

明 細 書

発明の名称： 燃焼装置、燃焼方法、記憶媒体

技術分野

[0001] 本開示は燃焼装置等に関する。

背景技術

[0002] 燃料の燃焼によって発生した熱で水から蒸気を発生させるボイラ（燃焼装置）として、燃焼室内で流動する珪砂等の流動材によって形成される流動層または流動床を媒介として燃料を燃焼させる気泡型流動床（BFB: Bubbling Fluidized Bed）ボイラや循環流動層（CFB: Circulating Fluidized Bed）ボイラが知られている。特許文献 1 には C F B ボイラが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 2 - 2 5 5 6 1 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の燃焼装置では、燃料として石炭等の化石燃料が使用されることが多かったが、近年の環境意識の高まりから、化石燃料に比べて環境負荷が小さいバイオマス燃料等の使用も増加している。バイオマス燃料としては、木材由来の木質ペレットが代表的である。木質ペレットは、水分を含むと膨張する性質を有することから、乾燥状態で使用されることが好ましい。しかし、乾燥状態の木質ペレットは、燃焼室内に投入される際に大量の粉末を発生させることもあるため、燃焼室内の熱による当該粉末への引火も想定した安全対策が必要である。

[0005] 本開示はこうした状況に鑑みてなされたものであり、燃料供給部における燃料の過剰な燃焼を効果的に予防できる燃焼装置等を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記課題を解決するために、本開示のある態様の燃焼装置は、燃焼室内に燃料を投入して燃焼させる燃焼装置であって、燃料が供給される燃料供給口および当該燃料を燃焼室内に投入する燃料投入口を備える燃料供給部と、燃料供給口と燃料投入口の状態量に応じて燃料供給口を開閉する開閉部と、を備える。
- [0007] 本態様によれば、燃料供給部内における燃料の燃焼またはその兆候が状態量に基づいて効果的に検知されるため、開閉部によって燃料供給口を閉じることで当該燃焼の拡大を未然に防止できる。
- [0008] 本開示の別の態様は、燃焼方法である。この方法は、燃焼室内に燃料を投入して燃焼させる燃焼方法であって、燃料が供給される燃料供給口と、当該燃料を燃焼室内に投入する燃料投入口の状態量に応じて燃料供給口を開閉することと、を実行する。
- [0009] 本開示の更に別の態様は、記憶媒体である。この記憶媒体は、燃焼室内に燃料を投入して燃焼させる燃焼プログラムであって、燃料が供給される燃料供給口と、当該燃料を燃焼室内に投入する燃料投入口の状態量に応じて燃料供給口を開閉することと、をコンピュータに実行させる燃焼プログラムを記憶している。
- [0010] なお、以上の構成要素の任意の組合せや、これらの表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラム等に変換したものも、本開示に包含される。

発明の効果

- [0011] 本開示によれば、燃料供給部における燃料の過剰な燃焼を効果的に予防できる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1] C F B ボイラを模式的に示す。
[図2] 燃料供給部の詳細を模式的に示す。
[図3] 火炉内の熱によって木質ペレット由来の可燃粉末がフィード内で引火した場合の、各状態量の想定される経時変化を模式的に示す。

発明を実施するための形態

- [0013] 以下では、図面を参照しながら、本開示を実施するための形態（以下では、実施形態とも表される）について詳細に記述する。記述および／または図面においては、同一または同等の構成要素、部材、処理等に同一の符号を付して重複する記述を省略する。図示される各部の縮尺や形状は、記述の簡易化のために便宜的に設定されており、特に言及がない限り限定的に解釈されるものではない。実施形態は例示であり、本開示の範囲を何ら限定するものではない。実施形態において提示される全ての特徴やそれらの組合せは、必ずしも本開示の本質的なものであるとは限らない。実施形態は、便宜的に、それを実現する機能毎および／または機能群毎の構成要素に分解されて提示される。但し、実施形態における一つの構成要素が、実際には別体としての複数の構成要素の組合せによって実現されてもよいし、実施形態における複数の構成要素が、実際には一体としての一つの構成要素によって実現されてもよい。
- [0014] 図1は、本実施形態に係る燃焼装置としてのCFB（Circulating Fluidized Bed：循環流動層）ボイラを模式的に示す。なお、CFBボイラの代わりにBFB（Bubbling Fluidized Bed：気泡型流動床）ボイラやロータリーキルン等の他の任意の燃焼装置が利用されてもよい。また、再熱ボイラや貫流ボイラ等の任意の他のタイプのボイラが、本開示に係る燃焼装置として利用されてもよい。
- [0015] CFBボイラは、珪砂等の流動材が流動する火炉11内にバイオマス燃料、石炭等の化石燃料等の燃料を供給して燃焼させる燃焼部1と、燃焼部1で発生した熱によって水から蒸気を発生させる蒸気発生部2と、火炉11外に出た流動材を捕集して火炉11内に戻す循環部としての流動材循環部3と、蒸気発生部2に供給される水や蒸気発生部2で発生する蒸気を燃焼部1の高温の排気によって加熱する伝熱部4と、伝熱部4からの排気中の煤や粉塵を分離して捕集する排気処理装置5と、排気処理装置5によって清浄化された排気を大気に出す煙突6を備える。

- [0016] 燃焼部 1 は燃焼室としての火炉 1 1 を備える。火炉 1 1 は鉛直方向に長尺の筒状であり、バイオマス燃料、石炭等の固形燃料や流動材の密度を高めて効率的な燃焼を可能とするため底部が先細り形状となっている。なお、火炉 1 1 の底部は先細り形状でなくてもよく、頂部から底部まで略一定の断面形状の筒状に火炉 1 1 が形成されてもよい。火炉 1 1 の底部において「A」で示される領域は、高密度の流動材によって形成される流動層（流動床や砂層とも呼ばれる）を示す。流動層 A では、珪砂等の粉末状、粒子状、塊状の流動材が、火炉 1 1 の底部から供給される流動流体によって流動している。流動層 A に投入されたバイオマス燃料、石炭等の固形燃料は、流動層 A 内で攪拌されるように高温の流動材と繰り返し接触することで効率的に燃焼される。
- [0017] なお、燃焼に伴って生じる上昇気流によって流動材は火炉 1 1 内を上昇するため、流動層 A より上方の空間であるフリーボード B にも流動材は存在する。フリーボード B における流動材の密度は、流動層 A における流動材の密度よりも低く、火炉 1 1 の上方に行くほど低い。フリーボード B では、流動層 A で完全燃焼されなかった燃料が、浮遊する流動材と接触しながら燃焼される。なお、流動材としては珪砂を例示したが、高温の火炉 1 1 内でも燃焼されずに固体状態を維持して流動しながら燃料に熱を伝える媒介として機能するものであればよく、例えば、その他の砂、石灰石等の石、灰でもよい。
- [0018] 火炉 1 1 の底部には、空気等の流動流体を透過させる多孔質材料で構成された流体透過部としての多孔板（分散板とも呼ばれる）1 2 1 が設けられる。多孔板 1 2 1 の直下の空間である風箱 1 2 2 は、送風機としての第 1 通風機 7 1 から第 1 流量制御バルブ 7 1 A を介して供給される流動流体としての加圧空気等を、多孔板 1 2 1 を介して火炉 1 1 内に供給する流動流体供給部を構成する。風箱 1 2 2 によって火炉 1 1 の底部に供給された流動流体は、流動材を流動させて流動層 A を形成すると共に、流動層 A またはフリーボード B における燃料の燃焼に使われる。なお、図 1 では流体透過部として多孔板 1 2 1 を例示したが、流体透過部は流動層 A において流動材を流動させら

れるものであればよく、例えば、火炉 1 1 内に流動流体を供給するスリットが形成された多数の板から形成されてもよい。

[0019] 第 1 通風機 7 1 に加えて設けられる第 2 通風機 7 2 は、フリーボード B における燃料の燃焼を促進し、不完全燃焼によるダイオキシンや一酸化炭素等の有害物質の発生を抑制するために、加圧空気等を第 2 流量制御バルブ 7 2 A を介してフリーボード B 内に供給する。

[0020] 火炉 1 1 の底部側には、当該底部に連通して流動層 A における流動材の一部を抜き出し可能な抜出管 1 3 1 と、抜出管 1 3 1 を開閉制御して流動材の流量すなわち抜出管 1 3 1 による流動材の抜き出し量を調節可能な開閉弁 1 3 2 が設けられてもよい。

[0021] 火炉 1 1 の側壁である炉壁には、燃料を火炉 1 1 内に供給する燃料供給部 1 4 と、流動層 A を形成するための流動材を火炉 1 1 内に供給する流動材供給部 1 5 と、C F B ボイラを起動する起動部 1 6 が設けられる。詳細は後述されるが、燃料供給部 1 4 は、燃料を貯留する燃料貯留部 1 4 1 と、燃料貯留部 1 4 1 の底部から排出された燃料を粒状に粉砕する粉砕部 1 4 2 と、粉砕部 1 4 2 で粉砕された燃料を火炉 1 1 内に投入するフィーダ 1 4 3 を備える。燃料貯留部 1 4 1 の底部形状は任意であり、例えば、平底状でもよいし漏斗状でもよい。以下では、燃料供給部 1 4 が、固形燃料を供給するものとして説明されるが、液体または気体のバイオマス燃料、油、アンモニア、水素等の流体燃料を、固形燃料に加えてまたは代えて供給するものでもよい。

[0022] 燃料供給部 1 4 は、石炭等の化石燃料、バイオマス燃料、スラッジ、廃材等の任意の燃料を火炉 1 1 内に供給する。特に、バイオマス燃料は、正味の二酸化炭素排出量が少ないまたは零のカーボンニュートラルな燃料である（但し、炭素を含むため、燃焼時に二酸化炭素は発生する）。火炉 1 1 での二酸化炭素の発生量を低減するために、燃料供給部 1 4 は、炭素を含有しない炭素非含有燃料を、バイオマス燃料等の炭素含有燃料に加えて火炉 1 1 内に供給してもよい。

[0023] 燃料供給部 1 4 における粉砕部 1 4 2 は、火炉 1 1 内に投入される前の固

形燃料を粒状に粉碎する。ＣＦＢボイラまたは燃料貯留部１４１までの運搬に適した固形燃料の大きさと、火炉１１内での燃焼に適した固形燃料の大きさは異なる場合があるため、粉碎部１４２が後者に適した粒径の粒子に固形燃料を粉碎する。なお、固形燃料毎に適した粒径が異なる場合は、固形燃料毎に粉碎部１４２を設けてもよいし、一つの粉碎部１４２で各固形燃料を順番に粉碎する際の粒径を固形燃料毎に変化させてもよい。燃料貯留部１４１に貯留された粒径の固形燃料をそのまま火炉１１内に投入して問題ない場合は、粉碎部１４２が設けられなくてもよい。

[0024] ここで、「粒子」「粒状」「粒径」等の用語は、特定の大きさや寸法を指定するものではなく、火炉１１内に供給された固形燃料が所期の燃焼を実現できる限り、その大きさや寸法は任意である。例えば、比較的大きな粒子に用いられる「塊」「塊状」「塊径」等の用語や、比較的小さな粒子に用いられる「粉」「粉状」「粉径」等の用語は、本実施形態における「粒子」「粒状」「粒径」等に包含される。粉碎部１４２によって粉碎された当該粒状の固形燃料は、フィーダ１４３を通じて必要量が火炉１１内に投入される。火炉１１内への固形燃料の投入量は、燃料貯留部１４１と後述されるロータリーバルブ１４４の間に設けられる不図示のコンベアまたはロータリーフィーダの回転数等に応じて制御されてもよいし、スクリーコンベア等によって構成されるフィーダ１４３の回転数等に応じて制御されてもよい。

[0025] 流動層Ａを形成するための流動材を供給する流動材供給部１５は、流動材を貯留する漏斗状の流動材ホッパ１５１と、流動材ホッパ１５１の底部から排出される流動材を火炉１１内に投入する流動材フィーダ１５２を備える。流動材フィーダ１５２の回転数を制御することで、必要量の流動材が火炉１１内に投入される。

[0026] ＣＦＢボイラを起動する起動部１６は、起動燃料貯留部１６１と、起動燃料制御バルブ１６２と、起動バーナ１６３を備える。起動燃料貯留部１６１は、例えば、重油を貯留する。起動燃料制御バルブ１６２は、起動燃料貯留部１６１から起動バーナ１６３への重油の供給量を制御する。具体的には、

起動燃料制御バルブ 1 6 2 は、C F B ボイラの起動時に開状態となり、起動燃料貯留部 1 6 1 に貯留された重油を起動バーナ 1 6 3 に供給する。起動バーナ 1 6 3 は、起動燃料制御バルブ 1 6 2 から供給された重油の燃焼による炎によって、流動層 A における流動材を加熱する。起動バーナ 1 6 3 は下方に傾斜して設けられるため、流動材によって形成される流動層 A の表面が直接加熱され、流動層 A および火炉 1 1 内が効率的に昇温する。このような起動バーナ 1 6 3 は、砂状の流動層 A を上方から加熱するため砂上バーナとも呼ばれる。

[0027] 流動層 A および火炉 1 1 内が十分に昇温した C F B ボイラの起動後、具体的には、流動層 A において燃料供給部 1 4 から供給される燃料の燃焼が可能となった後、起動燃料制御バルブ 1 6 2 は閉状態に切り替わって起動バーナ 1 6 3 への重油の供給を停止する。以降の通常運転状態では、燃料供給部 1 4 から供給される燃料が、高温の火炉 1 1 内で燃焼される。

[0028] 以上、C F B ボイラの燃焼部 1 について詳細に説明した。続いて、C F B ボイラの燃焼部 1 以外の構成について説明する。蒸気発生部 2 は、蒸気を発生させる水を貯留するドラム 2 1 と、ドラム 2 1 に水を供給する給水管 2 2 と、ドラム 2 1 内の水を高温の火炉 1 1 内に導いて加熱する水管 2 3 と、水管 2 3 で加熱された水から発生した蒸気を C F B ボイラの出力としてドラム 2 1 から排出する蒸気管 2 4 を備える。蒸気管 2 4 から出力された蒸気によって発電機 2 5 の蒸気タービンが回転することで発電する。給水管 2 2 は、燃焼部 1 からの高温の排気を通る伝熱部 4 内を蛇行することで給水を予熱する節炭器を構成し、蒸気管 2 4 は、燃焼部 1 からの高温の排気を通る伝熱部 4 内を蛇行することで蒸気を過熱する過熱器を構成する。同様に、第 1 通風機 7 1 および第 2 通風機 7 2 が火炉 1 1 内に供給する加圧空気等も、伝熱部 4 内の高温の排気によって予熱される。

[0029] 流動材循環部 3 は、火炉 1 1 の上部から排出された排気から粒状の流動材を分離して捕集するサイクロン 3 1 と、サイクロン 3 1 で捕集された流動材を火炉 1 1 内に戻す循環シール 3 2（ウォールシールやシールポットとも呼

ばれる)を備える。サイクロン31は、上部が略円筒状および下部が略円錐状に形成されたサイクロン式粉体分離器であり、内壁に沿って螺旋状に降下する気流を発生させる。火炉11からの排気に含まれる粒状の流動材は、気流に沿って螺旋状に降下する際にサイクロン31の内壁に接触して落下することで捕集される。

[0030] サイクロン31の下方に設けられる循環シール32は流動材(不図示)で充填されており、火炉11からサイクロン31への未燃ガス等の逆流を防止する。循環シール32に充填された粒状の流動材は、サイクロン31が新たに捕集する流動材の重みによって押し出される形で、徐々に火炉11内に戻される。なお、循環シール32を通る流動材には、火炉11で燃焼されたバイオマス燃料等の燃焼灰が混入しうる。

[0031] 図2は、本実施形態に係る燃料供給部14の詳細を模式的に示す。前述のように、燃料供給部14は、燃料貯留部141と、燃料を火炉11内に投入するフィーダ143を備える。本図の例では、図1における粉碎部142が省略されている。燃料供給部14は、燃料貯留部141に貯留された燃料が供給される燃料供給口141および当該燃料を火炉11内に投入する燃料投入口140を備える。燃料貯留部141に貯留された燃料は、ロータリーバルブ144を介して燃料供給口141に対して供給される。不図示のコンベアまたはロータリーバルブ144におけるロータの回転速度等の制御を通じて、燃料供給口141への燃料の供給量または供給速度が適切に調整される。

[0032] 燃料供給口141には、それを開閉可能な開閉部としての自動ゲート弁7Aおよび手動ゲート弁7Mが設けられる。後述されるように、自動ゲート弁7Aは自動で燃料供給口141を開閉可能であり、手動ゲート弁7Mは手動(マニュアル)で燃料供給口141を開閉可能である。後述される例外的な場合を除いて、燃料投入口140を通じて火炉11内に燃料が投入されている間は、原則として、自動ゲート弁7Aおよび手動ゲート弁7Mが開いており、開状態の燃料供給口141を通じて必要量の燃料が連続的または間欠的

に供給される。

- [0033] フィーダ１４３は、燃料供給口１４１から供給されるバイオマス燃料等の固形燃料を、燃料投入口１４０まで搬送する固形燃料搬送部を構成する。このフィーダ１４３は、例えば、スクリーコンベアによって構成される。燃料供給口１４１から供給されてスクリーコンベア等によって機械的に搬送される固形燃料が、自重によっても自然に燃料投入口１４０まで導かれるように、フィーダ１４３は燃料投入口１４０に向かって下方に傾斜しているのが好ましい。なお、スクリーコンベア等の回転数は一定でもよいし、火炉１１内への固形燃料の投入量を制御可能なように可変とされてもよい。
- [0034] 本実施形態に係る燃料供給部１４は、前述のように、様々な燃料を火炉１１内に供給するために利用可能であるが、カーボンニュートラルな燃料として注目を集めているバイオマス燃料に特に好適である。例えば、本実施形態に係る燃料供給部１４は、固形のバイオマス燃料として代表的な木質ペレットを火炉１１内に供給するために利用されてもよい。
- [0035] 木質ペレットは、水分を含むと膨張する性質を有することから、乾燥状態で燃料供給口１４１から供給されるのが好ましい。このような乾燥状態の木質ペレットは、燃料供給口１４１からフィーダ１４３に落下する際、スクリーコンベア等のフィーダ１４３によって機械的に搬送される際、燃料投入口１４０から火炉１１内に投入される際等に、木材由来の可燃性または易燃性の粉末（以下では、可燃粉末とも表される）を大量に発生させる。このような可燃粉末は、火炉１１内の熱によって容易に引火するため、火炉１１内での燃焼促進には有効であるが、引火した可燃粉末が燃料供給部１４内に逆流することは好ましくない。
- [0036] このような可燃粉末の逆流を防止するために、本実施形態では、燃料供給部１４内において燃料投入口１４０に向かって流体を流す流体流通部９が設けられる。流体は、例えば、火炉１１内での燃料の所期の燃焼を阻害しない任意の気体でよいが、本実施形態では空気である。流体流通部９は、空気等の流体が供給される流体供給管９１と、当該流体供給管９１から分岐して燃

料供給部 14 における燃料供給口 14 I の後段に繋がる第 1 分岐管 9 2 と、当該流体供給管 9 1 から分岐して燃料供給部 14 における燃料供給口 14 I の前段（例えば、ロータリーバルブ 144）に繋がる第 2 分岐管 9 3 を備える。

[0037] 第 1 分岐管 9 2 は、例えば、燃料供給口 14 I の直後およびフィーダ 14 3 の直前において、図 2 における右方に空気を流す。第 2 分岐管 9 3 は、ロータリーバルブ 144 を通じて、燃料供給口 14 I における燃料の供給方向（図 2 における下方）に空気を流す。第 1 分岐管 9 2 および第 2 分岐管 9 3 からの空気は、燃料供給口 14 I に設けられる自動ゲート弁 7 A および手動ゲート弁 7 M の直後において合流する。具体的には、第 2 分岐管 9 3 からの下方の空気流に、第 1 分岐管 9 2 からの右方の空気流が合流し、フィーダ 14 3 および燃料投入口 14 O に向かう空気流が形成される。

[0038] 以上のような流体流通部 9 によって、燃料投入口 14 O から火炉 11 内に空気が定常的に流入する。このため、燃料投入口 14 O から火炉 11 内に投入される木質ペレット由来の可燃粉末の、フィーダ 14 3 内への逆流が効果的に防止される。

[0039] 本実施形態では、燃料供給口 14 I と燃料投入口 14 O の間における燃料供給部 14 内の状態を表す状態量を取得する少なくとも一つの状態量取得部が設けられる。図 2 の例では、三種類の状態量取得部が模式的に示されている。

[0040] 第 1 の状態量取得部は、燃料供給部 14 内の温度を測定する温度センサ 8 1 である。温度センサ 8 1 は、例えば、フィーダ 14 3 内の温度を測定するものでもよいし、鉄等の熱伝導率が高い材料で構成されるフィーダ 14 3 の外表面の温度を測定するものでもよい。

[0041] 第 2 の状態量取得部は、流体流通部 9 が燃料供給部 14 内に流す空気等の流体の圧力を測定する圧力センサ 8 2 である。圧力センサ 8 2 は、例えば、流体流通部 9 におけるいずれかの配管 9 1～9 3（好ましくは、図示されるように第 1 分岐管 9 2）を通る空気の圧力を測定するものでもよいし、燃料

供給部 14 内の空気の圧力を測定するものでもよい。

[0042] 第 3 の状態量取得部は、流体流通部 9 が燃料供給部 14 内に流す空気等の流体の流量を測定する流量センサ 83 である。流量センサ 83 は、例えば、流体流通部 9 におけるいずれかの配管 91～93（好ましくは、図示されるように流体供給管 91）を通る空気の流量を測定するものでもよいし、燃料供給部 14 内の空気の流量を測定するものでもよい。

[0043] 開閉部としての自動ゲート弁 7A は、以上で例示されたような様々な状態量取得部によって取得された少なくとも一つの状態量に応じて、燃料供給口 141 を開閉する。具体的には、自動ゲート弁 7A は、各状態量取得部によって取得された各状態量が所定の許容範囲内である場合は燃料供給口 141 を開け、当該各状態量が許容範囲外である場合は燃料供給口 141 を閉じる。

[0044] 状態量として温度センサ 81 によって測定された燃料供給部 14 内の温度が使用される場合、自動ゲート弁 7A は、当該温度が所定の上限温度以下である場合は燃料供給口 141 を開け、当該温度が当該上限温度を上回っている場合は燃料供給口 141 を閉じる。燃料供給部 14 内の温度が上限温度を上回っている場合、火炉 11 内の熱によって引火した木質ペレット由来の可燃粉末がフィーダ 143 内に逆流しているために、当該温度が急増した可能性がある。そこで、燃料供給部 14 または燃料貯留部 141 内の木質ペレットへの更なる延焼を未然に防止するために、自動ゲート弁 7A が閉じられて燃料供給口 141 を通じた燃料の供給が強制的に遮断される。

[0045] 状態量として圧力センサ 82 によって測定された空気の圧力が使用される場合、自動ゲート弁 7A は、当該圧力が所定の上限圧力以下である場合は燃料供給口 141 を開け、当該圧力が当該上限圧力を上回っている場合は燃料供給口 141 を閉じる。流体流通部 9 が燃料供給部 14 内に流す空気の圧力が上限圧力を上回っている場合、火炉 11 内の熱によって引火した木質ペレット由来の可燃粉末がフィーダ 143 内に逆流しているために、当該圧力が急増した可能性がある。そこで、燃料供給部 14 または燃料貯留部 141 内

の木質ペレットへの更なる延焼を未然に防止するために、自動ゲート弁 7 A が閉じられて燃料供給口 1 4 I を通じた燃料の供給が強制的に遮断される。

[0046] 状態量として流量センサ 8 3 によって測定された空気の流量が使用される場合、自動ゲート弁 7 A は、当該流量が所定の下限流量以上である場合は燃料供給口 1 4 I を開け、当該流量が当該下限流量を下回った場合は燃料供給口 1 4 I を閉じる。流体流通部 9 が燃料供給部 1 4 内に流す空気の流量が下限流量を下回る場合、火炉 1 1 内の熱によって引火した木質ペレット由来の可燃粉末がフィーダ 1 4 3 内に逆流しているために、燃料供給部 1 4 内の空気の圧力が急上昇（または、当該空気が急膨張）して流体流通部 9 からの追加的な空気の流入が阻害された結果、当該流量が急減した可能性がある。そこで、燃料供給部 1 4 または燃料貯留部 1 4 1 内の木質ペレットへの更なる延焼を未然に防止するために、自動ゲート弁 7 A が閉じられて燃料供給口 1 4 I を通じた燃料の供給が強制的に遮断される。なお、下限流量は、燃料供給部 1 4 が正常に稼働している場合の流量センサ 8 3 による測定流量からの最大減少量として定められてもよい。

[0047] 図 3 は、火炉 1 1 内の熱によって木質ペレット由来の可燃粉末がフィーダ 1 4 3 内で引火した場合の、各状態量の想定される経時変化を模式的に示す。本図における横軸は時間を表し、縦軸は各状態量を表す（従って、縦軸上の絶対値は特段の意味を持たない）。

[0048] 本図に示されるように、引火した可燃粉末の逆流の影響は、圧力センサ 8 2 によって測定される空気の圧力の急増および／または流量センサ 8 3 によって測定される空気の流量の急減の形で、最初に顕在化すると考えられる。このため、圧力センサ 8 2 および／または流量センサ 8 3 を利用することで、引火した可燃粉末の逆流の恐れを早期に検知して迅速に自動ゲート弁 7 A を閉じることができる。

[0049] 一方、温度センサ 8 1 によって測定される燃料供給部 1 4 内の温度の増加は、空気の圧力および／または流量の変化より緩く、時間的にも遅れて現れると考えられる。しかし、空気の圧力および／または流量は変動が大きく不

安定になる場合も考えられることから、これらより安定した指標である燃料供給部 1 4 内の温度を利用する意義がある。

[0050] 図 2 に示されるように、本実施形態に係る燃料供給部 1 4 では、前述の自動ゲート弁 7 A による燃料供給口 1 4 I の自動開閉に加えてまたは代えて、不燃性流体供給部 8 4 が不燃性流体を燃料供給部 1 4 内に供給してもよい。具体的には、不燃性流体供給部 8 4 は、各状態量取得部 8 1 ~ 8 3 によって取得された各状態量が前述のような許容範囲外である場合に、水蒸気、窒素、燃焼部 1 の排気等の不燃性流体を燃料供給部 1 4 内に供給する。火炉 1 1 内の熱によって引火した木質ペレット由来の可燃粉末がフィーダ 1 4 3 内に逆流していた場合であっても、これらの不燃性流体によって迅速な消化または鎮火が行われるため、燃料供給部 1 4 または燃料貯留部 1 4 1 内の木質ペレットへの更なる延焼が未然に防止される。

[0051] 以上、本開示を実施形態に基づいて説明した。例示としての実施形態における各構成要素や各処理の組合せには様々な変形例が可能であり、そのような変形例が本開示の範囲に含まれることは当業者にとって自明である。

[0052] なお、実施形態で説明した各装置や各方法の構成、作用、機能は、ハードウェア資源またはソフトウェア資源によって、あるいは、ハードウェア資源とソフトウェア資源の協働によって実現できる。ハードウェア資源としては、例えば、プロセッサ、ROM、RAM、各種の集積回路を利用できる。ソフトウェア資源としては、例えば、オペレーティングシステム、アプリケーション等のプログラムを利用できる。

産業上の利用可能性

[0053] 本開示は燃焼装置等に関する。

符号の説明

[0054] 1 燃焼部、7 A 自動ゲート弁、9 流体流通部、1 1 火炉、1 4 燃料供給部、1 4 I 燃料供給口、1 4 O 燃料投入口、8 1 温度センサ、8 2 圧力センサ、8 3 流量センサ、8 4 不燃性流体供給部、1 4 1 燃料貯留部、1 4 3 フィーダ、1 4 4 ロータリーバルブ。

請求の範囲

- [請求項1] 燃焼室内に燃料を投入して燃焼させる燃焼装置であって、
前記燃料が供給される燃料供給口および当該燃料を前記燃焼室内に投入する燃料投入口を備える燃料供給部と、
前記燃料供給口と前記燃料投入口間の状態量に応じて前記燃料供給口を開閉する開閉部と、
を備える燃焼装置。
- [請求項2] 前記燃料供給口と前記燃料投入口間における前記燃料供給部内の状態を表す前記状態量を取得する状態量取得部を備える、請求項1に記載の燃焼装置。
- [請求項3] 前記燃料供給部内において前記燃料投入口に向かって流体を流す流体流通部を備え、
前記状態量は、前記流体の圧力および流量の少なくともいずれかである、
請求項1に記載の燃焼装置。
- [請求項4] 前記流体は、気体である、請求項3に記載の燃焼装置。
- [請求項5] 前記状態量は、前記燃料供給部内の温度である、請求項1に記載の燃焼装置。
- [請求項6] 前記開閉部は、前記状態量が所定の許容範囲内である場合は前記燃料供給口を開け、前記状態量が前記許容範囲外である場合は前記燃料供給口を閉じる、請求項1から5のいずれかに記載の燃焼装置。
- [請求項7] 前記状態量が所定の許容範囲外である場合に、不燃性流体を前記燃料供給部内に供給する不燃性流体供給部を備える、請求項1から5のいずれかに記載の燃焼装置。
- [請求項8] 前記燃料は、固形燃料である、請求項1から5のいずれかに記載の燃焼装置。
- [請求項9] 前記固形燃料は、バイオマス燃料である、請求項8に記載の燃焼装置。

- [請求項10] 前記燃料供給部は、前記燃料供給口から供給される前記固形燃料を、前記燃料投入口まで搬送する固形燃料搬送部を備える、請求項8に記載の燃焼装置。
- [請求項11] 燃焼室内に燃料を投入して燃焼させる燃焼方法であって、
前記燃料が供給される燃料供給口と、当該燃料を前記燃焼室内に投入する燃料投入口間の状態量に応じて前記燃料供給口を開閉することと、
を実行する燃焼方法。
- [請求項12] 燃焼室内に燃料を投入して燃焼させる燃焼プログラムであって、
前記燃料が供給される燃料供給口と、当該燃料を前記燃焼室内に投入する燃料投入口間の状態量に応じて前記燃料供給口を開閉することと、
をコンピュータに実行させる燃焼プログラムを記憶している記憶媒体。