

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3973840号
(P3973840)

(45) 発行日 平成19年9月12日(2007.9.12)

(24) 登録日 平成19年6月22日(2007.6.22)

(51) Int. Cl.	F I	
B09B 3/00 (2006.01)	B09B	3/00 302F
C10J 3/00 (2006.01)	B09B	3/00 ZABZ
C10J 3/02 (2006.01)	C10J	3/00 J
C10G 9/36 (2006.01)	C10J	3/00 F
C10L 5/46 (2006.01)	C10J	3/02 M
請求項の数 10 (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2001-10831 (P2001-10831)	(73) 特許権者	503360115
(22) 出願日	平成13年1月18日(2001.1.18)		独立行政法人科学技術振興機構
(65) 公開番号	特開2002-210444 (P2002-210444A)		埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(43) 公開日	平成14年7月30日(2002.7.30)	(73) 特許権者	599050790
審査請求日	平成15年4月7日(2003.4.7)		吉川 邦夫
			神奈川県相模原市南台4-1-7
		(73) 特許権者	592114068
			株式会社大東
			愛知県瀬戸市暁町3番地の96
		(74) 代理人	100094835
			弁理士 島添 芳彦
		(72) 発明者	吉川 邦夫
			神奈川県相模原市南台4-1-7
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 固形燃料ガス化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

低酸素濃度の燃焼反応により固形燃料を熱分解し、熱分解ガスを生成する固形燃料ガス化装置において、

固形燃料を熱分解する固形燃料熱分解炉と、熱分解炉の熱分解ガスを粗燃料ガスに改質する水蒸気改質炉とを備え、前記熱分解炉は、熱分解ガス給送路によって前記改質炉に接続され、

前記熱分解炉は、炉底部に配設された空気導入口と、該空気導入口の上側に配置された炉床と、炉体上部に配設され且つ熱分解ガスを炉外に導出する熱分解ガス導出口とを備え、前記炉床は、燃焼用空気を通気可能な多数の狭小間隙を炉床全域に形成する多数の球形耐熱材料の積層体からなり、前記熱分解炉に投入された固形燃料を下側から支えて該固形燃料の自由落下を阻止するとともに、燃焼用空気を上向きに炉内に吹込み、前記球形耐熱材料は、中実のセラミックス成形体又は金属成形体からなり、20mm~100mmの範囲内の直径を有し、

前記水蒸気改質炉は、前記熱分解ガスを水蒸気改質して粗燃料ガスを生成するための改質域と、前記熱分解ガス給送路によって前記熱分解ガス導出口と連通し且つ熱分解ガスを前記改質域に導入する熱分解ガス導入口と、水蒸気及び空気の混合気を前記改質域に導入する混合気導入口と、改質域の改質ガスを炉外に導出する改質ガス導出路と、前記改質域及び改質ガス導出路の間に配置され、該改質域及び改質ガス導出路を通気可能に分離して前記改質域を区画する通気性遮熱壁とを備え、該遮熱壁は、前記熱分解ガス及び混合気が通

10

20

過可能な多数の狭小間隙を形成する多数の前記球形耐熱材料の積層体からなり、熱分解炉内に生成した前記熱分解ガスは、前記改質域に導入され、空気及び水蒸気の混合気と改質域で混合するとともに、前記遮熱壁の各狭小流路に分散して各狭小流路を通過し、これにより、前記混合気で水蒸気改質されることを特徴とする固形燃料ガス化装置。

【請求項2】

前記燃焼用空気の温度は、150 以上に設定されることを特徴とする請求項1に記載の固形燃料ガス化装置。

【請求項3】

前記混合気の温度は、300 以上に設定されることを特徴とする請求項1又は2に記載の固形燃料ガス化装置。

【請求項4】

前記改質ガス導出路は、燃焼用空気を加熱する熱交換器に接続され、前記改質ガスは、燃焼用空気と熱交換し、冷却することを特徴とする1乃至3のいずれか1項に記載の固形燃料ガス化装置。

【請求項5】

低酸素濃度の燃焼反応により固形燃料を熱分解し、熱分解ガスを生成する固形燃料ガス化装置の熱分解炉において、

炉底部に配設された空気導入口と、該空気導入口の上側に配置された炉床と、炉体上部に配設され且つ熱分解ガスを炉外に導出する熱分解ガス導出口とを備え、前記炉床は、前記燃焼用空気を通気可能な多数の狭小間隙を炉床全域に形成する多数の球形耐熱材料の積層体からなり、前記熱分解炉に投入された固形燃料を下側から支えて該固形燃料の自由落下を阻止するとともに、燃焼用空気を炉内に上向きに吹込み、

前記空気導入口の燃焼用空気は、前記球形耐熱材料の積層体の間隙を通して炉内に上向きに吹込み、炉床上に堆積した固形燃料は、その最下層において、高空気比の燃焼反応により完全燃焼し、その中間層にてガス化し、上層部分において、低空気比の還元燃焼により乾留し、

前記球形耐熱材料は、中実のセラミックス成形体又は金属成形体からなり、20mm～100mmの範囲内の直径を有し、前記固形燃料の最下層は、前記球形耐熱材料の間隙から燃焼用空気の供給を受けるとともに、高温の球形耐熱材料の蓄熱効果により高温雰囲気を維持し、熱溶融した固形燃料中の成分は、前記間隙において再燃焼することを特徴とする固形燃料ガス化装置の熱分解炉。

【請求項6】

固形燃料の上面から発生した熱分解ガスは、熱分解ガスを改質する改質炉の改質域に導入され、空気及び水蒸気と混合されることを特徴とする請求項5に記載の固形燃料ガス化装置の熱分解炉。

【請求項7】

固形燃料の熱分解反応により生成した熱分解ガスを改質する固形燃料ガス化装置の水蒸気改質炉において、

前記熱分解ガスの水蒸気改質反応により粗燃料ガスを生成するための改質域を形成する改質容器部分と、改質ガスを改質ガス導出路に導出する改質ガス流動部分とから構成され、前記改質容器部分は、固形燃料熱分解炉の熱分解ガスを前記改質域に導入する熱分解ガス導入口と、水蒸気及び空気を前記改質域に導入する水蒸気及び空気の導入口とを備え、前記改質ガス流動部分は、改質域の改質ガスを炉外に導出する改質ガス流路を備え、

前記改質域を区画し、前記改質域及び改質ガス流路を通気可能に分離する通気性遮熱壁が設けられ、該遮熱壁は、前記熱分解ガス、水蒸気及び空気が通過可能な多数の狭小間隙を形成する多数の球形耐熱材料の積層体からなり、前記球形耐熱材料は、中実のセラミックス成形体又は金属成形体からなり、20mm～100mmの範囲内の直径を有し、前記固形燃料熱分解炉の熱分解ガスは、前記改質域に導入され、空気及び水蒸気と改質域で混合するとともに、前記遮熱壁の各狭小流路に分散して各狭小流路を通過し、これにより、水蒸気改質されることを特徴とする固形燃料ガス化装置の水蒸気改質炉。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記遮熱壁は、前記改質域の熱が前記改質ガス流路(71)に放熱するのを防止して、前記改質域を断熱する断熱隔壁として機能するとともに、熱分解ガス中の煤及びタール状成分を捕獲し、改質ガスを浄化する浄化手段として働くことを特徴とする請求項 7 に記載の固形燃料ガス化装置の水蒸気改質炉。

【請求項 9】

前記改質容器部分の上部には、前記水蒸気及び空気を改質域に導入する混合気導入口(54)が形成され、混合気供給路の下流端が該混合気導入口に接続されることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の固形燃料ガス化装置の水蒸気改質炉。

【請求項 10】

前記改質容器部分の壁体(52)には、前記球形耐熱材料(62)を支持する支持体(61)が固定されることを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の固形燃料ガス化装置の水蒸気改質炉。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、固形燃料ガス化装置に関するものであり、より詳細には、固形燃料の熱分解反応により熱分解ガスを生成するとともに、熱分解ガスを粗燃料ガスに改質する固形燃料ガス化装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

廃プラスチック、汚泥、シュレッダダスト又は都市ゴミ等の廃棄物、或いは、石炭等の固体燃料を熱分解炉に導入し、無酸素又は低酸素状態の高温還元性雰囲気において固形燃料を熱分解して熱分解ガスを生成する固形燃料のガス化装置が知られている。熱分解炉として、廃棄物ガス化溶解炉、石炭ガス化炉、ロータリーキルン式熱分解炉（外部加熱式熱分解炉）又は一括投入型熱分解炉（自燃式熱分解炉）などの様々な形式の燃焼炉又は焼成炉が、一般に使用される。

【0003】

この種の固形燃料ガス化装置は、連続稼働する比較的大型の設備として開発されてきた歴史があり、固形燃料の処理量や、設備の維持管理費等を考慮すると、中規模施設又は小規模施設における固形燃料ガス化設備としては、容易に適用し難い構造を有する。

【0004】

近年、800 を超える高温の空気を連続的に供給可能な高温空気発生装置と、多数の球形セラミックス（ペブル）を内蔵した廃棄物ガス化溶解炉（ペブル炉）とを備えた廃棄物ガス化溶解システムが、本発明者等により開発されている。高温空気は、廃棄物ガス化溶解炉の頂部から下向きに炉内に導入され、球形セラミックス（ペブル）上の廃棄物を溶解スラグ化し、溶解スラグは、ペブルの間隙を流下して炉床部から炉外に排出される。廃棄物の熱分解により生成した熱分解ガスは、炉外に導出され、洗浄装置及び浄化装置に導入される。この形式の廃棄物ガス化溶解システムは、比較的小規模の設備としても設計し得ることから、中小規模の施設における廃棄物ガス化設備として適用可能な構造を備える。

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、中小規模の施設の廃棄物は、一般に、合成樹脂、生ゴミ、生体排出物、繊維質材料、無機質系材料等の多種多様な廃棄物を含む。廃プラスチックを比較的多量に含む廃棄物を一般的な廃棄物ガス化炉により焼却した場合、熱溶解したプラスチックが炉床部分に付着し、炉床部分から炉内に吹込む燃焼用空気の流通を妨げる懸念があるとともに、容易に除去し難い未燃残渣が炉床部分に沈着する傾向がある。また、このような廃棄物を上記ペブル炉により焼却した場合、熱溶解したプラスチック等がペブル間隙を閉塞し易い。このようなペブル間隙の閉塞は、高温空気及び溶解スラグの流路を狭め又は制限する結果を招くので、望ましくない。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

また、従来の固形燃料ガス化装置では、ガス化炉で生成した熱分解ガスが保有する多大な顕熱は、洗浄・浄化装置又はガス洗浄装置の洗浄・浄化工程において喪失してしまうので、システム全体の熱効率は、低下する。このような熱損失を回避し且つ良質の燃料ガスを生成すべく、高温の水蒸気を熱分解ガスと混合し、高温水蒸気の水蒸気改質作用により熱分解ガス中の炭化水素を改質する水蒸気改質法の適用が検討されているが、高温水蒸気と熱分解ガスとを混合して熱分解ガスを改質する改質炉又は改質装置の構造は、未だ具体的に検討されていない。

【 0 0 0 7 】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、固形燃料の熱分解反応により熱分解炉において生成した熱分解ガスを粗燃料ガスに改質することができる比較的小規模の固形燃料ガス化装置を提供することにある。

10

【 0 0 0 8 】

本発明は又、このような固形燃料ガス化装置を構成する熱分解炉であって、廃プラスチック等を比較的多量に含む混合廃棄物を焼却し且つ熱分解ガスを生成することができる固形燃料の熱分解炉を提供することを第二の目的とする。

【 0 0 0 9 】

本発明は更に、上記固形燃料ガス化装置を構成する水蒸気改質炉であって、熱分解炉の熱分解ガスを水蒸気と混合して熱分解ガスを粗燃料ガスに改質することができる水蒸気改質炉を提供することを第三の目的とする。

20

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成すべく、低酸素濃度の燃焼反応により固形燃料を熱分解し、熱分解ガスを生成する固形燃料ガス化装置において、

固形燃料を熱分解する固形燃料熱分解炉と、熱分解炉の熱分解ガスを粗燃料ガスに改質する水蒸気改質炉とを備え、前記熱分解炉は、熱分解ガス給送路によって前記改質炉に接続され、

前記熱分解炉は、炉底部に配設された空気導入口と、該空気導入口の上側に配置された炉床と、炉体上部に配設され且つ熱分解ガスを炉外に導出する熱分解ガス導出口とを備え、前記炉床は、燃焼用空気を通気可能な多数の狭小間隙を炉床全域に形成する多数の球形耐熱材料の積層体からなり、前記熱分解炉に投入された固形燃料を下側から支えて該固形燃料の自由落下を阻止するとともに、燃焼用空気を上向きに炉内に吹込み、前記球形耐熱材料は、中実のセラミックス成形体又は金属成形体からなり、20mm～100mmの範囲内の直径を有し、

30

前記水蒸気改質炉は、前記熱分解ガスを水蒸気改質して粗燃料ガスを生成するための改質域と、前記熱分解ガス給送路によって前記熱分解ガス導出口と連通し且つ熱分解ガスを前記改質域に導入する熱分解ガス導入口と、水蒸気及び空気の混合気を前記改質域に導入する混合気導入口と、改質域の改質ガスを炉外に導出する改質ガス導出路と、前記改質域及び改質ガス導出路の間に配置され、該改質域及び改質ガス導出路を通気可能に分離して前記改質域を区画する通気性遮熱壁とを備え、該遮熱壁は、前記熱分解ガス及び混合気が通過可能な多数の狭小間隙を形成する多数の前記球形耐熱材料の積層体からなり、熱分解炉内に生成した前記熱分解ガスは、前記改質域に導入され、空気及び水蒸気の混合気と改質域で混合するとともに、前記遮熱壁の各狭小流路に分散して各狭小流路を通過し、これにより、前記混合気で水蒸気改質されることを特徴とする固形燃料ガス化装置を提供する。

40

【 0 0 1 1 】

本発明は又、低酸素濃度の燃焼反応により固形燃料を熱分解し、熱分解ガスを生成する固形燃料ガス化装置の熱分解炉において、

炉底部に配設された空気導入口と、該空気導入口の上側に配置された炉床と、炉体上部に配設され且つ熱分解ガスを炉外に導出する熱分解ガス導出口とを備え、前記炉床は、前記

50

燃烧用空気を通気可能な多数の狭小間隙を炉床全域に形成する多数の球形耐熱材料の積層体からなり、前記熱分解炉に投入された固形燃料を下側から支えて該固形燃料の自由落下を阻止するとともに、燃烧用空気を炉内に上向きに吹込み、前記空気導入口の燃烧用空気は、前記球形耐熱材料の積層体の間隙を通して炉内に上向きに吹込み、炉床上に堆積した固形燃料は、その最下層において、高空気比の燃烧反応により完全燃烧し、その中間層にてガス化し、上層部分において、低空気比の還元燃烧により乾留し、
前記球形耐熱材料は、中実のセラミックス成形体又は金属成形体からなり、20mm～100mmの範囲内の直径を有し、前記固形燃料の最下層は、前記球形耐熱材料の間隙から燃烧用空気の供給を受けるとともに、高温の球形耐熱材料の蓄熱効果により高温雰囲気を維持し、熱溶融した固形燃料中の成分は、前記間隙において再燃烧することを特徴とする固形燃料ガス化装置の熱分解炉を提供する。

10

【0012】

本発明は更に、固形燃料の熱分解反応により生成した熱分解ガスを改質する固形燃料ガス化装置の水蒸気改質炉において、
前記熱分解ガスの水蒸気改質反応により粗燃料ガスを生成するための改質域を形成する改質容器部分と、改質ガスを改質ガス導出路に導出する改質ガス流動部分とから構成され、前記改質容器部分は、固形燃料熱分解炉の熱分解ガスを前記改質域に導入する熱分解ガス導入口と、水蒸気及び空気を前記改質域に導入する水蒸気及び空気の導入口とを備え、前記改質ガス流動部分は、改質域の改質ガスを炉外に導出する改質ガス流路を備え、
前記改質域を区画し、前記改質域及び改質ガス流路を通気可能に分離する通気性遮熱壁が設けられ、該遮熱壁は、前記熱分解ガス、水蒸気及び空気が通過可能な多数の狭小間隙を形成する多数の球形耐熱材料の積層体からなり、前記球形耐熱材料は、中実のセラミックス成形体又は金属成形体からなり、20mm～100mmの範囲内の直径を有し、前記固形燃料熱分解炉の熱分解ガスは、前記改質域に導入され、空気及び水蒸気と改質域で混合するとともに、前記遮熱壁の各狭小流路に分散して各狭小流路を通過し、これにより、水蒸気改質されることを特徴とする固形燃料ガス化装置の水蒸気改質炉を提供する。

20

【0013】

【作用】

本発明の上記構成によれば、熱分解炉は、炉底部から燃烧用空気を吹込み、球形耐熱材料の積層体の間隙を通して燃烧用空気を炉内に導入する。積層体の狭小間隙は、燃烧用空気を炉床全域に均等に分散し、炉床は、炉底から実質的に均一に燃烧用空気を炉内に吹込む。炉床上に堆積した廃棄物等の固形燃料は、その最下層において、高空気比の燃烧反応により完全燃烧し、その中間層にてガス化し、上層部分において、低空気比の還元燃烧により乾留する。固形燃料の上面から発生した熱分解ガスは、改質炉の改質域に導入される。熱分解炉の燃烧反応が進行するにつれて、固形燃料は減容し、焼却残渣が、炉床上に堆積するが、固形燃料の最下層は、球形耐熱材料の間隙から炉床全域に亘って均等に燃烧用空気の供給を受けるとともに、高温の球形耐熱材料の蓄熱効果により高温雰囲気を維持するので、固形燃料の燃烧反応が促進し、熱溶融した固形燃料中の成分、例えば、廃棄物中のプラスチックは、間隙において再燃烧する。このため、熱分解炉の燃烧作動停止後、炉床上には、比較的容易に排出可能な完全燃烧後の焼却灰が堆積する。

30

40

【0014】

改質炉の改質域には、水蒸気及び空気の混合気が導入される。通気性遮熱壁は、改質域と改質ガス導出路とを通気可能に分離する。遮熱壁は、改質ガスが通過可能な多数の狭小間隙を備えた球形耐熱材料の積層体からなり、改質域の熱が改質ガス導出路に放熱するのを防止し、改質域を断熱する断熱隔壁として機能するとともに、改質域に導入された熱分解ガス及び混合気を拡散し且つ効果的に混合し、水蒸気改質反応を促進して反応時間を短縮する作用を発揮する。同時に、遮熱壁は、熱分解ガス中の煤や、タール状成分の凝縮液等を捕獲し、改質ガスを浄化する浄化手段として機能する。

【0015】

50

【発明の実施の形態】

上記球形耐熱材料として、アルミナセラミックスボール等の球形セラミックスを好ましく使用し得る。球形耐熱材料の直径（外径）は、 $20\text{ mm} \sim 100\text{ mm}$ の範囲内に設定される。耐熱材料の断面形状は、必ずしも真円形でなくとも良く、楕円形又は偏平した球形等の形態に設計しても良い。高温空気の温度を 500 以下の温度に設定し得る場合、ステンレス製金属球を上記球形耐熱材料として使用することも可能である。

【0016】

本発明の好適な実施形態によれば、空気及び水蒸気の混合気は、 300 以上、好ましくは、 400 以上の温度を有する。好適には、蒸気ボイラー等で生成した通常温度の水蒸気又はプロセス蒸気と、外界雰囲気の常温空気とが、加熱装置により高温に加熱され、所定の混合比（重量比）に混合される。水蒸気及び空気を混合した比較的低温の混合気を加熱装置で加熱しても良い。加熱装置における水蒸気、空気又は混合気の加熱源として、改質後の粗燃料ガスが保有する顕熱、或いは、精製後の燃料ガスの燃焼反応により得られる燃焼熱を利用し得る。

10

【0017】

本発明の他の好適な実施形態によれば、固形燃料ガス化装置は、空気及び水蒸気の混合比を制御する混合制御装置を備え、空気及び水蒸気は、混合制御装置の制御下に混合し、適切な重量比の水蒸気を含有する混合気として改質域に供給される。混合気中の水蒸気及び空気は、改質域において熱分解ガス中の炭化水素と反応し、熱分解ガスは、水素及び一酸化炭素を比較的多量に含む改質ガスに改質され、粗燃料ガスとして、改質ガス導出路から改質炉外に導出される。粗燃料ガスは、外界雰囲気の常温空気及び/又は比較的低温の水蒸気を加熱する熱交換器に導入され、常温空気及び/又は水蒸気は、粗燃料ガスが保有する顕熱によって、加熱される。粗燃料ガスが保有する顕熱を利用して水蒸気を生成しても良い。システム全体の熱効率は、このような粗燃料ガスの顕熱の有効利用により、改善する。

20

【0018】

熱分解炉に供給される空気の温度は、好ましくは、 150 以上、所望により、 300 以上の温度に設定される。高温空気の温度は、熱分解炉の運転条件および固形燃料の種類等に応じて、適宜設定変更され、所望により、 $400 \sim 1000$ 、更には、 1000 以上の温度に設定し得る。同様に、改質炉に供給される混合気の温度は、熱分解ガスの性状、改質域の温度、粗燃料ガスの成分等に応じて適宜設定変更され、所望により、 $700 \sim 1000$ 、或いは、 1000 以上の温度に設定される。なお、混合気中の空気は、熱分解ガス中の炭化水素と発熱反応し、混合気中の水蒸気と熱分解ガス中の炭化水素との吸熱改質反応に要する反応熱を補う反面、混合気が過分の空気を含む場合、改質ガス中の有用な燃料成分（一酸化炭素及び水素）が空気と反応して比較的多量に逸失する結果を招くことから、混合気中の空気量は、望ましくは、水蒸気改質反応に要する反応熱を補給する上で必要な最小限の空気量に制限される。例えば、空気及び水蒸気の混合比（重量比）は、 $2 : 8 \sim 7 : 3$ の範囲内に制御される。

30

【0019】

本発明の更に他の好適な実施形態では、固形燃料ガス化装置は、粗燃料ガスを精製する精製装置として、脱塵装置、脱硫装置、脱塩装置、脱硝装置等を備える。精製後の燃料ガスは、例えば、燃焼設備又は熱機関の燃焼装置に燃料として供給され、燃焼装置の熱エネルギーは、発電機を駆動し、電気エネルギーとして系外の機器又は設備に供給される。例えば、本発明のガス化装置にガスタービン装置及び発電機等の発電装置を組合せることにより、廃棄物等を燃料とした複合発電システムや、比較的小型のコージェネレーションシステムを提供することが可能となる。

40

【0020】

図1は、本発明の好適な実施形態に係る廃棄物ガス化装置のシステム・フロー図である。固形燃料として、廃棄物、石炭、バイオマス燃料等の熱分解可能な多種多様の燃料が挙げられるが、以下の実施形態は、固形燃料として、廃プラスチック等を含む混合廃棄物を使

50

用した廃棄物ガス化装置に関するものである。

【0021】

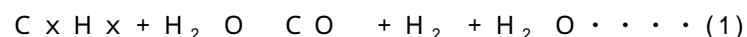
廃棄物ガス化装置は、廃棄物を熱分解する熱分解炉と、熱分解炉の熱分解ガスを粗燃料ガスに改質する改質炉とを備える。熱分解炉は、空気供給路HAを介して熱交換器に接続されるとともに、熱分解ガス給送路PGを介して、改質炉に接続される。改質炉は、改質ガス導出路HG及び混合気供給路MGを介して、熱交換器及び水蒸気・空気加熱装置に夫々接続される。廃棄物が、熱分解炉に装入され、熱交換器で加熱した比較的高温の燃焼用空気が、空気供給路HAを介して、熱分解炉に供給される。空気供給路HAの加熱空気の一部は、所望により、分岐路SAを介して、改質炉に導入される。廃棄物は、燃焼用空気の存在下に熱分解炉内で熱分解ガス及び残渣に熱分解する。熱分解炉内に生成した熱分解ガスが、熱分解ガス給送路PGを介して改質炉に導入される。

10

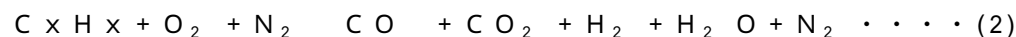
【0022】

水蒸気・空気加熱装置で加熱された比較的高温の空気/水蒸気の混合気が、混合気供給路MGを介して、熱交換器から改質炉に供給され、改質炉内の熱分解ガスと混合する。熱分解ガス中の炭化水素は、水蒸気及び空気と反応する。炭化水素及び水蒸気の反応は、一般に下式(1)で示される吸熱反応であり、炭化水素及び空気の反応は、一般に下式(2)で示される発熱反応である。

【0023】



【0024】



20

【0025】

水蒸気は、廃棄物の熱分解により生成した熱分解ガスと反応し、熱分解ガスは、比較的多量の一酸化炭素及び水素を含有する改質ガス(粗燃料ガス)に改質される。炭化水素及び空気の発熱反応によって発生した熱は、炭化水素及び水蒸気の吸熱改質反応に要する熱として消費される。

【0026】

混合気との反応により熱分解ガスの水蒸気改質反応が進行し、熱分解ガスは、比較的多量の一酸化炭素及び水素を含む粗燃料ガスに改質される。改質ガスは、熱交換器に供給され、常温空気と熱交換して冷却した後、燃料ガス供給路LGを介して、ボイラー又はガスタービン等の燃焼装置又は内燃機関に供給される。所望により、セラミックフィルター、ガススクラバー、脱硫装置、脱塩装置、脱硝装置等(図示せず)のガス浄化装置が、燃料ガス供給路LGに介装される。精製後の改質ガスは、良質の燃料ガスとして燃焼装置又は内燃機関(図示せず)に供給されるとともに、燃焼用燃料供給FGを介して、部分的に水蒸気・空気加熱装置に供給される。水蒸気・空気加熱装置は、燃料ガスの燃焼熱により水蒸気及び空気を加熱する。他方、上記燃焼装置又は内燃機関は、燃料ガスの燃焼熱により、水蒸気等の熱媒体を生成し、或いは、電力を発電する。熱媒体又は電力は、系外の施設に供給されるとともに、系内の各装置に供給すべき水蒸気又は電力として部分的に使用される。

30

【0027】

【実施例】

以下、図2及び図3を参照して、本発明に係る廃棄物ガス化装置の実施例について詳細に説明する。

40

図2は、熱分解炉1及び改質炉5の構造を示す縦断面図である。

【0028】

熱分解炉1は、熱分解域20を形成する炉体10を備える。炉体10は、頂部に廃棄物投入口11を備え、下部に空気導入口18を備える。廃棄物投入口11を閉塞可能な頂部蓋体13が、投入口11を閉塞し、実質的に密封した熱分解域20が炉体10の内部に画成される。炉体10の下部には、球形セラミックス32が充填され、燃焼用空気を通気可能な炉床30が炉底部分に形成される。球形セラミックス32の直径は、20 ~ 100 mmの

50

範囲内の所定値、例えば、50 mmに好ましく設定される。球形セラミックス32を下側から支持するネット又はパー材等の支持体31（仮想線で示す）が、空気導入口18に張設又は架設され、支持体31及び底壁17の上の球形セラミックス32は、炉底全域に延在する炉床30を形成する。

【0029】

空気導入口18には、空気供給路HAが接続される。空気供給路HAには、給気押込ブロー（図示せず）が介装される。給気押込ブローの圧力下に空気導入口18に導入された燃焼用空気は、炉床30を構成する球形セラミックス32の間隙を介して、熱分解域20内に上向きに吹込む。

【0030】

炉体10の上部には、熱分解ガス送出口15が形成され、熱分解ガス給送路PGの上流端が、送出口15に接続される。給送路PGの下流端は、改質炉5の熱分解ガス導入口55に接続される。改質炉5は、縦型反応容器を構成する改質容器部分50と、改質ガスを改質ガス導出路HGに導出する改質ガス流動部分70とから構成される。改質容器部分50の頂壁53又は壁体52の上部には、混合気導入口54が形成され、混合気供給路MGの下流端が導入口54に接続される。改質域51の内壁面を形成する壁体52には、ネット又はパー材等の支持体61（仮想線で示す）が張設又は架設される。球形セラミックス62の積層体からなる通気性遮熱壁60が、支持体61上に形成される。

【0031】

改質ガス流動部分70の横型流路71が、積層体60の下側に延在する。流路71は、縦型流路72と連続し、遮熱壁60の下流側部分（本例では下側面）は、流路71、72と連通する。流路71、72は、改質ガス（粗燃料ガス）の慣性力集塵又は重力集塵を行うばかりでなく、好ましくは、640 以上、更に好ましくは、740 以上の高温且つ低酸素濃度の雰囲気下にダイオキシン前駆物質又はダイオキシン類を分解するように働く。更に、流路71、72は、このような高温滞留により改質ガスを浄化する空間として機能する。

【0032】

流路72の頂壁73には、改質ガス導出口74が形成され、改質ガス導出路HGの上流端が、導出口74に接続される。燃料ガス供給路LGには、排気誘引ブロー（図示せず）が介装され、改質ガスは、排気誘引ブローの圧力下に縦型流路72から改質ガス導出路HGに誘引され、熱交換器（図1）に導入される。

【0033】

図3及び図4は、炉床30及び遮熱壁60の構造を示す部分縦断面図である。図3に示す如く、底壁17及び支持体31上に多段に載置した多数の球形セラミックス32は、廃棄物投入口11から熱分解域20に投入した廃棄物Wを下側から支える炉床30を炉底全域に形成する。球形セラミックス32の間には、多数の間隙35が形成されるが、多層構造の球形セラミックス積層体は、廃棄物Wの自由落下を阻止する。同時に、間隙35は、炉床30の全域に分散し且つ不規則に連続する狭小流路を形成するので、炉床30は、空気導入口18に流入した燃焼用空気を炉床全域から実質的に均一且つ上向きに吹込む空気分散手段を構成する。

【0034】

空気導入口18内に流入した燃焼用空気の動圧は、炉床30の通風抵抗により、部分的に静圧に変換するので、燃焼用空気は、炉床30の全域に亘って分散する間隙35を流通して、炉床30の上面から比較的低速且つ均等に熱分解域20に吐出する。球形セラミックス32は、間隙35を流通する比較的高温の燃焼用空気に伝熱接触して受熱し、高温空気の顕熱を蓄熱するとともに、廃棄物の燃焼熱を受熱し、蓄熱する。

【0035】

図4に示す如く、支持体61上に多段に載置した多数の球形セラミックス62は、炉床30と実質的に同一の構造を備えており、多層構造の球形セラミックス積層体は、改質域51を区画する通気可能な遮熱壁60を構成する。遮熱壁60の間隙65は、遮熱壁全域に

10

20

30

40

50

分散し且つ不規則に連続する多数の狭小流路を形成するので、改質域 5 1 に流入した熱分解ガス及び高温混合気は、遮熱壁 6 0 の各狭小流路に分散し、高温雰囲気の下で反応し、熱分解ガス中の炭化水素と水蒸気との水蒸気改質反応は、高温ガスが遮熱壁 6 0 の間隙 6 5 を通過する際に効果的に進行し、水蒸気改質反応の反応時間は短縮する。同時に、遮熱壁 6 0 は、熱分解ガス中の煤や、タール状成分の凝縮液等を捕獲し、改質ガスを浄化する浄化手段として働く。

【 0 0 3 6 】

改質域 5 1 及び間隙 6 5 における熱分解ガス及び高温混合気の混合により、熱分解ガス中の炭化水素と水蒸気及び空気とが高温雰囲気の下で反応し、熱分解ガス中の炭化水素の水蒸気改質反応が進行する。球形セラミックス 6 2 は高温ガスに伝熱接触して蓄熱し、間隙 6 5 の高温状態は持続する。遮熱壁 6 0 は、改質域 5 1 の熱が横型流路 7 1 に放熱するのを防止し、改質域 5 1 を断熱し、改質域 5 1 の高温雰囲気を維持する。

10

【 0 0 3 7 】

次に、上記構成の廃棄物ガス化装置の作動について説明する。

廃棄物 W は、所望により適当な寸法又は粒度とした後、廃棄物投入口 1 1 から熱分解炉 1 内に投入され、炉床 3 0 上に堆積する。投入口 1 1 は、頂部蓋体 1 3 によって閉塞され、炉床部分又は炉壁部分に配設された初期燃焼用燃焼バーナー（図示せず）が作動される。同時に、空気供給路 H A の燃焼用空気が、空気導入口 1 8 に供給され、燃焼用空気は、炉床 3 0 の球形セラミックス間隙 3 5 を流通して熱分解域 2 0 内に吹込み、廃棄物 W の初期燃焼が開始する。

20

【 0 0 3 8 】

燃焼用空気が炉床 3 0 から吹込むので、実質的に密閉した廃棄物 W の上方域は、低酸素濃度の燃焼雰囲気に維持される。酸素濃度が比較的高い酸化燃焼反応が、廃棄物 W の最下部において進行し、逆に、低酸素濃度の還元燃焼反応が、廃棄物 W の最上部において進行する。廃棄物 W の構成を燃焼反応の過程に基づき分類すると、図 2 に示す如く、廃棄物 W の燃焼過程は、燃焼層（最下層）W 1、ガス化層（中間層）W 2 及び乾留層（最上層）W 3 の各層において、異なる態様で進行する。廃棄物 W の上面から発生した熱分解ガスは、熱分解ガス送出口 1 5 から熱分解ガス給送路 P G に導出され、熱分解ガス導入口 5 5 から改質域 5 1 に流入する。

【 0 0 3 9 】

熱分解炉 1 が初期燃焼工程を開始する以前より、比較的高温の空気及び水蒸気の混合気が、混合気供給路 M G を介して、改質域 5 1 に導入され、改質域 5 1 及び遮熱壁 6 0 の部分は、予熱され、昇温し且つ蓄熱する。

30

【 0 0 4 0 】

熱分解炉 1 の熱分解ガスは、改質域 5 1 において混合気と初期的に混合し、遮熱壁 6 0 の間隙 6 5 を流通する際に更に効果的に混合し、熱分解ガス中の炭化水素は、高温雰囲気下に水蒸気及び空気と反応し、この結果、熱分解ガスは、炭化水素の水蒸気改質反応により、比較的多量の一酸化炭素及び水素を含む粗燃料ガスに改質される。

【 0 0 4 1 】

ここに、熱分解ガスは、約 2 0 0 ~ 3 0 0 の温度を保有し、混合気は、3 0 0 以上、好ましくは、4 0 0 以上の温度を保有する。混合気中の空気は、熱分解ガス中の炭化水素と反応し、混合気中の水蒸気と熱分解ガス中の炭化水素との改質反応に要する熱を補う。混合気が過分の空気を含む場合、改質ガス中の有用な燃料成分（一酸化炭素及び水素）が多量に消費される結果を招くので、混合気中の空気量は、水蒸気改質反応に要する熱の補給に必要な最小限の空気量に制限することが望ましい。例えば、空気：水蒸気の混合比（重量比）は、2 : 8 ~ 7 : 3 の範囲内の所定値、例えば、5 : 5 に設定される。

40

【 0 0 4 2 】

改質反応により生成した粗燃料ガスは、遮熱壁 6 0 の球形セラミックス間隙 6 5 から横型流路 7 1 に流下し、縦型流路 7 2 を介して、改質ガス導出路 H G に導出される。

【 0 0 4 3 】

50

熱分解炉 1 の燃焼反応が進行するにつれて、廃棄物 W は減容し、焼却残渣が、炉床 30 上に堆積する。廃棄物 W の最下層は、球形セラミックス間隙 35 から燃焼用空気の供給を受けるとともに、球形セラミックス 30 の蓄熱効果により高温雰囲気を維持するので、廃棄物の酸化燃焼反応が促進し、熱溶解した廃棄物中のプラスチック等は、間隙 35 において再燃焼する。このため、完全燃焼後の焼却灰が炉床 30 上に堆積するので、炉床 30 上に堆積した焼却灰は、熱分解炉 1 の燃焼作動停止後、比較的容易に炉外に排出し得る。

【0044】

以上、本発明の好適な実施例について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の範囲内で種々の変形又は変更が可能である。

10

【0045】

例えば、上記実施例では、球形耐熱材料として球形セラミックスを採用したが、金属の球形成形体を球形耐熱材料として使用しても良い。

【0046】

また、上記熱交換器及び水蒸気・空気加熱装置として、レキュペレータ、金属コイル又は金属フィン形式の高性能熱交換器や、八二カム型蓄熱体を備えた高温空気発生装置又は高温水蒸気発生装置（特願平 10 - 189 号（特開平 10 - 246428 号公報）、特願平 8 - 230682 号（特開平 10 - 73236 号公報）等）、更には、多数のペレット、ペブル又はボール形蓄熱体を収容した形式の蓄熱型熱交換器などの任意の形式の熱交換器及び加熱装置を採用し得る。

20

【0047】

更に、上記実施例では、固形燃料として廃棄物を使用した。本発明のガス化装置は、固形燃料として、バイオマス燃料や石炭を使用することにより、バイオマス燃料ガス化装置又は石炭ガス化装置を構成する。

【0048】

【発明の効果】

以上説明した如く、請求項 1 ~ 4 に記載の本発明の構成によれば、固形燃料の熱分解炉の熱分解ガスを粗燃料ガスに改質することができる比較的小規模の固形燃料ガス化装置が提供される。

【0049】

請求項 5 又は 6 に記載の本発明の構成によれば、このような固形燃料ガス化装置を構成する熱分解炉であって、廃プラスチック等を比較的多量に含む混合廃棄物を焼却し且つ熱分解ガスを生成することができる固形燃料熱分解炉が提供される。

30

【0050】

請求項 7 ~ 10 に記載の本発明の構成によれば、上記固形燃料ガス化装置を構成する水蒸気改質炉であって、ガス化炉の熱分解ガスを水蒸気と混合して熱分解ガスを粗燃料ガスに改質することができる水蒸気改質炉が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の好適な実施形態に係る廃棄物ガス化装置のシステム・フロー図である。

【図 2】図 1 に示す熱分解炉及び改質炉の構造を示す縦断面図である。

40

【図 3】熱分解炉の炉床の構造を示す部分縦断面図である。

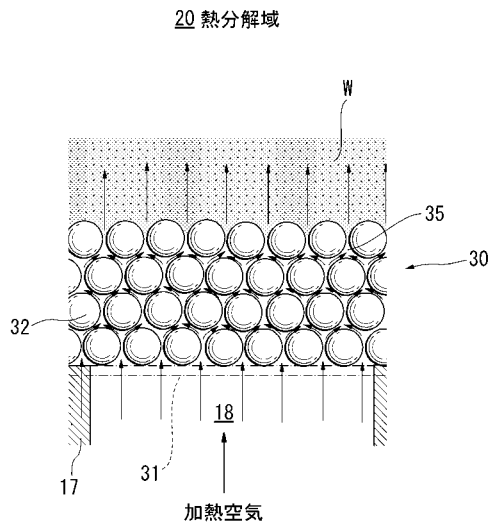
【図 4】改質炉の通気性遮熱壁の構造を示す部分縦断面図である。

【符号の説明】

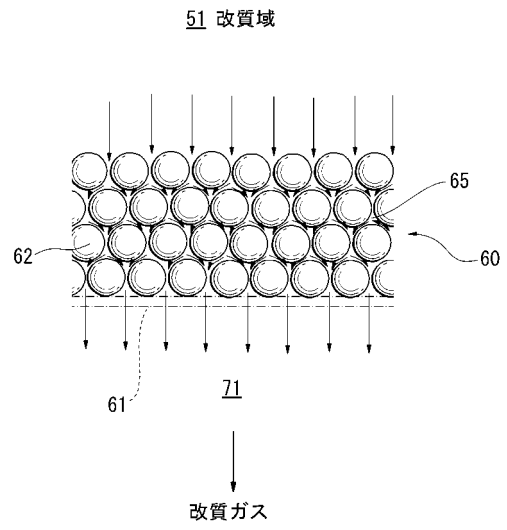
- 1 熱分解炉
- 5 改質炉
- 10 炉体
- 15 熱分解ガス送出口
- 18 空気導入口
- 20 熱分解域
- 30 炉床

50

【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
C 1 0 L 5/48 (2006.01) C 1 0 J 3/02 J
C 1 0 G 9/36
C 1 0 L 5/46
C 1 0 L 5/48

(72) 発明者 鈴木 就実
愛知県瀬戸市暁町3丁目96株式会社大東内

審査官 須藤 康洋

(56) 参考文献 特開2000-290666(JP, A)
特開2000-282062(JP, A)
米国特許第3977844(US, A)
米国特許第6126913(US, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)

B09B 3/00
C10J 3/00-02
C10G 9/36