



(11)

EP 3 766 859 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.01.2021 Patentblatt 2021/03

(51) Int Cl.:
C06B 47/02 (2006.01) C06D 5/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20183064.3**

(22) Anmeldetag: **30.06.2020**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **19.07.2019 DE 102019119598**

(71) Anmelder: **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.**
51147 Köln (DE)

(72) Erfinder:
• **Lauck, Felix**
74177 Bad Friedrichshall (DE)
• **Negri, Michele**
74219 Möckmühl (DE)
• **Freudenmann, Dominic**
69412 Eberbach (DE)

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**
Patentanwälte mbB
Uhlandstrasse 14c
70182 Stuttgart (DE)

(54) **HYPERGOLES ZWEISTOFFSYSTEM FÜR RAKETENTRIEBWERKE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein hypergoles Zweistoffsystem für Raketentriebwerke, umfassend einen Brennstoff- und einen Oxidator, die getrennt voneinander bereitgestellt werden und die in einem Raketentriebwerk durch Inkontaktbringen miteinander zur Reaktion gebracht werden können.

Der Brennstoff ist eine ionische Flüssigkeit, die aus einem Thiocyanat-Anion und einem oder mehreren Kationen gebildet ist, wobei das oder die Kationen ausgewählt sind aus einem oder mehreren Imidazolium-Ionen

mit der allgemeinen Formel I, Triazolium-Ionen mit der allgemeinen Formel II oder III, und/oder Tetrazolium-Ionen mit der allgemeinen Formel IV, wobei R_1 ein C_1 -bis C_6 -Alkylrest oder ein C_2 -bis C_6 -Alkenylrest ist, wobei R_2 Wasserstoff oder ein C_1 -bis C_6 -Alkylrest oder ein C_2 -bis C_6 -Alkenylrest ist, und wobei X_1 , X_2 und X_3 jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, ein C_1 -bis C_6 -Alkylrest oder ein C_2 -bis C_6 -Alkenylrest sind. Der Oxidator umfasst Wasserstoffperoxid.

EP 3 766 859 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein hypergoles Zweistoffsystem für Raketentriebwerke, umfassend einen Brennstoff- und einen Oxidator, die getrennt voneinander bereitgestellt werden und die in einem Raketentriebwerk durch Inkontaktbringen miteinander zur Reaktion gebracht werden können.

[0002] Bei Raumfahrzeugen werden Raketenantriebe nicht nur zum Erreichen einer Erdumlaufbahn (Orbit) benötigt, sondern auch zur Lagesteuerung und zum Manövrieren des Raumfahrzeuges innerhalb des Orbits. Die hierfür eingesetzten Orbitalantriebe basieren, wie alle Raketentriebwerke, auf dem Rückstoßprinzip, wobei in Abhängigkeit vom verwendeten Treibstoff drei Typen von Orbitaltriebwerken unterschieden werden können:

Bei Kaltgastriebwerken ist der Treibstoff ein unter Druck stehendes Gas, dass durch Öffnen eines Ventils entspannt und über eine Düse ausgestoßen wird. Kaltgastriebwerke basieren somit auf einem reinen physikalischen Effekt und sind sehr einfach aufgebaut, liefern aber nur eine vergleichsweise geringe Antriebsenergie. Der spezifische Impuls dieser Triebwerke liegt typischerweise im Bereich von 70 bis 80 s.

[0003] Chemische Raketentriebwerke auf der Basis von Einstoffsystemen nutzen eine chemische Verbindung als Treibstoff, die zu einer exothermen Zerfallsreaktion in der Lage ist. Die gasförmigen Zerfallsprodukte dieser Zerfallsreaktion, die normalerweise durch einen Katalysator eingeleitet wird, werden durch eine Düse ausgestoßen und erzeugen den Schub. Der spezifische Impuls solcher Triebwerke liegt typischerweise im Bereich von 170 bis 250 s. Nachteilig ist, dass in der Regel ein Heizungssystem benötigt wird, um die als Einstoffsystem geeigneten Treibstoffe zu verflüssigen bzw. ein Einfrieren zu verhindern.

[0004] Die größte Bedeutung bei Orbitalantrieben, insbesondere für größere Raumfahrzeuge, haben hypergole Zweistoffsysteme. Diese umfassen als Treibstoffsystem einen flüssigen Brennstoff und einen flüssigen Oxidator, die exotherm miteinander reagieren und gasförmige Verbrennungsprodukte zur Erzeugung des Schubes freisetzen. Die Energiedichte eines Zweistoffsystems aus Brennstoff und Oxidator ist im Vergleich zu Einstoffsystemen generell höher, so dass ein spezifischer Impuls im Bereich von 270 bis 320 s erreicht werden kann. Zudem ist keine Heizung erforderlich, da die verwendbaren Komponenten über einen weiten Temperaturbereich in flüssiger Form vorliegen.

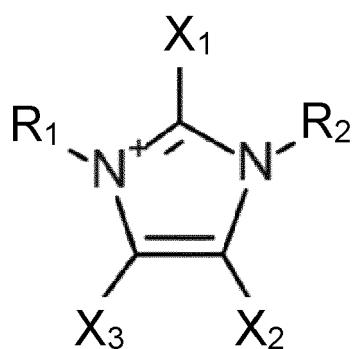
[0005] Die für Orbitaltriebwerke relevanten Zweistoffsysteme sind grundsätzlich hypergol, d.h. die chemische Reaktion zwischen dem Brennstoff und dem Oxidator erfolgt beim Inkontaktbringen spontan, ohne dass eine externe Zündquelle notwendig wäre. Allerdings kann bei manchen Brennstoffen oder Oxidatoren ein Zusatz von reaktiven oder katalytischen Additiven notwendig sein, um die hypergole Zündung zu ermöglichen.

[0006] Die aus dem Stand der Technik bekannten hypergolen Zweistoffsysteme umfassen als Brennstoff Hydrazin und/oder deren Derivate (z.B. Monomethylhydrazin und unsymmetrisches Dimethylhydrazin), sowie als Oxidator Distickstofftetroxid, ggf. als Mischung mit weiteren Stickstoffoxiden. Ein wesentlicher Nachteil dieser Systeme ist die hohe Giftigkeit von Hydrazin und dessen Derivaten. Es handelt sich um karzinogene Verbindungen, bei deren Handhabung strenge Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden müssen. Dies verursacht hohe Kosten bei der Herstellung, Lagerung, Transport und Betankung. Auch Distickstofftetroxid wird als giftig eingestuft.

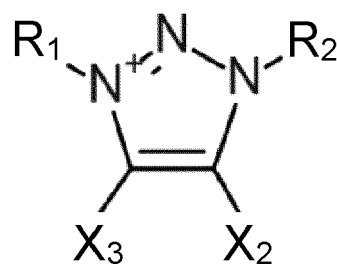
[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Treibstoffsystem für Raketentriebwerke, insbesondere für Orbitalantriebe, zur Verfügung zu stellen, mit dem die oben genannten Nachteile ganz oder teilweise überwunden werden können.

[0008] Diese Aufgabe wird bei dem hypergolen Zweistoffsystem der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Brennstoff eine ionische Flüssigkeit ist, die aus einem Thiocyanat-Anion und einem oder mehreren Kationen gebildet ist,

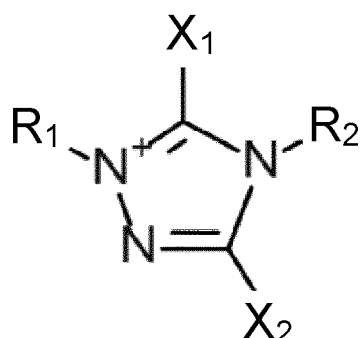
wobei das oder die Kationen ausgewählt sind aus einem oder mehreren Imidazolium-Ionen mit der allgemeinen Formel I, Triazolium-Ionen mit der allgemeinen Formel II oder III, und/oder Tetrazolium-Ionen mit der allgemeinen Formel IV:



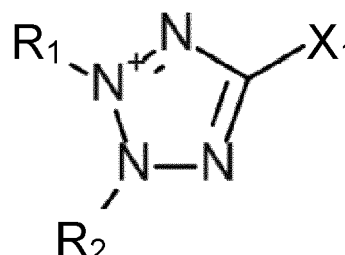
(I)



(II)



(III)



(IV)

wobei R_1 ein C_1 - bis C_6 -Alkylrest oder ein C_2 - bis C_6 -Alkenylrest ist,
wobei R_2 Wasserstoff oder ein C_1 - bis C_6 -Alkylrest oder ein C_2 - bis C_6 -Alkenylrest ist, und
wobei X_1 , X_2 und X_3 jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, ein C_1 - bis C_6 -Alkylrest oder ein C_2 - bis C_6 -Alkenylrest sind; und dass

der Oxidator Wasserstoffperoxid umfasst.

[0009] Die in dem erfindungsgemäßen Zweistoffsystem verwendeten Brennstoffe weisen im Vergleich zu Hydrazin und dessen Derivaten eine deutlich geringere Toxizität auf, so dass auch die potentielle Umweltbelastung erheblich verringert werden kann. Ein entscheidender Vorteil ergibt sich aber vor allem durch die Tatsache, dass es sich bei den Brennstoffen um ionische Flüssigkeiten handelt, die bei Umgebungsbedingungen praktisch keinen Dampfdruck aufweisen. Somit ist ein problemloser, offener Umgang mit diesen Brennstoffen möglich, was die gesamte Handhabung im Vergleich zu Hydrazin vereinfacht und die damit verbundenen Kosten reduziert.

[0010] Ähnliche Vorteile ergeben sich gemäß der Erfindung auch durch das als Oxidator eingesetzte Wasserstoffperoxid. Dieses ist nicht nur wesentlich weniger toxisch als Distickstofftetroxid, sondern hat auch einen wesentlich geringeren Dampfdruck (Distickstofftetroxid siedet bereits bei 21 °C). Während ein offener Umgang mit Distickstofftetroxid nur unter Atemschutz möglich ist, kann Wasserstoffperoxid, sowohl in reiner Form als auch in wässriger Lösung, relativ unproblematisch gehandhabt werden.

[0011] Zweistoffsysteme für Raketentriebwerke, die auf Wasserstoffperoxid als Oxidator und ionischen Flüssigkeiten als Brennstoff basieren, wurden bereits beschrieben, beispielsweise in der US 8,758,531 B1. Allerdings kann bei den dort beschriebenen Systemen ein hypergoles Zündverhalten nur durch Zusatz einer weiteren Komponente erreicht werden, die ein Metallat-Anion von Eisen, Cobalt, Nickel oder Kupfer umfasst. Solche zusätzlichen Additive machen das Gesamtsystem komplexer, und sie haben auch den Nachteil, dass bei der Lagerung des Treibstoffs unter Umständen unlösliche Metallsalze ausfallen können.

[0012] Überraschenderweise zünden die erfindungsgemäß eingesetzten Brennstoffe in Kombination mit Wasserperoxid als Oxidator bereits ohne den Zusatz weiterer Additive hypergol, wobei im sogenannten Tropftest ein Zündverzug von weniger als 50 ms erreicht werden kann. Ohne an eine bestimmte Theorie gebunden zu sein, wird davon ausgegangen, dass dieses hypergole Verhalten insbesondere durch das Thiocyanat-Anion begünstigt wird, welches als Reduktionsmittel auf das Wasserstoffperoxid wirkt.

[0013] Die Kationen der als Brennstoff eingesetzten ionischen Flüssigkeiten sind erfindungsgemäß ausgewählt aus fünfgliedrigen Heterocyclen mit zwei bis vier Stickstoffatomen, die umfangreich substituiert sein können. Besonders bevorzugt sind dabei die Heterocyclen mit nur zwei Stickstoffatomen, d.h. die Imidazolium-Ionen gemäß der allgemeinen Formel I. Eine Reihe von substituierten Imidazolium-Thiocyanaten sind kommerziell erhältlich.

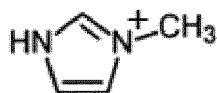
[0014] In den allgemeinen Formeln I bis IV kann R_2 auch Wasserstoff sein, während R_1 ein Alkyl- oder Alkenylrest sein muss. Vorzugsweise sind R_1 und R_2 jeweils unabhängig voneinander ausgewählt aus einer Methylgruppe, einer Ethylgruppe, einer Propylgruppe, einer Butylgruppe, einer Vinylgruppe und einer Allylgruppe.

[0015] Besonders bevorzugt sind solche Kationen der ionischen Flüssigkeit, bei denen R_1 eine Methylgruppe oder eine Vinylgruppe ist, und/oder bei denen R_2 eine Ethylgruppe, eine Butylgruppe, eine Vinylgruppe oder eine Allylgruppe ist.

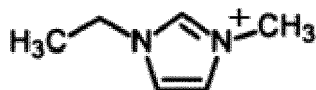
[0016] Die Substituenten X_1 , X_2 und X_3 an den Kohlenstoffatomen des Heterocyclen in den allgemeinen Formeln I bis IV sind vorzugsweise jeweils Wasserstoff.

[0017] Besonders bevorzugt im Rahmen der Erfindung sind die Thiocyanat-Salze folgender Kationen als Brennstoff:

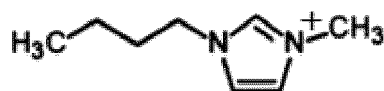
- 3-Methylimidazolium (HMIM):



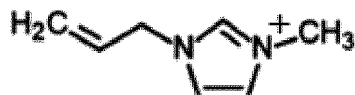
- 1-Ethyl-3-methylimidazolium (EMIM):



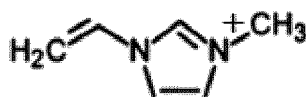
- 1-Butyl-3-methylimidazolium (BMIM):



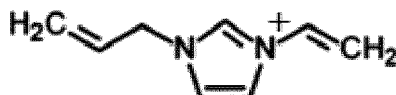
- 1-Allyl-3-methylimidazolium (AMIM):



- 1-Vinyl-3-methylimidazolium (VMIM):



- 1-Allyl-3-vinylimidazolium (AVIM):



[0018] Zumindest die Verbindungen EMIM-Thiocyanat und BMIM-Thiocyanat sind derzeit kommerziell erhältlich.

[0019] Der Oxidator des erfindungsgemäßen Zweistoffsystems umfasst Wasserstoffperoxid, günstigerweise in Form einer wässrigen Lösung. Dabei ist es bevorzugt, wenn der Oxidator eine Konzentration an Wasserstoffperoxid von 70 Gew.% oder mehr aufweist, bevorzugt von 98 Gew.% oder mehr. Eine möglichst hohe Konzentration ist insofern bevorzugt, als dies sowohl die Lagerstabilität als auch die Reaktivität des Wasserstoffperoxids mit dem Brennstoff erhöht.

[0020] Günstigerweise enthält der Oxidator neben Wasserstoffperoxid nur Wasser, und optional einen oder mehrere Stabilisatoren. Bei annähernd reinem Wasserstoffperoxid kann auf Stabilisatoren verzichtet werden. Bevorzugte Stabilisatoren, die zur Verwendung in Raketentreibstoffen zugelassen sind, sind ausgewählt aus Natriumnitrat, Kaliumstannat-Trihydrat und Natriumstannat-Trihydrat.

[0021] Wie bereits erwähnt, bieten die erfindungsgemäßen Zweistoffsysteme den wesentlichen Vorteil, dass sie auch ohne den Zusatz weiterer Additive ein hypergoles Zündverhalten beim Inkontaktbringen des Brennstoffs mit dem Oxidator zeigen. Dies schließt allerdings nicht die Möglichkeit aus, dass der Brennstoff im Rahmen der Erfindung ein oder mehrere Additive umfasst, um den Zündverzug beim Inkontaktbringen weiter zu verkürzen. Solche Additive sind gegebenenfalls mit einem Anteil von bis zu 30 Gew.% in dem Brennstoff enthalten, weiter bevorzugt bis zu 10 Gew.%.

[0022] Die erfindungsgemäß eingesetzten Additive sind vorzugsweise katalytische Additive, die die Reaktion des Brennstoffs mit dem Oxidator beschleunigen. Bevorzugt sind die Additive ausgewählt aus Thiocyanaten von Übergangsmetallen, insbesondere aus Thiocyanaten von Mangan, Eisen, Cobalt, Nickel und Kupfer.

[0023] Alternativ oder zusätzlich kann der Brennstoff auch eine weitere ionische Flüssigkeit mit einem Anteil von bis

zu 50 Gew.%, bevorzugt bis zu 20 Gew.%, umfassen, welche Metallionen enthält. Derartige Verbindungen wirken ebenfalls als katalytische Additive.

[0024] Die weitere ionische Flüssigkeit umfasst als Anion bevorzugt ein komplexiertes Übergangsmetallion, bevorzugt einen Halogenid-, Cyanid-, Nitrat-, Tetrahydroborat-, Azid-, Dicarbid- oder Methyloxy-Komplex von Eisen, Cobalt, Nickel oder Kupfer.

[0025] Besonders günstig ist der Zusatz einer weiteren ionischen Flüssigkeit, die ein Tetrachloroferrat-Anion umfasst, wie z.B. BMIM-Tetrachloroferrat.

[0026] Das erfindungsgemäße hypergole Treibstoffsystem zeichnet sich durch einen kurzen Zündverzug beim Inkontaktbringen des Brennstoffs mit dem Oxidator aus. Bevorzugt beträgt dieser Zündverzug im Tropftest weniger als 50 ms, weiter bevorzugt weniger als 20 ms.

[0027] Die vorliegende Erfindung betrifft ferner die Verwendung des erfindungsgemäßen hypergolen Zweistoffsystems als Treibstoff in einem Raketentriebwerk, insbesondere in einem Orbitalantrieb. Die mögliche Verwendung ist jedoch nicht auf Orbitalantriebe beschränkt, sondern umfasst prinzipiell alle Einsatzbereiche von Raketentriebwerken.

[0028] Die nachfolgenden Beispiele dienen der näheren Erläuterung der Erfindung, ohne diese in irgendeiner Weise zu beschränken.

Beispiele

1. Durchführung des Tropftests

[0029] Zur Bestimmung des Zündverzugs bei verschiedenen erfindungsgemäßen Zweistoffsystemen wird der jeweilige Brennstoff in einer Menge von 1 ml in einem offenen Gefäß vorgelegt. Ein Tropfen einer 96 Gew.%igen wässrigen Wasserstoffperoxidlösung mit einem Volumen von 50 µl als Oxidator wird aus einer Höhe von 80 mm auf den Brennstoff fallen gelassen. Mit Hilfe einer Kamera wird der Zündverzug bestimmt, der definiert ist als die Zeit zwischen dem ersten Kontakt des Brennstoffs mit dem Oxidator und dem ersten Erscheinen einer Flamme.

2. Ergebnisse

[0030] Als Beispiele für verschiedene erfindungsgemäße Zweistoffsysteme wurden im Tropftest folgende Brennstoffe untersucht:

- 1-Butyl-3-methylimidazolium-thiocyanat (BMIM-SCN), sowohl ohne Zusätze als auch mit 6 Gew.% Kupferthiocyanat oder mit 30 Gew.% BMIM-Tetrachloroferrat als Additiv
- 1-Ethyl-3-methylimidazolium-thiocyanat (EMIM-SCN), sowohl ohne Zusätze als auch mit 6 Gew.% Kupferthiocyanat als Additiv

[0031] Die gemessenen Zündverzüge sind in der folgenden Tabelle angegeben. Es handelt sich jeweils um den Mittelwert mit Standardabweichung aus der in Klammern angegebenen Anzahl an Versuchen:

Zündverzug	ohne Zusatz	+6% Cu-SCN	+30% BMIM-FeCl ₄
BMIM-SCN	45,1±1,7 ms (7)	18,5±0,7 ms (6)	20,5±2,0 ms (5)
EMIM-SCN	28,8±2,9 ms (21)	12,0±0,1 ms (5)	-

[0032] Die Versuche zeigen, dass sowohl mit BMIM-SCN als auch mit EMIM-SCN als Brennstoff ohne weitere Zusätze ein Zündverzug von deutlich weniger als 50 ms erreicht wird, was in der Praxis ein ausreichend schnelles Zündverhalten für ein hypergoles Zweistoffsystem darstellt.

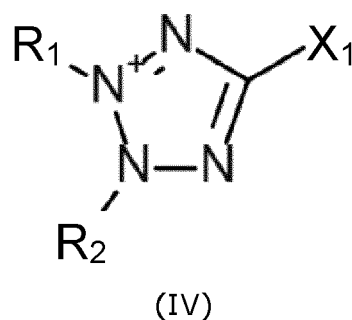
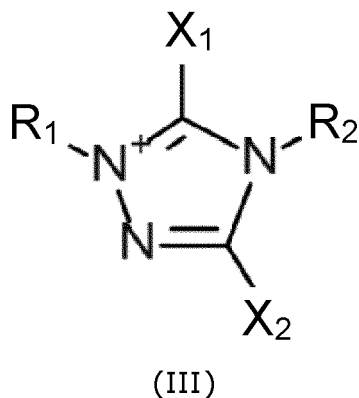
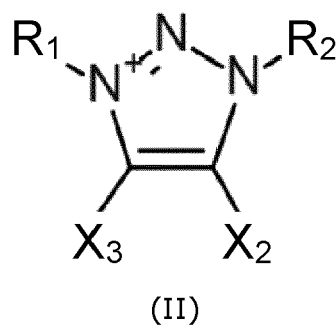
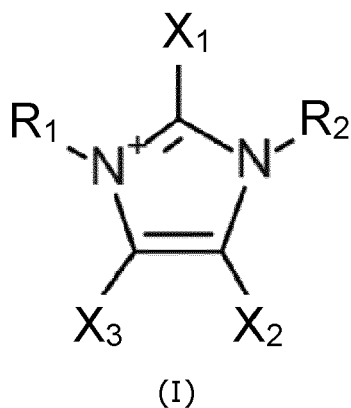
[0033] Durch den Zusatz von verschiedenen katalytischen Additiven kann der Zündverzug des erfindungsgemäßen Zweistoffsystems weiter reduziert werden, so dass bevorzugt Werte unterhalb von 20 ms erreicht werden.

Patentansprüche

1. Hypergoles Zweistoffsystem für Raketentriebwerke, umfassend einen Brennstoff und einen Oxidator, die getrennt voneinander bereitgestellt werden und die in einem Raketentriebwerk durch Inkontaktbringen miteinander zur Reaktion gebracht werden können,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Brennstoff eine ionische Flüssigkeit ist, die aus einem Thiocyanat-Anion und einem oder mehreren Kationen gebildet ist,
wobei das oder die Kationen ausgewählt sind aus einem oder mehreren Imidazolium-Ionen mit der allgemeinen Formel I, Triazolium-Ionen mit der allgemeinen Formel II oder III, und/oder Tetrazolium-Ionen mit der allgemeinen Formel IV:



wobei R_1 ein C_1 - bis C_6 -Alkylrest oder ein C_2 - bis C_6 -Alkenylrest ist,
wobei R_2 Wasserstoff oder ein C_1 - bis C_6 -Alkylrest oder ein C_2 - bis C_6 -Alkenylrest ist, und
wobei X_1 , X_2 und X_3 jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, ein C_1 - bis C_6 -Alkylrest oder ein C_2 - bis C_6 -Alkenylrest sind; und dass

- der Oxidator Wasserstoffperoxid umfasst.

2. Hypergoles Zweistoffsystem nach Anspruch 1, wobei das Kation ein Imidazolium-Ion der allgemeinen Formel I ist.
3. Hypergoles Zweistoffsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei R_1 und R_2 jeweils unabhängig voneinander ausgewählt sind aus einer Methylgruppe, einer Ethylgruppe, einer Propylgruppe, einer Butylgruppe, einer Vinylgruppe und einer Allylgruppe.
4. Hypergoles Zweistoffsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei R_1 eine Methylgruppe oder eine Vinylgruppe ist.
5. Hypergoles Zweistoffsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei R_2 eine Ethylgruppe, eine Butylgruppe, eine Vinylgruppe oder eine Allylgruppe ist.
6. Hypergoles Zweistoffsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei X_1 , X_2 und X_3 jeweils Wasserstoff sind.

7. Hypergoles Zweistoffsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Brennstoff eines oder mehrere der folgenden Kationen umfasst:

- 3-Methylimidazolium (HMIM),
- 1-Ethyl-3-methylimidazolium (EMIM),
- 1-Butyl-3-methylimidazolium (BMIM),
- 1-Allyl-3-methylimidazolium (AMIM),
- 1-Vinyl-3-methylimidazolium (VMIM),
- 1-Allyl-3-vinylimidazolium (AVIM).

8. Hypergoles Zweistoffsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Oxidator eine Konzentration an Wasserstoffperoxid von 70 Gew.% oder mehr aufweist, bevorzugt von 98 Gew.% oder mehr.

9. Hypergoles Zweistoffsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Oxidator neben Wasserstoffperoxid nur Wasser enthält, und optional einen oder mehrere Stabilisatoren.

10. Hypergoles Zweistoffsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Brennstoff ein oder mehrere Additive zur Verkürzung des Zündverzuges beim Inkontaktbringen mit dem Oxidator umfasst, mit einem Anteil von bis zu 30 Gew.%, bevorzugt bis zu 10 Gew.%.

11. Hypergoles Zweistoffsystem nach Anspruch 10, wobei das oder die Additive katalytische Additive sind, die bevorzugt ausgewählt sind aus Thiocyanaten von Übergangsmetallen, insbesondere aus Thiocyanaten von Mangan, Eisen, Cobalt, Nickel und Kupfer.

12. Hypergoles Zweistoffsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Brennstoff eine weitere ionische Flüssigkeit mit einem Anteil von bis zu 50 Gew.%, bevorzugt bis zu 20 Gew.%, umfasst, welche Metallionen enthält.

13. Hypergoles Zweistoffsystem nach Anspruch 12, wobei die weitere ionische Flüssigkeit als Anion ein komplexiertes Übergangsmetallion umfasst, bevorzugt einen Halogenid-, Cyanid-, Nitrat-, Tetrahydroborat-, Azid-, Dicarbid- oder Methoxy-Komplex von Eisen, Cobalt, Nickel oder Kupfer.

14. Hypergoles Zweistoffsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das System beim Inkontaktbringen des Brennstoffs mit dem Oxidator im Tropftest einen Zündverzug von weniger als 50 ms aufweist, bevorzugt von weniger als 20 ms.

15. Verwendung eines hypergolen Zweistoffsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche als Treibstoff in einem Raketentriebwerk, insbesondere in einem Orbitalantrieb.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 18 3064

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	SUN ET AL: "Hypergolicity evaluation and prediction of ionic liquids based on hypergolic reactive groups", COMBUSTION AND FLAME, Bd. 205, 3. Mai 2019 (2019-05-03), Seiten 441-445, XP055718968, * chapter 2 *	1-15	INV. C06B47/02 C06D5/08
A,D	US 8 758 531 B1 (SCHNEIDER STEFAN [US] ET AL) 24. Juni 2014 (2014-06-24) * Ansprüche 1, 19 *	1-15	
A	BHOSALE VIKAS K ET AL: "Ignition of boron-based green hypergolic fuels with hydrogen peroxide", FUEL, IPC SIENCE AND TECHNOLOGY PRESS , GUILDFORD, GB, Bd. 255, 3. Juli 2019 (2019-07-03), XP085758194, ISSN: 0016-2361, DOI: 10.1016/J.FUEL.2019.115729 [gefunden am 2019-07-03] * Zusammenfassung *	1-15	
A	US 8 034 202 B1 (HAWKINS TOMMY W [US] ET AL) 11. Oktober 2011 (2011-10-11) * Beispiel 1 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. November 2020	Prüfer Kappen, Sascha
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 18 3064

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	STEFAN SCHNEIDER ET AL: "Green bipropellants: Hydrogen-rich ionic liquids that are hypergolic with hydrogen peroxide", ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION, VERLAG CHEMIE!, Bd. 50, Nr. 26, 20. Juni 2011 (2011-06-20), Seiten 5886-5888, XP002689042, ISSN: 1433-7851, DOI: 10.1002/ANIE.201101752 [gefunden am 2011-05-12] * page 5886, right column, lines 1-27 * -----	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. November 2020	Prüfer Kappen, Sascha
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 18 3064

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-11-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 8758531	B1	24-06-2014	KEINE

15	US 8034202	B1	11-10-2011	KEINE

20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 8758531 B1 [0011]