



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

石炭用バーナと木質バイオマス用バーナを備えたボイラ装置の木質バイオマス用バーナのバイオマス燃料ノズルに粉碎した木質バイオマス燃料を供給して燃焼させる木質バイオマス直接粉碎燃焼方法であって、

木質バイオマスの成形燃料を酸素濃度 2 % ~ 11 % でボイラ排ガスと空気を搬送ガスとして使用してローラミルで粉碎し、粉碎したバイオマスを前記搬送ガスと共にバイオマス用バーナのバイオマス燃料ノズルまで搬送して、該バイオマス燃料ノズルの先端部分で空気または酸素濃度が空気と同等以上 (20 % 以上) の気体と混合して直接燃焼させることを特徴とする木質バイオマス直接粉碎燃焼方法。

10

## 【請求項 2】

空気または酸素濃度が空気と同等以上 (20 % 以上) の気体をバイオマス燃料ノズル (バイオマス搬送配管) の先端部内壁面に向けて又は内壁面に沿って噴出することでバイオマス燃料と前記空気または酸素濃度が空気と同等以上 (20 % 以上) の気体を混合させることを特徴とする請求項 1 記載の木質バイオマス直接粉碎燃焼方法。

## 【請求項 3】

ボイラ排ガスは、排ガス中の煤塵を回収するための集塵器、排ガス流に誘引動力を与える誘引ファン、ボイラ装置へ供給される燃料用空気を予熱する空気予熱器、又は浄化した排ガスを大気中に排出する煙突を備えたボイラ装置の排ガス処理系統における集塵器出口部、排ガスを排出するための誘引ファン出口部、空気予熱器出口部又は排ガスを大気中に排出するための煙突入口部から排ガスを抽気して利用することを特徴とする請求項 1 記載の木質バイオマス直接粉碎燃焼方法。

20

## 【請求項 4】

石炭用バーナと木質バイオマス用バーナを備えたボイラ装置と、  
木質バイオマスの成形燃料を酸素濃度 2 % ~ 11 % でボイラ排ガスと空気を搬送ガスとして使用して粉碎するローラミルと、  
石炭を粉碎するローラミルと、  
上記ローラミルから粉碎したバイオマスと石炭をそれぞれ別個に、又は混合して供給されるバーナを有する火炉と、  
を備えたことを特徴とする木質バイオマス直接粉碎燃焼装置。

30

## 【請求項 5】

木質系バイオマス粉碎用のローラミルは、木質バイオマス粉碎用の搬送ガスとしてボイラ排ガスを導入する経路と、石炭粉碎用の搬送ガスとして加熱された空気と常温空気の混合空気を導入する経路の 2 経路を有し、微粉炭を粉碎する場合は混合空気を導入する経路を使用し、バイオマスを粉碎する場合はボイラ排ガスを導入する経路を使用することを特徴とする請求項 4 記載の木質バイオマス直接粉碎燃焼装置。

## 【請求項 6】

石炭と木質系バイオマスの成形燃料とを燃料とする複数のバーナを備えた火炉と、  
燃料を粉碎する複数のローラミルと、  
燃焼排ガス中の煤塵を除去する集塵装置と、  
を備えたボイラシステムであって、

40

前記複数のバーナのうち一部は、前記木質系バイオマスの成形燃料を粉碎して得られた木質系バイオマス燃料と石炭とを切り替えて燃焼させることができる木質系バイオマス用バーナであり、

前記複数のローラミルのうち一部は、前記木質系バイオマスの成形燃料と石炭とを切り替えて粉碎することができる木質系バイオマス用ローラミルであり、

該木質系バイオマス用ローラミルには、前記木質系バイオマスの成形燃料を供給する手段と、前記集塵装置の燃焼排ガス流れ後流から抽気される排ガスが流れる排ガス流路とが接続されていることを特徴とするボイラシステム。

## 【発明の詳細な説明】

50

**【技術分野】****【0001】**

この発明は化石燃料燃焼装置における燃焼排ガス中に含まれる窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) 濃度を従来より低減でき(これを「低NO<sub>x</sub>化」ということがある)、かつ高効率で排ガス中の炭酸ガス (CO<sub>2</sub>) 濃度の削減が可能な木質バイオマスを含む固体燃料を燃焼させる装置と方法に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

近年、化石燃料を燃焼させる装置に対しては、地球温暖化の観点から風当たりは強くなっている。特に、化石燃料用の燃焼ボイラでのCO<sub>2</sub>排出量の削減策の1つとして木質バイオマス混焼技術は着目されている。10

従来技術の実例は特に欧州や北米に多く、木質バイオマスを既存の設備である石炭粉碎機に石炭と混合投入して混合粉碎した後、微粉炭と一緒にバーナからボイラ火炉内に投入する方法がある。国内では石炭と同じ粉碎燃焼系統を使用して、運炭コンベアの上で木質バイオマスと微粉炭を混合する方式が、最も低コストであることから一般的となっている。

**【0003】**

木質バイオマスと微粉炭を混合するときの木質バイオマスとしては予め微粉碎されてペレット化されたものあるいは50mmアンダほどの粒径に粉碎された木質チップがある。その他の混焼の例としては、木質バイオマスを単独で粉碎して微粉炭搬送ラインに供給混合して火炉内で混焼する技術も多い。20

**【0004】**

近年、木質系チップに代えて水分が少なくエネルギー密度が高いペレットやブリケットが発電用燃料として適用性が検討されるようになってきた。この理由は、生木を破碎したものより、原料製造コストはかかるが、輸送費が低く抑えられることに加えて、貯蔵性に優れているからである。

**【0005】**

従来のバイオマス混焼方法は、石炭の粉碎燃焼系統に、少量のバイオマスを混合する方式であり、図5にその概略系統を示す。バイオマスの受け入れサイロ61から石炭を石炭パンカ63に運ぶ運炭コンベア62上で混合した後、ミル5で粉碎し、火炉6のバーナ7に供給する方式が一般的である。30

**【0006】**

下記特許文献1には複数のバーナを備えた石炭用バーナの最下流段のバーナにバイオマス燃料を供給することで固体燃料の低NO<sub>x</sub>化燃焼を実現する発明が開示されている。

また、下記特許文献2にはバイオマスではないが、石炭燃料の中で燃焼性が比較的劣る褐炭を燃焼させるために微粉炭バーナ内に追加空気を供給することができるバーナの発明が開示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0007】**

【特許文献1】特開2005-291524号公報

【特許文献2】特開2002-518037号公報

**【非特許文献】****【0008】**

【非特許文献1】日本エネルギー学会誌、Vol.82、No.2(2003年)、82頁

【非特許文献2】Handbook of Biomass (Combustion and Co-firing)、171~180頁、Sjaak van Loo and Jaap Koppejan (eds.)、発行所 Twente UniversityPress

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

10

20

30

40

50

木質チップにおいては、微粉碎製造する過程での粉碎動力は非常に大きく石炭の粉碎動力と比較すると、同じ粒度であれば10倍以上の動力が必要であることが分かっている。具体的には、石炭の場合にはローラミルであれば、粉碎動力原単位(1トン/時間)を粉碎するために必要なエネルギー)が10kWh/t程度であるのに対して、バイオマスをハンマーミルで粉碎した場合、通常100~200kWh/tの粉碎エネルギーが必要となり、ほぼ10倍程度の動力が必要であることが分かっている。

#### 【0010】

従来の石炭と木質系バイオマス混合粉碎方式の場合、動力の増加が原因で混合粉碎率に制限がかかり、具体的には木質系バイオマス混合率は30%程度が限界であることが分かっている。10

さらに、木質系バイオマス燃料に固有の条件、たとえば、樹種やペレットかチップかといった受け入れ時の形状による影響度はそれほど大きくなく、混合粉碎方式を選択した場合、それだけでは10%以上混焼率を達成することは難しい。

#### 【0011】

もう一つの問題点は粉塵爆発のリスクが石炭粉碎と比較して非常に高くなる点である。石炭とバイオマスの混合粉碎においては、混合比率が30%と低いことも影響して粉塵爆発のリスクは石炭とほぼ同等であるが、バイオマス100%の微粉環境になると粉塵爆発しやすくなる。

#### 【0012】

本発明の課題は、バイオマスの粉碎動力を低減させ、また着火性の高いバイオマスを安全にバーナまで搬送し、さらにバーナでバイオマスを安定に燃焼させることができるバイオマスの燃焼技術を確立することである。20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0013】

本発明では上記課題を解決するために以下に述べる技術で対応可能である。

1) 粉碎動力の低減：木質系チップに換えて粉碎性に優れたペレットのような木質系成形燃料を使用する。

#### 【0014】

2) 安全性：木質系ペレットに限らず、木質系バイオマスを専用粉碎する場合、微粉を取り扱う範囲が粉塵爆発しやすくなり非常に危険になるので、酸素濃度を低下させて粉塵爆発のリスクを低減させる。30

#### 【0015】

3) 安定燃焼：バイオマス微粉取り扱い範囲での安全対策の弊害として、そのままの低酸素濃度ガスでバイオマス微粉をバーナで燃焼させようとすると、安定着火できないのでバーナ先端部で高温空気または空気と同等以上の酸素濃度である気体を一部混合させて安定着火させる機能を追加することで解決できる。

#### 【0016】

すなわち、請求項1記載の発明は、石炭用バーナと木質バイオマス用バーナを備えたボイラ装置の木質バイオマス用バーナのバイオマス燃料ノズルに粉碎した木質バイオマス燃料を供給して燃焼させる木質バイオマス直接粉碎燃焼方法であって、木質バイオマスの成形燃料を酸素濃度2%~11%でボイラ排ガスと空気を搬送ガスとして使用してローラミルで粉碎し、粉碎したバイオマスを前記搬送ガスと共にバイオマス用バーナのバイオマス燃料ノズルまで搬送して、該バイオマス燃料ノズルの先端部分で空気または酸素濃度が空気と同等以上(20%以上)の気体と混合して直接燃焼させる木質バイオマス直接粉碎燃焼方法である。40

#### 【0017】

請求項2記載の発明は、空気または酸素濃度が空気と同等以上(20%以上)の気体をバイオマス燃料ノズル(バイオマス搬送配管)の先端部内壁面に向けて又は内壁面に沿って噴出することでバイオマス燃料と前記空気または酸素濃度が空気と同等以上(20%以上)の気体を混合させる請求項1記載の木質バイオマス直接粉碎燃焼方法である。50

## 【0018】

請求項3記載の発明は、ボイラ排ガスは、排ガス中の煤塵を回収するための集塵器、排ガス流に誘引動力を与える誘引ファン、ボイラ装置へ供給される燃料用空気を予熱する空気予熱器、又は浄化した排ガスを大気中に排出する煙突を備えたボイラ装置の排ガス処理系統における集塵器出口部、排ガスを排出するための誘引ファン出口部、空気予熱器出口部又は排ガスを大気中に排出するための煙突入口部から排ガスを抽気して利用する請求項1記載の木質バイオマス直接粉碎燃焼方法である。

## 【0019】

請求項4記載の発明は、石炭用バーナと木質バイオマス用バーナを備えたボイラ装置と、木質バイオマスの成形燃料を酸素濃度2%~11%でボイラ排ガスと空気を搬送ガスとして使用して粉碎するローラミルと、石炭を粉碎するローラミルと、上記ローラミルから粉碎したバイオマスと石炭をそれぞれ別個に、又は混合して供給されるバーナを有する火炉とを備えた木質バイオマス直接粉碎燃焼装置である。

10

## 【0020】

請求項5記載の発明は、木質系バイオマス粉碎用のローラミルは、木質バイオマス粉碎用の搬送ガスとしてボイラ排ガスを導入する経路と、石炭粉碎用の搬送ガスとして加熱された空気と常温空気の混合空気を導入する経路の2経路を有し、微粉炭を粉碎する場合は混合空気を導入する経路を使用し、バイオマスを粉碎する場合はボイラ排ガスを導入する経路を使用する請求項4記載の木質バイオマス直接粉碎燃焼装置である。

20

## 【0021】

請求項6記載の発明は、石炭と木質系バイオマスの成形燃料とを燃料とする複数のバーナを備えた火炉と、燃料を粉碎する複数のローラミルと、燃焼排ガス中の煤塵を除去する集塵装置と備えたボイラシステムであって、前記複数のバーナのうち一部は、前記木質系バイオマスの成形燃料を粉碎して得られた木質系バイオマス燃料と石炭とを切り替えて燃焼させることができる木質系バイオマス用バーナであり、前記複数のローラミルのうち一部は、前記木質系バイオマスの成形燃料と石炭とを切り替えて粉碎することができる木質系バイオマス用ローラミルであり、該木質系バイオマス用ローラミルには、前記木質系バイオマスの成形燃料を供給する手段と、前記集塵装置の燃焼排ガス流れ後流から抽気される排ガスが流れる排ガス流路とが接続されているボイラシステムである。

30

## 【発明の効果】

## 【0022】

本発明により、貯蔵性に優れたバイオマスペレットのような成形燃料を副燃料とすることが可能となり、安全で安定に燃焼することができる。

そして、最大の特徴は、既設石炭焚きボイラの大掛かりな改造なしに木質系バイオマスの混焼率の比率を大幅に増加することができる。

また、木質バイオマスの炉内での着火性を安定化可能となり、炉内脱硝効果を高め、高効率、安全且つCO<sub>2</sub>排出削減（地球温暖化防止）に寄与することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0023】

【図1】本発明になるバイオマス粉碎燃焼システムの全体概略図である。

40

【図2】本発明の実施例のバイオマスバーナの断面図である。

【図3】従来の石炭バイオマスの混合粉碎で得られた石炭とバイオマスの混合物のうち石炭とバイオマスの各々の粒度分布を表す図である。

【図4】本発明の他の実施例のバイオマスバーナの断面図である。

【図5】従来のバイオマス混焼方式の代表例を示す概略図である。

【図6】着火に必要な温度と酸素濃度の関係を示す図である。

【図7】粉塵爆発の下限濃度と酸素濃度の関係を示す図である。

【図8】粉塵爆発対策としての爆発防止、消火システム例を説明するローラミルの内部構造の概略図である。

【図9】本発明になる直接燃焼のうちボイラ排ガスの別個所抽気例を示すバイオマス粉碎

50

燃焼システムの全体概略図である。

【図10】本発明の他の実施例のバイオマスバーナの断面図である。

【図11】本発明の他の実施例のバイオマスバーナの断面図である。

【図12】本発明の他の実施例のバイオマスバーナの断面図である。

【図13】本発明の他の実施例のバイオマスバーナの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

本発明の実施例について、以下図面と共に説明する。

本発明のバイオマス粉碎燃焼システムの全体概略図を図1に示す。

火力発電所のボイラに受け入れる木質系バイオマスは、ペレットのような成形燃料が望ましい。図1では受け入れバイオマスをペレットとしているが、チップでも良い。ペレットはサイロ1で受け入れて貯蔵する。そして石炭用の運炭コンベア2を使用して、バイオマスのペレット(木質ペレット)をバンカ3に投入した後、ミル5で粉碎してボイラ6のバーナ7に供給して燃焼させる。

10

【0025】

この際、使用するミル5は、石炭用のローラミル(図8)をバイオマス専用ミルとして使用してバイオマスを粉碎する。ミル5で粉碎した後のバイオマスの微粉は、粉塵爆発しやすいことから、石炭粉碎で使用される1次空気に相当する微粉搬送用ガスとしては、低酸素濃度ガスを使用する。火力発電所で使用可能な低酸素ガスはボイラ排ガスであり、これをバイオマス微粉の搬送用の低酸素濃度ガスとして使用する。

20

【0026】

図1に示す燃焼システムではボイラ6から排出する排ガスを脱硝装置9で脱硝し、ついで空気予熱器10においてボイラで使用する燃焼用空気の予熱に利用して低温化させ、集塵器11で集塵後、排ガス再循環ファン(GBUF)13で昇圧して、従来からのPAF(1次空気ファン)14からの空気と混合してミル5に供給する。

20

なお、PAF14を源とする流路は、予め2つに分岐し、一方は空気予熱器10とダンパを通る。もう一方は空気予熱器10をバイパスし、別のダンパを通る。両流路は合流して、さらに別の流量調整ダンパを通る。この構成により、温度調節がなされる。その後、排ガス再循環ファン(GBUF)13からの流路と合流する。

30

【0027】

排ガスと空気を混合して酸素濃度と温度の2つを調整する必要があるので、このような系統になっている。ミル入口酸素濃度は、空気側と排ガス側の流量比率で決定されるが、温度が成り行きになるので、空気側の温度調整を行い、混合ガス出口すなわちミル入口温度を調整する。

ミル5に供給した排ガスは酸素濃度が低く、低温化されているので粉碎されたバイオマス微粉が搬送中に着火するおそれがなく、ボイラ6のバーナ7へのバイオマスの搬送ガスとすることができます。

【0028】

図9には、図1とは異なる箇所からボイラ排ガスを抽気する例を示し、脱硫装置17と煙突18の間からの排ガスと従来からのPAF(1次空気ファン)14からの空気とを混合してミル5に供給する例である。また誘引ファン(IDF)16出口又は煙突18の入口から抽気してもよい。

40

【0029】

ミル5に供給する排ガス中の酸素濃度は2~11%とし、その調整は、再循環ファン(GBUF)13の入口のダンパ19の開度調整により大気を一部吸い込んで混合して排ガス中の酸素濃度を調整する。酸素濃度調整は、基本的にボイラ排ガス量とダンパ19の開度調整による空気吸い込み量との割合で行い、ミル5の入口には監視用として酸素濃度計(図示せず)を設置するとともに、酸素濃度が11%を超える場合には警報する機能部材を設置しても良い。

なお、通常、石炭ボイラ運転上、排ガスの酸素濃度が2%よりも低くなることは無いの

50

で、ミル5に供給するガスの全量を排ガスとした場合の酸素濃度が下限となる。

【0030】

木質ペレットは、通常1～2mmの大きさの粉碎バイオ粉を圧縮成型したものであるから、石炭の粉碎で一般使用されるローラミル5で粉碎することは可能である（VGB Power tech 6/2004, Co-Combustion of Clean Biomass in a 600MWe Coal-fired Boiler p.63-66）。

なお、図示していないがローラミル5を石炭粉碎用に使用するときは運炭コンベア2に石炭のみを供給する。

【0031】

ローラミル5の内部構造の概略図を図8に示す。木質ペレットを投入口20から粉碎部に供給する。粉碎部には粉碎テーブル21に対向して粉碎ローラ22を複数個、例えば水平方向を向いた回転方向に3個を均等間隔で配置している。粉碎テーブル21と粉碎ローラ22で粉碎された木質ペレットはミル5の上部に配置される水平方向に回転する分級機23で粉碎され、粉碎されたペレットと搬送用気体（排ガス）との混合流体が回転しながら上昇する過程で分級されて燃料として利用される部分が頂部のダクト24からボイラ6のバーナ7に搬送される。

【0032】

次に、従来方法と比較して、本実施例になる木質ペレット専用粉碎方式の必要性について記載する。

従来の石炭とバイオマスの混合粉碎方式では、石炭の粒度に合わせてミルの粉碎条件を決定しており、バイオマスが少量混合した場合、バイオマスは粉碎し難いのでミル5の動力が著しく増加し、それに追従するようにミル差圧が増加する。

【0033】

一方、バイオマスは、石炭より燃焼し易いので、石炭と同等の粒度にする必要は無いことは分かっている。しかしながら、石炭とバイオマスを混合粉碎した場合には、図3に示すように、1mm以下の粒度に粉碎されるバイオマスが微粉炭の粒度より若干粗いが、バイオマスの燃焼に必要な粒度、具体的には2mmアンダー程度と比較すると、バイオマスは圧倒的に細かい粒度に調整されていることが分かる。

【0034】

これは、混合粉碎で石炭の粒度が粗くなる傾向があることから、石炭の粒度を確保するためにバイオマスの粒度を、これ以上粗くできないためである。つまり混合粉碎の場合には必要以上の動力をかけてバイオマスを細かくしていることに他ならない。従って効率よくバイオマスを粉碎して、混焼率を増加するためには、専用粉碎システムが必要となる。

【0035】

図8に示すローラミル5は、被粉碎物を圧縮して崩壊させて粉碎させるので纖維が長く、一般的なチップなどはローラミル5による専用粉碎に向かないが、粉碎物を圧縮成型したバイオマスペレットのような燃料は、ほぐして解碎するだけなので問題なく適用できる。また、該ローラミル5を用いる粉碎したバイオマスペレットの粒度調整についても、石炭粒度からくる運転制限にからないので必要粒度のバイオマス粉を製造できることから、処理量を飛躍的に増加できることが特徴である。

【0036】

このようにバイオマスペレットをローラミル5を用いて石炭とは別個に単独で粉碎する方法を採用することにより、能率的にバイオマスを微粉碎することができ、別途ローラミル5を用いて微粉碎した石炭とを混合させて、或いは微粉炭とは別個のバーナ7、特に豊型火炉6の最上段バーナ7にバイオマスを供給することで固体燃料の低NO<sub>x</sub>燃焼が達成出来る利点がある。

【0037】

このように従来から使用されている石炭の粉碎用に専ら使用されていたローラミル5を石炭とバイオマスとの混合粉碎でなく、石炭とは別個にバイオマス単独の粉碎手段として使用することで、混合粉碎よりも効果的に、しかもエネルギー消費が少なくバイオマスを

10

20

30

40

50

微細化できる。さらに得られたバイオマスの微粉碎物であれば、微粉炭とどのような混合比率でも任意に混合でき、しかも固体燃料としてボイラ火炉などで安定して燃焼出来るので燃焼排ガスの低NO<sub>x</sub>化、排ガス中のCO<sub>2</sub>削減化が達成できる。

本発明の特徴は単独で既存設備であるローラミル5でバイオマス特有の適度の粒径に粉碎することである。

#### 【0038】

次に、本実施例のバイオマスと石炭の混合燃料の混焼システムに排ガスを導入する理由について記載する。

バイオマスの微粉は、石炭と比較して粉塵爆発しやすいことが分かっている。図7に石炭とバイオマスの爆発性について比較したデータを示している。

爆発性を示す評価値として、爆発下限濃度を縦軸に示す。通常爆発範囲は通常下限濃度と上限濃度で示すが、上限濃度については評価装置(JIS)の特性上、再現性に乏しく正確なデータが得られにくいので、図7には石炭(ワンボ炭:オーストラリア産の瀝青炭)とバイオマスの下限濃度で比較する。爆発下限濃度が低い程、爆発しやすいことを表している。バイオマスは石炭と比較して、爆発しやすく、そして雰囲気の酸素濃度を下げれば爆発にくくなり11%以下であれば、爆発しないことが分かる。

#### 【0039】

つまり、図7のデータは、本実施例のボイラ排ガスを利用して酸素濃度を下げた環境で、バイオマスを粉碎すれば安全であることを証明するものである。従って、酸素濃度を11%以下にした気体によりバイオマスを燃料として火炉に供給すれば、爆発しないことが分かる。そのために本実施例では図1に示す方式を採用した。

#### 【0040】

一般に、粉塵爆発を阻止する方法は、固体燃料搬送ガスの酸素濃度を下げる方法と、爆発を検知して消火する方式が考えられる。爆発を検知して消火する方式は緊急消火方法といわれ、その方法を図8に示す豊型ローラミル5の消火装置に適用した例を示す。

図8に記載したように豊型ローラミル5に多数の印で示す箇所に圧力センサ25を配置し、該圧力センサ25が粉塵爆発の発生を検知すると直ちに消火剤を噴出して爆発が大事に至らないようにする方法であり、この場合は多数の圧力センサ25の他に消火剤の緊急噴出装置も必要である。また、粉塵爆発が発生してしまうと、たとえ緊急に消火出来てミル関連機器への変形を伴う大きな損傷をある程度阻止できたとしても、発火、消火による影響は残り、そのような事象が発生した場合においては運転継続が困難になるということが容易に類推できる。

従って、酸素濃度を11%以下にした気体によりバイオマスを粉碎し、また燃料として火炉に供給する方法を採用すると少なくとも、バイオマスの爆発を防止できる。しかしながら、この場合は排ガスを使用する欠点もある。

すなわち、ローラミル5の出口は、通常のボイラではバーナ7へ直結しており、排ガスでバイオマス微粉をバーナ7へ輸送すると、着火が困難になることが考えられる。

#### 【0041】

そのために本実施例では図2に基本構造を示すバーナを用いる。

バイオマスは酸素濃度2~11%の排ガスと混合され、混合燃料流体40として燃料ノズル41から導入され、ベンチュリ44、内部濃縮器(PCC)45を通過して、燃料ノズル41の内壁面側で濃縮された後、燃料ノズル41の出口で追加空気ノズル46からの高温空気と混合した後、炉内へ投入され安定燃焼する構造となっている。

#### 【0042】

図2に示すバーナはバイオマスと微粉炭と酸素濃度11%以下の排ガスからなる燃料混合流体40を固体燃料ノズル41から火炉6内に噴出させる。また固体燃料ノズル41の中心部には中心空気ノズル42を設け、また燃料空気ノズル41の外周には空気噴出ノズル43を設けている。

#### 【0043】

本実施例においては、燃焼用空気39が空気ノズル42に導入され、また混合燃料流体

40は燃料ノズル41導入される。燃料ノズル41の内周に設けられた絞り部(障害物)44が燃料ノズル41の流路断面を絞る、また絞り部(障害物)44の下流側の空気噴出ノズル42の外周に濃縮器45を設置している。絞り部(障害物)44と濃縮器45の設置による燃焼ノズル41内の流路縮小部では燃料ノズル41を流れる燃料粒子はその流速が加速される。さらに、一旦加速された燃料粒子は搬送排ガス(気体)に比べて質量が大きいため、濃縮器45の下流側の流路拡大部において燃焼ノズル41の内壁側に燃料粒子が流れやすくなる。この燃料粒子の濃度が高くなつた燃焼ノズル41の内壁部の円周方向に前記空気ノズル42から分岐した追加空気ノズル46を数カ所設け、該追加空気ノズル46からの空気と燃料粒子の混合流を形成させ燃料ノズル41の出口部に配置した保炎器47に衝突させ、該保炎器47の下流側の火炉6内で逆流を生じさせて、燃料粒子の着火性を高める。

10

## 【0044】

また、空気ノズル43の出口部にはペーン48を配置して前記燃料粒子への燃焼用空気39をバーナ7出口で旋回させることで十分供給できるようにする。また空気ノズル42にはダンパ51を設けて燃焼用空気39の供給量を調整することができる。

なお、中心空気ノズル42の中心部には燃料の着火性を促進するための油バーナ52を配置している。

## 【0045】

図2のバーナ構造は、中心空気ノズル42を有するバーナ構造である。この中心空気ノズル42は、当該バーナ7の中心部に設けた油バーナ52を安定燃焼させるために必要な構造物であるが、ボイラ6によっては、バイオマスバーナに油起動機能が不要の場合も考えられるので、その場合には、油バーナ52と該油バーナ52の外周に配置する中心空気ノズル42を設けていない図4に示す構造を適用することになる。

20

こうして安定燃焼ができるバーナ7の構造が得られる。

## 【0046】

本発明の他の実施例の安定燃焼ができるバーナ7の構造について図10～図13に記載する。

図10に示すバーナは燃料ノズル41の中心部に中心空気ノズル42を設け、該中心空気ノズル42のバーナ出口部は燃料ノズル41の内周壁に沿って追加空気ノズル46の出口を設け、保炎器47の近くから追加空気を火炉内に噴出する構成である。

30

図11に示すバーナは、図10に示すバーナとは異なる所は中心空気ノズル42のバーナ出口部で燃料ノズル41の内周壁と保炎器47に向かって追加空気ノズル46の出口を設け、保炎器47の近くから追加空気を火炉内に噴出する構成である。

## 【0047】

図12に示すバーナは、図10に示すバーナとは異なる所は中心空気ノズル42のバーナ出口部で燃料ノズル41の内周壁に向けて追加空気ノズル46の出口を設け、保炎器47の近くから追加空気を火炉内に噴出する構成である。

図13に示すバーナは、図11に示すバーナと比較して濃縮器45のある部分において、追加空気を絞り部44に向けて噴出させる構造を追加しており、保炎器47における酸素濃度を更に高めた構成である。

40

前記図10～図13に示すバーナ7では、いずれの場合も中心空気ノズル42の他に追加空気ノズル46を設け、該追加空気ノズル46出口から保炎器47の近くで追加空気を噴出して燃料の着火性を高めることができる。

## 【0048】

またバイオマス含有燃料を用いるバーナ7の炉内配置としては、火炉6に複数段配置するバーナ7の内で最下流段バーナが望ましい。その理由は、ボイラ炉内で最も熱負荷が高いこと、炉内の上昇ガス流速が十分に高くバイオマスを炉内へ投入した際に、燃焼とともに、炉底部に落下しないことを考慮する必要があるからである。

## 【0049】

ボイラ負荷が高い状態であれば図6に示す安定燃焼範囲から、酸素濃度11%でも80

50

0 あれば着火燃焼できるのであるが、部分負荷でのバイオマス燃焼の可能性を考えれば、バイオマスバーナ7で安定保炎することが望ましいので低酸素濃度ガスで搬送して安定に燃焼できるバーナ7が必要となるのである。

【0050】

ローラ式ミル5と前述のバイオマスバーナ7との組合せでは、燃料を石炭とバイオマスとで切り替えて運転できるという効果がある。

即ち、ローラ式ミル5は元来、石炭の微粉碎に適したミルである。燃料の乾燥を目的とした高温ガス（例えば800）を導入しないので、石炭の粉碎にもバイオマスの粉碎にも動力の著しい増大なしに切り替えて使用可能である。

【0051】

また、バイオマスバーナ7は、バイオマスの燃焼に特に適したバーナであるが、微粉炭の燃焼にも問題なく使用することができる。

したがって、ボイラ6に多数設けられるバーナ7のうち、少なくとも一部をバイオマスバーナ、バイオマスバーナ7と接続されるローラ式ミル5にバイオマスの供給手段と集塵器11の後流から抽気した排ガス再循環系を接続することで、当該ミル5とバーナ7に使用する燃料をバイオマスと石炭とで切り替えて運転できる効果が得られる。

【0052】

従来、複数のローラ式ミル5を備えた石炭焚ボイラ6では、一部のミルは予備として休止する運用が多用されてきた。

本発明のボイラシステムは、従来の石炭焚ボイラ6の機器構成のうち、一部のバーナをバイオマスバーナ7に置換え、これに対応するローラ式ミル5にバイオマスの供給手段と集塵器11の後流から抽気した排ガス再循環系を接続すれば、ローラ式ミル自体は全て既設の石炭焚ボイラ6のものが使用できる。

【0053】

このため、例えば、上述の予備として休止する1台分のローラ式ミル5について、対応するバーナをバイオマスバーナ7に改造・置換え、集塵器11の後流から抽気した排ガス再循環系を接続すれば、バイオマス燃焼に対応したボイラシステムが構築できるので、既設の石炭焚ボイラ6への機器の追加・変更・改造とそれに伴う費用を最小限に留められる利点がある。

【0054】

他のバイオマス燃焼に対応したボイラシステムでは、燃料の発熱量を基準とした全燃料に占めるバイオマス燃料の比率で表される混焼率が例えば2~3%と低い。

これに対して、本発明では例えば、次のような場合を想定すれば、長期間のプラント運用全体では、混焼率を大幅に高められる。

【0055】

なお、便宜上、以下、石炭のみを粉碎するローラ式ミルを石炭専用ミル、バイオマスの供給手段と集塵器の後流から抽気した排ガス再循環系を接続したローラ式ミル5をバイオマス兼用ミル、微粉炭のみを燃焼させるバーナを石炭専用バーナとして（上述のバイオマスバーナは、そのまま）説明する。

【0056】

ボイラシステム全体で6台のローラ式ミルを備え、うち5台を石炭専用ミル、1台をバイオマス兼用ミルとする。6台ミルの場合、通常5台で100%負荷可能で設計される場合が多いので、ミル1台あたり石炭換算で20%の負荷を持つことができる。通常ミルは20%程度の余裕をもって設計するので実質 $20 \times 1.2 = 24\%$ までの余裕を持つ。

【0057】

バイオマス専用ミルでは、この余裕を持つ必要が無いこと、石炭と比較して1.5倍程度粉碎しにくうこと及び発熱量が石炭の0.7倍程度ということを勘案すると、 $24 / 1.5 \times 0.7 = 11.2\%$ の混焼率を得ることができる。

【0058】

また、予め混焼率が例えば、10%と設定されている場合やバイオマス燃料が不足した

10

20

30

40

50

場合には、バイオマス兼用ミルの運転期間中に、このミルで粉碎する燃料を石炭に切り替え、バイオマスバーナ7で石炭を燃焼させるという運用も可能となる。

したがって、長期間でみたプラント全体としてのCO<sub>2</sub>排出量の削減目標や機器の保守点検の要請、燃料の供給事情等に併せて、柔軟なプラント運用を図ることができるのである。

【産業上の利用可能性】

【0059】

本発明は、CO<sub>2</sub>排出削減策、粉碎動力低減を目指した低NO<sub>x</sub>かつ高効率な化石燃料燃焼ボイラで微粉炭と木質バイオマスを混焼できる実用的バーナとして産業上の利用可能性がある。

10

【符号の説明】

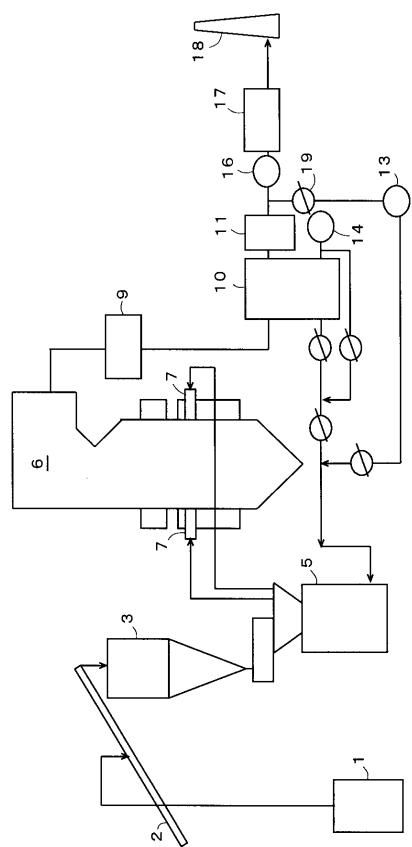
【0060】

1 サイロ	2 運炭コンベア
3 バンカ	5 ミル
6 火炉	7 バーナ
9 脱硝装置	10 空気余熱器
11 集塵器	13 排ガス再循環ファン
14 PAF (1次空気ファン)	
16 誘引ファン	17 脱硫装置
18 煙突	19 ダンパ
20 投入口	21 粉碎テーブル
22 粉碎ローラ	23 分級機
24 ダクト	25 圧力センサ
39 燃焼用空気	40 混合燃料流体
41 燃料ノズル	42 中心空気ノズル
43 空気噴出ノズル	44 ベンチュリ
45 内部濃縮器	46 追加空気ノズル
48 ベーン	51 ダンパ
52 油バーナ	61 サイロ
63 石炭バンカ	62 運炭コンベア

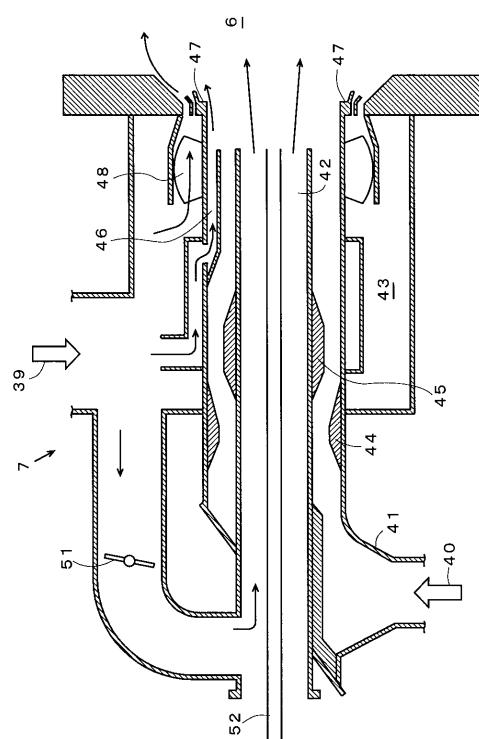
20

30

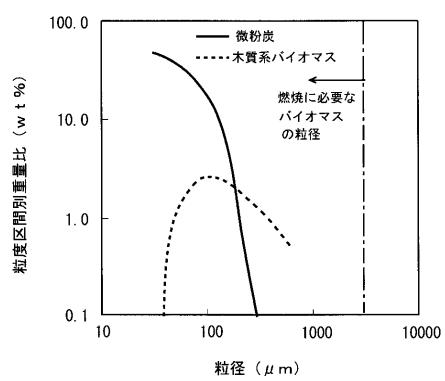
【図1】



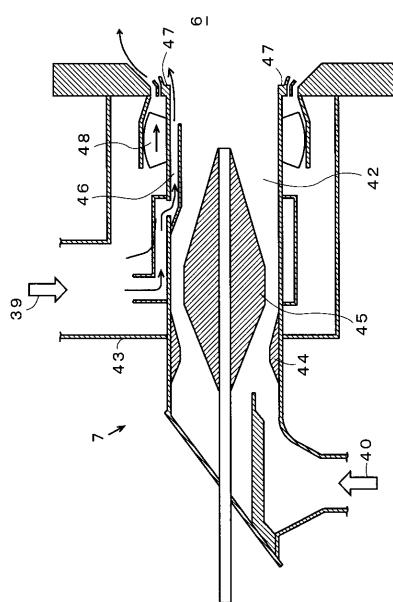
【 図 2 】



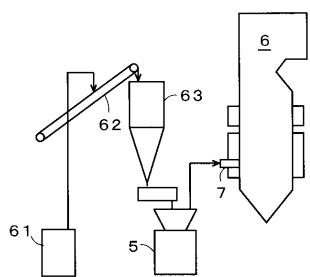
【図3】



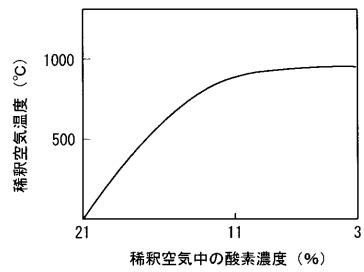
【 図 4 】



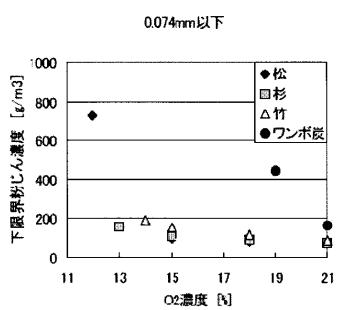
【図5】



【図6】

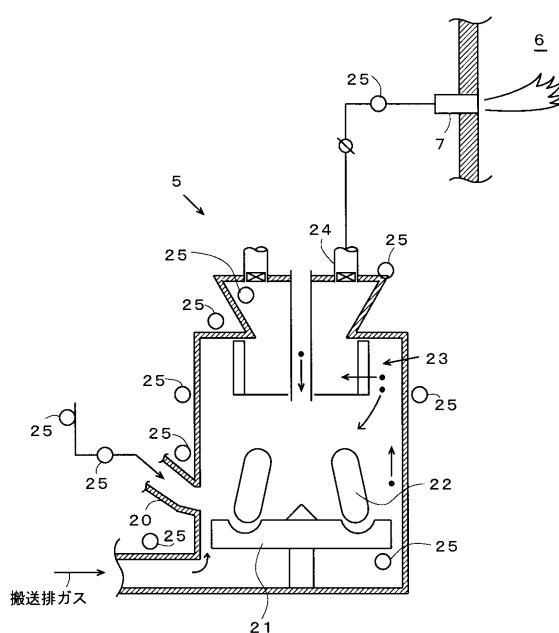


【図7】

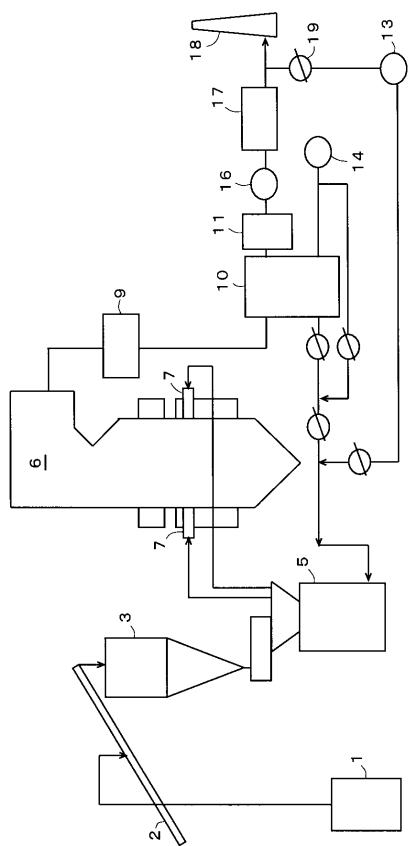


空気O<sub>2</sub>濃度と下限界粉じん濃度の関係  
(木質の粒度: 0.074mm 以下)

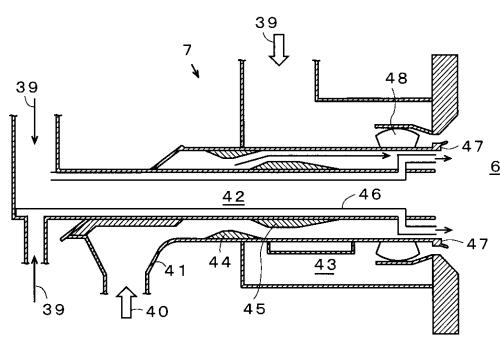
【図8】



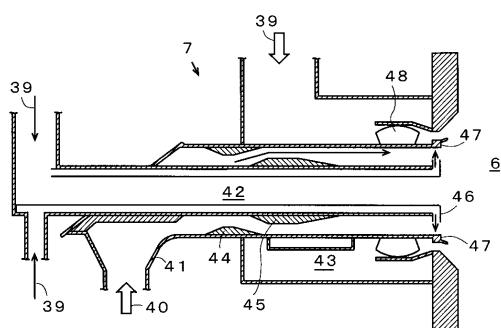
【図 9】



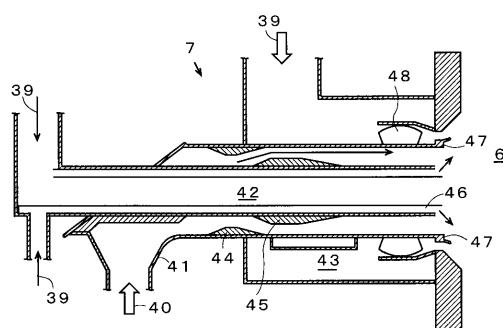
【図 10】



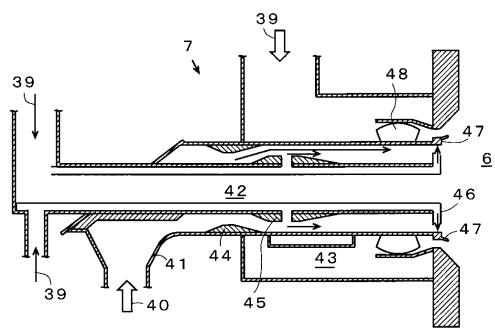
【図 11】



【図 12】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 石井 敬二

東京都千代田区外神田四丁目14番1号

バブコック日立株式会社内

F ターム(参考) 3K065 QB13 TB01 TB07 TC01 TD07

3K091 BB02 CC12 DD07