(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 607 337 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.05.2017 Patentblatt 2017/22

(51) Int Cl.:
C06B 23/00 *(2006.01)* ***C06B 25/36*** *(2006.01)*
C06B 47/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **12196550.3**

(22) Anmeldetag: **11.12.2012**

(54) **Gelförmiger Treibstoff**

Gel-form fuel

Carburant en gel

(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

(30) Priorität: **19.12.2011 DE 102011056581**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.06.2013 Patentblatt 2013/26

(73) Patentinhaber: **Bayern-Chemie Gesellschaft für flugchemische Antriebe mbH**
84544 Aschau am. Inn (DE)

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

(74) Vertreter: **LS-MP von Puttkamer Berngruber Loth Spuhler**
Partnerschaft von Patent- und Rechtsanwälten mbB
ALPHA-Haus
Garmischer Strasse 35
81373 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 321 505
EP-A2- 1 555 256
US-A- 3 035 948
US-A- 3 369 943
US-A- 3 475 236
US-A- 3 925 124

- **DATABASE CA [Online] CHEMICAL ABSTRACTS SERVICE, COLUMBUS, OHIO, US; TEIPEL, ULRICH ET AL: "Rheological behavior of nitromethane gelled with", XP002695690, gefunden im STN Database accession no. 144:110758 & TEIPEL, ULRICH ET AL: "Rheological behavior of nitromethane gelled with", JOURNAL OF PROPULSION AND POWER , 21(1), 40-43 CODEN: JPPOEL; ISSN: 0748-4658 DOI - DOI:10.2514/1.3471, 2005,**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 607 337 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen gelförmigen Treibstoff, insbesondere für Raketenmotore, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige gelförmige Treibstoffe, die aus einem Gemisch aus einem monergolen Basistreibstoff, wie Nitromethan, und einem Geldbildner bestehen, sind bekannt.

[0003] Aus der US 3,035,948 ist ein Geltreibstoff bekannt. Der Geltreibstoff betrifft einen festen oder einen halbfesten Geltreibstoff. Der Geltreibstoff umfasst einen Gelbildner und flüssige Nitroalkane oder eine Mischung aus flüssigen Nitroalkanen.

[0004] Die EP 1 321 505 A2 betrifft einen gelförmigen Treibstoff und ein Verfahren zu seiner Herstellung sowie seine Verwendung. Der gelförmige Treibstoff basiert auf flüssigen oder in organischen Lösungsmitteln gelösten festen Brenn-, Treib- oder Explosivstoffen. Zur Erreichung eines strukturviskosen Verhaltens des Treibstoffs werden hydrophobe Feststoffpartikel mit einem Partikeldurchmesser zwischen 1 und 500 nm in eine Flüssigkeit homogen eindispergiert. Der gelförmige Treibstoff ist in viskosem Zustand leicht handhabbar. Durch Überführen in den flüssigen Zustand kann der gelförmige Treibstoff zerstäubt und kontrolliert verbrannt werden.

[0005] Neben diesen als Einstoff-Treibstoff oder "Monopropellant" bezeichneten gelförmigen Treibstoffen aus einem einzigen Gemisch, sind Zweistoff-Treibstoffe oder "Bi-Propellants" bekannt, die einen mit einem Gelbildner versetzten Basistreibstoff, wie Monomethylhydrazin, und einen vom Basistreibstoff getrennten Oxidator, wie inhibierte, rotrauchende Salpetersäure, aufweisen.

[0006] Nachteilig bei den bekannten "Monopropellants" ist der relativ geringe spezifische Impuls. Bei den Bi-Propellants ist dieser Nachteil, wenn auch weniger deutlich, ebenfalls spürbar. Zudem ist die relativ geringe Dichte der bekannten gelförmigen Treibstoffe, insbesondere der "Bi-Propellants" nachteilig.

[0007] Durch Zugabe von z.B. Aluminium-, Magnesium- oder anderen Metallpartikel zum "Monopropellan"-Treibstoff können der spezifische Impuls und der volumetrische spezifische Impuls zwar spürbar verbessert werden, jedoch lagert sich z.B. Aluminiumoxid in der Brennkammer ab, was bei länger dauerndem Betrieb und bei geringer Beschleunigung in Brennkammerlangsrichtung von Nachteil ist.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, einen gelförmigen Treibstoff bereitzustellen, der ohne Ablagerungen einen hohen spezifischen Impuls, insbesondere einen hohen volumenspezifischen Impuls liefert. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass der gelförmige, einspritzbare Einstoff-Treibstoff aus einem Gemisch aus wenigstens einem monergolen Basistreibstoff, nämlich einem Kohlenwasserstoff, der wenigstens eine Nitrogruppe enthält, wenigstens einem Gelbildner bestehend aus Kohlenstoffpartikeln oder Kohlenstoff-Nanoröhrchen und wenigstens einem festen Oxidator mit einer mittleren Teilchengröße von höchstens 0,4 Millimetern besteht.

[0009] Durch die Zugabe des festen Oxidators wird sowohl der spezifische Impuls als auch die Dichte und demzufolge insbesondere der volumenspezifische Impuls des Treibstoffs erhöht, was im Vergleich zu bekannten gelförmigen und insbesondere Flüssigtreibstoffen kleinere und damit leichtere Treibstofftanks und in der Folge kleinere und leichte Bedrückungssysteme ermöglicht.

[0010] Der wenigstens eine Nitrogruppe enthaltende Kohlenwasserstoff, der den monergolen Basistreibstoff bildet, weist höchstens acht Kohlenstoffatome pro Molekül auf und ist bei Raumtemperatur flüssig. Vorzugsweise wird der die wenigstens eine Nitrogruppe enthaltende Kohlenwasserstoff durch Nitromethan oder Nitroethan gebildet.

[0011] Der Anteil des monergolen Basistreibstoffs in dem gelförmigen Treibstoff beträgt vorzugsweise mindestens 30 Gew.-%, insbesondere mindestens 45 Gew.-%.

[0012] Um aus dem flüssigen, monergolen Basistreibstoff ein Gel zu bilden, wird er mit einem Gelbildner vermischt. Die aus Kohlenstoff bestehenden Gelbildner bestehen erfingdungsgemäß aus Kohlenstoffpartikeln oder Kohlenstoff-Nanoröhren ("nano tubes").

[0013] Der durch einen Feststoff gebildete Oxidator besteht vorzugsweise aus wenigstens einer Verbindung der Gruppe: Ammoniumperchlorat, Ammoniumnitrat, Ammoniumdinitratamid und hochbrisanter Explosivstoff. Der hochbrisante Explosivstoff ist vorzugsweise Oktogen (HMX), Hexogen (RDX) und/oder Diaminodinitroethylen (FOX-7). Der Anteil des Oxidators in dem gelförmigen Treibstoff beträgt vorzugsweise mindestens 1 Gew.-%, insbesondere mindestens 20 Gew.-% und vorzugsweise höchstens 70 Gew.-%, insbesondere höchstens 30 Gew.-%.

[0014] Damit der Oxidator mit dem monergolen Basistreibstoff gut mischbar ist und in dem gelförmigen Treibstoff auch nach längerer Lagerdauer nicht sedimentiert, weist er erfindungsgemäß eine mittlere Teilchengröße von höchstens 0,4 Millimeter, insbesondere höchstens 0,09 Millimeter, auf. Die feinen Oxidatorpartikel werden damit sehr lange in der Gelstruktur des Treibstoffs in der Schwebe gehalten. Der teilchenförmige Oxidator kann auch dazu beitragen, die benötigte Menge an inertem Gelbildner zu vermindern. Der Oxidator oxidiert einen Teil der Kohlenwasserstoffanteile des monergolen Basistreibstoffs und, sofern der Gelbildner ein organischer Gelbildner oder ein Gelbildner auf Kohlenstoffbasis ist, den Gelbildner.

[0015] Bevorzugt wird das Mischungsverhältnis des Oxidators zu dem die wenigstens eine Nitrogruppe enthaltenden Kohlenwasserstoff und, sofern der Gelbildner ein organischer Gelbildner oder ein Gelbildner auf Kohlenstoffbasis ist, derart gewählt, dass die bei der Reaktion entstehenden Gase leicht unterbilanziert, d.h. leicht brennstoffreich, also reduzierend sind, weil derartige Ga-

se die Struktur beispielsweise der Brennkammer und der Düse einer Rakete nicht oxidieren und so die Standfestigkeit dieser Strukturen verbessert wird.

[0016] Der erfindungsgemäß mit Oxidatorpartikel beladene gelförmigen Treibstoff kann wie normaler gelförmiger Treibstoff gefördert, eingespritzt und verbrannt werden.

[0017] Mit dem erfindungsgemäßen gelförmigen Treibstoff wird eine deutliche Verbesserung des spezifischen Impulses erreicht. Damit können Einstoff- oder "Monopropellant"-Triebwerke realisiert werden, die gemessen an den eingeführt Zweistoff -oder "Bi-Propellant"-Triebwerken" einen nur geringfügig reduzierten spezifischen Impuls aufweisen, bei zugleich wesentlich einfacherer Systemarchitektur und einem zugleich wesentlich leichter zu handhabenden und umweltfreundlicherem Treibstoff. Dabei beträgt die Verbesserung der Dichte des erfindungsgemäßen Treibstoffs gegenüber einem herkömmlichen "Monopropellant" für Einstoff-Triebwerke das 1,15 bis 1,2-fache. Gegenüber den eingeführten "Bi-Propellants" für Zweistoff-Triebwerke ist die Dichte des erfindungsgemäßen Treibstoffs um den Faktor 1,15 bis 1,2 größer, was kleinere Tankvolumina ermöglicht.

[0018] Der erfindungsgemäße leistungsgesteigerte Treibstoff ist generell günstig hinsichtlich Herstellung, Lagerung, Transport, Handhabung, Einsatz, Entsorgung und Kosten.

[0019] Zudem ist der Temperatureinsatzbereich des erfindungsgemäßen Treibstoffs im Vergleich zu den bisher in Satelliten und Startraketen verwendeten Flüssigtreibstoffen Hydrazin und Distickstofftetroxid, die bisher in Satelliten und Startraketen verwendet werden, wesentlich größer. Der erfindungsgemäße Treibstoff ist deshalb auch hervorragend für Weltraumanwendungen, insbesondere für Startraketen und Satelliten geeignet.

Patentansprüche

1. Gelförmiger Treibstoff, bestehend aus wenigstens einem Kohlenwasserstoff, der wenigstens eine Nitrogruppe enthält, als monergoler Basistreibstoff und wenigstens einem Gelbildner, wobei der Treibstoff zusätzlich wenigstens einen festen Oxidator enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oxidator eine mittlere Teilchengröße von höchstens 0,4 Millimeter aufweist, und dass der Treibstoff einspritzbar ist und wobei der wenigstens eine Gelbildner auf Kohlenstoffbasis aus Kohlenstoffpartikeln oder Kohlenstoff-Nanoröhrchen besteht.

2. Gelförmiger Treibstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der monergole Basistreibstoff Nitromethan oder Nitroethan ist.

3. Gelförmiger Treibstoff nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des monergolen Basistreibstoffs in dem gelförmigen Treibstoff mindestens 30 Gew.-% beträgt.

4. Gelförmiger Treibstoff nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oxidator ein Feststoff aus wenigstens einer Verbindung der Gruppe: Aromoniumperchlorat, Ammoniumnitrat, Ammoniumdinitratamid und hochbrisanter Explosivstoff ist.

5. Gelförmiger Treibstoff nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Explosivstoff Oktogen, Hexogen und/oder Diaminodinitroethylen ist.

6. Gelförmiger Treibstoff nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des Oxidators in dem gelförmigen Treibstoff mindestens 1 Gew.-% beträgt.

Claims

1. A gel-type propellant consisting of at least one hydrocarbon which contains at least one nitro group as a basic monopropellant, and at least one gelling agent, wherein the propellant additionally contains at least one solid oxidizer, **characterized in that** the oxidizer has an average particle size of not more than 0.4 millimeters, and that the propellant is injectable, and wherein the at least one carbon-based gelling agent consists of carbon particles or carbon nanotubes.

2. The gel-type propellant according to claim 1, **characterized in that** the basic monopropellant is nitromethane or nitroethane.

3. The gel-type propellant according to claim 1 or 2, **characterized in that** the content of the basic monopropellant in the gel-type propellant is at least 30 percent by weight.

4. The gel-type propellant according to any of the preceding claims, **characterized in that** the oxidizer is a solid consisting of at least one compound from the group of ammonium perchlorate, ammonium nitrate, ammonium dinitramide, and a highly explosive substance.

5. The gel-type propellant according to claim 4, **characterized in that** the explosive substance is octogen, hexogen and/or diaminodinitroethylene.

6. The gel-type propellant according to any of the preceding claims, **characterized in that** the content of the oxidizer in the gel-type propellant is at least 1 percent by weight.

Revendications

1. Carburant en forme de gel, constitué par au moins un hydrocarbure qui contient au moins un groupe nitro, en tant que carburant de base monergol, et au moins un agent gélifiant, le carburant contenant additionnellement au moins un agent oxydant solide, **caractérisé en ce que** l'agent oxydant présente une taille de particules moyenne d'au moins 0,4 millimètres, et **en ce que** le carburant peut être injecté, et ledit au moins un agent gélifiant étant constitué, à la base de carbone, par des particules de carbone ou par des nanotubes de carbone.

2. Carburant en forme de gel selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le carburant de base monergol est du nitrométhane ou du nitroéthane.

3. Carburant en forme de gel selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la part de carburant de base monergol dans le carburant en forme de gel est d'au moins 30 % en poids.

4. Carburant en forme de gel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'agent oxydant est un solide constitué par au moins un composé du groupe: perchlorate d'ammonium, dinitramide d'ammonium, et matière explosive très brisante.

5. Carburant en forme de gel selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la matière explosive est de l'octogène, de l'hexogène et/ou de la diamine dinitroéthylène.

6. Carburant en forme de gel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la part de l'agent oxydant dans le carburant en forme de gel est d'au moins 1 % en poids.

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

- US 3035948 A **[0003]**
- EP 1321505 A2 **[0004]**