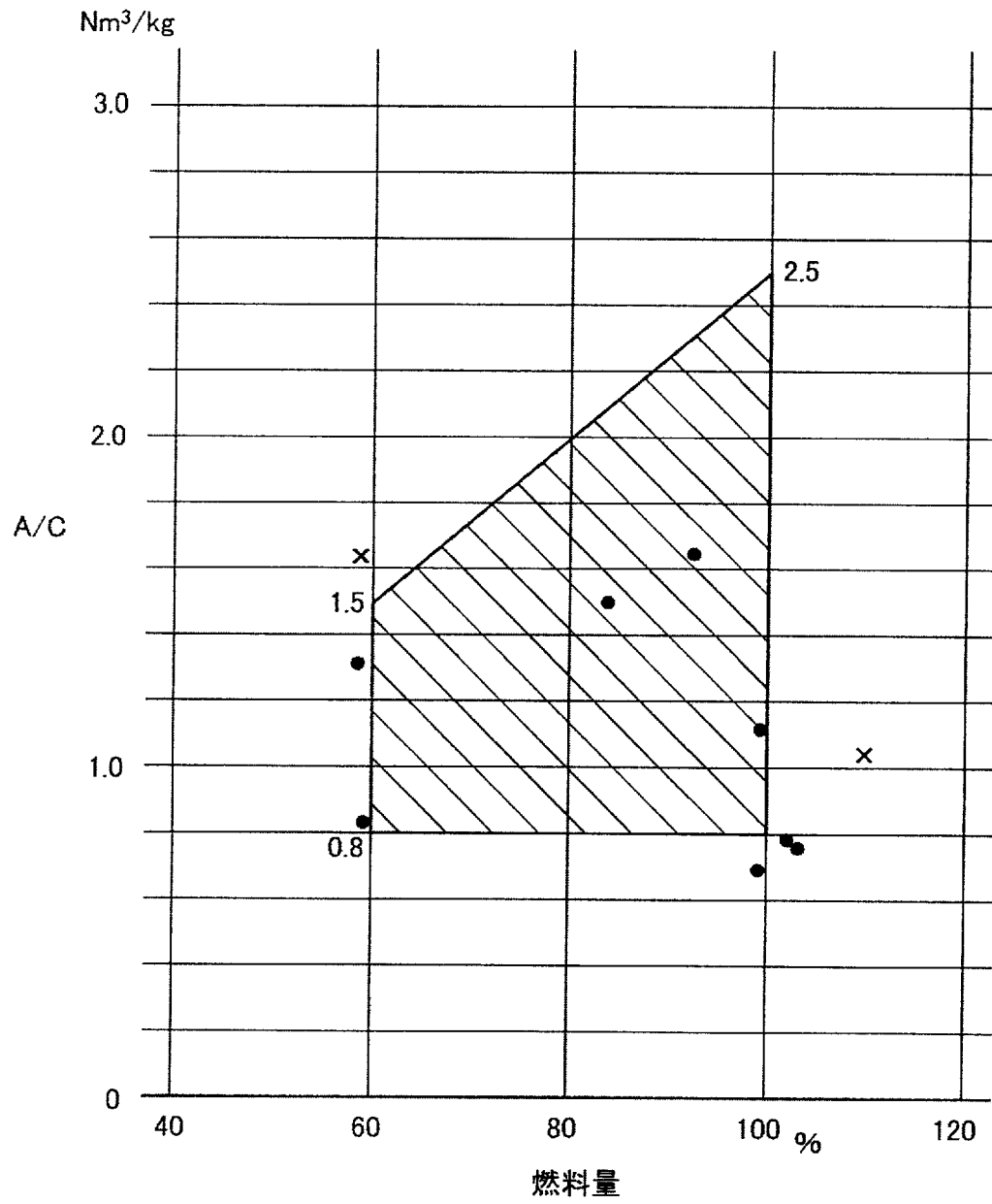


[図5]

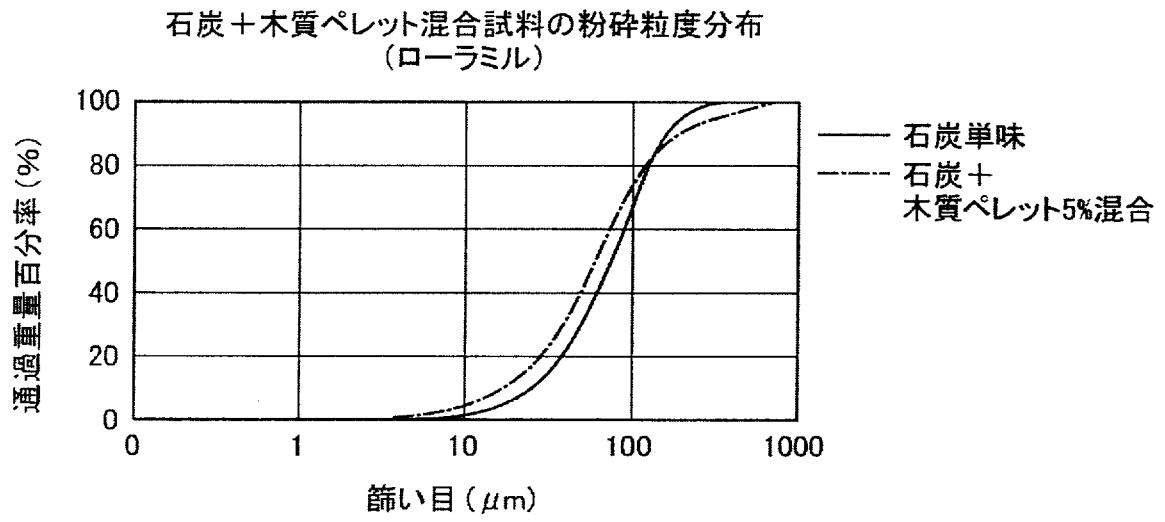


[図6]

バーナ負荷A/C図



[図7]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 082101

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23C99/00 (2006.01)i, F23D1 / 00 (2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F23C1/00-9/08, 13/00, 13/08, 99/00, F23D1/00-1/06, 17/00-99/00, F23G5/02, 5/033-5/12, 5/44-5/48, F23J7/00, F23K1/00-3/22, F23L7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2013	
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-333232 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 27 December 2007 (27.12.2007), abstract; paragraphs [0016], [0025] to [0026], [0045]; figs. 1, 2 (Family: none)	1-8
Y A	JP 9-26112 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 28 January 1997 (28.01.1997), abstract; paragraphs [0009], [0027] to [0028], [0031] to [0039]; figs. 1, 11 (Family: none)	1-8 9

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* 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 application or patent 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

"I" 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 when the document is taken alone

"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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
19 February, 2013 (19.02.13)Date of mailing of the international search report  
05 March, 2013 (05.03.13)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 082101

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-140480 A (Hitachi, Ltd., Babcock-Hitachi Kabu shi ki Kai sha), 02 June 2005 (02.06.2005), abstract; paragraphs [0040], [0064]; fig. 1 & US 7213522 B2 & EP 1530005 A2 & CA 2487215 A & AU 2004229021 A1	2, 5, 6, 8
Y	JP 2005-291534 A (Babcock - Hitachi Kabushi ki Kai sha, The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 20 October 2005 (20.10.2005), paragraphs [0028] to [0030]; fig. 1 (Family: none)	3-6
A	JP 4-20702 A (Babcock - Hitachi Kabushi ki Kai sha), 24 January 1992 (24.01.1992), page 2, lower right column, line 9 to page 3, upper left column, line 9; fig. 11 (Family: none)	9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. F23C99/00 (2006.01)i, F23D1/00 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F23C1/00- 9/08 ,13/00 ,13/08 ,99/00 F23D1/00- 1/06 ,17/00-99/00 F23G5/02, 5/033-5/12 ,5/44-5/48 F23J7/00. , F23K1/00- 3/22 F23L7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922—1996年
日本国公開実用新案公報	1971—2013年
日本国実用新案登録公報	1996—2013年
日本国登録実用新案公報	1994—2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

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	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-333232 A (パブコック日立株式会社) 2007. 12. 27, 要約, 段落 0016 ,0025-0026 ,0045, 図 1,2 (ファミリーなし)	1 - 8
Y A	JP 9-26112 A (川崎重工業株式会社) 1997. 01. 28 , 要約, 段落 0009 ,0027-0028 ,0031-0039, 図 1,11 (ファミリーなし)	1 - 8 9
Y	JP 2005-140480 A (株式会社日立製作所 ;パブコック日立株式会社) 2005. 06. 02, 要約, 段落 0040 ,0064, 図 1 & US 7213522 B2 & EP 1530005 A2 & CA 2487215 A & AU 2004229021 A1	2, 5, 6, 8

c 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
IA」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	「T」国際出願日又は優先日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
IE」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「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
「」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)	「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
「I」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「I&」同一パテントファミリー文献
IP」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 19.02.2013	国際調査報告の発送日 05.03.2013
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 稲葉 大紀 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3T	9820
--	--	----	------

C (続き). 関連すると認められる文献		
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	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-291534 A (バブコック日立株式会社 ;中国電力株式会社) 2005. 10. 20 , 段落 0028-0030, 図 1 (ファミリーなし)	3 - 6
A	JP 4-20702 A (バブコック日立株式会社) 1992. 01. 24, 第 2 頁右下欄 9 行-第 3 頁左上欄 9 行 , 図 11 (ファミリーなし)	9