

明 細 書

発明の名称：可燃性ガス

技術分野

[0001] 本発明は、可燃性ガスに関する。

背景技術

[0002] 可燃性ガスを用いて対象物を溶断するガス溶断方法が公知である。このガス溶断方法では、可燃性ガスを酸素ガスと混合した混合ガスを燃焼させ、その熱で上記対象物を予熱する。そして、上記対象物が十分に予熱された段階でさらに溶断用酸素ガスを供給し、上記対象物を酸化しつつ溶断する。

[0003] 上記可燃性ガスとして、38体積%以上45体積%以下のエチレンを含有し、残部水素及び不可避免的不純物からなる可燃性ガスを出願人は提案している（特許第4848060号公報参照）。この可燃性ガスは、貯蔵、運搬等が容易で、かつガス溶断後の仕上がり状態の高品質化に寄与することが可能である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第4848060号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 可燃性ガスに含まれる炭化水素ガスはカロリー源、すなわち火力に寄与し、燃焼強度を高めている。このため、上記従来の可燃性ガスでは、図1に示すように、燃焼強度が極大を示す付近にエチレン濃度が設定されている。このように炭化水素ガス濃度は、燃焼強度が高くなるように設定されることが一般的である。

[0006] 一方、昨今の環境問題から、例えば2015年に国連でSDGs（Sustainable Development Goals；持続可能な開発目標）が設定され、ますます低CO₂、脱炭素、カーボンニュートラル等が声

高に叫ばれ、 CO_2 ガスの削減が強く求められている。上記可燃性ガスにおいても CO_2 源となり得る炭化水素ガスは少ないほどよい。しかし、図1に示すように、エチレン濃度を下げると燃焼強度は急激に低下してしまう。

[0007] 本発明は、以上のような事情に基づいて、可燃性ガスを提供する企業として、より低 CO_2 排出の可燃性ガスを開発目標と目指して日夜研究開発を行った結果なされたものであり、対象物を溶断する際の CO_2 の発生量を削減できる可燃性ガスの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者が CO_2 ガスの削減について鋭意検討した結果、従来は燃焼強度が下がると溶断速度が下がり、溶断に時間を要するようになることから排出される CO_2 ガスは増加すると考えられていたところ、図2に示すように、エチレン及び水素を含む可燃性ガスにあっては、溶断速度の低下が少ないことを知得した。すなわち、エチレン濃度を低下させると、燃焼強度は低下するものの（図1）、溶断速度の低下は限定的であり（図2）、溶断時間の増加も限定的である。 CO_2 ガスの発生量は、可燃性ガスに含まれる炭化水素ガス含有量×溶断時間で決まるから、上記可燃性ガスにあっては、エチレン濃度を低下させると、炭化水素ガス含有量を減らす効果の方が、溶断時間が長くなる影響を大きく上回り、 CO_2 ガスの発生量を大いに低減できることを見出し、本発明を完成させた。

[0009] すなわち、本発明の一態様に係る可燃性ガスは、対象物のガス溶断に燃焼ガスとして用いられる可燃性ガスであって、濃度0体積%超18体積%未満のエチレンを含み、残部が水素及び不可避免的不純物である。

[0010] 当該可燃性ガスは、炭化水素ガスであるエチレン濃度が、燃焼強度が最大となるエチレン濃度より低く抑えられながら、溶断速度の低下が少ないため、 CO_2 ガスの発生量を効果的に低減することができる。

[0011] この溶断速度の低下が少ない理由は定かではないが、本発明者は、エチレン濃度が下がると相対的に水素濃度が上がることに注目している。水素濃度が高いほど、火災の直進性が高まるとともに、流速が速くなる。この火災の

直進性及び速い流速が燃焼強度の低下を補い、溶断速度の低下を抑止できたものと推察している。

[0012] 当該可燃性ガスは、容器内に封入されているとよく、上記容器内の圧力としては、 35°C において 1 MPa 以上 50 MPa 以下が好ましい。このように当該可燃性ガスを容器内に封入することで取扱性を高めることができる。また、その際の容器内の圧力を上記範囲内とすることで、エチレンが液化することを抑止しつつ、当該可燃性ガスの効率的な運搬を行うことができる。

[0013] 上記不可避的不純物の濃度としては、 1.0 体積%以下が好ましい。このように上記不可避的不純物の濃度を上記上限以下とすることで、当該可燃性ガスの特性が安定しやすく、本発明の効果をより確実に奏することができる。

[0014] 上記対象物が鋼材であるとよい。当該可燃性ガスは、鋼材の溶断に特に好適に用いることができる。

発明の効果

[0015] 本発明の可燃性ガスは、対象物を溶断する際の CO_2 の発生量を削減できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、エチレン濃度と燃焼強度との関係を示すグラフである。

[図2]図2は、エチレン濃度と溶断速度との関係を示すグラフである。

[図3]図3は、本発明の可燃性ガスの製造設備の一例を示す概略図である。

[図4]図4は、実施例におけるエチレン濃度と CO_2 発生量との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の一実施形態に係る可燃性ガスについて説明する。

[0018] 本発明の一態様に係る可燃性ガスは、対象物のガス溶断に燃焼ガスとして用いられる可燃性ガスである。

[0019] 上記対象物は、火炎によって溶断が可能なものであり、換言すると高温下で酸素に曝されることで酸化する金属材料である。上記対象物としては、鋼

材、チタン材等を挙げることができる。

[0020] 上記対象物としては、鋼材が好ましく、一般構造用圧延鋼材がより好ましい。当該可燃性ガスは、鋼材の溶断に特に好適に用いることができる。

[0021] <可燃性ガス>

当該可燃性ガスは、濃度0体積%超38体積%未満のエチレンを含み、残部が水素及び不可避免的不純物である。

[0022] エチレン濃度の下限としては、1体積%が好ましく、5体積%がより好ましい。一方、エチレン濃度としては、18体積%未満が好ましく、15体積%未満がより好ましい。当該可燃性ガスを燃焼させると火炎の中心部に白っぽい色が付いた部分（白芯）が発生する。作業者は、この白芯により火炎が生じていることの確認や、溶断する対象物と火炎との相対位置の調整などを行うことができる。エチレン濃度を上記下限以上とすることで、この白芯の視認性が高まり、作業者の作業効率を高めることができる。また、エチレン濃度を上記上限未満とすることで、さらにCO₂ガスの発生量を低減することができる。

[0023] なお、エチレン濃度が下がると相対的に水素濃度は上がる。水素濃度が高いほど、火炎の直進性が高まるとともに、流速が速くなる。この火炎の直進性及び速い流速は、品質の良い切断面（肩だれやスラグの付着が少ないもの）とする。当該可燃性ガスは、水素濃度が比較的高いので、溶断面が清浄なものとなる傾向が強い。

[0024] 上記不可避免的不純物の含有量の上限としては、1.0体積%が好ましく、0.5体積%がより好ましく、0.1体積%がさらに好ましい。上記不可避免的不純物の含有量を上記上限以下とすることで、当該可燃性ガスの特性が安定し易い。一方、上記不可避免的不純物の含有量の下限としては、特に限定されず0体積%であってもよい。ここで、「不可避免的不純物」には、意図せず含有する不純物に加え、当該可燃性ガスの性能が維持される範囲で意図的に加えられる不純物が含まれる。このように意図的に加えられる不純物としては、窒素、酸素、水分等が挙げられる。

[0025] 当該可燃性ガスは、容器あるいはタンク内に加圧して蓄えられる。中でも当該可燃性ガスは、容器内に封入されていることが好ましい。このように当該可燃性ガスを容器内に封入することで取扱性を高めることができる。

[0026] 上記容器内の圧力としては、容器内に封入するガスが液化しない圧力以下とすることが好ましく、運搬効率の観点からは上記圧力は高い方が好ましい。具体的には、上記容器内の圧力の下限としては、35℃において1MPaが好ましく、6MPaがより好ましく、15MPaがさらに好ましい。一方、上記圧力の上限としては、50MPaが好ましく、20MPaがより好ましい。上記圧力が上記下限未満であると、当該可燃性ガスの効率的な運搬が困難となるおそれがある。逆に、上記圧力が上記上限を超えると、エチレンが液化し取扱いが困難となるおそれがある。当該可燃性ガスでは、エチレン濃度が比較的低いため、容器内の圧力を比較的高くしても液化が生じ難い。このため、上記圧力を高めることで、容器内の充填量を多くして、運搬効率を高めることができる。

[0027] <可燃性ガスの製造方法>

当該可燃性ガスは、例えば図3に示す製造設備を用いて、容器1内に封入することができる。上記製造設備は、水素ガス貯蔵部2と、エチレンガス貯蔵部3と、ガス放出部4と、減圧装置5と、圧力計6と、水素ガス貯蔵部2、エチレンガス貯蔵部3、ガス放出部4、減圧装置5及び圧力計6を容器1に接続する配管7とを備える。

[0028] 容器1は、可燃性ガスを蓄える本体部10と、本体部10に取り付けられた容器弁11とを備える。配管7は、容器弁11に接続されている。

[0029] 図3に示すように、水素ガス貯蔵部2には、水素ガスが蓄えられており、水素用弁2a及び水素用逆止弁2bを介して配管7に接続されている。エチレンガス貯蔵部3には、エチレンガスが蓄えられており、エチレン用弁3a及びエチレン用逆止弁3bを介して配管7に接続されている。水素用逆止弁2b及びエチレン用逆止弁3bは、それぞれ水素ガス及びエチレンガスが水素ガス貯蔵部2及びエチレンガス貯蔵部3に逆流することを抑止する。また

、容器 1 に効率よく水素ガス及びエチレンガスを充填するため、水素ガス貯蔵部 2 の水素ガスを圧縮して加圧する水素用圧縮機 2 c と、エチレンガス貯蔵部 3 のエチレンガスを圧縮して加圧するエチレン用圧縮機 3 c とを、水素ガス貯蔵部 2 及びエチレンガス貯蔵部 3 の出口にそれぞれ設けてもよい。

[0030] ガス放出部 4 は、配管 7 内のガスを外部に安全に放出することができる。

ガス放出部 4 は、ガス放出用弁 4 a を介して配管 7 に接続されている。

[0031] 減圧装置 5 は、例えば真空ポンプを有しており、配管 7 内の圧力を管理することができる。減圧装置 5 は、減圧用弁 5 a を介して配管 7 に接続されている。

[0032] 上記製造設備を用いた可燃性ガスの製造方法（充填方法）について説明する。上記可燃性ガスの製造方法は、排気工程と、エチレンガス充填工程と、水素ガス充填工程と、容器取外工程とを備える。

[0033] （排気工程）

上記排気工程では、容器 1 の本体部 10 に残留しているガスを放出する。

[0034] 具体的には、水素用弁 2 a、エチレン用弁 3 a、放出用弁 4 a 及び減圧用弁 5 a を閉じた状態で、容器弁 11 を開け、圧力計 6 により規定の圧力以上の当該可燃性ガスが本体部 10 に残留しているか否かを確認する。規定の圧力以上の当該可燃性ガスが残留している場合は、放出用弁 4 a を開け、当該可燃性ガスをガス放出部 4 から放出する。その後、放出用弁 4 a を閉じる。

[0035] 次に、減圧用弁 5 a を開いて、本体部 10 及び配管 7 の内部を減圧する。所望の圧力まで減圧されれば、減圧用弁 5 a を閉じる。なお、この操作は、放出用弁 4 a を開けなかった場合でも行われる。つまり、上記排気工程後には、本体部 10 は減圧されている。

[0036] （エチレンガス充填工程）

上記エチレンガス充填工程では、上記排気工程で減圧された本体部 10 にエチレンガスを充填する。

[0037] 具体的には、エチレン用弁 3 a を開け、エチレンガス貯蔵部 3 内のエチレンガスを本体部 10 に充填する。本体部 10 の圧力、すなわち圧力計 6 の圧

力が、製造後の当該可燃性ガスにおけるエチレン濃度を0体積%超38体積%未満とするために必要な圧力（分圧）となった時点でエチレン用弁3aを閉じる。より詳細には、製造後の当該可燃性ガスの圧力をP、エチレンガスの分圧をpとすると、 p/P が所望のエチレン濃度となるように分圧pを決定し、その分圧pとなった時点でエチレン用弁3aを閉じるとよい。

[0038] （水素ガス充填工程）

上記水素ガス充填工程では、上記エチレンガス充填工程後の本体部10に水素ガスを充填する。

[0039] 具体的には、水素用弁2aを開け、水素ガス貯蔵部2内の水素ガスを本体部10に充填する。本体部10の圧力、すなわち圧力計6の圧力が、製造後の当該可燃性ガスにおけるエチレン濃度を0体積%超38体積%未満とするために必要な圧力となった時点で水素用弁2aを閉じる。より詳細には、当該可燃性ガスの圧力がPとなった時点で水素用弁2aを閉じるとよい。

[0040] （容器取外工程）

上記容器取外工程では、エチレンガス及び水素ガスが充填された容器1の容器弁11を閉じ、配管7から容器1を取り外す。このようにして容器1に当該可燃性ガスを充填することができる。

[0041] なお、容器1内に充填されたエチレンガスと水素ガスとは、充填後所定の時間が経過すれば均一に混合した状態となる。

[0042] <利点>

当該可燃性ガスは、炭化水素ガスであるエチレン濃度が、燃焼強度が最大となるエチレン濃度より低く抑えられながら、溶断速度の低下が少ないため、CO₂ガスの発生量を効果的に低減することができる。

[0043] [その他の実施形態]

上記実施形態は、本発明の構成を限定するものではない。従って、上記実施形態は、本明細書の記載及び技術常識に基づいて上記実施形態各部の構成要素の省略、置換又は追加が可能であり、それらは全て本発明の範囲に属するものと解釈されるべきである。

- [0044] 上記実施形態では、当該可燃性ガスを容器内に充填する際にエチレンガスを最初に充填する場合を説明したが、水素ガスを最初に充填してもよい。
- [0045] 上記実施形態では、当該可燃性ガスを容器内に充填する際に圧力計を用いて所望のエチレン濃度の可燃性ガスを得る場合を説明したが、充填されるガスの重量を用いてもよい。
- [0046] また、上記実施形態では、当該可燃性ガスを容器内に充填する際に所望の分圧となるように各ガスを充填したが、低圧でエチレンガスが所望の濃度となるように混合を行い、その混合ガスを圧縮機で昇圧して容器に充填することもできる。
- [0047] さらに、上記実施形態では、当該可燃性ガスを容器内に充填する場合を説明したが、当該可燃性ガスは、溶断が実施される場所においてエチレンガスと水素ガスとを混合し、容器に充填することなく使用してもよい。

実施例

- [0048] 以下、実施例によって本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。
- [0049] <CO₂発生量>
- エチレンを含み、残部が水素及び不可避免的不純物である可燃性ガスとして、エチレン濃度が5体積%、10体積%、15体積%、20体積%、30体積%、40体積%の6種類の可燃性ガスを準備した。
- [0050] 板厚25mmの一般構造用圧延鋼材を準備した。各可燃性ガスを用いて、それぞれ上記一般構造用圧延鋼材を300mm溶断し、溶断時間を測定した。可燃性ガスで鋼材を溶断する際、鋼材が加熱されるまで溶断は開始されないが、溶断時間にこの時間は含まない。すなわち、溶断時間とは、溶断が開始されてから300mm溶断されるまでの時間である。なお、溶断中の可燃性ガスの流量は8L/minとした。
- [0051] 可燃性ガスの流量を8L/minに統一しているので、各可燃性ガスを用いた場合のCO₂発生量は、エチレン濃度×溶断時間に比例する。エチレン濃度とCO₂発生量（エチレン濃度×溶断時間）との関係を図4に示す。なお、

図4では、エチレン濃度40体積%の可燃性ガスを用いた場合のエチレン濃度×溶断時間を100として規格化して示している。

[0052] 図4のグラフから、エチレン濃度38体積%未満の領域では、エチレン濃度を低下させると、炭化水素ガス含有量を減らす効果の方が、溶断時間が長くなる影響を大きく上回り、CO₂ガスの発生量を大きく低減できることが分かる。

[0053] <白芯の視認性>

エチレンを含み、残部が水素及び不可避免的不純物である可燃性ガスとして、エチレン濃度が表1に示す7種類の可燃性ガスを準備した。

[0054] 7種類の上記可燃性ガスを用いて、火炎を発生させ、白芯の視認性を目視にて評価した。評価基準は以下のとおりである。

(評価基準)

A : はっきりと白芯を視認することができ、良好である。

B : 白芯を視認することができ、実用上問題がない。

C : かすかに見えるものの白芯を視認することが困難であり、実用的ではない。

D : 白芯を視認することができない。

[0055] [表1]

エチレン濃度	0%	1%	5%	10%	20%	30%	40%
白芯の視認性	D	B	B	B	B	A	A

[0056] 表1の結果から、エチレン濃度1体積%以上の可燃性ガスでは、白芯の視認性が実用上問題ないことが確認された。

産業上の利用可能性

[0057] 以上説明したように、本発明の可燃性ガスは、対象物を溶断する際のCO₂の発生量を削減できる。

符号の説明

[0058] 1 容器

- 1 0 本体部
- 1 1 容器弁
- 2 水素ガス貯蔵部
- 2 a 水素用弁
- 2 b 水素用逆止弁
- 2 c 水素用圧縮機
- 3 エチレンガス貯蔵部
- 3 a エチレン用弁
- 3 b エチレン用逆止弁
- 3 c エチレン用圧縮機
- 4 ガス放出部
- 4 a 放出用弁
- 5 減圧装置
- 5 a 減圧用弁
- 6 圧力計
- 7 配管

請求の範囲

- [請求項1] 対象物のガス溶断に燃焼ガスとして用いられる可燃性ガスであって、
- 濃度0体積%超18体積%未満のエチレンを含み、残部が水素及び不可避的不純物である可燃性ガス。
- [請求項2] 容器内に封入され、上記容器内の圧力が35℃において1MPa以上50MPa以下である請求項1に記載の可燃性ガス。
- [請求項3] 上記不可避的不純物の濃度が1.0体積%以下である請求項1又は請求項2に記載の可燃性ガス。
- [請求項4] 上記対象物が鋼材である請求項1又は請求項2に記載の可燃性ガス。