

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6941884号
(P6941884)

(45) 発行日 令和3年9月29日 (2021.9.29)

(24) 登録日 令和3年9月9日 (2021.9.9)

(51) Int.Cl.	F I	
F 2 3 B 60/02 (2006.01)	F 2 3 B	60/02
F 2 3 L 1/00 (2006.01)	F 2 3 L	1/00 B
F 2 3 L 1/02 (2006.01)	F 2 3 L	1/02
F 2 3 L 9/02 (2006.01)	F 2 3 L	9/02
F 2 3 M 9/00 (2006.01)	F 2 3 M	9/00 A

請求項の数 12 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2019-220500 (P2019-220500)	(73) 特許権者	517428355
(22) 出願日	令和1年12月5日 (2019.12.5)		カンウォン ナショナル ユニバーシティ
(65) 公開番号	特開2020-118437 (P2020-118437A)		ーインダストリー コーポレーション フ
(43) 公開日	令和2年8月6日 (2020.8.6)		ァウンダーション
審査請求日	令和1年12月5日 (2019.12.5)		大韓民国 24341 カンウォンード
(31) 優先権主張番号	10-2019-0010138		チュンチョンーシ カンウォンテハクーギ
(32) 優先日	平成31年1月25日 (2019.1.25)		ル 1
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)	(74) 代理人	110002262
			TRY 国際特許業務法人
(31) 優先権主張番号	10-2019-0010160	(72) 発明者	キム デヒョン
(32) 優先日	平成31年1月25日 (2019.1.25)		大韓民国 200-765、チュンチョン
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		ーシ、ソクサードン、デウアパート、10
			4ードン、1402

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボイラー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼室と、

外部の空気を供給する空気供給ユニットと、

前記空気供給ユニットから供給された前記空気が通過するように貫通形成された複数の通孔を有し、外部のペレット供給源から供給されたペレットが密集したペレットの山が載置される火格子を備える燃焼ユニットと、

内部に貫通形成された中空を備え、前記空気供給ユニットから供給された前記空気を前記中空を介して前記ペレットの山の内部まで案内するように、前記複数の通孔のいずれか1つにそれぞれ装着される少なくとも1つのバーナーピンとを含み、

前記空気供給ユニットは、

外部から前記空気を供給する送風機と、

前記送風機から供給された前記空気を前記通孔に案内する第1エアダクトを有する第1ハウジングとをさらに備え、

前記燃焼ユニットは、

前記通孔と前記第1エアダクトとを連通させる第1連通孔を有し、前記火格子を取り囲むように設置され、前記送風機から供給された前記空気のある一部の空気である第1空気が前記第1エアダクトに沿って前記通孔に案内されるように、前記空気の残りの一部の空気である第2空気を選択的にバイパスさせるバイパス孔と、前記バイパス孔によってバイパスされた前記第2空気を、前記ペレットの山が点火されて生成された火炎側に案内する

第2エアダクトとをさらに有する第2ハウジングと、前記ペレットの山を点火するバーナーをさらに備えることを特徴とする、ボイラー。

【請求項2】

前記中空は、

前記空気供給ユニットから供給された前記空気が流入する第1開口部と、

前記中空を通過した前記空気を前記ペレットの山の内部に向かって排出する第2開口部とを有することを特徴とする、請求項1に記載のボイラー。

【請求項3】

前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記第2開口部が前記火格子の内部側に開放されるように、前記複数の通孔のいずれか1つに装着されることを特徴とする、請求項2に記載のボイラー。

10

【請求項4】

前記第2開口部は、前記少なくとも1つのバーナーピンのそれぞれの側端部に開放形成され、

前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記側端部が前記ペレットの山に予め定められた深さだけ挿入されるように、前記複数の通孔のいずれか1つに装着されることを特徴とする、請求項3に記載のボイラー。

【請求項5】

前記第1開口部は、前記側端部と反対の、前記少なくとも1つのバーナーピンのそれぞれの他側端部に開放形成され、

20

前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記他側端部が前記火格子の外部側に開放されるように、前記複数の通孔のいずれか1つに装着されることを特徴とする、請求項4に記載のボイラー。

【請求項6】

前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記他側端部が前記火格子の外部に予め定められた長さだけ突出するように、前記複数の通孔のいずれか1つに装着されることを特徴とする、請求項5に記載のボイラー。

【請求項7】

前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、

前記中空を通過する前記空気のある一部の空気を前記ペレットの山の内部に向かって噴射するように、当該バーナーピンの周部に貫通形成される少なくとも1つの噴射孔をさらに備えることを特徴とする、請求項4に記載のボイラー。

30

【請求項8】

前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記周部の特定の領域が前記ペレットの山に前記予め定められた深さだけ埋設されるように、前記複数の通孔のいずれか1つに装着され、

前記少なくとも1つの噴射孔はそれぞれ、前記ペレットの山に前記予め定められた深さだけ埋設された前記周部の特定の領域に形成されることを特徴とする、請求項7に記載のボイラー。

【請求項9】

40

前記空気のある一部の空気が、前記複数の通孔のいずれか一部の通孔を介して前記ペレットの山の外部表面に向かって供給されると共に、前記空気の残りの一部の空気が、前記複数の通孔の残りの一部の通孔に装着されたバーナーピンを介して前記ペレットの山の内部に向かって供給されるように、前記通孔の形成個数に比べて少ない個数のバーナーピンがそれぞれ、前記残りの一部の通孔のいずれか1つに選択的に装着されることを特徴とする、請求項1に記載のボイラー。

【請求項10】

前記バーナーピンはそれぞれ、前記火格子の底板に貫通形成された通孔のいずれか1つに選択的に装着されることを特徴とする、請求項9に記載のボイラー。

【請求項11】

50

前記第2ハウジングは、

前記燃焼室と前記第2ハウジングとを連通させる第2連通孔をさらに有することを特徴とする、請求項1に記載のボイラー。

【請求項12】

前記バイパス孔に装着され、前記第2空気に渦流を形成する渦流形成ユニットをさらに含むことを特徴とする、請求項1に記載のボイラー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はボイラーに関する。

10

【背景技術】

【0002】

国連気候変動枠組条約(United Nations Climate Change Conference、UNCCC)締約国会議で決定された温室効果ガス削減に関連して、削減義務対象国である大韓民国は、2015年06月29日に提出された「国家の自主的削減目標(Intended Nationally Determined Contribution、INDC)」を通じて、2030年の温室効果ガス排出量の予測値(Business as Usual、BAU)である85,060万 tCO₂ equivalent (tCO₂ eq.)を基準として、2010年に比べて21%削減された約67,197 tCO₂ eq.又は2015年に比べて37%削減された約53,587 tCO₂ eq.を目標として樹立したことがある。これは、経済協力開発機構(Organization for Economic Cooperation and Development、OECD)の34カ国の加盟国の中で、エネルギー効率に対し最高のレベル(Bloomberg New Energy Finance (BNEF)、2015)であって、目標の達成のための様々な方案の樹立・施行が要求される。

20

【0003】

木質系バイオマス燃料の一種である木材ペレットの燃焼時に発生する二酸化炭素(CO₂)は、樹木の光合成によって酸素(O₂)として生成されるので、炭素中立(Carbon Neutral)エネルギー源であって、温室効果ガス削減義務に対応可能な燃料として活用することができる。固体燃料である木材ペレットは、含水率(moisture content)、見掛け密度(apparent density)などの物理的性質(physical properties)と、揮発分(volatile matter)、固定炭素分(fixed carbon)などの化学的組成(chemical composition)など、燃料自体の不均一性などと共に、火格子内の積層された木材ペレットの内部への空気の供給は排除され、外部表面のみが、流入した空気と接触して燃焼するので、不規則な燃焼条件が造成される。これは、温室効果ガスの排出の増加及び燃焼生成物(タール、煤、灰、クリンカーなど)の発生の増加に寄与するだけでなく、究極的には燃焼効率及び熱効率が低下する要因として作用する。現在、木質系バイオマス利用システムを用いた効率の向上のための先行研究は、燃焼条件及び燃焼特性、燃焼システムの制御、燃焼システムの性能及び熱伝達特性、燃焼生成物の生成・抑制・除去、排気ガスの組成及び循環、空気比及び空気流動、経済性・環境性などに関する研究が行われたことがあるが、固体燃料と空気の接触面積を改善するための研究は僅かであるのが現状である。

30

40

【0004】

一方、ボイラー本体に劣悪な質の空気が供給されると、燃料の燃焼時に燃料から生成された揮発分(volatile matter)と空気とが円滑に混合されないか、または空気に多量の水分が含まれた状態で燃料が燃焼することによって、燃料が不完全燃焼となり得る。このように燃料が不完全燃焼すると、燃焼生成物(タール、煤、灰、クリンカーなど)の発生量が増加し、排気ガス中の有害排気ガス(CO、NO_x、SO_xなど)の

50

濃度が増加し得る。ところで、既存のボイラーに関する研究及び開発は、ボイラー本体または燃料の質の向上などに焦点を当てて行われ、ボイラー本体に供給される空気の質の向上のための研究は僅かであったのが現状である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上述した従来技術の問題点を解決するためのものであって、固体燃料と空気との接触面積を広げることができるように改善したボイラーを提供することにその目的がある。

【0006】

さらに、本発明は、燃料の燃焼時に燃料から生成された揮発分と空気とが円滑に混合され得るように改善したボイラーを提供することにその目的がある。

【0007】

さらに、本発明は、除湿された空気をボイラー本体に供給できるように改善したボイラーを提供することにその目的がある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決するための本発明の好ましい実施例に係るボイラーは、燃焼室と、外部の空気を供給する空気供給ユニットと、前記空気供給ユニットから供給された前記空気が通過するように貫通形成された複数の通孔を有し、外部のペレット供給源から供給されたペレットが密集したペレットの山が載置される火格子を備える燃焼ユニットと、内部に貫通形成された中空を備え、前記空気供給ユニットから供給された前記空気を前記中空を介して前記ペレットの山の内部まで案内するように、前記複数の通孔のいずれか1つにそれぞれ装着される少なくとも1つのバーナーピンを含む。

【0009】

好適に、前記中空は、前記空気供給ユニットから供給された前記空気が流入する第1開口部と、前記中空を通過した前記空気を前記ペレットの山の内部に向かって排出する第2開口部とを有する。

【0010】

好適に、前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記第2開口部が前記火格子の内部側に開放されるように、前記複数の通孔のいずれか1つに装着される。

【0011】

好適に、前記第2開口部は、前記少なくとも1つのバーナーピンのそれぞれの一側端部に開放形成され、前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記一側端部が前記ペレットの山に予め定められた深さだけ挿入されるように、前記複数の通孔のいずれか1つに装着される。

【0012】

好適に、前記第1開口部は、前記一側端部と反対の、前記少なくとも1つのバーナーピンのそれぞれの他側端部に開放形成され、前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記他側端部が前記火格子の外部側に開放されるように、前記複数の通孔のいずれか1つに装着される。

【0013】

好適に、前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記他側端部が前記火格子の外部に予め定められた長さだけ突出するように、前記複数の通孔のいずれか1つに装着される。

【0014】

好適に、前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記中空を通過する前記空気のある一部の空気を前記ペレットの山の内部に向かって噴射するように、当該バーナーピンの周部に貫通形成される少なくとも1つの噴射孔をさらに備える。

【0015】

10

20

30

40

50

好適に、前記少なくとも1つのバーナーピンはそれぞれ、前記周部の特定の領域が前記ペレットの山に前記予め定められた深さだけ埋設されるように、前記複数の通孔のいずれか1つに装着され、前記少なくとも1つの噴射孔はそれぞれ、前記ペレットの山に前記予め定められた深さだけ埋設された前記周部の特定の領域に形成される。

【0016】

好適に、前記空気のある一部の空気が、前記複数の通孔のいずれか一部の通孔を介して前記ペレットの山の外部表面に向かって供給されると共に、前記空気の残りの一部の空気が、前記複数の通孔の残りの一部の通孔に装着されたバーナーピンを介して前記ペレットの山の内部に向かって供給されるように、前記通孔の形成個数に比べて少ない個数のバーナーピンがそれぞれ、前記残りの一部の通孔のいずれか1つに選択的に装着される。

10

【0017】

好適に、前記バーナーピンはそれぞれ、前記火格子の底板に貫通形成された通孔のいずれか1つに選択的に装着される。

【0018】

好適に、前記空気供給ユニットは、外部から前記空気を供給する送風機と、前記送風機から供給された前記空気を前記通孔に案内する第1エアダクトを有する第1ハウジングとをさらに備える。

【0019】

好適に、前記燃焼ユニットは、前記通孔と前記第1エアダクトとを連通させる第1連通孔を有し、前記火格子を取り囲むように設置される第2ハウジングをさらに備える。

20

【0020】

好適に、前記燃焼ユニットは、前記ペレットの山を点火するバーナーをさらに備え、前記第2ハウジングは、前記送風機から供給された前記空気のある一部の空気である第1空気が前記第1エアダクトに沿って前記通孔に案内されるように、前記空気の残りの一部の空気である第2空気を選択的にバイパスさせるバイパス孔と、前記バイパス孔によってバイパスされた前記第2空気を、前記ペレットの山が点火されて生成された火炎側に案内する第2エアダクトとをさらに有する。

【0021】

好適に、前記第2ハウジングは、前記燃焼室と前記第2ハウジングとを連通させる第2連通孔をさらに有する。

30

【0022】

好適に、前記バイパス孔に装着され、前記第2空気に渦流を形成する渦流形成ユニットをさらに含む。

【発明の効果】

【0023】

本発明は、ボイラーに関し、次のような効果を有する。

【0024】

第一に、本発明は、臭化リチウム水溶液によって除湿及び予熱された空気をボイラー本体に供給することで、ボイラーの燃焼効率及び熱効率を向上させることができ、燃料消費量を低減させることができる。

40

【0025】

第二に、本発明は、空気の流入経路上に設けられた渦流形成器によって渦流が形成された空気を、燃料が点火されて形成された火炎に案内できるので、燃料の燃焼時に生成された揮発分と空気とを円滑に混合させて燃料の燃焼条件を完全燃焼条件に近接させることができ、空気の対流時間を増加させることができる。これを通じて、本発明は、燃料の不完全燃焼時に発生する燃焼生成物及び有害排気ガスの濃度を低減させることによって、ボイラーの燃焼効率及び熱効率を向上させることができ、温室効果ガスの排出量を減少させることができる。

【0026】

第三に、本発明は、空気をペレットの山の内部まで案内可能なバーナーピンを火格子の

50

通孔に設置して、ペレットの山の内部を完全燃焼条件に近接させることによって、ボイラーの熱効率を向上させることができ、燃焼生成物及び温室効果ガスの排出を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の好ましい実施例に係るボイラーの概略的な構成を示す図である。

【図2】除湿ユニットを用いて空気の水分を除去する方法を説明するための図である。

【図3】図1のI領域に対する部分拡大図である。

【図4】図3の空気供給ユニット及び燃焼ユニットに対する部分拡大図である。

【図5】第1空気がペレットの山に供給される様子を示す図である。

【図6】バーナーピンの斜視図である。

【図7】一形態に係る渦流形成器の前面図である。

【図8】一形態に係る渦流形成器の前面斜視図である。

【図9】一形態に係る渦流形成器の後面斜視図である。

【図10】一形態に係る渦流形成器の側面図である。

【図11】他の形態に係る渦流形成器の概念図である。

【図12】更に他の形態に係る渦流形成器の概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の一部の実施例を例示的な図面を通じて詳細に説明する。各図面の構成要素に参照符号を付加するにおいて、同一の構成要素に対しては、たとえ他の図面上に表示されても、可能な限り同一の符号を有するようにしていることに留意しなければならない。また、本発明の実施例を説明するにあたって、関連する公知の構成又は機能についての具体的な説明が本発明の実施例に対する理解を妨げると判断される場合には、その詳細な説明は省略する。

【0029】

本発明の実施例の構成要素を説明するにあたって、第1、第2、A、B、(a)、(b)などの用語を使用することができる。このような用語は、その構成要素を他の構成要素と区別するためのものに過ぎず、その用語によって当該構成要素の本質や順番又は順序などが限定されるものではない。また、別に定義されない限り、技術的又は科学的な用語を含めてここで使用されるすべての用語は、本発明の属する技術分野における通常の知識を有する者によって一般的に理解されるものと同じ意味を有する。一般的に使用される辞書に定義されているような用語は、関連技術の文脈上有する意味と一致する意味を有するものと解釈されなければならない。本出願で明らかに定義しない限り、理想的又は過度に形式的な意味として解釈されない。

【0030】

図1は、本発明の好ましい実施例に係るボイラーの概略的な構成を示す図であり、図2は、除湿ユニットを用いて空気の水分を除去する方法を説明するための図である。

【0031】

図1を参照すると、本発明の好ましい実施例に係るボイラー1は、臭化リチウム水溶液Lを用いて外部の空気Aを除湿する除湿ユニット10と、臭化リチウム水溶液Lを加熱して、除湿ユニット10で吸収された水分を臭化リチウム水溶液Lから除去する再生ユニット20と、再生ユニット20で水分が除去された臭化リチウム水溶液Lを冷却する冷却ユニット30と、冷却ユニット30で冷却された臭化リチウム水溶液Lから汚染物質を除去するフィルタユニット40と、固体燃料の燃焼及び暖房水Wの加熱が行われるボイラー本体50と、除湿ユニット10で水分が除去された空気Aをボイラー本体50に供給する空気供給ユニット60と、空気供給ユニット60から供給された空気Aを用いて固体燃料を燃焼させる燃焼ユニット70と、空気供給ユニット60から供給された空気Aを固体燃料の内部まで案内する少なくとも1つのバーナーピン80と、空気供給ユニット60から供給された空気Aに渦流を形成する渦流形成器90などを含むことができる。

【0032】

ボイラー１において使用可能な固体燃料の種類は、特に限定されない。例えば、固体燃料は、木材ペレットＰであってもよい。説明の便宜のため、以下では、木材ペレットＰを固体燃料として使用する場合を例に挙げて本発明を説明する。

【0033】

まず、除湿ユニット１０は、ボイラー本体５０に供給するための外部の空気Ａに含まれた水分を除去するための装置である。

【0034】

臭化リチウム（L i t h i u m－b r o m i d e）水溶液Ｌは、食塩と類似の安定した、人体に無害な特性を有する物質であって、常温で空気Ａに含まれた水分を６０％以上を吸収して除去可能な除湿性質を有する。除湿ユニット１０は、このような臭化リチウム水溶液Ｌを用いて外部の空気Ａに含まれた水分を除去するように設けられる。

10

【0035】

例えば、図２に示されたように、除湿ユニット１０は、外部の空気Ａが内部を通過するように設けられたエアパイプ１２と、エアパイプ１２を通過する空気Ａと接するようにエアパイプ１２の内部に設置され、臭化リチウム水溶液Ｌで湿らせた除湿パッド１４などを備えることができる。

【0036】

エアパイプ１２の一側開口部は外部と連通することができ、一側開口部と反対のエアパイプ１２の他側開口部は、後述する空気供給ユニット６０の送風機６２と接続され得る。すると、送風機６２の稼働時に送風機６２から提供される吸込力によって、外部の空気Ａは、エアパイプ１２の一側開口部を介してエアパイプ１２の内部に流入することができる。このように流入した空気Ａは、エアパイプ１２に沿って送風機６２に向かって移送され得る。

20

【0037】

除湿パッド１４は、エアパイプ１２の内径と対応する外径を有するように形成される。これを通じて、図２に示されたように、除湿パッド１４は、エアパイプ１２を通過する空気Ａと接するようにエアパイプ１２の内部に挿入され得る。

【0038】

除湿パッド１４は、臭化リチウム水溶液Ｌで湿らされ、空気Ａが通過可能な多孔性構造を有することが好ましい。例えば、除湿パッド１４は、スポンジ、段ボールなどで構成されてもよい。

30

【0039】

図２に示されたように、このような除湿パッド１４には、フィルタユニット４０で汚染物質が除去された臭化リチウム水溶液Ｌが、エアパイプ１２とフィルタユニット４０とを接続する管路（図示せず）を介して供給され得る。このように供給された臭化リチウム水溶液Ｌで除湿パッド１４を湿らした状態でエアパイプ１２に空気Ａが流入すると、空気Ａは、臭化リチウム水溶液Ｌと接触しながら除湿パッド１４を通過するようになる。これを通じて、臭化リチウム水溶液Ｌは、空気Ａに含まれた水分を除去することができる。また、臭化リチウム水溶液Ｌは、後述する再生ユニット２０によって加熱されることによって、常温の空気Ａに比べて高い温度を維持するようになる。これにより、空気Ａの水分が臭化リチウム水溶液Ｌに吸収される際、空気Ａと臭化リチウム水溶液Ｌとの間に熱交換が行われるところ、空気Ａは、臭化リチウム水溶液Ｌによって予熱され得る。

40

【0040】

このように、臭化リチウム水溶液Ｌによって除湿及び予熱された空気Ａは、送風機６２によって燃焼ユニット７０に供給されて木材ペレットＰの燃焼のために使用され得る。これを通じて、ボイラー１の燃焼効率及び熱効率を向上させることができ、燃料消費量を低減させることができる。

【0041】

一方、空気Ａを除湿及び予熱した臭化リチウム水溶液Ｌは、エアパイプ１２と再生ユニ

50

ット２０とを接続する管路（図示せず）を介して再生ユニット２０に伝達され得る。

【００４２】

次に、再生ユニット２０は、除湿ユニット１０から伝達された臭化リチウム水溶液Ｌを加熱して、除湿ユニット１０で吸収された水分を臭化リチウム水溶液Ｌから除去するための装置である。

【００４３】

臭化リチウム水溶液Ｌが、除湿ユニット１０で、空気Ａに含まれた水分を吸収すると、臭化リチウム水溶液Ｌの濃度が低くなることによって、臭化リチウム水溶液Ｌを除湿材として使用できなくなる。そこで、臭化リチウム水溶液Ｌを除湿材として再利用可能なように、除湿ユニット１０から伝達された臭化リチウム希溶液から水分を蒸発させて臭化リチウム水溶液Ｌの濃度を高める再生ユニット２０が設けられるものである。

10

【００４４】

このような再生ユニット２０の構造は、特に限定されない。例えば、図１に示されたように、再生ユニット２０は、ボイラー本体５０から排出された燃焼ガスＧ及び臭化リチウム水溶液Ｌを熱交換させて臭化リチウム水溶液Ｌを加熱して、水分を蒸発させる第１熱交換器２２と、外部の電源から供給された電気エネルギーを用いて臭化リチウム水溶液Ｌを加熱して、水分を蒸発させる補助ヒータ２４などを備えることができる。

【００４５】

第１熱交換器２２は、後述する排風器ハウジング５７によってボイラー本体５０から排出されて煙筒５８に沿って流動する燃焼ガスＧと、除湿ユニット１０から伝達された臭化リチウム水溶液Ｌとを熱交換させることができるように設けられ得る。例えば、図１に示されたように、第１熱交換器２２は、臭化リチウム水溶液Ｌが煙筒５８の内部を通過するように設けられてもよい。すると、臭化リチウム水溶液Ｌに比べて沸点の低い水分は、蒸発して臭化リチウム水溶液Ｌから除去され得る。このような第１熱交換器２２は、燃焼ガスＧと共にボイラー本体５０から排出された廃熱を用いて臭化リチウム水溶液Ｌを再生するので、ボイラー１の熱効率を向上させることができる。

20

【００４６】

補助ヒータ２４は、第１熱交換器２２から伝達された臭化リチウム水溶液Ｌを再加熱して、第１熱交換器２２で除去されなかった残余水分を蒸発させることができる。すると、臭化リチウム水溶液Ｌは、除湿材として使用可能な臭化リチウム濃溶液に再生され得る。このような補助ヒータ２４は、外部の電源から供給された電気エネルギーを用いて臭化リチウム水溶液Ｌを加熱可能な電気ヒータとして構成されることが好ましいが、これに限定されるものではない。

30

【００４７】

次に、冷却ユニット３０は、再生ユニット２０で再生された臭化リチウム水溶液Ｌを、予め定められた基準温度に冷却するための装置である。

【００４８】

基準温度は、特に限定されず、除湿ユニット１０で空気Ａを除湿及び予熱するのに適切なレベルの温度が基準温度として定められてもよい。

【００４９】

冷却ユニット３０の構造は、特に限定されない。例えば、冷却ユニット３０は、外部の用水源から供給された水と、補助ヒータ２４から伝達された臭化リチウム水溶液Ｌとを熱交換させることで、臭化リチウム水溶液Ｌを基準温度に冷却する第２熱交換器３２を備えることができる。特に、臭化リチウム水溶液Ｌと熱交換される水は、後述するボイラー本体５０の暖房水室５３に供給するための暖房水Ｗであってもよい。すると、暖房水Ｗは、第２熱交換器３２によって予熱された状態でボイラー本体５０に供給されるので、これを通じて、ボイラー１の熱効率を向上させることができる。

40

【００５０】

次に、フィルタユニット４０は、冷却ユニット３０で冷却された臭化リチウム水溶液Ｌから汚染物質を除去するための装置である。

50

【0051】

臭化リチウム水溶液Lには、臭化リチウム水溶液Lが前述した除湿ユニット10、再生ユニット20及び冷却ユニット30などに沿って循環する過程で浸透した汚染物質が含まれ得る。このような汚染物質、特に、空気A中で浮遊し得る空気浮遊汚染物質が臭化リチウム水溶液Lに含まれる場合、除湿ユニット10で空気Aが臭化リチウム水溶液Lによって除湿及び予熱されるとき、空気浮遊汚染物質が空気Aに沿ってボイラー本体50に浸透し得る。すると、このような空気浮遊汚染物質によってボイラー本体50の内部が汚染されることによって、ボイラー1の熱効率及び耐久性が低下するおそれがある。このような汚染物質を臭化リチウム水溶液Lから除去できるようにフィルタユニット40が設けられるものである。

10

【0052】

フィルタユニット40の構造は、特に限定されない。例えば、フィルタユニット40は、臭化リチウム水溶液Lに分散された汚染物質をフィルタリングできる濾過フィルタ（図示せず）を備えることができる。また、フィルタユニット40は、濾過フィルタによって汚染物質が除去された臭化リチウム水溶液Lを、除湿パッド14に再伝達することができる。このようなフィルタユニット40によれば、臭化リチウム水溶液Lは、汚染物質の反復的な濾過を通じて半永久的に使用することができる。

【0053】

図3は、図1のI領域に対する部分拡大図である。

【0054】

20

次に、ボイラー本体50は、木材ペレットPを燃焼させるためのボイラー1の全般的な構成要素の設置空間を提供するための装置である。

【0055】

図3に示されたように、ボイラー本体50は、本体ケーシング51と、木材ペレットPの燃焼のための空間を提供する燃焼室52と、木材ペレットPの燃焼熱を用いて加熱するための暖房水Wが充填される暖房水室53と、燃焼ガスGの廃熱を回収するための廃熱回収器54と、燃焼ガスGを外部に排気する排風器55などを備えることができる。

【0056】

本体ケーシング51は、前述したボイラー本体50の他の構成要素を内部に設置できるように、予め定められた容積を有する。

30

【0057】

燃焼室52は、燃焼室52の壁体が本体ケーシング51の壁体から予め定められた間隔だけ離隔するように本体ケーシング51の内部空間に設置される。図3に示されたように、このような燃焼室52には、空気供給ユニット60、燃焼ユニット70、バーナーピン80、渦流形成器90などが配置され得る。

【0058】

暖房水室53は、燃焼室52の壁体と本体ケーシング51の壁体との間の空間に設けられる。このような暖房水室53には、前述した冷却ユニット30によって予熱された暖房水Wが充填され得る。このために、本体ケーシング51には、外部から暖房水室53に暖房水Wが流入する暖房還水口51aと、暖房水室53から外部に暖房水Wが排出される暖房出水口51bとが形成され得る。このような暖房還水口51a及び暖房出水口51bはそれぞれ、暖房水Wが、燃焼室52から伝達される木材ペレットPの燃焼熱によって一次的に加熱された後、廃熱回収器54から伝達される燃焼ガスGの廃熱によって二次的に加熱され得るように、予め定められた距離だけ互いに離隔して形成され得る。すなわち、暖房還水口51a及び暖房出水口51bはそれぞれ、暖房水Wが燃焼室52側から廃熱回収器54側に流動するように形成され得る。

40

【0059】

また、図3に示されたように、少なくとも1つの暖房水管56が燃焼室52を横切るように設置され得る。それぞれの暖房水管56の両側端部は暖房水室53と接続され得る。すると、暖房水室53に充填された暖房水Wが、それぞれの暖房水管56を通過しながら

50

木材ペレット P の燃焼熱によって加熱されることによって、ボイラー 1 の熱効率を向上させることができる。

【0060】

廃熱回収器 54 は、燃焼室 52 で木材ペレット P の燃焼によって生成された燃焼ガス G が流入する第 1 廃熱回収管 54 a と、燃焼ガス G から落下した灰が集塵される集塵室 54 b と、集塵室 54 b を通過した燃焼ガス G が流入する第 2 廃熱回収管 54 c と、第 1 廃熱回収管 54 a 及び第 2 廃熱回収管 54 c の内部の煤を除去するための煤除去部材 54 d など

【0061】

第 1 廃熱回収管 54 a は、少なくとも一部が、暖房水室 53 に充填された暖房水 W に浸るように、本体ケーシング 51 の内部空間に配置され得る。特に、第 1 廃熱回収管 54 a は、重力方向に長く延びるように配置され得る。このような第 1 廃熱回収管 54 a の上側開口部は燃焼室 52 と接続され得、第 1 廃熱回収管 54 a の下側開口部は集塵室 54 b と接続され得る。すると、木材ペレット P が燃焼して生成された燃焼ガス G は、上側開口部を介して第 1 廃熱回収管 54 a に流入した後、集塵室 54 b に向かって移動することができる。この過程において、燃焼ガス G と暖房水 W が熱交換されて暖房水 W が加熱されることによって、燃焼ガス G の廃熱を一次的に回収することができる。

【0062】

集塵室 54 b には、燃焼ガス G が第 1 廃熱回収管 54 a 及び第 2 廃熱回収管 54 c を介して移動する過程で燃焼ガス G から落下した灰が集塵され得る。このように集塵室 54 b に集塵された灰は、集塵室 54 b のドア（図示せず）を介して集塵室 54 b から除去され得る。

【0063】

第 2 廃熱回収管 54 c は、少なくとも一部が、暖房水室 53 に充填された暖房水 W に浸るように、本体ケーシング 51 の内部空間に配置され得る。特に、第 2 廃熱回収管 54 c は、重力方向に長く延びるように配置され得る。このような第 2 廃熱回収管 54 c の下側開口部は集塵室 54 b と接続され得、第 2 廃熱回収管 54 c の上側開口部は、後述する排風器ハウジング 57 と接続され得る。すると、集塵室 54 b を通過した燃焼ガス G は、下側開口部を介して第 2 廃熱回収管 54 c に流入した後、排風器ハウジング 57 に向かって移動することができる。この過程において、燃焼ガス G と暖房水 W が再び熱交換されて暖房水 W が加熱されることによって、燃焼ガス G の廃熱を二次的に回収することができる。

【0064】

煤除去部材 54 d は、第 1 廃熱回収管 54 a の内周面及び第 2 廃熱回収管 54 c の内周面に積層された煤を除去するために設けられる。このような煤除去部材 54 d は、一般的なボイラーで使用される通常の煤除去部材と同一の構造を有するので、これについての詳細な説明は省略する。

【0065】

排風器 55 は、燃焼ガス G をボイラー本体 50 の外部に排気できるように設けられる。例えば、図 3 に示されたように、排風器 55 は、第 2 廃熱回収管 54 c の上側開口部と接続された排風器ハウジング 57 の内部に設置され得る。これによって、第 2 廃熱回収管 54 c を通過した燃焼ガス G は、排風器 55 によって吸入されて外部に排気され得る。このために、排風器ハウジング 57 には、排風器 55 によって吸入された燃焼ガス G を外部に案内する煙筒 58 が接続され得る。このような煙筒 58 には、除湿ユニット 10 から伝達された臭化リチウム水溶液 L が煙筒 58 を通過しながら燃焼ガス G と熱交換され得るように、前述した再生ユニット 20 の第 1 熱交換器 22 が結合され得る。

【0066】

図 4 は、図 3 の空気供給ユニット及び燃焼ユニットに対する部分拡大図であり、図 5 は、第 1 空気がペレットの山に供給される様子を示す図であり、図 6 は、バーナーピンの斜視図である。

【0067】

次に、空気供給ユニット 60 は、木材ペレット P を燃焼させるための空気 A を供給するための装置である。

【0068】

空気供給ユニット 60 の構造は、特に限定されない。例えば、図 4 に示されたように、空気供給ユニット 60 は、除湿ユニット 10 で除湿及び予熱された空気 A を供給する送風機 62 と、送風機 62 が固定設置され、送風機 62 から供給された空気 A を燃焼ユニット 70 に伝達する第 1 ハウジング 64 などを用意することができる。

【0069】

送風機 62 の吸込口は、エアパイプ 12 の他側開口部と接続され得る、送風機 62 の吐出口は、後述する第 1 ハウジング 64 の第 1 エアダクト 66 と接続され得る。このような送風機 62 は、除湿ユニット 10 で除湿及び予熱された空気 A を第 1 エアダクト 66 に伝達することができる。

10

【0070】

第 1 ハウジング 64 は、送風機 62 から供給された空気 A を燃焼ユニット 70 に案内するように内部に形成された第 1 エアダクト 66 を有することができる。例えば、図 4 及び図 5 に示されたように、第 1 エアダクト 66 は、一側端部に送風機 62 の吐出口が接続され得、他側端部が、後述する火格子 72 の通孔 72a と連通し得る。これを通じて、第 1 エアダクト 66 は、送風機 62 から供給された空気 A を火格子 72 の通孔 72a に案内することができる。

【0071】

20

次に、燃焼ユニット 70 は、送風機 62 から供給された空気 A を用いて木材ペレット P を燃焼させるための装置である。

【0072】

燃焼ユニット 70 の構造は、特に限定されない。例えば、図 4 に示されたように、燃焼ユニット 70 は、木材ペレット P が載置される火格子 72 と、火格子 72 を取り囲むように設置される第 2 ハウジング 74 と、火格子 72 に載置された木材ペレット P を点火するバーナー 76 などを用意することができる。

【0073】

火格子 72 は、外部のペレット供給源（図示せず）から供給された多数の木材ペレット P が底板に載置され得るように、上側が開口された形状を有する。図 4 に示されたように、多数の木材ペレット P は、火格子 72 の底板に密集した状態で載置されることによって、ペレットの山（a stack of wood pellets）S をなすようになる。すなわち、木材ペレット P は、ペレットの山 S の状態で火格子 72 の底板に載置されるものである。

30

【0074】

また、図 5 に示されたように、火格子 72 は、送風機 62 から供給された空気 A が通過するように貫通形成された複数の通孔 72a を有することができる。複数の通孔 72a は、火格子 72 の底板及び側板に、予め定められた間隔を置いて貫通形成されることが好ましい。また、複数の通孔 72a はそれぞれ、送風機 62 から供給された空気 A の通過を許容するが、木材ペレット P の通過は許容しないように、木材ペレット P に比べて小さいサイズを有するように形成される。一方、このような通孔 72a のうち少なくとも一部の通孔 72a には、後述するバーナーピン 80 のいずれか 1 つのバーナーピン 80 がそれぞれ装着され得る。バーナーピン 80 に関するさらに詳細な内容は後述する。

40

【0075】

図 4 及び図 5 に示されたように、第 2 ハウジング 74 は、火格子 72 の通孔 72a と第 1 ハウジング 64 の第 1 エアダクト 66 とを連通させる第 1 連通孔 74a と、送風機 62 から供給された空気 A の一部を第 2 ハウジング 74 の内部に選択的にバイパスさせるバイパス孔 74b と、バイパス孔 74b によってバイパスされた空気 A を、ペレットの山 S が点火されて生成された火炎 F 側に案内する第 2 エアダクト 74c と、燃焼室 52 と第 2 ハウジング 74 とを連通させる第 2 連通孔 74d などを用意することができる。

50

【0076】

第1連通孔74aは、第2ハウジング74の一側壁体に開放形成されており、火格子72を第2ハウジング74の底面及び側板に据え置くことができるように、火格子72に比べて小さいサイズを有するように形成され得る。例えば、図5に示されたように、第1連通孔74aは、第2ハウジング74の底板に開放形成されてもよい。このような第1連通孔74aと対応する位置に火格子72を配置すると、火格子72の通孔72aと第1ハウジング64の第1エアダクト66とは連通することができる。これによって、送風機62から供給された空気Aは、通孔72aを介してペレットの山Sに供給され得る。

【0077】

バイパス孔74bは、送風機62から供給された空気Aのある一部の空気A（以下、「第1空気A1」という）が、第1エアダクト66に沿って通孔72aに案内されるように、送風機62から供給された空気Aの残りの一部の空気A（以下、「第2空気A2」という）を第2エアダクト74cに選択的にバイパスできるように形成され得る。例えば、図4に示されたように、バイパス孔74bは、第1連通孔74aに比べて第1エアダクト66の上流側に位置するように第2ハウジング74の側板に開放形成され得る。すると、送風機62から供給された空気Aは、第1空気A1と第2空気A2とに分岐され、火格子72の通孔72a及びバイパス孔74bにそれぞれ流入し得る。一方、このようなバイパス孔74bには、第2空気A2に渦流を形成可能な渦流形成器90を装着することができる。このような渦流形成器90に関するさらに詳細な説明は後述する。

【0078】

第2エアダクト74cは、バイパス孔74bが形成された第2ハウジング74の側板から火格子72の上側開口部側に延びるように形成され得る。このような第2エアダクト74cは、渦流形成器90によって渦流が形成された状態で第1エアダクト66からバイパスされた第2空気A2を、ペレットの山Sが点火されて生成された火炎Fに案内することができる。一方、図4に示されたように、このような第2エアダクト74cは、ペレット供給源から木材ペレットPが供給されるペレット供給管100が接続され得る。すると、第2エアダクト74cは、ペレット供給管100から伝達された木材ペレットPを火格子72に向かって移送するペレット移送ダクトとしても機能することができる。この場合に、ペレット供給管100は、木材ペレットPが重力によって自由落下できるように、第2エアダクト74cの上部と接続されることが好ましいが、これに限定されるものではない。

【0079】

第2連通孔74dは、第2ハウジング74と燃焼室52とを連通させることができるように第2ハウジング74の上板に開放形成され得る。すると、図4に示されたように、第1空気A1及び第2空気A2と、ペレットの山Sが燃焼して生成された燃焼ガスGなどは、第2連通孔74dを介して燃焼室52に案内され得る。

【0080】

バーナー76は、火格子72の底板に載置されたペレットの山Sを点火させることができるように火格子72の一側に設置される。このようなバーナー76は、一般的なボイラーにおいて固体燃料を点火するために通常使用されるバーナーで構成されてもよい。

【0081】

次に、バーナーピン80は、第1空気A1をペレットの山Sの内部まで案内するための装置である。

【0082】

前述したように、互いに密集した多数の木材ペレットPからなるペレットの山Sは、火格子72の底板に載置される。これにより、通孔72aを通過した第1空気A1は、火格子72の底板と対向するペレットの山Sの外部表面と主に接触する。すると、ペレットの山Sの外部表面と空気Aとの接触は円滑であるが、ペレットの山Sの内部と空気Aとの接触は円滑ではないので、ペレットの山Sの内部は、ペレットの山Sの外部表面に比べて不完全燃焼条件に近接するようになる。これにより、ペレットの山Sの内部から燃焼生成物

10

20

30

40

50

(タール、煤、灰、クリンカーなど) 及び有害排気ガス(CO、NO_x、SO_xなど)の排出量が増加し得る。

【0083】

これを解決するために、バーナーピン80は、第1空気A1をペレットの山Sの内部まで円滑に案内できるように設けられる。バーナーピン80はそれぞれ、第1空気A1をペレットの山Sの内部に向かって噴射可能なノズル型構造を有することが好ましい。例えば、図6に示されたように、バーナーピン80はそれぞれ、内部に貫通形成された中空82を備えることができる。また、中空82は、バーナーピン80のそれぞれの一側端部に開放形成される第1開口部82aと、前記一側端部と反対の、バーナーピン80のそれぞれの他側端部に開放形成される第2開口部82bとを有することができる。

10

【0084】

このようなバーナーピン80は、第1空気A1を中空82を介してペレットの山Sの内部まで案内するように、通孔72aのいずれか1つにそれぞれ装着され得る。このために、バーナーピン80は、通孔72aに嵌合し得るように、通孔72aの直径と対応する外径を有するように形成することができる。

【0085】

より具体的には、図5に示されたように、バーナーピン80はそれぞれ、第1開口部82aが火格子72の外部、すなわち第1エアダクト66側に開放されると共に、第2開口部82bが火格子72の内部、すなわちペレットの山Sの内部側に開放されるように、通孔72aのいずれか1つに装着され得る。特に、バーナーピン80はそれぞれ、第1開口部82aが形成された一側端部が、第1エアダクト66へ予め定められた突出長さL1だけ突出すると共に、第2開口部82bが形成された他側端部が、ペレットの山Sに予め定められた挿入深さL2だけ挿入されるように、通孔72aのいずれか1つに装着され得る。バーナーピン80の一側端部の前記突出長さL1は、特に限定されず、第1空気A1が第1開口部82aに円滑に流入できる長さに定められてもよい。バーナーピン80の他側端部の前記挿入深さL2は、第2開口部82bがペレットの山Sの中心部分に位置するように定められることが好ましいが、これに限定されるものではない。このようにバーナーピン80を設置する場合、第1空気A1の一部は、それぞれのバーナーピン80の第1開口部82aを介して中空82に流入した後、それぞれのバーナーピン80の第2開口部82bを介してペレットの山Sの内部に向かって排出され得る。

20

30

【0086】

また、図5に示されたように、バーナーピン80の他側端部がペレットの山Sに前記挿入深さL2だけ挿入されると、バーナーピン80の周部は、前記挿入深さの分だけペレットの山Sに埋設される。この場合に、バーナーピン80はそれぞれ、前記挿入深さだけペレットの山Sに埋設される周部の特定の領域に、予め定められた間隔を置いて貫通形成される少なくとも1つの噴射孔84をさらに備えることができる。すると、中空82を通過する第1空気A1のある一部の第1空気A1は、それぞれの噴射孔84によってペレットの山Sの内部に向かって噴射され得る。これを通じて、バーナーピン80は、第1空気A1とペレットの山Sの内部をさらに均一に接触させることができる。

【0087】

40

また、バーナーピン80の個数は、特に限定されない。例えば、通孔72aの全形成個数に比べて少ない個数のバーナーピン80が設けられてもよい。すると、図5に示されたように、第1空気A1のある一部の第1空気A1が、通孔72aのいずれか一部の通孔72aを介してペレットの山Sの外部表面に向かって供給されると共に、第1空気A1の残りの一部の第1空気A1が、通孔72aの残りの一部の通孔72aに装着されたバーナーピン80を介してペレットの山Sの内部に向かって供給されるように、バーナーピン80がそれぞれ、前記残りの一部の通孔72aのいずれか1つに選択的に装着され得る。特に、バーナーピン80は、火格子72の底板に形成された通孔72aのいずれか1つに選択的に装着されることが好ましいが、これに限定されるものではない。このようにバーナーピン80を設置する場合、ペレットの山Sの外部表面及び内部には、通孔72a及びバー

50

ナーピン80によって第1空気A1が均一に供給され得る。また、ペレットの山Sが燃焼して生成された灰は、バーナーピン80が装着されていない前記いずれか一部の通孔72aを介して自由落下して第1エアダクト66の底面に集塵され得る。このように集塵された灰は、第1エアダクト66のドア（図示せず）を介して除去することができる。

【0088】

<熱効率試験方法>

バーナーピン80の設置によるボイラー1の熱効率の変化を検証するための熱効率試験方法は、産業通商資源部の国家技術標準院（Korea Agency for Technology and Standards、KATS）の韓国産業標準（Wood pellet boilers、KS B 8901:2017）が基本的基準（fundamental criterion）として採択された。これによって、熱効率試験は、定格負荷（rated load）では定常状態30分以上2回、木材ペレットPの消費量測定の前容誤差は±1.5%、暖房水Wの流量測定の前容誤差は±1.0%、暖房水Wの温度測定の前容誤差は±1.0℃に決定された。特に、暖房水Wの出水温度約75℃を基準として、暖房水Wの還水温度は、これよりも約20℃低い範囲に設定された。

【0089】

韓国産業標準（Wood pellet boilers、KS B 8901:2017）による暖房効率（ η ）は、暖房出力（H）、燃料消費量（ I_s ）、燃料の総発熱量（Hh）を考慮した数式1を通じて算出される。

【0090】

【数1】

$$\eta = \frac{H \times 3600}{I_s \times H_h} \times 100$$

【0091】

ここで、暖房出力（H）は、循環水量（Gh）、水の比熱（Cp）、暖房還水口51aの温度（ th_1 ）、暖房出水口51bの温度（ th_2 ）を考慮した数式2を通じて算出される。

【0092】

【数2】

$$H = G_h \cdot C_p (th_2 - th_1)$$

【0093】

<熱効率試験の結果及び考察>

バーナーピン80を火格子72の孔に設置したボイラー（実験群、A-boiler）と、設置されていない条件の既存のボイラー（対照群、B-boiler）との比較実験を通じて熱効率が比較・分析され、1台のボイラー（A-boiler）を用いて、バーナーピン80の設置の有無（existence & non-existence）による排気ガス（O₂、CO、CO₂）の特性が比較・分析された。

【0094】

比較実験のために、2台の木材ペレットボイラー（A-boiler、B-boiler）がいずれもバーナーピン80が設置されていない同じ条件で熱効率分析が行われ、1回の実験当たり少なくとも30分以上の安定化されたデータが3set以上収集され、これを3回繰り返したデータが利用・比較・分析された。特に、母分散を知らない小標本（ $n < 30$ ）の場合であるので、t-検定（t-test）を用いて、2つのボイラーの熱効率の標本平均間の差を検定した。標本数（n）が3であり、自由度（df）が2であるとき、5%有意水準で両側検定棄却値 $t_{0.05}(2) = 4.3027$ であり、t-統計量は約0.4705と算出され、棄却値よりも小さいので、2つの標本平均間の差は有意ではなく（即ち、差がなく）、 $t_{0.05}(2) = 4.3027$ NSで表現される（表1）。すなわち、t-検定の結果、2つのボイラーの0.82%pの熱効率の差は、5%有意水

10

20

30

40

50

準で差がないと規定される。

【0095】

【表1】

		A-boiler (non-existence)	B-boiler (non-existence)	Difference	t-test
Thermal efficiency	1次	71.59	69.97	1.62	$t_{005(2)}=4.3027^{NS}$
	2次	69.07	73.29	4.22	
	3次	67.80	67.67	0.13	
	平均	69.49	70.31	0.82	

10

【0096】

そこで、2台の木材ペレットボイラー（A-boiler、B-boiler）のうちA-boilerはバーナーピン80が設置された条件（existence condition）と、B-boilerはバーナーピン80が設置されていない条件（non-existence condition）に対して、熱効率及び排気ガスの特性が比較・分析された。上記と同様に、t-検定を用いて、2つのボイラーの熱効率の標本平均間の差を検定した。標本数（n）が3であり、自由度（df）が2であるとき、5%有意水準で両側検定棄却値 $t_{005(2)}=4.3027$ であり、t-統計量は約7.9380と算出され、棄却値よりも大きいので、2つの標本平均間の差は有意であり（即ち、5%有意水準で差が認められ）、 $t_{005(2)}=4.3027^*$ で表現される（表2）。これを通じて、バーナーピン80が設置された（existence）A-boilerの平均熱効率は約72.24%であり、バーナーピン80が設置されていない（non-existence）B-boilerの平均熱効率は約70.22%と示され、バーナーピン80が設置されることによって、5%有意水準で熱効率が約2.51%p向上したものと示された。

20

【0097】

【表2】

		A-boiler (existence)	B-boiler (non-existence)	Difference	t-test
Thermal efficiency	1次	72.48	70.35	2.13	$t_{005(2)}=4.3027^*$
	2次	73.35	70.15	3.21	
	3次	72.37	70.17	2.20	
	平均	72.74	70.22	2.51	

30

【0098】

加えて、1台の木材ペレットボイラー（A-boiler）を用いて、バーナーピン80の設置の有無（existence&non-existence）による排気ガス（O₂、CO、CO₂）の特性が比較・分析された。これもまた、t-検定を用いて、ボイラーの各排気ガス（O₂、CO、CO₂）の標本平均間の差を検定した。標本数（n）が3であり、自由度（df）が2であるとき、5%有意水準で両側検定棄却値 $t_{005(2)}=4.3027$ のとき、酸素（O₂）と一酸化炭素（CO）のt-統計量は、それぞれ棄却値よりも小さいので、2つの標本平均間の差は留意ではなく（即ち、差がなく）、 $t_{005(2)}=4.3027^{NS}$ で表現される（表3）。すなわち、t-検定の結果、バーナーピン80の設置の有無（existence&non-existence）による排気ガス中の酸素（O₂）と一酸化炭素（CO）の濃度の差は、5%有意水準で差がないといえる。しかし、二酸化炭素（CO₂）のt-統計量は約4.6532と算出され、棄却値よりも大きいので、2つの標本平均間の差は、5%有意水準で差が認められ、 $t_{005(2)}=4.3027^*$ で表現される（表3）。これを通じて、バーナーピン80の設置の有無（existence&non-existence）による、A-boilerで木材ペレットPの燃焼時に発生する排気ガス中の二酸化炭素（CO₂）の濃度は、

40

50

バーナーピン 80 の設置時に、未設置の条件に対し 5 % 有意水準で約 1.07 % p 増加するものと示された。

【0099】

【表 3】

		A-boiler (existence)	B-boiler (non-existence)	Difference	t-test
Thermal efficiency	Oxygen (O ₂ , %)	17.74569	18.76044	1.014756	t ₀₀₅₍₂₎ =4.3027 ^{NS}
	Carbon monoxide (CO, %)	0.021441	0.053534	0.032094	t ₀₀₅₍₂₎ =4.3027 ^{NS}
	Carbon dioxide (CO ₂ , %)	3.146423	2.07863	1.06779	t ₀₀₅₍₂₎ =4.3027*

10

【0100】

前記のように、バーナーピン 80 によれば、ペレットの山 S の内部を完全燃焼条件に近接させることによって、ボイラー 1 の熱効率を向上させることができ、燃焼生成物及び温室効果ガスの排出を低減させることができる。

【0101】

20

図 7 は、一形態に係る渦流形成器の前面図であり、図 8 は、一形態に係る渦流形成器の前面斜視図であり、図 9 は、一形態に係る渦流形成器の後面斜視図であり、図 10 は、一形態に係る渦流形成器の側面図である。

【0102】

次に、渦流形成器 90 は、火炎 F に案内される第 2 空気 A 2 に渦流を形成するための装置である。

【0103】

渦流形成器 90 の構造は、特に限定されない。例えば、図 7 乃至図 10 に示されたように、渦流形成器 90 は、第 2 空気 A 2 が通過するように設けられるエアパイプ 92 と、渦流形成器 90 を第 2ハウジング 74 に固定するためのフランジ 94 と、エアパイプ 92 を通過する第 2 空気 A 2 に渦流を形成する複数の羽根 96などを備えることができる。

30

【0104】

エアパイプ 92 は、予め定められた長さを有する円筒形状を有することが好ましい。このようなエアパイプ 92 は、第 2 空気 A 2 が通過可能なように内部に貫通形成された中空 92a を有することができる。

【0105】

フランジ 94 は、平板形状を有するように、エアパイプ 92 の一側端部から延長形成される。このようなフランジ 94 は、バイパス孔 74b を介して第 1 エアダクト 66 から流入した第 2 空気 A 2 が中空 92a を通過するように、渦流形成器 90 を第 2ハウジング 74 の側壁に固定することができる。このために、図 7 に示されたように、フランジ 94 は、フランジ 94 を第 2ハウジング 74 の側壁に螺合するための少なくとも 1 つのボルト孔 94a が形成され得る。この場合に、フランジ 94 は、エアパイプ 92 の中心軸が、火炎 F が生成される火格子 72 の上側開口部に向かうように、第 2ハウジング 74 の側壁に固定されることが好ましいが、これに限定されるものではない。すると、渦流形成器 90 は、渦流が形成された第 2 空気 A 2 を火炎 F に向かって排出することができる。

40

【0106】

羽根 96 はそれぞれ、中空 92a を通過する第 2 空気 A 2 の流動方向を切換え可能なように中空 92a の内周面に結合され、第 2 空気 A 2 に渦流を形成することができる。例えば、図 7 乃至図 10 に示されたように、羽根 96 はそれぞれ、エアパイプ 92 の延長方向と予め定められた基準傾斜角をなすように中空 92a の内周面に結合され得る。また、羽

50

根 9 6 は、予め定められた基準距離だけ互いに離隔するように中空 9 2 a の内周面に結合され得る。羽根 9 6 を設置する場合、図 7 に示されたように、羽根 9 6 の傾斜方向に沿って、中空 9 2 a を通過する第 2 空気 A 2 には、エアパイプ 9 2 の中心軸を中心に時計回りまたは反時計回りに回転する渦流が形成され得る。

【0107】

また、羽根 9 6 はそれぞれ、エアパイプ 9 2 の上流側から下流側に行くほど、前記基準傾斜角が漸増するように形成され得る。すなわち、羽根 9 6 はそれぞれ、フランジ 9 4 が形成されたエアパイプ 9 2 の一側端部から、火格子 7 2 側に向かう他側端部側に行くほど、前記基準傾斜角が漸増するように形成することができる。すると、火格子 7 2 側に行くほど、エアパイプ 9 2 の延長方向と中空 9 2 a を通過する第 2 空気 A 2 の流動方向との間の角度が漸増するので、第 2 空気 A 2 に渦流をさらに効率的に形成することができる。

10

【0108】

図 1 1 は、他の形態に係る渦流形成器の概念図である。

【0109】

前述した渦流形成器 9 0 の羽根 9 6 はそれぞれ、中空 9 2 a の内周面にエアパイプ 9 2 の延長方向と予め定められた基準傾斜角をなすように結合されるメイン羽根 9 6 a と、基準傾斜角に比べて大きい傾斜角を有する少なくとも 1 つの補助羽根 9 6 b とを有することができる。補助羽根 9 6 b は、メイン羽根 9 6 a に比べて低い高さを有するように形成されることが好ましいが、これに限定されるものではない。

【0110】

20

また、図 1 1 に示されたように、補助羽根 9 6 b はそれぞれ、メイン羽根 9 6 a、または補助羽根 9 6 b のうちの当該補助羽根 9 6 b 以外の他の 1 つの補助羽根 9 6 b に結合されてもよい。特に、補助羽根 9 6 b はそれぞれ、中空 9 2 a の予め定められた中間位置まで到達した第 2 空気 A 2 と接するように、メイン羽根 9 6 a または前記他の 1 つの補助羽根 9 6 b に結合され得る。このために、後順位に行くほど短い長さを有する補助羽根 9 6 b がメイン羽根 9 6 a または補助羽根 9 6 b に順次結合され、後順位の補助羽根 9 6 b であるほど中空 9 2 a の下流側に位置するようにメイン羽根 9 6 a または補助羽根 9 6 b に結合され得る。

【0111】

このようにメイン羽根 9 6 a 及び補助羽根 9 6 b を形成する場合、火格子 7 2 側に行くほど、エアパイプ 9 2 の延長方向と中空 9 2 a を通過する第 2 空気 A 2 の流動方向との間の角度が補助羽根 9 6 b によって漸増するので、第 2 空気 A 2 に渦流をさらに効率的に形成することができる。

30

【0112】

図 1 2 は、更に他の形態に係る渦流形成器の概念図である。

【0113】

羽根 9 6 はそれぞれ、渦流の回転方向に湾曲したラウンド形状を有することができる。

【0114】

例えば、羽根 9 6 はそれぞれ、予め定められた基準曲率半径を有するように渦流の回転方向に湾曲したメイン羽根 9 6 c と、前記基準曲率半径に比べて小さい曲率半径を有するように渦流の回転方向に湾曲した少なくとも 1 つの補助羽根 9 6 d などとを有することができる。

40

【0115】

また、それぞれの羽根 9 6 において、メイン羽根 9 6 c と補助羽根 9 6 d は、中空 9 2 a の予め定められた結合点のいずれか 1 つの結合点に共に結合され得る。この場合に、図 1 2 に示されたように、曲率半径が小さい補助羽根 9 6 d であるほど低い高さを有するように形成され得る。

【0116】

このようにメイン羽根 9 6 c 及び補助羽根 9 6 d を形成する場合、メイン羽根 9 6 c と補助羽根 9 6 d の相互補完作用によって、第 2 空気 A 2 に渦流をさらに効果的に形成する

50

ことができる。

【0117】

前記のように、渦流形成器90は、羽根96によって渦流が形成された第2空気A2を、ペレットの山Sが点火されて生成された火炎Fに向かって排出することができる。このように渦流が形成された第2空気A2は、ペレットの山Sの燃焼時に生成された揮発分(volatile matter)との混合が円滑に行われることによって、ペレットの山Sの燃焼条件を完全燃焼条件に近接させることができる。これを通じて、渦流形成器90は、ペレットの山Sの不完全燃焼時に発生する燃焼生成物及び有害排気ガスの濃度を低減させることによって、ボイラー1の燃焼効率及び熱効率を向上させることができ、温室効果ガスの排出量を減少させることができる。また、第2空気A2に渦流を形成すると、

10

【0118】

以上の説明は、本発明の技術思想を例示的に説明したものに過ぎず、本発明の属する技術分野における通常の知識を有する者であれば、本発明の本質的な特性から逸脱しない範囲で様々な修正及び変形が可能であろう。

【0119】

したがって、本発明に開示された実施例は、本発明の技術思想を限定するためのものではなく、説明するためのものであり、このような実施例によって本発明の技術思想の範囲が限定されるものではない。本発明の保護範囲は、下記の特許請求の範囲によって解釈されなければならない。それと同等の範囲内にあるすべての技術思想は、本発明の権利範囲に含まれるものと解釈されなければならない。

20

【符号の説明】

【0120】

- 1 ボイラー
- 10 除湿ユニット
- 12 エアパイプ
- 14 除湿パッド
- 20 再生ユニット
- 22 第1熱交換器
- 24 補助ヒータ
- 30 冷却ユニット
- 32 第2熱交換器
- 40 フィルタユニット
- 50 ボイラー本体
- 51 本体ケーシング
- 51a 暖房還水口
- 51b 暖房出水口
- 52 燃焼室
- 53 暖房水室
- 54 廃熱回収器
- 54a 第1廃熱回収管
- 54b 集塵室
- 54c 第2廃熱回収管
- 55 排風器
- 56 暖房水管
- 57 排風器ハウジング
- 58 煙筒
- 60 空気供給ユニット

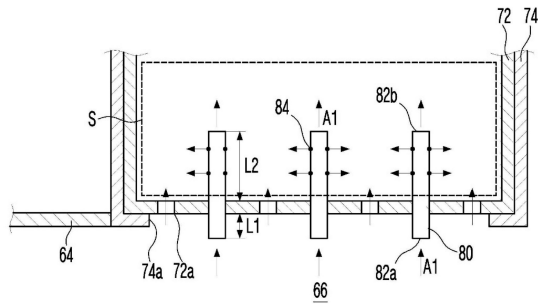
30

40

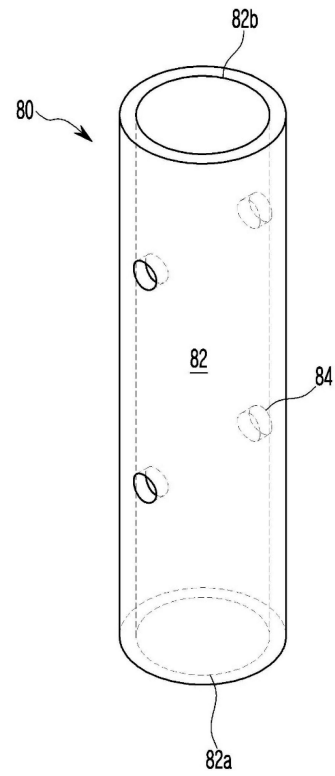
50

6 2	送風機	
6 4	第 1 ハウジング	
6 6	第 1 エアダクト	
7 0	燃焼ユニット	
7 2	火格子	
7 2 a	通孔	
7 4	第 2 ハウジング	
7 4 a	第 1 連通孔	
7 4 b	バイパス孔	
7 4 c	第 2 エアダクト	10
7 4 d	第 2 連通孔	
7 6	バーナー	
8 0	バーナーピン	
8 2	中空	
8 2 a	第 1 開口部	
8 2 b	第 2 開口部	
8 4	噴射孔	
9 0	渦流形成器	
9 2	エアパイプ	
9 2 a	中空	20
9 4	フランジ	
9 6	羽根	
9 6 a, 9 6 c	メイン羽根	
9 6 b, 9 6 d	補助羽根	
1 0 0	ペレット供給管	
P	木材ペレット	
S	ペレットの山	
A	空気	
A 1	第 1 空気	
A 2	第 2 空気	30
F	火炎	
G	燃焼ガス	

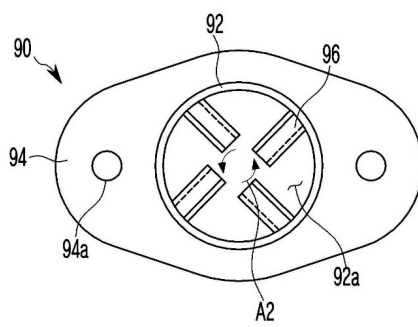
【図 5】



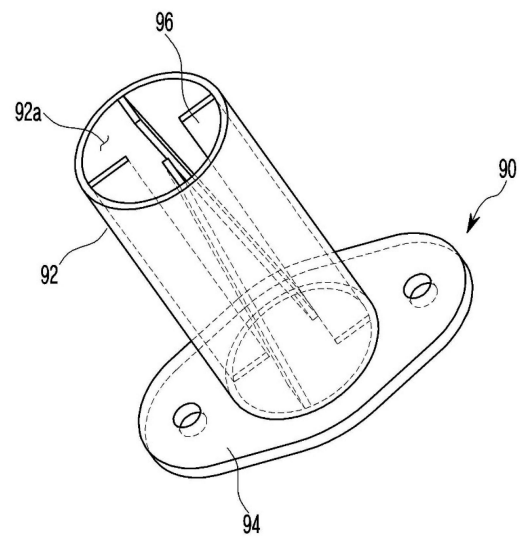
【图 6】



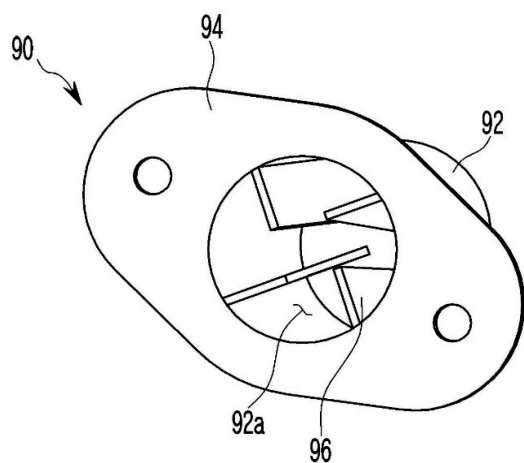
【図 7】



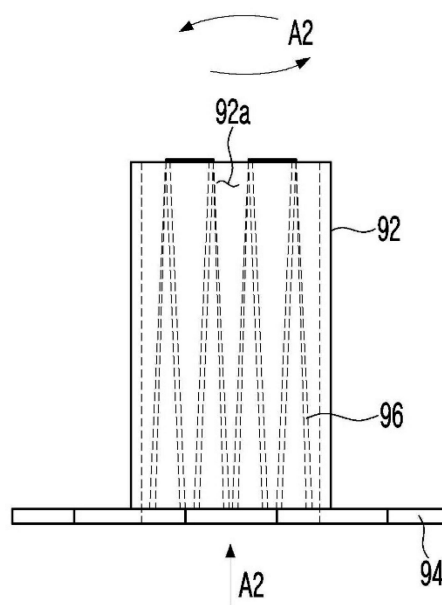
【图 8】



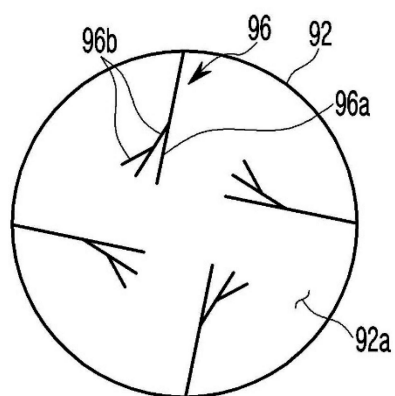
【図 9】



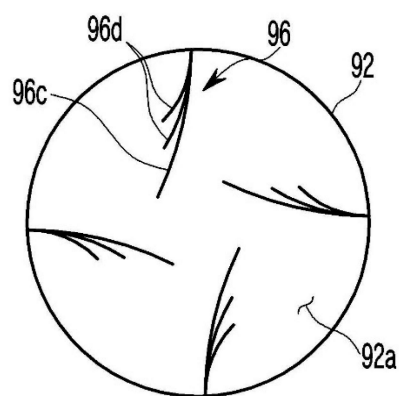
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 10-2019-0010163

(32)優先日 平成31年1月25日(2019.1.25)

(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)

特許法第30条第2項適用 Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences, Vol. 30, No. 3, pp. 192-199, 2018 及びそのウェブサイトのアドレス <https://doi.org/10.22698/jales.20180021>

(72)発明者 オ スンヒ

大韓民国 24269、ガンウォンド、チュンチョンシ、ソブデソナーロ、33、イピョンハンセイサンチュンチョン、104ードン、703

(72)発明者 イ チュンゴン

大韓民国 ガンウォンド、チュンチョンシ、ブクサンミョン、オハン2リ ジャンゼゴルギル、38

(72)発明者 チョ ラフン

大韓民国 ガンウォンド、チュンチョンシ、ヒョザードン、ドゥンジーキル、28、202

(72)発明者 キム ミンジュン

大韓民国 ギョンギード、ナムヤンジュシ、ファドーアップ、ギョンチュンロー、1842ボンギル、36-1、サムシンアパート、103ードン、1101

(72)発明者 チョン インソン

大韓民国 ギョンギード、ウイジョンブ、シンチョンロー、39ボンギル、30-22、701

審査官 藤原 弘

(56)参考文献 特開平09-033018 (JP, A)

特開2010-139167 (JP, A)

実開昭49-003371 (JP, U)

特開2017-078551 (JP, A)

実開昭61-004106 (JP, U)

特開昭53-080836 (JP, A)

実開昭56-089523 (JP, U)

欧州特許出願公開第2444725 (EP, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23B 10/00-99/00

F23L 1/00-99/00

F23M 9/00