

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7082942号
(P7082942)

(45)発行日 令和4年6月9日(2022.6.9)

(24)登録日 令和4年6月1日(2022.6.1)

(51)国際特許分類

F I

C 0 1 B 3/38 (2006.01)

C 0 1 B 3/38

C 0 1 B 3/56 (2006.01)

C 0 1 B 3/56

Z

請求項の数 4 (全13頁)

(21)出願番号	特願2018-243520(P2018-243520)	(73)特許権者	000220262
(22)出願日	平成30年12月26日(2018.12.26)		東京瓦斯株式会社
(65)公開番号	特開2020-105042(P2020-105042 A)	(74)代理人	110001519 特許業務法人太陽国際特許事務所
(43)公開日	令和2年7月9日(2020.7.9)	(72)発明者	江口 晃平 東京都港区海岸一丁目5番20号 東京 瓦斯株式会社内
審査請求日	令和3年6月9日(2021.6.9)	(72)発明者	拓人 東京都港区海岸一丁目5番20号 東京 瓦斯株式会社内
		(72)発明者	飯沼 広基 東京都港区海岸一丁目5番20号 東京 瓦斯株式会社内
		審査官	山本 吾一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 水素製造装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

炭化水素供給源から炭化水素が原料として供給されると共に、前記炭化水素を改質して水素を主成分とする改質ガスを生成すると共に、内部の燃焼室にバーナーが設置された改質器と、

前記改質器と接続され、前記改質ガスを製品水素と不純物であるオフガスとに分離して製品水素を精製する水素精製器と、

可撓性を有し、前記バーナーに連通されたガス供給管と、

前記ガス供給管の振動に基づいて前記バーナーの逆火を検知する逆火検知手段と、
を備える水素製造装置。

【請求項2】

前記逆火検知手段は、前記振動による前記ガス供給管の加速度を検出する加速度検出手段と、

前記加速度と閾値とを比較し、前記加速度が閾値以上の場合には前記バーナーの逆火と判定する逆火判定手段と、

を備える請求項1記載の水素製造装置。

【請求項3】

前記逆火検知手段で前記バーナーの逆火が検知されると、前記水素製造装置の運転を停止させる運転停止手段を有する請求項1又は2記載の水素製造装置。

【請求項4】

前記水素製造装置の運転停止を運転員に報知する報知手段と

前記逆火検知手段で前記バーナーの逆火が検知されると、前記報知手段を駆動させる駆動手段と、

をさらに備える請求項 3 記載の水素製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水素製造装置に関し、特に、炭化水素原料を改質して水素を製造する水素製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、水素を得るための水素製造装置としては、原料炭化水素を水蒸気改質装置で改質ガスに改質した後、PSA (Pressure Swing Adsorption) 装置 (水素精製器) へ供給するものが知られている (例えば、特許文献 1 参照)。

【0003】

特許文献 1 には、改質器にバーナーを備え、バーナーを燃焼させることによって改質器内を高温にすることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2003-335502 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記水素製造装置は、バーナーの燃焼によって改質器の内部を高温とすることによって、原料ガスの水蒸気改質等を促進できる点で優れている。

【0006】

しかし、何らかの原因でバーナーに供給される燃焼用ガスの混合比 (空燃比) が変化した場合に、バーナーに逆火を生じるおそれがある。そこで、バーナーの逆火を検知する手段を設けることが望まれている。

【0007】

本発明の課題は、改質器のバーナーの逆火を検知可能とした水素製造装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項 1 記載の水素製造装置は、炭化水素供給源から炭化水素が原料として供給されると共に、前記炭化水素を改質して水素を主成分とする改質ガスを生成すると共に、内部の燃焼室にバーナーが設置された改質器と、前記改質器と接続され、前記改質ガスを製品水素と不純物であるオフガスとに分離して製品水素を精製する水素精製器と、可撓性を有し、前記バーナーに連通されたガス供給管と、前記ガス供給管の振動に基づいて前記バーナーの逆火を検知する逆火検知手段と、を備える。

【0009】

この水素製造装置では、バーナーに対して供給される燃焼用ガスの混合比 (空燃比) が変動する等の原因によりバーナーに逆火を生じることがある。この場合、バーナーと連通し可撓性を有するガス供給管が振動する。

【0010】

ところで、水素製造装置には、可撓性を有するガス供給管の振動を検出し、この振動に基づいてバーナーの逆火を検知する逆火検知手段が設けられている。したがって、水素製造装置は、ガス供給管の振動に基づいてバーナーの逆火を検知することができる。

【0011】

10

20

30

40

50

このように、水素製造装置は、簡単な構成でバーナーの逆火を検知することができる。

【００１２】

請求項２記載の水素製造装置は、請求項１記載の水素製造装置において、前記逆火検知手段は、前記振動による前記ガス供給管の加速度を検出する加速度検出手段と、前記加速度と閾値とを比較し、前記加速度が閾値以上の場合には前記バーナーの逆火と判定する逆火判定手段と、を備える。

【００１３】

この水素製造装置では、加速度検出手段が振動によるガス供給管の加速度を検出し、逆火判定手段で検出された加速度が閾値以上か否かを判定する。検出された加速度が閾値以上の場合に、逆火判定手段はバーナーの逆火と判定する（バーナーの逆火を検知する）。

10

【００１４】

このように、水素製造装置では、逆火判定手段で、加速度検出手段で検出されたガス供給管の加速度が閾値以上とされた場合のみ、バーナーの逆火であると判定（検知）する。したがって、他の原因による微弱な振動の場合までバーナーの逆火であると誤検知する可能性が抑制され、簡単な構成で精度良くバーナーの逆火を検知することができる。

【００１５】

請求項３記載の水素製造装置は、請求項１又は２項記載の水素製造装置において、前記逆火検知手段で前記バーナーの逆火が検知されると、前記水素製造装置の運転を停止させる運転停止手段を有する。

【００１６】

20

この水素製造装置では、逆火検知手段でバーナーの逆火が検知されると、運転停止手段によって水素製造装置の運転が停止される。これにより、バーナーの逆火が解消される。すなわち、逆火が継続してバーナーが損傷することを防止できる。

【００１７】

請求項４記載の水素製造装置は、請求項３記載の水素製造装置において、前記水素製造装置の運転停止を運転員に報知する報知手段と、前記逆火検知手段で前記バーナーの逆火が検知されると、前記報知手段を駆動させる駆動手段と、をさらに備える。

【００１８】

この水素製造装置では、逆火検知手段によってバーナーの逆火が検知されると、水素製造装置の運転を停止させると共に、駆動手段によって報知手段が駆動される。この結果、報知手段によって逆火による水素製造装置の運転停止が運転員に報知される。したがって、逆火による水素製造装置の運転停止を運転員がいち早く認識することができ、水素製造装置の再起動に迅速に移行することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】本発明の第１実施形態に係る水素製造装置を示した概略構成図である。

【図２】本発明の第１実施形態に係る水素製造装置の多重筒型改質器を示した断面図である。

【図３】本発明の第１実施形態に係る水素製造装置の制御部を示したブロック図である。

【図４】本発明の第２実施形態に係る水素製造装置の制御部を示したブロック図である。

40

【発明を実施するための形態】

【００２０】

〔第１実施形態〕

本発明の第１実施形態に係る水素製造装置の一例を図１～図３に従って説明する。

【００２１】

水素製造装置１０は、図１に示すように、炭化水素（都市ガス）から水蒸気改質した改質ガスを生成する多重筒型改質器（以下、「改質器」という場合がある）１２と、改質ガスを圧縮する圧縮機８０と、圧縮された改質ガスから不純物を除去して水素ガスを精製する水素精製器９０と、を備えている。また、水素製造装置１０は、圧縮機８０の上流側、下流側でそれぞれ改質ガスから水分を分離・除去する昇圧前水分離部５０、昇圧後水分離部

50

60と、を備えると共に、改質器12の後述する燃焼排ガスから水分を分離・除去する燃焼排ガス水分離部70を備えている。

【0022】

なお、この水素製造装置10は、炭化水素原料から水素を製造するものであり、本実施形態では、炭化水素原料の一例としてメタンを主成分とする都市ガスが用いられる場合について説明する。

【0023】

(多重筒型改質器)

多重筒型改質器12は、図2に示すように、多重に配置された複数の筒状壁21、22、23、24(以下、「筒状壁21~24」という場合がある)を有している。複数の筒状壁21~24は、例えば円筒状や楕円筒状に形成される。複数の筒状壁21~24のうち内側から一番目の筒状壁21の内部には、燃焼室25が形成されており、この燃焼室25の上部には、バーナー26が下向きに配置されている。このバーナー26には、オフガス還流管100から水素精製器90のオフガスが燃料として供給可能とされている。この多重筒型改質器12は、改質器の一例である。さらに、この燃焼室25の上端部には、外部から燃焼用空気を供給するための空気供給管40が接続されている。バーナー26には、さらに都市ガスが原料供給管33から分岐された原料分岐管33Aが接続されている。原料分岐管33Aには、空気供給管40から分岐された空気分岐管40Aが接続されている。バーナー26には、都市ガスに空気が混合された気体が、オフガスとは別に供給される。燃焼用のオフガスと都市ガスは、いずれか一方、または両方が、必要に応じて供給可能とされている。なお、オフガス還流管100、原料分岐管33A、空気供給管40、空気分岐管40Aが「ガス供給管」に相当する。

【0024】

一番目の筒状壁21と二番目の筒状壁22との間には、燃焼排ガス流路27が形成されている。燃焼排ガス流路27の下端部は、燃焼室25と連通されており、燃焼排ガス流路27の上端部には、ガスを排出するためのガス排出管28が接続されている。燃焼室25から排出された燃焼排ガスは、燃焼排ガス流路27を下側から上側に流れ、ガス排出管28を通じて燃焼排ガス水分離部70へ送出される構成である。

【0025】

また、二番目の筒状壁22と三番目の筒状壁23との間には、第1流路31が形成されている。この第1流路31の上部は、予熱流路32として形成されており、この予熱流路32の上端部には、都市ガスを供給するための原料供給管33と、改質用水を供給するための改質用水供給管34とが接続されている。さらに、二番目の筒状壁22と三番目の筒状壁23との間には、螺旋部材35が設けられており、この螺旋部材35により、予熱流路32は、螺旋状に形成されている。原料供給管33は、流路管の一例である。

【0026】

予熱流路32には、都市ガスが原料供給管33から供給可能とされ、さらに、改質用水が改質用水供給管34から供給可能とされている。都市ガス及び改質用水は、予熱流路32を上側から下側に流れ、二番目の筒状壁22を介して燃焼排ガスと熱交換され水が気化される構成である。この予熱流路32では、都市ガス及び気相の改質用水(水蒸気)が混合されることにより、混合ガスが生成される構成である。

【0027】

また、第1流路31における予熱流路32の下側には、改質触媒層36が設けられており、予熱流路32にて生成された混合ガスは、改質触媒層36へ供給される構成である。改質触媒層36では、燃焼排ガス流路27を流れる燃焼排ガスからの熱を受け、混合ガスが水蒸気改質反応することによって、水素を主成分とする改質ガスが生成される構成である。

【0028】

さらに、三番目の筒状壁23と四番目の筒状壁24との間には、第2流路42が形成されている。第2流路42の下端部は、第1流路31の下端部と連通されている。第2流路42の下部は、改質ガス流路43として形成されており、第2流路42の上端部には、改質

10

20

30

40

50

ガス排出管 44 が接続されている。

【0029】

また、第2流路 42 における改質ガス流路 43 よりも上側には、CO 変成触媒層 45 が設けられており、改質触媒層 36 にて生成された改質ガスは、改質ガス流路 43 を通過した後、CO 変成触媒層 45 へ供給される構成である。CO 変成触媒層 45 では、改質ガスに含まれる一酸化炭素と水蒸気が反応して、水素と二酸化炭素に変換され、一酸化炭素が低減可能とされている。

【0030】

さらに、CO 変成触媒層 45 の上側には、酸化剤ガス供給管 46 が接続されており、第2流路 42 における CO 変成触媒層 45 よりも上側には、CO 選択酸化触媒層 47 が設けられている。酸化剤ガス供給管 46 を通じて取り入れられた酸化剤ガス、及び、CO 変成触媒層 45 を通過した改質ガスは、CO 選択酸化触媒層 47 へ供給される構成である。CO 選択酸化触媒層 47 では、例えば白金やルテニウム等の貴金属触媒上で一酸化炭素が酸素と反応して二酸化炭素に変換され、一酸化炭素が除去可能とされている。CO 変成触媒層 45 及び CO 選択酸化触媒層 47 で一酸化炭素が低減された改質ガス G1 は、改質ガス排出管 44 を通じて排出される構成である。なお、CO 選択酸化触媒層 47 は、必須ではなく設けない構成とすることもできる。

【0031】

多重筒型改質器 12 において生成された改質ガスは、図 1 に示すように、昇圧前水分離部 50、圧縮機 80、昇圧後水分離部 60、及び水素精製器 90 をこの順番で流れる。つまり、ガスの流れ方向において、上流側から下流側に、多重筒型改質器 12、昇圧前水分離部 50、圧縮機 80、昇圧後水分離部 60、及び水素精製器 90 がこの順番で配置されている。

【0032】

(昇圧前水分離部)

昇圧前水分離部 50 には、多重筒型改質器 12 から改質ガス G1 を流入させる改質ガス排出管 44 の下流端が接続されている。昇圧前水分離部 50 の底部には水回収管 59 が接続され、昇圧前水分離部 50 の上部には連絡流路管 56 が接続されている。改質ガス G1 は、昇圧前水分離部 50 の上流の改質ガス排出管 44 に配置された熱交換器 HE1 において、冷却水との熱交換による冷却により水が凝縮されて分離され、昇圧前水分離部 50 の下部に水（液相）が貯留可能とされている。当該水（液相）は、水回収管 59 へ送出される構成である。水が凝縮された後の改質ガス G2 は、連絡流路管 56 へ送出される構成である。

【0033】

(圧縮機)

圧縮機 80 には、昇圧前水分離部 50 からの改質ガス G2 が流れる連絡流路管 56 と、昇圧後水分離部 60 へ供給される改質ガス G2 が流れる連絡流路管 66 とが接続されている。圧縮機 80 は、昇圧前水分離部 50 から供給された大気圧の改質ガスを圧縮し、昇圧後水分離部 60 へ供給可能とされている。

【0034】

(昇圧後水分離部)

昇圧後水分離部 60 には、圧縮機 80 から改質ガス G2 を流入させる連絡流路管 66 の下流端が接続されている。昇圧後水分離部 60 の底部には水回収管 69 が接続され、昇圧後水分離部 60 の上部には連絡流路管 68 が接続されている。改質ガス G2 は、昇圧後水分離部 60 の上流の連絡流路管 66 に配置された熱交換器 HE2 において、冷却水との熱交換による冷却により水が凝縮されて分離され、昇圧後水分離部 60 の下部に水（液相）が貯留可能とされている。当該水（液相）は、水回収管 69 へ送出される構成である。水が凝縮された後の改質ガス G3 は、連絡流路管 68 へ送出される構成である。

【0035】

(水素精製器)

水素精製器 90 には、昇圧後水分離部 60 からの改質ガス G3 が流れる連絡流路管 68 の下流端と、多重筒型改質器 12 へ供給される水素精製器 90 のオフガスが流れるオフガス還流管 100 の上流端とが接続されている。

【0036】

水素精製器 90 は、一例として、PSA 装置が使用されている。この水素精製器 90 では、一对の吸着槽を備え、一方の吸着槽で吸着剤に不純物を吸着させる吸着工程を行い、他方の吸着槽で吸着剤に吸着した不純物を脱着させる脱着工程を行い、次に一方の吸着層で脱着工程、他方の吸着層で吸着工程を行う。これを周期的に繰り返すことで、改質ガス G3 を水素と可燃ガスを含む不純物とに連続的に分離して、水素が精製される構成である。精製された水素は、水素供給配管 92 へ送出され、不図示のタンクへ貯留される、あるいは水素供給ラインへ送出可能とされている。

10

【0037】

水素精製器 90 のオフガスは、オフガス還流管 100 を介して多重筒型改質器 12 の燃焼室 25 に設けられたバーナー 26（図 2 参照）へ燃料として供給可能とされている。

【0038】

（燃焼排ガス分離部）

燃焼排ガス水分離部 70 には、燃焼排ガス流路 27 から燃焼排ガスを導くガス排出管 28 の下流端が接続されている。燃焼排ガス水分離部 70 の底部には水回収管 78 が接続され、燃焼排ガス水分離部 70 の上部にはガス排出管 76 が接続されている。燃焼室 25 から排出される燃焼排ガスは、燃焼排ガス水分離部 70 の上流のガス排出管 28 に配置された熱交換器 HE3 において、冷却水との熱交換による冷却により水が凝縮されて分離され、燃焼排ガス水分離部 70 の下部に水（液相）が貯留可能とされている。当該水（液相）は、水回収管 78 へ送出される構成である。水が凝縮された後の燃焼排ガスは、ガス排出管 76 から外部へ排出される構成である。

20

【0039】

水回収管 59、水回収管 69、水回収管 78 の各々の下流端は、改質用水供給管 34 に接続されている。改質用水供給管 34 には、溶存イオン成分を除去するための水処理器（イオン交換樹脂）34A が設けられている。また、改質用水供給管 34 には、外部水供給部 17 が接続されている。外部水供給部 17 からは、例えば純水または市水が供給される。

【0040】

また、改質用水供給管 34 には、ポンプ P1 が設けられている。昇圧前水分離部 50、昇圧後水分離部 60、燃焼排ガス水分離部 70 で分離された水、又は外部水供給部 17 から供給された水は、ポンプ P1 によって多重筒型改質器 12 へ供給される構成である。

30

【0041】

（オフガスタンク）

水素精製器 90 から改質器 12 の燃焼室 25 のバーナー 26 に連通するオフガス還流管 100 の途中には、オフガスタンク 102 が設けられている。水素精製器 90 から送出されたオフガスはオフガスタンク 102 に一旦貯留され、組成・流量が平準化されてバーナー 26 に供給される構成である。

【0042】

なお、このオフガス還流管 100 の少なくとも改質器 12（バーナー 26）側の部分は、図 2 に示すように、可撓性を有する部材から形成されており、その部分に振動検出器 104 が配設されている。なお、可撓性を有する部材から形成されている部分を可撓部分 100A という。

40

【0043】

振動検出器 104 は、オフガス還流管 100 の可撓部分 100A が振動した場合に、可撓部分 100A の加速度を検出し、後述する制御部 106 に出力する構成である。なお、振動検出器 104 が「加速度検出手段」に相当する。

【0044】

（制御部）

50

水素製造装置 10 の制御部 106 は、図 3 に示すように、振動検出器 104 で検出された加速度に基づいて、バーナー 26 における逆火の発生を検知するものである。

【0045】

すなわち、制御部 106 は、振動検出器 104 で検出された加速度と記憶している閾値とを比較し、加速度が閾値以上の場合にバーナー 26 で逆火を生じていると判定（バーナー 26 の逆火を検知）するものである。なお、「加速度が閾値以上の場合にバーナー 26 で逆火を生じていると判定する」には、閾値以上の加速度が所定時間継続した場合にバーナー 26 で逆火を生じていると判定することが含まれる。

【0046】

また、制御部 106 は、バーナー 26 の逆火を検知した場合に、改質器 12、圧縮機 80、水素精製器 90、ポンプ P1 のそれぞれに制御（駆動停止）信号を出力する運転停止部 108 を有する。制御部 106 の運転停止部 108 から駆動停止信号を改質器 12、圧縮機 80、水素精製器 90、ポンプ P1 に出力することによって、水素製造装置 10 の運転を停止可能とされている。ここで、「水素製造装置 10 の運転を停止」とは、改質器 12、圧縮機 80、水素精製器 90、ポンプ P1 のそれぞれが運転を停止することをいう。なお、制御部 106 が「逆火判定手段」に相当する。また、振動検出器 104 及び制御部 106 が「逆火検知手段」に相当する。さらに、運転停止部 108 が「運転停止手段」に相当する。

【0047】

（作用）

次に、水素製造装置 10 の作用について説明する。

【0048】

都市ガスは、原料供給管 33 から多重筒型改質器 12 へ供給される。図 2 に示すように、多重筒型改質器 12 へ供給された都市ガスは、多重筒型改質器 12 の予熱流路 32 で改質用水と混合されつつ加熱され、改質触媒層 36 へ供給される。改質触媒層 36 では、燃焼排ガス流路 27 を流れる燃焼排ガスからの熱を受けて混合ガスが水蒸気改質反応によって、水素を主成分とする改質ガスが生成される。この改質ガスは、改質ガス流路 43 を通って CO 変成触媒層 45 へ供給される。CO 変成触媒層 45 では、改質ガスに含まれる一酸化炭素と水蒸気が反応して、水素と二酸化炭素に変換され、一酸化炭素が低減される。

【0049】

さらに、CO 変成触媒層 45 を通過した改質ガスは、酸化剤ガス供給管 46 から供給される酸化剤ガス（空気）と共に CO 選択酸化触媒層 47 へ供給され、貴金属触媒上で一酸化炭素が酸素と反応して二酸化炭素に変換され、一酸化炭素が除去される。CO 選択酸化触媒層 47 で一酸化炭素が低減された改質ガス G1 は、改質ガス排出管 44 へ送出される。

【0050】

図 1 に示すように、改質ガス G1 は、改質ガス排出管 44 を経て、昇圧前水分離部 50 へ供給される。昇圧前水分離部 50 では、熱交換器 HE1 での熱交換による冷却により凝縮された水が貯留され、水回収管 59 へ送出される。水が分離された改質ガス G2 は、連絡流路管 56 から圧縮機 80 へ供給され、圧縮機 80 によって圧縮される。

【0051】

圧縮された改質ガス G2 は、連絡流路管 66 から昇圧後水分離部 60 へ供給される。昇圧後水分離部 60 では、熱交換器 HE2 での熱交換による冷却により凝縮された水が貯留され、水回収管 69 へ送出される。水が分離された改質ガス G3 は、連絡流路管 68 から水素精製器 90 へ供給される。

【0052】

なお、昇圧前水分離部 50、昇圧後水分離部 60、燃焼排ガス水分離部 70 からそれぞれ水回収管 59、69、78 に送出された水は、改質用水供給管 34 に戻される。ポンプ P1 の駆動により、改質用水供給管 34 から多重筒型改質器 12 に改質用水として供給される。

【0053】

10

20

30

40

50

水素精製器 90 では、改質ガス G3 が水素と不純物であるオフガスとに分離され、水素は水素供給配管 92 へ送出される。送出された水素は、不図示のタンクへ貯留される、あるいは水素供給ラインへ送られたりする。

【0054】

水素精製器 90 からオフガス還流管 100 に送出されたオフガスは、オフガスタンク 102 に一旦貯留され、オフガスの組成や流量が平準化された後、改質器 12 のバーナー 26 に燃料として供給される。

【0055】

多重筒型改質器 12 の燃焼室 25 では、バーナー 26 によってオフガスタンク 102 から供給されたオフガスが燃焼される。燃焼排ガスは、燃焼室 25 からガス排出管 28 を介して燃焼排ガス水分離部 70 へ供給される。燃焼排ガスに含まれる水は、熱交換器 HE3 での熱交換により冷却されて凝縮され、燃焼排ガス水分離部 70 に貯留され、水回収管 78 へ送出される。水が分離された燃焼排ガスは、ガス排出管 76 から外部へ排出される。

【0056】

ところで、改質器 12 の燃焼室 25 に設けられたバーナー 26 では、バーナー 26 に供給される燃焼用ガス（都市ガスやオフガス）の混合比（空燃比）が変動する等の原因により逆火を生ずることがある。

【0057】

この場合に、バーナー 26 に連通されたオフガス還流管 100 の可撓部分 100A が振動する。この際、オフガス還流管 100 の可撓部分 100A に設けられた振動検出器 104 では、可撓部分 100A の振動による加速度を検出し、制御部 106 に出力する。

【0058】

制御部 106 は、振動検出器 104 で検出された加速度と記憶されている閾値とを比較し、加速度が閾値以上の場合にバーナー 26 で逆火が発生したと検知（判定）する。

【0059】

制御部 106 は、バーナー 26 の逆火を検知すると、運転停止部 108 から改質器 12、圧縮機 80、水素精製器 90、ポンプ P1 のそれぞれに駆動停止信号を出力し、これにより水素製造装置 10 の運転が停止される。この結果、バーナー 26 に対する燃焼ガス（都市ガス、オフガス）の供給が停止され、バーナー 26 の逆火も解消（消炎）される。

【0060】

このように、水素製造装置 10 では、オフガス還流管 100 の可撓部分 100A に振動検出器 104 を設けているため、バーナー 26 で逆火を生じた場合、可撓部分 100A の振動による加速度が振動検出器 104 で検出される。制御部 106 では、振動検出器 104 で検出された加速度を閾値と比較することにより、バーナー 26 の逆火の発生を検知することができる。

【0061】

すなわち、水素製造装置 10 は、オフガス還流管 100 の可撓部分 100A を設け、可撓部分 100A に振動検出器 104 を配置する簡単な構成で、バーナー 26 の逆火を容易に検知することができる。

【0062】

また、水素製造装置 10 では、制御部 106 において、振動検出器 104 で検出された加速度が閾値以上か否かに基づいてバーナー 26 の逆火による振動であるか否かを判定している。したがって、制御部 106 において閾値を適切に設定することによって、逆火以外の理由による振動をバーナー 26 の逆火であると誤検知することが抑制され、バーナー 26 の逆火を精度良く検出することができる。

【0063】

さらに、制御部 106 は、バーナー 26 の逆火を検知すると、運転停止部 108 から振動検出器 104 から改質器 12、圧縮機 80、水素精製器 90、ポンプ P1 のそれぞれに駆動停止信号を出力され、水素製造装置 10 の運転が停止されるため、バーナー 26 の逆火が迅速に解消される。これにより、逆火の継続によってバーナー 26 が損傷することが防

10

20

30

40

50

止又は抑制される。

【００６４】

〔第２実施形態〕

本発明の第２実施形態に係る水素製造装置２００について図４を参照して説明する。なお、水素製造装置２００は、水素製造装置１０に警告ランプ、警報発生部、メール送信部を追加したのみなので、該当部分について制御ブロック図のみを用いて説明する。第１実施形態と同様の作用効果を奏する部分についてはその詳細な説明を省略する。

【００６５】

（構成）

図４に示すように、水素製造装置２００は、水素製造装置１０に警告ランプ２０２、警報発生部２０４、メール送信部２０６を追加したものである。

【００６６】

制御部１０６は、振動検出器１０４で検出された加速度に基づいて逆火を検知した場合には、水素製造装置２００に設けられている警告ランプ２０２、警報発生部２０４、メール送信部２０６に制御（駆動）信号を出力する駆動部１１０を有する。駆動部１１０から警告ランプ２０２、警報発生部２０４、メール送信部２０６に駆動信号が出力されることにより、警告ランプの点灯、警報、メールの送信等が行われる構成である。なお、警告ランプ２０２、警報発生部２０４、メール送信部２０６が「報知手段」に相当する。また、駆動部１１０が「駆動手段」に相当する。

【００６７】

警告ランプ２０２は、水素製造装置２００の制御盤等に設けられているものであり、制御部１０６の駆動部１１０から制御信号が入力されると点灯される構成である。

【００６８】

警報発生部２０４は、水素製造装置２００に設けられているものであり、制御部１０６の駆動部１１０から制御信号が入力されると、水素製造装置２００の外部に警報を鳴らす構成である。

【００６９】

メール送信部２０６は、水素製造装置２００に設けられているものであり、制御部１０６の駆動部１１０から制御信号が入力されると、事前に登録された運転員の携帯電話等にバーナー２６の逆火による水素製造装置２００の運転停止を知らせるメール（以下、「運転停止メール」という）を送信する構成である。

【００７０】

（作用）

水素製造装置２００の制御部１０６は、バーナー２６の逆火が検知されると、運転停止部１０８から改質器１２、圧縮機８０、水素精製器９０、ポンプＰ１のそれぞれに駆動停止信号を出力する。これにより、水素製造装置２００の運転が停止され、バーナー２６に対する燃焼ガス（都市ガス、オフガス）の供給が停止され、バーナー２６の逆火が解消される。

【００７１】

また、制御部１０６は、駆動部１１０から警告ランプ２０２、警報発生部２０４、メール送信部２０６のそれぞれに制御（駆動）信号を出力する。

【００７２】

この結果、水素製造装置２００の制御盤に設けられた警告ランプ２０２が点灯される。また、水素製造装置２００の警報が鳴らされる。さらに、運転員の携帯電話に運転停止メールが送信される。

【００７３】

これらにより、運転員が逆火による水素製造装置２００の運転停止をいち早く認識することができ、水素製造装置２００（改質器１２）の再起動までの時間を短縮することができる。

【００７４】

10

20

30

40

50

このように、水素製造装置 200 では、制御部 106 がバーナー 26 の逆火を検知すると、警告ランプ 202、警報発生部 204、メール送信部 206 を駆動する。これにより、バーナー 26 の逆火による水素製造装置 200 の運転停止を運転員がいち早く認識することができ、水素製造装置 200 の再起動に向けた作業に迅速に取り掛かることができる。この結果、水素製造装置 200 の再起動までの時間が短縮される。

【0075】

特に、水素製造装置 200 では、制御部 106 がバーナー 26 の逆火を検知すると、警告ランプ 202 の点灯、警報、運転停止メールの送信の 3 種類の手段で運転員に報知している。したがって、運転員は所在や作業内容に拘らず、逆火による水素製造装置 200 の運転停止を迅速に把握することができ、水素製造装置 200 の再起動までの時間を短縮できる。

10

【0076】

(その他)

なお、水素製造装置 10、200 では、振動検出器 104 で検出したオフガス還流管 100 の可撓部分 100A の振動による加速度が閾値以上か否かによって制御部 106 がバーナー 26 の逆火による振動であるか否かを判定していたが、これに限定するものではない。すなわち、振動検出器 104 で可撓部分 100A の振動を検出し、この検出信号が制御部 106 に入力されるだけで、バーナー 26 の逆火を検知する構成でも良い。この場合には、一層構成が簡略化される。

【0077】

20

また、水素製造装置 10、200 では、制御部 106 でバーナー 26 の逆火を検知した場合に、運転停止部 108 から改質器 12、圧縮機 80、水素精製器 90、ポンプ P1 のそれぞれに駆動停止信号を出力することにより水素製造装置 10、200 の運転を停止させる構成となっていたが、運転員が手動で運転を停止させる構成でも良い。

【0078】

さらに、水素製造装置 10 では、制御部 106 でバーナー 26 の逆火を検知した場合に、運転停止部 108 から改質器 12、圧縮機 80、水素精製器 90、ポンプ P1 のそれぞれに駆動停止信号を出力することにより水素製造装置 10 の運転を停止させる（バーナー 26 の逆火が解消（消炎）される）構成となっていたが、運転停止から所定時間経過後に制御部 106 から改質器 12、圧縮機 80、水素精製器 90、ポンプ P1 のそれぞれに駆動信号を出力して水素製造装置 10 を再起動（リスタート）するように構成しても良い。

30

【0079】

また、第 2 実施形態に係る水素製造装置 200 では、バーナー 26 の逆火による水素製造装置 200 の運転停止の報知手段として、警告ランプ、警報、メールを用いたが、これらのいずれか 1 つでも良いし、2 つでも良い。また、これ以外の手段によって運転員にバーナー 26 の逆火による水素製造装置 200 の運転停止を報知しても良い。

【0080】

さらに、水素製造装置 10、200 では、オフガス還流管 100 に可撓部分 100A を設け、可撓部分 100A に振動検出器 104 を配設したが、オフガス還流管 100 の全体を可撓性を有する管としても良い。

40

【0081】

また、水素製造装置 10、200 では、オフガス還流管 100 に振動検出器 104 を設けたが、バーナー 26 に連通する原料分岐管 33A、空気分岐管 40A、空気供給管 40 のいずれか 1 つを可撓性を有する管に形成し、そこに振動検出器 104 を配設する構成でも良い。

【0082】

さらに、水素製造装置 10、200 では、振動によるオフガス還流管 100（可撓部分 100A）の加速度を検出する振動検出器 104 をオフガス還流管 100 の可撓部分 100A に配設する構成としたが、可撓部分 100A の振動を検出できるものであれば、振動検出器 104 は可撓部分 100A に配設されたものに限定するものではない。例えば、振動

50

検出器は、可撓部分１００Ａから離間された位置に配設されており、可撓部分１００Ａの振動を光学的に検出するものでも良い。

【符号の説明】

【００８３】

１０、２００ 水素製造装置

１２ 多重筒型改質器（改質器）

２５ 燃焼室

２６ バーナー

３３Ａ 原料分岐管（ガス供給管）

４０ 空気供給管（ガス供給管）

４０Ａ 空気分岐管（ガス供給管）

９０ 水素精製器

１００ オフガス還流管（ガス供給管）

１０４ 振動検出器（逆火検知手段、加速度検出手段）

１０６ 制御部（逆火検知手段、逆火判定手段）

１０８ 運転停止部（運転停止主段）

１１０ 駆動部（駆動手段）

２０２ 警告ランプ（報知手段）

２０４ 警報発生部（報知手段）

２０６ メール送信部（報知手段）

10

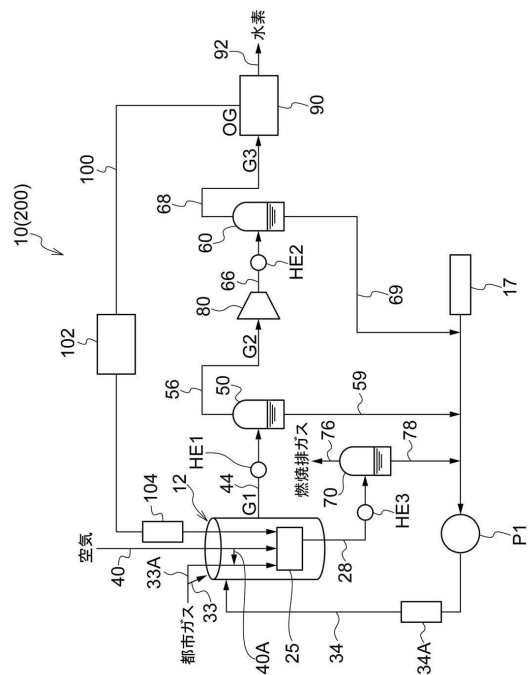
20

30

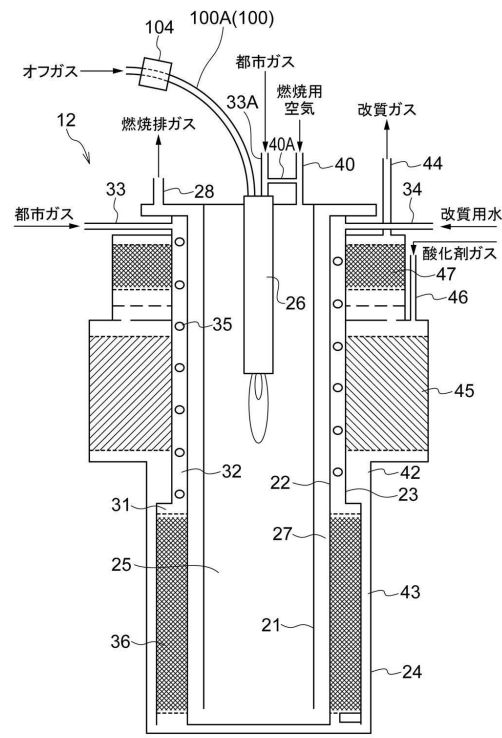
40

50

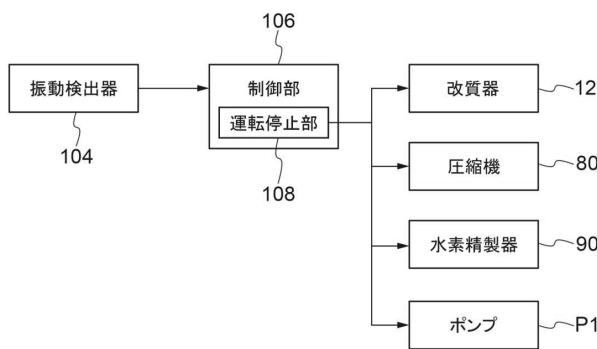
【図面】
【図 1】



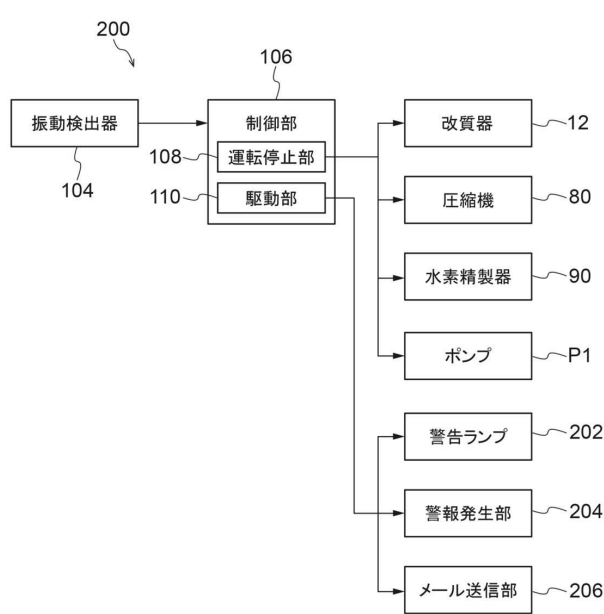
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第03／010846 (WO, A1)
 特開2004-286285 (JP, A)
 特開2006-162092 (JP, A)
 特開2005-129536 (JP, A)
 特開2009-242132 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 C01B 3／00
 F24C