

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6514704号
(P6514704)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月19日(2019.4.19)

(51) Int.Cl.	F 1
F23C 6/04	(2006.01) F 23 C 6/04 303
F23C 9/08	(2006.01) F 23 C 9/08 502
F23L 7/00	(2006.01) F 23 L 7/00 B
F23L 15/00	(2006.01) F 23 L 15/00 Z
F23C 99/00	(2006.01) F 23 C 99/00 305

請求項の数 16 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-543384 (P2016-543384)
(86) (22) 出願日	平成26年9月16日 (2014.9.16)
(65) 公表番号	特表2016-531268 (P2016-531268A)
(43) 公表日	平成28年10月6日 (2016.10.6)
(86) 国際出願番号	PCT/EP2014/069738
(87) 国際公開番号	W02015/040034
(87) 国際公開日	平成27年3月26日 (2015.3.26)
審査請求日	平成29年9月14日 (2017.9.14)
(31) 優先権主張番号	14/030,442
(32) 優先日	平成25年9月18日 (2013.9.18)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	515322297 ゼネラル エレクトリック テクノロジー ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクト ル ハフツング General Electric Technology GmbH イスス国 バーデン ブラウン ボウェリ シュトラーセ 7 Brown Boveri Strasse 7, CH-5400 Baden, Switzerland
(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 智志
(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3つの燃焼ゾーンを有する酸素燃焼ボイラユニット及びその運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸素燃焼ボイラユニットであって、

燃料を燃焼させるとともに燃焼で得られる煙道ガスを放出するための炉であって、第1の燃焼ゾーン、第2の燃焼ゾーン及び第3の燃焼ゾーンを有し、第1の燃焼ゾーン、第2の燃焼ゾーン及び第3の燃焼ゾーンの各々が、燃料供給部から炉に供給される燃料の特定の部分を燃焼するように構成される炉と、

空気を受け入れて空気から酸素ガスを分離するための空気分離ユニットと、

分離された酸素ガスの第1の部分を煙道ガスの第1の流れと混合して15体積%～23体積%の第1の所定の酸素含有量を有する第1の酸化剤流を形成し、かつ分離された酸素ガスの第2の部分を煙道ガスの第2の流れと混合して15体積%～23体積%の第2の所定の酸素含有量を有する第2の酸化剤流を形成し、かつ分離された酸素ガスの第3の部分を燃料の燃焼用の炉の第1、第2及び第3の燃焼ゾーンに導くための1以上の導管であって、第1の酸化剤流を炉の第1の燃焼ゾーンに導き、第2の酸化剤流を炉の第1、第2及び第3の燃焼ゾーンに導く1以上の導管と、

分離された酸素ガスの第3の部分の第1の量を第1の燃焼ゾーンに送り、分離された酸素ガスの第3の部分の第2の量を第2の燃焼ゾーンに送り、かつ分離された酸素ガスの第3の部分の第3の量を第3の燃焼ゾーンに送ることによって、炉の燃焼ゾーンを化学量論的に制御するための制御器であって、第1の量、第2の量及び第3の量が、第1、第2及び第3の燃焼ゾーンでの燃料の燃焼のための所定の酸素の合計量と、第1及び第2の酸化剤

10

20

流内にあると決定された酸素の量との間の差に基づいて決定される、制御器とを備える酸素燃焼ボイラユニット。

【請求項 2】

制御器が、

各燃焼ゾーンに向かう第1の酸化剤流及び／又は第2の酸化剤流内に含まれる酸素含有量を、各燃焼ゾーン内の燃料を燃焼させるための所定の酸素含有量から差し引くことによって、第1、第2及び第3の燃焼ゾーンの各々に対する酸素要求量を生成し、酸素要求量に基づいて、酸素の第3の部分の第1の量、第2の量及び第3の量を第1、第2及び第3の燃焼ゾーンに供給するように構成される、請求項1記載のボイラユニット。

【請求項 3】

制御器が、

燃焼ゾーンの化学量論的制御によって分離された酸素ガスの第3の部分の分配を制御し、第1及び第2の酸化剤流が各々、第1及び第2の所定の酸素含有量を確実に有するように、分離された酸素ガスの第1及び第2の部分を制御し、炉から放出される煙道ガスが第3の所定の酸素含有量を有するように、分離された酸素ガスの第3の部分の第1、第2及び第3の量を決定するように構成される、請求項1または2に記載のボイラユニット。

【請求項 4】

第3の所定の含有量が、1体積%～10体積%である、請求項3記載のボイラユニット。

【請求項 5】

第1の酸化剤流の一部分及び第2の酸化剤流の一部分を、これらの流れが炉に送られる前に加熱するための加熱器を備える、請求項1乃至4のいずれかに記載のボイラユニット。

【請求項 6】

第1の酸化剤流の第2の部分が加熱器をバイパスし、加熱器の下流で第1の酸化剤流の第1の部分と合流するようにさせる導管を備える、請求項5記載のボイラユニット。

【請求項 7】

炉が、炉の第1の燃焼ゾーン内に配置された複数の離間したバーナを備え、バーナの各々が、第1の燃焼ゾーンに送られた第1の酸化剤流の各部分を受け取る、請求項1乃至6のいずれかに記載のボイラユニット。

【請求項 8】

炉から放出された煙道ガス流から汚染物質を除去する煙道ガス清浄機を備える、請求項1乃至7のいずれかに記載のボイラユニット。

【請求項 9】

炉から放出された煙道ガスを処理し、NOx成分を除去し、次いで煙道ガスを第1の煙道ガス流と第2の煙道ガス流に分けるための手段と、

第1及び第2の酸化剤流の酸素含有量の所定の量を決定するために、制御器にデータを提供するための1以上の測定装置であって、各々が導管に接続されている1以上の測定装置と

を備える、請求項1乃至8のいずれかに記載のボイラユニットであって、

1以上の導管が、空気分離ユニットから炉に延在する複数のダクト、及びダクトに接続された複数の弁を含み、制御器が、空気分離ユニットによって分離された酸素ガスの第1、第2及び第3の部分を第1の酸化剤流、第2の酸化剤流及び炉へ分配することを制御するために弁に通信可能に接続される、ボイラユニット。

【請求項 10】

燃料を燃焼させるために、第1の燃焼ゾーン、第2の燃焼ゾーン及び第3の燃焼ゾーンを有し、第1の燃焼ゾーン、第2の燃焼ゾーン及び第3の燃焼ゾーンの各々が、単一の燃料供給部から炉に供給される燃料の特定の部分を燃焼するように構成される炉に燃料を送り、

10

20

30

40

50

空気分離ユニットによって空気から酸素ガスを分離し、
 分離された酸素ガスの第1の部分を、炉から放出された第1の煙道ガス流と混合して、
 15体積%～23体積%の第1の所定の酸素含有量を有する第1の酸化剤流を形成し、
 分離された酸素ガスの第2の部分を、炉から放出された第2の煙道ガス流と混合して、
 15体積%～23体積%の第2の所定の酸素含有量を有する第2の酸化剤流を形成し、
 第1の酸化剤流を炉の第1の燃焼ゾーンに導き、
 第2の酸化剤流を炉の第1、第2及び第3の燃焼ゾーンに導き、
 分離された酸素ガスの第3の部分の第1の量が第1の燃焼ゾーンに送られ、分離された
 酸素ガスの第3の部分の第2の量が第2の燃焼ゾーンに送られ、かつ分離された酸素ガス
 の第3の部分の第3の量が第3の燃焼ゾーンに送られるように、分離された酸素ガスの第
 3の部分を、所定の燃焼ゾーンの化学量論に基づいて、第1、第2及び第3の燃焼ゾーン
 に分配し、
 分離された酸素ガスの第3の部分の第1、第2及び第3の量を、第1、第2及び第3の
 燃焼ゾーンでの燃料の燃焼のための所定の酸素の合計量と、第1及び第2の酸化剤流内に
 あると決定された酸素の量との間の差に基づいて決定する
 ことを含む酸素燃焼ボイラユニットを運転する方法。

【請求項11】

分離された酸素ガスの第1の量、第2の量及び第3の量を決定することが、
 炉に送られている燃料の量を決定し、
 各燃焼ゾーンに向かう第1酸化剤流、及び／又は第2の酸化剤流に含まれる酸素含有量
 を、各燃焼ゾーン内の燃料を燃焼させるための所定の酸素含有量から差し引くことによっ
 て、第1、第2及び第3の燃焼ゾーンの各々に対する酸素の要求量を生成し、
 酸素の第3の部分の第1、第2及び第3の量を、酸素の要求量に基づいて、第1、第2
 及び第3の燃焼ゾーンに供給する
 ことを含む、請求項10記載の方法。

【請求項12】

燃焼ゾーンの化学量論的制御によって分離された酸素ガスの第3の部分の分配を制御し
 、
 第1及び第2の酸化剤流が各々、第1及び第2の所定の酸素含有量を確実に有するよう
 に、分離された酸素ガスの第1及び第2の部分を制御し、
 炉から放出される煙道ガスが第3の所定の酸素含有量を有するように、分離された酸素
 ガスの第3の部分の第1、第2及び第3の量を決定する
 ことを含む請求項10または11に記載の方法。

【請求項13】

第3の所定の酸素含有量が、1体積%～10体積%である、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

第1及び第2の酸化剤流の第1の部分が炉に送られる前に、第1の部分を加熱すること
 を含む請求項12記載の方法。

【請求項15】

第1の酸化剤流の第2の部分が加熱器をバイパスし、
 第1の酸化剤流の第1の部分が加熱された後、第1の酸化剤流の第1及び第2の部分を
 合流させて单一の流れにする
 ことを含む請求項14記載の方法。

【請求項16】

炉から放出された煙道ガス流から汚染物質を除去し、
 炉から放出された煙道ガスの酸素含有量、第1の酸化剤流の酸素含有量、及び第2の酸
 化剤流の酸素含有量を監視する
 ことを含む請求項10乃至15のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】**【0001】**

本開示は、酸素燃焼ボイラユニット、かかる1以上のボイラユニットを使用するエネルギー生産システム、及びその運転方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

エネルギー生産システム用のボイラユニットは、石炭燃焼発電プラントなどに使用されてきた。このようなボイラユニットは空気を使用し、空気を炉に送って石炭を燃焼させて、続いて発電用に使用される蒸気を発生させる。発電に使用されるボイラユニット、及びこのようなシステムの他の構成部品については、例えば、米国特許出願公開第2012/0052450号、第2012/0145052号、第2010/0236500号、及び第2009/0133611号、並びに米国特許第7,954,458号、及び第6,505,567号に記載されている。

10

【0003】

酸素燃焼は、化石燃料（例えば、石炭など）燃焼発電プラントにおける二酸化炭素の回収及び隔離のために、燃焼空気を、酸素と再循環させた煙道ガスとの混合気に置き換えて、使用（例えば、石油増進回収）及び／又は隔離のためにより容易に処理することができる二酸化炭素の含有量の多い煙道ガス流を生成するように開発されたものである。米国特許出願公開第2012/0145052号には、いくつかの酸素燃焼システムが、空気分離ユニット、ボイラ、汚染制御システム、及び煙道ガスを再循環させるためのガス処理ユニットを含むことができる事が開示されている。燃焼からの熱とボイラの煙道ガスの残留熱を使用して、過熱蒸気を生成し、蒸気タービン発電機を駆動して発電することができる。次いで、煙道ガスは特定の汚染物質（例えば、NO_x、SO_xなど）を除去するように処理され、次いで、処理された煙道ガスの一部はボイラに再循環されて燃焼を行うことができる。米国特許出願公開第2012/0134042号に開示されているように、酸素は、ボイラで燃焼させる燃料の量に基づいて、再循環した煙道ガスに加えられる。酸素は煙道ガスに加えられて単一の酸化剤流を形成し、次いで、この単一の酸化剤流はボイラに送られる。このようなシステムは、非効率でシステムが劣化しやすい。

20

【先行技術文献】**【特許文献】**

30

【0004】**【特許文献1】国際公開第2012/068293号****【発明の概要】****【0005】**

酸素燃焼ボイラユニットは、燃料を燃焼させるとともに燃焼で得られる煙道ガスを放出するための炉を含むことができる。炉は、第1の燃焼ゾーン、第2の燃焼ゾーン及び第3の燃焼ゾーンを有することができる。ボイラユニットは、空気を受け入れるとともに空気から酸素ガスを分離するための空気分離ユニットも備えることができる。ボイラユニットは、分離された酸素ガスの第1の部分を煙道ガスの第1の流れと混合して第1の所定の酸素含有量を有する第1の酸化剤流を形成し、かつ分離された酸素ガスの第2の部分を煙道ガスの第2の流れと混合して第2の所定の酸素含有量を有する第2の酸化剤流を形成し、かつ分離された酸素ガスの第3の部分を燃料の燃焼用の炉の第1、第2及び第3の燃焼ゾーンに導くための1以上の導管であって、第1の酸化剤流を炉の第1の燃焼ゾーンに導き、第2の酸化剤流を炉の第1、第2及び第3の燃焼ゾーンに導く1以上の導管も備えることができる。ボイラユニットは、分離された酸素ガスの第3の部分の第1の量を第1の燃焼ゾーンに送り、分離された酸素ガスの第3の部分の第2の量を第2の燃焼ゾーンに送り、かつ分離された酸素ガスの第3の部分の第3の量を第3の燃焼ゾーンに送ることによって炉の燃焼ゾーンを化学量論的に制御するための制御器も備えることができる。第1の量、第2の量及び第3の量は、第1、第2及び第3の燃焼ゾーンでの燃料の燃焼のための所定の酸素の合計量と、第1及び第2の酸化剤流内にあると決定された酸素の量との間の差

40

50

に基づいて決定することができる。

【0006】

燃料を燃焼させるために、第1の燃焼ゾーン、第2の燃焼ゾーン及び第3の燃焼ゾーンを有する炉に燃料を送る段階、空気分離ユニットによって空気から酸素ガスを分離する段階、分離された酸素ガスの第1の部分を、炉から放出された第1の煙道ガス流と混合して、第1の酸化剤流を形成する段階、分離された酸素ガスの第2の部分を、炉から放出された第2の煙道ガス流と混合して、第2の酸化剤流を形成する段階、第1の酸化剤流を炉の第1の燃焼ゾーンに導く段階、第2の酸化剤流を炉の第1、第2及び第3の領域に導く段階、分離された酸素ガスの第3の部分の第1の量が第1の領域に送られ、分離された酸素ガスの第3の部分の第2の量が第2の領域に送られ、かつ分離された酸素ガスの第3の部分の第3の量が第3の領域に送られるように、分離された酸素ガスの第3の部分を、所定の燃焼ゾーンの化学量論に基づいて、第1、第2及び第3の燃焼ゾーンに分配する段階、並びに、分離された酸素ガスの第3の部分の第1、第2及び第3の量を、第1、第2及び第3の燃焼ゾーンでの燃料の燃焼のための所定の酸素の合計量と、第1及び第2の酸化剤流内にあると決定された酸素の量との間の差に基づいて決定する段階を、酸素燃焼ボイラユニットを運転する方法は少なくとも含むことができる。10

【0007】

酸素燃焼ボイラユニットの運転を制御するための制御器もまた提供される。第1の燃焼ゾーン、第2の燃焼ゾーン、第3の燃焼ゾーンの各々で燃焼させるために炉に送られる燃料の流量を設定し、分離された酸素ガスの第1の部分を、炉から放出された第1の煙道ガス流と混合して、炉の第1の燃焼ゾーンに導かれる第1の酸化剤流を形成し、分離された酸素ガスの第2の部分を、炉から放出された第2の煙道ガス流と混合して、炉の第1、第2及び第3の燃焼ゾーンに導かれる第2の酸化剤流を形成し、分離された酸素ガスの第3の部分の第1の量が第1の領域に送られ、分離された酸素ガスの第3の部分の第2の量が第2の領域に送られ、かつ分離された酸素ガスの第3の部分の第3の量が第3の領域に送られるように、分離された酸素ガスの第3の部分を、所定の燃焼ゾーンの化学量論に基づいて、第1、第2及び第3の燃焼ゾーンに分配し、分離された酸素ガスの第3の部分の第1、第2及び第3の量を、第1、第2及び第3の燃焼ゾーンでの燃料の燃焼のための所定の酸素の合計量と、第1及び第2の酸化剤流内にあると決定された酸素の量との間の差に基づいて決定することを、制御器のプロセッサによって実行されたとき制御器に行わせる、非一時的メモリに記憶されたプログラムを、制御器は含むことができる。いくつかの実施形態では、制御器は、ボイラユニットに送られる流体が通る導管の弁、及び他の要素との通信、導管内の、又は導管と連通している、空気分離ユニットによって分離された酸素を貯蔵することができる空気分離ユニットの貯蔵タンクとの通信、並びに、空気分離ユニットとの通信によって、分離された酸素ガスの様々な部分を混合したり、分離された酸素ガスの第3の部分を分配させたりするように構成することができることを理解されたい。20

【0008】

ボイラユニットの例示的な実施形態、及び関連する例示的な方法を添付の図面に示す。図面に使用されている類似の参照符号は、類似の構成部品とみなすことができることを理解されたい。30

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】燃料を酸素燃焼するための酸素燃焼ボイラユニットの例示的な実施形態のプロック図である。

【図2】ボイラユニットを運転するための例示的な方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本明細書に開示された新規性の実施形態の他の詳細、目的、及び利点は、例示的な実施形態、及び関連する例示的な方法の以下の説明から明らかになるであろう。

【0011】

50

20

30

40

50

出願人は、酸素を混合して单一の酸化剤流を形成し、続いて、この单一の酸化剤をボイラに送ることが、システムの効率、及び劣化に影響を与えるかを見出した。例えば、单一の酸化剤流を使って酸素をボイラに送ると、酸素が非効率に使用され、燃料の燃焼が不安定になりかねない。さらに、单一の酸化剤流を使用すると、酸化剤流内の酸素の濃度を、酸化剤流をボイラ、又は加熱器まで通す導管などの構成部品の材料の腐食の原因になりかねない高い濃度にするように望む場合には、このような構成部品に損傷を生じさせる、又はより高価な材料を必要とする場合がある。本明細書に開示するような、酸素燃焼をベースにしたシステムのための例示的なボイラ設計、及びボイラを運転する方法は、上述の課題に対処することができる。

【0012】

10

図1は、1以上のボイラユニットを含むことができる発電システムの一部分としての例示的な酸素燃焼ボイラユニットを示す。このようなシステムのうちの1つのボイラユニットでは、複数の燃焼ゾーン、例えば、第1の領域100a、第2の領域100b、及び第3の領域100cを炉の燃焼室内に有する炉100を含むことができる。領域100a、100b、及び100cの各々は、燃料供給部103から炉に供給される燃料の特定の部分を燃焼するように構成することができる。このような燃料の一例としては、石炭又は別のタイプの化石燃料とすることができます。石炭を使用する実施形態では、石炭は、炉100に送られる前に粉碎することができる。

【0013】

20

第2の領域100bは、第1の領域100aと第3の領域100cとの間に配置される。第1の領域100aは、炉に送られる燃料を受け入れるよう配置することができ、第3の領域100cは、炉の出口の最も近くに配置することができる。炉の第1の領域100a内にはバーナを1つだけとすることができます、或いは、炉の第1の領域100a内には、炉の第1、第2及び第3の領域内の燃料を燃焼させるために間隔を置いて配置された、複数の離間したバーナを配置することができます。いくつかの実施例では、4つのバーナ、8つのバーナ、或いは、それより多い、又は少ないバーナとすることができます、これらのバーナは炉の燃焼室の内周の周りに間隔を置いて配置される。相互に間隔を置いて配置されることに加えて、バーナのうちのいくつかは、他のバーナの位置よりも高い位置に配置されて、燃焼室内を容易に所望の加熱プロファイルにすることに役立つ。

【0014】

30

導管部分は、炉に連通可能に接続されて、炉に様々な流れを供給して燃料の燃焼を促進することができる。このような導管部分は、調節可能に制御される、導管の複数の弁、又は他の制御要素を含んで、炉の異なる領域に送られる様々な流れの量を変えることができる。図1に示す矢印から理解できるように、ボイラユニットの様々な流れは炉から放出されると、導管部分を通過し、続いて処理され、かつ使用されるが、これらの導管部分は、流れを混合し、炉に戻すための部分を含む。

【0015】

燃料の燃焼からの生成物（例えば、ガス状のCO₂、CO、H₂Oなど）を含む煙道ガス111は、炉の出口から放出することができる。炉から放出された煙道ガス111は、タービン（図示せず）によって発電するために使用される熱を有することができる。この後、煙道ガス111から、煙道ガス111のNO_xやSO_xの成分などの汚染物質、又は他の望ましくない成分を吸収、吸着、又はその他の方法で除去するために使用されるスクラバ要素、又は他の装置などの煙道ガス清浄機104に煙道ガスを送ることができる。

40

【0016】

導管部分は、炉から煙道ガス清浄機104に延在して、煙道ガス111を移送して処理することができる。次いで、煙道ガス111は、第1の煙道ガス流112、及び第2の煙道ガス流113など、2以上の流れに分けることができる。煙道ガス111が煙道ガス清浄機104で処理された後、続いて、煙道ガス清浄機104と加熱器105との間に配置され、煙道ガス清浄機104と連通して煙道ガスを移送して煙道ガスを異なる流れに分ける、導管、容器、弁、或いは煙道ガス清浄機104の上流、又は/及び下流に配置された

50

導管の他の部分で煙道ガス 111 を分けることができる。導管の弁、又は他の制御要素は、この導管部分内に配置されて、異なる流れに分けるべき煙道ガスの量を容易に調節可能に制御することができる。

【0017】

ファン又はポンプは、導管と連通して、煙道ガスを所望の流量で動かすことができる。第1及び第2の煙道ガス流の流量は、導管に通信可能に接続されて煙道ガス流の流量を制御する制御器 126 によって決定することができる。

【0018】

制御器 126 は、ユニット負荷要求に基づいた制御関数曲線から第1及び第2の煙道ガス流 112 及び 113 の流量を決定して、煙道ガスに対する全部の要求量を特定することができる。次いで、第1の煙道ガス流 112 は、炉に送られている燃料の流量に基づいて決定することができ、第2の煙道ガス流 113 は、全部の煙道ガス流の要求量から第1の煙道ガス流を差し引くことに基づいて決定することができる。制御器 126 は、燃料流量検出器、又は他の測定ユニット、或いは、炉への燃料の送出を制御又は監視する装置と通信することによって、追加する燃料の流量、又は炉に送られる燃料の量を設定することができる。制御器 126 はまた、測定装置、又は炉への燃料の送出を制御又は監視する装置から制御器 126 が受け取ったデータに基づいて、炉に送られる燃料の量を決定することによって、炉に送られる燃料の流量を設定することもできる。

10

【0019】

炉から放出される煙道ガス 111 の酸素含有量は、1以上の測定装置、又は他のタイプの測定ユニットによって監視することができる。例えば、測定装置は、酸素検出器、或いは、煙道ガスの流れの中の酸素の含有量を決定するために使用可能なデータを収集する他のタイプの流量検出器、又はセンサとすることができます。各測定装置は、炉から放出された煙道ガス 111 が通過する導管内に配置することができ、他の測定装置は、煙道ガス清浄機の下流の導管に配置されて、第1及び第2の煙道ガス流 112 及び 113 の酸素含有量を監視することができる。

20

【0020】

続いて、空気から分離された酸素ガスが、第1及び第2の煙道ガス流 112、113 に送られて、煙道ガス、及び煙道ガスと混合した分離された酸素ガスをそれぞれ含む第1及び第2の酸化剤流 115、117 を形成する。酸素ガスは、第1及び第2の煙道ガス流 112、113 に送られて、煙道ガス流と混合して、第1及び第2の酸化剤流 115、117 を形成するが、この酸素ガスは、第1及び第2の酸化剤流 115、117 の酸素含有量レベルを制御するように決定される流量で送ることができる。例えば、第1及び第2の酸化剤流 115、117 は各々、酸化剤流の酸素含有量が、酸化剤流中の物質の酸素 15 体積% ~ 23 体積% に留まるように形成することができる。

30

【0021】

例示的な実施形態では、第1及び第2の酸化剤流中の酸素含有量の所望の設定値が、第1及び第2の酸化剤流 115、117 中の物質の 21 体積% であるように、第1及び第2の煙道ガス流に酸素を送ることができる。酸化剤流の酸素含有量を約 21 体積% に維持すること（例えば、酸素含有量を 21 ± 1 ~ 3 体積% に維持すること）は、空気中の酸素の濃度よりかなり高いレベルにある酸素から生じ得る、腐食及び他の保守の問題を少なくすることを助けることができる。

40

【0022】

炉から放出された煙道ガス 111 の酸素含有量、並びに第1及び第2の煙道ガス流 112、113 の酸素含有量を監視して、第1及び第2の煙道ガス流 112、113 のそれぞれに送って、第1及び第2の酸化剤流 115、117 を形成するためにこれらの煙道ガス流と混合する必要のある酸素の量を決定することができる。続いて、第1及び第2の煙道ガス流 112 及び 113 に加えられて、第1及び第2の酸化剤流 115、117 を形成する酸素は、形成された第1及び第2の酸化剤流 115、117 のそれぞれに対して、全部の酸素体積含有量が、所望の酸素含有量の範囲内、例えば、酸素 15 ~ 23 体積% になる

50

のに十分な量とすることができます。

【0023】

容易に利用できるセンサ、検出器、又は他の測定装置は、このような流れが通過する導管部分に接続され、流量、流れの中の酸素含有量、或いは、酸素含有量を直接測定する、又はこれらの流れの中の酸素含有量の測定値を決定することを可能にする他の変数を測定することができる。測定装置は、容器、パイプ、ダクト、弁、又は他の導管要素など、このような流れが通過する導管に接続することができる。

【0024】

例示的な実施形態では、このような測定装置は制御器126に通信可能に接続することができ、測定データを制御器126に通信することができる。制御器126は、このデータを処理して、様々な流れの中の酸素含有量を決定して、これらの流れの中の酸素含有量を監視することができ、かつボイラユニットの様々な運転パラメータを調節して、煙道ガス流、酸化剤流、又は他の流れの中の所望の酸素含有量などの様々な運転基準に合致するように流れを調節することができる。10

【0025】

他の実施形態では、制御器126は測定データによってこのような酸素含有量を特定することができ、続いて、制御器126は、必要に応じて、ボイラユニットを調節して、ボイラユニットの様々な運転を調節して、これらの流れの中の酸素含有量に対する所望の設定点に合致するように様々な流れの中の酸素含有量を調節することができる。制御器126はまた、このような酸素含有量の情報を使用して、炉の様々な領域に送られている酸素の合計量、及び炉内での燃料の特定の燃焼量を確実にするために、あとどのくらい酸素の量を炉の領域に送ることが必要かを決定することができる。例示的な実施形態では、特定の燃焼量は燃料の完全燃焼であり、その結果、燃料が確実に完全に燃焼するように炉に送るのに必要な十分な酸素が決定される。20

【0026】

第1及び第2の煙道ガス流112、113に送られる酸素ガスは、空気分離ユニット106によって、空気から抽出、又は空気から分離することができる。空気分離ユニット106は、酸素を窒素及び空気の他の成分から分離するように、酸素を空気から抽出又は分離するために構成された装置である。導管部分は空気分離ユニット106から延在して、分離された酸素ガス流118が、他の煙道（例えば、煙道ガス流など）と混合するために、炉100又は導管の他の部分などのボイラユニットの様々な要素に流れる通路を画定することができる。ポンプ又はファンは、導管に連通して、このような分離された酸素ガスの流量も同様に制御することができる。30

【0027】

続いて、空気分離ユニット106によって生成された分離された酸素ガス流118は、第1及び第2煙道ガス流112、113に送ることができる。例えば、このように分離された酸素ガスの第1の部分119は、第1の煙道ガス流112に送られて、第1の煙道ガス流112と混合して、第1の酸化剤流115が所望の酸素含有量の範囲内にある第1の所定の酸素含有量になるように、第1の酸化剤流115を形成することができる。空気分離ユニット106によって分離された酸素ガスの第2の部分120は、第2の煙道ガス流113に送られて、第2の煙道ガス流113と混合して、第2の酸化剤流117が所望の酸素含有量の範囲内にある第2の所定の酸素含有量になるように、第2の酸化剤流117を形成することができる。空気分離ユニットから第1及び第2の煙道ガス流112、113に延在して、分離された酸素ガスの移送、及び酸素ガスの第1及び第2の煙道ガス流112、113との混合を容易にする導管部分は、流れを移送して混合しるために、流れが空気分離ユニット106から第1及び第2の煙道ガス流112及び113まで通ることができるように、パイプ又は他のダクト、弁、及び容器を含むことは、当業者であれば理解するであろう。弁は、第1及び第2の煙道ガス流と混合される酸素ガスの分配を調節可能に制御するように、制御器126、又は他の制御要素によって調節することができる。40

【0028】

第1及び第2の酸化剤流115、117は、第1及び第2の酸化剤流が加熱器105に送られる前に、形成することができる。加熱器105は、第1及び第2の酸化剤流115、117の各々の少なくとも一部分を加熱することができる。例示的な実施形態では、加熱器105は、第1及び第2の酸化剤流115、117の各々の全体を加熱することができる。他の実施形態では、加熱器は、各流れの一部分を加熱するのみで、各流れの別の部分は加熱器105をバイパスすることができる。例えば、第1の酸化剤流115の特定の部分は加熱器をバイパスすることができ、その後、第1の酸化剤流が炉100に送られる前に所望の温度になるように、加熱器を通過した第1の酸化剤流の一部分と再混合することができる。加熱器105をバイパスすることができる第1の酸化剤流115の割合は運転中に変えることができ、それは、炉に送られる燃料の量、炉の所望の運転温度、及び炉内に送ろうとする第1の酸化剤流115の温度、並びに他の設計上の理由に依存する。すべて相互に接続され、相互に連通しているパイプ、ダクト、容器、及び弁を含む導管部分は、第1及び第2の酸化剤流115及び117が加熱器105を通過して流れる通路、及び第1の酸化剤流115の一部分が加熱器105をバイパスすることができる通路を画定することができる。10

【0029】

その後は、第1の酸化剤流115は、炉100の第1の領域100aのみに送ることができ、第2の酸化剤流117は、各領域での燃料の安定燃焼の所望の量に対する、各領域への酸素の所望の量を供給するように量を変えて、炉の第1の領域100a、第2の領域100b、及び第3の領域100cに送ることができる。第1及び第2の酸化剤流115及び117が通過する導管は、相互に接続して、相互に連通しているパイプ、ダクト、容器、及び弁を含んで、第1及び第2の酸化剤流115及び117を炉100の領域に移送することができる。制御器126は、導管の弁、又は他の要素と通信して、第2の酸化剤流117の炉の様々な領域への分配を制御するために、弁、又は他の要素の調節を制御することができる。20

【0030】

酸素ガスの第3の部分121は、空気分離ユニット106から供給され、第1の領域100a、第2の領域100b、及び/又は第3の領域100cに送られて、第1及び第2の酸化剤流115、117によって供給される酸素を補って、炉に送られるすべての燃料を効率的に安定して燃焼させるのに十分な炉に送られる酸素が確実にあるようにすることができます。例えば、分離された酸素ガスの第3の部分の第1の量を第1の領域100aに送ることができ、酸素ガスの第3の部分の第2の量を第2の領域100bに送ることができ、かつ酸素ガスの第3の部分の第3の量を第3の領域100cに送ることができる。酸素ガスの第3の部分121の第1、第2及び第3の量は、空気分離ユニット106で発生した分離された酸素ガス流118から分配される酸素ガスの第3の部分121内の酸素ガスの合計量とすることができる。酸素ガスの第3の部分121を、空気分離ユニット106から導管の一部分を経て移送することができ、この導管の一部分は、酸素ガスが流れることができる1以上のダクト又はパイプ、このようなパイプ又はダクトと連通する容器、並びに、このような要素に接続された弁より構成することができ、炉100の第1、第2及び第3の領域100a、100b、及び100cに送られる酸素ガスの第3の部分の分配を調節するように作動することができる。3040

【0031】

制御器126は、空気分離ユニット106と、煙道ガス、分離された酸素ガス、及び酸化剤流の様々な流れが通過する導管と、炉から放出された煙道ガス流111、第1及び第2の煙道ガス流112、113、並びに、第1及び第2の酸化剤流115、117の流量、及び酸素含有量を監視することができるセンサ、検出器、又は他の測定装置と、流れの流量を制御することを助けるように導管と連通しているポンプ又はファンとに通信可能に結び付けることができる。制御器126は、炉内での燃料の安定した火炎、又は安定した燃焼を維持しながら、燃料を完全燃焼させるように、酸素ガスの第3の部分121を炉の50

第1、第2及び第3の領域100a、100b、及び100cに分配すべき方法を決定するように構成することができる。

【0032】

制御器126は、ハードウェア及び/又はソフトウェア構成要素で形成された、特別にプログラムされた1以上のプロセッサを有するコンピュータ装置とすることができる、このプロセッサは、炉100に送られる酸素の制御に対して化学量論的な制御を規定する1以上のプログラムを記憶した非一時的メモリに通信可能に接続される。プロセッサは、例えば、Intel(登録商標)プロセッサi3-4158U、又は任意の他のプロセッサとすることができる。

【0033】

制御器126はまた、様々なセンサ、検出器、様々な流れが通過する導管を制御する弁、及びボイラユニットの他の要素に通信可能に接続するための1以上のトランシーバユニットを含んで、酸素を炉に送る方法を制御することができる。トランシーバは、ボイラユニットの各要素に有線通信接続、無線通信接続、又は有線通信接続と無線通信接続との組合せが可能となるように、制御器126のプロセッサに接続することができる。

【0034】

制御器126とボイラユニットのこのような要素との間に形成することができる様々な通信接続が、図1に破線で示されている。例えば、制御器126は、酸化剤、煙道ガス、又は分離された酸素ガス流が流れる導管、炉、燃料を炉に送る導管(例えば、様々な流れの流量を制御する弁)、或いはボイラユニットの他の要素に接続された測定装置に接続することができる。いくつかの実施形態では、制御器は、例えば、プログラマブルロジック制御器、分散制御システム('DCS': distributed control system)、ワークステーション、サーバ、又は他のコンピュータ装置とすることができます。

【0035】

炉内の各燃焼ゾーン(例えば、第1の領域100a、第2の領域100b、第3の領域100c)に対する酸素の要求量に合致するように、空気分離ユニット106によって分離された酸素ガスのうちの酸素ガスの第3の部分121からの酸素の第1、第2及び第3の量が化学量論的な燃焼制御のプロセスに基づいて分配されるように、制御器126を構成することができる。例示的な実施形態では、発電に対する特定の要求レベルに合致するように炉100に送られる燃料の量を決定し、また、第1の領域100a内の燃料の量の第1の部分を燃焼させるための酸素の第1の量を決定するように、制御器126を構成することができる。炉に送られている燃料の流量を考慮し、その流量を炉の運転パラメータと関係づけて、その燃料、又は第1の領域100a内の燃料の少なくとも第1の部分を完全に燃焼させるように、炉に送られる酸素の必要量を特定する制御関数曲線に基づいてこのような決定を行うことができる。この第1の部分は、炉に送られる燃料の合計量のうちの比較的多くの量とすることができます、例えば、燃料の50%を超える、燃料の72%以上、燃料の82%以上、又は燃料の85%より多い。制御器はまた、第1の領域100aに送られている第1の酸化剤流115内の酸素の量、及び第1の領域に送られる第2の酸化剤流117の酸素の量を決定することができる。次いで、第1の領域100aに送られる第1及び第2の酸化剤流115、117内の酸素の量は、炉に送られる燃料の第1の部分を燃焼させるのに必要な酸素の第1の量から差し引かれて、第1の領域内の燃料の第1の部分を安定して完全に燃焼させるために、第1の領域に分配される酸素ガスの第3の部分121の第1の量による、酸素に対する第1の要求量を特定する。次いで、酸素ガスの第3の部分121の第1の量は、第1の領域100aに対して決定された酸素のこの第1の要求量に合致するのに必要な酸素の量とすることができます。

【0036】

制御器126はまた、第2の領域100b内の燃料の量の第2の部分を燃焼させるために、酸素の第2の量を決定することができる。制御関数曲線とともに、炉の第2の領域に送られている測定された全部の酸素流に基づいてこのような決定もまた行うことができる

10

20

30

40

50

。第2の部分は、第1の部分より少なくすることができる。例えば、燃料の第2の部分は、燃料の50%未満であり、燃料の25%に、燃料の18%に、燃料の10%に、又は燃料の10%未満とすることができます。制御器126はまた、第2の酸化剤流117によって第2の領域100bに送られる酸素の量を決定して、その酸素の量を、第2の領域100b内の燃料の第2の部分を燃焼させるのに必要と決定された酸素の第2の量から差し引いて、第2の領域100b内の燃料の第2の部分を安定して燃焼させるための、第2の領域に対する酸素の第2の要求量を決定することができる。次いで、酸素ガスの第3の部分121の第2の量は、第2の領域100bに対して決定された酸素のこの第2の要求量に合致するのに必要な酸素の量とすることができます。

【0037】

10

第3の領域100c内の燃料の量の第3の部分を燃焼させるための酸素の第3の量もまた、制御器126によって決定することができる。炉の運転パラメータ、炉に送られる燃料の流量、及び第2の酸化剤流117によって第3の領域に送られている酸素に基づく制御関数曲線に基づいてこのような決定を行うことができる。第3の部分は、第2の部分より少なく、また第1の部分より少なくすることができます。第3の部分は、例えば、炉に送られる燃料の25%未満、20%、15%、10%、5%、又は5%未満にすることができる。第2の酸化剤流117によって第3の領域100cに送られる酸素の量もまた決定され、次いで、燃料の第3の部分を燃焼させるのに必要な酸素の第3の量から差し引かれて、第3の領域内の燃料の第3の部分を安定して燃焼させるための、第3の領域に対する酸素の第3の要求量を決定することができる。次いで、酸素ガスの第3の部分121の第3の量は、第3の領域100cに対して決定された酸素のこの第3の要求量に合致するのに必要な酸素の量とすることができます。

20

【0038】

空気分離ユニット106によって空気から分離された酸素ガスのうちの酸素ガスの第3の部分内の酸素の合計量は、第1、第2及び第3の領域100a、100b、及び100cの第1、第2及び第3の要求量に合致するように決定又は所定の酸素の第1、第2及び第3の量の合計であることを理解されたい。分離された酸素ガスの第1及び第2の部分は、第1及び第2の煙道ガス流112、113に送られる酸素の量に基づいて指定され、第1及び第2の酸化剤流115、117が所望の酸素含有量の範囲（例えば約21体積%、又は18~23体積%の所定の酸素含有量）内になるのに十分な酸素含有量を確実に有することができる。これらの知られた酸素の量に基づいて、空気分離ユニット106からの酸素の全部の出力量は指定することができ、その結果、制御器は空気分離ユニットと通信して、炉の酸素の要求量に合致するように、酸素ガスの分離及び出力を制御することができる。

30

【0039】

いくつかの実施形態では、制御器126は、酸素ガスの第1及び第2の部分119、120を、第1及び第2の酸化剤流115及び117を所望の所定の酸素含有量分に保つよう望まれた酸素の量にすることに基づいた、第1及び第2の酸化剤流に対する酸素の要求量のみに合致するように構成することができる。次いで、空気分離ユニットによって分離される酸素ガスの第3の部分121内の酸素の量は、制御器によって処理される燃焼ゾーンの化学量論的な制御に基づいてのみ決定することができる。

40

【0040】

炉内の火炎が、特定の領域で高温になり過ぎず、炉内の他の領域で低温になり過ぎないように、燃料を確実に各領域で安定して燃焼させるために、所定の余剰の酸素の量を炉に供給することができ、これは、炉の各燃焼ゾーンに必要な酸素の要求量を決定する要因とすることができる。炉の各領域内の燃料を確実に安定して燃焼させるのに十分な酸素が確実に炉内にあるようにするためには、例えば、1~10%の所定の酸素の余剰含有量が望まれる。この酸素の余剰量を確実に炉に、及び必要に応じて炉の各領域に送るために、この追加の1~10%の酸素の必要量を、上記の計算に組み込むことができる。炉から放出された煙道ガス111を監視して、燃料が安定して燃焼するために十分な余剰酸素が炉内

50

に確実に存在するように、放出された煙道ガスの酸素含有量が、確実に1～10体積%の酸素含有量範囲内にある、又は煙道ガス中の物質の2体積%又は3体積%又は5体積%の酸素含有量の設定点で維持されていることに基づいて、この余剰量に対して制御することができる。このような酸素の余剰レベルを維持するために、燃料の合計量を燃焼させるために必要な、炉のすべての燃焼ゾーンに対する酸素の合計量に、1.01、1.02、1.03、又は1.05を掛けて、燃焼のために分配される酸素ガスの第3の部分121内の酸素に対する要求量を決定することができる。

【0041】

ボイラユニットの実施形態は、上記の要素に加えて他の要素を有することができ、又はこのような実施形態に対する変更を有することができることを理解されたい。例えば、煙道ガス、酸素、又は酸化剤の流量を調節して、炉の燃焼の要求量に合致するように所望の流量に調節するように、制御器によって弁を制御することができる。弁はまた、制御器126によって作動されて、全開に、全閉に、或いは調整可能に部分的に開ける、又は部分的に閉じて、燃料を燃焼させるために炉に送られる流量及び酸素含有量を制御することができる。煙道ガス、酸化剤流、及び酸素が通ることができる様々なタイプの通路を画定して、流れが通過しなければならない任意の数の様々な弁及び容器を含むように構成された、任意の数の様々な導管部分があり得る。このような導管に連通し、このような流れの流量を調節するために制御器が通信することができる任意の数のポンプ又はファンもまたあり得る。本明細書で論じたいずれの流れの所定の酸素含有量も、本明細書で例として明記した数字、又は範囲と異なることがあることもまた理解されたい。例えば、酸化剤流は、18%より少ない酸素含有量など、様々な酸素含有量で維持することができ、又は様々な所定の酸素含有量内で制御することができることが企図されている。10

【0042】

空気分離ユニットは空気から酸素のみを完全に分離することができないことがあるので、空気分離ユニット106によって空気から分離された酸素ガスはまた、窒素、又は空気の他の成分などの他の要素を比較的少量含み得ることもまた理解されたい。例えば、酸素ガスは、分離された酸素ガス流118、或いは煙道ガス流、又は炉の領域に分配されるこの酸素ガス流の部分の85～99体積%の含有量を構成することができる。20

【0043】

本明細書で明記された任意の特定の実施形態におけるボイラユニットの上記の特徴のいずれも、他の実施形態の他の特徴、又は要素と組み合わせることができるが、少なくとも当業者によって認識されるように、このような組合せが相互に排他的である、又はそれと矛盾している場合は除外されることを理解されたい。30

【0044】

従って、本発明を、その精神、又は本質的な特性から逸脱することなく、他の特定の形態に具現化することは、当業者には理解されるであろう。開示した本実施形態は、従って、あらゆる点で、例示としてみなされるべきであり、限定されるものとみなされるべきではない。本発明の範囲は、前述の説明よりもむしろ添付の特許請求の範囲によって示され、請求項の意味、範囲、及び等価物の内にあるすべての変更は、請求項の範囲内に包含されることが意図される。40

【図1】

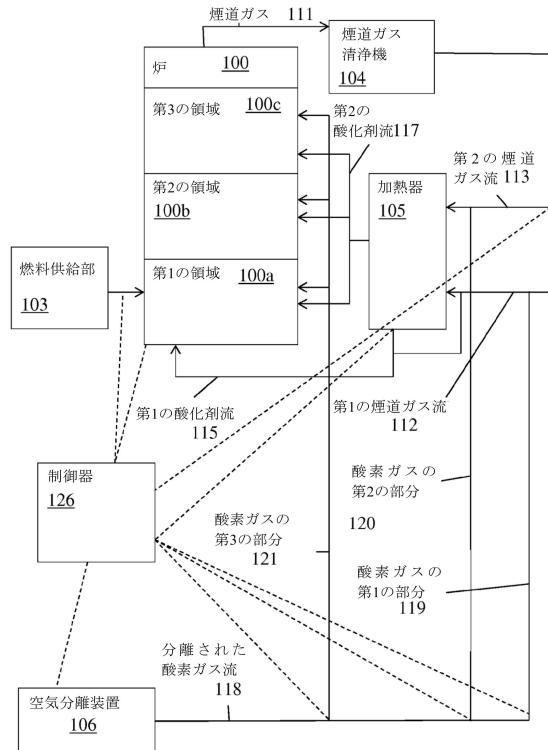


FIG. 1

【図2】

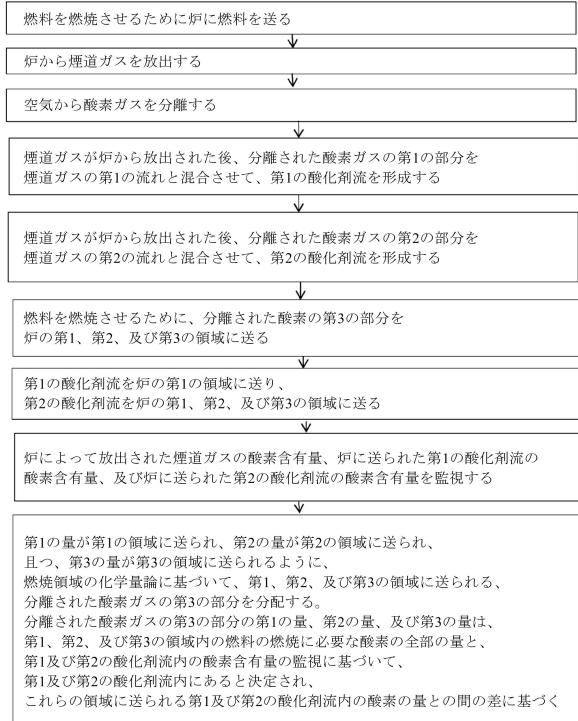


FIG. 2

フロントページの続き

(74)代理人 100129779
弁理士 黒川 俊久

(74)代理人 100113974
弁理士 田中 拓人

(72)発明者 ロウ , シンシェン
アメリカ合衆国、コネチカット州・06117、ウェスト・ハートフォード、プロクター・ドライブ、25番

(72)発明者 チャン , ジュンドン
アメリカ合衆国、コネチカット州・06002、ブルームフィールド、エイピーティ・ナンバー1、リヴィア・ドライブ、20番、

(72)発明者 ジヨシ , アビナヤ
アメリカ合衆国、コネチカット州・06033、グラストンベリー、ハンプシャー・ドライブ、176番

(72)発明者 マッコーム , ジェームズ・エイ
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州・01028、イースト・ロングメドー、ワイルダー・レン、22番

(72)発明者 ラバシュール , アルマン・アルフレッド
アメリカ合衆国、コネチカット州・06096、ワインザー・ロックス、ティンカー・ドライブ、17番

審査官 渡邊 聰

(56)参考文献 国際公開第2012/068293 (WO , A2)
特表2014-500471 (JP , A)
特開2010-107128 (JP , A)
特開2011-021781 (JP , A)
特開2012-088016 (JP , A)
特開2011-145042 (JP , A)
国際公開第2008/141412 (WO , A1)
特開2010-107129 (JP , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

F 23 C 6 / 04
F 23 C 9 / 08
F 23 C 99 / 00
F 23 L 7 / 00
F 23 L 15 / 00