

(19)



(11)

EP 2 662 350 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.11.2013 Patentblatt 2013/46

(51) Int Cl.:
C06B 25/36 (2006.01) C06B 47/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13164672.1**

(22) Anmeldetag: **22.04.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **09.05.2012 DE 102012104087**

(71) Anmelder: **Bayern-Chemie Gesellschaft für
flugchemische
Antriebe mbH
84544 Aschau a. Inn (DE)**

(72) Erfinder:
• **Naumann, Karl-Wieland
84453 Mühldorf (DE)**
• **Schmid, Konrad
93161 Sinzing (DE)**
• **Ramsel, Jürgen
84559 Kraiburg (DE)**
• **Stierle, Ralf
83533 Edling (DE)**

(74) Vertreter: **von Puttkamer · Berngruber
Patentanwälte
Türkenstrasse 9
80333 München (DE)**

(54) **Gasgenerator-Treibstoff**

(57) Einem einen monergolen Treibstoff und einen Geldbildner enthaltenden gelförmigen Treibstoff für einen Gasgenerator wird ein Zusatzstoff zugesetzt, durch den bei der Verbrennung der Kohlenstoff des Treibstoffs zu Kohlenmonoxid (CO) oxidiert wird und für die Oxi-

tion von Wasserstoff (H₂) zu Wasser (H₂O) sowie von Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid (CO₂) kein Sauerstoff zur Verfügung gestellt wird oder der unter Bildung von Stickstoff zerfällt.

EP 2 662 350 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Treibstoff für einen Gasgenerator nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein derartiger Treibstoff für den Gasgenerator einer Kraftmaschine ist aus DE102008025217A1 bekannt.

[0003] Bei dem bekannten Gasgenerator wird als monergoler Treibstoff z. B. Nitromethan verwendet, das als Raketen-Treibstoff eingesetzt wird. Da Raketentreibstoffe auf die Erzeugung eines möglichst hohen spezifischen Impulses abzielen, verbrennen Raketen-Treibstoffe bei einer möglichst hohen Temperatur. In den heißen Verbrennungsgasen liegen erhebliche Anteile von Wasser und Kohlendioxid in der Gasphase vor, so dass diese einen wesentlichen Beitrag zur Schubzeugung liefern. Wasser hat hierbei als weitere günstige Eigenschaft eine geringe Molmasse und mehr innere Freiheitsgrade als zweiatomige Gase wie Sauerstoff oder Stickstoff.

[0004] Bei einem Einsatz in Gasgeneratoren haben Raketen-Treibstoffe jedoch den Nachteil, dass die sehr hohe Verbrennungstemperatur mechanische Strukturen übermäßig thermisch belastet oder überhaupt keine dauerhaft widerstandsfähige Bauweise, z. B. von Arbeitsmaschinen, zulässt. Falls das Gas als Arbeitsgas beispielsweise zum Bedrücken von Behältern verwendet werden soll, sind darüber hinaus die unter hohem Druck relativ hohen Siedetemperaturen von Wasser und Kohlendioxid nachteilig, weil diese beiden Stoffe bei Abkühlung kondensieren können und dann zur Gasausbeute nicht beitragen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Treibstoff für einen Gasgenerator zur Verfügung zu stellen, welcher bei herabgesetzter Verbrennungstemperatur zu einer hohen Gasausbeute auch bei Umgebungstemperatur führt.

[0006] Dies wird erfindungsgemäß mit dem Treibstoff nach dem Anspruch 1 erreicht. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung wiedergegeben.

[0007] Erfindungsgemäß wird die hohe Verbrennungstemperatur des gelförmigen, monergolen Treibstoffs dadurch herabgesetzt, dass dem gelförmigen Treibstoff ein Zusatzstoff zugesetzt wird, durch den bei der Verbrennung der Kohlenstoffs des Treibstoffs zu Kohlenmonoxid (CO) oxidiert wird und für die Oxidation von Wasserstoff (H₂) zu Wasser (H₂O) sowie von Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid (CO₂) kein Sauerstoff zur Verfügung gestellt wird oder der unter Bildung von Stickstoff zerfällt.

[0008] D. h. erfindungsgemäß wird durch den Zusatzstoff die Verbrennung des Treibstoffs dahingehend beeinflusst, dass Kohlenmonoxid und Wasserstoff entstehen anstelle von Kohlendioxid und Wasser. Damit wird erfindungsgemäß von dem monergolen Treibstoff zumindest ein Teil des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs, der ohne den Zusatzstoff zu Kohlendioxid und Wasser

verbrannt wäre, nur unvollständig zu Kohlenmonoxid verbrannt und zu Wasserstoff umgesetzt. Durch den Zusatzstoff wird also ein Sauerstoffmangel hervorgerufen, durch den z. B. ein Kohlenwasserstoff oder Kohlenwasserstoffrest nur zu Kohlenmonoxid und Wasserstoff bei der Verbrennung umgesetzt wird und nicht vollständig zu Kohlendioxid und Wasser verbrennt.

[0009] Erfindungsgemäß entsteht aus dem Verbrennungsgas des monergolen Treibstoffs ein Gasgemisch, bei dem einerseits die Temperatur durch die unvollständige Verbrennung des Treibstoffs, die durch den Zusatzstoff hervorgerufen wird, wesentlich herabgesetzt ist und das zum anderen einen hohen Anteil an Kohlenmonoxid (CO), Wasserstoff (H₂) und Stickstoff (N₂) enthält, also Gase, die in ihren Eigenschaften einem idealen Gas nahekommen und damit über sehr weite Temperatur- und Druckbereiche nicht kondensieren, während der Anteil an Wasser (H₂O) und Kohlendioxid (CO₂), welche sich in ihren Eigenschaften von idealen Gasen wesentlich unterscheiden und damit unter hohem Druck bei deutlich niedrigeren Temperaturen kondensieren, gering ist.

[0010] Als monergoler Treibstoff wird vorzugsweise ein Treibstoff verwendet, der wenigstens einen, bei Umgebungstemperatur flüssigen, wenigstens eine Nitrogruppe enthaltenden Kohlenwasserstoff enthält, beispielsweise Nitromethan oder Nitroethan. Der Gelbildner kann beispielsweise pyrogene Kieselsäure oder ein LMOG (low molecular mass organic gelator) sein oder durch Kohlenstoff-Nanoröhren gebildet sein. Der gelförmige Treibstoff kann ferner Metallpartikel, vorzugsweise Aluminium oder Magnesium, zur Energieerhöhung enthalten, ferner Partikel aus energetischen Materialien.

[0011] Der Anteil des Zusatzstoffs kann beispielsweise 5 - 30 Gewichtsprozent des Treibstoffs für den Gasgenerator betragen.

[0012] Der Zusatzstoff kann ein bei Umgebungstemperatur, also Betriebstemperatur des Gasgenerators, d. h. z. B. bei 0 Grad bis 40 Grad Celsius flüssiger Stoff oder ein teilchenförmiger Feststoff sein.

[0013] Der Zusatzstoff kann eine organische Verbindung, also eine kohlenstoffhaltige flüssige oder feste Verbindung sein. Während ein flüssiger Zusatzstoff hinsichtlich des Herstellungsprozesses einfacher ist, kann mittels eines festen teilchenförmigen Zusatzstoffs die Dichte des Treibstoffs erhöht werden, was kleinere Tankvolumina bei gleicher Gasausbeute ermöglicht.

[0014] Der Zusatzstoff kann ein Kohlenwasserstoff oder eine Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und/oder Stickstoff enthaltende organische Verbindung sein. Der Kohlenwasserstoff kann beispielsweise 5 bis 12 Kohlenstoffatome pro Molekül enthalten. Der Kohlenwasserstoff kann ein gesättigter oder ungesättigter, ein geradkettiger oder verzweigter, ein zyklischer oder polyzyklischer Kohlenwasserstoff sein, also beispielsweise Heptan, Octan, Isooctan oder Cyclohexan.

[0015] Die Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthaltende organische Verbindung kann eine Alkohol-, Ether-, Ester-, Keton-, Aldehyd- oder eine Carboxyl-

Gruppe aufweisende Verbindung oder eine heterozyklische Verbindung sein.

[0016] Die Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff enthaltende Verbindung kann einer heterozyklischen Verbindung oder eine wenigstens einen Nitro-Gruppe oder wenigstens eine Amino-Gruppe enthaltende Verbindung sein. Die Amino-Gruppe enthaltende Verbindung kann Harnstoff sein.

[0017] Anstelle oder zusätzlich zu dem Zusatzstoff, durch den der monergole Treibstoff bei der Verbrennung zumindest teilweise nur zu Kohlenmonoxid und Wasserstoff umgesetzt wird, kann der Zusatzstoff ein Stoff sein, der bei der Verbrennung des monergolen Treibstoffs zu Stickstoff zerfällt, also insbesondere ein Azid, beispielsweise Natrium-Azid.

[0018] Der Zusatzstoff wird vorzugsweise dem gelförmigen Treibstoff beigelegt und mit ihm vermischt. Zur Verbesserung der Verbrennungsreaktion kann der Zusatzstoff aber auch insgesamt oder teilweise in einer Nachverbrennungszone oder -kammer mit dem zu nächst heißen Verbrennungsgas in Kontakt gebracht werden, welches durch Verbrennung des in einem gesonderten Behälter aufbewahrten gelförmigen Treibstoffs gebildet wird. Das heiße Verbrennungsgas reagiert dann derart in der Nachverbrennungszone oder -kammer, der der Zusatzstoff zugeführt wird, dass wiederum Gas mit erniedrigter Temperatur entsteht.

[0019] D. h. das bei der Verbrennung des monergolen Treibstoff gebildete Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) im Verbrennungsgas werden in der Nachverbrennungszone oder -kammer zumindest teilweise endotherm zu Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H_2) umgesetzt, also reduziert.

[0020] Dabei sind mehrere Verfahren möglich, nämlich: Ein-, Zwei- oder Mehrfachtreibstoffsysteme, die vollständige oder teilweise Einmischung des Zusatzstoffs in den Treibstoff, die Treibstoffe oder Oxidatoren, die in der ersten Verbrennungszone verbrennen, oder die vollständige oder teilweise Zugabe des Zusatzstoffs in reiner oder gemischter Form in einen Bereich nach der ersten Verbrennungszone, wo eine Nachreaktion stattfindet.

[0021] Die Förderung des Treibstoffs kann beispielsweise durch Bedrückung mit Gas oder mit einem mechanisch angetriebenen Kolben in dem Vorratsbehälter des Treibstoffs erfolgen. Die Verbrennung des Treibstoffs kann mittels Injektoren in einer Brennkammer erfolgen.

[0022] Der gelförmige Treibstoff kann außer dem Zusatzstoff noch weitere flüssige und feste Zusätze enthalten. Der Vorteil fester Zusätze, einschließlich des Zusatzstoffs, der bei der Verbrennung des monergolen Treibstoffs entstehendes Kohlendioxid und Wasser endotherm zu Kohlenmonoxid und Wasserstoff umgesetzt, besteht darin, dass er nicht mit dem monergolen Treibstoff oder gelförmigen Treibstoff mischbar sein muss.

[0023] Durch die deutliche Sauerstoffunterbilanzierung des erfindungsgemäßen Treibstoffs wirken die Verbrennungsgase nicht oxidierend auf die Strukturen der Arbeitsmaschinen, Tanks und Rohrleitungen, was deren

Lebensdauer und Belastbarkeit verbessert.

[0024] Mit dem erfindungsgemäßen Treibstoff wird durch die Verringerung der Verbrennungstemperatur eine wesentlich verbesserte Standfestigkeit der vom Verbrennungsgas beaufschlagten Arbeitsmaschinen, Behälter und Rohrleitungen erreicht. Zudem wird die Ausbeute an über weite Temperatur- und Druckbereiche sich als ideale Gase verhaltenden Reaktionsprodukten verbessert. Die Treibstoffdichte kann durch Zugabe eines teilchenförmigen Zusatzstoffes erhöht werden. Es besteht die Möglichkeit, auch mit dem monergolen Treibstoff nicht mischbare Stoffe zu verwenden, falls diese in fester Teilchenform eingebracht werden. Der erfindungsgemäße Treibstoff kann für beliebige Gasgeneratoren verwendet werden, beispielsweise einen Gasgenerator zum Betrieb einer Kraftmaschine, beispielsweise Turbine; zum Aufblasen eines Airbags, von Rettungsflößen; von Notunterkünften oder Landesystemen; einer Errichtung zum Antrieb von Öffnungs- und Hebevorrichtungen, oder Notabdichtungen oder zur Schuberzeugung bei Querstrahl-Steueranordnungen von Luft- und Raumfahrtsgeschäften sein.

Beispiel:

[0025] Es wurde ein Treibstoff aus Nitromethan mit Kohlenstoff-Nanoröhren als Gelbildner und 10 Gewichtsprozent Heptan hergestellt. Entsprechend der Berechnung mit dem ECT-Thermodynamik-Code des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie ICT erniedrigt sich bei einem konstanten Druck von 100 bar die Abbrand-Temperatur von 2197 auf 1450 K, wobei die Anteile an Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) um ca. 50 % bei ca. 50 % Erhöhung des Anteils von Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H_2) bei konstantem Stickstoff-Anteil reduziert werden.

Patentansprüche

1. Treibstoff für Gasgeneratoren aus einem einen monergolen Treibstoff und einen Gelbildner enthaltenden gelförmigen Treibstoff, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem gelförmigen Treibstoff wenigstens ein Zusatzstoff zugesetzt wird, durch den bei der Verbrennung der Kohlenstoff des Treibstoffs zu Kohlenmonoxid (CO) oxidiert wird und für die Oxidation von Wasserstoff (H_2) zu Wasser (H_2O) sowie von Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid (CO_2) kein Sauerstoff zur Verfügung gestellt wird oder der unter Bildung von Stickstoff zerfällt.
2. Treibstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der monergole Treibstoff ein Treibstoff ist, der wenigstens einen wenigstens eine Nitro-Gruppe enthaltenden Kohlenwasserstoff enthält.
3. Treibstoff nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass der Zusatzstoff bei Umgebungstemperatur flüssig oder ein teilchenförmiger Feststoff ist.

4. Treibstoff nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zusatzstoff ein Kohlenwasserstoff oder eine Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und/oder Stickstoff enthaltende organische Verbindung ist. 5
5. Treibstoff nach Anspruch 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kohlenwasserstoff ein bei Umgebungstemperatur flüssiger Kohlenwasserstoff ist. 10
6. Treibstoff nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthaltende organische Verbindung ein Alkohol, Ether, Ester, Keton, Aldehyd oder eine wenigstens eine Carboxyl-Gruppe aufweisende Verbindung oder eine heterocyclische Verbindung ist. 15
20
7. Treibstoff nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff enthaltende Verbindung eine heterocyclische Verbindung oder eine wenigstens eine Nitro-Gruppe oder wenigstens eine Amino-Gruppe enthaltende Verbindung ist. 25
8. Treibstoff nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Amino-Gruppe enthaltende Verbindung Harnstoff ist. 30
9. Treibstoff nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zusatzstoff, der zu Stickstoff zerfällt, ein Azid ist. 35
10. Treibstoff nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zusatzstoff den Verbrennungsgasen des in einer ersten Verbrennungszone verbrannten gelförmigen Treibstoffs in einer Nachverbrennungszone zugesetzt wird. 40

45

50

55

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102008025217 A1 [0002]