

(19)



(11)

EP 2 695 871 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.02.2014 Patentblatt 2014/07

(51) Int Cl.:
C06B 27/00 (2006.01) C06C 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13003892.0**

(22) Anmeldetag: **05.08.2013**

(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
DE - 91239 Henfenfeld (DE)**

(30) Priorität: **09.08.2012 DE 102012015762**

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

(54) **Hochleistungswirkmasse für ein pyrotechnisches Scheinziel mit einer fluorierten Kohlenstoffverbindung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Hochleistungswirkmasse für ein pyrotechnisches Scheinziel, umfassend einen Brennstoff, ein Oxidationsmittel für den Brennstoff und optional ein Bindemittel, wobei das Oxidationsmittel eine fluorierte Kohlenstoffverbindung mit einer mindestens 100 Kohlenstoffatome langen Kohlenstoffkette oder sich wiederholenden Kohlenstoffatome enthalten-

den ein Polymer bildenden Einheiten ist, wobei in der Kohlenstoffkette oder jeder der Einheiten mindestens eines der Kohlenstoffatome mindestens eine durch einen Molekülrest oder ein anderes Atom als Fluor oder Kohlenstoff besetzte Bindungsstelle aufweist, wobei das Oxidationsmittel kein Grafitfluorid ist.

EP 2 695 871 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochleistungswirkmasse für ein pyrotechnisches Scheinziel mit einem Brennstoff, einem Oxidationsmittel für den Brennstoff und optional einem Bindemittel, wobei das Oxidationsmittel eine fluoridierte Kohlenstoffverbindung ist.

[0002] Aufgabe einer Wirkmasse für Scheinziele ist es, beim Abbrand die Infrarotstrahlung einer Abgasfahne eines Düsenflugzeugs für einen Suchkopf, beispielsweise einer Lenkwaffe, nachzubilden. Der von üblichen Suchköpfen detektierte Wellenlängenbereich liegt zwischen 2 und 5 μm . Bisher wird dies beispielsweise mit der bekannten Schwarzkörperwirkmasse Magnesium-Teflon-Viton (MTV) erreicht, bei der Polytetrafluorethylen (PTFE, Teflon®) als Oxidationsmittel dient. Bis zu 250% der Leistung von MTV kann erreicht werden, wenn Grafitfluorid als Oxidationsmittel eingesetzt wird. Grafitfluorid ist jedoch verhältnismäßig teuer und unter Umständen schwer zu beschaffen. Um dieselbe Leistung ohne Grafitfluorid zu erreichen, kann mehr Wirkmasse in einem Scheinziel eines größeren Kalibers eingesetzt werden. Dies hat jedoch den Nachteil, dass bei begrenzter Ladekapazität, wie sie in Flugzeugen im Allgemeinen gegeben ist, weniger Scheinzielladungen aufgenommen werden können. Weiterhin ist es dann erforderlich, Abschussgeräte für ein größeres Kaliber bereitzustellen.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Wirkmasse für Scheinziele bereitzustellen, die beim Abbrand, insbesondere auch bei hoher Luftgeschwindigkeit, eine höhere Strahlungsleistung als MTV aufweist und dazu kein Grafitfluorid enthalten muss. Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 11. Erfindungsgemäß ist eine Hochleistungswirkmasse für ein pyrotechnisches Scheinziel, umfassend einen Brennstoff, ein Oxidationsmittel für den Brennstoff und optional ein Bindemittel vorgesehen, wobei das Oxidationsmittel eine fluoridierte Kohlenstoffverbindung mit einer mindestens 100 Kohlenstoffatome langen Kohlenstoffkette oder sich wiederholenden, Kohlenstoffatome enthaltenden, ein Polymer bildenden Einheiten ist, wobei in der Kohlenstoffkette oder pro Einheit mindestens eines der Kohlenstoffatome mindestens eine durch einen Molekülrest oder ein anderes Atom als Fluor oder Kohlenstoff besetzte Bindungsstelle aufweist. Das Oxidationsmittel ist dabei kein Grafitfluorid. Das Bindemittel kann entfallen, wenn eine andere Komponente der Hochleistungswirkmasse eine bindende Eigenschaft aufweist.

[0004] Das in der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse enthaltene Oxidationsmittel ist also nicht wie PTFE vollständig sondern nur teilweise fluoridiert. Bisher wurde angenommen, dass für Schwarzkörperwirkmassen solche Fluorkohlenstoffe am besten geeignet sind, die eine maximal mögliche Menge an Fluor enthalten und dadurch möglichst effizient als Oxidationsmittel wirken und die höchste Verbrennungsenthalpie liefern.

[0005] Der Erfinder der vorliegenden Erfindung hat jedoch erkannt, dass nicht allein die Verbrennungsenthalpie entscheidend ist sondern die bei der Verbrennung freigesetzte Wärme auch effizient abgestrahlt werden muss und daher eine hohe Emissivität der Abbrandprodukte ebenso wichtig ist. Weiterhin hat er erkannt, dass der aus vollständig fluoridierten Fluorkohlenstoffverbindungen generierte Ruß zu feinkörnig ist, um in dem gewünschten Wellenlängenbereich von 2. bis 5 μm abzustrahlen. Die freigesetzte Energie wird bei diesen Wirkmassen in kürzeren Wellenlängenbereichen abstrahlt oder konvektiv abgeführt. Weiterhin hat der Erfinder erkannt, dass feiner Ruß auch sehr schnell abbrennt und dadurch auch schnell als Emittent von Strahlung verloren geht.

[0006] Das Oxidationsmittel Teflon ist daher für Scheinzielwirkmassen ungünstig. Das Oxidationsmittel Grafitfluorid weist beim Abbrand eine wesentlich höhere Emissivität in dem gewünschten Wellenlängenbereich von 2 bis 5 μm als Teflon auf, hat jedoch die oben genannten Nachteile des hohen Preises und der unter Umständen eingeschränkten Beschaffbarkeit.

[0007] Das in der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse enthaltene Oxidationsmittel ist eine fluoridierte Kohlenstoffverbindung mit einer mindestens 100 Kohlenstoffatome langen Kohlenstoffkette oder sich wiederholenden Kohlenstoffatome enthaltenden Einheiten, die ein Polymer bilden. Dabei weist in der Kohlenstoffkette oder jeder der Einheiten mindestens eines der Kohlenstoffatome mindestens eine nicht durch ein anderes Kohlenstoffatom besetzte Bindungsstelle auf, wobei diese Bindungsstelle durch einen Molekülrest oder ein anderes Atom als Fluor besetzt ist. Ein solches Oxidationsmittel erzeugt beim Abbrand der Wirkmasse Rußteilchen mit aromatischen Ringen oder Doppelbindungen und einer mittleren Korngröße von mindestens 1 μm . Diese Rußteilchen erzeugen effizient Strahlung in dem gewünschten Wellenlängenbereich von 2 bis 5 μm . Es wird vermutet, dass dies daran liegt, dass durch den Molekülrest oder das andere Atom als Fluor oder Kohlenstoff Stellen in der Kohlenstoffkette oder den Einheiten bereitgestellt werden, an denen beim Abbrand Doppelbindungen oder aromatische Strukturen entstehen können, die die entstehenden Moleküle so stabilisieren, dass beim weiteren Abbrand keine allzu kleinen Rußpartikel entstehen. Der bei der erfindungsgemäßen Wirkmasse entstehende grobe Ruß brennt auch länger als feiner Ruß und strahlt daher auch länger. Es hat sich gezeigt, dass die Emissivität der Abbrandprodukte und der Anteil der in Strahlung umgesetzten Energie von der insgesamt freigesetzten Energie und somit auch die spezifische Strahlungsleistung bei der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse gegenüber Wirkmassen mit dem vollständig fluoridierten Oxidationsmittel PTFE erhöht ist. Die Menge der Kohlenstoffverbindung in der Hochleistungswirkmasse kann verhältnismäßig hoch sein, obwohl dadurch die Temperatur der beim Abbrand entstehenden Flamme der Hochleistungswirkmasse durch eine Reduktion der Verbrennungsenthalpie

reduziert wird. Dies wird kompensiert durch die durch die Kohlenstoffverbindung gesteigerte Emissivität und die bessere Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Energie.

[0008] Weiterhin wird die Abbrandrate der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse durch das Oxidationsmittel erhöht, weil durch die durch das Oxidationsmittel bewirkte Erhöhung der Strahlungsleistung auch mehr Wärme auf die brennende Oberfläche zurückgestrahlt wird. Weiter beschleunigt wird der Abbrand dadurch, dass eine beim Abbrand entstehende Flamme optisch verhältnismäßig dicht ist und dadurch Hitze verhältnismäßig lange innerhalb der Flamme zurückgehalten wird. Gegenüber dem bei der Verwendung von Teflon als Oxidationsmittel entstehenden feinkörnigen Ruß brennt der aus dem in der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse enthaltenen Oxidationsmittel entstehende Ruß langsamer ab. Er kann dadurch die freigesetzte Energie länger abstrahlen. Dadurch wird die in der Hochleistungswirkmasse enthaltene chemische Energie mit einem höheren Wirkungsgrad in Strahlung umgesetzt. Darüber hinaus erzeugt der langsam abbrennende Ruß einen gleichmäßigen und dichten Raumeffekt. Durch den Raumeffekt kann mittels der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse sehr gut eine Abgasfahne eines Düsenflugzeugs nachgeahmt werden.

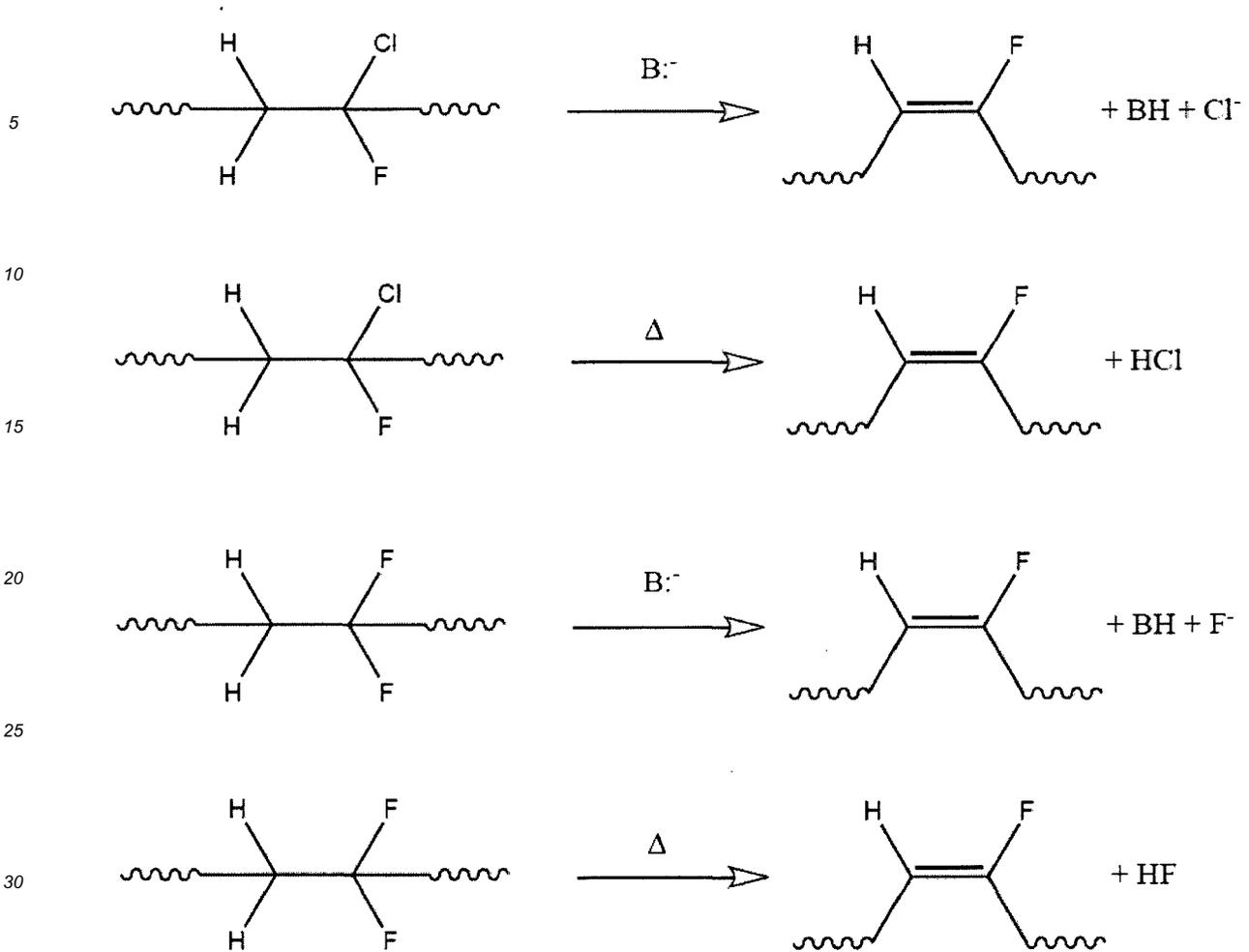
[0009] Der Ruß bzw. der darin enthaltene Kohlenstoff kann auch mit Titan, Zirkonium, Hafnium, Niob, Tantal, Molybdän und Vanadium, welches als Brennstoff in der Hochleistungswirkmasse enthalten sein kann, Carbide bilden. Der Kohlenstoff dient dabei als weiteres Oxidationsmittel für die genannten Metalle. Die resultierenden Carbide schmelzen in der beim Abbrand entstehenden Flamme nicht und geben als Carbidpartikel Strahlung an die Umgebung ab.

[0010] Die Rückstrahlung auf die brennende Oberfläche ermöglicht es weiterhin, im Verhältnis zum Oxidationsmittel einen relativ hohen Anteil an Brennstoff in der Hochleistungswirkmasse vorzusehen. Dadurch kann die Wirkmasse einen höheren Energieinhalt aufweisen als mit einem anderen als dem darin enthaltenen Oxidationsmittel.

[0011] Bei einer Ausgestaltung der Erfindung ist das Verhältnis der Anzahl der Fluoratome zur Anzahl der anderen Atome in dem Oxidationsmittel kleiner als 3, wenn alle anderen Atome Wasserstoffatome sind.

[0012] Das andere Atom kann ein Wasserstoff-, Sauerstoff-, Stickstoff-, Schwefel-, Chlor-, Brom-, oder Iodatom sein. Wenn das andere Atom ein Wasserstoffatom ist und an einem benachbarten Kohlenstoffatom ein Fluoratom gebunden ist, kann beim Abbrand der Hochleistungswirkmasse HF unter Ausbildung einer Doppelbindung zwischen den benachbarten C-Atomen abgespalten werden. Bei einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse sind mehr als eine Bindungsstelle des Kohlenstoffatoms oder einer Mehrzahl der Kohlenstoffatome durch einen Molekülrest oder mehrere Molekülreste und/oder ein anderes Atom oder andere Atome als Fluor und als Kohlenstoff besetzt, wobei diese Bindungsstellen jeweils verschieden besetzt sind. Die verschieden besetzten Bindungsstellen können jeweils an benachbarten Kohlenstoffatomen lokalisiert sein. Die anderen Atome können mindestens ein Halogenatom, insbesondere ein Chlor-, Brom- oder Iodatom, und mindestens ein Wasserstoffatom an Bindungsstellen benachbarter Kohlenstoffatome umfassen. Dadurch kann ein Wasserstoffhalogen unter Ausbildung einer Doppelbindung abgespalten werden.

[0013] Wenn ein Chlor-, Brom- oder Iodatom an einem Kohlenstoffatom gebunden ist und an einem benachbarten Kohlenstoffatom Wasserstoff gebunden ist, kann beim Abbrand der Hochleistungswirkmasse HCl, HBr oder HI unter Bildung einer Doppelbindung zwischen den benachbarten Kohlenstoffatomen abgespalten werden. Der Brennstoff kann bei der Abspaltung von HCl, HBr oder HI beispielsweise Magnesium sein. Die Entstehung von Doppelbindungen durch Eliminationsreaktionen bei halogenierten Polymeren kann beim Abbrand einer erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse wie folgt erfolgen:

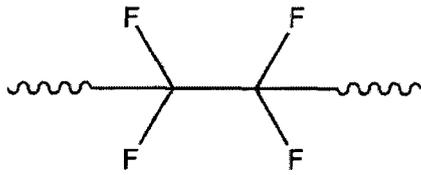


[0014] Die Eliminationsreaktionen können thermisch oder durch eine Base stattfinden. Als eine Base kann z. B. ein Metalloxid aus dem Brennstoff in der Mischung funktionieren oder eine Base kann in die Wirkmasse beigemischt werden.

[0015] Bei dem Oxidationsmittel kann es sich um Poly(ethylen tetrafluorethylen) (ETFE), Poly(chlortrifluorethylen) (PCTFE), Poly(ethylenchlortrifluorethylen) (ECTFE), Perfluoroalkoxy-Polymer (PFA), Polyvinylidenfluorid (PVDF) oder ein teilfluoriertes Pyren handeln.

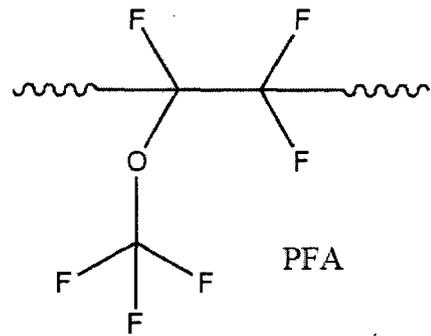
[0016] Die Strukturen von PTFE, PVDF, ETFE, PFA, PCTFE und ECTFE sind wie folgt:

5



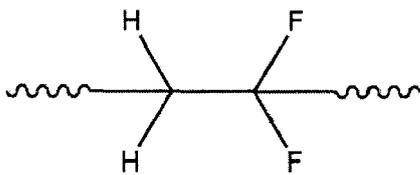
PTFE

10



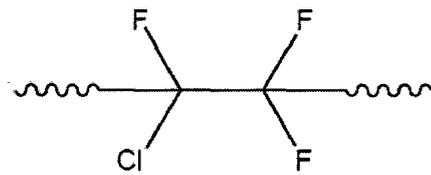
PFA

15



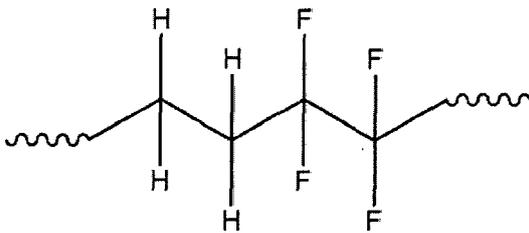
PVDF

20



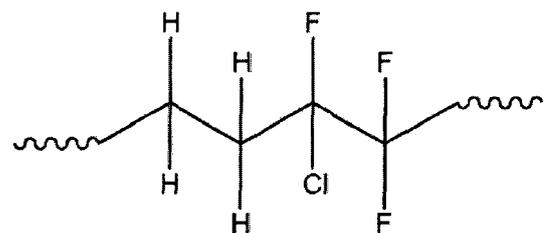
PCTFE

25



ETFE

30



ECTFE

35

40 **[0017]** Bei einer Ausgestaltung der Hochleistungswirkmasse umfasst die Einheit mindestens eine aromatische Struktur oder polyaromatische Struktur.

[0018] Der Brennstoff kann ein Metall, ein Halbmetall oder eine Mischung oder Legierung aus Metallen und/oder Halbmetallen oder eine Mischung oder Legierung aus mindestens einem Metall und mindestens einem Halbmetall umfassen. Der Brennstoff kann Aluminium, Magnesium, Titan, Zirkonium, Hafnium, Calcium, Lithium, Niob, Wolfram, Mangan, Eisen, Nickel, Kobalt, Zink, Zinn, Blei, Bismut, Tantal, Molybdän, Vanadium, Bor, Silizium, eine Legierung oder Mischung aus mindestens zwei dieser Metalle oder Halbmetalle, eine Zirkonium-Nickel-Legierung oder -Mischung, eine Aluminium-Magnesium-Legierung oder -Mischung, eine Lithium-Aluminium-Legierung oder -Mischung, eine Calcium-Aluminium-Legierung oder -Mischung, eine Eisen-Titan-Legierung oder -Mischung, eine Zirkonium-Titan-Legierung oder -Mischung oder eine Lithium-Silizium-Legierung oder -Mischung umfassen.

50 **[0019]** Titan, Zirkonium, Hafnium, Niob, Tantal, Molybdän und Vanadium können mit den Kohlestoffpartikeln oder daraus entstehenden Rußpartikeln Carbide bilden. Der Kohlenstoff dient dabei als weiteres Oxidationsmittel für die genannten Metalle. Die resultierenden Carbide liegen bei den beim Abbrand der Hochleistungswirkmasse entstehenden Temperaturen als Feststoffe vor und emittieren als Carbidpartikel Strahlung.

[0020] Bei dem Bindemittel kann es sich um ein Fluorelastomer, insbesondere ein Fluorkautschuk, wie beispielsweise Viton® der Firma "DuPont Performance Elastomers", handeln. Weiterhin kann die Wirkmasse zur Beschleunigung des Abbrands einen Abbrandkatalysator, insbesondere Ferrocen, Eisenacetylacetat oder Kupferphthalocyanin, enthalten.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0022] Alle im Folgenden angegebenen Zusammensetzungen wurden wie folgt hergestellt:

EP 2 695 871 A2

[0023] Die trockenen Komponenten und 5 leitfähige Gummwürfel wurden in einem 250 ml Mischgebinde für eine Stunde mittels eines Taumel-Mischers bei 120 Umdrehungen/Minute gemischt. Die resultierende Mischung wurde in eine Edelstahlschüssel entleert, die Gummwürfel entfernt und als Bindemittel 3M Fluorel FC-2175 Fluorkautschuk als 10%-ige Lösung in Aceton zugegeben. Bei Kohlenstoffnanoröhren enthaltenden Wirkmassen wurden die Kohlenstoffnanoröhren nicht direkt mit den sonstigen Bestandteilen gemischt, sondern zuvor in der 10%-igen Lösung des Bindemittels in Aceton mittels Ultraschall dispergiert, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung in der Wirkmasse zu gewährleisten. Die Masse wurde zu einem homogenen Teig verrührt und solange gemischt, bis das Aceton soweit verdunstet ist, dass die Masse granulär wurde. Das entstandene Granulat wurde bei 50°C getrocknet.

[0024] 10 g des Granulats wurden jeweils zu Tabletten gepresst. Das Presswerkzeug hatte dabei einen Innendurchmesser von 16,8 mm. Der Pressdruck betrug 1500 bar. Die Dichten der Tabletten lagen zwischen 86 und 94% der theoretischen maximalen Dichte (TMD). Alle Tabletten wurden auf ihren Zylinderflächen mit Polychloropren (Macroplast) lackiert und mit Polychloropren auf 80 x 80 x 5 mm Stahlplatten geklebt, um deren Abbrand auf eine freie Stirnfläche zu begrenzen. Die Tabletten wurden über Nacht bei Raumtemperatur trocknen gelassen.

[0025] Die fertigen Tabletten wurden abgebrannt und dabei deren Strahlungsleistung mittels eines Radiometers bestimmt. Die Leistung wird im Folgenden als Prozentsatz einer entsprechenden Basiswirkmasse, z. B. MTV, angegeben.

[0026] Bei Wirkmassen mit einem Raumeffekt wurden die entsprechenden Wirkmassen ohne den Zusatzstoff in Form von Kohlenstoffpartikeln als Referenz verwendet. In Tabelle 1 entspricht dies jeweils dem mit 100% angegebenen Referenzwert vor dem nachfolgend angegebenen Wert der erfindungsgemäßen Wirkmasse.

Beispiel 1:

[0027] Standard-MTV(Magnesium-Teflon-Viton)-Wirkmasse nach dem Stand der Technik (Abbrandrate 3,0 mm/s):

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Magnesium	LNR 61	60,0	
Teflonpulver	Dyneon TF 9205	35,0	
Viton	3M Fluorel FC-2175	5,0	TMD = 1881
TMD = Theoretische maximale Dichte			

Beispiel 2:

[0028]

Standard-MTV-Wirkmasse mit Grafit (Abbrandrate 3,0 mm/s):

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstiges
Magnesiumpulver	LNR 61	60,0	
Teflonpulver	Hoechst TF 9205	25,0	
Viton	3M Fluorel FC-2175	10,0	
Grafit	Merck	5,0	Gleitmittel

Beispiel 3:

[0029]

Schwarzkörperwirkmasse auf Basis von PVDF mit in Zonen verteilter Verbrennung (Abbrandrate 4,1 mm/s; sehr dichter und gleichmäßiger Raumeffekt):

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstige
Magnesium	LNR 61	41,0	
Steinkohle	fein gemahlen	3,0	
PVDF	Solvay 80 µm	14,4	
Bor	1 µm	8,0	
Titan	Svenska kemi < 100 µm	10,0	
Zirkonium	Chemetall Typ GH	8,6	TMD = 2041

EP 2 695 871 A2

(fortgesetzt)

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstige
Viton	3M Fluorel FC-2175	15,0	

5

Beispiel 4:

[0030]

10 Erfindungsgemäße Schwarzkörperwirkmasse auf Basis von PVDF mit in Zonen verteilter Verbrennung (Abbrandrate: 3,3 mm/s):

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstige
Magnesium	LNR 61	50	TMD = 1882
Steinkohle	fein gemahlen	5,0	
PVDF	Solvay	20,0	
Bor	1 µm	7,0	
Titan	Chemetall Typ E	6,0	
Zirkonium	Chemetall Typ FA	1,0	
Ferrocen	Arapahoe Chemicals	1,0	
Viton	3M Fluorel FC-2175	10,0	

15

20

Beispiel 5:

25

[0031]

Erfindungsgemäße Schwarzkörperwirkmasse auf Basis von PVDF (erzeugt einen dichten und gleichmäßigen Raumeffekt; Abbrandrate: 9,6 mm/s):

30

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstige
Magnesium	LNR 61	60,0	TMD = 1745
PVDF	Hylar 301F	35,0	
Viton	3M Fluorel FC-2175	5,0	

35

Beispiel 6:

[0032]

40

Erfindungsgemäße Schwarzkörperwirkmasse auf Basis von ECTFE (erzeugt einen dichten und langen Raumeffekt; Abbrandrate: 4,1 mm/s):

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstige
Magnesium	LNR 61	60,0	TMD = 1721
ECTFE	Solvay Halar 6014	35,0	
Viton	3M Fluorel FC-2175	5,0	

45

Beispiel 7:

50

[0033]

Erfindungsgemäße Schwarzkörperwirkmasse auf Basis von ECTFE mit in Zonen verteilter Verbrennung (sehr leistungsstarker Satz mit einem großen und dichten Raumeffekt; Abbrandrate: 3,8 mm/s):

55

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstige
Magnesium	LNR 61	42,0	

EP 2 695 871 A2

(fortgesetzt)

Stoff	Typ	Gew.-%	Sonstige
Blähgrafit	NGS fein	4,0	TMD = 1885
ECTFE	Solvay Halar 6014	33,0	
Titan	Svenska kemi < 100 µm	10,0	
Bor	1 µm	5,0	
Ferrocen	Arapahoe Chemicals	1,0	
Viton	3M Fluorel FC-2175	5,0	

Tabelle 1:

Messergebnisse der Strahlungsmessungen. Alle Ergebnisse sind ein Durchschnitt aus 5 Parallelversuchen.							
Satz	E_{KW} [J/ (g sr)]	E_{MW} [J/ (g sr)]	$(E_{KW} + E_{MW})$ [J/(g sr)]	E_{MW}/E_{KW}	% MTV KW	% MTV MW	% MTV KW + MW
Beispiel 1	175	54	229	0.309	105	66	92
Beispiel 2	166	82	248	0.496	100	100	100
Beispiel 3	168	112	280	0.667	101	137	113
Beispiel 4	174	161	335	0.925	105	196	135
Beispiel 5	188	85	273	0.452	113	104	110
Beispiel 6	189	189	378	1.000	114	230	152
Beispiel 7	202	208	410	1.030	122	254	165

E_{KW} = spezifische Leistung im Kurzwellenbereich (ca. 1,8 = 2,6 µm) in J/(g sr);
 E_{MW} = spezifische Leistung in Mittelwellenbereich (ca. 3,5 - 4,6 µm) in J/(g sr);
 $(E_{KW} + E_{MW})$ in J/(g sr) = Summen der spezifischen Leistungen im KW- und MW-Bereich;
 E_{MW}/E_{KW} = das Verhältnis der spezifischen Leistung im MW- zur spezifischen Leistung im KW-Bereich;
 % MTV = Leistung als Prozentsatz der Leistung des Referenzsatzes MTV (in Beispiel 2).

Patentansprüche

1. Hochleistungswirkmasse für ein pyrotechnisches Scheinziel, umfassend einen Brennstoff, ein Oxidationsmittel für den Brennstoff und optional ein Bindemittel, wobei das Oxidationsmittel eine fluorierte Kohlenstoffverbindung mit einer mindestens 100 Kohlenstoffatome langen Kohlenstoffkette oder sich wiederholenden, Kohlenstoffatome enthaltenden, ein Polymer bildenden Einheiten ist, wobei in der Kohlenstoffkette oder jeder der Einheiten mindestens eines der Kohlenstoffatome mindestens eine durch einen Molekülrest oder ein anderes Atom als Fluor oder Kohlenstoff besetzte Bindungsstelle aufweist, wobei das Oxidationsmittel kein Grafitfluorid ist.
2. Hochleistungswirkmasse nach Anspruch 1, wobei ein Verhältnis der Anzahl der Fluoratome zur Anzahl der anderen Atome in dem Oxidationsmittel kleiner ist als 3, wenn alle der anderen Atome Wasserstoffatome sind.
3. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das andere Atom ein Wasserstoff-, Sauerstoff-, Stickstoff-, Schwefel-, Chlor-, Brom- oder Iodatome ist.
4. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehr als eine Bindungsstelle des Kohlenstoffatoms oder einer Mehrzahl der Kohlenstoffatome durch einen Molekülrest oder mehrere Molekülreste und/oder ein anderes Atom oder andere Atome als Fluor und als Kohlenstoff besetzt sind, wobei diese Bindungsstellen jeweils verschieden besetzt sind.

EP 2 695 871 A2

5. Hochleistungswirkmasse nach Anspruch 4,
wobei die anderen Atome mindestens ein Halogenatom, insbesondere ein Chlor-, Brom- oder Iodatom, und mindestens ein Wasserstoffatom an Bindungsstellen benachbarter Kohlenstoffatome umfassen.
- 5 6. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Oxidationsmittel Poly(ethylen-tetrafluorethylen) (ETFE), Poly(chlortrifluorethylen) (PCTFE), Poly(ethylen-chlortrifluorethylen) (ECTFE), Perfluoroalkoxy-Polymer (PFA), Polyvinylidenfluorid (PVDF) oder ein teilfluoriertes Pyren umfasst.
- 10 7. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Einheit mindestens eine aromatische Struktur oder polyaromatische Struktur umfasst.
8. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Brennstoff ein Metall, ein Halbmetall oder eine Mischung oder Legierung aus Metallen und/oder Halbmetallen oder eine Mischung oder Legierung aus mindestens einem Metall und mindestens einem Halbmetall umfasst.
- 15 9. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Brennstoff, Aluminium, Magnesium, Titan, Zirkonium, Hafnium, Calcium, Lithium, Niob, Wolfram, Mangan,
20 Eisen, Nickel, Kobalt, Zink, Zinn, Blei, Bismut, Tantal, Molybdän, Vanadium, Bor, Silizium, eine Legierung oder Mischung aus mindestens zwei dieser Metalle oder Halbmetalle, eine Zirkonium-Nickel-Legierung oder -Mischung, eine Aluminium-Magnesium-Legierung oder -Mischung, eine Lithium-Aluminium-Legierung oder -Mischung, eine Calcium-Aluminium-Legierung oder -Mischung, eine Eisen-Titan-Legierung oder -Mischung, eine Zirkonium-Titan-Legierung oder -Mischung oder eine Lithium-Silizium-Legierung oder -Mischung umfasst.
- 25 10. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bindemittel ein Fluorelastomer, insbesondere ein Fluorkautschuk, ist.
- 30 11. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei darin weiterhin ein Abbrandkatalysator, insbesondere Ferrocen, Eisenacetylacetat oder Kupferphthalocyanin, enthalten ist.

35

40

45

50

55