



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 198 46 511 C 2

51 Int. Cl. 7:
F 42 B 4/00

21 Aktenzeichen: 198 46 511.4-45
22 Anmeldetag: 9. 10. 1998
43 Offenlegungstag: 4. 5. 2000
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 13. 6. 2002

DE 198 46 511 C 2

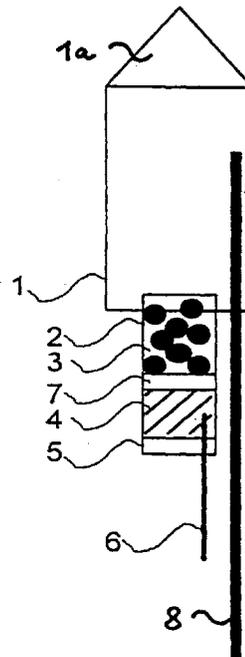
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Comet GmbH Pyrotechnik-Apparatebau, 27574
Bremerhaven, DE
74 Vertreter:
R. Zellentin und Kollegen, 67061 Ludwigshafen

72 Erfinder:
Schneider, Josef, Dr., 67281 Kirchheim, DE; Koch,
Ernst-Christian, Dr., 67659 Kaiserslautern, DE
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 196 14 007 A

54 Feuerwerkskörper mit nicht explosionsgefährlicher Effektfüllung

57 Feuerwerkskörper zur Erzeugung optischer Effekte, enthaltend einen Treibsatz (4) und eine Effektfüllung (3), dadurch gekennzeichnet, daß die Effektfüllung (3) aus festen, leicht brennbaren Substanzen in Pulver- oder Granulatform besteht, die nicht explosionsgefährlich und frei von sauerstoffhaltigen Oxidationsmitteln sind.



DE 198 46 511 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft Feuerwerkskörper mit nicht explosionsgefährlicher Effektfüllungen, insbesondere Feuerwerksraketen und Bodenfeuerwerkskörper der Klasse II, sowie die neuartige Effektfüllung.

[0002] Herkömmliche Kleinfeuerwerksraketen (Klasse II) dürfen als Effektfüllung maximal bis zu 10 g explosionsgefährlichen Effektsatz enthalten (Abs. 161, 1. SprengV, Anlage 1). Diese gesetzliche Limitierung der Effektsatz-Masse begrenzt auch die visuellen und akustischen Effekte.

[0003] Es hat nicht an Versuchen gemangelt, diese Begrenzung durch entsprechende Maßnahmen zu umgehen. So sind beispielsweise farbig abbrennende oder mit Gold- und Silberschweif abbrennende Treibsätze vorgeschlagen und auch eingesetzt worden, um den Gesamteffekt unter Umgehung dieser Beschränkung zu verstärken. Dazu wird den Treibsätzen auf Schwarzpulverbasis im ersten Fall lang brennendes Holzkohlepulver, im zweiten Fall Titanschwammpulver zugefügt.

[0004] Eine andere Möglichkeit zur Verstärkung der Effekte bei gleicher Masse könnte über die Verwendung von Materialien geringer Dichte (Lithium-, Bor-Chemikalien, etc.) gelingen. Allerdings gestaltet sich die Verwendung dieser Stoffe heutzutage für Feuerwerkszwecke aus zweierlei Gründen als sehr kostspielig. Zum einen sind Stoffe wie beispielsweise Lithiumsalze stark hygroskopisch, und machen daher eine aufwendige Vorbehandlung notwendig, zum anderen sind Lithiumverbindungen in der Beschaffung immer noch teurer als die vergleichbaren Strontiumverbindungen.

[0005] Aus der DE 196 14 007 A1 sind pyrotechnische Sätze zur Erzeugung von akustischen und optischen Effekten bekannt, die auf die Zugabe von Schwermetallen verzichten und ein Gemisch aus Magnesium- oder Aluminiumpulver mit Sulfaten oder Thiosulfatpulver als Oxidationsmittel als Effektfüllung verwenden. Der Abbrand dieser explosiven Mischung kann durch Zugabe von Schwefel oder Bindemitteln moderiert werden, jedoch bleiben solche Mischungen explosionsgefährlich im Sinne des Sprengstoffgesetzes.

[0006] Parallel zu den Versuchen, den Effekt unter Beibehaltung der Masse zu steigern, wurde stets auch versucht, die Handhabungssicherheit von Raketen zu erhöhen und deren Gefahrenpotential zu vermindern. Da das Gefahrenpotential bei einer Kleinfeuerwerksrakete bzw. einem Feuerwerkskörper hauptsächlich durch die enthaltene Nettoexplosivstoffmasse bestimmt wird, kann nur die Verminderung dieser Stoffe zu einer Gefahrenreduzierung führen, was gleichzeitig aber auch den Bestrebungen zur Verstärkung der Effekte zuwiderläuft.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, bei Senkung der Nettoexplosivstoffmasse gegenüber herkömmlichen Feuerwerkskörpern mit kostengünstigen Mitteln die visuellen und akustischen Effekte beizubehalten bzw. zu steigern.

[0008] Diese Aufgabe kann gelöst werden, wenn als Effektfüllung feste, leicht brennbare Stoffe in Pulver- oder Granulatform eingesetzt werden, die nicht explosionsgefährlich sind und daher nicht unter die Definition von "explosionsgefährlichen Effektsätzen" fallen. Durch die Nutzung dieser Stoffe kommt z. B. bei Raketen die Beschränkung des Abs. 161, 1. SprengV, Anlage 1 nicht zum tragen, daß bei Raketen die Gesamtmenge der Sätze nicht mehr als 20 g und davon der Anteil an Effektsätzen nicht mehr als 10 g betragen darf, so daß sich auch Raketen mit z. B. 20 g Effektfüllung und 10 g Treibsatz herstellen lassen.

[0009] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Kleinfeuerwerksrakete, bei der die erfindungsgemäßen Effektfüllun-

gen in die Treiberhülse bzw. Versatzkappe der Rakete eingefüllt sind. Dort werden die Stoffe dann beim Durchbrennen des Treibsatzes bzw. eines aufgepreßten Ausstoßsatzes aus Korn-Schwarzpulver angezündet. Der sich aufbauende Gasdruck sprengt die Versatzkappe ab und setzt gleichzeitig die angezündeten Partikel frei, die nun unter Nutzung des Luftsauerstoffs abbrennen. Im Falle von Bodenfeuerwerk kann die nicht explosionsgefährliche Effektfüllung auch durch einen Schwarzpulverpressling aus einem Mörserrohr herausgeschleudert werden (siehe Fig. 2).

[0010] Durch die Wahl der chemischen Zusammensetzung der eingesetzten Stoffe können optische Effekte in den Farben: silber, weiß, gold, gelb, orange, rosa, rot, blaßgrün und blaßblau erzeugt werden.

[0011] Die Größe und Form der Partikel bestimmt deren Brenndauer. Da z. B. die Steighöhe von Klasse-II-Raketen auf 100 m begrenzt ist, und die Partikel nach dem Ausstoß bis zu einer bestimmten Mindesthöhe verbrannt sein müssen, muß die Partikelgröße an die jeweilige Substanz angepaßt sein. Desgleichen dürfen bei Bodenfeuerwerk keine brennenden Partikel auf den Boden zurückfallen.

[0012] Erfindungsgemäß werden Partikel, die vorzugsweise Luft- und Wasser-beständig sind, mit Größen von 1–100 µm, insbesondere 1–15 µm verwendet. Außerdem können die brennbaren Stoffe auch vorteilhaft mit nicht-energetischen Bindern und Abbrandmoderatoren zu Granulaten mit Größen zwischen 1–500 µm verarbeitet werden, sofern die so erhaltenen Mischungen nach Maßgabe der Prüfung gemäß Anlage 1 zum SprengG keine explosionsgefährlichen Stoffe darstellen. Diese Inertisierung ist besonders bei hydrolyse- und oxidationsempfindlichen Stoffen vorteilhaft.

[0013] Geeignete Stoffe sind unter anderem Metalle und Metallegierungen, wie beispielsweise Aluminium, Aluminium-Barium, Aluminium-Strontium, Magnesium-Aluminium, Zirconium-Aluminium, Antimon, Bor, Calciumsilicid, Calcium-Kupfer, Eisen, Zirconium-Eisen, Titan-Kupfer, Magnesium, Kupfer-Magnesium, Silicium, Zinkstaub, Zirconium und seine Legierungen, Eisenstaub, Titanschwammpulver, Cer-Mischmetallpulver, sowie alle anderen Luft- und Wasser-beständigen Metalle, Legierungen und Mischmetalle, sowie durch geeignete Vorbehandlung oxidations- und hydrolyse-unempfindlich gemachte Metalle, Metallegierungen und/oder Mischmetalle, Holzkohlepulver, Holzmehle, roter Phosphor, Phosphorsulfide, Schwefel, sowie Mischungen dieser Stoffe, mit der Maßgabe, daß diese Mischungen keine explosionsgefährlichen Stoffe nach § 1 SprengG darstellen. Die verwendeten Stoffe müssen insbesondere eine Zündtemperatur unterhalb 400°C aufweisen. Sauerstoffhaltige Oxidationsmittel, wie sie in der DE 196 14 007 A1 beschrieben werden, welche die Mischung explosiv machen, dürfen nicht enthalten sein.

[0014] Als Binder zur Konditionierung von Pulvern und Pulvergemischen eignen sich natürliche und synthetische organische Harze, Dextrine u. ä.

[0015] Besonders bevorzugt werden als Effektfüllung Metallpulver, Holzkohlepulver und roter Phosphor. Der rote Phosphor wird vorzugsweise mit nicht-energetischen Bindern konditioniert, d. h. beispielsweise granuliert oder pelletiert.

[0016] Die für die Effektfüllung verwendeten Substanzen werden mit einer aufgepreßten Ausstoßladung gezündet. Als Ausstoßladung eignen sich insbesondere Schwarzpulver und Schwarzpulver/Metallpulver-Gemische. Die verwendete Ausstoßladung beeinflusst gleichzeitig die Wahl der Effektfüllung. So muß bei Verwendung von Schwarzpulver die Zündtemperatur der Effektfüllung unter 350°C liegen.

[0017] Die Herstellung der Feuerwerkskörper mit den er-

findungsgemäßen Effektfüllungen erfolgt in an sich bekannter Weise völlig analog zu derjenigen von herkömmlichen Feuerwerkskörpern mit pyrotechnischen, d. h. explosionsgefährlichen Effektsätzen.

[0018] Erfindungsgemäß werden nicht-pyrotechnische und damit nach § 1 SprengG nicht explosionsgefährliche Effektfüllungen für Feuerwerksraketen verwendet. Durch die Nutzung dieser Stoffe wird die Beschränkung des Abs. 161, 1. SprengV, Anlage 1 "Bei Raketen darf die Gesamtmenge der Sätze nicht mehr als 20 g und davon der Anteil an Effektsätzen nicht mehr als 10 g betragen" umgangen. Dabei wird gleichzeitig in vorteilhafter Weise die Handhabungssicherheit der Feuerwerkskörper erhöht.

[0019] Es können aber auch erfindungsgemäße Effektfüllungen mit herkömmlichen explosiven Effektsätzen gemeinsam verwendet werden, beispielsweise, wenn neben den Lichteffekten zusätzlich Geräusche wie Knattern, Pfeifen etc. erwünscht sind, unter der Voraussetzung, daß keine Vermischung der pyrotechnischen Satzbestandteile und der erfindungsgemäßen Effektfüllung eintritt.

[0020] Als Abbrandmoderator eignet sich die Verwendung von Bis(η^5 -cyclopentadien-1-yl)eisen (Ferrocen).

[0021] In den beigefügten Figuren zeigt

[0022] Fig. 1 eine Kleinfeuerwerksrakete und

[0023] Fig. 2 ein Bodenfeuerwerk zur Erzeugung einer Fontäne.

[0024] Fig. 1 besteht aus der Raketenhülse **1** mit konischer Kappe **1a**, der Treiberhülse **2**, in der die Effektfüllung **3** die Ausstoßladung **7** und der Treibsatz **4** übereinander geschichtet sind. Eine Zündschnur **6** ist für die Zündung des Treibsatzes **4** vorgesehen, der seinerseits die Ausstoßladung **7** und die Effektfüllung **3** in Brand setzt. Die aus dem Treibsatz **4** gebildeten Verbrennungsgase werden über die Düse **5** ausgestoßen und treiben die Rakete an. Der Stab **8** erlaubt einerseits die Rakete beim Abschluß in einer Halterung, beispielsweise einer leeren Flasche, zu lagern, andererseits gewährleistet er die Stabilisierung der Rakete im Flug.

[0025] Fig. 2 zeigt eine Feuerwerksfontäne bestehend aus der Bodenplatte **11**, z. B. aus Holz, der zylindrischen Hülle **12**, beispielsweise aus Pappe, die auf die Bodenplatte **11** aufgeklebt ist und mit einem Deckel **13**, der in die obere Öffnung eingedrückt ist, verschlossen ist. Ein Anzündsatz **14**, beispielsweise aus Schwarzpulver, ist auf der Bodenplatte **11** angeordnet und in Kontakt mit der Zündschnur **15**. Nach oben ist der Anzündsatz **14** durch eine perforierte Platte (Treibspiegel) **16** abgedeckt, auf der die Effektfüllung **3** liegt. Nach dem Zünden der Zündschnur **15** gerät das Schwarzpulver in Brand entzündet die Effektfüllung **3** und treibt sie aus der Hülle heraus, wobei der Verschlußdeckel **13** abgesprengt wird. Die Effektfüllung **3** brennt dabei mit der für den jeweiligen Inhaltsstoff charakteristischen Farbe ab.

Beispiel 1

[0026] Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Auswahl der untersuchten, nicht explosionsgefährlicher Stoffe als Effektfüllungen. Die Stoffe werden als feine Pulver mit Korngrößen von ca. 5–50 μm zu jeweils 15 g in die Versatzkappe einer Feuerwerks-Rakete mit einem Treibsatz der Masse 7 g/Hülsendurchmesser \varnothing 18 mm eingebracht und verschossen.

Tabelle 1

Stoff	Effekt
Aluminium-Pyroschliff	weiß-rosa
5 Barium-Aluminium	weiß-grünlich
Strontium-Aluminium	rot
Zinkschliff	grünlich weiß
Magnesium-Aluminium	weiß
Titanschwammpulver	silber
10 Borpulver	weiß-grün
Siliciumpulver	orange weiß
Holzkohle	gold/gold-orange
Zircon/Eisen-Legierung	orange-gelb
Zirconium	weiß-orange
15 Magnesium	weiß
Phosphor-Granulat	gelb-weiß
Cer-Mischmetall	orange-weiß
Calcium-Kupfer	orange Funken mit grünem Saum

Bezugszeichenliste

1	Hülse
1a	Hülsenkappe
25	2 Versatzkappe bzw. Treiberhülse
3	Effektfüllung
4	Treibsatz
5	Düse
6	Zündschnur
30	7 Ausstoßladung
8	Stabilisierungsstab
11	Bodenplatte
12	Hülle
13	Deckel
35	14 Anzündsatz
15	Zündschnur
16	perforierte Platte

Patentansprüche

1. Feuerwerkskörper zur Erzeugung optischer Effekte, enthaltend einen Treibsatz (**4**) und eine Effektfüllung (**3**), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Effektfüllung (**3**) aus festen, leicht brennbaren Substanzen in Pulver- oder Granulatform besteht, die nicht explosionsgefährlich und frei von sauerstoffhaltigen Oxidationsmitteln sind.

2. Feuerwerkskörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nicht explosionsgefährliche Effektfüllung (**3**) durch den Abbrand des Treibsatzes (**4**) anzündbar ist und durch den Kammerdruck ausstoßbar ist und danach an der Luft unter Farbeffekt verbrennt.

3. Feuerwerkskörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Effektfüllung (**3**) Luft- und Wasser-beständige Metalle, Metallegierungen und/oder Mischmetalle, sowie durch geeignete Vorbehandlung oxidations- und hydrolyse-unempfindlich gemachte Metalle, Metallegierungen und/oder Mischmetalle, Holzkohlepulver, roter Phosphor, Silicium, Schwefel, Antimon, Holzmehle oder Gemische dieser Substanzen enthält.

4. Feuerwerkskörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Effektfüllung (**3**) Aluminium, Aluminium-Barium, Aluminium-Strontium, Magnesium-Aluminium, Zirconium-Aluminium, Antimon, Bor, Calciumsilicid, Calcium-Kupfer, Eisen, Zirconium-Eisen, Titan-Kupfer, Magnesium, Kupfer-Magnesium, Silicium, Zinkstaub, Zirconium und seine

Legierungen, Eisenstaub, Titanschwampfpulver, oder Cer-Mischmetallpulver enthält.

5. Feuerwerkskörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Effektfüllung (3) roten Phosphor allein oder in Kombination mit Holzkohlepulver ist. 5

6. Feuerwerkskörper gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Effektfüllung (3) aus mit nicht-energetischen Bindemitteln granulierten oder pelletierten Substanzen besteht, wobei die Partikelgrößen im Bereich von 1–500 µm, vorzugsweise 5–50 µm, liegen. 10

7. Feuerwerkskörper nach einem der Ansprüche 1 bis 6, in Form einer Feuerwerksrakete, umfassend eine Hülse (1), eine Versatzkappe oder Treiberhülse (2), eine Effektfüllung (3), einen Treibsatz (4), eine Düse (5), eine Zündschnur (6), eine Ausstoßladung (7), wobei die Effektfüllung (3) die Zusammensetzung gemäß Anspruch 1 bis 6 aufweist. 15

8. Effektfüllung für Feuerwerkskörper, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus festen, leicht brennbaren Substanzen in Pulver- oder Granulatform besteht, die nicht explosionsgefährlich und frei von sauerstoffhaltigen Oxidationsmitteln sind. 20

9. Effektfüllung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sie Luft- und Wasser-beständige Metalle, Metallegierungen und/oder Mischmetalle, sowie durch geeignete Vorbehandlung oxidations- und hydrolyseempfindlich gemachte Metalle, Metallegierungen und/oder Mischmetalle, Holzkohlepulver, roter Phosphor, Silicium, Schwefel, Antimon, Holzmehle oder Gemische dieser Substanzen enthält. 30

10. Effektfüllung gemäß Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikelgrößen im Bereich von 1 bis 100 µm, vorzugsweise 5 bis 50 µm, und die Granulate im Bereich von 50 bis 500 µm liegen.

11. Effektfüllung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die pulverförmige Effektfüllung (3), insbesondere roter Phosphor, mit nicht-energetischen Bindern zu Granulaten konditioniert ist. 35

12. Effektfüllung gemäß den vorgenannten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Effektfüllung (3) mit einer Ausstoßladung (7) kombiniert ist, welche aus Schwarzpulver oder einem Schwarzpulver/Metallpulver-Gemisch besteht. 40

13. Effektfüllung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Effektfüllung (3) zusätzlich einen physikalisch davon getrennten pyrotechnischen Effektsatz umfaßt, mit der Maßgabe, daß die pyrotechnischen Satzbestandteile und die Effektfüllung gemäß den vorhergehenden Ansprüchen nicht miteinander vermischt sind. 50

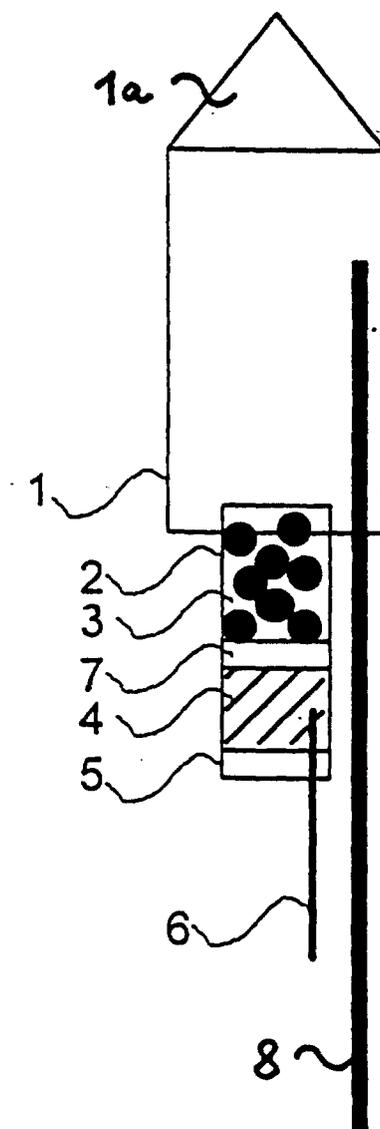
Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

Figur 1



Figur 2

