

(19)



(11)

EP 2 698 360 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.02.2014 Patentblatt 2014/08

(51) Int Cl.:
C06B 23/00 (2006.01) **C06B 29/22** (2006.01)
C06C 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13004007.4**

(22) Anmeldetag: **12.08.2013**

(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

(71) Anmelder: **Diehl BGT Defence GmbH & Co. KG**
88662 Überlingen (DE)

(72) Erfinder: **Hahma, Arno**
91239 Henfenfeld (DE)

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **17.08.2012 DE 102012016452**

(54) **Wirkmasse für ein beim Abbrand der Wirkmasse spektral strahlendes Scheinziel mit einem Zusatzstoff**

(57) Die Erfindung betrifft eine Wirkmasse für ein beim Abbrand der Wirkmasse spektral strahlendes Scheinziel mit einem in der Wirkmasse verteilten Zusatzstoff, der ein Verhältnis von einer Intensität einer beim Abbrand der Wirkmasse emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 3,7 bis 5,1 μm zu einer Intensität einer beim Abbrand der Wirkmasse emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 1,9 bis 2,3 μm erhöht, wobei

die Wirkmasse einen Kohlenstoff- und Wasserstoffatome enthaltenden Brennstoff und ein Sauerstoffatome enthaltendes Oxidationsmittel für den Brennstoff umfasst, wobei die Menge des Oxidationsmittels so bemessen ist, dass sie nicht für eine vollständige Oxidation des Kohlenstoffs ausreicht, wobei der Zusatzstoff ein in Form von Partikeln vorliegender eine Redoxreaktion katalysierender Katalysator ist.

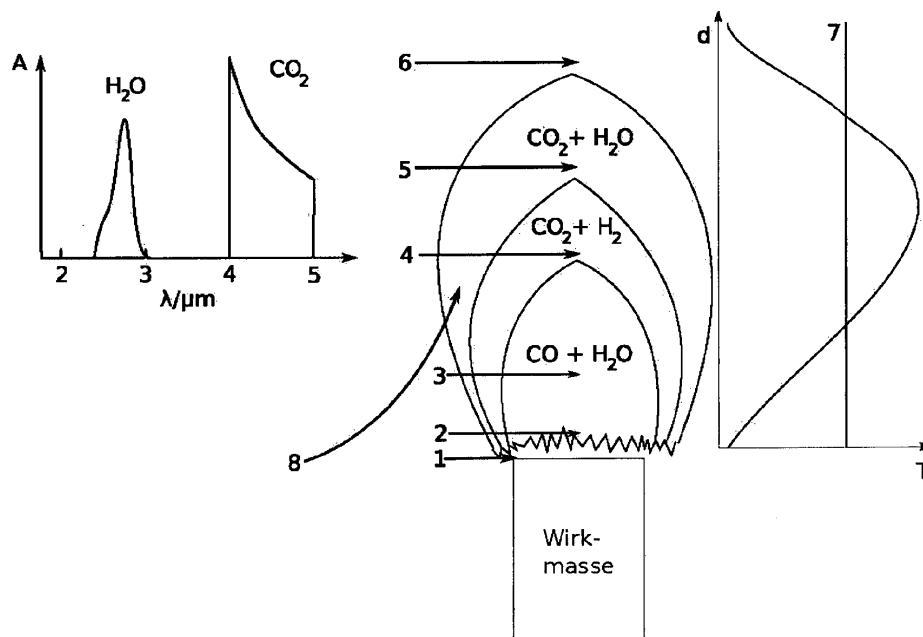


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wirkmasse für ein beim Abbrand der Wirkmasse spektral strahlendes Scheinziel mit einem in der Wirkmasse verteilten Zusatzstoff, der ein Verhältnis einer Intensität von einer beim Abbrand der Wirkmasse emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 3,7 bis 5,1 μm zu einer Intensität einer beim Abbrand der Wirkmasse emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 1,9 bis 2,3 μm erhöht. Das genannte Verhältnis der Strahlungsintensität wird auch als Spektralverhältnis bezeichnet.

[0002] Herkömmliche Spektralwirkmassen zeigen beim Abbrand entweder ein hohes Spektralverhältnis oder eine hohe Leistung aber nicht beides gleichzeitig. Erhöht man bei diesen bekannten Wirkmassen die Energie in der Wirkmasse durch eine negative Sauerstoffbilanz oder Metallpulver entsteht eine Schwarzkörperstrahlung, die das Spektralverhältnis stark reduziert. Erhöht man dagegen die Sauerstoffbilanz, wird die beim Abbrand entstehende Flamme sehr kurz und die spezifische Energie der Wirkmasse reduziert. Bei bekannten Wirkmassen muss daher stets ein Kompromiss zwischen benötigter Leistung und Spektralverhältnis gemacht werden. Da es für die Täuschung von Zweifarbensuchköpfen sehr auf ein hohes Spektralverhältnis ankommt, weisen die mit hohem Spektralverhältnis beim Abbrand strahlenden Wirkmassen bei den für Scheinziele üblichen Kalibern eine so geringe Energie auf, dass sie nicht in der Lage sind, einem Zweifarbensuchkopf effektiv ein größeres Transportflugzeug oder einen Kampffjet durch den Abbrand der Wirkmasse vorzutäuschen. Derartig große und/oder schnell fliegende Luftfahrzeuge können damit nicht geschützt werden.

[0003] Bekannte beim Abbrand spektral strahlende Wirkmassen weisen häufig Nitrocellulose als Brennstoff auf. Diese haben jedoch den Nachteil, dass deren beim Abbrand entstehende Flamme von Luft mit einer höheren Geschwindigkeit schnell ausgeblasen wird. Um dieses Problem zu beheben gibt es aufwendig gebaute Scheinziele bei denen die Wirkmasse vorwiegend geschützt abbrennt und mittels durch die Flamme aufgeheizte Glühlemente thermisch bestrahlt wird. Die Glühlemente müssen nach außen abgeschirmt sein, damit sie keine das Spektralverhältnis reduzierende Schwarzkörperstrahlung nach außen abgeben können.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Scheinzielwirkmasse bereitzustellen, bei der das Spektralverhältnis gegenüber einer bekannten Wirkmasse erhöht ist und die beim Abbrand dennoch eine hohe Strahlungsleistung zeigt. Um ein schnell fliegendes Flugzeug vortäuschen zu können, soll die Wirkmasse auch bei hohen Windgeschwindigkeiten stabil brennen.

[0005] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 12.

[0006] Erfindungsgemäß ist eine Wirkmasse für ein beim Abbrand der Wirkmasse spektral strahlendes Scheinziel mit einem in der Wirkmasse verteilten Zusatzstoff, der ein Verhältnis von einer Intensität einer beim Abbrand der Wirkmasse emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 3,7 bis 5,1 μm zu einer Intensität einer beim Abbrand der Wirkmasse emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 1,9 bis 2,3 μm erhöht vorgesehen. Dabei umfasst die Wirkmasse einen Kohlenstoff- und Wasserstoffatome enthaltenden Brennstoff und ein Sauerstoffatome enthaltendes Oxidationsmittel für den Brennstoff, wobei die Menge des Oxidationsmittels so bemessen ist, dass sie nicht für eine vollständige Oxidation des Kohlenstoffs ausreicht. Der Zusatzstoff ist ein in Form von Partikeln vorliegender eine Redoxreaktion katalysierender Katalysator. Bei der Redoxreaktion kann es sich um eine Wassergasreaktion entsprechend dem Reaktionsschema $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ handeln. Es kann sich bei der Redoxreaktion auch um die Oxidation von, insbesondere in Form von Ruß vorliegendem, Kohlenstoff handeln.

[0007] Durch den Zusatzstoff erhöht sich das Spektralverhältnis gegenüber einer Wirkmasse ohne diesen Zusatzstoff erheblich. Das Spektrum der Strahlung wird aus dem kurzwelligen Bereich in den mittelwelligen Bereich verschoben und die aus der Entstehung von Ruß resultierende Schwarzkörperstrahlung der Schwaden wird reduziert. Dadurch kann die Wirkmasse auch mit einem großen Unterschuss an Oxidationsmittel, d. h. einer sehr negativen Sauerstoffbilanz und damit einer sehr hohen spezifischen Energie ausgestattet werden, ohne dass das Spektralverhältnis durch entstehenden Ruß reduziert wird. Gleichzeitig stabilisieren die Partikel die Flamme und verhindern, dass sie durch Wind ausgeblasen werden kann. Die flammenstabilisierende Wirkung basiert darauf, dass die Partikel als Reaktionskeime und gleichzeitig als Anzündquelle fungieren. An einer Oberfläche der Partikel findet eine Abbrandreaktion am heftigsten und leichter statt als in anderen Bereichen der Flamme. Die Partikel werden dabei immer wieder stark erhitzt. Die Partikel dienen dadurch auch immer wieder als Anzündquelle. Das bewirkt, dass die Flamme nicht ausgeblasen werden kann, weil die entstehenden Gase ihre Zündquelle stets mittransportieren. Die erfindungsgemäße Wirkmasse ist dadurch sehr zuverlässig und benötigt beim Abbrand bei hoher Windgeschwindigkeit keine zusätzliche Vorrichtung, die sie vor Wind schützt.

[0008] Der Katalysator kann in der Wirkmasse in einer Menge von höchstens 5 Gew.-%, insbesondere höchstens 2 Gew.-%, insbesondere höchstens 1 Gew.-%, insbesondere höchstens 0,5 Gew.-%, insbesondere höchstens 0,1 Gew.-%, enthalten sein. Die spezifische Energie der Wirkmasse wird dadurch nur geringfügig oder nahezu überhaupt nicht beeinflusst, während das Spektralverhältnis sogar verdoppelt werden kann.

[0009] Durch den Katalysator und die damit einhergehende Verschiebung des Spektrums der Strahlung aus dem kurzwelligen in den mittelwelligen Bereich ist auch in der Flamme enthaltener Wasserdampf für das Spektralverhältnis nicht mehr sehr schädlich. Da Wasserdampf im kurzwelligen Bereich strahlt, wurde bisher der Gehalt an Wasser in

Wirkmassen für Scheinziele möglichst gering gehalten. Dies geht jedoch mit dem Nachteil einher, dass eine zu trockene Flamme verhältnismäßig schwach strahlt, weil die thermische Energie zur quantenmechanischen Anregung ineffizient auf Kohlendioxid und Kohlenmonoxid übertragen wird. Für diese Übertragung ist Wasser in einer Flamme günstig, weil es bei höherer Energie angeregt wird als Kohlenstoffdioxid und als polares Molekül gerne an polares CO oder CO₂ bindet. Dabei kann die Energie sehr effizient von Wasser auf Kohlendioxid oder Kohlenmonoxid übertragen werden. Die direkte Emission von Strahlung des Wassermoleküls im kurzwelligen Bereich ist dann nur noch gering. Darüber hinaus vergrößert Wasser die Flamme und erhöht dadurch die strahlende Fläche und somit die spezifische Leistung. Durch den Katalysator kann Wasser bei der Wassergasreaktion als Oxidationsmittel dienen. Wasser enthaltende Abbrandprodukte der Wirkmasse sind in Gegenwart des Zusatzstoffs und entgegen einer bisherigen Annahme im Stand der Technik für das Spektralverhältnis der erfindungsgemäßen Wirkmasse günstig.

[0010] Die in der erfindungsgemäßen Wirkmasse verteilten Partikel können eine maximale durchschnittliche Korngröße von 50 µm, insbesondere 20 µm, insbesondere 10 µm, insbesondere 1 µm, aufweisen. Je kleiner die Partikel sind, desto größer ist die insgesamt von einer vorgegebenen Menge an Katalysator bereitgestellte aktive Oberfläche. Der in Form von Partikeln vorliegende Katalysator sollte um möglichst effizient zu sein, sämtliche beim Abbrand entstehende Flammenzonen funktionell überstehen und seine katalytische Wirkung nach Möglichkeit erst am Rande der Flamme entfalten. Dies kann durch feste, hitzebeständige Katalysatoren gewährleistet werden, die erst bei höheren Temperaturen wirksam werden.

[0011] Katalysatoren, die sowohl die Wassergasreaktion als auch die Oxidation von Kohlenstoff, insbesondere Ruß, effizient beschleunigen, sind die Oxide von seltenen Erden, wie z. B. CeO₂ und Ce₂O₃, Yttriumoxid, Ytterbiumoxid, Neodymiumoxid und andere Oxide der seltenen Erden und Gemische daraus. Sehr effizient ist ein Gemisch aus CeO₂ oder Ce₂O₃ und Yttriumoxid. Katalysatoren, die eine Wassergasreaktion beschleunigen, sind im Stand der Technik beispielsweise als LTS- und HTS-Katalysatoren bekannt. Die Katalysatoren sind gewerblich erhältlich und funktionieren im Falle von LTS-Katalysatoren im Temperaturbereich von etwa 200 bis 300°C (LTS = Low Temperature Shift) und im Falle von HTS-Katalysatoren im Temperaturbereich von etwa 400 bis 600°C (HTS = High Temperature Shift). Der LTS-Katalysator besteht aus einem mit Kupfer-dotierten Gemisch von Aluminium- und Zinkoxid und der HTS-Katalysator aus einem mit Chrom-dotierten Magnetit (Fe₃O₄). Geeignet sind auch metallorganische Pigmente, insbesondere stark konjugierte Metallkomplexe, wie z. B. Phtalocyanine und Porphyrine. Besonders effizient zur Erhöhung des Spektralverhältnisses sind Katalysatoren, die die Wassergasreaktion erst bei Temperaturen über 300°C beschleunigen. Weiterhin ist es günstig, dass der Katalysator den Abbrand der Wirkmasse selbst nicht katalysiert. Besonders gut geeignet sind Katalysatoren, die eine Reaktion erst ab etwa 500°C wirksam beschleunigen. Sehr gut zur Erhöhung des Spektralverhältnisses ist beispielsweise Kupferphtalocyanin (Vossenblau) geeignet, das sehr temperaturbeständig ist und sich erst ab ca. 600°C zersetzt. Phtalocyanine von Eisen, Chrom, Kobalt, Nickel und Molybdän sind ebenfalls gut geeignete Katalysatoren.

[0012] Der den Zusatzstoff bildende Katalysator kann mindestens eine metallorganische Verbindung, insbesondere ein metallorganisches Pigment oder Metallkomplex, ein Oxid oder ein Salz eines Seltenerdmetalls, eine ein Seltenerdmetall enthaltende Verbindung, die in einer beim Abbrand der Wirkmasse entstehenden Flamme ein Oxid eines Seltenerdmetalls bildet, ein Oxid von Zirkonium, Titan, Aluminium, Zink, Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, Hafnium, Vanadin, Niob, Tantal, Chrom, Nickel, Eisen, Mangan, Molybdän, Wolfram, Kobalt, Kupfer oder Thorium oder eine eines der genannten Metalle enthaltende Verbindung, die in einer beim Abbrand der Wirkmasse entstehenden Flamme ein Oxid eines solchen Metalls bildet, Silber, ein Platinmetall, Rhenium oder eine eines der genannten Metalle enthaltende Verbindung, die in einer beim Abbrand der Wirkmasse entstehenden Flamme zum Metall reduziert wird, oder ein Gemisch aus mindestens zwei der vorgenannten Verbindungen oder Elemente umfassen.

[0013] Bei einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Wirkmasse umfasst der Katalysator CeO₂, Ce₂O₃, Yttriumoxid, Ytterbiumoxid, Neodymiumoxid, ein Gemisch der genannten Oxide, insbesondere ein Gemisch von CeO₂ und Yttriumoxid, ein Kupfer-dotiertes Gemisch aus Aluminium- und Zinkoxid (LTS-Katalysator), ein Chrom-dotiertes Magnetit (Fe₃O₄) (HTS-Katalysator), ein Phtalocyanin, insbesondere Kupferphtalocyanin (Vossenblau), Eisenphtalocyanin, Chromphtalocyanin, Kobaltphtalocyanin, Nickelphtalocyanin oder Molybdänphtalocyanin, oder ein Porphyrin.

[0014] Der Brennstoff der Wirkmasse kann neben Kohlenstoffatomen und Wasserstoffatomen auch Sauerstoff- und/oder Stickstoffatome enthalten. Der Brennstoff kann mindestens einen Nitrater, insbesondere einen flüssigen Nitrater, insbesondere Glyceryltrinitrat, Ethylenglykoldinitrat, Diethylenglykoldinitrat, Triethylenglykoldinitrat oder Methyrltrinitrat, oder einen als polymeren Feststoff vorliegenden Nitrater, insbesondere Nitrocellulose, Polyvinylnitrat oder Polyglycidylnitrat und/oder ein Nitrosamin, insbesondere 1,3,5-trinitroso-1,3,5-hexahydrotriazin, oder ein Amin, Amid, Nitril, Cyanat, Isocyanat, Urethan, Imin, Ketimin, Imid, Azid, Nitramin, Nitrosamin, Hydroxylamin, Hydrazin, Hydrazon, Oxim, Furoxan, Furazan, tertiäres Ammoniumsalz, Harnstoff, Methylharnstoff, Dimethylharnstoff, Trimethylharnstoff, Tetramethylharnstoff, Guanidinsalz, Monoaminoguanidinsalz, Diaminoguanidinsalz, Triaminoguanidinsalz oder Azoverbindung, einen Nitritester oder Stickstoffheterocyclus, eine Nitroverbindung, Nitrosoverbindung oder quartäre Ammoniumverbindung, Dicyandiamid, Azodicarbonamid, Dinitrosopentamethylentetramin (DNPT), Glyoxim, Oxamid, Acetamid, Carbazid, Semicarbazid, einen staubförmigen Brennstoff, insbesondere eine Cyanverbindung, insbesondere Paracyan,

oder einen bei einem Abbrand der Wirkmasse durch Zerstäuben einen Nebel bildenden Brennstoff, insbesondere eine ionische Flüssigkeit, insbesondere eine Imidazol-, Pyridin-, Diazin- oder sonstige Heterocyclusstruktur umfassende ionische Flüssigkeit, insbesondere 1-Butyl-3-methylimidazoliumperchlorat (BMIM-ClO₄), umfassen. Dabei umfasst jede der vorgenannten Verbindungen mindestens eine C-N-, eine C-N-O- oder eine C-O-N-Gruppe und optional mindestens eine C-O-Gruppe. Die genannten Gruppen können dabei in geraden oder ringförmigen Ketten und mit Einzel-, Doppel- oder Dreifachbindungen vorliegen. Durch diese Strukturmerkmale kann in der Flamme angeregter Stickstoff seine Energie mit hoher Ausbeute an Kohlenstoffmonoxid oder Kohlenstoffdioxid übermitteln und dieses dadurch anregen. Das Kohlenmonoxid oder Kohlendioxid gibt die dadurch aufgenommene Energie dann als Infrarotstrahlung im B-Band ab. Durch eine Bindung von Stickstoff an Kohlenstoff ist die Energieübertragung besonders effektiv und die Strahlungsausbeute erhöht. Eine Sauerstoffbrücke zwischen Stickstoff- und Kohlenstoffatomen steht dem nicht entgegen, weil die Energie auch über das Sauerstoffatom an das Kohlenstoffatom übertragen werden kann.

[0015] Durch den Mangel an Oxidationsmittel umfassen die die Flamme bildenden Gase vorwiegend Kohlenmonoxid, Wasserstoff und Wasserdampf. Keines von diesen Gasen strahlt jedoch effektiv im Wellenlängenbereich von 3,7 bis 5,1 µm, dem sogenannten B-Band (= MW-Band (mittlere Wellenlänge)). Wasserstoff strahlt gar nicht, Wasser im kurzwelligen Wellenlängenbereich und CO zwar im gewünschten B-Band jedoch mit geringer Emissivität. Durch den Katalysator wird Wasser und Kohlenmonoxid in der Flamme zu Kohlendioxid und Wasserstoff umgesetzt. Die Strahlung von Kohlendioxid wird zu etwa 99% im Wellenlängenbereich zwischen 4 und 5 µm abgestrahlt. Dadurch wird die Emissivität im B-Band erhöht und im kurzwelligen Bereich zwischen 1,9 und 2,3 µm, dem sogenannten A-Band (= KW-Band (kurzwellig)), reduziert.

[0016] Das Oxidationsmittel kann Chlor- und/oder Bromatome enthalten. Als besonders gut geeignetes Oxidationsmittel hat sich Ammoniumperchlorat erwiesen, weil bei dessen Umsetzung ausschließlich gasförmige Reaktionsprodukte und keine Schwarzkörperstrahlung emittierenden Partikel entstehen. Weiterhin kann bei Ammoniumperchlorat als Oxidationsmittel in der Wirkmasse ein Kupfer- oder Eisenatome enthaltender weiterer Katalysator, insbesondere Ferrocen, Eisenoxid, Eisenacetylacetonat oder Kupferphthalocyanin, enthalten sein. Dieser weitere Katalysator erniedrigt die Temperatur, bei welcher Ammoniumperchlorat zersetzt wird und abbrennt. Er stabilisiert dadurch den Abbrand der Wirkmasse.

[0017] Bei einer Ausgestaltung sind in der Wirkmasse im Wesentlichen (außer den Katalysatoren) keine Stoffe enthalten, die andere Atome als Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefel, Chlor und Brom enthalten. Dadurch wird die Entstehung von Abbrandprodukten, die das Spektrum in Richtung des A-Bandes verschieben, vermieden. "Im Wesentlichen" bedeutet dabei, dass keine der gewählten Bestandteile der erfindungsgemäßen Wirkmasse diese Stoffe enthält. Ein Vorhandensein von Spuren von Stoffen, die solche Atome enthalten, kann jedoch naturgemäß nicht ganz ausgeschlossen werden.

[0018] Es hat sich gezeigt, dass mit der erfindungsgemäßen Wirkmasse beim Abbrand ein Verhältnis der emittierten Strahlungsleistung im B-Band zur Strahlungsleistung im A-Band von bis zu 60 erreicht werden kann. Weiterhin sind Strahlungsleistungen von 150 J/(g sr) möglich.

[0019] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und einer Figur näher erläutert.

[0020] Die einzige Figur zeigt eine schematische Darstellung des Funktionsprinzips einer erfindungsgemäßen Wirkmasse beim Abbrand.

[0021] Die Figur zeigt in der Mitte die brennende Wirkmasse und rechts davon ein Profil der Temperatur T der bei deren Abbrand entstehenden Flamme in Abhängigkeit vom Abstand d von der brennenden Oberfläche 1 der Wirkmasse. Beim Abbrand treten heiße Gase aus der Oberfläche aus und bilden eine Diffusionszone 2. In der Diffusionszone mischen sich oxidierende Gase aus einem in der Wirkmasse enthaltenem Oxidationsmittel und brennbare Gase aus einem in der Wirkmasse enthaltenen Brennstoff und beginnen miteinander in einer Flamme zu reagieren. In der ersten Reaktionszone 3 werden diese Gase hauptsächlich in Kohlenmonoxid und Wasserdampf umgesetzt, weil die Menge des Oxidationsmittels so bemessen ist, dass sie nicht für eine vollständige Oxidation des Kohlenstoffs ausreicht. Die Temperatur ist dabei noch zu niedrig um den Katalysator zu aktivieren.

[0022] Im Profil der Temperatur T der Flamme zeigt die Linie 7 die Temperaturschwelle, oberhalb der die katalysierte Wassergasreaktion abläuft und aus Kohlenmonoxid und Wasser Kohlendioxid und Wasserstoff entstehen. Durch diese Reaktion entsteht die kohlendioxidreiche zweite Reaktionszone 4, die am heißesten ist. Durch von außen in die Flamme fließende Luft 8 brennt der Wasserstoff in einer hier nicht maßstabsgerecht dargestellten dünnen äußeren Reaktionszone 5 ab, wobei Wasserdampf und Kohlendioxid entstehen. Die äußere Reaktionszone 5 strahlt stark in die Außenzone 6 ab. Die in der ersten Reaktionszone 3 von den Wassermolekülen emittierte Strahlung im Wellenlängenbereich von 2 bis 3 µm wird von der ersten Reaktionszone 3 teilweise selbst wieder abgeschirmt, weil Wasser in diesem Spektralbereich auch Strahlung absorbiert. Diese Abschirmung erfolgt auch in der äußeren Reaktionszone 5. Da diese Zone aber sehr dünn ist, ist die abschirmende Wirkung sowohl im A- als auch im B-Band gering. Die Absorption von Wasser und Kohlendioxid in Abhängigkeit von der Wellenlänge ist schematisch in dem Diagramm links der Flamme dargestellt.

[0023] Die zweite Reaktionszone 4 strahlt vorwiegend im Bereich von 3 bis 5 µm in den Außenbereich 6 und wird dabei kaum von der dünnen äußeren Reaktionszone 5 abgeschirmt. Da in der zweiten Reaktionszone 4 kaum Wasser

vorhanden ist, erfolgt kaum eine Emission im A-Band. In der äußeren Reaktionszone 5 ist das Wasser auch nur sehr kurzzeitig vorhanden, so dass es auch aus diesem Grund kaum Strahlung emittiert, während die Verweilzeit des Kohlendioxids in der Flamme und damit auch die Emission im B-Band verhältnismäßig groß ist.

[0024] Von jeder der nachfolgenden Wirkmassen wurden jeweils 5 Tabletten ä 10 g Wirkmasse gepresst. Die Tabletten wurden abgebrannt und deren Strahlungsleistung mit einem Zweikanalradiometer bestimmt. Die als Beispiel 1 aufgeführte Wirkmasse MTV diente dabei als Standard. Die Strahlungsleistung beim Abbrand der Tabletten wird als Prozentsatz der Strahlungsleistung von MTV angegeben.

[0025] 200 g der in einigen der nachfolgend angegebenen Wirkmassen verwendeten ionischen Flüssigkeit BMIM-ClO₄ wurden wie folgt synthetisiert:

150 g BMIM-Cl wurden in ca. 600 ml trockenem Methanol bei 25°C in einem 2 Liter Einhalskolben aufgelöst. Eine stöchiometrische Menge trockenes Natriumperchlorat wurde ebenfalls in 600 ml trockenem Methanol in einem 2 Liter Einhalskolben getrennt aufgelöst. Dann wurde die gesamte Perchloratlösung auf einmal in die BMIM-Chloridlösung gegeben. Die Flasche, in der die Perchloratlösung war, wurde noch 3 x mit 50 ml trockenem Methanol gewaschen und das Methanol auch noch zu der BMIM-Chloridlösung gegeben. Die resultierende Lösung wurde nach einigen Minuten trüb und gelb, als das entstandene Natriumchlorid begann auszufallen.

[0026] Die gesamte Lösung wurde anschließend eine Stunde unter Rückfluss gekocht. Die heiße Lösung wurde danach mittels einer Fritte in einen 2 Liter Einhalskolben filtriert und der Niederschlag noch 3 x mit 50 ml trockenem Methanol gewaschen. Der praktisch ausschließlich aus Kochsalz bestehende Filterkuchen wurde entsorgt.

[0027] Der Einhalskolben wurde anschließend an einen Rotationsverdampfer angeschlossen und das Methanol unter ca. 500 mbar Druck abdestilliert, wobei das Wasserbad im Verdampfer auf 90°C erhitzt wurde. Als das Methanol abdestilliert war, wurde das warme rohe BMIM-ClO₄ aus dem Kolben nochmals durch die Fritte in einen 250 ml Scheidetrichter filtriert, weil beim Verdampfen des Methanols noch weiteres Kochsalz ausgefallen ist.

[0028] Das fertige BMIM-ClO₄ (ein gelbliches, zähflüssiges Öl) wurde aus dem Scheidetrichter in eine Laborflasche gefüllt und gewogen. Die Ausbeute war nahezu quantitativ.

Beispiel 1:

[0029]

Standard MTV (Magnesium-Teflon-Viton).

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Magnesiumpulver	Ecka LNR 61	60,0	TMD = 1893 Gleitmittel
Teflonpulver	Hoechst TF 9202	25,0	
Viton	3M Fluorel FC-2175	10,0	
Grafit	Merck	5,0	
TMD = Theoretische maximale Dichte			

Beispiel 2:

[0030]

Bekannte spektral angepasste Wirkmasse auf Basis von Ammoniumperchlorat. Diese Wirkmasse weist ein relativ hohes Spektralverhältnis aber verhältnismäßig wenig Energie auf.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	d ₅₀ = 25 µm	77,8	TMD = 1678
HTPB	R45HT-M M = 2800	10,32	
IPDI		0,78	
Hexamethylentetramin	kristallin	11,0	

EP 2 698 360 A2

(fortgesetzt)

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Eisenacetylacetat		0,10	
HTPB = Hydroxyl-terminiertes Polybutadien IPDI = Isophorondiisocyanat			

Beispiel 3:

[0031]

Spektral angepasste Wirkmasse auf Basis von Ammoniumperchlorat gemäß Beispiel 2, aber zusätzlich mit 0,1% Wassergaskatalysator. Die Strahlungsenergie ist nicht beeinflusst, aber das Spektralverhältnis steigt um ca. 60%.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	d ₅₀ = 25 µm	77,7	TMD = 1678
HTPB	R45HT-M M = 2800	10,32	
IPDI		0,78	
Hexamethylentetramin	kristallin	11,0	
Eisenacetylacetat		0,10	
Wassergaskatalysator	Typ HTS	0,10	

[0032] Beispiel 4:

Wirkmasse mit Nitrocellulose.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	gemahlen d ₅₀ = 25 µm	41,00	T = 2130 K TMD = 1575
Nitrocellulose	Hagedorn H24	50,25	
Diethyladipat	BASF	8,85	

Beispiel 5:

[0033]

Erfindungsgemäße Wirkmasse gemäß Beispiel 4, aber zusätzlich mit Ceroxid als Redoxkatalysator. Das Spektralverhältnis wird verdoppelt, aber die spezifische Energie nicht beeinflusst.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	gemahlen d ₅₀ = 25 µm	41,00	T = 2130 K TMD = 1575
Nitrocellulose	Hagedorn H24	50,15	
Diethyladipat	BASF	8,85	
Cer(IV)oxid	1 µm	0,1	

Beispiel 6:

[0034]

Wirkmasse mit Nitrocellulose und ionischer Flüssigkeit BMIM-ClO₄.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	gemahlen d ₅₀ = 25 µm	20,30	T = 1830 K TMD = 1702
Nitrocellulose	Hagedorn H24	41,70	
DEGDN	selbst synthetisiert	11,80	
BMIM-ClO ₄	selbst synthetisiert	5,9	

EP 2 698 360 A2

(fortgesetzt)

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Paracyan Akardit II	Pulver	20,20 0,10	
DEGDN = Diethylenglycoldinitrat BMIM-ClO ₄ = 1-Butyl-3-methylimidazoliumperchlorat, ein Flüssigsalz			

Beispiel 7:

[0035]

Erfindungsgemäße Wirkmasse gemäß Beispiel 6, aber zusätzlich mit Wassergaskatalysator. Das Spektralverhältnis wird verdoppelt und die spezifische Energie geringfügig gesteigert.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	gemahlen d ₅₀ = 25 µm	20,30	T = 1830 K TMD = 1702
Nitrocellulose	Hagedorn H24	41,60	
DEGDN	selbst synthetisiert	11,80	
BMIM-ClO ₄	selbst synthetisiert	5,9	
Paracyan	Pulver	20,20	
Akardit II		0,10	
Wassergaskatalysator	Typ HTS	0,10	

Beispiel 8:

[0036]

Wirkmasse mit Nitrocellulose und ionischer Flüssigkeit.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	gemahlen d ₅₀ = 25 µm	19,90	T = 1790 K TMD = 1645
Nitrocellulose	Hagedorn H24	39,40	
DEGDN	selbst synthetisiert	11,00	
BMIM-ClO ₄	selbst synthetisiert	5,60	
Azodicarbonamid	kristallin	24,00	
Akardit II		0,10	

Beispiel 9:

[0037]

Erfindungsgemäße Wirkmasse gemäß Beispiel 8, aber zusätzlich mit Ceroxid als Redoxkatalysator. Das Spektralverhältnis wird ohne Energieverlust verdoppelt.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	gemahlen d ₅₀ = 25 µm	19,90	T = 1790 K TMD = 1645
Nitrocellulose	Hagedorn H24	39,40	
DEGDN	selbst synthetisiert	11,00	
BMIM-ClO ₄	selbst synthetisiert	5,60	
Azodicarbonamid	kristallin	24,00	
Akardit II		0,10	
Cer(IV)oxid	1 µm	0,1	

Beispiel 10:

[0038]

- 5 Erfindungsgemäße Wirkmasse gemäß Beispiel 8, aber zusätzlich mit Wassergaskatalysator. Das Spektralverhältnis wird ohne Energieverlust verdoppelt.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	gemahlen $d_{50} = 25 \mu\text{m}$	19,90	T = 1790 K TMD = 1645
Nitrocellulose	Hagedorn H24	39,40	
DEGDN	selbst synthetisiert	11,00	
BMIM-ClO ₄	selbst synthetisiert	5,60	
Azodicarbonamid	kristallin	24,00	
Akardit II		0,10	
Wassergaskatalysator	Typ HTS	0,1	

Beispiel 11:

[0039]

Erfindungsgemäße Wirkmasse gemäß Beispiel 8, aber zusätzlich mit unterschiedlichen Wassergaskatalysatoren.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	gemahlen $d_{50} = 25 \mu\text{m}$	19,90	T = 1790 K TMD = 1645
Nitrocellulose	Hagedorn H24	39,30	
DEGDN	selbst synthetisiert	11,00	
BMIM-ClO ₄	selbst synthetisiert	5,60	
Azodicarbonamid	kristallin	24,00	
Akardit II		0,10	
Wassergaskatalysator	Typ HTS	0,1	
Wassergaskatalysator	Typ LTS	0,1	

Beispiel 12:

[0040]

Erfindungsgemäße Wirkmasse gemäß Beispiel 8, aber zusätzlich mit unterschiedlichen Wassergaskatalysatoren und Kupferphthalocyanin. Der Abbrand dieser Wirkmasse ist sehr windfest.

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	gemahlen $d_{50} = 25 \mu\text{m}$	19,90	T = 1790 K TMD = 1645
Nitrocellulose	Hagedorn H24	39,30	
DEGDN	selbst synthetisiert	11,00	
BMIM-ClO ₄	selbst synthetisiert	5,60	
Azodicarbonamid	kristallin	24,00	
Akardit II		0,10	
Wassergaskatalysator	Typ HTS	0,1	
Wassergaskatalysator	Typ LTS	0,1	
Kupferphthalocyanin	BASF Vossenblau	0,1	

Tabelle 1:

Messergebnisse von Strahlungsmessungen im Labor ohne Wind. Alle Ergebnisse sind Durchschnittswerte von 5 Parallelversuchen. Der Pressdruck bei allen Sätzen betrug 1500 bar, 17 mm Werkzeugdurchmesser, Ansatz 10,0 g.					
Satz	E_a [J/(g sr)]	E_b [J/(g sr)]	$(E_a + E_b)$ [J/(g sr)]	E_b/E_a	% MTV (MW-Kanal)
Beispiel 1	152	84	236	0,553	100
Beispiel 2	3,7	31,3	35,0	8,7	37,2
Beispiel 3	2,2	30,7	35,0	13,9	36,5
Beispiel 4	4,1	78,8	82,9	19,2	94
Beispiel 5	2,0	76,5	78,5	37,9	91
Beispiel 6	5,1	148,8	153,9	29,2	177
Beispiel 7	2,6	153,3	155,9	59,1	182
Beispiel 8	3,5	100,4	103,9	28,7	120
Beispiel 9	1,7	99,6	101,3	58,0	119
Beispiel 10	1,6	79,8	81,4	49,8	95
Beispiel 11	1,5	80,7	82,2	53,8	96
Beispiel 12	1,2	81,8	82,9	68,2	97
E_a = spezifische Leistung im KW-Kanal (ca. 1,9 bis 2,3 μm) in J/(g sr); E_b = spezifische Leistung im MW-Kanal (ca. 3,7 bis 5,1 μm) in J/(g sr); $(E_a + E_b)$ in J/(g sr) = die Summe von KW- und MW-Kanälen; E_b/E_a = das Verhältnis von MW zu KW-Kanal; % MTV = Leistung als Prozent der Leistung von Standard-MTV; KW = Kurzwellig; MW = Mittelwellig;					

Patentansprüche

- Wirkmasse für ein beim Abbrand der Wirkmasse spektral strahlendes Scheinziel mit einem in der Wirkmasse verteilten Zusatzstoff, der ein Verhältnis von einer Intensität einer beim Abbrand der Wirkmasse emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 3,7 bis 5,1 μm zu einer Intensität einer beim Abbrand der Wirkmasse emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 1,9 bis 2,3 μm erhöht, wobei die Wirkmasse einen Kohlenstoff- und Wasserstoffatome enthaltenden Brennstoff und ein Sauerstoffatome enthaltendes Oxidationsmittel für den Brennstoff umfasst, wobei die Menge des Oxidationsmittels so bemessen ist, dass sie nicht für eine vollständige Oxidation des Kohlenstoffs ausreicht, wobei der Zusatzstoff ein in Form von Partikeln vorliegender eine Redoxreaktion katalysierender Katalysator ist.
- Wirkmasse nach Anspruch 1, wobei die Redoxreaktion eine Wassergasreaktion oder die Oxidation von, insbesondere in Form von Ruß vorliegendem, Kohlenstoff ist.
- Wirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Katalysator in einer Menge von höchstens 5 Gew.-%, insbesondere höchstens 2 Gew.-%, insbesondere höchstens 1 Gew.-%, insbesondere höchstens 0,5 Gew.-%, insbesondere höchstens 0,1 Gew.-%, in der Wirkmasse enthalten ist.
- Wirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Partikel eine maximale durchschnittliche Korngröße von 50 μm , insbesondere 20 μm , insbesondere 10 μm , insbesondere 1 μm , aufweisen.
- Wirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Katalysator mindestens eine metallorganische Verbindung, insbesondere ein metallorganisches Pigment oder Metallkomplex, ein Oxid oder ein Salz eines Seltenerdmetalls, eine ein Seltenerdmetall enthaltende Verbindung, die in einer beim Abbrand der Wirkmasse entstehenden Flamme ein Oxid eines Seltenerdmetalls bildet, ein Oxid von Zirkonium, Titan, Aluminium,

Zink, Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, Hafnium, Vanadin, Niob, Tantal, Chrom, Nickel, Eisen, Mangan, Molybdän, Wolfram, Kobalt, Kupfer oder Thorium oder eine eines der genannten Metalle enthaltende Verbindung, die in einer beim Abbrand der Wirkmasse entstehenden Flamme ein Oxid eines solchen Metalls bildet, Silber, ein Platinmetall, Rhenium oder eine eines der genannten Metalle enthaltende Verbindung, die in einer beim Abbrand der Wirkmasse entstehenden Flamme zum Metall reduziert wird, oder ein Gemisch aus mindestens zwei der vorgenannten Verbindungen oder Elemente umfasst.

6. Wirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Katalysator CeO₂, Ce₂O₃, Yttriumoxid, Ytterbiumoxid, Neodymiumoxid, ein Gemisch der genannten Oxide, insbesondere ein Gemisch von CeO₂ und Yttriumoxid, ein Kupfer-dotiertes Gemisch aus Aluminium- und Zinkoxid (LTS-Katalysator), ein Chrom-dotiertes Magnetit (Fe₃O₄) (HTS-Katalysator), ein Phtalocyanin, insbesondere Kupferphtalocyanin (Vossenblau), Eisenphtalocyanin, Chromphtalocyanin, Kobaltphtalocyanin, Nickelphtalocyanin oder Molybdänphtalocyanin, oder ein Porphyrin umfasst.

7. Wirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Brennstoff Sauerstoff- und/oder Stickstoffatome enthält.

8. Wirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Brennstoff mindestens einen Nitrates, insbesondere einen flüssigen Nitrates, insbesondere Glyceroltrinitrat, Ethylenglykoldinitrat, Diethylenglykoldinitrat, Triethylenglykoldinitrat oder Methioltrinitrat, oder einen als polymeren Feststoff vorliegenden Nitrates, insbesondere Nitrocellulose, Polyvinylnitrat oder Polyglycidylnitrat und/oder ein Nitrosamin, insbesondere 1,3,5-trinitroso-1,3,5-hexahydrotriazin, oder ein Amin, Amid, Nitril, Cyanat, Isocyanat, Urethan, Imin, Ketimin, Imid, Azid, Nitramin, Nitrosamin, Hydroxylamin, Hydrazin, Hydrazon, Oxim, Furaxan, Furazan, tertiäres Ammoniumsalz, Harnstoff, Methylharnstoff, Dimethylharnstoff, Trimethylharnstoff, Tetramethylharnstoff, Guanidinsalz, Monoaminoguanidinsalz, Diaminoguanidinsalz, Triaminoguanidinsalz oder Azoverbindung, einen Nitritester oder Stickstoffheterocyclus, eine Nitroverbindung, Nitrosoverbindung oder quartäre Ammoniumverbindung, Dicyandiamid, Azodicarbonamid, Dinitrosopentamethylentetramin (DNPT), Glyoxim, Oxamid, Acetamid, Carbazid, Semicarbazid, einen staubförmigen Brennstoff, insbesondere eine Cyanverbindung, insbesondere Paracyan, oder einen bei einem Abbrand der Wirkmasse durch Zerstäuben einen Nebel bildenden Brennstoff, insbesondere eine ionische Flüssigkeit, insbesondere eine Imidazol-, Pyridin-, Diazin- oder sonstige Heterocyclusstruktur umfassende ionische Flüssigkeit, insbesondere 1-Butyl-3-methylimidazoliumperchlorat (BMIM-ClO₄), umfasst, wobei jede der vorgenannten Verbindungen mindestens eine C-N-, eine C-N-O- oder eine C-O-N-Gruppe und optional mindestens eine C-O-Gruppe umfasst.

9. Wirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Oxidationsmittel Chlor- und/oder Bromatome enthält.

10. Wirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Oxidationsmittel Ammoniumperchlorat umfasst.

11. Wirkmasse nach Anspruch 10, wobei darin ein Kupfer- oder Eisenatome enthaltender weiterer Katalysator, insbesondere Eisenoxid, Ferrocen, Eisenacetylacetonat oder Kupferphtalocyanin, enthalten ist.

12. Wirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei darin im Wesentlichen keine Stoffe enthalten sind, die andere Atome als Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefel, Chlor und Brom enthalten.

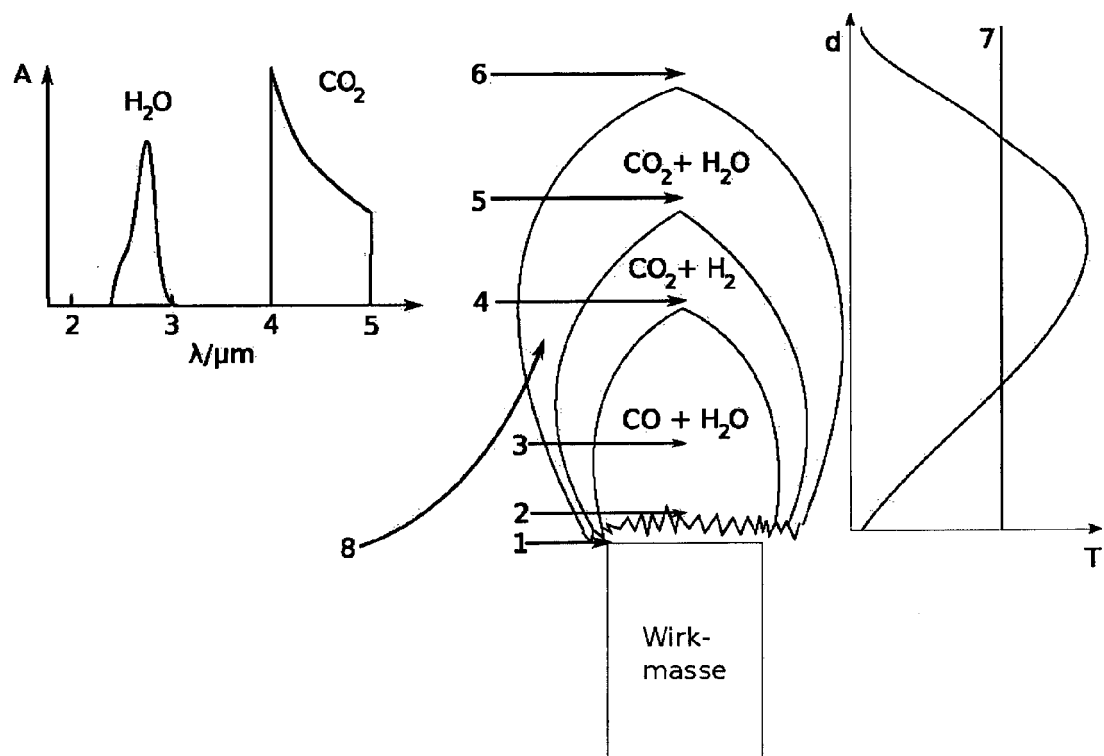


Fig.1