

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5981696号

(P5981696)

(45) 発行日 平成28年8月31日(2016.8.31)

(24) 登録日 平成28年8月5日(2016.8.5)

(51) Int.Cl.

F 2 3 G 5/00 (2006.01)

F 1

F 2 3 G 5/00 1 1 5 Z

F 2 3 G 5/00 Z A B

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-145288 (P2011-145288)	(73) 特許権者	000000974
(22) 出願日	平成23年6月30日(2011.6.30)		川崎重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2013-11418 (P2013-11418A)		兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(43) 公開日	平成25年1月17日(2013.1.17)	(74) 代理人	110000556
審査請求日	平成26年6月16日(2014.6.16)		特許業務法人 有古特許事務所
		(72) 発明者	片畑 正
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
		(72) 発明者	臼井 勝久
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
		(72) 発明者	井原 崇之
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス化溶融設備の溶融炉

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

廃棄物のガス化により発生した熱分解ガスが、炉頂に設けられた炉内入口より導入されるようにしたガス化溶融設備の溶融炉であって、

前記炉内入口の近傍に設けられた、燃焼用空気を炉内へ供給する1以上の燃焼用空気供給ノズルと、

前記炉内入口又はその近傍において前記熱分解ガスに含まれる可燃性ガスのうち最も発火点の低い可燃性ガスの自己発火温度以上の高温空気と前記熱分解ガスとが接触するように、前記高温空気を前記炉内入口の中央部へ吹き込む1以上のノズルと、

前記1以上のノズルの出口に設けられ、当該ノズルから吹き出した前記高温空気の流れを外周へ向けて放射状に拡散させる案内部材とを備えている、

ガス化溶融設備の溶融炉。

【請求項2】

廃棄物のガス化により発生した熱分解ガスが、炉頂に設けられた炉内入口より導入されるようにしたガス化溶融設備の溶融炉であって、

前記炉内入口の近傍に設けられた、燃焼用空気を炉内へ供給する1以上の燃焼用空気供給ノズルと、

前記炉内入口又はその近傍において500℃以上の高温空気と前記熱分解ガスとが接触するように、前記高温空気を前記炉内入口の中央部へ吹き込む1以上のノズルと、

前記1以上のノズルの出口に設けられ、当該ノズルから吹き出した前記高温空気の流れ

10

20

を外周へ向けて放射状に拡散させる案内部材とを備えている、
ガス化溶融設備の溶融炉。

【請求項 3】

前記ノズルからの前記高温空気の吹き込み流速が、 10 m/s 以上 50 m/s 以下である、

請求項 1 又は 2 に記載のガス化溶融設備の溶融炉。

【請求項 4】

前記ノズルからの前記高温空気の吹き込み量が、 $1\text{ ノズルあたり } 30\text{ m}^3\text{ N/h}$ 以上 $100\text{ m}^3\text{ N/h}$ 以下である、

請求項 1 ～ 請求項 3 のいずれか一項に記載のガス化溶融設備の溶融炉。

10

【請求項 5】

前記ノズルと接続された配管と、

前記配管へ空気を送る送風機と、

前記配管を通じて前記ノズルへ送られる空気を加熱する熱交換器とを備えている、

請求項 1 ～ 請求項 4 のいずれか一項に記載のガス化溶融設備の溶融炉。

【請求項 6】

前記ガス化溶融設備は、前記溶融炉からの燃焼排ガスを燃焼するための二次燃焼室を備えており、

前記熱交換器は前記二次燃焼室で燃焼された燃焼排ガスが保有する熱と前記配管を通じて前記ノズルへ送られる空気とを熱交換するように構成されている、

20

請求項 5 に記載のガス化溶融設備の溶融炉。

【請求項 7】

前記配管の前記熱交換器よりも下流側に、前記配管を通じて前記ノズルへ送られる空気を加熱する加熱器を更に備えている、

請求項 5 又は 請求項 6 に記載のガス化溶融設備の溶融炉。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、ガス化炉と溶融炉とを備えたガス化溶融設備の溶融炉に関する。詳細には、ガス化溶融設備の溶融炉において、ガス化炉から導入した熱分解ガスに着火するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、都市ごみ、不燃ごみ、焼却残渣、汚泥、産業ごみ等の廃棄物を処理するためのガス化溶融設備が知られている。このガス化溶融設備は、主に、ガス化炉と、ガス化炉の下流側に設けられた溶融炉と、溶融炉の下流側に設けられた二次燃焼室とを備えている。ガス化炉では、破碎機等で粗破碎された廃棄物が投入され、この廃棄物が加熱されることにより熱分解してガス化する。ガス化炉で発生したガスは溶融炉へ導入される。溶融炉へ導入されるガスには、 CO や CH_4 などの熱分解ガス、燃焼生成ガス、ガスと同伴する微細な未燃チャーや灰分などが含まれている。溶融炉では、熱分解ガスと未燃チャーが高温燃焼することにより同伴する灰分が溶融スラグ化される。二次燃焼室では、溶融炉から排出される燃焼排ガス中の未燃焼分を燃焼する。この二次燃焼室から排出されるガスから廃熱を回収して発電が行われる。このようなガス化溶融設備は、廃棄物が保有する熱量を熱分解ガスに同伴する灰分の溶融に利用できること、廃棄物中の金属分を未酸化の状態で回収できること、設備がシンプルであること、などの多くの利点があり、近年ではシェアを増やしつつある。

40

【0003】

ところで、上記ガス化溶融設備において、ガス化炉に投入される廃棄物の質や量の変動

50

に伴い、ガス化炉で発生する熱分解ガスおよび未燃チャーの量、ならびにこれらの発熱量が変動する。また、熱分解ガスは、天然ガス等の一般的な燃料ガスと比較して低カロリーである。

【0004】

そこで、溶融炉に導入される着火性の低い熱分解ガスに速やかに着火するための技術が従来提案されている。例えば、特許文献1では、ガス化炉で発生した熱分解ガスが、炉壁に設けられた熱分解ガスバーナから炉内に導入されるように構成された溶融炉において、熱分解ガスバーナの炉内入口に向けて火炎を常時噴出する種火バーナが設けられている。さらに、熱分解ガスバーナ内に補助燃料ガスおよび／または燃焼用空気を吹き込むためのノズルが設けられている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-78239号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ガス化溶融設備の溶融炉において、熱分解ガスの入口から出口までの炉内の広範囲にわたって熱分解ガスが高温燃焼する環境を維持するため、つまり、溶融炉の安定した運転を維持するためには、炉内入口より導入された熱分解ガスに直ちに着火することが望ましい。ところが、熱分解ガスの導入量（つまり、ガス化炉での熱分解ガスの発生量）の変動およびそれに伴う圧力変動により種火バーナの火炎が失火してしまうことがある。種火バーナの火炎が失火すると熱分解ガスに着火できず、溶融炉の炉内入口近傍で熱分解ガスが燃焼しないことがある。実運転では種火バーナの失火頻度は高く、種火バーナの失火のたびに種火バーナへ再点火せねばならない。また、種火バーナの失火により、溶融炉の炉内入口近傍において熱分解ガスの燃焼が不安定となるために、溶融炉の運転が不安定となる。さらに、種火バーナは種火となる火炎を保持するための燃料を必要とし、この燃料費が溶融炉のランニングコストを増大させている。

20

【0007】

本発明は上記のような課題を解決するためになされたものであって、ガス化溶融設備が備える溶融炉において、熱分解ガスが導入される炉内入口またはその近傍で、熱分解ガスに着火するための安定した火炎を生じさせる技術を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るガス化溶融設備の溶融炉は、廃棄物のガス化により発生した熱分解ガスが、炉壁又は炉頂に設けられた炉内入口より導入されるようにしたガス化溶融設備の溶融炉であって、前記溶融炉の前記炉内入口又はその近傍へ前記熱分解ガスに含まれる可燃性ガスのうち最も発火点の低い可燃性ガスの自己発火温度以上の高温空気を吹き込む1以上のノズルを備えているものである。なお、上記において「自己発火温度」とは、空気中で加熱するときに着火源がなくとも発火するに至る最低温度をいう。また、上記において「熱分解ガスに含まれる可燃性ガス」とは、熱分解ガスに含まれる主な可燃性ガスであり、例えば、CO、H₂、CH₄、C₂H₄、C₂H₆等である。

40

【0009】

また、本発明に係るガス化溶融設備の溶融炉は、廃棄物のガス化により発生した熱分解ガスが、炉壁又は炉頂に設けられた炉内入口より導入されるようにしたガス化溶融設備の溶融炉であって、前記溶融炉内の前記炉内入口又はその近傍へ500℃以上の高温空気を吹き込む1以上のノズルを備えているものである。

【0010】

上記ガス化溶融設備の溶融炉によれば、溶融炉の熱分解ガスが導入される炉内入口またはその近傍においてノズルから吹き込まれる高温空気と熱分解ガスとが反応して火炎が生

50

じる。この火炎は、熱分解ガスの溶融炉への導入が継続される限り保持され、溶融炉へ導入される熱分解ガスのカロリーや圧力変動に伴う失火のおそれがない。つまり、熱分解ガスが導入される炉内入口またはその近傍において火炎が生じ、その火炎が安定して保持される。この火炎が種火となって熱分解ガスに着火し、熱分解ガスの炉内入口またはその近傍において熱分解ガスの燃焼が生じ、熱分解ガス燃焼時の火炎リフトを抑制することができる。このように、安定した火炎によって溶融炉へ導入された熱分解ガスの燃焼が速やかに始まるため、溶融炉内での熱分解ガスおよび未燃チャーの燃焼効率を高いレベルで維持できるようになり、その結果、溶融炉内が高温に維持される。また、燃料を必要とせず熱分解ガスに着火することができ、種火バーナを備える場合と比較して溶融炉のランニングコストを削減することができる。

10

【0011】

前記ガス化溶融設備の溶融炉において、前記ノズルからの前記高温空気の吹き込み流速が、 10 m/s 以上 50 m/s 以下であることがよい。

【0012】

上記ガス化溶融設備の溶融炉によれば、種火となる火炎が生じる位置を溶融炉の熱分解ガスが導入される炉内入口またはその近傍に保持することができる。よって、熱分解ガス燃焼時の火炎リフトを防止することができる。これにより、溶融炉内の火炎の位置が安定し、炉温の低下や失火を抑制することができるので、溶融炉の燃焼効率を向上させることができる。さらに、このような高温空気の吹き込み流速によれば、溶融炉へ流入する高温空気の量は、溶融炉での熱分解ガスおよび未燃チャーの燃焼に必要とされる総空気量と比較して僅かである。よって、高温空気の吹き込みにより、溶融炉内の空気量は溶融炉ならびにその下流側に設けられることのある二次燃焼室の運転に支障が出るような大きな変動を来さない。また、高温空気を作り出すための機器は比較的小規模なもので足り、溶融炉に高温空気を吹き込むために要するコストを抑えることができる。

20

【0013】

前記ガス化溶融設備の溶融炉において、前記ノズルからの前記高温空気の吹き込み量が、 $1\text{ ノズルあたり } 30\text{ m}^3\text{ N/h}$ 以上 $100\text{ m}^3\text{ N/h}$ 以下であることがよい。

【0014】

上記ガス化溶融設備の溶融炉によれば、従来の溶融炉のように種火バーナを備える場合と同等またはそれ以上の、熱分解ガスへの着火能力を備えることができる。さらに、このような高温空気の吹き込み量は、溶融炉での熱分解ガスの燃焼に必要とされる総空気量と比較して僅かである。よって、高温空気の吹き込みにより、溶融炉内の空気量は溶融炉ならびにその下流側に設けられることのある二次燃焼室の運転に支障が出るような大きな変動を来さない。また、高温空気を作り出すための機器は比較的小規模なもので足り、溶融炉に高温空気を吹き込むために要するコストを抑えることができる。

30

【0015】

前記ガス化溶融設備の溶融炉は、前記ノズルと接続された配管と、前記配管へ空気を送る送風機と、前記配管を通じて前記ノズルへ送られる空気を加熱する熱交換器とを更に備えることができる。そして、前記ガス化溶融設備は、前記溶融炉からの燃焼排ガスを燃焼するための二次燃焼室を備えており、前記熱交換器は前記二次燃焼室で燃焼された燃焼排ガスが保有する熱と前記配管を通じて前記ノズルへ送られる空気とを熱交換するように構成されていることがよい。

40

【0016】

上記ガス化溶融設備の溶融炉によれば、ガス化溶融設備が備える二次燃焼室の廃熱を高温空気の加熱に有効に利用することができる。

【0017】

前記ガス化溶融設備の溶融炉において、前記配管の前記熱交換器よりも下流側に、前記配管を通じて前記ノズルへ送られる空気を加熱する加熱器を更に備えていることがよい。

【0018】

上記ガス化溶融設備の溶融炉によれば、加熱器によって高温空気の温度を所定の温度ま

50

で高めることができる。よって、ノズルから吹き込まれる高温空気の温度を安定化させることができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、熔融炉の熱分解ガスが導入される炉内入口またはその近傍においてノズルから吹き込まれる高温空気と熱分解ガスとが反応して安定した火炎が生じる。この火炎は、熱分解ガスの熔融炉への導入が継続される限り保持され、熔融炉への導入される熱分解ガスのカロリーや圧力変動に伴う失火のおそれがない。この火炎が熱分解ガスに着火して熱分解ガスが燃焼するので、熔融炉の炉内が保炎される。

【図面の簡単な説明】

10

【0020】

【図1】本発明の一実施形態に係るガス化熔融設備の概略構成を示す図である。

【図2】変形例1に係る熔融炉および二次燃焼室の概略構成を示す図である。

【図3】変形例2に係る熔融炉および二次燃焼室の概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら、詳細に説明する。なお、以下では全ての図を通じて同一又は相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。

【0022】

20

本発明に係るガス化熔融設備の一実施形態を、流動床式ガス化熔融設備に当てはめて説明する。図1に示すように、ガス化熔融設備16は、主に、ガス化炉17と、ガス化炉17の下流側に設けられた熔融炉18と、熔融炉18の下流側に設けられた二次燃焼室33とを備えている。

【0023】

ガス化炉17は、流動床式ガス化炉であって、流動砂と炉下部の空気供給口（図示せず）から流動砂へ供給される燃焼空気とにより、炉内に流動床14が形成されている。ガス化炉17の流動床14には、給塵機15により廃棄物が定量供給される。この廃棄物は、予め必要に応じて破砕機等により粗く破砕されている。ガス化炉17の流動床14へ供給された廃棄物のうち固体可燃物（例えば、都市ごみ、産業廃棄物等）は低空気比で部分燃焼し、この燃焼熱により高温（例えば、500～600℃）に維持される流動床14内で固体可燃物が熱分解する。

30

【0024】

固体可燃物が熱分解すると、主に、ガス、気化されたタール、チャー（炭化物）が生じる。このガスには、固体可燃物の熱分解により発生する熱分解ガス（CO、H₂、CH₄、C₂H₄、C₂H₆等）や、固体可燃物が燃焼した際に発生する燃焼生成ガス（H₂O、CO₂、N₂）などが含まれている。また、チャーには、灰分および未燃チャーが含まれている。チャーの一部は流動床内で微細化され、微細化したチャーはガスおよびタールと同伴してガス化炉17の炉頂部に設けられた頂部排出口17aより排出される。以下、ガス化炉17の頂部排出口17aより排出されて熔融炉18へ導入される熱分解ガス、燃焼生成ガス、未燃チャーおよび灰分などの成分を総じて「熱分解ガス」と呼ぶことがある。

40

【0025】

ガス化炉17の炉底部には、ガス化炉17へ供給された廃棄物のうち不燃物を流動砂とともに抜き出すための底部排出口17bが設けられている。この底部排出口17bから抜き出された不燃物と流動砂は篩24で篩い分けられ、流動砂は砂循環装置23によってガス化炉17へ戻される。篩い分けられた不燃物のうち、鉄やアルミニウムなどの有価物は回収され、その他の不燃物は破砕されて再びガス化炉17へ供給されるか、若しくは、そのまま系外へ排出される。

【0026】

50

熔融炉 18 は、旋回熔融炉であって、略円塔形の予燃焼部 26 と、略横臥円筒形の入口側主燃焼部 27 および出口側主燃焼部 28 とを備えている。予燃焼部 26 の底部に設けられた出口は、入口側主燃焼部 27 の上流側と接続されている。また、入口側主燃焼部 27 の下流側は、出口側主燃焼部 28 の上流側と接続されている。出口側主燃焼部 28 の下流側は、二次燃焼室 33 と接続されている。入口側主燃焼部 27 の下流側と出口側主燃焼部 28 の上流側との間には下向きに開口する出滓口 20 が設けられている。出滓口 20 の下方にはスラグ水封槽 21 が設けられており、出滓口 20 とスラグ水封槽 21 との間には、スラグを出滓口 20 からスラグ水封槽 21 へ案内するスラグ排出シュート 19 が設けられている。

【0027】

予燃焼部 26 の炉頂部には、ガス化炉 17 から送られてくる熱分解ガスを炉内に吹き込むメインバーナ 22 が設けられている。メインバーナ 22 は、ガス化炉 17 の頂部排出口 17a と煙道 25 により接続されており、この煙道 25 を通じてガス化炉 17 からメインバーナ 22 へ熱分解ガスが供給される。メインバーナ 22 の炉内入口 22a は、すなわち、熔融炉 18 への熱分解ガスの炉内入口である。メインバーナ 22 の具体的な構造は、後ほど詳述する。

【0028】

また、予燃焼部 26 の炉頂部であってメインバーナ 22 の炉内入口 22a 近傍において、炉内に補助燃料を噴出する 1 以上の補助燃料供給ノズル 30、燃焼用空気を炉内に供給する 1 以上の空気供給ノズル 29 がそれぞれ設けられている。予燃焼部 26 では、メインバーナ 22 から炉内へ導入された熱分解ガスに含まれる可燃成分および必要に応じて補助燃料供給ノズル 30 から炉内へ供給された燃料が、空気供給ノズル 29 より供給された燃焼用空気とともに燃焼して高温となる。このように熱分解ガスを高温燃焼することにより熱分解ガスと同伴する灰分が熔融スラグ化される。熔融スラグ化された灰分（以下、「熔融スラグ」とも呼ぶ）は、熱分解ガスの燃焼により生じたガス（以下、「燃焼ガス」とも呼ぶ）とともに、予燃焼部 26 の出口から入口側主燃焼部 27 の上流側へ当該入口側主燃焼部 27 の周壁に沿って導入される。

【0029】

入口側主燃焼部 27 に導入された燃焼ガスと熔融スラグは入口側主燃焼部 27 の炉内で旋回しながら分離する。入口側主燃焼部 27 と出口側主燃焼部 28 の炉内温度は、約 1300～1500℃に維持されている。加えて、入口側主燃焼部 27 と出口側主燃焼部 28 は、入口側主燃焼部 27 の上流側と出口側主燃焼部 28 の下流側が高く、入口側主燃焼部 27 の下流側と出口側主燃焼部 28 の上流側が低くなるように、併せて略 V 字形に形成されている。よって、入口側主燃焼部 27 へ導入された熔融スラグは熔融状態を維持し、入口側主燃焼部 27 の下流側と出口側主燃焼部 28 の上流側の間に設けられた出滓口 20 からスラグ排出シュート 19 を通じてスラグ水封槽 21 へ自重落下する。スラグ水封槽 21 へ落下した熔融スラグは急冷されて水砕スラグとなり、コンベヤ等の搬送手段（図示略）によって取り出される。取り出された水砕スラグは路盤材等に有効利用される。一方、入口側主燃焼部 27 に導入された燃焼ガスは、前述のように熔融スラグと分離され、出口側主燃焼部 28 を経由して燃焼排ガスとして二次燃焼室 33 へ導入される。

【0030】

二次燃焼室 33 の炉内には、トータルの空気比が 1.2～1.5 となるように燃焼用空気が供給されている。二次燃焼室 33 へ導入された燃焼排ガス中の未燃分は、二次燃焼室 33 内で完全に燃焼される。この二次燃焼室 33 の燃焼排ガスの保有する熱は図示しない蒸気タービン発電設備の廃熱ボイラの熱源等として有効に利用される。また、熱利用された後の二次燃焼室 33 の燃焼排ガスは、冷却および無害化処理されたのちクリーンガスとして大気へ放出される。

【0031】

ここで、メインバーナ 22 について詳細に説明する。図 1 に示すように、予燃焼部 26 の炉頂部に設けられたメインバーナ 22 は、保炎装置 50 を備えている。保炎装置 50 は

10

20

30

40

50

、ガス化炉 17 から熔融炉 18（詳細には、予燃焼部 26）へ導入される熱分解ガスに向けて又は熱分解ガスに伴って高温空気を吹き出すことにより、熱分解ガスに着火するための火炎（火種）を生じさせるものである。

【0032】

保炎装置 50 は、送風機 51、1 以上のノズル 55、送風機 51 とノズル 55 とを繋ぐ配管 52、並びに配管 52 に設けられた熱交換器 53 および加熱器 54 を備えている。送風機 51 の駆動により、所定量の空気が配管 52 へ導入されノズル 55 へ向けて送られる。

【0033】

熱交換器 53 は、二次燃焼室 33 の燃焼排ガスの保有する熱を利用し、配管 52 を通って下流側へ送られる空気を熱交換により加熱するものである。なお、熱交換器 53 は、二次燃焼室 33 の燃焼排ガスの保有する熱を利用するものに限られず、二次燃焼室 33 の廃熱を利用した蒸気タービン発電設備の蒸気を利用するものであってもよい。

【0034】

加熱器 54 は、熱交換器 53 よりも下流側に設けられている。加熱器 54 は、配管 52 を通って下流側へ送られる空気を直接的に加熱するものであって、例えば、電気ヒータを用いることができる。熱交換器 53 に加えて加熱器 54 を備えることによれば、ガス化炉 17 へ供給される廃棄物の量やカロリーにかかわらず安定して空気を加熱することができ、ノズル 55 から炉内へ吹き込まれる高温空気の温度を安定化させることができる。

【0035】

以上の通り、配管 52 を通って下流側へ送られる空気は、熱交換器 53 および加熱器 54 により所定温度まで加熱されたうえで、ノズル 55 から予燃焼部 26 の炉内に吹き込まれる。ノズル 55 の出口は、ガス化炉 17 から熔融炉 18 へ導入する熱分解ガスを炉内に吹き込むメインバーナ 22 の炉内入口 22a の近傍に開口している。よって、ノズル 55 から吹き出した高温空気とメインバーナ 22 の炉内入口 22a から吹き出した熱分解ガスは、ノズル 55 の出口、すなわち、メインバーナ 22 の炉内入口 22a 近傍で接触する。これにより、熱分解ガス中の可燃性ガスが、高温空気による加熱で昇温し、高温空気中の酸素と反応して発火し、メインバーナ 22 の炉内入口 22a 近傍において火炎が生じる。なお、本実施の形態に係る熔融炉 18 の予燃焼部 26 では、メインバーナ 22 の炉内入口 22a 近傍に高温空気が吹き込まれるようにしているが、メインバーナ 22 の炉内入口 22a に高温空気が吹き込まれてもかまわない。この場合、メインバーナ 22 の炉内入口 22a に火炎が生じることとなる。

【0036】

熔融炉 18 の予燃焼部 26 に導入される熱分解ガスが着火するためには、熱分解ガスに含まれる主な可燃性ガスのうち少なくとも一つが発火すればよい。少なくとも 1 つの可燃性ガスが発火すれば、この火炎が伝播することにより、熱分解ガスに着火する。よって、熱分解ガスへ吹き込む高温空気の温度は、熱分解ガスに含まれる主な可燃性ガスのうち最も発火点の低い可燃性ガスの自己発火温度以上であればよい。ここで「自己発火温度」とは、空气中で加熱するときに着火源がなくとも発火するに至る最低温度をいう。

【0037】

熔融炉 18 の予燃焼部 26 に導入される熱分解ガスに含まれる主な可燃性ガスは、CO、 H_2 、 CH_4 、 C_2H_4 および C_2H_6 である。これらの可燃性ガスのうち最も発火点が高いのは C_2H_4 （エチレン）であり、その発火点（自己発火温度）は環境に応じて異なるがおおよそ 450℃であることが知られている。 C_2H_4 は強力な酸化剤と反応しやすく、また引火しやすいという性質を有する。熔融炉 18 の予燃焼部 26 に導入される熱分解ガスには、ガス化炉 17 へ供給される廃棄物の組成により異なるが、おおよそ 10 wt % の C_2H_4 が含まれている。

【0038】

そこで、保炎装置 50 では、高温空気の温度がノズル 55 の出口において少なくとも 450℃以上、好適には 500℃以上であるように、配管 52 を通じて送られる空気が熱交

10

20

30

40

50

換器 5 3 および加熱器 5 4 により加熱される。但し、高温空気の加熱のために注がれるエネルギーはより小さいことが望ましく、高温空気の温度は 5 0 0 °C 以上であるが、5 0 0 °C を大幅に越えた高い温度（例えば、1 0 0 0 °C 以上）である必要はない。なお、配管 5 2 を通じて送られる空気が熱交換器 5 3 による加熱だけで高温空気として十分な温度となる場合は、保炎装置 5 0 に加熱器 5 4 を備えなくてもかまわない。一般に、二次燃焼室 3 3 の燃焼排ガスは 8 0 0 ～ 9 0 0 °C 程度であり、この燃焼排ガスの廃熱を利用した熱交換器 5 3 のみで空気を 5 0 0 °C 以上に加熱することが可能である。

【 0 0 3 9 】

上記構成の保炎装置 5 0 において、ノズル 5 5 からの高温空気の吹き出し流速（ノズル 5 5 の出口近傍での流速）が 1 0 ～ 5 0 m / s の範囲となるように、送風機 5 1 の送風量が定められている。次に示す表 1 は、ノズル 5 5 から吹き出す高温空気の圧力損失と高温空気の吹き出し流速との関係を示しており、表 2 は廃棄物発熱量と予燃焼部 2 6 のガス流速との関係を示している。

【 0 0 4 0 】

【表 1】

項目	数 値					
高温空気温度	500	500	500	800	800	°C
高温空気吹き出し流速	40	50	60	50	60	m/s
圧損係数	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	-
空気密度	0.456	0.456	0.456	0.328	0.328	kg/m ³
圧力損失	66.9	104.6	150.6	75.3	108.5	mmAq

【 0 0 4 1 】

【表 2】

項目	数 値					
廃棄物発熱量	2,000	2,000	2,500	2,500	2,500	kcal/kg
廃棄物理論空気量	2.43	2.43	2.90	2.90	2.90	m ³ N/kg
廃棄物理論排ガス量	3.34	3.34	3.78	3.78	3.78	m ³ N/kg
廃棄物処理量	120	120	120	120	120	t/日
旋回熔融炉内径	1,600	1,800	1,600	1,600	1,800	mmφ
断面積	2.01	2.54	2.01	2.01	2.54	m ²
旋回熔融炉ガス温度	800	800	800	1,000	800	°C
空気比	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-
旋回熔融炉ガス量	16,692	16,692	18,924	18,924	18,924	m ³ N/h
垂直方向流速	9.06	7.16	10.27	12.19	8.12	m/s

【 0 0 4 2 】

高温空気の圧力損失の上限値を 1 0 0 mmAq（1 kPa）程度とすれば、表 1 に基づいて、5 0 0 °C および 8 0 0 °C の高温空気の吹き出し流速は 5 0 m / s 以下であることが望ましい。加えて、高温空気が熔融炉 1 8 の予燃焼部 2 6 へ吹き出すために、高温空気の吹き出し速度は予燃焼部 2 6 の炉内を移動するガスの垂直方向流速より大きくなければならない。表 2 に基づけば、予燃焼部 2 6 の炉内を移動するガスの垂直方向流速は、廃棄物発熱量および他の条件に応じて変動するが、およそ 1 0 m / s 程度である。よって、高温空気の吹き出し流速は 1 0 m / s 以上であることが望ましい。

【 0 0 4 3 】

また、上記構成の保炎装置 5 0 において、ノズル 5 5 からの高温空気の吹き出し量が、1 ノズルあたりで 3 0 ～ 1 0 0 m³ N / h の範囲となるように、送風機 5 1 の送風量が定められている。次に示す表 3 は、予燃焼部 2 6 へ導入される熱分解ガスに含まれる可燃性ガスの燃焼反応式とその発熱量とを示している。

【 0 0 4 4 】

【表 3】

反応式	低位発熱量(kcal/m ³ N)	
	熱分解ガス 1m ³ N あたり	酸素 1m ³ N あたり
CO+1/2O ₂ =CO ₂	3,020	6,040
H ₂ +1/2O ₂ =H ₂ O	2,570	5,140
CH ₄ +2O ₂ =CO ₂ +2H ₂ O	8,550	4,275
C ₂ H ₄ +3O ₂ =2CO ₂ +2H ₂ O	14,320	4,773
C ₂ H ₆ +3.5O ₂ =2CO ₂ +3H ₂ O	15,370	4,391

【0045】

表3に基づけば、予燃焼部26へ導入される熱分解ガスに含まれる可燃性ガスの低位発熱量は、平均しておよそ5000kcal/m³N酸素である。一方、従来のガス化溶融設備の溶融炉に備えられる種火バーナから吹き出される都市ガス量は1ノズルあたり3～10m³N/hである。保炎装置50に従来の種火バーナと同等の発熱量（着火能力）を備えたとすれば、次式1，2に示すように、1ノズルあたりの高温空気の吹き出し量は30～100m³N/hの範囲であることが望ましい。

$$(式1) \quad 3 \times 10000 \div 5000 = 6 \text{ m}^3 \text{ N 酸素} / \text{h} = 29 \text{ m}^3 \text{ N 空気} / \text{h}$$

$$(式2) \quad 10 \times 10000 \div 5000 = 20 \text{ m}^3 \text{ N 酸素} / \text{h} = 95 \text{ m}^3 \text{ N 空気} / \text{h}$$

但し、都市ガスの発熱量を10000kcal/m³Nとする。

【0046】

上述の通り、本実施の形態に係る溶融炉18の予燃焼部26のメインバーナ22は、溶融炉18へ導入される熱分解ガスに向けて燃料ガスの火炎を噴出する種火バーナに代えて、溶融炉18へ導入される熱分解ガスに向けて又は熱分解ガスとともに高温空気を吹き出す保炎装置50を備えている。かかる溶融炉18では、溶融炉18へ導入される熱分解ガスとノズル55から吹き出された高温空気とが接触することにより、熱分解ガスに含まれる可燃性ガス（そのなかでも、特にC₂H₄）が高温空気と反応して発火し、この火炎が伝播して熱分解ガスに着火する。ノズル55の出口は、熱分解ガスが溶融炉18へ導入される炉内入口22a又はその近傍に設けられているので、熱分解ガスは溶融炉18に導入されると直ちに着火されて速やかに熱分解ガスの燃焼が始まり、熱分解ガスの燃焼の火炎のリフトが抑制される。このように、熱分解ガスの燃焼は炉内入口22aから予燃焼部26の出口までの広範囲にわたって生じ、つまり、炉内の空間を十分に広く利用して熱分解ガスを燃焼させることができ、熱分解ガスの燃焼効率を高めることができる。

【0047】

また、上記保炎装置50によれば、溶融炉18へ熱分解ガスが導入される炉内入口22a又はその近傍の火炎は、熱分解ガスが導入されれば生じ、導入が停止すれば消える。従来の種火バーナの火炎は、熱分解ガスの導入量（つまり、ガス化炉17での熱分解ガスの発生量）の変動およびそれに伴う圧力変動に起因して失火することがある。これに対し、保炎装置50ではこのような原因による失火のおそれがなく、熱分解ガスが溶融炉18へ導入される限り安定した火炎が保持される。これにより、溶融炉18において熱分解ガスの燃焼が安定して生じ、溶融炉18の炉内が保炎されることにより溶融炉18の安定した運転を継続することができる。

【0048】

さらに、上記保炎装置50において、ノズル55からの高温空気の吹き出し流速は10～50m/sの範囲であり、且つ、ノズル55からの高温空気の吹き出し量は1ノズルあたりで30～100m³N/hの範囲である。このような高温空気の量は、溶融炉18での熱分解ガスの燃焼に必要な総空気量と比較して僅かである。具体的には、高温空気の量は、溶融炉18へ供給される燃焼用空気の総量の1/100程度である。よって、高温空気の吹き込みは、溶融炉18の空気量に溶融炉18の運転に支障や影響が出るような大きな変動を来さない。同様に、高温空気の吹き込みは、溶融炉18から二次燃焼室33へ送られる燃焼排ガスの量に、二次燃焼室33の機能や運転に支障が出るような大きな

10

20

30

40

50

変動を来さない。また、高温空気を作り出すための熱交換器 5 3 および加熱器 5 4 は比較的小規模なもので足り、保炎装置 5 0 にかかるコストを抑えることができる。加えて、上記のように高温空気の吹き出し流速および吹き出し量が定められることによって、生じる火炎の位置が炉内入口 2 2 a またはその近傍に保持されるとともに、熱分解ガス燃焼時の火炎のリフトを防止することができる。これにより、溶融炉 1 8 内の火炎の位置が安定し、炉温の低下や失火を抑制することができるので、溶融炉 1 8 の燃焼効率を向上させることができる。

【0049】

以上、ガス化溶融設備 1 6 およびこれに備わる溶融炉 1 8 の望ましい一実施形態について説明した。但し、溶融炉 1 8 の炉内へ熱分解ガスが導入される部分の構成は、上記実施の形態に係るメインバーナ 2 2 に限定されず、また、メインバーナ 2 2 である必要はなく、以下の変形例 1 ～ 2 に例示されるように変形が可能である。

10

【0050】

〔変形例 1〕

図 2 は、変形例 1 に係る溶融炉および二次燃焼室の概略構成を示す図である。図 2 に示すように、変形例 1 に係る溶融炉 1 8 は、前述の実施の形態に係る溶融炉 1 8 と比較して、溶融炉 1 8 の炉内へ熱分解ガスが導入される部分の構成が異なる。そこで、以下では、変形例 1 に係る溶融炉 1 8 について炉内へ熱分解ガスが導入される部分の構成について詳細に説明する。

【0051】

20

溶融炉 1 8 の予燃焼部 2 6 は略円塔形状を成し、その炉頂部の炉壁に煙道 2 5 が接続されている。この煙道 2 5 を通じてガス化炉 1 7 から溶融炉 1 8 へ導入される熱分解ガスは、予燃焼部 2 6 の炉壁から炉内へ接線方向に吹き込まれ、炉内に旋回流を形成する。なお、このように予燃焼部 2 6 で熱分解ガスの旋回流が生じる場合は、入口側主燃焼部 2 7 および出口側主燃焼部 2 8 は旋回流が形成されない構成であってもよい。

【0052】

上記構成の予燃焼部 2 6 において、炉壁の煙道 2 5 との接続部に設けられた開口が熱分解ガスの炉内入口 2 2 a となっている。保炎装置 5 0 のノズル 5 5 は、予燃焼部 2 6 の炉頂部であって、熱分解ガスの炉内入口 2 2 a の近傍に開口している。

【0053】

30

変形例 1 に係る溶融炉 1 8 では、ノズル 5 5 から炉内へ吹き込まれる高温空気の吹込方向と、炉内入口 2 2 a から炉内へ吹き込まれる熱分解ガスの吹込方向は交叉しており、ノズル 5 5 の出口近傍で高温空気の流れと熱分解ガスの流れとが当接することとなる。よって、ノズル 5 5 の出口近傍で高温空気と熱分解ガスとが反応することにより、熱分解ガス中の可燃性ガスが発火し、ノズル 5 5 の出口近傍で火炎が生じる。この火炎が熱分解ガスに着火し、熱分解ガスが燃焼する。

【0054】

〔変形例 2〕

図 3 は、変形例 2 に係る溶融炉および二次燃焼室の概略構成を示す図である。図 3 に示すように、変形例 2 に係る溶融炉 1 8 は、前述の実施の形態に係る溶融炉 1 8 と比較して、溶融炉 1 8 の炉内へ熱分解ガスが導入される部分の構成が異なる。そこで、以下では、変形例 2 に係る溶融炉 1 8 について炉内へ熱分解ガスが導入される部分の構成について詳細に説明する。

40

【0055】

溶融炉 1 8 の予燃焼部 2 6 の炉頂部には、メインバーナ 2 2 が設けられている。メインバーナ 2 2 の炉内入口 2 2 a 近傍には、保炎装置 5 0 のノズル 5 5 の出口が設けられている。ノズル 5 5 の出口には、ノズル 5 5 から吹き出す高温空気を予燃焼部 2 6 の中央から外周へ向けて放射方向に拡散させるための案内部材 5 6 が設けられている。

【0056】

変形例 2 に係る溶融炉 1 8 では、ノズル 5 5 から炉内へ吹き込まれた高温空気と、メイ

50

ンバーナ２２の炉内入口２２aから炉内へ吹き込まれた熱分解ガスとが反応することにより、熱分解ガス中の可燃性ガスが発火し、ノズル５５の出口近傍で火炎が生じる。この火炎が熱分解ガスに着火し、熱分解ガスが燃焼する。ここで、ノズル５５から吹き込まれる高温空気は、案内部材５６と当接して予燃焼部２６の中央から外周へ向けて放射方向に拡散することから、予燃焼部２６の炉頂部において下方へ向かうガスの流れが抑制される。よって、高温空気と熱分解ガスとの反応により生じた火炎は予燃焼部２６の炉頂部で保持され、より炉頂に近い位置で熱分解ガスに着火することとなる。これにより、熱分解ガスの燃焼は炉内の広範囲にわたって生じ、つまり、炉内の空間を十分に広く利用して熱分解ガスを燃焼させることができ、熱分解ガスの燃焼効率を高めることができる。

【００５７】

10

なお、上記実施の形態において、ガス化溶融設備１６が備えるガス化炉１７は、流動床式ガス化炉であるが、ガス化炉１７はこれに限定されない。例えば、ガス化炉１７は、キルン式ガス化炉であってもかまわない。また、上記実施の形態において、ガス化溶融設備１６が備える溶融炉１８は、入口側主燃焼部２７および出口側主燃焼部２８で旋回流が生じるように構成されているが、予燃焼部２６で旋回流が生じるように構成されていてもよい。或いは、溶融炉１８は、炉内でガスが旋回移動せずに炉体形状に沿って移動する形式の溶融炉であってもかまわない。

【産業上の利用可能性】

【００５８】

本発明は、ガス化炉と溶融炉とを備えたガス化溶融設備であって、ガス化炉から溶融炉へ導入された熱分解ガスに着火し、溶融炉内で熱分解ガスを燃焼させる形態のものに広く適用することができる。

20

【符号の説明】

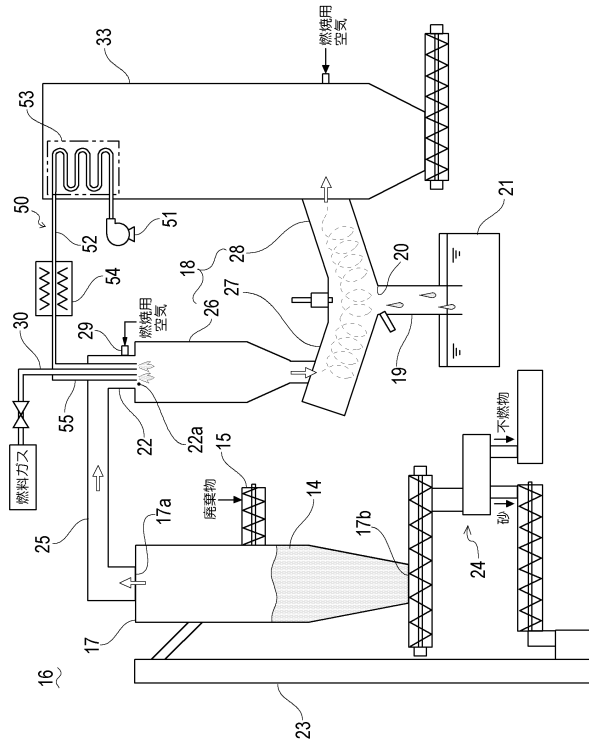
【００５９】

- １５ 給塵機
- １６ ガス化溶融設備
- １７ ガス化炉
- １８ 溶融炉
- １９ スラグ排出シュート
- ２０ 出滓口
- ２１ スラグ水封槽
- ２２ メインバーナ
- ２３ 砂循環装置
- ２４ 篩
- ２５ 煙道
- ２６ 予燃焼部
- ２７ 入口側主燃焼部
- ２８ 出口側主燃焼部
- ２９ 空気供給ノズル
- ３０ 補助燃料供給ノズル
- ３３ 二次燃焼室
- ５０ 保炎装置
- ５１ 送風機
- ５２ 配管
- ５３ 熱交換器
- ５４ 加熱器
- ５５ ノズル

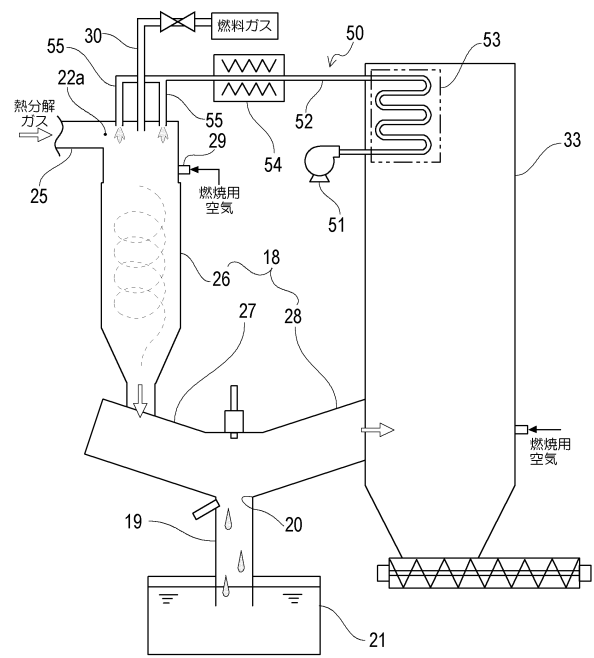
30

40

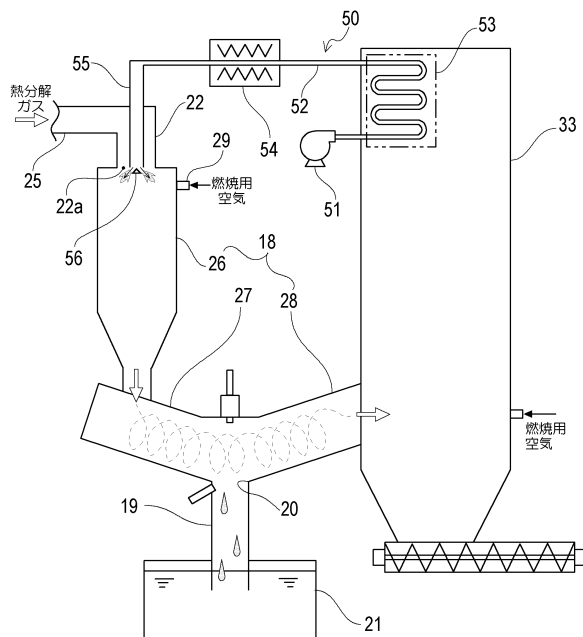
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 柿田 真吾

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内

審査官 吉村 俊厚

(56)参考文献 特開2009-014334 (JP, A)

特開2001-317715 (JP, A)

特開2000-234715 (JP, A)

特開平04-273910 (JP, A)

特開2001-341129 (JP, A)

特開平10-054518 (JP, A)

特開2009-299955 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23G 5/00

F23G 5/027

F23G 5/44

F23L 1/00

F23D 14/84