

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7042479号

(P7042479)

(45)発行日 令和4年3月28日(2022.3.28)

(24)登録日 令和4年3月17日(2022.3.17)

(51)国際特許分類

F I

B 0 1 J	35/02	(2006.01)	B 0 1 J	35/02	J
B 0 1 J	21/06	(2006.01)	B 0 1 J	21/06	A
B 0 1 J	21/20	(2006.01)	B 0 1 J	21/20	A
B 0 1 J	38/04	(2006.01)	B 0 1 J	38/04	A
B 0 1 D	53/94	(2006.01)	B 0 1 D	53/94	2 8 0

請求項の数 22 (全17頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-4338(P2018-4338)
 (22)出願日 平成30年1月15日(2018.1.15)
 (65)公開番号 特開2019-122908(P2019-122908
 A)
 (43)公開日 令和1年7月25日(2019.7.25)
 審査請求日 令和2年12月25日(2020.12.25)

(73)特許権者 501204525
 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技
 術研究所
 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
 (74)代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72)発明者 岸 武行
 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国
 立研究開発法人 海上・港湾・航空技術
 研究所内
 (72)発明者 西尾 澄人
 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国
 立研究開発法人 海上・港湾・航空技術
 研究所内
 (72)発明者 栗原 敏郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 未燃メタンガスの処理方法及び未燃メタンガス処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

メタンガスを燃焼させる燃焼手段の排気ガスの排気流路に前記燃焼手段からの未燃メタンガスを分解する光触媒を設け、光の照射下で前記光触媒により前記排気ガス中の水と前記未燃メタンガスとを水素と二酸化炭素とに変換させ、前記光触媒で変換できなかった二次未燃メタンガスと前記水素とを前記光触媒の下流側に設けた酸化触媒に導入して前記水素の酸化に伴う発熱を利用して前記二次未燃メタンガスを酸化処理することを特徴とする未燃メタンガスの処理方法。

【請求項2】

請求項1に記載の未燃メタンガスの処理方法であって、前記メタンガスは、前記燃焼手段における燃焼対象のガスの一部であることを特徴とする未燃メタンガスの処理方法。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の未燃メタンガスの処理方法であって、前記光触媒の触媒量が、前記酸化触媒の触媒量よりも大きいことを特徴とする未燃メタンガスの処理方法。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の未燃メタンガスの処理方法であって、前記光触媒は酸化チタンを含み、前記酸化触媒は貴金属を含むことを特徴とする未燃メタンガスの処理方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガスの処理方法であって、前記二次未燃メタンガスの量が前記未燃メタンガスの量の 1 / 2 以下となるように前記光触媒において処理することを特徴とする未燃メタンガスの処理方法。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガスの処理方法であって、前記排気流路に配置された前記光触媒よりも上流側において、前記排気ガスに含まれる前記光触媒での処理にとって有害な物質を予め処理して前記光触媒に導入することを特徴とする未燃メタンガスの処理方法。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガスの処理方法であって、前記光触媒を前記酸化触媒の上流側と下流側に設け、前記未燃メタンガスの処理に伴って劣化した上流側の前記光触媒を下流側の前記光触媒と入れ替えて前記酸化触媒における発熱を利用して再生することを特徴とする未燃メタンガスの処理方法。

10

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガスの処理方法であって、前記燃焼手段の起動時及び停止時の少なくとも一方において、前記排気ガスが前記光触媒を通らないようにバイパスさせる、又は、前記光触媒を一時的に加熱することを特徴とする未燃メタンガスの処理方法。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガスの処理方法であって、前記酸化触媒の温度が所定温度以下である場合に補助的に前記酸化触媒を加熱することを特徴とする未燃メタンガスの処理方法。

20

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガスの処理方法であって、前記二次未燃メタンガスの濃度、前記光触媒の性能、前記酸化触媒の性能のいずれか 1 つ以上を検出し、当該検出結果に応じた処理を行うことを特徴とする未燃メタンガスの処理方法。

【請求項 11】

メタンガスを燃焼させる燃焼手段の排気ガスの排気流路に設けられ、前記燃焼手段からの前記排気ガス中の水と未燃メタンガスとを光の照射下において水素と二酸化炭素とに変換可能にする光触媒と、
前記光触媒に前記光を照射する光照射手段と、
前記排気流路における前記光触媒の下流側に設けられ、前記光触媒からの二次未燃メタンガスと前記水素とを酸化処理する酸化触媒と
を備え、

30

前記光触媒は、鏡面処理された金属基板の表面に触媒を配置し筒状にした構成とし、
前記酸化触媒における前記水素の酸化に伴う発熱により前記酸化触媒を昇温して前記二次未燃メタンガスを処理することを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記燃焼手段は、燃焼対象としてメタンガスを含む天然ガスを用いることを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

40

【請求項 13】

請求項 11 又は 12 に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記光触媒の触媒量は、前記酸化触媒の触媒量より大きいことを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

【請求項 14】

請求項 11 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記光触媒は、酸化チタンを含み、前記酸化触媒は、貴金属を含むことを特徴とする未燃

50

メタンガス処理装置。

【請求項 15】

請求項 11 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記光触媒における処理によって前記光触媒より下流の前記二次未燃メタンガスの量が前記光触媒より上流の前記未燃メタンガスの量の $1/2$ 以下となるように、前記光触媒の触媒量及び前記光触媒に導入される光量の少なくとも一方が調整されていることを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

【請求項 16】

請求項 11 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記排気流路における前記光触媒よりも上流側に、前記排気ガスに含まれる前記光触媒での処理にとって有害な物質を予め処理する有害物質処理手段を備えることを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

10

【請求項 17】

請求項 11 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記光触媒を第 1 の光触媒として、前記第 1 の光触媒に加えて、前記酸化触媒の下流側に第 2 の光触媒が設けられ、
前記第 1 の光触媒と前記第 2 の光触媒との位置関係を切り替える切替手段を備え、
前記切替手段によって前記第 1 の光触媒を前記第 2 の光触媒と入れ替えて前記酸化触媒における発熱を利用して再生することを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

【請求項 18】

請求項 11 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記燃焼手段の起動時及び停止時の少なくとも一方において、前記排気ガスが前記光触媒を通らないようにバイパスさせるバイパス手段、又は、前記光触媒を一時的に加熱する加熱手段を備えることを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

20

【請求項 19】

請求項 11 ~ 18 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記酸化触媒の温度が所定温度以下である場合に補助的に前記酸化触媒を加熱する補助加熱手段を備えることを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

【請求項 20】

請求項 11 ~ 19 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記二次未燃メタンガスの濃度を検出する濃度検出手段、前記光触媒の性能を検出する光触媒性能検出手段、前記酸化触媒の性能を検出する酸化触媒性能検出手段のいずれか 1 つ以上を備え、当該検出結果に応じた処理を行うことを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

30

【請求項 21】

請求項 11 ~ 20 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記光照射手段は、発光ダイオードを含むことを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

【請求項 22】

請求項 11 ~ 21 のいずれか 1 項に記載の未燃メタンガス処理装置であって、
前記光照射手段は、複数の波長の光を出射することを特徴とする未燃メタンガス処理装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、未燃メタンガスの処理方法及び未燃メタンガス処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスエンジンの排気ガスには燃え残りである未燃メタンガスが多く含まれている。メタンガスの地球温暖化係数は二酸化炭素の数十倍と高く、大気にはなるべく放出しない方がよいと考えられる。未燃メタンガスの処理方法としては、一般的に酸化触媒が用いられる。(特許文献 1)

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2015-48780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、ガスエンジンの排気ガス温度がおおかた400以下である一方、酸化触媒によるメタンガスの酸化処理は一般的に400を超える高温でないと効率が低い。したがって、ガスエンジンの未燃メタンガスの酸化触媒による処理について効率が低いという課題がある。

10

【0005】

本発明は、排気ガスに含まれる未燃焼のメタンガスを、排気ガス温度が低くても効率的に除去する未燃メタンガスの処理方法及び未燃メタンガス処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の請求項1に係る未燃メタンガスの処理方法は、メタンガスを燃焼させる燃焼手段の排気ガスの排気流路に前記燃焼手段からの未燃メタンガスを分解する光触媒を設け、光の照射下で前記光触媒により前記排気ガス中の水と前記未燃メタンガスとを水素と二酸化炭素とに変換させ、前記光触媒で変換できなかった二次未燃メタンガスと前記水素とを前記光触媒の下流側に設けた酸化触媒に導入して前記水素の酸化に伴う発熱を利用して前記二次未燃メタンガスを酸化処理することを特徴とする。

20

【0007】

ここで、前記メタンガスは、前記燃焼手段における燃焼対象のガスの一部であることが好適である。なお、前記燃焼対象のガスには、前記メタンガス以外にエタンガス、ブタンガス、プロパンガス等を含んでもよい。

【0008】

また、前記光触媒の触媒量が、前記酸化触媒の触媒量よりも大きいことが好適である。なお、触媒量とは、光触媒及び酸化触媒の体積、重量、表面積のいずれかの量を指す。

【0009】

また、前記光触媒は酸化チタンを含み、前記酸化触媒は貴金属を含むことが好適である。ただし、これらの組み合わせに限定されるものではない。前記酸化触媒として使用される貴金属は、白金やパラジウム等を含むことが好適である。

30

【0010】

また、前記二次未燃メタンガスの量が前記未燃メタンガスの量の1/2以下となるように前記光触媒において処理することが好適である。

【0011】

また、前記排気流路に配置された前記光触媒よりも上流側において、前記排気ガスに含まれる前記光触媒での処理にとって有害な物質を予め処理して前記光触媒に導入することが好適である。例えば、排気ガスに含まれる微粒子(PM)を処理するためのDPF(微粒子処理フィルタ)を設けることが好適である。

40

【0012】

また、前記光触媒を前記酸化触媒の上流側と下流側に設け、前記未燃メタンガスの処理に伴って劣化した上流側の前記光触媒を下流側の前記光触媒と入れ替えて前記酸化触媒における発熱を利用して再生することが好適である。

【0013】

また、前記燃焼手段の起動時及び停止時の少なくとも一方において、前記排気ガスが前記光触媒を通らないようにバイパスさせる、又は、前記光触媒を一時的に加熱することが好適である。

【0014】

50

また、前記酸化触媒の温度が所定温度以下である場合に補助的に前記酸化触媒を加熱することが好適である。

【0015】

また、前記二次未燃メタンガスの濃度、前記光触媒の性能、前記酸化触媒の性能のいずれか1つ以上を検出し、当該検出結果に応じた処理を行うことが好適である。

【0016】

本発明の請求項11に係る未燃メタンガス処理装置は、メタンガスを燃焼させる燃焼手段の排気ガスの排気流路に設けられ、前記燃焼手段からの前記排気ガス中の水と未燃メタンガスとを光の照射下において水素と二酸化炭素とに変換可能にする光触媒と、前記光触媒に前記光を照射する光照射手段と、前記排気流路における前記光触媒の下流側に設けられ、前記光触媒からの二次未燃メタンガスと前記水素とを酸化処理する酸化触媒とを備え、前記光触媒は、鏡面処理された金属基板の表面に触媒を配置し筒状にした構成とし、前記酸化触媒における前記水素の酸化に伴う発熱により前記酸化触媒を昇温して前記二次未燃メタンガスを処理することを特徴とする。

10

【0017】

ここで、前記燃焼手段は、燃焼対象としてメタンガスを含む天然ガスを用いることが好適である。なお、前記燃焼対象のガスには、前記メタンガス以外にエタンガス、ブタンガス、プロパンガス等を含んでもよい。

【0018】

また、前記光触媒の触媒量は、前記酸化触媒の触媒量より大きいことが好適である。

20

【0019】

また、前記光触媒は、酸化チタンを含み、前記酸化触媒は、貴金属を含むことが好適である。ただし、これらの組み合わせに限定されるものではない。前記酸化触媒として使用される貴金属は、白金やパラジウム等を含むことが好適である。

【0020】

また、前記光触媒における処理によって前記光触媒より下流の前記二次未燃メタンガスの量が前記光触媒より上流の前記未燃メタンガスの量の1/2以下となるように、前記光触媒の触媒量及び前記光触媒に導入される光量の少なくとも一方が調整されていることが好適である。

【0021】

また、前記排気流路における前記光触媒よりも上流側に、前記排気ガスに含まれる前記光触媒での処理にとって有害な物質を予め処理する有害物質処理手段を備えることが好適である。例えば、有害物質処理手段として、排気ガスに含まれる微粒子(PM)を処理するためのDPF(微粒子処理フィルタ)を設けることが好適である。

30

【0022】

また、前記光触媒を第1の光触媒として、前記第1の光触媒に加えて、前記酸化触媒の下流側に第2の光触媒が設けられ、前記第1の光触媒と前記第2の光触媒との位置関係を切り替える切替手段を備え、前記切替手段によって前記第1の光触媒を前記第2の光触媒と入れ替えて前記酸化触媒における発熱を利用して再生することが好適である。

【0023】

また、前記燃焼手段の起動時及び停止時の少なくとも一方において、前記排気ガスが前記光触媒を通らないようにバイパスさせるバイパス手段、又は、前記光触媒を一時的に加熱する加熱手段を備えることが好適である。

40

【0024】

また、前記酸化触媒の温度が所定温度以下である場合に補助的に前記酸化触媒を加熱する補助加熱手段を備えることが好適である。

【0025】

また、前記二次未燃メタンガスの濃度を検出する濃度検出手段、前記光触媒の性能を検出する光触媒性能検出手段、前記酸化触媒の性能を検出する酸化触媒性能検出手段のいずれか1つ以上を備え、当該検出結果に応じた処理を行うことが好適である。

50

【 0 0 2 6 】

前記光照射手段は、発光ダイオードを含むことが好適である。また、前記光照射手段は、複数の波長の光を出射することが好適である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 8 】

本発明の請求項 1 に係る未燃メタンガスの処理方法によれば、メタンガスを燃焼させる燃焼手段の排気ガスの排気流路に前記燃焼手段からの未燃メタンガスを分解する光触媒を設け、光の照射下で前記光触媒により前記排気ガス中の水と前記未燃メタンガスとを水素と二酸化炭素とに変換させ、前記光触媒で変換できなかった二次未燃メタンガスと前記水素とを前記光触媒の下流側に設けた酸化触媒に導入して前記水素の酸化に伴う発熱を利用して前記二次未燃メタンガスを酸化処理することによって、消費エネルギーを抑制しつつ、燃焼手段からの温度の低い排気ガス中の未燃メタンガスを効率的に低減することができる。

10

【 0 0 2 9 】

また、前記メタンガスは、前記燃焼手段における燃焼対象のガスの一部であることによって、天然ガス等に含まれる未燃メタンガスを処理対象とすることができる。

【 0 0 3 0 】

また、前記光触媒の触媒量が、前記酸化触媒の触媒量よりも大きいことによって、より高価な前記酸化触媒の使用量を減らしつつ、未燃メタンガスの排出量を低減することができる。

【 0 0 3 1 】

また、前記光触媒は酸化チタンを含み、前記酸化触媒は貴金属を含むことによって、前記光触媒によって未燃メタンガスと水とを効率的に水素と二酸化炭素に変換することができ、前記酸化触媒における水素の酸化による加熱効果により未燃メタンガスの処理能力を高めることができる。

20

【 0 0 3 2 】

また、前記二次未燃メタンガスの量が前記未燃メタンガスの量の 1 / 2 以下となるように前記光触媒において処理することによって、未燃メタンガスの排出量を十分に低減することができる。

【 0 0 3 3 】

また、前記排気流路に配置された前記光触媒よりも上流側において、前記排気ガスに含まれる前記光触媒での処理にとって有害な物質を予め処理して前記光触媒に導入することによって、前記光触媒の性能の低下を抑制することができる。

30

【 0 0 3 4 】

また、前記光触媒を前記酸化触媒の上流側と下流側に設け、前記未燃メタンガスの処理に伴って劣化した上流側の前記光触媒を下流側の前記光触媒と入れ替えて前記酸化触媒における発熱を利用して再生することによって、処理を停止させることなく、劣化した前記光触媒を再生させることができる。

【 0 0 3 5 】

また、前記燃焼手段の起動時及び停止時の少なくとも一方において、前記排気ガスが前記光触媒を通らないようにバイパスさせる、又は、前記光触媒を一時的に加熱することによって、前記排気ガスによる前記光触媒の性能の劣化を避けることができる。

40

【 0 0 3 6 】

また、前記酸化触媒の温度が所定温度以下である場合に補助的に前記酸化触媒を加熱することによって、前記光触媒からの水素の供給による前記酸化触媒の温度の上昇が不十分である場合でも前記酸化触媒における未燃メタンガスの処理能力を高めることができる。

【 0 0 3 7 】

また、前記二次未燃メタンガスの濃度、前記光触媒の性能、前記酸化触媒の性能のいずれか 1 つ以上を検出し、当該検出結果に応じた処理を行うことによって、実際の処理能力の変化に応じた最適な処理を適用することができる。

【 0 0 3 8 】

50

本発明の請求項 11 に係る未燃メタンガス処理装置によれば、メタンガスを燃焼させる燃焼手段の排気ガスの排気流路に設けられ、前記燃焼手段からの前記排気ガス中の水と未燃メタンガスとを光の照射下において水素と二酸化炭素とに変換可能にする光触媒と、前記光触媒に前記光を照射する光照射手段と、前記排気流路における前記光触媒の下流側に設けられ、前記光触媒からの二次未燃メタンガスと前記水素とを酸化処理する酸化触媒とを備え、前記光触媒は、鏡面処理された金属基板の表面に触媒を配置し筒状にした構成とし、前記酸化触媒における前記水素の酸化に伴う発熱により前記酸化触媒を昇温して前記二次未燃メタンガスを処理することによって、消費エネルギーを抑制しつつ、燃焼手段からの温度の低い排気ガス中の未燃メタンガスを効率的に低減することができる。また、前記光触媒は、表面に触媒が設けられ鏡面処理された金属基板を筒状にした構成を備えること
によって、筒状内に排気ガスを導入することで未燃メタンガスを効果的に処理することができる。

10

【0039】

また、前記燃焼手段は、燃焼対象としてメタンガスを含む天然ガスを用いることによって、天然ガス等に含まれる未燃メタンガスを処理対象とすることができる。

【0040】

また、前記光触媒の触媒量は、前記酸化触媒の触媒量より大きいことによって、より高価な前記酸化触媒の使用量を減らしつつ、未燃メタンガスの排出量を低減することができる。

【0041】

また、前記光触媒は、酸化チタンを含み、前記酸化触媒は、貴金属を含むことによって、前記光触媒によって未燃メタンガスと水とを効率的に水素と二酸化炭素に変換することができ、前記酸化触媒における水素の酸化による加熱効果により未燃メタンガスの処理能力を高めることができる。

20

【0042】

また、前記光触媒における処理によって前記光触媒より下流の前記二次未燃メタンガスの量が前記光触媒より上流の前記未燃メタンガスの量の 1 / 2 以下となるように、前記光触媒の触媒量及び前記光触媒に導入される光量の少なくとも一方が調整されていること
によって、未燃メタンガスの排出量を十分に低減することができる。

【0043】

また、前記排気流路における前記光触媒よりも上流側に、前記排気ガスに含まれる前記光触媒での処理にとって有害な物質を予め処理する有害物質処理手段を備えることによって、前記光触媒の性能の低下を抑制することができる。

30

【0044】

また、前記光触媒を第 1 の光触媒として、前記第 1 の光触媒に加えて、前記酸化触媒の下流側に第 2 の光触媒が設けられ、前記第 1 の光触媒と前記第 2 の光触媒との位置関係を切り替える切替手段を備え、前記切替手段によって前記第 1 の光触媒を前記第 2 の光触媒と入れ替えて前記酸化触媒における発熱を利用して再生することによって、処理を停止させることなく、劣化した前記光触媒を再生させることができる。

【0045】

また、前記燃焼手段の起動時及び停止時の少なくとも一方において、前記排気ガスが前記光触媒を通らないようにバイパスさせるバイパス手段、又は、前記光触媒を一時的に加熱する加熱手段を備えることによって、前記排気ガスによる前記光触媒の性能の劣化を避けることができる。

40

【0046】

また、前記酸化触媒の温度が所定温度以下である場合に補助的に前記酸化触媒を加熱する補助加熱手段を備えることによって、前記光触媒からの水素の供給による前記酸化触媒の温度の上昇が不十分である場合でも前記酸化触媒における未燃メタンガスの処理能力を高めることができる。

【0047】

また、前記二次未燃メタンガスの濃度を検出する濃度検出手段、前記光触媒の性能を検出

50

する光触媒性能検出手段、前記酸化触媒の性能を検出する酸化触媒性能検出手段のいずれか1つ以上を備え、当該検出結果に応じた処理を行うことによって、実際の処理能力の変化に応じた最適な処理を適用することができる。

【0048】

前記光照射手段は、発光ダイオードを含むことによって、エネルギー消費を低く抑えつつ、前記光触媒における反応を実現することができる。また、前記光照射手段は、複数の波長の光を出射することによって、排気ガスの成分による光の吸収による影響を低減し、前記光触媒への入射光強度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明の実施の形態における未燃メタンガス処理装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態における光触媒槽の構成を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態における光照射手段の構成を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態における光照射手段の別例の構成を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態における光照射手段の別例を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態における光照射手段の内部多重反射の作用を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態における未燃メタンガス処理装置の構成例を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態における未燃メタンガス処理装置の構成例を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態における未燃メタンガス処理装置の構成例を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態における未燃メタンガス処理装置の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0051】

本発明の実施の形態における未燃メタンガス処理装置100は、図1の構成ブロック図に示すように、有害物質処理手段102、光触媒槽104、光照射手段106、酸化触媒槽108及び制御手段110を含んで構成される。

【0052】

未燃メタンガス処理装置100は、メタンガスを含む燃料を燃焼させる燃焼手段200から排出される排気ガスを処理するために使用される。燃焼手段200は、メタンガスを含む燃料を燃焼させるものであれば特に限定されるものではないが、例えば、天然ガスを燃焼させるガスエンジンとすることができる。ガスエンジンから排出される排気ガスの温度は、概ね400以下である。

【0053】

有害物質処理手段102は、後述する光触媒槽104での処理にとって有害な物質を予め処理する手段である。ただし、有害物質処理手段102は、必須の構成ではなく、必要に応じて設ければよい。

【0054】

燃焼手段200をガスエンジンとした場合、運転状況によってはガラスや鏡面処理された金属板を曇らせる原因となる微粒子が発生する可能性がある。ガスエンジンの排気ガスは、ディーゼルエンジンの排気ガスに比べ微粒子は少なく、ガラスや鏡面処理された金属板を曇らせる要因は少ない。しかしながら、少量ではあるが沸点の高い炭化水素系物質が含まれ、これらが経年劣化的にガラスや鏡面処理された金属板に付着し曇らせる要因になり得る。一方、沸点が高い、すなわち、分子量の大きい炭化水素は酸化触媒により比較的容易に分解される。したがって、排気流路において光触媒槽104の上流側に有害物質処理手段102として小型の酸化触媒槽を設置することで、ガラスや鏡面処理された金属板を曇らせるおそれのある分子量の大きい炭化水素を予め除去する構成としてもよい。

【0055】

また、未燃メタンガス処理装置100は、燃焼手段200がデュアルフュエルエンジンである構成においても適用可能である。ただし、後述する酸化触媒槽108は排気ガス中の硫黄により被毒するため、液体燃料は硫黄分を極力含まないものを使用することが好適である。また、液体燃料が燃焼すると微粒子を生じやすいため、光触媒槽104の上流側に

10

20

30

40

50

D P F（微粒子処理フィルタ）等の除塵装置等からなる有害物質処理手段 1 0 2 を取付けて、微粒子を除去することが好適である。さらに、液体燃料を拡散燃焼方式で燃焼させる構成である場合、予混合燃焼方式よりも窒素酸化物（ NO_x ）が多く排気ガスに含まれるので、必要に応じて光触媒槽 1 0 4 の下流側に S C R 等の脱硝装置を取り付けることが好適である。

【 0 0 5 6 】

光触媒槽 1 0 4 は、光触媒体を備え、光触媒体の触媒作用によって燃焼手段 2 0 0 において未燃であったメタンガス（以下、未燃メタンガスという）を含む排気ガス进行处理する。具体的には、光触媒体に光を当てつつ燃焼手段 2 0 0 の排気ガスを通すことで、燃焼手段 2 0 0 の排気ガスに含まれる水と未燃焼のメタンガスとを反応させて水素と二酸化炭素を生成する。光触媒により水とメタンガスとを水素と二酸化炭素に変換させる技術は、例えば、「スマートプロセス学会誌第 2 巻 6 号（一部）」等に記載されているように既存である。なお、水は燃焼手段 2 0 0 の排気ガス中に充分含まれている（一般的に、メタンガスの濃度の 1 0 倍以上）。

10

【 0 0 5 7 】

図 2 は、光触媒槽 1 0 4 の構成例を示す図である。なお、図 2 において、構成を分かり易く示すために各部の寸法は実際のものとは異なる場合がある。光触媒槽 1 0 4 は、基板 1 0 及び光触媒体 1 2 を含んで構成される。基板 1 0 は、光触媒体 1 2 を機械的に支持する部材である。基板 1 0 は、例えば、ステンレス等の金属、プラスチック、ガラス等によって構成することができる。ただし、耐熱性や伝熱性を考慮すると金属を用いることが好適である。本実施の形態では、両面が鏡面研磨された金属板とする。光触媒体 1 2 は、これに限定されるものではないが、酸化チタン（ TiO_x ）系の光触媒を含むことが好適である。本実施の形態では、光触媒体 1 2 は、棒状体（材料は特に限定されない）の表面に酸化チタン（ TiO_x ）系の光触媒を塗布した構成とする。このような光触媒体 1 2 を基板 1 0 の表面上に所定の間隔で配置する。例えば、光触媒体 1 2 の長さを 1 m、直径を 5 m m とし、光触媒体 1 2 同士の間隔を 1 c m 程度とすることが好適である。なお、光触媒は、酸化チタン系以外の酸化タングステン系等の光触媒も用いることもできる。

20

【 0 0 5 8 】

光触媒槽 1 0 4 は、光触媒体 1 2 を内面側に向けて光触媒体 1 2 を配置した基板 1 0 を円筒形状に成形し、燃焼手段 2 0 0 から排出された排気ガスを円筒の内部を通す構成とすることができる。このとき、図 2 に示すように、内径の異なる複数の円筒を形成し、同心円状に配置した構成とすることが好適である。円筒間の距離は、例えば、5 m m ~ 1 c m とすることが好適である。なお、複数の円筒部材を同心円状に配置するのではなく、光触媒体 1 2 を配置した基板 1 0 を渦巻き状に巻回した構成としてもよい。

30

【 0 0 5 9 】

光照射手段 1 0 6 は、光触媒槽 1 0 4 に光を照射するための手段である。光触媒槽 1 0 4 に入射する光の光源は太陽光等の自然光や発光ダイオード（L E D）やレーザ等の電気を用いた発光体とすることができる。燃焼手段 2 0 0 としてガスエンジンを適用した場合、その排気ガスはディーゼルエンジンに比べて微粒子等が少なく、配管内や光触媒槽 1 0 4 内にガラスや鏡面処理された金属板を設置してもガラスや鏡面処理された金属板を曇らせる要因が少ない。したがって、光触媒槽 1 0 4 の外からガラス窓を通して内部の光触媒体 1 2 に光を当てることは現実味がある。波長範囲や、コスト面、又制御性の面から光照射手段 1 0 6 の発光体は、発光ダイオード（L E D）を用いることが好ましい。

40

【 0 0 6 0 】

図 3 は、光照射手段 1 0 6 の構成例を示す。当該構成では、光触媒槽 1 0 4 に対して筒状の光導入部 1 4 を設け、窓 1 6 を介して光を光触媒槽 1 0 4 に導入するような構成としている。また、図 4 に示すように、光触媒槽 1 0 4 に効率的に光を入射するために、発光ダイオード（L E D）以外の指向性が強いレーザダイオード 1 8 等を用いたレーザ光を用いるようにしてもよい。この場合、光触媒槽 1 0 4 に効率よく光が入射するよう反射鏡やレンズ等の光学系 2 0 を構成することが好適である。

50

【 0 0 6 1 】

なお、レーザ光を光触媒槽 1 0 4 に入射する場合、レーザ光は波長的に極めて狭い範囲の光であるため、排気ガスの成分によってはレーザ光が排気ガスにより吸収されてしまい光触媒槽 1 0 4 への入射光強度が低下するおそれがある。そこで、図 5 に示すように、レーザ光を用いる場合は複数の異なる波長の光を照射するレーザダイオード 1 0 6 a , 1 0 6 b , 1 0 6 c 等を設け、異なる波長のレーザ光が同時に光触媒槽 1 0 4 に入射されるように工夫することが好適である。

【 0 0 6 2 】

また、光照射手段 1 0 6 は自然光としてもよく、例えば、天気の良い昼間等では太陽光を集光してガラスファイバーで光触媒槽 1 0 4 に配光するような構成としてもよい。

10

【 0 0 6 3 】

本実施の形態における光触媒槽 1 0 4 では、図 6 の横断面図に示すように、導入された光を内部で多重反射させる構成となっている。すなわち、光触媒槽 1 0 4 を構成する基板 1 0 の表面及び裏面で光を反射させる構成とすることによって、端部から入射させた光を同心円筒状の構造体の内部において多重反射させることで光触媒槽 1 0 4 の内部まで光を到達させる。これにより、光触媒槽 1 0 4 の内部まで光触媒における反応を促進させることができる。

【 0 0 6 4 】

酸化触媒槽 1 0 8 は、酸化触媒体を備え、酸化触媒体の触媒作用によって排気ガスに含まれる未燃のメタンガス（以下、二次未燃メタンガスという）を処理する。酸化触媒槽 1 0 8 は、排気流路において光触媒槽 1 0 4 のさらに下流側に設置され、上流側の光触媒槽 1 0 4 で発生した水素及び光触媒槽 1 0 4 で反応しなかった残りの二次未燃メタンガスを酸化触媒により酸化させる。これにより、メタンスリップを大幅に低減させることができる。酸化触媒槽 1 0 8 で使用される酸化触媒は、これに限定されるものではないが、白金やパラジウム等の貴金属がベースとなった触媒とすることが好適である。なお、酸化触媒は遷移金属や希土類元素酸化物等をベースとした酸化触媒を用いることもできる。

20

【 0 0 6 5 】

光触媒槽 1 0 4 において生成された水素は酸化触媒槽 1 0 8 において容易に酸化される。このとき、水素の酸化反応によって酸化触媒槽 1 0 8 の酸化触媒の温度が上昇する。また、酸化触媒槽 1 0 8 の酸化触媒は、エタンガス、ブタンガス、プロパンガス等の天然ガスに含まれるメタンガス以外の成分も容易に酸化させて触媒温度を上昇させる。これによって、酸化触媒槽 1 0 8 における酸化触媒の温度が 4 0 0 を越える温度に上昇し、メタンガスの処理反応を促進させることができる。すなわち、光触媒槽 1 0 4 において排気ガスに含まれる未燃メタンガス（一部でもよい）と水とを水素と二酸化炭素に変換しておき、その下流に配置された酸化触媒槽 1 0 8 において水素と二次未燃メタンガスを酸化させることで、光触媒槽 1 0 4 を設けない場合に比べて酸化触媒槽 1 0 8 で処理すべきメタンガスを減少させることができる。さらに、酸化触媒槽 1 0 8 での水素の酸化反応によって酸化触媒槽 1 0 8 の酸化触媒の温度を上昇させることで、酸化触媒槽 1 0 8 でのメタンガスの酸化が促進される。

30

【 0 0 6 6 】

このとき、燃焼手段 2 0 0 がガスエンジンである場合、排気ガス中の二酸化炭素（ CO_2 ）は 5 % 前後であり、メタンスリップがおおかた数千 ppm であること、メタンガスの地球温暖化係数は二酸化炭素の数十倍であることを考慮すれば、メタンスリップを 1 0 分の 1 以下に低減し、地球温暖化効果の面から考えて排気ガス中の二酸化炭素の 1 割程度あるいはそれ以下の効果にまで低減することがのぞましい。

40

【 0 0 6 7 】

また、この構成では、酸化触媒槽 1 0 8 の酸化触媒の昇温のために、光照射手段 1 0 6 以外の余計なエネルギー（ヒータの電気エネルギー、燃料のリッチスパイク等）を必要としない点でも優れている。

【 0 0 6 8 】

50

また、酸化触媒槽 108 に使用される酸化触媒には白金やパラジウム等の貴金属がベースの物が多く、一方、光照射手段 106 に使用される光触媒は酸化チタンがベースである。すなわち、光照射手段 106 は酸化触媒槽 108 よりも製造コストを抑制できるという利点がある。したがって、未燃メタンガス処理装置 100 では、光照射手段 106 の光触媒と酸化触媒槽 108 の酸化触媒の配分は、光触媒量（体積）を酸化触媒量（体積）よりも大きくすることが好適である。

【0069】

なお、光触媒量及び酸化触媒量を体積ではなく、重量、又は表面積をもって比較してもよい。

【0070】

また、光触媒槽 104 及び酸化触媒槽 108 のいずれも SCR 触媒の尿素のような薬剤注入の必要がなく容易に分割して排気流路にそれぞれ多段構成で設置可能である。光照射手段 106 も LED を用いれば低電力化、大光量化かつ小型化することができる。光照射手段 106 に対する電気配線も薬剤供給配管に比べて容易である。特に、船舶用のエンジンの排気ガスのダクトは機関室から煙突出口まででかなりの長さがあるため、排気流路の途中のスペースに余裕がある場所においてメタンスリップ低減に必要なだけの光触媒槽 104、光照射手段 106 及び酸化触媒槽 108 を多段階に配置することが容易になる。

【0071】

また、図 1 に示すように、制御手段 110 を設けて未燃メタンガス処理装置 100 での処理を制御する構成としてもよい。制御手段 110 は、一般的なコンピュータによって実現することができる。すなわち、制御手段 110 は、制御部、記憶部、入力部（設定部）、出力部（表示部）及びインターフェース部を含んで構成される。制御部は、記憶部に予め記憶されている制御プログラムを実行する。未燃メタンガス処理装置 100 における各部の状態値は、後述する各種センサによって検出され、インターフェース部を介して制御部へ入力される。制御部は、入力部から入力された設定値（閾値等）を記憶部に記憶させると共に、未燃メタンガス処理装置 100 の状態値と当該設定値に基づいて未燃メタンガス処理装置 100 の各部を制御する。また、制御状態は、出力部（表示部）において適宜表示される。

【0072】

制御手段 110 による未燃メタンガス処理装置 100 の制御は様々な態様が挙げられる。第 1 の態様として、図 1 に示すように、光触媒槽 104 と酸化触媒槽 108 との間の排気流路に二次未燃メタンガスの濃度を検出する濃度センサ 30 を設け、光照射手段 106 に設けられた光量調節手段 106d を用いて濃度センサ 30 で検出された二次未燃メタンガスの濃度に応じて光照射手段 106 からの照射量を制御する構成が挙げられる。メタン濃度計測に代えて、光触媒槽 104 の性能を直接計測する態様としてもよい。例えば、光触媒槽 104 の曇り状態を光センサ 32 等で直接計測し、曇り状態に応じて光照射手段 106 からの照射量を制御する構成としてもよい。なお、光センサ 32 は曇り防止のため、ガラスを介し排気ガスから隔離するのが望ましい。

【0073】

また、図 7 (a) に示すように、2 セットの光触媒槽 104a, 104b (図示しないが、光照射手段も光触媒槽 104a, 104b のそれぞれに設ける) を設置し、光触媒槽 104a, 104b のそれぞれを酸化触媒槽 108 の上流側と下流側に接続できるように三方弁 40a ~ 40d を介して配管する。例えば、図 7 (b) に示すように、1 セットの光触媒槽 104a は酸化触媒槽 108 の上流側に接続し、排気ガスを通して未燃メタンガスを水素に変え、もう 1 セットの光触媒槽 104b は酸化触媒槽 108 の下流側に接続し、酸化触媒槽 108 において温度が上昇した排気ガスを通すように三方弁 40a ~ 40d を切り替える。これにより、光触媒槽 104b の内部を曇らせている炭化水素を、酸化触媒槽 108 において高温となった排気ガスで蒸発させて除去することで、劣化した光触媒槽 104b の性能を再生することができる。そして、図 1 に示すように、酸化触媒槽 108 の下流側の排気流路にメタンガスの濃度を検出する濃度センサ 34 を設け、濃度センサ 3

10

20

30

40

50

4により残留するメタンガスの濃度を常に計測しておき、メタンガス濃度に応じて三方弁40a～40dを制御する。具体的には、メタンガス濃度が高くなると(すなわち、メタンガスの低減性能が低下したら)、図7(c)に示すように、配管を切り替えて光触媒槽104aと光触媒槽104bの位置関係を入れ替える。これにより、酸化触媒槽108の上流側において水素を発生させる光触媒槽104と、酸化触媒槽108の下流側において再生される光触媒槽104とを交互に切り替えて、未燃メタンガス処理装置100の全体としての性能を高い状態に維持することができる。

【0074】

本構成においても、濃度センサ34によるメタン濃度計測に代えて、光触媒槽104の曇り状態を光センサ32等で直接計測してもよい。光センサ32等で光触媒槽104の曇り状態を直接計測する場合、曇りの除去状態の判定も可能であるため、曇り除去終了後すぐさま配管切替が可能となる。したがって、光センサ32等を用いない場合よりも曇り除去に必要な時間を短縮できる可能性がある。これにより、例えば、図7(a)で光触媒槽104(104a, 104b)の1セットあたりは短い経過時間で曇って性能が低下しても、切替時間を短くできるので使用可能となる。

【0075】

また、有害物質処理手段102が設けられている構成では、燃焼手段200において微粒子(PM)が発生している時間が短いと見込まれる場合、図8(a)に示すように、光触媒槽104の上流側でスモークメータ等の微粒子計測装置36により排気ガス中の微粒子濃度を計測し、微粒子濃度が多くなれば三方弁42を介してバイパス管に排気ガスを通し、光触媒槽104と酸化触媒槽108に排気ガスを通さないようにする構成としてもよい。この構成では、燃焼手段200から排出される微粒子が少なくなれば、図8(b)に示すように、三方弁42を切り替えて光触媒槽104と酸化触媒槽108に排気ガスを通すようにしてもよい。

【0076】

また、微粒子の多くは高温の排気ガスに長時間暴露されることで酸化されて除去できるので、図7(a)に示すような構成として、微粒子により曇った光触媒槽104に対して酸化触媒槽108を通過し高温となった排気ガスを通して微粒子を酸化させて除去するようにしてもよい。

【0077】

なお、エンジンの起動時において光触媒槽104は室温であることが多い。燃焼手段200がガスエンジンである場合、排気ガスには高濃度(10%程度)の水蒸気が含まれており、この水蒸気が室温状態の光触媒槽104に流されると光触媒槽104に結露が生じるおそれがある。結露が発生すると、微粒子等が結露部分に捕集され易くなり、光触媒槽104の汚れの原因となり得る。また、微粒子が結露部分に集中して付着するとそれを除去するのが困難になるおそれがある。また、光触媒槽104が排気ガスに満たされた状態で燃焼手段200が停止し、光触媒槽104の温度が放熱で低下したときにも結露は生じるおそれがある。

【0078】

そこで、図9に示すように、結露に伴う光触媒槽104の劣化を防止するために、燃焼手段200の起動直後及び停止直前において三方弁42とバイパス管により排気ガスを光触媒槽104に通さないようにするとともに、ヒータ等の加熱手段112で高温にした空気を三方弁44を介して光触媒槽104に通す等して光触媒槽104の温度を上げられる構成としてもよい。これにより、光触媒槽104内での結露の発生を抑制することができる。

【0079】

排気ガスのバイパス管から光触媒槽104と酸化触媒槽108への切替時期及びヒータ停止時期は、光触媒槽104の温度を計測し、光触媒槽104が曇らないと思われる充分高い温度(200)まで昇温された時期とすることが好適である。または、製造時に工場等で、加熱手段112で加熱された高温の空気を使用することによって光触媒槽104が充分高い温度になるまでの時間を予め確認し、運用時においてはその時間は加熱手段11

10

20

30

40

50

2によって光触媒槽104を昇温させるようにしてもよい。また、図7に示した構成と図9に示した構成とを組み合わせ、図10に示すような構成として、燃烧手段200の起動時の曇り防止を行うことも好適である。

【0080】

光触媒槽104の曇り対策等を行っても、予期せぬ理由等により光触媒槽104が性能を発揮できず、メタンガスの低減が十分でない場合が考えられる。このような場合、図1に示すように、酸化触媒槽108にヒータ等の酸化触媒槽加熱手段108aを設ける構成としてもよい。酸化触媒槽加熱手段108aにより酸化触媒槽108を加熱し、酸化触媒の温度を400以上昇温させればメタンガスの低減効果を向上させることができる。酸化触媒槽加熱手段108aは、温度センサ等で酸化触媒槽108の温度を計測しておき、酸化触媒槽108の温度が400以上となったときに停止させ、400未満になったときに起動させるように制御すればよい。

10

【0081】

なお、酸化触媒槽108が400以上となったときには、光触媒槽104においてメタンガスと水とを水素と二酸化炭素に変化させなくとも、酸化触媒槽108での処理のみでメタンガスを十分に除去することが可能となる。したがって、酸化触媒槽108の温度を計測し、酸化触媒槽108の温度が400以上となったときには光照射手段106からの光照射を停止させて光触媒槽104を使用しないように制御してもよい。これにより、未燃メタンガス処理装置100における消費電力を低減させることができる。

【産業上の利用可能性】

20

【0082】

本発明は、ガスエンジンを含むメタンガスを含む燃料を燃烧させる燃烧手段を備える装置に適用することができる。例えば、メタンスリップを低減するために、船舶等の移動体における燃烧機関に適用することができる。

【符号の説明】

【0083】

10 基板、12 光触媒体、14 光導入部、16 窓、18 レーザダイオード、20 光学系、30 濃度センサ、32 光センサ、34 濃度センサ、36 微粒子計測装置、40a-40d 三方弁、42 三方弁、44 三方弁、100 未燃メタンガス処理装置、102 有害物質処理手段、104(104a, 104b) 光触媒槽、106 光照射手段、106a, 106b, 106c レーザダイオード、106d 光量調節手段、108 酸化触媒槽、108a 酸化触媒槽加熱手段、110 制御手段、112 加熱手段、200 燃烧手段。

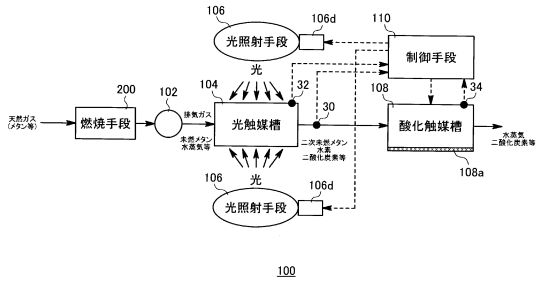
30

40

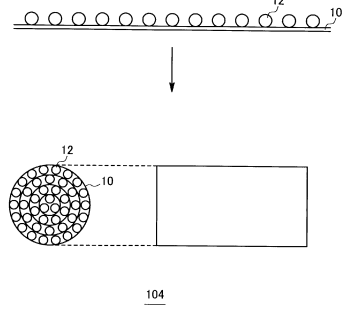
50

【図面】

【図 1】

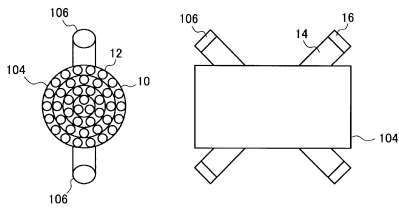


【図 2】

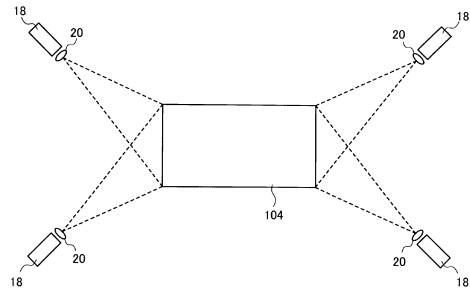


10

【図 3】



【図 4】



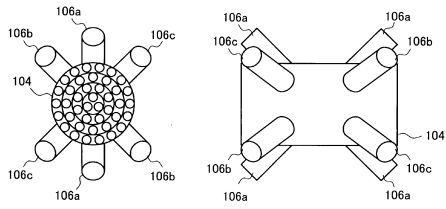
20

30

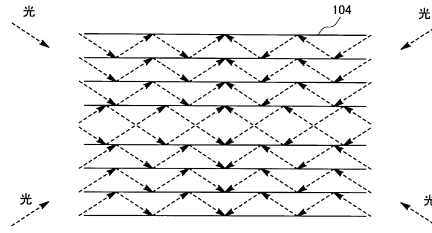
40

50

【図5】

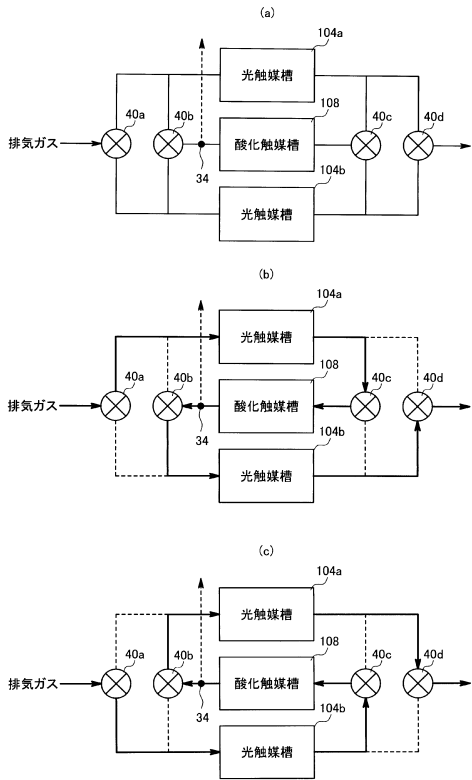


【図6】

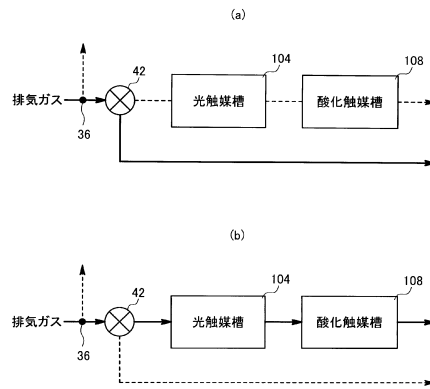


10

【図7】



【図8】



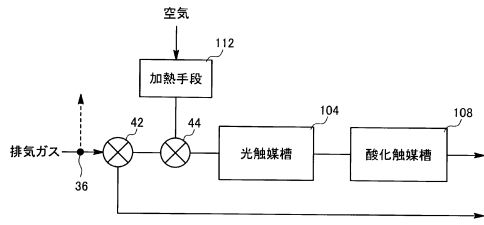
20

30

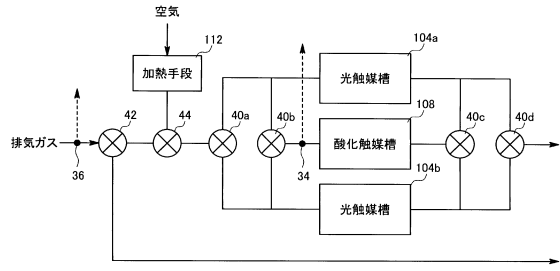
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I		
<i>B 0 1 D</i>	<i>53/96 (2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i>	<i>53/96</i>	<i>5 0 0</i>
<i>F 0 1 N</i>	<i>3/10 (2006.01)</i>	<i>F 0 1 N</i>	<i>3/10</i>	<i>A</i>
<i>F 0 1 N</i>	<i>3/24 (2006.01)</i>	<i>F 0 1 N</i>	<i>3/24</i>	<i>C</i>
<i>F 0 1 N</i>	<i>3/28 (2006.01)</i>	<i>F 0 1 N</i>	<i>3/28</i>	<i>3 0 1 G</i>
<i>F 0 1 N</i>	<i>3/20 (2006.01)</i>	<i>F 0 1 N</i>	<i>3/24</i>	<i>E</i>
<i>F 0 2 M</i>	<i>21/02 (2006.01)</i>	<i>F 0 1 N</i>	<i>3/20</i>	<i>F</i>
		<i>F 0 1 N</i>	<i>3/28</i>	<i>3 0 1 P</i>
		<i>F 0 1 N</i>	<i>3/20</i>	<i>K</i>
		<i>F 0 2 M</i>	<i>21/02</i>	<i>L</i>

東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

審査官 森坂 英昭

- (56)参考文献 特開平09-287435(JP,A)
 特開2009-108803(JP,A)
 特開2006-329143(JP,A)
 特開2010-012051(JP,A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 B 0 1 J 2 1 / 0 0 - 3 8 / 7 4
 B 0 1 D 5 3 / 9 4
 B 0 1 D 5 3 / 9 6
 F 0 1 N 3 / 1 0
 F 0 1 N 3 / 2 4
 F 0 1 N 3 / 2 8
 F 0 1 N 3 / 2 0
 F 0 2 M 2 1 / 0 2