

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7420941号
(P7420941)

(45)発行日 令和6年1月23日(2024.1.23)

(24)登録日 令和6年1月15日(2024.1.15)

(51)国際特許分類		F I	
F 2 3 J	15/00 (2006.01)	F 2 3 J	15/00 Z
B 0 1 D	53/86 (2006.01)	B 0 1 D	53/86 2 2 2
B 0 1 D	46/02 (2006.01)	B 0 1 D	46/02 Z Z A B
F 2 3 C	13/00 (2006.01)	F 2 3 C	13/00
F 2 3 L	15/00 (2006.01)	F 2 3 L	15/00 A
請求項の数 15 (全14頁)			
(21)出願番号	特願2022-529900(P2022-529900)	(73)特許権者	506425251
(86)(22)出願日	令和1年12月18日(2019.12.18)		スミトモ エスエイチアイ エフダブリュ
(65)公表番号	特表2023-505955(P2023-505955 A)		ー エナージャ オサケ ユキチュア
(43)公表日	令和5年2月14日(2023.2.14)		フィンランド国, エスポー 0 2 1 3 0
(86)国際出願番号	PCT/EP2019/085948	(74)代理人	100079108
(87)国際公開番号	WO2021/121575		弁理士 稲葉 良幸
(87)国際公開日	令和3年6月24日(2021.6.24)	(74)代理人	100109346
審査請求日	令和4年7月14日(2022.7.14)		弁理士 大貫 敏史
		(74)代理人	100117189
			弁理士 江口 昭彦
		(74)代理人	100134120
			弁理士 内藤 和彦
		(72)発明者	ロッカ, アンティ
			フィンランド国, 0 2 7 5 0 エスポー
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蒸気ボイラシステムを作動させるための配置構成及び方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項1】

蒸気ボイラシステム（1）のための配置構成であって、炉（2）、並びに次に続く煙道ガスチャネル（24）に沿って、いくつかの過熱器（4、5a、5b）、いくつかのエコノマイザ（6、7a、7b）及び前記煙道ガスチャネル（24）において前記エコノマイザ（6、7a、7b）の下流に位置する少なくとも1つの空気予熱器（9）、前記煙道ガスチャネル（24）において前記空気予熱器（9、9a、9b）の下流に位置する織布フィルタバグハウス（13）を含み、前記織布フィルタバグハウス（13）の下流には、選択的触媒還元（SCR）システム（14）であって、SCR反応器（141）、前記SCR反応器（141）の上流の高圧蒸気コイル加熱器（143）、及び前記SCR反応器（141）の後の煙道ガスから前記高圧蒸気コイル加熱器（143）の上流の前記煙道ガスへ熱を伝えるために前記SCR反応器（141）の上流及び下流に接続されたガスーガス熱交換器（142）を含む選択的触媒還元（SCR）システム（14）が位置する配置構成において、前記配置構成が、

ー 前記煙道ガスチャネル（24）において前記SCRシステム（14）の後に位置する少なくとも1つの熱交換器（15）であって、前記熱交換器（15）が、使用の際、前記SCRシステム（14）の下流の前記煙道ガスから流体回路（150）における流体媒体へ熱を伝えるように構成される熱交換器（15）をさらに含み、

ー 前記流体回路（150）が、前記流体媒体を、流入空気を前記空気予熱器（9、9a、9b）に入る前に加熱するように構成された予備空気加熱器（16、17）へ導くよう

に構成された少なくとも1つのポンプ（20）を含むことを特徴とする、配置構成。

【請求項2】

前記予備空気加熱器（16、17）が、一次及び／又は二次空気予熱器（9a、9b）の上流の一次及び／又は二次空気を加熱するように構成されることを特徴とする、請求項1に記載の配置構成。

【請求項3】

前記流体回路（150）における前記流体媒体が加圧水であることを特徴とする、請求項1又は2に記載の配置構成。

【請求項4】

前記予備空気加熱器（16、17）へのフローを制御するために、制御バルブ（21）が流体回路（150）において前記ポンプ（20）の下流に配置されることを特徴とする、請求項1～3のいずれか一項に記載の配置構成。

【請求項5】

前記SCRシステム（14）が、前記SCR反応器（141）に入る前記煙道ガスを前記SCR反応器（141）を出る前記煙道ガスで加熱するためのガス-ガス熱交換器（142）を含むことを特徴とする、請求項1に記載の配置構成。

【請求項6】

前記高圧蒸気コイル加熱器（143）が、前記SCR反応器（141）に入る前記煙道ガスを主蒸気ラインから又は補助蒸気システムからの蒸気で加熱するように構成されることを特徴とする、請求項1又は2に記載の配置構成。

【請求項7】

固体分離装置（3）及び前記織布フィルタバッグハウスが、SCRシステム（14）の上流で、NOx還元における前記SCRシステム（14）の効率を向上させるために、前記煙道ガスから粒子状物質の主要部分を取り除くように構成されることを特徴とする、請求項1～6のいずれか一項に記載の配置構成。

【請求項8】

蒸気ボイラシステム（1）であって、炉（2）、並びに次に続く煙道ガスチャネル（24）に沿って、いくつかの過熱器（4、5a、5b）、いくつかのエコノマイザ（6、7a、7b）及び前記煙道ガスチャネル（24）において前記エコノマイザ（6、7a、7b）の下流に位置する少なくとも1つの空気予熱器（9）、前記煙道ガスチャネル（24）において前記空気予熱器（9、9a、9b）の下流に位置する織布フィルタバッグハウス（13）を含み、前記織布フィルタバッグハウス（13）の下流には、選択的触媒還元（SCR）システム（14）であって、SCR反応器（141）、前記SCR反応器（141）の上流の高圧蒸気コイル加熱器（143）及び前記SCR反応器（141）の後の煙道ガスから前記高圧蒸気コイル加熱器（143）の上流の前記煙道ガスへ熱を伝えるために前記SCR反応器（141）の上流及び下流に接続されたガス-ガス熱交換器（142）を含む選択的触媒還元（SCR）システム（14）が位置する蒸気ボイラシステム（1）を作動させる方法において、

少なくとも1つの熱交換器（15）が前記煙道ガスチャネル（24）において前記SCRシステム（14）の後に位置し、前記熱交換器（15）が、使用の際、前記SCRシステム（14）の下流の前記煙道ガスから流体回路（150）における流体媒体へ熱を伝え、
— 前記流体回路（150）が前記流体媒体を予備空気加熱器（16、17）へ導き、流入空気を前記空気予熱器（9、9a、9b）に入る前に加熱することを特徴とする、方法。

【請求項9】

前記予備空気加熱器（16、17）が、一次及び／又は二次空気予熱器（9a、9b）の上流にある一次及び／又は二次燃焼空気を加熱することを特徴とする、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記方法が、第1ステップにおいて、SCRシステム（14）の後の前記煙道ガスから

10

20

30

40

50

熱を送達する前記予備空気加熱器（１６）で、前記一次燃焼空気温度を $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$ の範囲へ上昇させ、次いで、第２ステップにおいて、前記一次空気が前記エコノマイザ（６、７ａ、７ｂ）の下流の前記煙道ガスから熱を伝える前記空気予熱器（９）において加熱されるという２つのステップにおいて一次燃焼空気を加熱するステップを含むことを特徴とする、請求項９に記載の蒸気ボイラシステムを作動させる方法。

【請求項１１】

前記方法が、第１ステップにおいて、ＳＣＲシステム（１４）の後の前記煙道ガスから熱を送達する前記予備空気加熱器（１７）で、前記二次燃焼空気温度を $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$ の範囲に上昇させ、次いで、第２ステップにおいて、前記二次空気が前記エコノマイザ（６、７ａ、７ｂ）の下流の前記煙道ガスから前記熱を伝える前記空気予熱器（９）において加熱されるという２つのステップにおいて二次燃焼空気を加熱するステップを含むことを特徴とする、請求項９に記載の蒸気ボイラシステムを作動させる方法。

10

【請求項１２】

前記ＳＣＲ反応器（１４１）の上流の前記煙道ガスの温度が、前記空気予熱器（９、９ａ、９ｂ）の前に前記予備空気加熱器（１６、１７）で前記燃焼空気の前記温度を調整することにより、前記空気予熱器（９、９ａ、９ｂ）にわたって煙道ガスの温度差を制御することにより制御されることを特徴とする、請求項９又は１０に記載の蒸気ボイラシステムを作動させる方法。

【請求項１３】

ＳＮＣＲシステム（２２）が、炉（２）及び固体分離装置（３）の下流での NO_x 還元の初期段階として構成されることを特徴とする、請求項８～１０のいずれか一項に記載の蒸気ボイラシステムを作動させる方法。

20

【請求項１４】

前記流体媒体が $100 \sim 140^{\circ}\text{C}$ の温度範囲の加圧水であることを特徴とする、請求項８～１０のいずれか一項に記載の蒸気ボイラシステムを作動させる方法。

【請求項１５】

前記ＳＣＲ反応器の上流の前記煙道ガスの温度が、前記高圧蒸気コイル加熱器（１４３）及び前記ガス－ガス熱交換器（１４２）でさらに制御されることを特徴とする、請求項８～１２のいずれか一項に記載の蒸気ボイラシステムを作動させる方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【０００１】

技術分野

〔００１〕 本発明は、請求項１の前提部による蒸気ボイラシステムのための配置構成に関する。本発明はまた、蒸気ボイラシステムを作動させる方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

背景技術

〔００２〕 窒素酸化物（ NO_x ）は、ボイラの燃焼器又は炉における燃焼プロセス中に排出される気体状汚染物質である。燃焼器、例えば循環流動床（ＣＦＢ）燃焼器に由来する煙道ガス又は排ガスは大気に排出され、したがって、汚染物質、例えば NO_x 、 SO_x などを含む排ガスの排出は最小限に抑えられなければならない、ガスは実質的にいずれの未燃物質も含まないということは明白な結論である。燃焼により生じる主な窒素汚染物質は一酸化窒素（ NO ）及び二酸化窒素（ NO_2 ）である。 NO_x は燃焼器における燃料の燃焼から形成される。燃料窒素及び空気における窒素は燃焼器において $800 \sim 950^{\circ}\text{C}$ の温度で形成される汚染物質の主要源である。 NO_x は大気汚染物質であるため、規制により大気中へのその排出レベルを制限することが求められる。これらは酸性雨及びオゾン形成、視程低下及び人間の健康問題に寄与する。燃焼源からの排出は、したがって規制されるとともに監視される。傾向として、排出要件はよりますます厳しくなっている。

40

【０００３】

50

〔003〕現在の及び提案された排出規制では、可能な最低排出レベルを達成するために NO_x 規制を使用することが普通である。燃焼後還元技術は選択的触媒還元（SCR）及び選択的非触媒還元（SNCR）を含む。両技術において、 NO_x は、煙道ガスへ注入された1つ又は複数の試薬で、一連の反応を通じて窒素（ N_2 ）及び水（ H_2O ）へ還元される。使用される最も一般的な試薬は、SCR及びSNCRシステムの両方についてアンモニア及び尿素である。

〔0004〕

〔004〕選択的非触媒還元（SNCR）手順は、ボイラシステムの排ガスに注入されるべき添加剤としての還元剤、例えばアンモニア（ NH_3 ）又は尿素（ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ）の使用を伴う。これらの添加剤は、1を超える公称 NH_iNO モル比で750～950℃の温度範囲で熱い排ガス流に注入される一方、 NH_3 スリップを合理的に低いレベルに維持する。 NO_x 還元は以下の反応により達成される：

アンモニア正味反応： $\text{NH}_3 + \text{NO} + 1/4 \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 3/2 \text{H}_2\text{O}$

尿素正味反応： $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{NO} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

SNCR法での NO_x 還元効率は、一般に約20から約80%に及ぶ。

〔0005〕

〔005〕選択的な触媒還元（SCR）プロセスは、触媒、例えば二酸化チタン基板上に支持された五酸化バナジウムの存在下での NH_3 及び NO_x の触媒反応を伴う。 NH_3 はSCR触媒の上流で注入されるとともに、ガスが触媒グリッドを通過する際に NO_x を窒素及び水に還元する。 NO_x 除去のための反応温度はSNCRよりはるかに低く、200～500℃の範囲である。SCRプロセスは NO_x の除去において非常に効率的であり、 NO_x の90%超がこのプロセスを通じて除去され得る。プロセスの正味反応は、

$\text{NH}_3 + \text{NO} + 1/4 \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 3/2 \text{H}_2\text{O}$ 。

これは燃焼後 NO_x 還元の現在最も有効な方法であるとともに、様々な燃料（例えば天然ガス、製油所ガス、瀝青、垂瀝青及び褐炭、燃料油、石油コークス、バイオマス及び廃棄物／廃木材）に適用されてきた。

〔0006〕

〔006〕概して、蒸気ボイラシステムには、3つの基本SCRシステム構成、すなわち、エコノマイザと空気予熱器との間にSCR反応器を備えた高ダスト構成、粒子制御デバイスの後にSCR反応器を備えた低ダスト構成、及び煙道ガス脱硫（FGD）システムの後にSCR反応器を備えたテールエンド構成がある。概して、SCR反応器は、適切に機能するために特定の温度範囲において、及び触媒材料もその構造も劣化させない環境において作動させられなければならない。ホット側／高ダスト設備において、SCRシステムは典型的には、エコノマイザ出口に設置され、空気予熱器に先行する。これは、都合よくは、371～399℃である NO_x 還元のための理想的なガス温度を達成可能にする。コールド側／低ダスト設備において、SCRシステムは、典型的には空気予熱器及び粒子の収集の後に設置される。そのようなシステムにおいて、SCRシステムは煙道ガス温度を上げるための方法を含む必要がある。

〔0007〕

〔007〕先行技術文献国際公開第2011／135518A2号は、

（a）循環流動床反応器であって、

（i）炉が循環流動床の固体粒子の懸濁液において燃料物質を燃焼させ、

（ii）第1サイクロン分離装置配置構成が、固体粒子の第1分画を排ガスから分離するために炉から気体及び固体粒子の混合物を受け取り、

（iii）第1サイクロン分離装置に接続された固体粒子返送システムが分離された固体粒子を炉に返送する

循環流動床反応器と、

（b）排ガスチャネルにおいて第1サイクロン分離装置配置構成の後に配置された水／蒸気熱交換器セクションを含む伝熱セクションと、

（c）炉、第1サイクロン分離装置配置構成及び炉における燃焼プロセスに由来する熱を

10

20

30

40

50

回収するために配置されている伝熱セクションに関連して提供された熱回収デバイスと、
(d) 排ガスからの NO_x を除去するために排ガスチャネルにおいて伝熱セクションの後で配置された選択的触媒還元システムと、

(e) 選択的触媒還元システムの上流で排ガスに NO_x 還元剤を注入するためのデバイスと、

(f) 第1サイクロン分離装置配置構成の下流及び伝熱セクションの上流に提供された第2サイクロン分離装置配置構成であって、内部において固体粒子の第2分画が排ガスから分離される第2サイクロン分離装置配置構成と

を含む循環流動床燃焼器配置構成を開示する。

いくつかの潜在的な問題は上で説明された配置構成で回避され得る。当該配置構成は、例えば高ダスト負荷及び灰のアルカリ度を原因とする触媒詰まりが無くなり得るかなり減少し得るため、CFB燃焼器のより信頼性のある作動を提供する。当該配置構成により、環境湿度と反応するとともに固い堆積物及び酸性度を生じさせ、それにより触媒グリッドのベース材料に損害を与える灰の堆積を最少化することも可能である。また、チャネル及び細孔の永続的な詰まりが回避され得、及び／又はSCR触媒の寿命はかなり長くなる。

【0008】

【008】 先行技術文献米国特許第7,021,248B1号は、可変ボイラ負荷でのSCRを介した NO_x 還元のためのシステムを開示する。SCR反応は必要とされる温度範囲内で行われるため、SCR反応器は典型的には、蒸気発生器ボイラのエコノマイザ煙道ガス排気口の下流及び入ってくる燃焼空気を予熱するために使用される任意の空気加熱器デバイスの上流（煙道ガスフローの方向に関して）に位置する。経済的理由のために、SCR反応器に入る望ましいガス温度は、全負荷から部分負荷への全ての負荷で必要とされる範囲において維持されなければならない。また、望ましい煙道ガス温度を維持することは、アンモニア噴射システム及び触媒内の又はアンモニア噴射システム及び触媒でのアンモニア及び／又は硫酸塩の形成を減少させる。しかしながら、ボイラ負荷が減少すると、ボイラ出口ガス温度は最適温度範囲未満に低下する。全負荷熱効率に対する影響を最小化しつつガス温度を必要とされる温度範囲に上昇させるための現在のプラクティスはエコノマイザガス迂回煙道の使用である。エコノマイザガス迂回煙道は、エコノマイザの上流のより熱い煙道ガスの一部を取り除き、次いでより熱い煙道ガスをより冷たい煙道ガスと組合せるために使用され、それによりエコノマイザに煙道ガス温度全体を上昇させる。迂回システムを通過するガスの量を制御することにより、SCR反応器に入る煙道ガス温度は、より低いボイラ負荷で必要とされる温度範囲内に維持され得る。文献は、第1エコノマイザを選択的触媒還元反応器の上流に、第2エコノマイザを反応器の下流に有する分割エコノマイザ配置構成を使用して廃熱及び窒素酸化物をボイラ煙道ガスから取り除くための方法を提示する。一実施形態において、煙道ガスは好ましくは、エコノマイザチューブ内を上方へ流れるボイラ給水との交差並流熱交換関係において第1エコノマイザを通じて上方へ向けられる。第1エコノマイザは煙道ガスを反応器における触媒による窒素酸化物の効率的な除去のために必要な温度範囲に冷却する。選択的触媒還元反応器の下流の第2エコノマイザはさらにボイラ給水を加熱するとともに煙道ガスを冷却し、それにより熱効率を向上させる。

【0009】

【009】 先行技術文献米国特許第6,395,237B1号は、CFB反応器又は燃焼器とSCRシステムとの組合せの一実施形態を開示する。組合せは、煙道ガス／固体を通すためのCFB反応器筐体、固体粒子を煙道ガス／固体のフローから分離するための一次粒子分離装置手段、及び一次粒子分離装置手段により集められた固体粒子を反応器筐体へ返送するための手段を含む。過熱器及び再加熱器伝熱表面の少なくとも1つは煙道ガス／固体のフローに対して一次粒子分離装置手段の下流に位置する。マルチクロンダストコレクタ手段により集められた固体粒子を反応器筐体へ返送するための手段とあわせて、過熱器及び再加熱器伝熱表面の少なくとも1つの下流に位置するマルチクロンダストコレクタ手段が、固体粒子を煙道ガス／固体のフローからさらに分離するために提供される。SCR

システムは、 NO_x を煙道ガス／固体のフローから除去するためにマルチクロンダストコレクタ手段の下流に位置し、乾式スクラバ手段はSCRシステムの下流に位置する。最後に、 NO_x 排出を減少させる化学反応を生じさせるためにアンモニアをSCRシステムの上流の煙道ガス／固体のフローに注入するための手段が提供される。

【0010】

【0010】 本発明は、ボイラプラントであって、燃料を空気とともに燃焼させて NO_x を含む熱い煙道ガスを形成するために燃料及び空気が導入される炉、煙道ガスチャネル、すなわち煙道ガスを排気筒へ導くための流路、高圧蒸気を発生させるための煙道ガスチャネルにおける及び／又は炉における伝熱表面、熱を煙道ガスから燃焼させられる空気へ伝える煙道ガスチャネルにおける空気予熱器、空気予熱器の下流の煙道ガス脱硫システム及び最終粒子制御デバイス、並びに、煙道ガス脱硫システム及び最終粒子制御デバイスの下流に配置されたテールエンドSCR反応器を含むボイラプラントに関する。したがって、本発明の構成により、SCR反応器は、本質的にダスト及び硫酸の無い環境にあるが、その温度は、煙道ガスを再加熱することが無ければ、概して許容可能な範囲未満である。これは、煙道ガスの再加熱が求められることを意味し、これはSCR反応器の作動コストを上昇させる。特定の燃料のために、及び／又は特にいくつかの改造用途においては、空間制限を原因としてテールエンド構成が必要とされる場合がある。テールエンドユニットのための煙道ガスにおいては飛灰、触媒毒、及び SO_2 がより少ないため、触媒の寿命は著しく増加し得、より費用がかからない触媒が使用され得る。

10

【0011】

【0011】 煙道ガスを再加熱する既知の方法は、煙道ガスをSCR反応器の上流の高圧蒸気コイル熱交換器を通し、ガスーガス熱交換器を、SCR反応器の後の煙道ガスから蒸気コイル熱交換器の上流の煙道ガスに熱を伝えるように配置することである。この配置構成は蒸気コイル熱交換器で必要とされる加熱を減らすとともに、排ガス温度を許容可能なレベルへ低下させる。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

【0012】 上で説明された構成は、SCR反応器の上流の煙道ガスを再加熱するための高圧蒸気の比較的大量の消費という問題を伴う。さらに、ガスーガス熱交換器から排気筒へ搬送される煙道ガスの温度が依然として比較的高い場合がある。

30

【0013】

【0013】 同様に依然として解決されるべき問題は、コールド側／低ダスト設備において、煙道ガスの温度が負荷及び燃料条件並びに環境温度に依存するということである。SCRシステムのアンモニアスリップ、高い SO_3 転換率及び脱硝の低効率などの問題が現在温度が低すぎることに関連している。

【0014】

【0014】 本発明との関連において、説明を円滑にするために以下の用語が使用される。

ー 選択的触媒還元（SCR）システムは、少なくとも実際のSCR反応器のみならず尿素／アンモニア酸化及び注入デバイス、内部加熱デバイスなどであり得る二次システムを含む実体物を意味する。

40

ー 空気予熱器は、一次空気及び／又は二次空気を、これらが個別の空気流である場合に、含む、燃焼のために必要な入ってくる又は流入する空気を加熱するように構成された熱交換器を意味する。空気予熱器はここでは、ガスーガス熱交換器として煙道ガスに直接由来する熱を入ってくる空気へ伝えるように構成される。

ー 煙道ガスは蒸気ボイラの炉で生じる燃焼排ガスを指す。その組成は何が燃やされているかに依存するが、通常はほとんどが空気の燃焼に由来する窒素（典型的には三分の二を超える）、二酸化炭素（ CO_2 ）、及び水蒸気並びに過剰な酸素（同様に燃焼空気に由来する）を含む。これは、少ない割合のいくつかの汚染物質、例えば粒子状物質（飛灰、煤煙、流動床材料などのような）、一酸化炭素、窒素酸化物、及び硫黄酸化物をさらに含む。

50

ー 流入空気はここでは概して燃焼に導入することを意図された空気を意味する。特定のタイプの燃焼デバイスとの関連において、これは一次空気若しくは一次燃焼空気又は二次空気若しくは二次燃焼空気であるとさらに特定され得る。

【0015】

【0015】 本発明の目的は蒸気ボイラシステムの効率を向上させることである。特に、目的は、SCRシステムが、SCR反応器におけるSCR触媒の寿命を延ばすために、乾式吸収剤噴射(DSI)及びフィルタバグハウスの後のテールエンドSCRとして適用されるシステムにおける効率を向上させることである。さらに、システムは、NO_x還元のために必要とされる温度に依存して煙道ガスを200～260℃の適切な温度に調整するために蒸気を使用するように構成され、煙道ガス加熱のための蒸気は、タービン抽気又は主蒸気ラインのいずれかから取られ、このことは蒸気ボイラシステムを含むプラントの電気出力及び／又は正味の発熱率を減少させ得る。

10

【0016】

【0016】 本発明のさらなる目的は、煙道ガスの温度が様々なボイラ負荷についてSCR還元に適した十分な温度範囲に維持されることを確実にするために、SCR反応器に入る直前に煙道ガスを加熱するための蒸気の必要性を減少させることである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の開示

【0017】 本発明の目的は実質的に、独立請求項において及び本発明の異なる実施形態をより詳細に説明する他のクレームにおいて開示されたとおり、特に、独立請求項1による蒸気ボイラシステムのための配置構成で及び並列独立請求項8による蒸気ボイラシステムを作動させる方法で、達成され得る。本発明によると、ガス-ガス熱交換器から排気筒へ搬送された煙道ガスを冷却するために煙道ガスから伝熱回路における伝熱媒体へ熱を伝えるために、熱交換器が煙道ガスチャネルにおいてSCRシステムガス-ガス熱交換器の下流に配置され、伝熱回路は、伝熱媒体から空気予熱器の上流の空気へ熱を伝えるために第2熱交換器、予備空気加熱器を含む。

20

【0018】

【0018】 空気は、空気が空気予熱器に入る前、すなわち熱が煙道ガスから空気へ伝えられる前に伝熱媒体により加熱されるため、空気予熱器を通過する煙道ガスの温度の低下はより少なく、煙道ガスはより高い温度でSCR反応器に搬送される。したがって、SCR反応器の上流の高圧蒸気で煙道ガスを再加熱する必要性は減少する。それにより、高圧蒸気の出力及びボイラプラントの効率は増加する。

30

【0019】

【0019】 本発明の一態様は、煙道ガス温度を、大気への排出まで煙道ガス経路に沿って各段階にとって最適となるような方法で制御することである。燃焼後、熱エネルギーは過熱器、エコマイザ及び空気予熱器で煙道ガスから回収されるが、それらの熱回収プロセスステップ後は、煙道ガス温度は異なる観点から制御される。そこから下流は排出制御の観点が決定的なものとなる。本発明の別の態様は、乾式吸収剤噴射(DSI)システムが織布フィルタバグハウスとともに排出制御に関して効率的に機能することを確実にするために、それらの熱回収プロセス後の煙道ガス温度を約160～170℃の範囲とすることである。DSI(CaOHなど経済的な代替剤が使用されてもよい)及び織布フィルタバグハウスのための材料/化学物質選択に関して、この160～170℃が望ましい温度範囲である。さらに、SCRシステム前での粒子状物質及び硫黄含量の煙道ガスからのこの効率的な除去は、SCR触媒及び反応器全体の寿命を両方共著しく延ばし、触媒表面がより良好な条件で保たれるためこれはさらにNO_x還元を向上させる。

40

【0020】

【0020】 さらに、SCRの最低温度は約200℃であるため、煙道ガス温度は低くなりすぎることではない。したがってDSI及び織布フィルタバグハウスにより必要とされる最適な温度はSCRのために必要とされる最低温度未満である。テールエンドSCR-シス

50

テムを有する先行技術構成のいくつかにおいて、ＳＣＲのための煙道ガス温度調整は、タービン抽気又は主蒸気ラインのいずれかからの高圧及び高温蒸気を使用する蒸気コイル加熱器でなされなければならない。蒸気コイルで必要とされる温度上昇がかなりのものである場合、同じ蒸気は排出制御システムにではなく実際の電力発生に使用され得るため、蒸気ボイラプラントの計算された正味の効率は低下する。

【００２１】

【0021】 燃焼空気入口側で、従来の方法は、エコノマイザの隣の下流で煙道ガスから熱を取る空気予熱器を使用することである。燃料に依存して、概して、そのような予熱器の前の入口温度を空気予熱器の腐食を回避するのに十分に高く約60～70℃で維持することが必要であり、以前は、蒸気はその加熱目的のために使用された。提示されたわずかに矛盾する必要性を満たすために、本発明の一態様は、煙道ガスチャネルにおいてＳＣＲシステムの後に位置する少なくとも1つの熱交換器を提供することにより蒸気の使用が削減されることであり、熱交換器は、使用の際、ＳＣＲシステムの下流の煙道ガスから流体回路における流体媒体へ熱を伝えるように構成され、流体回路は、流体媒体を、流入空気を空気予熱器に入る前に加熱するように構成された予備空気加熱器へ導くように構成された少なくとも1つのポンプを含む。この配置構成の結果として、空気予熱器に入る空気温度はより高くなり、これにより当該ポイントで煙道ガスから取り出される熱がより少なくなる。これによりＤＳＩ及び織布フィルタバグハウス及びさらにＳＣＲシステムへ入る煙道ガスの温度がわずかにより高くなり、蒸気での再加熱がより少ない。そのため最終的に、熱が排気筒のすぐ上流の煙道ガスから熱交換器により取られるため、排気筒を出る煙道ガスの温度は低下し、また、蒸気ボイラプラント全体の正味の発熱率は向上する。

【００２２】

【0022】 したがって本発明の配置構成により、煙道ガス温度は、予備空気加熱器を制御することにより流入空気の温度で部分的に制御され得る。流動床など炉の上流の流入空気は、第1段階においてＳＣＲシステムの後の煙道ガスから利用可能な熱で、次いで第2段階においてエコノマイザの後であるがＳＣＲシステムに入る前の煙道ガスから空気予熱器により利用可能な熱でという2段階で加熱される。第1段階が既に流入空気の温度を上昇させているため、第2段階から流入空気に伝えられる熱の相対的部分は減少し、結果は、ＳＣＲシステムに入る煙道ガスの温度を調整するために必要な蒸気はより少なくなる。換言すると、流入空気が通常（60～70℃）より高い温度（約100～110℃）で空気予熱器に入る場合、同様に、空気予熱器煙道ガス出口温度は上昇し、したがってテールエンドＳＣＲシステムで求められる蒸気はより少ない。これは、ＳＣＲプロセスを望ましい温度で適切に作動させるためにＳＣＲシステムに入る煙道ガスについてより少ない蒸気加熱が求められることを意味する。

【００２３】

【0023】 本発明の一実施形態によると、テールエンドＳＣＲの後の煙道ガス温度は依然として合理的に高く、煙道ガスには主にダスト及び酸性ガス（ SO_2 、 HCl ）が無い。熱は、間接的方法、すなわち流体回路における流体媒体として加圧水を用いる方法で燃焼空気へ回収され得る。熱交換器は、ＳＣＲシステムの下流の煙道ガスから流体回路、例えば閉鎖循環水ループにおける流体媒体へ熱を伝えるように構成される。流体回路は予備空気加熱器の水コイルに熱を伝える。いくつかの先行技術構成において、空気を実際の空気予熱器に入る前に加熱するために蒸気コイル空気予熱器が空気チャネルにあった。例えば、粉体燃料燃焼蒸気発生器に関する文献米国特許第4205630号は、一次空気予熱器に入る燃焼空気の温度を上昇させるための強制通風ファンと一次煙道ガス加熱空気予熱器との間の燃焼空気吸入ダクトに配置された蒸気空気加熱器を開示している。一次空気予熱器のコールドエンド伝熱表面の腐食を抑えるために低負荷作動中に粉体燃料蒸気発電機の一次空気予熱器に入る燃焼空気の温度を上昇させるためにそのように配置された蒸気空気加熱器を用いることは先行技術において既知である。腐食を回避するために煙道ガス作動燃焼空気予熱器の前の空気を温度（60～70℃）に予め加熱するためにこれらの従来の蒸気コイル空気予熱器はこの本発明の構成においてはもはや必要ではない。

【0024】

【0024】 本発明の方法では、SCR反応器の上流の煙道ガスの温度は、空気予熱器の前に予備空気加熱器で流入空気の温度を調整することにより、空気予熱器にわたって煙道ガスの温度差を制御することにより制御される。空気予熱器が熱を煙道ガスから燃焼のための流入空気へ伝えるとき、これらの2つのフロー間の温度差は、パラメータ、例えば物理的構造及びこれら2つのフローが一定のままである場合にどのくらいの熱が伝えられ得るかを決定する。煙道ガスフローは、熱をより冷たい流入空気流に伝える高温フローである。流入空気流の温度が既に上昇している場合、流入空気の、煙道ガス温度を冷却する能力はより小さい。したがって、流入空気がより熱い場合、煙道ガスの温度はより高いままである。この効果は、SCR反応器におけるNO_x還元的最適なパフォーマンスのために煙道ガス温度を再度加熱するために蒸気コイル加熱器において蒸気を使用することを減らすためにここでは用いられる。

10

【0025】

【0025】 特定の要素により得られる明らかな実際上の利点がある：

- － 水コイル加熱器が、実際の空気予熱器の前の吸入燃焼空気の予備加熱のために使用されてもよい。テールエンドSCRの後で熱が煙道ガスから回収されるとき、消費される蒸気はより少ない。
- － 蒸気ボイラシステム出口煙道ガス温度及びテールエンドSCR蒸気消費は、織布フィルタバグハウス作動も最適化するために循環水ループバイパス制御で制御され得る。
- － テールエンドSCR蒸気消費の40%の減少でさえ達成され得る、
- － 蒸気消費全体が>65%減少する。
- － 比較的高い循環水ループ温度（110～130℃）及びダスト／硫黄／酸性ガスの無い環境を原因として、通常のカーボン鋼及びフィン付きチューブが、SCRシステムの後で煙道ガスからの熱を伝える熱交換器回収チューブバンクのために使用され得る。

20

【0026】

【0026】 本発明の一態様によると、吸気は、炉での異なる位置についての個別の空気流、一次空気流及び二次空気流を含む。これは、問題となっているボイラシステムの実際の構成に、それが循環流動床ボイラ又はバブリング床ボイラ又はいくつかの他のタイプの炉であるかにかかわらず、依存する。本発明の一実施形態によれば、蒸気ボイラシステムは流動床ボイラシステム、例えば循環流動床ボイラシステム又はバブリング流動床ボイラシステムである。予備空気加熱器は、一次及び／又は二次空気予熱器の上流の一次及び／又は二次空気を加熱するように構成される。

30

【0027】

【0027】 本発明の一態様によると、作動中、熱交換器は、例えば、例示的なセットアップにおいて、SCRシステムの下流で煙道ガスを183℃から135℃に冷却することにより煙道ガスからの熱を伝える。流体媒体、例えば加圧水は、それにより110℃から123℃へ加熱される。この熱は次いで、ポンプシステムにより、流入空気、例えば一次及び／又は二次空気を流体媒体で加熱するように構成された予備空気加熱器へさらに搬送される。この例示的なセットアップにおいて、予備空気加熱器における伝熱を原因として流体媒体が123℃から110℃へ冷却される一方で、一次空気は49℃から103℃へ加熱され、二次空気は41℃から103℃へ加熱される。

40

【0028】

【0028】 本発明の一態様によると、流入空気、すなわち加熱された一次及び／又は二次空気の加熱は、織布フィルタバグハウスに入る煙道ガスの温度が上昇するという結果を有する。例示的なセットアップにおいて、織布フィルタバグハウスの上流の煙道ガス温度は168℃であり、下流織布フィルタバグハウス温度はSCRシステムに入るときに173℃である。173℃の温度は、SCR反応器の有効な作動温度（200℃）に合理的に近く、そのため、煙道ガスをそれがSCR反応器に入る前に加熱するために必要とされるボイラからの蒸気がより少ない。

【0029】

50

【0029】 本発明の一実施形態によると、ＳＣＲシステムは、実際のＳＣＲ反応器に加えて、ＳＣＲ反応器に入る煙道ガスをＳＣＲ反応器を出る煙道ガスで加熱するためのガスーガス加熱器（ＳＣＲシステム内部）及びさらにＳＣＲ反応器に入る煙道ガスを主蒸気ラインから又は補助蒸気システムからの蒸気で加熱するための蒸気コイル加熱器を含む。有利には、蒸気コイル加熱器は、蒸気入口で煙道ガスを目標温度へ加熱するために求められる量のみ蒸気が入られるように制御される。

【0030】

【0030】 本発明の一態様によるボイラプラントを作動させる方法において、煙道ガスフロー方向においてＳＣＲシステムの下流に位置する熱交換器は、ＳＣＲシステムを出る煙道ガスから流体媒体へ熱を伝達するために使用され、少なくとも１つのポンプを含む流体媒体のための流体回路が流体媒体を、流体媒体で一次及び／又は二次空気を加熱するように構成される予備空気加熱器に導くために使用される。

【0031】

【0031】 この特許出願において提示されている本発明の例示的な実施形態は添付の特許請求の範囲の適用可能性を限定すると解釈されるものではない。「を含むこと（to comprise）」という動詞は、この特許出願において、列挙されていない特徴の存在も排除しない開かれた限定（open limitation）として使用される。従属請求項において列挙された特徴は別段の明示が無い限り互いに自由に組合せられる。本発明の特徴とみなされる新規な特徴は、特に添付の特許請求の範囲において定められる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【0032】 以下において、発電所ボイラシステムのための配置構成は例示的な実施形態により、蒸気ボイラシステムのコンポーネントを示す唯一の図１において添付の図面に示されるとおり以下においてより詳細に説明される。本発明は添付の例示的な、概略図を参照して説明される。

【0033】

【図１】 本発明の一実施形態による発電所ボイラシステムのための配置構成を示す。

【発明を実施するための形態】

【0034】

図面の詳細な説明

【0033】 図１は、循環流動床ボイラシステムとして示された蒸気ボイラシステム１のための配置構成を概略的に示す。循環流動床ボイラシステム１は、燃料物質が、循環流動床の固体粒子の懸濁液において炉２において燃焼されるように好ましくは作動される。燃焼の結果としての排ガス及び固体粒子は炉２から少なくとも１つの固体分離装置３へ通され、固体粒子の第１分画は少なくとも１つの固体分離装置３において分離されるとともに固体返送行程を介して炉２に返送される。ＳＮＣＲシステム２２が、炉２及び固体分離装置３の下流でのＮＯ_x還元の初期段階として構成される。換言すると、図は、蒸気ボイラシステム１であって、炉２、並びに次に続く煙道ガスチャネル２４に沿っていくつかの過熱器４、５ａ、５ｂ、いくつかのエコノマイザ６、７ａ、７ｂ、及び煙道ガスチャネル２４においてエコノマイザ６、７ａ、７ｂの下流に位置する少なくとも１つの空気予熱器９、煙道ガスチャネル２４において空気予熱器９、９ａ、９ｂの下流に位置する織布フィルタバグハウス１３を含み、織布フィルタバグハウス１３の下流には、選択的触媒還元（ＳＣＲ）システム１４であって、ＳＣＲ反応器１４１、ＳＣＲ反応器１４１の上流の高圧蒸気コイル加熱器１４３、及びＳＣＲ反応器１４１の後の煙道ガスから高圧蒸気コイル加熱器１４３の上流の煙道ガスへ熱を伝えるためにＳＣＲ反応器１４１の上流及び下流に接続された回生ガスーガス熱交換器１４２を含む選択的触媒還元（ＳＣＲ）システム１４が位置する蒸気ボイラシステム１のための配置構成を提示する。換言すると、ガスーガス熱交換器の一（吸気口）端部はＳＣＲ反応器１４１の上流に位置し、ガスーガス熱交換器１４２の他（排気口）端はＳＣＲ反応器１４１の下流に位置する。

【0035】

【0034】 図1において、空気予熱器9、9a、9bの下流の煙道ガスチャネル24に沿ったセクションは、煙道ガス排出制御システムを含む。排出制御システムは、添加剤、例えば消石灰、重炭酸塩及び／又は活性炭を煙道ガスに提供する乾式吸収剤噴射(DSI)システムを含む。図1において示されたとおり、当該目的のために3つの乾式吸収剤サイロ10、11、12が提供される。DSI及びそのサイロ10、11、12の実際の構成はパラメータの数に依存する。この場合において、温度が十分低い場合、消石灰又は重炭酸塩の両方が添加剤として使用され得る。より高い温度の場合、消石灰はもはや有効ではなく、重炭酸塩が有効な添加剤である。次いで、さらに下流方向において、織布フィルタバッグハウス13が煙道ガスチャネル24において配置される。煙道ガス排出制御システムは空気予熱器9、9a、9bの後に位置するため、煙道ガス温度は織布フィルタバッグハウスタイプのフィルタにとって適切なレベルまで低下しており、より費用がかかりより有効ではないESP(電気集塵装置)の必要性はもはやない。また、1つの利点は、合理的な煙道ガス温度を原因として、織布フィルタバッグハウス13が使用され得るとき、消石灰、重炭酸塩及び／又は活性炭での乾式吸収剤噴射がESPにおけるよりもはるかに有効であり、はるかにより少ない排出が達成され得るということである。SCR後に追加的な湿式又は半乾式煙道ガス脱硫(FGD)は必要ではない。ESP自体は織布フィルタバッグハウスより費用がかからないが、同様にいくつかの種類のFGDが必要な場合、組合せはより費用がかかる。本発明の配置構成では、煙道ガスは、煙道ガスがSCRシステムに入る前に、燃焼した燃料の粒子状物質及び／又は他の粒子状物質の大部分から取り除かれる。いくつかの状況において、煙道ガスの一部を燃焼のために炉2へ再循環させて戻す必要があり、これが理由で、織布フィルタバッグハウス13の下流から、例えば起動段階など必要な場合はこの動作を可能にするように煙道ガスファン242を備えた煙道ガス再循環チャネル243が構成されている。

【0036】

【0035】 SCRシステム14は、適切に機能するために極めて厳密な煙道ガス温度を必要とする。これが、図1の実施形態が、蒸気入口23及び実際のSCR反応器141の前及び後の両方で煙道ガスチャネルにおいて配置されるとともに接続されたガスーガスー熱交換器142(好ましくは回生タイプの熱交換器)を備えた蒸気コイル加熱器143を有するように構成される理由である。SCR反応器の上流の煙道ガスの温度は高圧蒸気コイル加熱器143及びガスーガス熱交換器142でさらに制御される。同様に、アンモニア供給システム26であって、アンモニア吸引口と、SCR反応器の前にアンモニアを煙道ガスに適切に混合させるためにガスブロワと共に蒸発させられたアンモニアを含むアンモニア供給システム26もある。アンモニア供給システム26はまた、混合が正しい温度及び組成においてなされ得るように、SCR反応器141の下流からアンモニア供給システム26へ煙道ガス的一部分を取得するSCR混合ガス循環チャネル261を含む。いくつかの状況において、煙道ガスの一部を再循環させて燃焼するために戻すことが必要であり、これが、煙道ガス再循環ファン244を備えた煙道ガス再循環チャネル243が必要な場合は、例えば起動段階などにおいて、必要な場合はこの動作を可能にするように構成される理由である。排出制御の要約として、固体分離装置3及び織布フィルタバッグハウスは、NOx還元におけるSCRシステム14の効率を向上させるために、SCRシステム14の上流で、煙道ガスから粒子状物質の主要部分を取り除くように構成される。

【0037】

【0036】 なお図1を参照して続けると、煙道ガスチャネル24においてSCRシステム14の後に位置付けられた少なくとも1つの熱交換器15が配置され、熱交換器15は、使用の際、SCRシステム14の下流の煙道ガスから流体回路150における流体媒体へ熱を伝えるように構成され、

— 流体回路150は、少なくとも1つのポンプ20であって、流体媒体を、流入空気を煙道ガス空気予熱器9、9a、9bに入る前に加熱するように構成された予備空気加熱器16、17へ導くように構成された少なくとも1つのポンプ20を含む。流体回路150はまた、流体媒体のフロー及び温度を制御するために用いることができるバルブ21(好

10

20

30

40

50

ましくは比例バルブ)を含み得る。予備空気加熱器16、17へのフローを制御するために、制御バルブ21が流体回路150において、好ましくはポンプ20の下流に配置される。バルブ21がその全開位置にある場合、フローが予備空気加熱器16、17を迂回することを意味する。バルブ21が完全に閉鎖される場合、全ての利用可能な熱が予備空気加熱器16、17へ伝えられていることを意味する。流体回路150において、ポンプ20が、流体媒体を、流体媒体で一次及び／又は二次空気を加熱するように構成された予備空気加熱器16、17へ導くように接続されている。いくつかの一次空気ファン18は、炉2又は流動床2での燃焼のための十分な量の一次空気を提供するように配置され、同様に、いくつかの二次空気ファン19は十分な量の二次空気を提供するために配置されたファンである。さらに下流には、煙道チャネル24は出口240、例えば煙突240などで終端する。

10

【0038】

[0037] 本発明による発電所ボイラシステムを作動させる方法の計算された例において、熱交換器15が煙道ガスチャネル24においてSCRシステム14の下流に位置付けられるとともに、SCRシステム14を出る煙道ガスから流体媒体への熱を取集するように構成された。12℃の煙道ガス温度の低下により、及びSCR作動温度を蒸気コイル加熱器によりなされ得るのと同じレベルにするために流体媒体で流体回路150を介して予備空気加熱器16、17へ熱を伝えることにより、二次蒸気消費はほぼ67%減少し、発電所燃料消費は1.9%減少した。燃料消費のこの1.9%の減少は正味効率における向上とほぼ同じである。

20

【0039】

[0038] 本発明は、現在のところ最も好ましい実施形態であると考えられるものの関連において、本明細書において一例として説明されたが、本発明は開示された実施形態に限定されず、その特徴の様々な組合せ又は修正形態、及び、添付の特許請求の範囲において定義されたとおりの本発明の範囲に含まれるいくつかの他の応用形態に及ぶことが意図されることを理解されたい。上で任意の実施形態との関連において言及された詳細は、そのような組合せが技術的に実施可能である場合、別の実施形態との関連において使用されてもよい。

【符号の説明】

【0040】

[0039] 参照符号のリスト：

- 1 蒸気ボイラシステム
- 2 炉
- 3 固体分離装置
- 4 二次過熱器
- 5 a、5 b 一次過熱器
- 6 エコノマイザ
- 7 a、7 b エコノマイザ
- 8 一体化熱交換器を備えた固体返送行程
- 9 空気予熱器
- 9 a 一次空気予熱器
- 9 b 二次空気予熱器
- 10 乾式吸収剤サイロ
- 11 乾式吸収剤サイロ
- 12 乾式吸収剤サイロ
- 13 織布フィルタバグハウス
- 14 SCRシステム
- 14 1 SCR反応器
- 14 2 ガスーガスー熱交換器
- 14 3 (高圧) 蒸気コイル加熱器

30

40

50

- | | |
|-------|------------------|
| 1 5 | ガス－水熱交換器 |
| 1 6 | 予備空気加熱器 |
| 1 7 | 予備空気加熱器 |
| 1 8 | 一次空気ファン |
| 1 9 | 二次空気ファン |
| 2 0 | ポンプ |
| 2 1 | バルブ |
| 2 2 | S N C R システム |
| 2 3 | 蒸気入口 |
| 2 4 | 煙道ガスチャネル |
| 2 4 0 | 煙道チャネル出口 |
| 2 4 2 | 煙道ガスファン |
| 2 4 3 | 煙道ガス再循環チャネル |
| 2 4 4 | 煙道ガス再循環ファン |
| 2 6 | アンモニア供給システム |
| 2 6 1 | S C R 混合ガス循環チャネル |

【凶面】

【図 1】

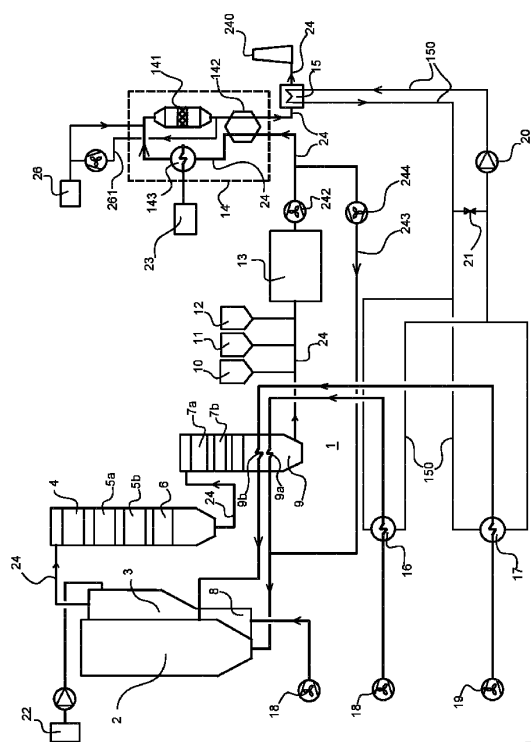


FIG. 1

フロントページの続き

クーリントルパンティエ 13 エイチ 15

審査官 大谷 光司

- (56)参考文献 国際公開第2015/186818 (WO, A1)
国際公開第2016/133116 (WO, A1)
特表2013-506110 (JP, A)
特開2014-176808 (JP, A)
特開2011-141075 (JP, A)
米国特許出願公開第2016/0281982 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B01D46/02, 53/86
F23C9/08, 13/00-13/08, 99/00
F23D1/00-1/06, 17/00-99/00
F23G5/02, 5/033-5/12, 5/44-5/50
F23J13/00-99/00
F23K1/00-3/22
F23L15/00-15/04