

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-241998

(P2012-241998A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 6 B 3/084 (2006.01)	F 2 6 B 3/084	3 L 1 1 3
F 2 6 B 17/10 (2006.01)	F 2 6 B 17/10	C
C 1 0 J 3/54 (2006.01)	C 1 0 J 3/54	G
C 1 0 J 3/46 (2006.01)	C 1 0 J 3/46	G

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-113337 (P2011-113337)
 (22) 出願日 平成23年5月20日 (2011.5.20)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72) 発明者 高島 竜平
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 (72) 発明者 鳥居 功
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

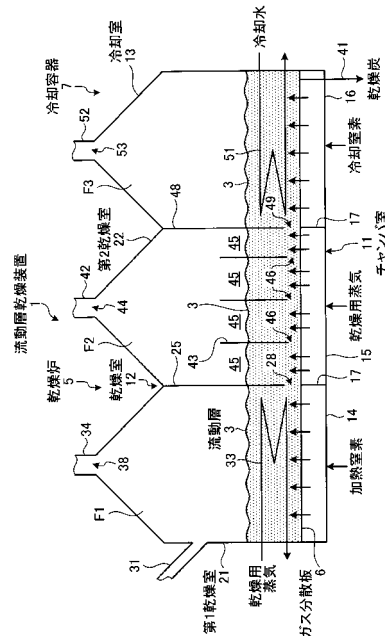
(54) 【発明の名称】 流動層乾燥装置

(57) 【要約】

【課題】流動化ガスの潜熱を回収して有効利用可能とし、褐炭の乾燥効率を向上させることができる流動層乾燥装置を提供する。

【解決手段】流動化ガスにより褐炭を流動させることで、内部に流動層3を形成する乾燥炉5を備え、乾燥炉5は、乾燥炉5の内部を、褐炭の流動方向の上流側に位置する第1乾燥室21と、第1乾燥室21の下流側に位置する第2乾燥室22とに区分けする乾燥室隔壁25と、乾燥炉5の底部と乾燥室隔壁25との間に設けられ、第1乾燥室21から第2乾燥室22へ向けて褐炭を流通させる流通口28と、を有し、第1乾燥室21に流動化ガスとして加熱窒素を流入させ、第2乾燥室22に流動化ガスとして過熱蒸気を流入させる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流動化ガスにより湿潤燃料を流動させることで、内部に流動層を形成する乾燥炉を備え

、前記乾燥炉は、

前記乾燥炉の内部を、前記湿潤燃料の流動方向の上流側に位置する第 1 乾燥室と、前記第 1 乾燥室の下流側に位置する第 2 乾燥室とに区分けする仕切り部と、

前記乾燥炉の底部と前記仕切り部との間に設けられ、前記第 1 乾燥室から前記第 2 乾燥室へ向けて前記湿潤燃料を流通させる流通口と、を有し、

前記流動化ガスは、非凝縮性ガスと凝縮性ガスとがあり、

前記第 1 乾燥室および前記第 2 乾燥室のいずれか一方に、前記流動化ガスとして前記非凝縮性ガスを流入させ、前記第 1 乾燥室および前記第 2 乾燥室のいずれか他方に、前記流動化ガスとして前記凝縮性ガスを流入させることを特徴とする流動層乾燥装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 乾燥室に、前記非凝縮性ガスを流入させ、前記第 2 乾燥室に、前記凝縮性ガスを流入させることを特徴とする請求項 1 に記載の流動層乾燥装置。

【請求項 3】

前記凝縮性ガスが流入する前記第 1 乾燥室および前記第 2 乾燥室のいずれか一方の圧力は、前記非凝縮性ガスが流入する前記第 1 乾燥室および前記第 2 乾燥室のいずれか他方の圧力に比して高いことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の流動層乾燥装置。

20

【請求項 4】

前記乾燥炉で乾燥した前記湿潤燃料を乾燥燃料として供給され、前記流動化ガスにより乾燥燃料を流動させることで内部に流動層を形成しながら、前記乾燥燃料を冷却する前記乾燥炉と一体に設けられた冷却容器をさらに備え、

前記冷却容器は、その内部に前記第 2 乾燥室に連通する冷却室が設けられ、

前記冷却室には、前記流動化ガスとして、前記非凝縮性ガスを流入させることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の流動層乾燥装置。

【請求項 5】

前記冷却室に設けられ、前記冷却室において発生した排出ガスを排出させる第 3 ガス排出口をさらに備え、

30

前記凝縮性ガスが流入する前記第 2 乾燥室の圧力は、前記非凝縮性ガスが流入する前記冷却室の圧力に比して高いことを特徴とする請求項 4 に記載の流動層乾燥装置。

【請求項 6】

前記第 1 乾燥室、前記第 2 乾燥室および前記冷却室は、その床面積比が、「前記第 1 乾燥室：前記第 2 乾燥室：前記冷却室 = 27 ~ 45 % : 63 ~ 45 % : 10 %」となっていることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の流動層乾燥装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、褐炭等の湿潤燃料を流動させながら乾燥させる流動層乾燥装置に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

従来、このような流動層乾燥装置として、底部が多数の開孔を有する通気可能な分散板である乾燥室と、乾燥室下部に位置する風室とを備えた流動乾燥機が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この流動乾燥機は、流動化ガス（乾燥用気体）を風室から分散板を介して乾燥室に供給することによって被乾燥物を流動させながら乾燥させており、乾燥室内に供給された流動化ガスは、被乾燥物から発生した蒸気と共に、乾燥室の上部に形成された排気口から排出される。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-89243号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、従来のような流動層乾燥装置の構成において、流動化ガスの潜熱を回収して有効利用する場合、流動化ガスとしては、例えば、蒸気等の凝縮性ガスを用いることが好ましい。しかしながら、凝縮性ガスとして蒸気を用いる場合、蒸気の温度を100以上としなければならない、乾燥効率の向上を図ることは困難である。

10

【0005】

そこで、本発明は、流動化ガスの潜熱を回収して有効利用可能とし、湿潤燃料の乾燥効率を向上させることができる流動層乾燥装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の流動層乾燥装置は、流動化ガスにより湿潤燃料を流動させることで、内部に流動層を形成する乾燥炉を備え、乾燥炉は、乾燥炉の内部を、湿潤燃料の流動方向の上流側に位置する第1乾燥室と、第1乾燥室の下流側に位置する第2乾燥室とに区分けする仕切り部と、乾燥炉の底部と仕切り部との間に設けられ、第1乾燥室から第2乾燥室へ向けて湿潤燃料を流通させる流通口と、を有し、流動化ガスは、非凝縮性ガスと凝縮性ガスとがあり、第1乾燥室および第2乾燥室のいずれか一方に、流動化ガスとして非凝縮性ガスを流入させ、第1乾燥室および第2乾燥室のいずれか他方に、流動化ガスとして凝縮性ガスを流入させることを特徴とする。

20

【0007】

この構成によれば、第1乾燥室および第2乾燥室のいずれか一方に、非凝縮性ガスを流入させることができる。なお、非凝縮性ガスとしては、例えば、窒素(N_2)がある。非凝縮性ガスである窒素は、凝縮性ガスである蒸気のように100以上とする必要がなく、70~100で湿潤燃料を乾燥させることができるため、湿潤燃料の乾燥効率を向上させることができる。一方で、第1乾燥室および第2乾燥室のいずれか他方に、凝縮性ガスを流入させることができるため、凝縮性ガスの潜熱を回収して有効利用することが可能となる。

30

【0008】

この場合、第1乾燥室に、非凝縮性ガスを流入させ、第2乾燥室に、凝縮性ガスを流入させることが好ましい。

【0009】

この構成によれば、上流側に位置する第1乾燥室の湿潤燃料は、下流側に位置する第2乾燥室の湿潤燃料に比して未乾燥状態であり、第1乾燥室に乾燥効率の高い非凝縮性ガスを流入させることで、湿潤燃料の乾燥を効率良く行うことが可能となる。

【0010】

この場合、凝縮性ガスが流入する第1乾燥室および第2乾燥室のいずれか一方の圧力は、非凝縮性ガスが流入する第1乾燥室および第2乾燥室のいずれか他方の圧力に比して高いことが好ましい。

40

【0011】

この構成によれば、非凝縮性ガスが、流通口を介して、凝縮性ガスが流入する第1乾燥室および第2乾燥室のいずれか一方に流入することがない。これにより、凝縮性ガスが流入する第1乾燥室および第2乾燥室のいずれか一方には、非凝縮性ガスが混入することを抑制することができるため、凝縮性ガスを効率良く回収することができる。

【0012】

この場合、乾燥炉で乾燥した湿潤燃料を乾燥燃料として供給され、流動化ガスにより乾燥燃料を流動させることで内部に流動層を形成しながら、乾燥燃料を冷却する乾燥炉と一

50

体に設けられた冷却容器をさらに備え、冷却容器は、その内部に第2乾燥室に連通する冷却室が設けられ、冷却室には、流動化ガスとして、非凝縮性ガスを流入させることが好ましい。

【0013】

この構成によれば、冷却容器を乾燥炉と一体に設けることができるため、乾燥炉と冷却容器とを別体に設ける場合に比して、構成を簡易なものとすることができる。

【0014】

この場合、冷却室に設けられ、冷却室において発生した排出ガスを排出させる第3ガス排出口をさらに備え、凝縮性ガスが流入する第2乾燥室の圧力は、非凝縮性ガスが流入する冷却室の圧力に比して高いことが好ましい。

10

【0015】

この構成によれば、冷却室に流入する非凝縮性ガスが、凝縮性ガスが流入する第2乾燥室に流入することがない。これにより、凝縮性ガスが流入する第2乾燥室には、非凝縮性ガスが混入することを抑制することができるため、凝縮性ガスを効率良く回収することができる。

【0016】

この場合、第1乾燥室、第2乾燥室および冷却室は、その床面積比が、「第1乾燥室：第2乾燥室：冷却室 = 27～45%：63～45%：10%」となっていることが好ましい。

【0017】

この構成によれば、床面積比に応じて、第1乾燥室および第2乾燥室において流動する湿潤燃料を乾燥させることができ、また、冷却室において流動する湿潤燃料を冷却させることができる。これにより、第1乾燥室および第2乾燥室における湿潤燃料の乾燥を好適に行うことができ、また、冷却室における湿潤燃料の冷却を好適に行うことができる。

20

【発明の効果】

【0018】

本発明の流動層乾燥装置によれば、第1乾燥室および第2乾燥室のいずれか一方に、非凝縮性ガスを流入させ、第1乾燥室および第2乾燥室のいずれか他方に、凝縮性ガスを流入させることができるため、流動化ガスの潜熱を回収して有効利用可能とし、湿潤燃料の乾燥効率を向上させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、本実施例に係る流動層乾燥装置を適用した石炭ガス化複合発電設備の概略構成図である。

【図2】図2は、本実施例に係る流動層乾燥装置を模式的に表した概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、添付した図面を参照して、本発明に係る流動層乾燥装置について説明する。なお、以下の実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施例における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、或いは実質的に同一のものが含まれる。

40

【実施例】

【0021】

図1は、本実施例に係る流動層乾燥装置を適用した石炭ガス化複合発電設備の概略構成図である。本実施例の流動層乾燥装置1が適用された石炭ガス化複合発電設備（IGCC：Integrated Coal Gasification Combined Cycle）100は、空気を酸化剤としてガス化炉で石炭ガスを生成する空気燃焼方式を採用し、ガス精製装置で精製した後の石炭ガスを燃料ガスとしてガスタービン設備に供給して発電を行っている。すなわち、本実施例の石炭ガス化複合発電設備100は、空気燃焼方式（空気吹き）の発電設備である。この場合、ガス化炉に供給する湿潤原料として褐炭を使用している。

50

【0022】

なお、本実施例では、湿潤原料として褐炭を適用したが、水分含量の高いものであれば、亜瀝青炭等を含む低品位炭や、スラッジ等の泥炭を適用してもよく、また、高品位炭であっても適用可能である。また、湿潤原料として、褐炭等の石炭に限らず、再生可能な生物由来の有機性資源として使用されるバイオマスであってもよく、例えば、間伐材、廃材木、流木、草類、廃棄物、汚泥、タイヤ及びこれらを原料としたリサイクル燃料（ペレットやチップ）などを使用することも可能である。

【0023】

本実施例において、図1に示すように、石炭ガス化複合発電設備100は、給炭装置111、流動層乾燥装置1、微粉炭機（ミル）113、石炭ガス化炉114、チャー回収装置115、ガス精製装置116、ガスタービン設備117、蒸気タービン設備118、発電機119、排熱回収ボイラ（HRSG：Heat Recovery Steam Generator）120を有している。

10

【0024】

給炭装置111は、原炭バンカ（燃料バンカ）121と、石炭供給機122と、クラッシャ123とを有している。原炭バンカ121は、褐炭を貯留可能であって、所定量の褐炭を石炭供給機122に投下する。石炭供給機122は、原炭バンカ121から投下された褐炭をコンベアなどにより搬送し、クラッシャ123に投下する。このクラッシャ123は、投下された褐炭を細かく破碎して細粒化する。

【0025】

流動層乾燥装置1は、給炭装置111により投入された褐炭に対して過熱蒸気等の乾燥用蒸気を供給することで、褐炭を流動させながら加熱乾燥し、褐炭が含有する水分を除去するものである。また、この流動層乾燥装置1は、乾燥済の褐炭（乾燥炭）を冷却している。流動層乾燥装置1から排出された乾燥冷却済の乾燥炭は、乾燥炭バンカ132に貯留される。また、流動層乾燥装置1は、上部から取り出された蒸気（排出ガス）から乾燥炭の粒子を分離する乾燥炭サイクロン133と乾燥炭電気集塵機134が設けられ、蒸気から分離された乾燥炭の粒子が乾燥炭バンカ132に貯留される。なお、乾燥炭電気集塵機134で乾燥炭が分離された蒸気は、後述する排熱回収ボイラ120に供給されたり、蒸気圧縮機135で圧縮されてから流動層乾燥装置1に乾燥用蒸気として供給されたりする。

20

30

【0026】

微粉炭機113は、石炭粉碎機であって、流動層乾燥装置1により乾燥された褐炭（乾燥炭）を細かい粒子状に粉碎して微粉炭を製造するものである。すなわち、微粉炭機113は、乾燥炭バンカ132に貯留された乾燥炭が石炭供給機136により投下されると、この乾燥炭を所定粒径以下の微粉炭とする。そして、微粉炭機113で粉碎後の微粉炭は、微粉炭バグフィルタ137a, 137bにより搬送用ガスから分離され、微粉炭供給ホッパ138a, 138bに貯留される。

【0027】

石炭ガス化炉114は、微粉炭機113で処理された微粉炭が供給されると共に、チャー回収装置115で回収されたチャー（石炭の未燃分）が供給される。

40

【0028】

石炭ガス化炉114は、ガスタービン設備117（圧縮機161）から圧縮空気供給ライン141が接続されており、このガスタービン設備117で圧縮された圧縮空気が供給可能となっている。空気分離装置142は、大気中の空気から窒素と酸素を分離生成するものであり、第1窒素供給ライン143が石炭ガス化炉114に接続され、この第1窒素供給ライン143に微粉炭供給ホッパ138a, 138bからの給炭ライン144a, 144bが接続されている。また、第2窒素供給ライン145も石炭ガス化炉114に接続され、この第2窒素供給ライン145にチャー回収装置115からのチャー戻しライン146が接続されている。更に、酸素供給ライン147は、圧縮空気供給ライン141に接続されている。この場合、窒素は、石炭やチャーの搬送用ガスとして利用され、酸素は、

50

酸化剤として利用される。

【0029】

石炭ガス化炉114は、例えば、噴流床形式のガス化炉であって、内部に供給された石炭、チャー、空気（酸素）、またはガス化剤としての水蒸気を燃焼・ガス化すると共に、二酸化炭素を主成分とする可燃性ガス（生成ガス、石炭ガス）が発生し、この可燃性ガスをガス化剤としてガス化反応が起こる。なお、石炭ガス化炉114は、微粉炭に混入した異物を除去する異物除去装置148が設けられている。この場合、石炭ガス化炉114は噴流床ガス化炉に限らず、流動床ガス化炉や固定床ガス化炉としてもよい。そして、この石炭ガス化炉114は、チャー回収装置115に向けて可燃性ガスのガス生成ライン149が設けられており、チャーを含む可燃性ガスが排出可能となっている。この場合、ガス生成ライン149にガス冷却器を設けることで、可燃性ガスを所定温度まで冷却してからチャー回収装置115に供給するとよい。

10

【0030】

チャー回収装置115は、集塵装置151と供給ホッパ152とを有している。この場合、集塵装置151は、1つまたは複数のバグフィルタやサイクロンにより構成され、石炭ガス化炉114で生成された可燃性ガスに含有するチャーを分離することができる。そして、チャーが分離された可燃性ガスは、ガス排出ライン153を通してガス精製装置116に送られる。供給ホッパ152は、集塵装置151で可燃性ガスから分離されたチャーを貯留するものである。なお、集塵装置151と供給ホッパ152との間にピンを配置し、このピンに複数の供給ホッパ152を接続するように構成してもよい。そして、供給ホッパ152からのチャー戻しライン146が第2窒素供給ライン145に接続されている。

20

【0031】

ガス精製装置116は、チャー回収装置115によりチャーが分離された可燃性ガスに対して、硫黄化合物や窒素化合物などの不純物を取り除くことで、ガス精製を行うものである。そして、ガス精製装置116は、可燃性ガスを精製して燃料ガスを製造し、これをガスタービン設備117に供給する。なお、このガス精製装置116では、チャーが分離された可燃性ガス中にはまだ硫黄分（ H_2S ）が含まれているため、アミン吸収液によって除去することで、硫黄分を最終的には石膏として回収し、有効利用する。

【0032】

ガスタービン設備117は、圧縮機161、燃焼器162、タービン163を有しており、圧縮機161とタービン163は、回転軸164により連結されている。燃焼器162は、圧縮機161から圧縮空気供給ライン165が接続されると共に、ガス精製装置116から燃料ガス供給ライン166が接続され、タービン163に燃焼ガス供給ライン167が接続されている。また、ガスタービン設備117は、圧縮機161から石炭ガス化炉114に延びる圧縮空気供給ライン141が設けられており、圧縮空気供給ライン141に昇圧機168が介設されている。従って、燃焼器162では、圧縮機161から供給された圧縮空気とガス精製装置116から供給された燃料ガスとを混合して燃焼し、タービン163にて、発生した燃焼ガスにより回転軸164を回転することで発電機119を駆動することができる。

30

40

【0033】

蒸気タービン設備118は、ガスタービン設備117における回転軸164に連結されるタービン169を有しており、発電機119は、この回転軸164の基端部に連結されている。排熱回収ボイラ120は、ガスタービン設備117（タービン163）からの排ガスライン170に設けられており、空気と高温の排ガスとの間で熱交換を行うことで、蒸気を生成するものである。そのため、排熱回収ボイラ120は、蒸気タービン設備118のタービン169との間に蒸気供給ライン171が設けられると共に、蒸気回収ライン172が設けられ、蒸気回収ライン172に復水器173が設けられている。従って、蒸気タービン設備118では、排熱回収ボイラ120から供給された蒸気によりタービン169が駆動し、回転軸164を回転することで発電機119を駆動することができる。

50

【 0 0 3 4 】

そして、排熱回収ボイラ 1 2 0 で熱が回収された排ガスは、ガス浄化装置 1 7 4 により有害物質を除去され、浄化された排ガスは、煙突 1 7 5 から大気へ放出される。

【 0 0 3 5 】

ここで、本実施例の石炭ガス化複合発電設備 1 0 0 の作動について説明する。

【 0 0 3 6 】

本実施例の石炭ガス化複合発電設備 1 0 0 において、給炭装置 1 1 1 にて、原炭（褐炭）が原炭バンカ 1 2 1 に貯留されており、この原炭バンカ 1 2 1 の褐炭が石炭供給機 1 2 2 によりクラッシャ 1 2 3 に投下され、ここで所定の大きさに破碎される。そして、破碎された褐炭は、流動層乾燥装置 1 により加熱乾燥された後、冷却され、乾燥炭バンカ 1 3 2 に貯留される。また、流動層乾燥装置 1 の上部から取り出された蒸気は、乾燥炭サイクロン 1 3 3 及び乾燥炭電気集塵機 1 3 4 により乾燥炭の粒子が分離される。乾燥炭が分離された蒸気は、排熱回収ボイラ 1 2 0 へ供給されたり、蒸気圧縮機 1 3 5 で圧縮されてから流動層乾燥装置 1 に乾燥用蒸気として戻されたりする。一方、蒸気から分離された乾燥炭の粒子は、乾燥炭バンカ 1 3 2 に貯留される。

10

【 0 0 3 7 】

乾燥炭バンカ 1 3 2 に貯留される乾燥炭は、石炭供給機 1 3 6 により微粉炭機 1 1 3 に投入され、ここで、細かい粒子状に粉碎されて微粉炭が製造され、微粉炭バグフィルタ 1 3 7 a , 1 3 7 b を介して微粉炭供給ホッパ 1 3 8 a , 1 3 8 b に貯留される。この微粉炭供給ホッパ 1 3 8 a , 1 3 8 b に貯留される微粉炭は、空気分離装置 1 4 2 から供給される窒素により第 1 窒素供給ライン 1 4 3 を通して石炭ガス化炉 1 1 4 に供給される。また、後述するチャー回収装置 1 1 5 で回収されたチャーが、空気分離装置 1 4 2 から供給される窒素により第 2 窒素供給ライン 1 4 5 を通して石炭ガス化炉 1 1 4 に供給される。更に、後述するガスタービン設備 1 1 7 から抽気された圧縮空気が昇圧機 1 6 8 で昇圧された後、空気分離装置 1 4 2 から供給される酸素と共に圧縮空気供給ライン 1 4 1 を通して石炭ガス化炉 1 1 4 に供給される。

20

【 0 0 3 8 】

石炭ガス化炉 1 1 4 では、供給された微粉炭及びチャーが圧縮空気（酸素）により燃焼し、微粉炭及びチャーがガス化することで、二酸化炭素を主成分とする可燃性ガス（石炭ガス）を生成することができる。そして、この可燃性ガスは、石炭ガス化炉 1 1 4 からガス生成ライン 1 4 9 を通して排出され、チャー回収装置 1 1 5 に送られる。

30

【 0 0 3 9 】

このチャー回収装置 1 1 5 にて、可燃性ガスは、まず、集塵装置 1 5 1 に供給され、集塵装置 1 5 1 は、可燃性ガスに含まれるチャーを分離する。そして、チャーが分離された可燃性ガスは、ガス排出ライン 1 5 3 を通してガス精製装置 1 1 6 に送られる。一方、可燃性ガスから分離した微粒チャーは、供給ホッパ 1 5 2 に堆積され、チャー戻しライン 1 4 6 を通して石炭ガス化炉 1 1 4 に戻されてリサイクルされる。

【 0 0 4 0 】

チャー回収装置 1 1 5 によりチャーが分離された可燃性ガスは、ガス精製装置 1 1 6 にて、硫黄化合物や窒素化合物などの不純物が取り除かれてガス精製され、燃料ガスが製造される。そして、ガスタービン設備 1 1 7 では、圧縮機 1 6 1 が圧縮空気を生成して燃焼器 1 6 2 に供給すると、この燃焼器 1 6 2 は、圧縮機 1 6 1 から供給される圧縮空気と、ガス精製装置 1 1 6 から供給される燃料ガスとを混合し、燃焼することで燃焼ガスを生成し、この燃焼ガスによりタービン 1 6 3 を駆動することで、回転軸 1 6 4 を介して発電機 1 1 9 を駆動し、発電を行うことができる。

40

【 0 0 4 1 】

そして、ガスタービン設備 1 1 7 におけるタービン 1 6 3 から排出された排気ガスは、排熱回収ボイラ 1 2 0 にて、空気と熱交換を行うことで蒸気を生成し、この生成した蒸気を蒸気タービン設備 1 1 8 に供給する。蒸気タービン設備 1 1 8 では、排熱回収ボイラ 1 2 0 から供給された蒸気によりタービン 1 6 9 を駆動することで、回転軸 1 6 4 を介して

50

発電機 119 を駆動し、発電を行うことができる。

【0042】

その後、ガス浄化装置 174 では、排熱回収ボイラ 120 から排出された排気ガスの有害物質が除去され、浄化された排ガスが煙突 175 から大気へ放出される。

【0043】

以下、上述した石炭ガス化複合発電設備 100 における流動層乾燥装置 1 について詳細に説明する。図 2 は、本実施例に係る流動層乾燥装置を模式的に表した概略構成図である。本実施例の流動層乾燥装置 1 は、水分含量が高い石炭である褐炭を、流動化ガスにより流動させながら、加熱乾燥させるものである。

【0044】

流動層乾燥装置 1 は、内部に褐炭が供給される乾燥炉 5 と、乾燥後の褐炭が供給される冷却容器 7 と、乾燥炉 5 および冷却容器 7 の内部に設けられたガス分散板 6 と、を備えている。乾燥炉 5 および冷却容器 7 は一体に設けられており、乾燥炉 5 の内部と冷却容器 7 の内部とは連通している。ガス分散板 6 は、乾燥炉 5 および冷却容器 7 の内部空間を、鉛直方向下方側（図示下側）に位置するチャンバ室 11 と、鉛直方向上方側（図示上側）に位置する乾燥室 12 および冷却室 13 とに区別している。ガス分散板 6 には、多数の貫通孔が形成され、チャンバ室 11 には、流動化ガスが導入される。なお、流動化ガスとしては、非凝縮性ガスである窒素や、凝縮性ガスである蒸気がある。

【0045】

乾燥炉 5 に褐炭が供給されると、供給された褐炭は、流動化ガスにより流動することで、乾燥炉 5 内に流動層 3 を形成する。乾燥炉 5 に形成される流動層 3 は、その流動方向が、乾燥炉 5 の一端側（図示左側）から他端側（図示右側）へ向かう方向（図 2 の左右方向）となっている。同様に、冷却容器 7 に乾燥後の褐炭が供給されると、供給された褐炭は、流動化ガスにより流動することで、冷却容器 7 内に流動層 3 を形成する。冷却容器 7 に形成される流動層 3 は、その流動方向が、冷却容器 7 の一端側（図示左側）から他端側（図示右側）へ向かう方向（図 2 の左右方向）となっている。なお、乾燥炉 5 は、冷却容器 7 に対し、流動方向の上流側に位置し、冷却容器 7 は、乾燥炉 5 に対し、流動方向の下流側に位置している。

【0046】

チャンバ室 11 は、流動方向の上流側の第 1 チャンバ室 14 と、第 1 チャンバ室 14 の下流側の第 2 チャンバ室 15 と、第 2 チャンバ室 15 の下流側の第 3 チャンバ室 16 とに区別する複数（2 つ）のチャンバ室隔壁 17 を有している。第 1 チャンバ室 14 には、加熱された非凝縮性ガスである加熱窒素（ N_2 ）が供給され、その温度は、例えば、70 ~ 100 となっている。第 2 チャンバ室 15 には、凝縮性ガスである過熱蒸気等の乾燥用蒸気が供給され、その温度は、例えば、110 ~ 150 となっている。第 3 チャンバ室 16 には、冷却された非凝縮性ガスである冷却窒素（ N_2 ）が供給され、その温度は、例えば、20 程度となっている。

【0047】

乾燥炉 5 に形成された乾燥室 12 は、流動方向の上流側に設けられた第 1 乾燥室 21 と、流動方向の下流側に設けられた第 2 乾燥室 22 とに区別する乾燥室隔壁（仕切り部）25 を有している。乾燥室隔壁 25 は、ガス分散板 6 との間に隙間を形成して設けられ、この隙間が第 1 乾燥室 21 から第 2 乾燥室 22 へ向けて褐炭を流通させる流通口 28 となっている。第 1 乾燥室 21 は、初期乾燥を行う完全混合領域となっており、第 2 乾燥室 22 は、後期乾燥を行う押し出し領域（プラグフロー領域）となっている。

【0048】

第 1 乾燥室 21 は、その室内において、供給された褐炭が完全混合流れとなるように構成されている。完全混合流れとは、第 1 乾燥室 21 内に形成される流動層 3 において、褐炭の水分含有率が均質となるように混合させる流れである。このため、第 1 乾燥室 21 では、流動方向において逆流しながら混合する逆混合（バックミキシング）を許容している。この第 1 乾燥室 21 には、褐炭を供給する供給ポート 31 と、褐炭を加熱する伝熱管 3

10

20

30

40

50

3と、第1乾燥室21において発生した排出ガスを排出させる第1ガス排出ポート34と、が設けられている。

【0049】

供給ポート31は、褐炭の流動方向の上流側における第1乾燥室21の側壁に接続されており、褐炭を第1乾燥室21に供給するための供給口となっている。この供給ポート31には、上記したクラッシャ123が接続されており、細粒化された褐炭が、第1乾燥室21に供給される。

【0050】

伝熱管33は、流動層3の内部に設けられている。伝熱管33は、その内部に乾燥用蒸気が供給され、流動層3の褐炭中の水分を除去している。よって、伝熱管33に乾燥用蒸気が供給されると、伝熱管33は、乾燥用蒸気の潜熱を利用して、第1乾燥室21内の褐炭を乾燥させる。この後、乾燥に利用された乾燥用蒸気は、第1乾燥室21の外部に排出される。

10

【0051】

第1ガス排出ポート34は、第1乾燥室21の上面に形成された第1ガス排出口38に接続されている。この第1ガス排出ポート34は、第1乾燥室21に流入した加熱室素および褐炭の乾燥により発生した発生蒸気を排出ガスとして、第1乾燥室21の外部に排出している。

【0052】

従って、供給ポート31から褐炭が供給されると、供給された褐炭は、ガス分散板6を介して供給される加熱室素により流動することで、流動層3を形成する。また、形成された流動層3の上方には、第1フリーボード部F1が形成される。流動層3となった褐炭は、加熱室素および伝熱管33に加熱されることで初期乾燥が行われる。

20

【0053】

これにより、第1乾燥室21の流動層3を形成する褐炭は、完全混合流れとすることができる。よって、第1乾燥室21における流動層3では、完全混合流れとなった褐炭を、均質化させながら乾燥できる。そして、第1乾燥室21において初期乾燥された褐炭は、第2乾燥室22に供給される。なお、第1乾燥室21では、例えば、水分含有率が60%程度の褐炭を、水分含有率が40%程度となるまで初期乾燥させる。

【0054】

第2乾燥室22は、その室内において、供給された褐炭が流動方向に沿って、押し出し流れとなるように構成されている。押し出し流れとは、第2乾燥室22内に形成される流動層3において、褐炭が流動方向に拡散しないように、褐炭を流動方向に押し出す流れである。この第2乾燥室22には、第2乾燥室22において発生した排出ガスが排出される第2ガス排出ポート42と、複数の仕切り板43とが設けられている。

30

【0055】

第2ガス排出ポート42は、第2乾燥室22の上面に形成された第2ガス排出口44に接続されている。この第2ガス排出ポート42は、第2乾燥室22に流入した過熱蒸気および褐炭の乾燥により発生した発生蒸気を排出ガスとして、第2乾燥室22の外部に排出している。なお、第2ガス排出ポート42から排出された排出ガスは、上記の乾燥炭サイクロン133へ向けて供給される。このため、第2ガス排出口44から排出される排出ガスは、乾燥炭サイクロン133および乾燥炭電気集塵機134において褐炭が分離された後、褐炭分離後の排出ガス(過熱蒸気)の一部は、排熱回収ボイラ120で潜熱が回収される。

40

【0056】

複数の仕切り板43は、褐炭の流動方向に所定の間隔を空けて配設されている。この各仕切り板43は、その板面が流動方向に直交するように設けられている。このため、複数の仕切り板43は、第2乾燥室22を複数の乾燥分室45に分割しており、複数の乾燥分室45は、褐炭の流動方向に並んで形成されている。また、各仕切り板43は、第2乾燥室22のガス分散板6との間に隙間を形成して設けられ、この隙間が褐炭の流通口46と

50

なっている。

【 0 0 5 7 】

従って、流通口 2 8 を介して、第 1 乾燥室 2 1 から初期乾燥された褐炭が供給されると、供給された褐炭は、第 2 乾燥室 2 2 の最上流の乾燥分室 4 5 に供給される。乾燥分室 4 5 に供給された褐炭は、ガス分散板 6 を介して供給される流動化ガスにより流動することで、流動層 3 を形成する。また、形成された流動層 3 の上方には、第 2 フリーボード部 F 2 が形成される。流動層 3 となった褐炭は、流動化ガスによって乾燥される。乾燥分室 4 5 で乾燥された褐炭は、流動方向の下流側の仕切り板 4 3 とガス分散板 6 との間の流通口 4 6 を介して、下流側の乾燥分室 4 5 に押し出される。このように、褐炭は、上流側の乾燥分室 4 5 から下流側の乾燥分室 4 5 に押し出されながら移動し、全ての乾燥分室 4 5 を通過することで、後期乾燥が行われる。

10

【 0 0 5 8 】

これにより、第 2 乾燥室 2 2 の流動層 3 を形成する褐炭は、複数の乾燥分室 4 5 を上流側から順に移動することで、押し出し流れとすることができる。よって、第 2 乾燥室 2 2 における流動層 3 では、押し出し流れとなった褐炭を、流動方向に拡散させることなく乾燥できる。そして、第 2 乾燥室 2 2 において後期乾燥が行われた褐炭は、乾燥炭となって、冷却室 1 3 に供給される。なお、第 2 乾燥室 2 2 では、例えば、水分含有率が 4 0 % 程度の褐炭を、水分含有率が 1 0 % 程度となるまで後期乾燥させる。

【 0 0 5 9 】

冷却室 1 3 は、供給された乾燥後の褐炭を、流動方向に沿って流動させながら冷却している。第 2 乾燥室 2 2 と冷却室 1 3 との間には、これらを区分けする冷却室隔壁 4 8 が設けられている。冷却室隔壁 4 8 は、ガス分散板 6 との間に隙間を形成して設けられ、この隙間が第 2 乾燥室 2 2 から冷却室 1 3 へ向けて褐炭を流通させる流通口 4 9 となっている。この冷却室 1 3 には、褐炭を排出する排出ポート 4 1 と、褐炭を冷却する冷却管 5 1 と、冷却室 1 3 において発生した排出ガスを排出させる第 3 ガス排出ポート 5 2 と、が設けられている。

20

【 0 0 6 0 】

排出ポート 4 1 は、褐炭の流動方向の下流側における冷却室 1 3 の底部に形成されており、褐炭を冷却室 1 3 から排出するための排出口となっている。この排出ポート 4 1 は、冷却室 1 3 において冷却された褐炭が、乾燥炭として排出され、排出された乾燥炭は上記した乾燥炭バンカ 1 3 2 へ向けて供給される。

30

【 0 0 6 1 】

冷却管 5 1 は、流動層 3 の内部に設けられている。冷却管 5 1 は、その内部に冷却水が供給され、流動層 3 の褐炭を冷却している。よって、冷却管 5 1 に冷却水が供給されると、冷却管 5 1 は、褐炭を除熱することにより、冷却室 1 3 内の褐炭を冷却する。この後、冷却に利用された冷却水は、冷却室 1 3 の外部に排出される。

【 0 0 6 2 】

第 3 ガス排出ポート 5 2 は、冷却室 1 3 の上面に形成された第 3 ガス排出口 5 3 に接続されている。この第 3 ガス排出ポート 5 2 は、冷却室 1 3 に流入した冷却室素を排出ガスとして、冷却室 1 3 の外部に排出している。

40

【 0 0 6 3 】

従って、流通口 4 9 を介して、第 2 乾燥室 2 2 から後期乾燥された褐炭が供給されると、供給された褐炭は、冷却室 1 3 に供給される。冷却室 1 3 に供給された褐炭は、ガス分散板 6 を介して供給される冷却室素により流動することで、流動層 3 を形成する。また、形成された流動層 3 の上方には、第 3 フリーボード部 F 3 が形成される。流動層 3 となった褐炭は、冷却室素により除熱されることで冷却が行われる。冷却後の褐炭は、乾燥炭として、排出ポート 4 1 から乾燥炭バンカ 1 3 2 へ向けて排出される。

【 0 0 6 4 】

このとき、第 1 乾燥室 2 1、第 2 乾燥室 2 2 および冷却室 1 3 は、その床面積比が、すなわち、各室 2 1 , 2 2 , 1 3 におけるガス分散板 6 の面積比が、「第 1 乾燥室 : 第 2 乾

50

燥室：冷却室 = 27 ~ 45% : 63 ~ 45% : 10%」となっている。

【0065】

ここで、流動化ガスとして過熱蒸気が供給された第2乾燥室22の圧力は、流動化ガスとして窒素が供給された第1乾燥室21の圧力および冷却室13の圧力に比して高くなっている。このため、ガス分散板6を介して第2乾燥室22に流入した過熱蒸気は、その一部が、流通口28を介して第1乾燥室21に流入し易くなる。一方で、ガス分散板6を介して第1乾燥室21に流入した加熱窒素は、その一部が、流通口28を介して第2乾燥室22に流入しようとするが、第2乾燥室22の圧力が高いために流入し難くなる。

【0066】

同様に、ガス分散板6を介して第2乾燥室22に流入した過熱蒸気は、その一部が、流通口49を介して冷却室13に流入し易くなる。一方で、ガス分散板6を介して冷却室13に流入した冷却窒素は、その一部が、流通口49を介して第2乾燥室22に流入しようとするが、第2乾燥室22の圧力が高いために流入し難くなる。

10

【0067】

以上のように、本実施例の構成によれば、第1乾燥室21に、非凝縮性ガスである加熱窒素を流入させることができる。これにより、70 ~ 100 の加熱窒素で褐炭を初期乾燥させることができるため、褐炭の乾燥効率を向上させることができる。一方で、第2乾燥室22に、凝縮性ガスである過熱蒸気を流入させることができる。これにより、110 ~ 150 の過熱蒸気で褐炭を後期乾燥させることができるため、凝縮性ガスの潜熱を回収して有効利用することが可能となる。

20

【0068】

また、本実施例の構成によれば、第1乾燥室21に、加熱窒素を流入させ、第2乾燥室22に、過熱蒸気を流入させることができる。このため、水分含有率の高い第1乾燥室21の褐炭に対しては、非凝縮性ガスを供給して、褐炭を効率良く乾燥させることができる。また、初期乾燥後の水分含有率が低下した第2乾燥室22の褐炭に対しては、凝縮性ガスを供給して、褐炭を乾燥させつつ、凝縮性ガスの潜熱を回収することができる。

【0069】

また、本実施例の構成によれば、第2乾燥室22の圧力を、第1乾燥室21および冷却室13の圧力に比して高くすることができる。これにより、第2乾燥室22に非凝縮性ガスが混入することを抑制することができるため、凝縮性ガスの潜熱を効率良く回収することができる。

30

【0070】

また、本実施例の構成によれば、乾燥炉5と冷却容器7とを一体に設けることができるため、乾燥炉と冷却容器とを別体に設ける場合に比して、構成を簡易なものとすることができる。

【0071】

なお、本実施例では、第3ガス排出口53から排出ガスとして冷却窒素が排出されるが、排出された冷却窒素を加熱窒素として第1チャンバ室14に供給してもよい。この構成によれば、冷却窒素は、乾燥後の褐炭の除熱時において加熱されるため、加熱された冷却窒素を加熱窒素として用いることで、乾燥効率をさらに向上させることができる。

40

【0072】

また、本実施例では、第1ガス排出口38から排出ガスとして加熱窒素および発生蒸気が排出されるが、排出された発生蒸気を凝縮して、冷却管51に供給される冷却水として用いてもよい。この構成によれば、第1乾燥室21において褐炭から発生した発生蒸気を有効利用できるため、冷却効率の向上を期待できる。

【符号の説明】

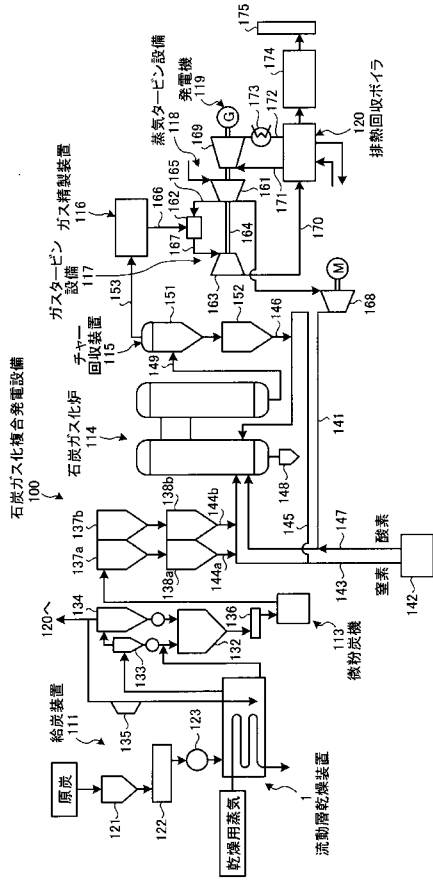
【0073】

- 1 流動層乾燥装置
- 3 流動層
- 5 乾燥炉

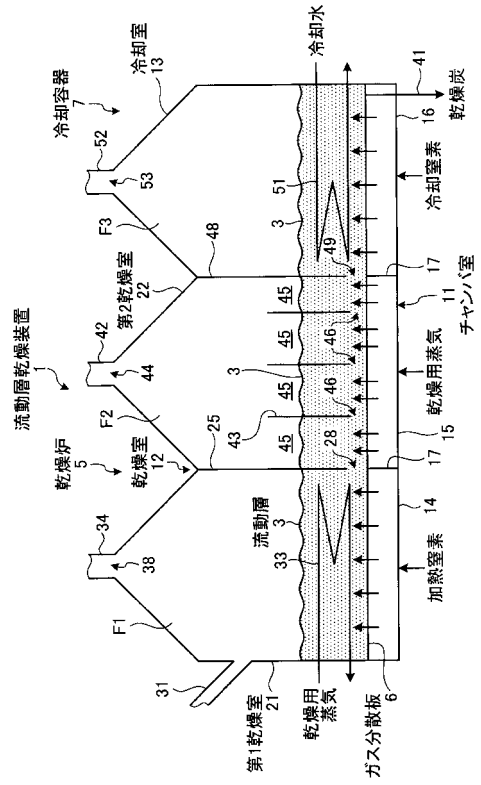
50

6	ガス分散板	
7	冷却容器	
1 1	チャンバ室	
1 2	乾燥室	
1 3	冷却室	
1 4	第 1 チャンバ室	
1 5	第 2 チャンバ室	
1 6	第 3 チャンバ室	
1 7	チャンバ室隔壁	
2 1	第 1 乾燥室	10
2 2	第 2 乾燥室	
2 5	乾燥室隔壁	
2 8	流通口	
3 1	供給ポート	
3 3	伝熱管	
3 4	第 1 ガス排出ポート	
3 8	第 1 ガス排出口	
4 1	排出ポート	
4 2	第 2 ガス排出ポート	
4 3	仕切り板	20
4 4	第 2 ガス排出口	
4 5	乾燥分室	
4 6	流通口	
4 8	冷却室隔壁	
4 9	流通口	
5 1	冷却管	
5 2	第 3 ガス排出ポート	
5 3	第 3 ガス排出口	
F 1	第 1 フリーボード部	
F 2	第 2 フリーボード部	30
F 3	第 3 フリーボード部	

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 有馬 謙一

東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内

Fターム(参考) 3L113 AB04 AC05 AC16 AC45 AC46 AC48 AC67 AC73 AC79 AC83
AC86 BA02 CB01 CB24 CB39 DA02