

明 細 書

発明の名称： 燃焼装置、燃焼方法

技術分野

[0001] 本発明は燃焼を発生させる燃焼装置に関する。

背景技術

[0002] 燃焼を発生させる燃焼装置として、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（B F B : Bubbling Fluidized Bed）ボイラや循環流動層（C F B : 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2012-255612号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] B F B ボイラやC F B ボイラは、燃焼室内で流動する高温の流動材を媒介とすることで高い燃焼効率を実現できるため、バイオマス（バイオ燃料）、スラッジ（汚泥）、廃材（廃紙、廃プラスチック、廃タイヤ等）等の不安定な品質の燃料や難燃性の燃料の燃焼に好適である。しかし、これらの燃料はいずれも炭素を主成分とするため、燃焼時に二酸化炭素等の温室効果ガスを発生させてしまい、地球温暖化を更に悪化させる恐れがある。

[0005] 本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、温室効果ガスの発生を低減できる燃焼装置を提供することにある。

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、本発明のある態様の燃焼装置は、燃焼を発生させる燃焼室と、貯蔵した水素を加熱時に放出可能な水素貯蔵材料を燃焼室に供給する水素貯蔵材料供給部と、を備える。水素貯蔵材料から放出された

水素が燃焼室で燃焼しても生成されるのは主に水であるため温室効果ガスの発生を低減できる。

[0007] 本発明の別の態様は、燃焼方法である。この方法は、貯蔵した水素を加熱時に放出可能な水素貯蔵材料を燃焼室に供給する水素貯蔵材料供給ステップと、水素貯蔵材料から放出された水素を燃焼室で燃焼させる燃焼ステップと、を備える。

[0008] なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、燃焼装置における温室効果ガスの発生を低減できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]循環流動層ボイラの全体的な構成を示す。

[図2]ロータリーキルンの全体的な構成を示す。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。説明および図面において同一または同等の構成要素、部材、処理には同一の符号を付し、重複する説明は適宜省略する。図示される各部の縮尺や形状は、説明を容易にする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、本発明の範囲を何ら限定するものではない。実施形態に記述される個々の特徴やそれらの組合せは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

[0012] 本発明の燃焼装置は、燃焼を発生させる任意の装置である。例えば燃焼装置をボイラとして構成する場合、燃焼室内で流動する珪砂や後述する粒状の水素貯蔵材料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、水素貯蔵材料から放出された水素を含む燃料を燃焼させるB F BボイラやC F Bボイラとして燃焼装置を構成できる。また、燃焼装置はロータリーキルンとしても構成できる。本実施形態ではC F Bボイラとロータリーキル

ンの構成例について具体的に説明する。

[0013] 図1は、燃焼装置としてのCFBボイラ（循環流動層ボイラ）の全体的な構成を示す。CFBボイラは、珪砂や粒状の水素吸蔵合金等の流動材が流動する火炉11内に水素吸蔵合金から放出される水素を含む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、燃焼部1に供給される空気、蒸気発生部2に供給される水、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集塵装置5と、集塵装置5によって清浄化された排気を大気に放出する煙突6を備える。

[0014] 燃焼部1は燃焼室としての火炉11を備える。火炉11は鉛直方向に長尺の筒状であり、水素吸蔵合金を含む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11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11を形成してもよい。火炉11の底部の「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、珪砂や水素吸蔵合金等の粉末状、粒子状、塊状の流動材が、火炉11の底部から供給される流動流体としての空気によって流動している。流動層Aに投入された石炭やバイオマス等の固形燃料または流動層Aに投入された水素吸蔵合金から放出された燃料としての水素は、流動層A内で攪拌されるように高温の流動材および空気と繰り返し接触することで効率的に燃焼される。

[0015] 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11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11の上方に行くほど低くなる。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 11 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。なお、燃料としての水素の担持体である水素吸蔵合金等の水素貯蔵材料は流動材としても機能するため、流動層 A の機能を実現する上で十分な量の水素貯蔵材料が火炉 11 に供給される場合は、珪砂等の他の流動材を火炉 11 に供給しなくてもよい。このように、水素吸蔵合金等の水素貯蔵材料によれば、燃料（水素）と流動材（水素放出前後の水素貯蔵材料）を一挙に火炉 11 に供給できる。

[0016] 火炉 11 の底部には、空気を含む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）121 が設けられる。多孔板 121 の直下の空間である風箱 122 は、送風機としての第 1 ブロワ 71 から第 1 流量制御バルブ 71 A を介して供給される加圧空気を、多孔板 121 を介して火炉 11 内に供給する流動流体供給部（空気供給部）を構成する。風箱 122 によって火炉 11 の底部に供給された加圧空気は、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。

[0017] なお、アンモニアや水素等の炭素を含有しない流体燃料または炭素非含有燃料を、加圧空気と共に風箱 122 から多孔板 121 を介して火炉 11 内に供給し、流動層 A やフリーボード B で燃焼させてもよい。石炭、バイオマス、スラッジ、廃材等の従来の炭素含有燃料の一部または全部を炭素非含有燃料で置き換えることで C F B ボイラ等の燃焼装置における温室効果ガスの発生を低減できる。後述するように、固形燃料として水素吸蔵合金等の水素貯蔵材料を使用することも、温室効果ガスの排出量の少ないクリーンな燃料による従来燃料の代替に繋がる。

[0018] 第 1 ブロワ 71 に加えて設けられる第 2 ブロワ 72 は、フリーボード B における燃料の燃焼を促進して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、第 2 流量制御バルブ 72 A を介して加

圧空気をフリーボードB内に供給する。なお、図1では多孔板121を例として流体透過部を説明したが、流体透過部は流動層Aにおいて流動材を流動させることができるものであればよく、例えば火炉11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] 流動層Aにおける流動材を循環させるために、火炉11外の循環経路を有する外部循環機構13が設けられる。外部循環機構13は、火炉11の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拔出管131と、拔出管131を開閉制御して流動材の流量すなわち拔出管131による流動材の抜き出し量を調節可能な開閉弁132と、拔出管131で抜き出された流動材を上方に搬送するバケットコンベア等の流動材コンベア133と、流動層Aの上部に対応する火炉11の外周に設けられ流動材コンベア133によって搬送された流動材を受け入れる流動材サイロ134と、流動材サイロ134に貯蔵された流動材を火炉11内に再投入する流動材再投入部135を備える。

[0020] 拔出管131、開閉弁132、流動材コンベア133、流動材サイロ134、流動材再投入部135は、火炉11の底面と側面の間を火炉11外で連結する流動材の循環経路を構成する。すなわち、火炉11の底面から拔出管131によって抜き出された流動材は、開閉弁132、流動材コンベア133、流動材サイロ134を経由して、流動材再投入部135によって火炉11の側面から流動層A内に再投入される。後述するように、この循環経路には循環する流動材に含まれる水素吸蔵合金等の水素貯蔵材料の一部または全部を回収するための回収部17が設けられる。

[0021] 火炉11の側壁である炉壁には、水素吸蔵合金等の水素貯蔵材料を火炉11内に供給する水素貯蔵材料供給部14と、水素貯蔵材料と異なる燃料を火炉11内に供給する燃料供給部15と、CFBボイラを起動する起動部16が設けられる。なお、流動材としても機能する水素貯蔵材料を水素貯蔵材料供給部14が供給するため図示を省略したが、珪砂等の他の流動材を火炉11内に供給する流動材供給部を水素貯蔵材料供給部14に加えて設けてもよ

い。水素貯蔵材料供給部 1 4 は、水素貯蔵材料を貯留する漏斗状のホッパ 1 4 1 と、ホッパ 1 4 1 の底部から排出された水素貯蔵材料を粒状に粉砕する粉砕部 1 4 2 と、粉砕部 1 4 2 で粉砕された水素貯蔵材料を火炉 1 1 内に供給するフィーダ 1 4 3 を備える。

[0022] 水素貯蔵材料は貯蔵した水素を加熱時に放出可能な材料であり水素吸蔵合金が例示される。水素吸蔵合金 (Hydrogen Storage Alloy, Hydrogen Absorbing Alloy, Metal Hydride) は、水素と反応して金属水素化合物の形で水素を貯蔵または吸蔵し、加熱されると水素を放出する性質を有する合金であり、AB₂型 (チタン、マンガン、ジルコニウム、ニッケル等の遷移元素の合金を基礎とするもの)、LaNi₅、ReNi₅等のAB₅型 (1 個の希土類元素、ニオブ、ジルコニウムに対して 5 個のニッケル、コバルト、アルミニウム等の遷移元素を含む合金を基礎とするもの)、Ti-Fe (チタン-鉄) 型、V (バナジウム) 型、Mg (マグネシウム) 型、Pd (パラジウム) 型、Ca (カルシウム) 型等が知られている。

[0023] このような水素吸蔵合金のうち比較的安価に入手可能なTi-Fe型は、水素を効率的に吸蔵または放出させるために約450℃の高温環境下に置く必要があり、その煩雑さ故に普及が進んでいなかった。これに対して本実施形態では、通常運転時に約900℃の高温になる火炉 1 1 (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、火炉 1 1 内はフリーボード B も含めて約800℃以上に維持されるのが一般的である) によって水素吸蔵合金を自然に加熱できるため、燃料としての水素の放出と燃焼を火炉 1 1 内で一挙に実現できる。このように、炭素非含有燃料としての水素吸蔵合金または水素によって、石炭、バイオマス、スラッジ、廃材等の従来の炭素含有燃料の一部または全部を温室効果ガスの排出量の少ないクリーンな燃料で置換できる。

[0024] なお、火炉 1 1 での燃焼に十分な量の燃料 (水素) が水素貯蔵材料供給部 1 4 から供給される場合は、水素貯蔵材料と異なる燃料を火炉 1 1 内に供給する後述の燃料供給部 1 5 を設けなくてもよい。また、水素貯蔵材料は水素

吸蔵合金に限らず、貯蔵した水素を加熱時に放出可能な材料であればよい。例えば、国際公開第2015/005280号に開示されている水素を貯蔵可能な有機高分子または有機ポリマーも、本実施形態における水素貯蔵材料として使用できる可能性がある。

[0025] 粉砕部142は、火炉11に供給される前の水素吸蔵合金等の水素貯蔵材料を粒状に粉砕する。CFBボイラまたはホッパ141までの運搬に適した水素吸蔵合金の大きさと、火炉11内での水素放出や水素放出前後の流動材としての機能に適した水素吸蔵合金の大きさは異なる場合があり、粉砕部142で後者に適した粒径の粒子に水素吸蔵合金を粉砕する。なお、前者と後者に適した粒径に大差がない場合は粉砕部142を設けなくてもよい。ここで、「粒子」「粒状」「粒径」との用語は、特定の大きさや寸法を指すものではなく、火炉11内に供給された水素貯蔵材料が燃料としての水素を放出できれば大きさや寸法は問わない。例えば、比較的大きな粒子に用いられる「塊」「塊状」「塊径」の用語や、比較的小さな粒子に用いられる「粉」「粉状」「粉径」の用語は、本実施形態における「粒子」「粒状」「粒径」に包含される。粉砕部142で粉砕された粒状の水素貯蔵材料は、回転数を制御可能なフィーダ143によって必要量が火炉11内に投入される。

[0026] 燃料供給部15は水素貯蔵材料と異なる固形燃料を火炉11内に供給する。燃料供給部15は、固形燃料を貯留する漏斗状のホッパ151と、ホッパ151の底部から排出される固形燃料を火炉11内に供給するフィーダ152を備える。フィーダ152の回転数を制御することで、必要量の固形燃料が火炉11内に投入される。

[0027] 燃料供給部15が火炉11内に供給する固形燃料は特に限定されるものではないが、例えば、無煙炭、瀝青炭、褐炭等の各種の石炭、バイオマス、スラッジ、廃材が挙げられる。CFBボイラでは、火炉11内で流動する高温の流動材を媒介とすることで高い燃焼効率を実現できるため、品質の低い燃料や難燃性の燃料も効率的に燃焼できる。なお、上で挙げた固形燃料は炭素を含有する炭素含有燃料であるが、燃料供給部15はアンモニアや水素等の

炭素を含有しない流体燃料または炭素非含有燃料を固形燃料に加えてまたは代えて火炉 11 内に供給してもよい。

[0028] 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、炭素含有燃料としての重油を貯留する。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 162 は CFB ボイラの起動時に開状態となり、起動燃料貯留部 161 に貯留された重油を起動バーナ 163 に供給する。起動バーナ 163 は、起動燃料制御バルブ 162 から供給された重油の燃焼による炎で流動層 A における流動材を加熱する。起動バーナ 163 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 11 内が効率的に昇温する。このように起動バーナ 163 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。

[0029] 流動層 A および火炉 11 内が十分に昇温した CFB ボイラの起動後、具体的には流動層 A において水素貯蔵材料からの水素の放出および燃焼が可能となった後（前述の Ti-Fe 型の水素吸蔵合金にあっては水素の放出に必要な約 450°C より十分に高い温度に流動層 A がなった後）、起動燃料制御バルブ 162 は閉状態となって起動バーナ 163 への重油の供給を停止する。以降の通常運転状態では、水素貯蔵材料供給部 14 から供給される水素貯蔵材料が放出する水素や、燃料供給部 15 から供給される水素貯蔵材料と異なる燃料が高温の火炉 11 内で燃焼される。燃料としての水素を放出した後の水素貯蔵材料は火炉 11 内で流動して燃料の燃焼を媒介する流動材として機能するが、必要量を超える水素貯蔵材料は外部循環機構 13 における流動材の循環経路に設けられる回収部 17 で回収される。

[0030] 火炉 11 の底部から水素貯蔵材料を回収する回収部 17 は、外部循環機構 13 を循環する流動材から余分な水素貯蔵材料を分離して回収する分離部 171 を備える。分離部 171 は、質量、密度、粒径、形状等の機械的または

力学的性質や磁性等の物性の違いを利用して所望の性状の物を分離可能である。例えば、外部循環機構 1 3 を循環する流動材の中に、珪砂等の水素吸蔵合金以外の流動材や、火炉 1 1 内の燃焼によって生成した灰や煤が含まれている場合であっても、水素吸蔵合金のみを効率的に分離回収できる。特に、Ti-Fe型等の磁性を有する水素吸蔵合金の場合、磁気分離部 1 7 1 1 が磁気によって磁性を有する水素吸蔵合金のみを効率的に分離回収できる。また、外部循環機構 1 3 を循環する流動材の中に、粒径の異なる水素吸蔵合金が含まれている場合であっても、所望の粒径範囲の水素吸蔵合金のみを効率的に分離回収できる。このようにして分離回収された水素放出後の水素吸蔵合金は、不図示の水素充填設備に運搬されて水素が再充填された後、水素貯蔵材料供給部 1 4 のホッパ 1 4 1 に再投入されて水素燃料として再利用される。

[0031] 以上の構成によれば、水素燃料源および流動材として機能する水素貯蔵材料を火炉 1 1 に投入することで C F B ボイラを効率的に運転できると共に、既存の炭素含有燃料を水素燃料に置き換えることで温室効果ガスの排出量を低減できる。

[0032] 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 以外の構成を説明する。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。給水管 2 2 は燃焼部 1 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 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 ブロワ 7 1 および第 2 ブロワ 7 2 が火炉 1 1 内に供給する加圧空気も伝熱部 4 内の高温の排気によって予熱される。

[0033] 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水素吸蔵合金を含む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 内に戻すシールポット 3 2 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水素吸蔵合金等の流動材は、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。

[0034] サイクロン３１の下方に設けられるシールポット３２は流動材で充填されており、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。シールポット３２に充填された粒状の水素吸蔵合金等の流動材は、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。

[0035] 図２は、燃焼装置としてのロータリーキルン１００の全体的な構成を示す。ロータリーキルン１００は、燃焼室としての回転炉２００および二次燃焼室３００と、連絡シュート（接続部）４００と、回収部としての電気炉６００を備える。ロータリーキルン１００は、金属を含有する被処理物Ｗを回転炉２００や電気炉６００によってスラグと金属に分離し、金属を回収する燃焼装置である。金属を含有する被処理物Ｗは、例えば電子機器等の基板、電線屑、銅金銀滓である。ロータリーキルン１００は、これらの被処理物Ｗから、Cu（銅）、Au（金）、Ag（銀）、Pb（鉛）、Sn（錫）、Pd（パラジウム）等の金属を回収できる。また、後述するように、被処理物Ｗに加えて水素燃料源としての水素吸蔵合金（水素貯蔵材料Ｈ）がロータリーキルン１００に投入される場合、上記の金属と共に水素吸蔵合金も分離回収できる。

[0036] 被処理物Ｗを燃焼して熔融させる回転炉２００は円筒状に形成され、内壁が耐火材で内張りされている。回転炉２００内に投入された被処理物Ｗは、バーナ１０からの熱風によって約１４００-１５００℃で燃焼ないし熔融される。バーナ１０には空気と共に燃料供給部から燃料油が供給されるが、本実施形態では回転炉２００内に被処理物Ｗと共に投入される水素貯蔵材料Ｈから放出される水素も燃料として利用できるため、温室効果ガスを発生させる燃料油の使用量を低減できる。

- [0037] 燃焼処理中の回転炉 200 は円筒状の軸の周りに回転駆動され、内部の被処理物 W および水素貯蔵材料 H を攪拌しながら、水素貯蔵材料 H から放出される水素によって被処理物 W を効率的に燃焼する。回転炉 200 の回転軸は下方に傾斜して設けられるため、被処理物 W は燃焼されながら高い側の入口 2 a から低い側の出口 2 b に水素貯蔵材料 H と共に流動する。回転炉 200 の入口 2 a 側には、被処理物 W および水素貯蔵材料 H を投入するための投入シュート 7 と、投入された被処理物 W および水素貯蔵材料 H を回転炉 200 へ押し込むための投入プッシャ 8 が設けられる。
- [0038] 回転炉 200 内では、燃焼された被処理物 W および水素貯蔵材料 H（水素吸蔵合金）の熔融物が、比重差によってスラグ S と金属 M1 に分離される。また、被処理物 W 中の可燃物は熱分解されてガスになる。被処理物 W および水素貯蔵材料 H から分離した金属 M1（水素吸蔵合金を含む）は、熔融状態または半熔融状態となって下層側に溜まり、その表面がスラグ S で覆われるため酸化が防止される。略水平方向を軸方向とする円筒状の回転炉 200 の底部（図 2 の下部）を構成する周壁 2 c には、回転炉 200 の底部に溜まっている熔融した金属 M1（水素吸蔵合金を含む）を下方向に排出可能な回収部としてのタッピング用ノズル（排出口）9 が設けられる。
- [0039] タッピング用ノズル 9 は、回転炉 200 が回転しながら被処理物 W および水素貯蔵材料 H を燃焼または熔融している間は閉状態に維持される。被処理物 W および水素貯蔵材料 H の燃焼または熔融が完了し、回転炉 200 の回転が停止した後にタッピング用ノズル 9 を開状態にすることで、回転炉 200 の底部においてスラグ S より下層側に溜まっている金属 M1 をタッピング用ノズル 9 から分離回収できる。なお、タッピング用ノズル 9 で分離回収し切れなかった金属 M1 やスラグ S は、二次燃焼室 300 の底部から電気炉 600 に投入される。
- [0040] 回転炉 200 の右端の出口 2 b と接続される二次燃焼室 300 は、回転炉 200 内で発生したガスを更に燃焼することで、ダイオキシンや悪臭物質等を分解し、排ガス処理設備へ供給する。二次燃焼室 300 には、回転炉 200

0の出口2b付近に二次燃焼用のバーナ110が設けられ、その上方に尿素、空気、SCC温調水を供給する供給部や攪拌ブロワが設けられる。バーナ110には空気と共に燃料供給部から燃料油が供給されるが、本実施形態では回転炉200内に投入される水素貯蔵材料Hから放出される水素によって、回転炉200内で被処理物Wやガスを効果的に燃焼できるため、二次燃焼用のバーナ110での燃料油の使用量を低減できる。

[0041] 回転炉200と二次燃焼室300の接続部から下方に延在する連絡シュート400は、回転炉200と電気炉600を接続する連絡通路である。連絡シュート400の壁は、回転炉200の出口2bから排出されるスラグSが接触しない位置に設けられる。このため、回転炉200の出口2bから排出されるスラグSは、連絡シュート400の壁と接触することなく落下して電気炉600に投入される。一方で、スラグSが連絡シュート400の壁に付着した場合に備えて、それを溶融するための非常用のバーナ120が設けられる。

[0042] 電気炉600は、連絡シュート400を介して回転炉200と接続され、回転炉200に投入された被処理物Wおよび水素貯蔵材料Hの溶融物から、電気による加熱処理によって水素吸蔵合金を含む金属を分離させる。具体的には、回転炉200内で分離されたスラグS中に残存している水素吸蔵合金を含む金属を電気炉600で回収できる。電気抵抗加熱炉として構成される電気炉600は、溶融物を滞留させてスラグSから水素吸蔵合金を含む金属M2を分離させる槽20と、スラグSを電気によって加熱する電極21A、21B、21Cを備える。電極21A、21B、21Cによって加熱された槽20内では、下側に溶融した水素吸蔵合金を含む金属M2の層が形成され、上側に溶融したスラグSの層が形成される。

[0043] 電気炉600にはコークス供給装置22Aが設けられ、還元剤としてのコークスを供給ライン22Bを介して槽20内に供給する。回転炉200での燃焼処理すなわち酸化処理を経たスラグSには金属酸化物が含まれているが、コークスの還元作用によって金属酸化物を金属M2に還元して回収できる

。なお、還元剤としてはコークスの他、石炭や廃カーボン等を使用してもよい。以上のような電気炉600の槽20を電極21A、21B、21Cによって回転炉200と同様の約1400-1500℃に維持してスラグSを約3-6時間滞留させることによって、スラグS中の略全量の金属成分を金属M2（水素吸蔵合金を含む）として回収できる。具体的には、槽20の下部に接続される金属回収ライン230から水素吸蔵合金を含む金属M2が排出され、槽20の上部に接続されるスラグ回収ライン240から金属M2を含まないスラグSが排出される。

[0044] 以上の構成によれば、水素燃料源として機能する水素貯蔵材料Hを回転炉200に投入することでロータリーキルン100における燃焼効率を向上できると共に、既存の炭素含有燃料としての燃料油を水素燃料に置き換えることで温室効果ガスの排出量を低減できる。また、水素貯蔵材料Hが水素吸蔵合金である場合、回収部としてのタッピング用ノズル9や電気炉600によって、金属M1、M2と共に水素吸蔵合金を効率的に回収できる。

[0045] 以上、本発明を実施形態に基づいて説明した。実施形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

[0046] 図1ではボイラの例としてCFBボイラを説明したが、本発明はBFBBボイラ（気泡型流動床ボイラ）にも適用できる。BFBBボイラの構成は、火炉11外に出た流動材を捕集して火炉11内に戻す流動材循環部3を備えない点を除いて、CFBボイラと同様である。

[0047] なお、実施形態で説明した各装置の機能構成はハードウェア資源またはソフトウェア資源により、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り実現できる。ハードウェア資源としてプロセッサ、ROM、RAM、その他のLSIを利用できる。ソフトウェア資源として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

[0048] 本発明は燃焼を発生させる燃焼装置に関する。

符号の説明

[0049] 1 燃焼部、3 流動材循環部、9 タッピング用ノズル、10 バーナ、11 火炉、14 水素貯蔵材料供給部、15 燃料供給部、17 回収部、31 サイクロン、100 ロータリーキルン、110 バーナ、120 バーナ、142 粉碎部、171 分離部、200 回転炉、300 二次燃焼室、600 電気炉、1711 磁気分離部。

請求の範囲

- [請求項1] 燃焼を発生させる燃焼室と、
貯蔵した水素を加熱時に放出可能な水素貯蔵材料を前記燃焼室に供給する水素貯蔵材料供給部と、
を備える燃焼装置。
- [請求項2] 前記水素貯蔵材料は水素吸蔵合金である、請求項1に記載の燃焼装置。
- [請求項3] 前記水素貯蔵材料は粒状である、請求項1または2に記載の燃焼装置。
- [請求項4] 前記燃焼室に供給される前の前記水素貯蔵材料を粒状に粉碎する粉碎部を更に備える、請求項3に記載の燃焼装置。
- [請求項5] 前記燃焼室外に出た粒状の前記水素貯蔵材料を捕集して前記燃焼室内に戻す循環部を更に備える、請求項3に記載の燃焼装置。
- [請求項6] 前記燃焼室の底部から前記水素貯蔵材料を回収する回収部を更に備える、請求項1または2に記載の燃焼装置。
- [請求項7] 前記水素貯蔵材料が磁性を有する場合、前記回収部は磁気によって当該水素貯蔵材料を分離する磁気分離部を更に備える、請求項6に記載の燃焼装置。
- [請求項8] 前記水素貯蔵材料と異なる燃料を前記燃焼室に供給する燃料供給部を更に備える、請求項1または2に記載の燃焼装置。
- [請求項9] 前記燃焼装置は、循環流動層ボイラ、気泡型流動床ボイラ、ロータリーキルンの少なくともいずれかである、請求項1または2に記載の燃焼装置。
- [請求項10] 貯蔵した水素を加熱時に放出可能な水素貯蔵材料を燃焼室に供給する水素貯蔵材料供給ステップと、
前記水素貯蔵材料から放出された水素を前記燃焼室で燃焼させる燃焼ステップと、
を備える燃焼方法。