

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4061382号
(P4061382)

(45) 発行日 平成20年3月19日(2008.3.19)

(24) 登録日 平成20年1月11日(2008.1.11)

(51) Int.Cl.	F I
C06D 5/00 (2006.01)	C O 6 D 5/00 A
C06D 5/08 (2006.01)	C O 6 D 5/08
C06B 31/00 (2006.01)	C O 6 B 31/00
C06B 47/04 (2006.01)	C O 6 B 47/04
C06B 47/12 (2006.01)	C O 6 B 47/12

請求項の数 6 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-517765 (P2007-517765)	(73) 特許権者 504174135 国立大学法人九州工業大学 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号
(86) (22) 出願日 平成18年5月11日(2006.5.11)	(74) 代理人 100112771 弁理士 内田 勝
(86) 国際出願番号 PCT/JP2006/309443	(72) 発明者 橘 武史 福岡県北九州市戸畑区境川1丁目4番16号
(87) 国際公開番号 W02006/126397	(72) 発明者 山崎 真 愛知県名古屋市東区味鋤2丁目1601番地第12菱風寮605号室
(87) 国際公開日 平成18年11月30日(2006.11.30)	(72) 発明者 松本 旭 福岡県北九州市戸畑区土取町7番13号
審査請求日 平成19年8月23日(2007.8.23)	
(31) 優先権主張番号 特願2005-184058 (P2005-184058)	
(32) 優先日 平成17年5月26日(2005.5.26)	
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二液式液体推進薬、飛行体推進方法および推進機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

酸化剤にヒドロキシルアンモニウムナイトレート水溶液を、および燃料にエーテル類から選ばれた1種または2種以上を、それぞれ用いることを特徴とする二液式液体推進薬。

【請求項2】

前記エーテル類がジメチルエーテルであることを特徴とする請求項1記載の二液式液体推進薬。

【請求項3】

酸化剤にヒドロキシルアンモニウムナイトレート水溶液を、および燃料にエーテル類から選ばれた1種または2種以上を、それぞれ用いた液体推進薬の一部にエネルギーを供給して高温ガス化し、該液体推進薬の残部とコンストリクタ内で混合して着火燃焼し、燃焼ガスをノズルから吐出することで推進力を得ることを特徴とする飛行体推進方法。

【請求項4】

アーク放電により前記液体推進薬の一部をプラズマ化してエネルギーを供給することを特徴とする請求項3記載の飛行体推進方法。

【請求項5】

前記推進薬の燃料が有する蒸気圧を利用して、推進薬のうちの少なくとも燃料を燃焼室に圧送することを特徴とする請求項3記載の飛行体推進方法。

【請求項6】

プラズマジェット発生部と、該プラズマジェット発生部に接続して設けられる燃焼室と

、該燃焼室に接続して設けられるノズルとを備えた推進機であって、

該プラズマジェット発生部が、上流側空間に酸化剤にヒドロキシルアンモニウムナイトレート水溶液を、および燃料にエーテル類から選ばれた1種または2種以上を、それぞれ用いた液体推進薬のうちの揮発性燃料を導入する第1の導入口と、該上流側空間でアーク放電を行うアーク放電部と、コンストリクタ内に液体推進薬の残部を導入する第2の導入口を有することを特徴とする推進機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、人工衛星等の飛行体に搭載される推進機に供する二液式液体推進薬、飛行体推進方法および推進機に関する。 10

【背景技術】

【0002】

現在、人工衛星に搭載されている小型推進機（スラスタ）は、長期保存可能で、かつ推進薬を分解するために用いられる例えばイリジウム系触媒等の触媒による着火性能が良好なヒドラジンあるいはヒドラジンとその誘導体の混合物からなる一液式推進薬を推進源に用いることが一般的である（例えば、非特許文献1参照）。ここで、上記ヒドラジン誘導体は非対称ジメチルヒドラジン(UDMH)あるいはモノメチルヒドラジン(MMH)である。なお、一液式推進薬とは触媒作用、加熱、加圧などによって反応して高温ガスを発生する単一物質、あるいは混合物の液体をいう 20

【0003】

しかしながら、ヒドラジンは非常に毒性が強く、その取り扱いに特に注意が必要なため、作業効率が極端に悪くなるという問題がある。

【0004】

そこで、ヒドラジンに代わる新たな低毒性推進薬として、ヒドラジン同様に触媒による着火が可能なHAN系一液式推進薬の利用が検討されている（例えば、特許文献1参照）。ここで、HANとはヒドロキシルアンモニウムナイトレート(Hydroxyl Ammonium Nitrate)の略称であり、HAN系とはHANに水とトリエタノールアンモニウムまたはアルコールなどを混合したものをいう。

HAN系一液式推進薬は長期保存可能であるとともに毒性が低く、さらにヒドラジン一液式推進薬よりも高性能である。 30

【特許文献1】特開2004-331425号公報

【非特許文献1】木村逸郎，ロケット工学，227頁，養賢堂，(1993)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記従来HAN系一液式推進薬は触媒による着火性能が悪く、また燃焼温度が高いため触媒を劣化させやすいという問題がある。

【0006】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、触媒以外の方法で着火を行うことができる二液式液体推進薬、飛行体推進方法および推進機を提供することを目的とする。 40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る二液式液体推進薬は、酸化剤にヒドロキシルアンモニウムナイトレート水溶液をおよび燃料にエーテル類から選ばれた1種または2種以上を、それぞれ用いることを特徴とする。

【0008】

また、本発明に係る二液式液体推進薬は、前記エーテル類がジメチルエーテルであることを特徴とする。

【0009】

また、本発明に係る飛行体推進方法は、酸化剤にヒドロキシルアンモニウムナイトレートをおよび燃料にエーテル類から選ばれた1種または2種以上を、それぞれ用いた液体推進薬の一部にエネルギーを供給して高温ガス化し、該液体推進薬の残部とコンストリクタ内で混合して着火燃焼し、燃焼ガスをノズルから吐出することで推進力を得ることを特徴とする。

【0010】

また、本発明に係る飛行体推進方法は、アーク放電により前記液体推進薬の一部をプラズマ化してエネルギーを供給することを特徴とする。

【0011】

また、本発明に係る飛行体推進方法は、前記推進薬の燃料が有する蒸気圧を利用して、推進薬のうちの少なくとも燃料を燃焼室に圧送することを特徴とする。

10

【0012】

また、本発明に係る推進機は、プラズマジェット発生部と、該プラズマジェット発生部に接続して設けられる燃焼室と、該燃焼室に接続して設けられるノズルとを備えた推進機であって、該プラズマジェット発生部が、上流側空間に酸化剤にヒドロキシルアンモニウムナイトレートをおよび燃料にエーテル類から選ばれた1種または2種以上を、それぞれ用いた液体推進薬のうちの揮発性燃料を導入する第1の導入口と、該上流側空間でアーク放電を行うアーク放電部と、コンストリクタ内に液体推進薬の残部を導入する第2の導入口を有することを特徴とする。

【発明の効果】

20

【0013】

本発明に係る二液式液体推進薬は、酸化剤にヒドロキシルアンモニウムナイトレートをおよび燃料にエーテル類から選ばれた1種または2種以上を、それぞれ用いるため、また、本発明に係る飛行体推進方法は、液体推進薬の一部にエネルギーを供給して液体推進薬を分解するとともに高温ガス化させ、液体推進薬の残部と混合して着火燃焼し、生成する燃焼ガスをノズルから吐出することで推進力を得るため、触媒を用いずに推進薬の着火燃焼を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施例の着火試験に用いた推進機のモデル図である。

30

【図2】エネルギー供給割合と推進力性能との関係を示す図である。

【符号の説明】

【0015】

- 1 陽極
- 2 陰極
- 3 放電用電源装置
- 4 第1の導入路
- 5 コンストリクタ
- 6 第2の導入路
- 7 燃焼室
- 8 圧力測定口
- 9 推進機
- 10 冷却器
- 11 ノズル

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の好適な実施の形態について、以下に説明する。

まず、本発明に係る二液式液体推進薬について、以下に説明する。

本発明に係る二液式液体推進薬は、酸化剤にヒドロキシルアンモニウムナイトレート水溶液（以下、これをHAN水溶液と表記することがある。）を、およ

50

ら選ばれた1種または2種以上を、それぞれ用いる。

ここで、二液式とは、一液式との対比で用い、酸化剤であるHAN水溶液と燃料である後述するエーテル類を別々に供給し、燃焼室で混合させ着火を行うものをいう。

【0017】

酸化剤としてのHANは水に対して非常に高濃度まで溶解する性質を持っていることから液体酸化剤として取り扱うことが可能であり、その濃度は80～88質量%濃度が好ましい。なぜならHAN水溶液はHANの濃度が高すぎると、衝撃や圧力が水溶液に加わったときにHANが析出する等、溶液として不安定となり、逆にHANの濃度が薄すぎる場合は溶液中の水の増加に伴い推進性能が低下するからである。しかしこれは推進薬に用いるHAN水溶液の濃度範囲を限定するものではない。

10

HANは、蒸気圧が低いため、タンクに貯留する際も推進機に導入する際も液体状態で取り扱われる。

【0018】

燃料としてのエーテル類は、特に限定するものではないが、例えばジメチルエーテル、エチルメチルエーテル、ジエチルエーテル、エチルビニルエーテル等を挙げることができる。このうち、常温常圧で気体状態であるジメチルエーテル、エチルメチルエーテルが好ましく、さらに沸点が-24.8と低いジメチルエーテル(以下、これをDMEと表記することがある。)がより好ましい。

なお、必要に応じて、燃料として天然ガスや石油ガスを併用してもよい。

【0019】

20

エーテル類は、推進機において、例えば、25の温度、0.6MPaの圧力条件下で液化状態でタンク等に貯留され、使用に供される。

【0020】

HANとエーテル類の比率は高い発熱量を得る観点から化学当量比付近が好ましい。ただし、推進薬としての作動上は比率を広範囲に選択でき、例えば、HAN/エーテル類(モル比)=1.5～3とすることができる。

【0021】

例えば酸化剤にHAN、燃料にDMEを用いた場合の化学量論的反応式は以下である。



(1)

30

上記反応式(1)におけるDMEとHANの化学量論比は質量比で、下記(2)式のようになる。

$$\text{DME} : \text{HAN} = 13.8 : 86.2 \quad (2)$$

【0022】

つぎに、本発明に係る飛行体推進方法について、以下に説明する。

本発明に係る飛行体推進方法は、液体推進薬のうちの揮発性燃料であるエーテル類にエネルギーを供給して高温ガス化し、生成する高温ガスを、液体推進薬の残部とコンストリクタ内で混合して着火燃焼し、燃焼ガス(燃焼生成ガス)をノズルから吐出することで推進力を得る。

本発明に係る飛行体推進方法において、液体推進薬は、上記した本発明に係る二液式液体推進薬を好適に用いることができるが、これに限らず、例えば、HAN/LNG, HAN/LPG等の液体推進薬を用いることもできる。

40

以下、本発明に係る二液式液体推進薬を用いる場合を例にとって説明する。

【0023】

ここで、本発明に係る飛行体推進方法に好適に用いることができる、本発明に係る推進機について、図1を参照して説明する。

推進機9は、プラズマジェット発生部と、プラズマジェット発生部に接続して設けられる燃焼室7と、燃焼室7に接続して設けられるノズル11とを備える。

プラズマジェット発生部は、上流側(図1中、右側)にコンストリクタ(ノズルのスロート)5に向けて縮小するほぼコーン状に形成される上流空間を有する。プラズマジェッ

50

ト発生部の上流側空間に連通して推進薬のうちの揮発性燃料であるDMEを導入する第1の導入口4が設けられる。プラズマジェット発生部は、陽極1と、陽極1の中心側にあるコンストリクタ5に向けて上流側空間内を延出する陰極2と、陽極1と陰極2の間に高電圧を印加する放電用電源装置3とを備える。また、プラズマジェット発生部は、コンストリクタ5に連通して推進薬の残部を導入する第2の導入口6を有する。なお、図1中、参照符合8は圧力測定口を示す。また、図1中、参照符合10で示す冷却器は、実験装置の安全対策として設けているものであり、実機においては必須ではない。

陽極1および陰極2は、それぞれ、例えばタングステン、モリブデンあるいは炭素で形成される。放電用電源装置3は例えば3kW以下程度の放電条件で放電を行う。

【0024】

第1の導入口4は、制御弁を介してDMEを貯留するタンクに接続される(図示せず。)。DMEは、高い蒸気圧を有するため、加圧手段を用いることなく第1の導入口4に導入することができる。またタンク中のDMEは、例えば圧力0.6MPa、温度298Kに保持され、液状となっている。

第2の導入路6は、制御弁を介してHANを貯留するタンクに接続される(図示せず。)。HAN水溶液の加圧はDMEで行い、この蒸気圧をもって第2の導入路6からコンストリクタ5内にHAN水溶液を供給する。タンク中のHANは、例えば温度298Kで0.1MPa以下の圧力に保持され、液状となっている。DMEは、高い蒸気圧を有するため、加圧手段を用いることなく第1の導入路4に導入することができる。また、HAN水溶液の加圧はDMEで行い、この蒸気圧をもって第2の導入路6から供給する。また、第1の導入口4および第2の導入路6のそれぞれにHANおよびDMEのそれぞれの一部を供給してもよい。

なお、推進薬として、エーテル以外の例えばエタノール・メタノール等の比較的高沸点化合物、言い換えれば蒸気圧の低い化合物を用いる場合は、必要に応じて、推進薬をノズルの空間部に供給するための、例えばHeなどの推進薬加圧用タンク等の加圧手段を備える。

【0025】

本発明に係る飛行体推進方法は、真空に近い圧力下にあるプラズマジェット発生部の陽極1および陰極2の空間部に、制御弁を介して液体推進薬の一部、この場合、DMEをガス化して第1の導入路4より供給する。このとき、高圧状態で貯留されていたDMEは自身の圧力でプラズマジェット発生部の空間部に噴出する。

【0026】

プラズマジェット発生部の陽極1および陰極2の空間部において、DMEの気化ガスにエネルギーが供給され、気化ガスが高温ガス化される。

【0027】

このとき、エネルギーを供給して液体推進薬の一部を高温ガス化する手段として、好ましくは、アーク放電を用いる。これにより、液体推進薬の一部を、例えば数千K程度の高温ガスとすることができる。ただし、これに限らず、熱化学的效果を発現することができる高周波放電等の適宜の手段を用いてもよい。ここで、熱化学的效果とは、プラズマに含まれるラジカル等が反応速度を上昇させるとともに、プラズマ自体が非常に高温なため反応速度が上昇する効果をいう。

なお、アーク放電の電力源は、例えばアーク溶接機に使用される直流電源装置等を用いることができる。

プラズマ化したDMEは、コンストリクタ5で熱的ピンチ効果によりガスジェット化される。一方、コンストリクタ5内に第2の導入口6から液体推進薬の残部を供給する。上記の二液構成では、液体推進薬の残部はHAN水溶液である。燃焼室内において、プラズマの熱化学的效果により推進薬は着火され、燃焼する。生成される燃焼ガスはノズルを介して外部に噴出することにより、推進力が得られる。

【0028】

以上説明した本発明に係る二液式液体推進薬および飛行体推進方法および推進機によれば、高温ガスにより着火燃焼し、推進力を得るため、推進薬を着火するための触媒を用い

10

20

30

40

50

ずに着火燃焼を行うことができる。

【0029】

また、本発明に係る飛行体推進方法および推進機は、推進薬の着火後も外部から推進薬の一部へのエネルギー供給を連続的に行うことで推進機の比推力等を操作、変更することができる。推進薬から得られる反応熱に加え、放電等の方法でエネルギーを外部から得た燃焼ガスは、反応熱のみを得た燃焼ガスよりも高エンタルピー状態となるため、燃焼ガスの排気速度は前者の方が大きくなり後者に比べ比推力は向上する。

【実施例】

【0030】

(実施例1)

酸化剤としてHAN水溶液 (HAN濃度 83.6 質量%) を、燃料としてDMEを用いた組み合わせによる推進薬の着火試験を図1の試作推進機を用い、化学当量比、放電電力をそれぞれ実験ごとに毎回条件を変えながら行った。

ここで、HAN水溶液は、50 質量% ヒドロキシルアミン水溶液を冷却攪拌下に、反応温度を約 5 に保つように硝酸の滴下速度を調整しながら、60 質量% 硝酸を滴下しながら調製して、反応後、反応液の水分を調整して、HANを上記の濃度 (83.6 質量%) にした。ここで、ヒドロキシルアミン、硝酸、DMEは市販の試薬を用いた。

試作推進機は、ノズル状の陽極1と陰極2の間に放電用電源装置3により放電電力量 2.5 kW/H でアーク放電を付加することで、燃焼供給口4から自身の有する蒸気圧により圧送されて供給されたDMEが加熱される。そして、加熱により得られた高エンタルピー気体状態のDMEアークジェットに、コンストリクタ5内で酸化剤供給口6からDMEの有する蒸気圧で供給されるHAN水溶液と混合させたところ、推進薬の着火を燃焼室7において確認した。このときのHAN水溶液の流量は 7.5 mL/min、DMEの流量は 7.5 NL/min、化学当量比 = 1 であり、圧力測定孔8から測定した燃焼室圧力は約 0.2 MPa であった。

【0031】

(実施例2)

化学平衡計算を行うことで、外部からのエネルギー付加による推進機性能の変化を解析した。推進機性能は、燃焼室温度 T_c 、特性排気速度 C^* 、推力係数 C_f および比推力 I_{sp} の各指標で評価した。

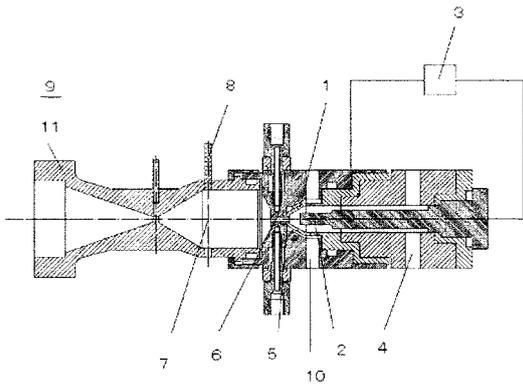
解析結果を図2に示す。図2中、横軸に、外部からのエネルギー付加 (投入電力量: 単位 kW) の推進薬理論発熱量 (単位 kW) に対する比 (投入電力量 / 推進薬理論発熱量) R をとり、縦軸に、推進機性能の各指標をとった。このとき、燃焼室圧力 $P_c = 0.4$ MPa、出口圧力 $P_e = 0.01$ MPa、 $P_c / P_e = 40$ 、ノズルスロート直径 $D_t = 3$ mm、化学当量比 = 1、HAN: 水 = 80 重量: 20 重量を条件とした。図2より、投入電力量あるいは投入電力比率の増加に伴って、燃焼室温度 T_c 、特性排気速度 C^* および比推力 I_{sp} が高くなることわかる。

10

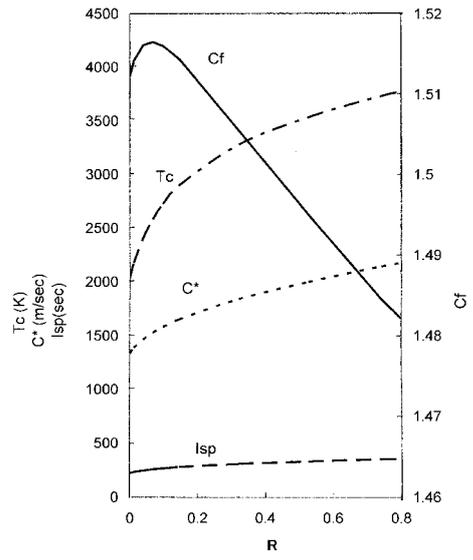
20

30

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 K 9/44 (2006.01) F 0 2 K 9/44
F 0 2 K 9/95 (2006.01) F 0 2 K 9/95

(72)発明者 横手 淳
福岡県北九州市戸畑区中原西2丁目12番11号

審査官 近藤 政克

(56)参考文献 特開2004-340148(JP,A)
特開2002-020191(JP,A)
特開平07-109194(JP,A)
特開2004-331425(JP,A)
特表2002-537218(JP,A)
第43回燃焼シンポジウム講演論文集, 2005年11月20日, p.278-279
A I A A - 2 0 0 0 - 3 8 7 2 , 2 0 0 0 年

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C06D 5/00
C06B 31/00
C06B 47/04
C06B 47/12
C06D 5/08
F02K 9/44
F02K 9/95
JST7580(JDream2)
JSTPlus(JDream2)