

(19)



(11)

EP 2 530 065 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.12.2012 Patentblatt 2012/49

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

(21) Anmeldenummer: **12004098.5**

(22) Anmeldetag: **26.05.2012**

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

(30) Priorität: **03.06.2011 DE 102011103482**

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

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

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

(54) **Hochleistungswirkmasse für ein beim Abbrand spektral strahlendes Infrarotscheinziel**

(57) Die Erfindung betrifft eine Hochleistungswirkmasse für ein beim Abbrand spektral strahlendes pyrotechnisches Infrarotscheinziel, umfassend einen Brennstoff, ein Oxidationsmittel, ein Bindemittel und einen Kohlenstoff enthaltenden Stoff, wobei der Brennstoff und das Oxidationsmittel so gewählt sind, dass das Oxidationsmittel den Brennstoff nach dessen Zündung in einer exo-

thermen Primärreaktion unter Entstehung einer Temperatur von mindestens 1000 K oxidieren kann, wobei der Stoff so gewählt ist, dass der Stoff durch die bei der Primärreaktion freiwerdende Wärme endotherm pyrolysiert wird und dabei an Luft brennbares Gas freisetzt.

EP 2 530 065 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochleistungswirkmasse für ein beim Abbrand spektral strahlendes pyrotechnisches Infrarotscheinziel. Ein beim Abbrand spektral strahlendes pyrotechnisches Infrarotscheinziel emittiert beim Abbrand überwiegend Strahlung einer Wellenlänge von 3,5 bis 4,6 μm , d. h. eine Strahlung im sogenannten B-Band, und nur zu einem geringeren Teil Strahlung im Bereich einer Wellenlänge von 1,8 bis 2,6 μm , dem sogenannten A-Band. Das A-Band und das B-Band sind die Wellenlängen, die von herkömmlichen Suchköpfen erfasst werden. Bekannte spektral strahlende Wirkmassen für Schwarzkörperstrahler enthalten Nitrozellulose oder Ammoniumperchlorat oder Kaliumperchlorat und ein Bindemittel, wie Hydroxyl-terminiertes Polybutadien.

[0002] Wirkmassen mit Ammoniumperchlorat sind mechanisch und thermisch sehr empfindlich und erfüllen damit nicht die Kriterien einer insensitiven Munition. Splitterschlag, Brand und langsames Erhitzen können bei diesen Wirkmassen eine heftige Explosion auslösen. Die praktisch erreichbare Dichte dieser Wirkmassen beträgt maximal ca. 1500 kg/m^3 , so dass verhältnismäßig wenig davon in einem Scheinziel eines gegebenen Kalibers untergebracht werden kann. Ein weiterer Nachteil derartiger Wirkmassen besteht darin, dass Ammoniumperchlorat nur sehr eingeschränkt mit anderen Chemikalien und/oder Materialien verträglich ist. Dies führt einerseits zu Sicherheitsproblemen und andererseits dazu, dass eine Vielzahl wirksamer Anfeuerungssätze, z. B. auf Basis von Schwarzpulver, Magnesium oder Zirkonium, nicht verwendet werden können, weil diese in Kombination mit Ammoniumperchlorat, zu empfindlich wären. Ein weiterer Nachteil Ammoniumperchlorat enthaltender Wirkmassen besteht darin, dass deren Strahlungsleistung beim Abbrand verhältnismäßig gering ist und darüber hinaus sehr viel Strahlungsleistung als Funktion der Luftgeschwindigkeit verloren geht. Dadurch muss für die Simulation eines mit mehr als 150 m/s fliegenden Flugzeugs eine große Menge der Wirkmasse eingesetzt werden, um eine ausreichende Strahlungsleistung zu erzeugen. In der Praxis bedeutet dies, dass derartige Scheinziele ein verhältnismäßig großes Kaliber haben müssen und dadurch die in einem gegebenen Munitionsraum transportierbare Menge auf Grund des Platzbedarfs der Munition gering ist.

[0003] Nitrozellulose enthaltende Wirkmassen sind ebenfalls nicht insensitiv und können leicht explodieren. Weiterhin ist es nachteilig, dass solche Wirkmassen an sich nur bei geringer Windgeschwindigkeit brennen und deren Strahlungsleistung beim Abbrand nicht hoch ist. Zur Sicherstellung des Abbrands im Wind sind aufwändige Vorrichtungen erforderlich, die auf Grund ihres Platzbedarfs die effektiv in einem Scheinziel zu transportierende Wirkmasse verringern. Die Dichte einer Nitrozellulose enthaltenden Wirkmasse beträgt ebenfalls maximal etwa 1500 kg/m^3 . Ein wesentlicher Nachteil einer derartigen Wirkmasse besteht darin, dass deren Zündung einen starken Zündimpuls erfordert, der einen starken, oft nicht spektralen Blitz verursacht. Dieser Blitz kann einem Suchkopf verraten, dass es sich bei der abbrennenden Wirkmasse nur um ein Scheinziel handelt.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Wirkmasse bereitzustellen, die beim Abbrand mit hoher Strahlungsleistung spektral strahlt, d. h. Strahlung im B-Band emittiert, die weit intensiver ist, als die beim Abbrand im A-Band emittierte Strahlung. Weiterhin soll die Wirkmasse verhältnismäßig insensitiv sein, sich aber dennoch schnell und leicht zünden lassen und beim Abbrand mit zunehmender Geschwindigkeit der umgebenden Luft einen verhältnismäßig geringen Verlust an Strahlungsleistung aufweisen.

[0005] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 13.

[0006] Erfindungsgemäß ist eine Hochleistungswirkmasse für ein beim Abbrand spektral strahlendes pyrotechnisches Infrarotscheinziel vorgesehen. Die Hochleistungswirkmasse umfasst einen Brennstoff, ein Oxidationsmittel, ein Bindemittel und einen Kohlenstoff enthaltenden Stoff. Dabei sind der Brennstoff und das Oxidationsmittel so gewählt, dass das Oxidationsmittel den Brennstoff nach dessen Zündung in einer exothermen Primärreaktion unter Entstehung einer Temperatur von mindestens 1000 K oxidieren kann. Für eine große Zahl bekannter Kombinationen aus einem Brennstoff und einem Oxidationsmittel sind Verbrennungstemperaturen bekannt. Soweit die entstehende Temperatur nicht bekannt ist, kann sie aus bekannten Verbrennungstemperaturen abgeschätzt und/oder ohne großen Aufwand durch Messung bei der Verbrennung ermittelt werden. Weiterhin ist der Stoff so gewählt, dass der Stoff durch die bei der Primärreaktion freiwerdende Wärme endotherm pyrolysiert wird und dabei an Luft, insbesondere mit nicht rußender Flamme, brennbares Gas freisetzt. Infrage kommende Stoffe sind dem Fachmann in großer Zahl bekannt. Insbesondere Naturstoffe, wie Holz oder Braunkohle, kommen dafür in Betracht. Für die Auswahl eines derartigen Stoffes ist das Fachwissen des Fachmanns ausreichend. Besteht bei einem mit hoher Wahrscheinlichkeit infrage kommenden Stoff Zweifel, ist die Durchführung eines einzigen Experiments ausreichend, um festzustellen, ob der Stoff bei der freiwerdenden Wärme unter Freisetzung eines an Luft brennbaren Gases pyrolysiert wird. Der Brennstoff ist nicht so stark reduzierend, dass entstehendes CO_2 zu Kohlenstoff reduziert werden kann. Der Stoff und dessen Mengenanteil an der Hochleistungswirkmasse sind so gewählt, dass die Temperatur der Hochleistungswirkmasse nach deren Zündung wegen des Wärmeentzugs durch die endotherm erfolgende Pyrolyse 2000 K nicht übersteigt. Die Auswahl eines Stoffes aus den gemäß der obigen Bedingungen infrage kommenden Stoffe und dessen Mengenanteil an der Wirkmasse erfordert lediglich die Durchführung einer sehr begrenzten Zahl von Routineexperimenten. Die Ergebnisse der Routineexperimente, wie bspw. der gemessenen Temperatur der Hochleistungswirkmasse nach deren Zündung, können vor Durchführung der Expe-

rimente anhand bekannter Größen des Stoffs, wie etwa des spezifischen Wärmebedarfs für dessen Pyrolyse, abgeschätzt werden. Eine präzisere Angabe der erfindungsgemäßen Merkmale ist ohne unbillige Einschränkung der Erfindung nicht möglich. Für den Durchschnittsfachmann stellt die durch die Merkmale spezifizierte Auswahl jedoch kein Problem dar.

[0007] Der Kohlenstoff kann in dem Stoff elementar oder in Form mindestens eines Kohlenstoffatoms in einem vom Stoff umfassten Molekül enthalten sein. Das Redoxpotential des Brennstoffs ist mindestens so hoch wie das Redoxpotential von Kohlenstoff, d. h. der Brennstoff ist höchstens so stark reduzierend wie Kohlenstoff. Das Redoxpotential darf jedoch auch etwas niedriger sein, so dass CO_2 zu CO reduziert wird, da CO in der Luft sofort zu CO_2 verbrennt, wobei eine große Flamme entsteht, die die Leistung und den Raumeffekt erhöht. Das bedeutet, dass die freie Enthalpie einer Reaktion des Brennstoffs mit CO bei der entstehenden Temperatur größer oder gleich 0 ist, eine Reaktion des Brennstoffs mit CO bei den gegebenen Bedingungen also nicht freiwillig abläuft. Entstehendes CO_2 , welches eine starke Strahlung im gewünschten B-Band erzeugt, kann nicht zu Kohlenstoff reduziert werden.

[0008] Durch das Vermeiden der Entstehung elementaren Kohlenstoffs entsteht kein Ruß und dadurch auch wenig Schwarzkörperstrahlung, d. h. Strahlung mit einem hohen Anteil an Strahlung im A-Band und einem niedrigen Anteil an Strahlung im B-Band. Dadurch resultiert aus dem Kohlenstoff enthaltenden Stoff eine starke Emission von Strahlung im B-Band.

[0009] Die Strahlungsleistung der abbrennenden erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse übersteigt die Strahlungsleistung herkömmlicher Ammoniumperchlorat enthaltenden Wirkmassen teilweise um mehr als das Dreifache und kann unter Einsatzbedingungen, d. h. bei hoher Geschwindigkeit der umgebenden Luft, sogar die Strahlungsleistung des Schwarzkörperstrahlers MTV im B-Band übersteigen.

[0010] Der Brennstoff kann ebenfalls Kohlenstoff enthalten. Zumindest die stoffliche Beschaffenheit des Stoffs und des Brennstoffs können identisch sein. Bei identischer stofflicher Beschaffenheit kann der Stoff jedoch in einer anderen Form, beispielsweise als Komprimat in einer losen Schüttung des Brennstoffs, vorliegen. Selbst wenn der Brennstoff und der Stoff eine identische Beschaffenheit aufweisen, kann ein Teil davon als Brennstoff und der Rest als Stoff dienen, wenn die Menge des Oxidationsmittels nur für die Oxidation des als Brennstoff dienenden Teils ausreicht. Der Rest wird als Stoff pyrolysiert. Der Stoff und der Brennstoff können auch eine unterschiedliche stoffliche Beschaffenheit aufweisen.

[0011] Die Sauerstoffbilanz einer erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse ist im Allgemeinen negativ und dennoch wird durch die Vermeidung der Entstehung von Ruß eine intensive Strahlung im A-Band vermieden, die ansonsten bei sauerstoffunterbilanzierten Wirkmassen üblich ist. Ein Merkmal der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse besteht darin, dass die Primärreaktion eine Temperatur erzeugt, die durch die endotherme Pyrolyse reduziert wird. Es findet eine räumliche Trennung der Primärreaktion und der Reaktion des Gases mit dem Luftsauerstoff statt.

[0012] Das bei der Pyrolyse entstehende Gas vergrößert eine entstehende Flamme, die aus einer von der Primärreaktion gebildeten Primärflamme und einer von der Reaktion des Gases mit Luftsauerstoff gebildeten Sekundärflamme bestehen kann. Unter Primärflamme wird eine Flamme verstanden, in der keine Reaktion mit dem Luftsauerstoff erfolgt, d. h. eine anaerobe Flamme. Unter Sekundärflamme wird eine Flamme verstanden, in der eine Reaktion mit Sauerstoff erfolgt, d. h. eine aerobe Flamme. Das freigesetzte brennbare Gas entzündet sich sofort, wenn es mit der Luft in Kontakt kommt, da es durch die Primärreaktion auf eine Temperatur oberhalb der Anzündtemperatur erhitzt wird. Dabei entsteht eine Sekundärflamme mit ähnlichen Eigenschaften wie eine Flamme aus einem Düsentriebwerk, die ebenfalls von brennbaren Gasen gebildet wird, die in der Luft brennen. Das Spektrum der Sekundärflamme ist ähnlich dem Spektrum einer Kerosinflamme. Durch die räumliche Trennung der Sekundärflamme von der Oberfläche der Hochleistungswirkmasse wird diese Oberfläche nicht oder zumindest nicht wesentlich von der Sekundärflamme erwärmt und dadurch eine Verschiebung der Wellenlänge der von der Hochleistungswirkmasse emittierten Strahlung vom B-Band hin zum A-Band vermieden.

[0013] Beim Verbrennen des entstehenden Gases an der Luft dient der Luftsauerstoff als weiteres Oxidationsmittel. Dadurch wird weniger Oxidationsmittel benötigt und die Leistung der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse und das daraus erzeugbare Gasvolumen sind im Verhältnis zu ihrer Masse erheblich gegenüber den bisher bekannten, beim Abbrand spektral strahlenden pyrotechnischen Wirkmassen gesteigert. Bisherige Versuche zur Steigerung der Strahlungsleistung derartiger Wirkmassen beruhten stets auf Änderung des darin enthaltenen Brennstoffs und des darin enthaltenen Oxidationsmittels bzw. auf einer Änderung des Mengenverhältnisses von Brennstoff zu Oxidationsmittel. Die Versuche resultierten immer in der Erzeugung einer höheren Temperatur und damit in einer Verschiebung der Wellenlänge der emittierten Strahlung hin zum A-Band.

[0014] Dadurch, dass die erfindungsgemäße Hochleistungswirkmasse kein Ammoniumperchlorat enthalten muss, kann die Hochleistungswirkmasse so unempfindlich gestaltet werden, dass diese als insensitive Munition klassifiziert werden kann. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse besteht darin, dass diese aus sehr kostengünstigen Bestandteilen zusammengesetzt werden kann. Die Hochleistungswirkmasse kann mit nahezu jedem Bindemittel gebunden werden. Beim Pressen der Hochleistungswirkmasse müssen weder härtende Harze, wie HTPB (Hydroxyl-terminiertes Polybutadien) noch Lösemittel, beispielsweise zum Lösen von Nitrozellulose, verwendet werden. Die Herstellung und Verarbeitung der Hochleistungswirkmasse ist dadurch deutlich vereinfacht und trägt dazu bei, deren

Kosten gering zu halten.

[0015] Pro Masseinheit kann mit der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse ein größeres Gasvolumen erzeugt werden, als mit bekannten spektral strahlenden Wirkmassen, weil die erfindungsgemäße Hochleistungswirkmasse weniger Oxidationsmittel enthält und den Luftsauerstoff zur Oxidation mitverwendet. Der wesentliche Vorteil der erfindungsgemäßen Hochleistungswirkmasse besteht darin, dass das Strahlungsspektrum der abbrennenden und sich bewegend

[0016] Der Brennstoff kann elementaren Kohlenstoff, z. B. in Form von Grafit, Bor, Silizium, Schwefel, Antimon, Eisen, Mangan, Kobalt oder Nickel oder eine Mischung, z. B. aus Pulvern dieser Stoffe, oder eine Legierungen dieser Stoffe, umfassen. Die Reaktionsprodukte des Brennstoffs mit dem Oxidationsmittel sollten nicht flüchtig sein, da flüchtige Reaktionsprodukte eine sehr heiße Flamme und damit die Emission von Schwarzkörperstrahlung bewirken.

[0017] Vorzugsweise ist der Brennstoff so gewählt, dass er nach der Primärreaktion ein festes, also weder flüchtiges noch flüssiges, Reaktionsprodukt hinterlässt. Dabei kann es sich beispielsweise um Asche handeln. Durch das Freisetzen dieses Reaktionsprodukts beim Abbrand der Hochleistungswirkmasse entsteht ein spektraler Raumeffekt. Nach der Primärreaktion einen festen Rückstand, d. h. ein festes Reaktionsprodukt hinterlassende Brennstoffe sind dem Fachmann in großer Anzahl bekannt. Das Oxidationsmittel kann ein Perchlorat, Chlorat, Oxid, Sulfat, Nitrat, Dinitramin, Nitrit, Peroxid, Dinitromethanat, insbesondere Natrium-, Kalium- oder Ammoniumdinitromethanat, eine Nitroverbindung, einen Nitraterster, Hexogen, Oktogen, Nitrozellulose oder Nitropenta umfassen.

[0018] Der durch die bei der Primärreaktion freiwerdende Wärme pyrolysierte Stoff kann Zucker, Holz, insbesondere in Form von Holzmehl oder Sägespänen, Getreidemehl, insbesondere Weizenmehl, Braunkohle, Torf, Zellulose, Stärke, Tabak, ein Oxalat, insbesondere Calciumoxalat, ein Formiat, insbesondere Magnesiumformiat, ein Acetat, insbesondere Calciumacetat, ein Propionat, insbesondere Calciumpropionat, Polyethylenglycol, Polyoxymethylen, Polyamid, insbesondere Nylon®, Harnstoff, Hexamethylentetramin, Trioxan, Paraformaldehyd, Nitrozellulose, Hexogen, Oktogen, Dinitromethanat, insbesondere Natrium-, Kalium- oder Ammoniumdinitromethanat, oder Nitropenta umfassen. Der Brennstoff, das Oxidationsmittel und der Stoff können, je nachdem, wie die jeweils anderen Bestandteile der Hochleistungswirkmasse gewählt sind, aus Gruppen ausgewählt sein, die identische organische Verbindungen umfassen. So kann z. B. Hexogen in Kombination mit einem Perchlorat ein Brennstoff sein, dagegen ist es ein Oxidationsmittel, wenn ein Metall als Brennstoff dient. Hexogen kann auch als beim Abbrand zu pyrolysierender Stoff dienen, beispielsweise wenn Perchlorat das Oxidationsmittel und ein Metall den Brennstoff bildet.

[0019] Vorzugsweise handelt es sich bei dem Brennstoff nicht um Schwefel, wobei jedoch Schwefel in der Hochleistungswirkmasse enthalten ist. Der Schwefel kann verhindern, dass eine bei der Primärreaktion entstehende Primärflamme bei hoher Windgeschwindigkeit ausgeblasen wird.

[0020] Vorzugsweise sind der Brennstoff, das Oxidationsmittel und der Stoff und die Menge des Brennstoffs, des Oxidationsmittels und des Stoffs so gewählt, dass bei einem Abbrand der Hochleistungswirkmasse an der Luft das Verhältnis zwischen der spezifischen Leistung der emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 1,8 bis 2,6 μm zur spezifischen Leistung der emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 3,5 bis 4,6 μm höchstens 1:3, insbesondere höchstens 1:5, insbesondere höchstens 1:10, beträgt. Dabei ist das genannte Verhältnis umso kleiner, je geringer die Temperatur ist, die die Hochleistungswirkmasse nach deren Zündung erreicht. Die Auswahl und die Mengenermittlung erfordert hier lediglich die Durchführung von Routineexperimenten. Da hier nur zwei Parameter gemessen werden müssen, nämlich die Leistung der Strahlung in den beiden Wellenlängenbereichen, kann der Fachmann schnell ermitteln, in welche Richtung er ein Mengenverhältnis ändern muss, um in den richtigen Bereich des Verhältnisses zwischen den beiden hier spezifizierten Leistungen zu gelangen. Vorzugsweise sind der Brennstoff, das Oxidationsmittel und der Stoff und die Mengen des Brennstoffs, des Oxidationsmittels und des Stoffs so gewählt, dass die Temperatur der Hochleistungswirkmasse nach deren Zündung 1770 K, insbesondere 1270 K, insbesondere 970 K, nicht übersteigt. Wenn die Temperatur 970 K nicht übersteigt, liegt die Wellenlänge der emittierten Strahlung fast ausschließlich im B-Band und nur zu einem ganz geringen Anteil im A-Band. Für eine intensive Strahlung im B-Band und wenig Strahlung im A-Band ist es weiterhin vorteilhaft, wenn der Stoff so gewählt ist, dass das daraus durch Pyrolyse freisetzbare Gas ein Gas ist, welches an der Luft mit einer maximalen Flammentemperatur unterhalb von 2000 K verbrennt. Abgesehen davon, dass die Flammentemperaturen für eine große Zahl von durch Pyrolyse freisetzbaren Gasen aus der Literatur bekannt sind, lässt sich die Temperatur auch ohne Weiteres durch Messung bestimmen. Die Auswahl solcher Stoffe, deren durch Pyrolyse freigesetzte Gase eine maximale Flammentemperatur unterhalb von 2000 K aufweisen, übersteigt nicht den in diesem Fachgebiet üblichen zumutbaren Aufwand von Routineexperimenten.

[0021] Vorzugsweise ist das Bindemittel so gewählt, dass es beim Abbrand der Hochleistungswirkmasse keine Rußbildung bewirkt. Derartige Bindemittel sind dem Fachmann bekannt. Soweit es für ein infrage kommendes Bindemittel nicht bekannt ist, ob es beim Abbrand Ruß erzeugt, genügt ein einfaches Experiment zur Klärung dieser Frage. Rußbildung würde zu einer hier nicht gewünschten stärkeren Strahlung im Bereich des A-Bands führen. Bei dem Bindemittel kann es sich z. B. um Polychloropren handeln.

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0023] Aus sämtlichen der im Folgenden angegebenen Zusammensetzungen wurden jeweils 5 Tabletten mit ca. 21

EP 2 530 065 A2

mm Durchmesser und einem Gewicht von 10 g bei einem Pressdruck von 1500 bar gepresst. Die Tabletten wurden abgebrannt und deren Leistung in Form von Strahlungsleistung mit einem Radiometer gemessen und für atmosphärische Dämpfung korrigiert. Die spezifische Leistung wurde im Verhältnis zur Leistung von Tabletten aus MTV (Magnesium-Teflon-Viton) als Standard bestimmt. Die Energie wurde jeweils in Joule/(g/sr) im B-Band im Standversuch, d. h. ohne Wind, gemessen. Zusätzlich wurden die Leistungen der als Scheinziele mit einem Kaliber von 36 mm ausgebildeten abbrennenden Wirkmassen auf einem Schlitten mit einer Geschwindigkeit von 75 m/s und 150 m/s dynamisch gemessen. Dabei wurden jeweils zwischen 120 und 170 g Wirkmasse eingesetzt.

[0024] Alle Daten sind, soweit nicht anders angegeben, in fünf parallelen Messreihen jeweils im Vergleich zu MTV mit dem Radiometer in einem Abstand von 1 m gemessen worden.

[0025] MTV-Standard:

Stoff	Typ	Gewichtsprozent	Sonstiges
Magnesiumpulver	LNR 61	60,0	TMD=1893
Teflonpulver	Hoechst TF 9202	23,0	
Viton	3M Fluorel FC-2175	12,0	
Grafit (als Gleitmittel)	Merck	5,0	

Beispiel 1

[0026] Wirkmasse nach dem Stand der Technik auf Basis von Ammoniumperchlorat:

Stoff	Typ	Gewichtsprozent	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	Körnung < 200 µm	86,98	TMD=1702
HTPB	Sartomer R45HT-M M=2800	12,10	
IPDI	Hüls	0,91	
Eisenacetonylacetat		0,02	

[0027] "IPDI" steht für Isophorondiisocyanat

Beispiel 2

[0028] Weitere Wirkmasse nach dem Stand der Technik auf Basis von Ammoniumperchlorat:

Stoff	Typ	Gewichtsprozent	Sonstiges
Ammoniumperchlorat	Körnung < 50 µm	85,50	TMD=1678
HTPB	Sartomer R45HT-M M=2800	13,47	
IPDI	Hüls	1,01	
Eisenacetonylacetat		0,02	

Beispiel 3

[0029] Erfindungsgemäße Hochleistungswirkmasse mit Bor als Brennstoff, Kaliumnitrat als Oxidationsmittel und Braunkohle als zu pyrolysierenden Stoff:

[0030] Der Schwefel unterstützt die Primärreaktion bei hoher Windgeschwindigkeit, indem er dabei verhindert, dass die Primärflamme ausgeblasen wird. Die Hochleistungswirkmasse erzeugt beim Abbrand bei Geschwindigkeiten von 75 m/s und 150 m/s einen ca. 30 m langen spektralen Raumeffekt.

EP 2 530 065 A2

Stoff	Typ	Gewichtsprozent	Sonstiges
Braunkohle	Heizprofi, fein gemahlen, Körnung < 100 µm	32,0	TMD=1712
Kaliumnitrat	fein gemahlen, Körnung < 10 µm	53,0	
Bor	Körnung < 1 µm	4,0	
Schwefel	fein gepulvert	8,0	
Chloropren	Macroplast	3,0	

Beispiel 4

[0031] Weitere erfindungsgemäße Hochleistungswirkmasse mit Silizium als Brennstoff und ansonsten denselben Komponenten wie die Hochleistungswirkmasse gemäß Beispiel 3:

[0032] Die Hochleistungswirkmasse erzeugt beim Abbrand bei Geschwindigkeiten von 75 m/s und 150 m/s jeweils einen ca. 30 m langen Raumeffekt.

Stoff	Typ	Gewichtsprozent	Sonstiges
Braunkohle	Heizprofi, fein gemahlen, Körnung < 100 µm	30,0	TMD=1735
Kaliumnitrat	fein gemahlen, Körnung < 10 µm	51,0	
Silizium	fein, Körnung < 30 µm	8,0	
Schwefel	fein gepulvert	8,0	
Chloropren	Macroplast	3,0	

Beispiel 5

[0033] Weitere erfindungsgemäße Hochleistungswirkmasse:

[0034] Die Primärreaktion erfolgt zwischen Natriumnitrat als Oxidationsmittel und Braunkohle als Brennstoff. Dabei nicht umgesetzte Braunkohle dient als zu pyrolysierender Stoff.

Stoff	Typ	Gewichtsprozent	Sonstiges
Braunkohle	Heizprofi, fein gemahlen, Körnung < 100 µm	33,0	TMD=1750
Natriumnitrat	fein gemahlen, Körnung < 10 µm	56,0	
Schwefel	fein gepulvert	8,0	
Chloropren	Macroplast	3,0	

Beispiel 6

[0035] Weitere erfindungsgemäße Wirkmasse:

[0036] Diese Wirkmasse erreicht bei 0 m/s Wind 86 % der MTV-Leistung im B-Kanal und weist ein höheres Spektralverhältnis als die Braunkohlewirkmassen auf.

Stoff	Typ	Gewichtsprozent	Sonstiges
Holzmehl	Eichenstaub aus Dielenfußboden-Feinschliff mit Walzenschleifer, Körnung 100	30,0	TMD=1406
Kaliumnitrat	fein gemahlen, Körnung (d_{50}) < 10 µm	51,0	
Silizium	fein, Körnung < 30 µm	8,0	
Schwefel	fein gepulvert	8,0	
Polychloropren	Macroplast	3,0	

EP 2 530 065 A2

[0037] "TMD" steht jeweils für die theoretische mittlere Dichte der gesamten Wirkmasse in kg/m^3 .

[0038] Im Folgenden sind die mit den obigen Wirkmassen beim Abbrand erzielten relativen Leistungsdaten angegeben. "% MTV" gibt dabei die gemessene Leistung als Prozent der für den MTV-Standard gemessenen Leistung an.

1. Strahlungsmessungen im Labor ohne Wind:

Satz	% MTV (B-Kanal)
Standard MTV	100
Beispiel 1	19
Beispiel 2	29
Beispiel 3	84
Beispiel 4	82
Beispiel 5	87

2. Strahlungsmessung unter dynamischen Bedingungen bei 75 m/s Luftgeschwindigkeit:

Satz	% MTV (B-Kanal)
Standard MTV	100
Beispiel 1	49
Beispiel 2	75
Beispiel 3	137
Beispiel 4	166

3. Strahlungsmessungen unter dynamischen Bedingungen bei 150 m/s Luftgeschwindigkeit:

Satz	% MTV (B-Kanal)
Standard MTV	100
Beispiel 1	17
Beispiel 2	57
Beispiel 3	149
Beispiel 4	131

[0039] Alle Ergebnisse der Messung unter dynamischen Bedingungen sind jeweils ein Durchschnitt von 3 Parallelversuchen, welche mit Scheinzielen aus den jeweils angegebenen Wirkmassen mit einem Kaliber von 36 mm durchgeführt wurden.

Patentansprüche

1. Hochleistungswirkmasse für ein beim Abbrand spektral strahlendes pyrotechnisches Infrarotscheinziel, umfassend einen Brennstoff, ein Oxidationsmittel, ein Bindemittel und einen Kohlenstoff enthaltenden Stoff, wobei der Brennstoff und das Oxidationsmittel so gewählt sind, dass das Oxidationsmittel den Brennstoff nach dessen Zündung in einer exothermen Primärreaktion unter Entstehung einer Temperatur von mindestens 1000 K oxidieren kann, wobei der Stoff so gewählt ist, dass der Stoff durch die bei der Primärreaktion freiwerdende Wärme endotherm pyrolysiert wird und dabei an Luft brennbares Gas freisetzt, wobei der Brennstoff nicht so stark reduzierend ist, dass entstehendes CO_2 zu Kohlenstoff reduziert werden kann, wobei der Stoff und dessen Mengenanteil an der Hochleistungswirkmasse so gewählt sind, dass die Temperatur der Hochleistungswirkmasse nach deren Zündung wegen des Wärmeentzugs durch die endotherm erfolgende Pyrolyse 2000 K nicht übersteigt.

2. Hochleistungswirkmasse nach Anspruch 1,
wobei der Brennstoff Kohlenstoff enthält.
3. Hochleistungswirkmasse nach Anspruch 2,
wobei zumindest die stoffliche Beschaffenheit des Stoffs und des Brennstoffs identisch sind.
4. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Brennstoff elementaren Kohlenstoff, Bor, Silizium, Schwefel, Antimon, Eisen, Mangan, Kobalt oder Nickel
oder eine Mischung oder Legierung dieser Stoffe umfasst.
5. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Brennstoff so gewählt ist, dass er nach der Primärreaktion ein festes Reaktionsprodukt hinterlässt.
6. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Oxidationsmittel ein Perchlorat, Chlorat, Oxid, Sulfat, Nitrat, Dinitramin, Nitrit, Peroxid, Dinitromethanat,
insbesondere Natrium-, Kalium- oder Ammoniumdinitromethanat, eine Nitroverbindung, einen Nitratester, Hexogen,
Oktogen, Nitrocellulose oder Nitropenta umfasst.
7. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Stoff Zucker, Holz, insbesondere in Form von Holzspänen, Sägespänen, Getreidemehl, insbesondere
Weizenmehl, Braunkohle, Torf, Cellulose, Stärke, Tabak, ein Oxalat, insbesondere Calciumoxalat, ein Formiat, ins-
besondere Magnesiumformiat, ein Acetat, insbesondere Calciumacetat, ein Propionat, insbesondere Calciumpro-
pionat, Polyethylenglycol, Polyoxymethylen, Polyamid, Harnstoff, Hexamethylenetetramin, Trioxan, Paraformalde-
hyd, Nitrocellulose, Hexogen, Oktogen, Dinitromethanat, insbesondere Natrium-, Kalium- oder Ammoniumdinitro-
methanat, oder Nitropenta umfasst.
8. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Brennstoff nicht Schwefel ist, jedoch Schwefel in der Hochleistungswirkmasse enthalten ist.
9. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Brennstoff, das Oxidationsmittel und der Stoff und die Mengen des Brennstoffs, des Oxidationsmittels
und des Stoffs so gewählt sind, dass bei einem Abbrand der Hochleistungswirkmasse an der Luft das Verhältnis
zwischen der spezifischen Leistung der emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 1,8 bis 2,6 μm zur spe-
zifischen Leistung der emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich von 3,5 bis 4,6 μm höchstens 1:3, insbesondere
höchstens 1:5, insbesondere höchstens 1:10, beträgt.
10. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Brennstoff, das Oxidationsmittel und der Stoff und die Mengen des Brennstoffs, des Oxidationsmittels
und des Stoffs so gewählt sind, dass die Temperatur der Hochleistungswirkmasse nach deren Zündung 1770 K,
insbesondere 1270 K, insbesondere 970 K, nicht übersteigt.
11. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Stoff so gewählt ist, dass das daraus durch Pyrolyse freisetzbare Gas ein Gas ist, welches an der Luft
mit einer maximalen Flammentemperatur unterhalb von 2000 K verbrennt.
12. Hochleistungswirkmasse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Bindemittel so gewählt ist, dass es beim Abbrand der Hochleistungswirkmasse keine Rußbildung bewirkt.
13. Hochleistungswirkmasse nach Anspruch 12,
wobei das Bindemittel Polychloropren ist.