(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6571357号
(P6571357)

(45)発行日　令和1年9月4日(2019.9.4)　(24)登録日　令和1年8月16日(2019.8.16)

(51)Int.Cl.		F I	
C06B 31/02	(2006.01)	C06B	31/02
C06B 33/04	(2006.01)	C06B	33/04
C06B 33/06	(2006.01)	C06B	33/06
C06B 33/14	(2006.01)	C06B	33/14
C06B 45/02	(2006.01)	C06B	45/02

請求項の数 25　外国語出願　(全 18 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2015-54336(P2015-54336)
(22)出願日　平成27年3月18日(2015.3.18)
(65)公開番号　特開2015-178450(P2015-178450A)
(43)公開日　平成27年10月8日(2015.10.8)
審査請求日　平成30年2月27日(2018.2.27)
(31)優先権主張番号　14/218,547
(32)優先日　平成26年3月18日(2014.3.18)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　598174370
ノースロップ・グラマン・イノベーション・システムズ・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国ミネソタ州５５４４２，プリマス，ネイサン・レーン　４７００
(74)代理人　100140109
弁理士　小野　新次郎
(74)代理人　100075270
弁理士　小林　泰
(74)代理人　100101373
弁理士　竹内　茂雄
(74)代理人　100118902
弁理士　山本　修
(74)代理人　100112634
弁理士　松山　美奈子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】照明組成物、当該照明組成物を含む照明弾および関連する方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
照明組成物であって、
当該照明組成物の中に５０重量パーセントから７０重量パーセントまでの量で存在し、そしてそれぞれが独立して２５μｍから３２５μｍまでの範囲内の大きさを有する粒子を含む、カリウム含有酸化剤とルビジウム含有酸化剤からなる群から選択される少なくとも一つの酸化剤；
燃料と結合剤のうちの少なくとも一つ；および
８０m^2／ｇ以上の比表面積を示す金属酸化物を含む少なくとも一つの燃焼速度調節剤；
を含む前記照明組成物。
【請求項２】
少なくとも一つの酸化剤は：
それぞれが独立して２７５μｍから３２５μｍまでの範囲内の粒径を有する大きい方の粒子；および
それぞれが独立して２５μｍから３５μｍまでの範囲内の粒径を有する小さい方の粒子を含み、
大きい方の粒子は３５ｗｔ％から５５ｗｔ％までの量で照明組成物の中に存在し、
小さい方の粒子は１５ｗｔ％から３０ｗｔ％までの量で照明組成物の中に存在する、
請求項１に記載の照明組成物。

【請求項３】
大きい方の粒子と小さい方の粒子は互いに異なる酸化剤を含む、請求項２に記載の照明組成物。
【請求項４】
少なくとも一つの酸化剤の粒子は実質的に互いに同じ大きさのものである、請求項１に記載の照明組成物。
【請求項５】
少なくとも一つの酸化剤はKNO_3である、請求項１に記載の照明組成物。
【請求項６】
少なくとも一つのセシウム含有酸化剤をさらに含む、請求項１に記載の照明組成物。
【請求項７】
少なくとも一つのセシウム含有酸化剤は５ｗｔ％以下の量で照明組成物の中に存在する、請求項６に記載の照明組成物。
【請求項８】
少なくとも一つのセシウム含有酸化剤は、それぞれが独立して４０μｍから６５μｍまでの範囲内の大きさを有する$CsNO_3$の粒子を含む、請求項７に記載の照明組成物。
【請求項９】
燃料と結合剤のうちの少なくとも一つは照明組成物の中に４ｗｔ％から２０ｗｔ％までの量で存在する元素状ケイ素の粒子を含み、この元素状ケイ素の粒子はそれぞれが独立して５μｍから１５μｍまでの範囲内の大きさを有する、請求項１に記載の照明組成物。
【請求項１０】
燃料と結合剤のうちの少なくとも一つは燃料と結合剤を含み、燃料は照明組成物の中に４ｗｔ％から２０ｗｔ％までの量で存在し、そして結合剤は照明組成物の中に１ｗｔ％から５０ｗｔ％までの量で存在する、請求項１に記載の照明組成物。
【請求項１１】
少なくとも一つの燃焼速度調節剤は非晶質のホウ素をさらに含む、請求項１に記載の照明組成物。
【請求項１２】
金属酸化物は酸化鉄及び酸化アルミニウムのうちの少なくとも一つを含む、請求項１に記載の照明組成物。
【請求項１３】
少なくとも一つの燃焼速度調節剤は非晶質のホウ素と、８０m^2／ｇ以上の比表面積を示す酸化鉄とを含み、非晶質のホウ素は照明組成物の中に２ｗｔ％から５ｗｔ％までの量で存在し、そして酸化鉄は照明組成物の中に０．５ｗｔ％から１ｗｔ％までの量で存在する、請求項１に記載の照明組成物。
【請求項１４】
照明組成物であって、
カリウム含有酸化剤、ルビジウム含有酸化剤およびセシウム含有酸化剤からなる群から選択される少なくとも一つの酸化剤；
燃料と結合剤のうちの少なくとも一つ；および
９０m^2/ｇ以上の比表面積を示す少なくとも一つの金属酸化物；
を含み、
少なくとも一つの酸化剤は、
それぞれが独立して２７５μｍから３２５μｍまでの範囲内の粒径を有する大きい方の粒子；および
それぞれが独立して２５μｍから３５μｍまでの範囲内の粒径を有する小さい方の粒子を含み、
大きい方の粒子は３５ｗｔ％から５５ｗｔ％までの量で照明組成物の中に存在し、
小さい方の粒子は１５ｗｔ％から３０ｗｔ％までの量で照明組成物の中に存在する、前記照明組成物。

【請求項１５】
少なくとも一つの酸化剤は$CsNO_3$、$CsClO_3$、$CsClO_4$、Cs_2O_2、KNO_3、$KClO_3$、$KClO_4$、K_2O_2、$RbNO_3$、$RbClO_3$、$RbClO_4$およびRb_2O_2のうちの少なくとも一つを含む、請求項１４に記載の照明組成物。
【請求項１６】
少なくとも一つの酸化剤はKNO_3と$CsNO_3$を含み、KNO_3は照明組成物の中に５０ｗｔ％から７０ｗｔ％までの量で存在し、そして$CsNO_3$は照明組成物の中に５ｗｔ％以下の量で存在する、請求項１４に記載の照明組成物。
【請求項１７】
少なくとも一つの金属酸化物は酸化鉄と酸化アルミニウムのうちの少なくとも一つを含む、請求項１４に記載の照明組成物。
【請求項１８】
少なくとも一つの金属酸化物は９３m^2/g以上の比表面積を示す酸化鉄を含む、請求項１４に記載の照明組成物。
【請求項１９】
少なくとも一つの金属酸化物は照明組成物の中に０．２５ｗｔ％以下の量で存在する酸化鉄を含む、請求項１４に記載の照明組成物。
【請求項２０】
８５ｗｔ％の非晶質ホウ素から１００ｗｔ％までの非晶質ホウ素を含むホウ素物質をさらに含み、その非晶質ホウ素は照明組成物の中に０．５ｗｔ％から１０ｗｔ％までの量で存在する、請求項１４に記載の照明組成物。
【請求項２１】
ケーシングとこのケーシングの中に含まれる照明組成物を含む照明弾であって、
当該照明組成物は、
それぞれが独立して２５μｍから３２５μｍまでの範囲内の大きさを有する粒子を含む、カリウム含有酸化剤、ルビジウム含有酸化剤およびセシウム含有酸化剤からなる群から選択される少なくとも一つの酸化剤；
燃料と結合剤のうちの少なくとも一つ；および
８０m^2／ｇ以上の比表面積を示す金属酸化物を含む少なくとも一つの燃焼速度調節剤；
を含む、前記照明弾。
【請求項２２】
少なくとも一つの酸化剤はカリウム含有酸化剤を含み、このカリウム含有酸化剤は照明組成物の中に４５ｗｔ％から６５ｗｔ％までの量で存在する、請求項２１に記載の照明弾。
【請求項２３】
少なくとも一つの酸化剤はセシウム含有酸化剤をさらに含み、このセシウム含有酸化剤は照明組成物の中に１ｗｔ％から５ｗｔ％までの量で存在する、請求項２２に記載の照明弾。
【請求項２４】
金属酸化物は照明組成物の中に０．２５ｗｔ％から２．０ｗｔ％までの量で存在する、請求項２１に記載の照明弾。
【請求項２５】
標的を照らす方法であって、
ケーシングとこのケーシングの中に含まれる照明組成物を含む照明弾を配備する工程、および
照明組成物を燃焼させて近赤外放射線を生成する工程を含み：
当該照明組成物は、
それぞれが独立して２５μｍから３２５μｍまでの範囲内の大きさを有する粒子を含む、カリウム含有酸化剤、ルビジウム含有酸化剤およびセシウム含有酸化剤からなる群から

選択される少なくとも一つの酸化剤；
燃料と結合剤のうちの少なくとも一つ；および
８０ｍ^2／ｇ以上の比表面積を示す金属酸化物を含む少なくとも一つの燃焼速度調節剤を含む前記方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
優先権の主張
本出願は「照明組成物、当該照明組成物を含む照明弾および関連する方法」と題する米国特許出願１４／２１８５４７号（２０１４年３月１８日提出）の出願日の利益について権利主張する。
【０００２】
本開示は、概して言えば、照明弾において用いるのに適した組成物およびこの組成物を用いる方法に関する。特に本開示は、組成物が燃焼する際に近赤外線（ＮＩＲ）放射線を発生させるために配合される照明組成物、関連する照明弾および標的を照らす方法に関する。
【背景技術】
【０００３】
照明弾は、爆発することなく、あるいは爆発を生起させることなく電磁放射スペクトルの可視領域（すなわち、光）、赤外線（ＩＲ）領域（すなわち、熱）またはこれら両者の波長において強烈な電磁放射線を放射するように設計されて構成された花火装置である。一般に、照明弾は民間の用途および軍事用途において信号、照明および防御的対抗手段のために用いられてきた。そのような用途において、照明弾は典型的に、敵の兵員および／または車両が存在すると予想される陸の領域または水の領域の上へ発射される。照明弾によってもたらされる照明は敵の兵員および／または車両の視覚的な発見を容易にし、砲のねらいをつけるべき標的の位置のより正確な確認を与える。照明弾によって得られる照明効果は一般に、照明弾の降下速度を遅くすることによって飛行時間を長くするものであるパラシュートを照明弾に備え付けることによって高められる。パラシュートを配備することによって、照明弾のケーシングの中に収容される点火器を作動させるための力を与えることもできる。
【０００４】
照明弾の一つの一般的なタイプはＮＩＲ照明弾である。本明細書において、「ＮＩＲ照明弾」という用語は、標的（例えば、戦場）を照らすことを容易にする一次ＮＩＲ（すなわち、０．７００マイクロメートルから０．９００マイクロメートルまでの波長における放射）の出力を有する照明弾であって、そのような出力を有することによってＮＩＲスペクトルにおける放射を見るために構成されて操作される装置（例えば、ＮＩＲ高感度暗視ゴーグルのようなＮＩＲ可視装置）を用いて標的を視認することを可能にする照明弾を意味し、またそのような照明弾を含む。ＮＩＲ照明弾はかなりの量のＮＩＲ放射線を発生させ、その一方で可視光放射線の発生を制限し、それにより標的の比較的隠された照明を容易にする。しかし、そのようなＮＩＲ照明弾において用いるための適切なＮＩＲ放射性の照明組成物の開発においては、多くの問題に遭遇してきた。例えば、従来の照明組成物は、燃焼する間の一つ以上の不十分なＮＩＲ放射線の発生、燃焼する間の過剰な可視光放射線の発生（例えば、発生する可視光放射線に対して発生するＮＩＲ放射線の比率が非常に低いこと）、不十分な（例えば、低い）燃焼速度、不均一な燃焼、ＮＩＲ照明弾を使用する間の照明組成物の望ましくない分裂（これは「チャンキング」としても知られている）、燃焼する間の過剰な灰（例えば、すす）の形成、有害な環境への影響、非常に低い耐老化性、および過大な製造コストを発現する。これらの性質のうちの一つを改善すると、他の性質のうちの少なくとも一つのものの低下をしばしば招く。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】

【０００５】
従来のＮＩＲ放射照明組成物を用いる場合に遭遇する望ましくない性質（例えば、低いＮＩＲ放射線の発生、過剰な可視光放射線の発生、低い燃焼速度、不均一な燃焼、望ましくない分裂、過剰な灰の形成、有害な環境への影響、非常に低い耐老化性、過大な製造コストなど）のうちの少なくとも一つを軽減し、その際に、そのような照明組成物の他の望ましくない性質のうちの少なくとも一つのものを著しく低下させることのない照明組成物を製造することが望まれている。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本明細書に記載する態様は、照明組成物、照明弾、および標的を照らす方法を含む。
【０００７】
例えば、本明細書に記載する一つの態様によれば、照明組成物は少なくとも一つの酸化剤、燃料と結合剤のうちの少なくとも一つ、および少なくとも一つの燃焼速度調節剤を含む。少なくとも一つの酸化剤はカリウム含有酸化剤とルビジウム含有酸化剤からなる群から選択され、少なくとも一つの酸化剤は照明組成物の中に約５０ｗｔ％から約７０ｗｔ％までの量で存在し、そしてそれぞれが独立して約２５μｍから約３２５μｍまでの範囲内の大きさを有する粒子を含む。
【０００８】
追加の態様において、照明組成物は少なくとも一つの酸化剤、燃料と結合剤のうちの少なくとも一つ、および少なくとも一つの金属酸化物を含む。少なくとも一つの酸化剤は、カリウム含有酸化剤、ルビジウム含有酸化剤およびセシウム含有酸化剤からなる群から選択される。少なくとも一つの金属酸化物は約９０m^2/ｇ以上の比表面積を示す。
【０００９】
さらなる態様において、照明弾はケーシングとこのケーシングの中に含まれる照明組成物を含む。照明組成物は少なくとも一つの酸化剤、燃料と結合剤のうちの少なくとも一つ、および少なくとも一つの燃焼速度調節剤を含む。少なくとも一つの酸化剤はカリウム含有酸化剤、ルビジウム含有酸化剤およびセシウム含有酸化剤からなる群から選択され、そしてそれぞれが独立して約２５μｍから約３２５μｍまでの範囲内の大きさを有する粒子を含む。少なくとも一つの燃焼速度調節剤は、ホウ素と大きな表面積の金属酸化物からなる群から選択される。
【００１０】
さらなる態様において、標的を照らす方法は、ケーシングとこのケーシングの中に含まれる照明組成物を含む照明弾を配備することを含む。照明組成物は少なくとも一つの酸化剤、燃料と結合剤のうちの少なくとも一つ、および少なくとも一つの燃焼速度調節剤を含む。少なくとも一つの酸化剤はカリウム含有酸化剤、ルビジウム含有酸化剤およびセシウム含有酸化剤からなる群から選択され、そしてそれぞれが独立して約２５μｍから約３２５μｍまでの範囲内の大きさを有する粒子を含む。少なくとも一つの燃焼速度調節剤は、ホウ素と大きな表面積の金属酸化物からなる群から選択される。照明組成物が燃焼して近赤外放射線を生成する。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】図１は本開示の態様に従う照明組成物から形成されたキャンドルを含む照明弾の断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
照明組成物が開示され、また関連する照明弾および標的を照らす方法が開示される。照明組成物はＮＩＲ照明弾の閃光組成物として用いることができる。以下でさらに詳しく説明するように、本開示の照明組成物は、少なくとも一つの酸化剤、および燃料と結合剤のうちの少なくとも一つを含む。照明組成物は少なくとも一つの添加剤、例えば少なくとも一つの燃焼速度調節剤を含んでいてもよい。照明組成物の構成要素（例えば、成分）は、

発火して燃焼すると、ＮＩＲ放射線の生成を促進し、その一方で可視光放射線の生成を制限する。本開示の照明組成物は、従来の照明組成物を含む従来の照明弾と比較して、より少ない重量、改善された（例えば、速い）燃焼速度、より清浄な燃焼（例えば、灰またはすすの形成が少ないこと）、燃焼する間の増大したＮＩＲ放射線強度、および燃焼する間の低い可視光放射線強度のうちの少なくとも一つを示すだろう。

【００１３】

本明細書において用いるとき、文脈においてそうでないことが明確に示されていない限り、単数形の語句は複数形の語句も含むことが意図されている。

【００１４】

本明細書において用いるとき、「第一の」、「第二の」、「上方に」、「下方に」、「上に」、「下にある」、「より上に」、「より下に」などといった何らかの相関的な用語は、明瞭さのために用いられるか、また開示されていることと添付図面を理解する便宜のために用いられるのであり、文脈においてそうでないことが明確に示されている場合を除いて、何らかの特定の優先物、方向または順序を含んでいないか、あるいはそれらを拠りどころとはしていない。

【００１５】

本明細書において用いるとき、所定のパラメーター、性質または条件に関しての「実質的に」という用語は、それらの所定のパラメーター、性質または条件が小さな程度の相違を満足すること（例えば、許容できる製造許容差の範囲内であること）を当業者が理解する程度を意味し、またそのような程度を含む。例として、実質的に満足する特定のパラメーター、性質または条件によっては、それらのパラメーター、性質または条件は少なくとも９０．０％を満足し、少なくとも９５．０％を満足し、少なくとも９９．０％を満足し、あるいは少なくとも９９．９％を満足するだろう。

【００１６】

本明細書において用いるとき、「構成している」、「含む」、「によって特徴づけられる」という用語およびそれらと文法上同等なことは、包括的な用語または制限のない用語であって、追加の要素、言及していない要素または方法上の行為を排除せず、またより限定的な用語である「から成る」や「本質的に・・・から成る」およびそれらと文法上同等なことを含む。本明細書において用いるとき、材料、構造、特徴または方法上の行為に関しての「であってもよい」という用語は、それらが本開示の態様の実施において用いられると考えられることを示し、またそれらの用語は、他の適合する材料、構造、特徴およびそれらと組み合わせて用いることができる方法が排除されるべきであるという意味合いであることが避けられるように、もっと限定的な用語の「である」よりも優先して用いられる。

【００１７】

本開示の照明組成物は、酸化剤および燃料と結合剤のうちの少なくとも一つで形成され、そしてそれらを含みうる。場合により、照明組成物は少なくとも一つの添加剤（例えば、燃焼速度調節剤、熱を発生させる物質、硬化剤などのうちの少なくとも一つ）を含んでいてもよい。照明組成物は開示された構成要素を含むか、本質的にそれらの要素から成るか、あるいはそれらの要素から成っていてもよい。

【００１８】

酸化剤は照明組成物の少なくとも一つの他の成分（例えば、燃料、結合剤、燃焼速度調節剤など）の発火と燃焼に寄与し、また燃焼する間のＮＩＲ放射線の生成にも寄与する酸素含有物質であってよい。酸化剤はＮＩＲスペクトルにおける放射線の生成を促進し、その一方で可視光スペクトルにおける放射線の生成を制限するだろう。例えば、酸化剤は酸素を含むカリウム（Ｋ）、ルビジウム（Ｒｂ）および／またはセシウム（Ｃｓ）の塩を少なくとも一つ含んでいてもよい。非限定的な例として、酸化剤は硝酸カリウム（KNO_3）、塩素酸カリウム（$KClO_3$）、過塩素酸カリウム（$KClO_4$）、過酸化カリウム（K_2O_2）、硝酸ルビジウム（$RbNO_3$）、塩素酸ルビジウム（$RbClO_3$）、過塩素酸ルビジウム（$RbClO_4$）、過酸化ルビジウム（Rb_2O_2）、硝酸セシウム（

$CsNO_3$）、塩素酸セシウム（$CsClO_3$）、過塩素酸セシウム（$CsClO_4$）、および過酸化セシウム（Cs_2O_2）のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。照明組成物の中に存在する酸化剤の量は、照明組成物の他の成分、所望の放射性能、および照明組成物を望ましい形態（例えば、形状、密度など）に成形する所望の方法（例えば、注入成形、圧縮など）に基づいて選択してもよい。非限定的な例として、酸化剤は照明組成物の中に重量で約４０％（ｗｔ％）から約８５ｗｔ％までの量、例えば約５０ｗｔ％から約７０ｗｔ％までの量で存在していてもよい。幾つかの態様において、KNO_3は照明組成物の中に約５５ｗｔ％から約７０ｗｔ％までの量で存在する。

【００１９】

低温伝導（例えば、冷たい風の条件下）における高い性能を求めて照明組成物が配合される態様のように、照明組成物の中にＣｓ含有酸化剤が存在する場合、照明組成物は約１０ｗｔ％以下のＣｓ含有酸化剤（例えば、$CsNO_3$、$CsClO_3$、$CsClO_4$、Cs_2O_2など）を含んでいてもよく、例えば、約５ｗｔ％以下のＣｓ含有酸化剤、約２ｗｔ％以下のＣｓ含有酸化剤、約１ｗｔ％以下のＣｓ含有酸化剤、または約０ｗｔ％のＣｓ含有酸化剤を含んでいてもよい。幾つかの態様において、照明組成物は約１ｗｔ％から約５ｗｔ％までのＣｓ含有酸化剤を含む。Ｋ含有酸化剤（例えば、KNO_3、$KClO_3$、$KClO_4$、K_2O_2など）とＲｂ含有酸化剤（例えば、$RbNO_3$、$RbClO_3$、$RbClO_4$、Rb_2O_2など）のうちの少なくとも一つが約３０ｗｔ％から約８５ｗｔ％までの量で照明組成物の中に存在していてもよく、例えば、約４０ｗｔ％から約７０ｗｔ％まで、または約５０ｗｔ％から約７０ｗｔ％までの量で存在していてもよい。非限定的な例として、照明組成物は約５ｗｔ％以下の$CsNO_3$および約４５ｗｔ％から約６５ｗｔ％までのKNO_3を含んでいてもよい。幾つかの態様において、照明組成物は約５９ｗｔ％から約６４ｗｔ％までのKNO_3と約０ｗｔ％から約５ｗｔ％までの$CsNO_3$を含む。照明組成物の中でＫ含有酸化剤を用いると、多量のＣｓ含有酸化剤を有する従来の照明組成物を含む従来の照明弾よりも、照明弾の重量、コストおよび灰の形成（例えば、すすの形成）が減少させることができる。さらなる態様において、照明組成物の他の成分（例えば、燃料、結合剤、燃焼速度調節剤など）および照明組成物の所望の特性（例えば、重量、燃焼速度、ＮＩＲ放射線強度など）に応じて、本開示の照明組成物は約１０ｗｔ％よりも多くのＣｓ含有酸化剤を含んでいてもよい。

【００２０】

酸化剤は照明組成物の中に多数の粒子として存在していてもよい。酸化剤は単峰性の粒径分布を有していてもよく、あるいは多峰性（例えば、バイモード（二峰性）、トリモード（三峰性）など）の粒径分布を有していてもよい。例えば、酸化剤は大きな粒子と小さな粒子を含む多峰性の粒径分布を有していてもよい。酸化剤の大きい方の粒子は、それぞれが独立して約２７５マイクロメートル（μｍ）から約３２５μｍまでの範囲内の粒径を有し、そして約３５ｗｔ％から約５５ｗｔ％までの量で照明組成物の中に存在していてもよい。大きい方の粒子は単分散系をなしていてもよく、この場合、大きな粒子の全てが実質的に同じ大きさになっている。あるいは大きい方の粒子は多分散系をなしていてもよく、この場合、大きな粒子はある範囲の大きさを有し、そして平均化されている。酸化剤の小さい方の粒子は、それぞれが独立して約２５μｍから約６５μｍまで（例えば、約２５μｍから約３５μｍまで、および／または、約４０μｍから約６５μｍまで）の範囲内の粒径を有し、そして約１５ｗｔ％から約３０ｗｔ％までの量で照明組成物の中に存在していてもよい。小さい方の粒子は単分散系をなしていてもよく、この場合、小さな粒子の全てが実質的に同じ大きさになっている。あるいは小さい方の粒子は多分散系をなしていてもよく、この場合、小さな粒子はある範囲の大きさを有し、そして平均化される。幾つかの態様において、照明組成物は約４４ｗｔ％の大きな粒子の酸化剤と約２０ｗｔ％の小さな粒子の酸化剤を含む。例えば、照明組成物は、それぞれが独立して約２７５μｍから約３２５μｍまでの範囲内の大きさを有する約４４ｗｔ％のKNO_3の粒子とそれぞれが独立して約２５μｍから約３５μｍまでの範囲内の大きさを有する約２０ｗｔ％のKNO_3の粒子を含んでいてもよい。大きな粒子と小さな粒子は互いに同じ物質で形成されている

か、あるいは同じ物質を含んでいてもよく（例えば、大きな粒子と小さな粒子は両方ともＫ含有酸化剤、Ｒｂ含有酸化剤およびＣｓ含有酸化剤のうちの少なくとも一つで形成されているか、あるいは少なくとも一つを含んでいてもよい）、あるいは大きな粒子と小さな粒子は互いに異なる物質で形成されているか、あるいは異なる物質を含んでいてもよい（例えば、大きな粒子はＫ含有酸化剤、Ｒｂ含有酸化剤およびＣｓ含有酸化剤のうちの少なくとも一つで形成されているか、あるいは少なくとも一つを含み、そして小さな粒子はＫ含有酸化剤、Ｒｂ含有酸化剤およびＣｓ含有酸化剤のうちの少なくとも一つの別の酸化剤で形成されているか、あるいは少なくとも一つの別の酸化剤を含んでいてもよい）。非限定的な例として、少なくとも低温伝導における高い性能を求めて照明組成物が配合される態様においては、その照明組成物は、大きな粒子のＫ含有酸化剤と小さな粒子のＫ含有酸化剤のうちの少なくとも一つに加えて、大きな粒子のＣｓ含有酸化剤と小さな粒子のＣｓ含有酸化剤のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。例えば、照明組成物は、それぞれが独立して約２７５μｍから約３２５μｍまでの範囲内の大きさを有する約４０ｗｔ％から約４５ｗｔ％までのKNO_3の粒子とそれぞれが独立して約２５μｍから約３５μｍまでの範囲内の大きさを有する約１５ｗｔ％から約２０ｗｔ％までのKNO_3の粒子、およびそれぞれが独立して約４０μｍから約６５μｍまでの範囲内の大きさを有する約１ｗｔ％から約５ｗｔ％までの$CsNO_3$の粒子を含んでいてもよい。さらなる態様において、酸化剤は、それぞれが約２５μｍから約３２５μｍまでの範囲にある実質的に同じ粒径を有する粒子を含む単峰性の粒径分布を有していてもよい。

【００２１】

燃料は、ＮＩＲ放射線の発生を促進し、その一方で可視光放射線の発生を制限する何らかの可燃物質を含んでいてもよい。例えば、燃料は、燃焼したときに比較的少ない量のすす（例えば、灰）を生成し、また発生する可視光放射線の量を低減する物質であってもよい。燃料は照明組成物の他の成分（例えば、酸化剤、結合剤など）に基づいて選択してもよい。適当な燃料の非限定的な例としては、元素状ケイ素（Ｓｉ）、ホウ素（Ｂ）、窒素含有物質（例えば、３～６員の複素環とその環の中に１個の窒素または酸素原子ないしは４個の窒素または酸素原子を含む窒素含有化合物（例えば、テトラゾール、トリアゾール、トリアジン、イミダゾール、オキサゾール、ピラゾール、ピロリン、ピロリニデン、ピリジンおよび／またはピリミジン）；このような窒素含有化合物のアルカリ金属塩（例えば、このような窒素含有化合物のＫ塩、Ｒｂ塩および／またはＣｓ塩）；架橋多環式アミン（例えば、ジシアニジアミド、シアノニトリアミド、ヒドロジェンシアニドおよび／またはジシアナミド）；ニトラミン；ニトロセルロース；ニトログアニジン；またはこれらの組み合わせ）、尿素、グアニジン、アゾジカルボナミド、１個の炭素原子ないしは８個の炭素原子を含む短鎖アルキル、またはこれらの組み合わせがある。幾つかの態様において、燃料は元素状Ｓｉである。さらなる態様において、燃料は燃料と結合剤の両方として機能してもよい。照明組成物の中に存在する燃料の量は、照明組成物の他の成分、所望の放射性能、および照明組成物を望ましい形態（例えば、形状、密度など）に成形する所望の方法に基づいて選択してもよい。非限定的な例として、燃料は照明組成物の中に約０ｗｔ％から約２０ｗｔ％までの量、例えば約４ｗｔ％から約２０ｗｔ％までの量、または約８ｗｔ％から約１０ｗｔ％までの量で存在していてもよい。幾つかの態様において、元素状Ｓｉは照明組成物の中に約８ｗｔ％から約１３ｗｔ％までの量で存在する。

【００２２】

燃料は照明組成物の中に多数の粒子として存在していてもよい。燃料は単峰性の粒径分布を有していてもよく、あるいは多峰性（例えば、バイモード（二峰性）、トリモード（三峰性）など）の粒径分布を有していてもよい。非限定的な例として、燃料の粒子は、それぞれ独立して約０．５μｍから約１５μｍまでの範囲内の粒径を有していてもよい。幾つかの態様において、燃料の粒子は、それぞれ独立して約０．５μｍから約２μｍまで（例えば、約１μｍから約２μｍまで）の範囲内の粒径を有する。さらなる態様において、燃料の粒子は、それぞれ独立して約５μｍから約１５μｍまで（例えば、約７μｍから約１１μｍまで）の範囲内の粒径を有する。燃料の粒子は単分散系をなしていてもよく、こ

の場合、粒子の全てが実質的に同じ大きさになっている。あるいは粒子は多分散系をなしていてもよく、この場合、粒子はある範囲の大きさを有し、そして平均化される。

【００２３】

照明組成物は燃料と酸化剤を約２．５以下の燃料：酸化剤の比率で含んでいてもよく、例えば、約１．４から約２．０までの範囲の比率、または約１．６から約１．８までの範囲の比率で含む。燃料：酸化剤の比率は、照明組成物の所望の放射性能に基づいて選択してもよい。

【００２４】

結合剤は、ＮＩＲ放射線の発生を促進し、その一方で可視光放射線の発生を制限する任意のエネルギー結合剤または非エネルギー結合剤であってよい。例えば、結合剤は、燃焼したときに比較的少ない量のすす（例えば、灰）を生成し、また発生する可視光放射線の量を低減する物質を含んでいてもよい。結合剤は照明組成物の他の成分（例えば、酸化剤、燃料など）に基づいて選択してもよい。適当なエネルギー結合剤の非限定的な例としては、ポリ(３-アジドメチル-３-メチルオキセタン)（ポリ-AMMO）、ポリ(ビス(３,３-アジドメチル)オキセタン)（ポリ-BAMO）、ポリ(３-ニトラトメチル-３-メチルオキセタン)（ポリ-NIMMO）、ポリ-(BAMO) とポリ-AMMOのランダムコポリマー、グリシジルアジドポリマー（GAP）、ポリグリシジルニトレート（PGN）、ポリ(ニトラミノメチル)-メチルオキセタン（ポリ-NAMMO）、コポリ- BAMMO/NAMMO、コポリ- BAMMO/AMMO、ニトロセルロース、ニトログリセリン、その他のニトレートエステル、またはこれらの組み合わせがある。適当な非高エネルギー結合剤の非限定的な例としては、シリコーン、コハク酸トリエチレングリコール、アラビアガム、トラガカントガム、キサンタンガム、ガムテレピン油、ポリエステル、ポリエーテル、ポリウレタン、ポリスチレン、ポリビニルアルコール、スチレン-ブタジエン、エポキシ樹脂、イソブチレンゴム、またはこれらの組み合わせがある。幾つかの態様において、結合剤はカルボキシを末端とするコハク酸トリエチレングリコールであり、例えば、Chemtura Corp.（ケムチュラ社（コネチカット州、ミドルベリー））から市販されているWitco 1780である。さらなる態様において、結合剤は結合剤と燃料の両方として機能してもよい。照明組成物の中に存在する結合剤の量は、照明組成物の他の成分、所望の放射性能、および照明組成物を望ましい形態（例えば、形状、密度など）に成形する所望の方法に基づいて選択してもよい。例えば、結合剤は照明組成物の中に約０ｗｔ％から約５０ｗｔ％までの量、例えば約１ｗｔ％から約５０ｗｔ％までの量で存在していてもよい。例えば、照明組成物を所望の形状に加圧することが望ましい場合、結合剤は照明組成物の中に約１ｗｔ％から約１０ｗｔ％までの量で存在していてもよい。別の例として、照明組成物を所望の形状に注入成形することが望ましい場合、結合剤は照明組成物の中に約１０ｗｔ％から約５０ｗｔ％までの量で存在していてもよい。幾つかの態様において、結合剤は照明組成物の中に約１５ｗｔ％から約２５ｗｔ％までの量で存在する。後述するように、結合剤は硬化剤とともに用いてもよい。

【００２５】

添加剤には燃焼速度調節剤（例えば、触媒）と硬化剤のうちの少なくとも一つが含まれていてもよい。添加剤のタイプと量は、照明組成物の所望の特性（例えば、燃焼速度、硬化速度、発火感受性など）に依存してもよい。これについては、後にさらに詳しく説明する。

【００２６】

燃焼速度調節剤は、これが存在する場合は、照明組成物の燃焼速度を向上させ（例えば、増大させ）、そしてＮＩＲ放射線の発生を促進し、その一方で可視光放射線の発生を制限する物質を含んでいてもよい。燃焼速度調節剤は、燃焼したときに比較的少ない量のすす（例えば、灰）を生成し、これにより、発生する可視光放射線の量を低減することができる。燃焼速度調節剤は、照明組成物の他の成分（例えば、酸化剤、燃料、結合剤など）に基づいて選択してもよい。適当な燃焼速度調節剤の非限定的な例としては、ホウ素（Ｂ）（例えば、非晶質のＢ）、金属酸化物（例えば、大きな表面積の金属酸化物（例えば、大きな表面積の酸化鉄、大きな表面積の酸化アルミニウムなど））、またはこれらの組み

合わせがある。幾つかの態様において、燃焼速度調節剤は、非晶質のＢを約８５ｗｔ％から約１００ｗｔ％までの量で含むＢ物質を含んでいる。Ｂ物質は照明組成物の中に約０．５ｗｔ％から約２０ｗｔ％までの量、例えば約０．５ｗｔ％から約１０ｗｔ％までの量、または約２ｗｔ％から約５ｗｔ％までの量で存在していてもよい。さらなる態様において、燃焼速度調節剤は大きな表面積の金属酸化物を含む。この大きな表面積の金属酸化物は、照明組成物の中に従来含まれる金属酸化物（例えば、酸化鉄）の比表面積よりも大きな比表面積を示すだろう。この大きな表面積の金属酸化物は、例えば、ブルナウアー-エメット-テラー（ＢＥＴ）法によって測定して約８m^2/ｇよりも大きな比表面積を示してもよく、例えば、約１０m^2/ｇ以上、約２０m^2/ｇ以上、約３０m^2/ｇ以上、約４０m^2/ｇ以上、約５０m^2/ｇ以上、約６０m^2/ｇ以上、約７０m^2/ｇ以上、約８０m^2/ｇ以上、または約９０m^2/ｇ以上の比表面積を示す。幾つかの態様において、大きな表面積の金属酸化物は、ＢＥＴ法によって測定して約８０m^2/ｇ以上の比表面積を示す。さらなる態様において、大きな表面積の金属酸化物は、ＢＥＴ法によって測定して約９０m^2/ｇ以上（例えば、ＢＥＴ法によって測定して約９３m^2/ｇ）の比表面積を示す。非限定的な例として、大きな表面積の金属酸化物は、大きな表面積の酸化鉄、例えばSICOTRANS（シコトランス、登録商標）という商品名で販売されているもの（例えば、SICOTRANSレッドL 2816、SICOTRANSレッドL 2817、SICOTRANSレッドL 2818、SICOTRANSレッドL 2819、SICOTRANSイエローL 1915、SICOTRANSイエローL 1916、SICOTRANSイエローL 1918）を含んでいてもよく、これはBASF社（ニュージャージー州、フォーハムパーク）から市販されている。大きな表面積の金属酸化物は照明組成物の中に約０．２５ｗｔ％以上の量で存在していてもよく、例えば、約０．２５ｗｔ％から約４０．０ｗｔ％までの量、約０．２５ｗｔ％から約２０．０ｗｔ％までの量、約０．２５ｗｔ％から約１０．０ｗｔ％までの量、約０．２５ｗｔ％から約５．０ｗｔ％までの量、約０．２５ｗｔ％から約２．０ｗｔ％までの量、約０．５ｗｔ％から約１．５ｗｔ％までの量、または約１．０ｗｔ％の量で存在する。照明組成物の中に約２．０ｗｔ％を超えて存在する大きな表面積の金属酸化物（例えば、大きな表面積の酸化鉄）の量は、照明組成物のための充填材として機能し得る。幾つかの態様において、燃焼速度調節剤は約０．５ｗｔ％から約１．０ｗｔ％までの大きな表面積の酸化鉄と約２ｗｔ％から約５ｗｔ％までの非晶質のＢを含んでいる。照明組成物の一つ以上の所望の特性を得るために、燃焼速度調節剤の量を調節してもよい（例えば、増大させるか、または減少させる）。

【００２７】

照明組成物が大きな表面積の金属酸化物を（例えば、それ単独で、またはＢのような他の燃焼速度調節剤と組み合わせて）含む態様において、大きな表面積の金属酸化物は照明組成物の一つ以上の所望の特性を向上させ得る。例えば、大きな表面積の金属酸化物は、発火したときに燃焼する照明組成物の表面積を増大させ、燃焼速度とＮＩＲ放射線の強度を増大させ、その一方で可視光放射線の生成を制限し得る。加えて、大きな表面積の金属酸化物は、照明組成物が燃焼したときに水に不溶性で水と非反応性のすすが形成すること（すなわち、水に可溶性のすす、および／または、水と反応性のすすが形成することとは反対のこと）を容易にし、または促進し得る。例えば、少なくとも、照明組成物の酸化剤が主にＫ含有酸化剤（例えば、KNO_3のようなＫの塩）である態様においては、照明組成物の中に大きな表面積の金属酸化物（例えば、SICOTRANS（登録商標）レッドL 2816、SICOTRANSレッドL 2817、SICOTRANSレッドL 2818、SICOTRANSレッドL 2819、SICOTRANSイエローL 1915、SICOTRANSイエローL 1916および／またはSICOTRANSイエローL 1918などの大きな表面積の酸化鉄）が存在することによって、照明組成物が燃焼したときに少なくとも部分的に（例えば、実質的に）水に不溶性で水と非反応性のすすが形成することが促進され得る。さらに、大きな表面積の金属酸化物は、多くの従来の照明組成物と比較して、照明組成物のｐＨおよび照明組成物が燃焼する間に形成される灰のｐＨを低下させ得る。非限定的な例として、照明組成物が燃焼する間に形成される灰は約１４以下のｐＨを示してもよく、例えば、約１３以下、約１２以下、または約１１以下のｐＨを示してもよい。従って、本開示の態様に係る照明組成物は、多くの従来の照明組成物と比較して、照明弾

においてこの組成物を用いることと関連する環境上の影響を低下させ得る。

【００２８】

硬化剤は、これが存在する場合は、照明組成物の硬化速度を向上させ（例えば、増大させ）、そしてＮＩＲ放射線の発生を促進し、その一方で可視光放射線の発生を制限する物質を含んでいてもよい。硬化剤は、照明組成物の他の成分（例えば、酸化剤、燃料、結合剤など）に基づいて選択してもよい。非限定的な例として、硬化剤は、ヘキサメチレンジイソシアネート（ＨＤＩ）を主成分とする脂肪族ポリイソシアネート樹脂（例えば、Bayer Material Science（ペンシルバニア州、ピッツバーグ）によってDESMODUR（登録商標）N 100という商品名で販売されているもの）を含んでいてもよく、あるいはカルボキシを末端とするコハク酸トリエチレングリコールのカルボキシ官能基と反応する三官能価のエポキシ樹脂硬化剤（ＥＲＬ）を含んでいてもよい。幾つかの態様において、硬化剤はビス-フェニルＡ-三官能価エポキシ樹脂硬化剤（例えば、Ｎ,Ｎ-ジグリシジル-４-グリシジルオキシアニリン（ＥＲＬ ５１０））である。硬化剤は照明組成物の中に約０．１ｗｔ％から約２０ｗｔ％までの量、例えば約０．１ｗｔ％から約５ｗｔ％までの量で存在していてもよい。幾つかの態様において、硬化剤は照明組成物の中に約２．５ｗｔ％から約３．５ｗｔ％までの量で存在する。

【００２９】

照明組成物は、照明組成物の所望の特性に応じて、着色剤、加工助剤、接着剤、安定剤または弾道エンハンサーなどの他の添加剤を少量含んでいてもよい。

【００３０】

照明組成物は、照明組成物の個々の成分を通常の方法により組み合わせることによって製造することができる。照明組成物は、従来の照明組成物よりも小さな密度を示してもよい。例えば、照明組成物は、多くの従来の照明組成物よりも約２５パーセントまで小さな密度を示し得る。照明組成物で形成されたキャンドル（例えば、粗粒のもの、照明弾組成物、爆発弾頭）および照明組成物を含むキャンドルは、照明組成物を注入成形、圧縮、鋳型および／または押出し成形することによって製造することができる。それらのプロセスは当分野で知られていて、従って、ここではそれらについて詳細には説明しない。幾つかの態様において、照明組成物は、照明組成物の個々の成分を混合した注入成形プロセスにより組み合わせることによって製造される。非限定的な例として、個々の成分を組み合わせてスラリーを形成し、そのスラリーを例えばケーシング又は鋳型に注入して適度の高温で硬化させてキャンドルを形成することによって物品を製作することができる。硬化したならば、キャンドルをケーシング又は鋳型から取り出すことができる。キャンドルは、約６５よりも大きな（例えば、約８０よりも大きな）ショアーＡ硬度のような、比較的高い硬度を有していてもよい。

【００３１】

本開示の照明組成物の態様は、例えば３８ミリメートル（ｍｍ）の直径を有する照明弾、または６０ｍｍの直径、８１ｍｍの直径、１０５ｍｍの直径、１２０ｍｍの直径、１５５ｍｍの直径、２．７５インチ（ｉｎ）の直径、または５．０インチの直径を有する照明弾といった、通常の照明弾のキャンドル（例えば、粗粒のもの、照明弾組成物、爆発弾頭）に対する嵌め込み型の代替物として用いてもよい。非限定的な例としては、M278、LUU-19および手持ち型信号照明弾がある。従って、照明弾は、従来の照明弾のキャンドルが本開示の態様に係る照明組成物で形成された（また、この照明組成物を含む）キャンドルで置き換えられたものである、「改造された」M278、LUU-19または手持ち型信号照明弾であってもよい。

【００３２】

図１は照明弾１００の態様を示し、これは例えば、本開示の態様に係る照明組成物で形成された（また、この照明組成物を含む）キャンドル１０２を含む。照明組成物の一つ以上の成分（例えば、大きな表面積の金属酸化物のような燃焼速度調節剤）によって達成される照明組成物の増大した燃焼速度は、多くの従来の照明弾キャンドルと比較して、キャンドル１０２について追加の容積を得ること、および／または、少ない重量となることを

容易にし得る。加えて、照明組成物の酸化剤の少なくとも過半量（例えば、５０ｗｔ％超（例えば、約６０ｗｔ％以上、約７０ｗｔ％以上、約８０ｗｔ％以上、約９０ｗｔ％以上、または約９５ｗｔ％以上））が非Ｃｓ含有酸化剤（例えば、Ｋ含有酸化剤（例えば、KNO_3）および／またはＲｂ含有酸化剤（例えば、$RbNO_3$））で構成されている態様においては、照明組成物の低減した重量（すなわち、Ｃｓ含有酸化剤が酸化剤の少なくとも過半量を構成しているような従来の照明組成物と比較して低減した重量）もまた、キャンドル１０２について追加の容積を得ること、および／または、少ない重量とすることを容易にし得る。その追加の容積は弾道性能を調和させるために不活性物質で満たすことができ、また、より大きなＮＩＲ放射線強度または燃焼時間を得るために少なくとも一つの有効成分（例えば、酸化剤、燃料、結合剤など）で満たすことができ、そして／または、キャンドル１０２の重量の低減は、照明弾１００の弾道性能と取り扱いのうちの少なくとも一つを改善するために利用することができる。

【００３３】

図１に示すように、キャンドル１０２は照明弾１００のケーシング１０４の中に収容されていてもよい。ケーシング１０４は第一の端部１０６（ここからキャンドル１０２の第一の端部１０８が発火する）および第二の反対側の端部１１０を有し、ケーシング１０４の中に収納されたパラシュート１１２が、照明弾１００の配備に続いて第二の端部から放出される。パラシュート１１２の放出を制御するために、ケーシング１０４の中に含まれるタイマーまたは放出機構１１４を用いることができる。図１に示すように、ケーシング１０４の第一の端部１０６には、キャンドル１０２を発火させるように構成されて配置される点火器１１６も含まれる。パラシュート１１２を放出することによって点火器１１６が（例えば、点火器の引き綱によって）発火を開始し、次いで、キャンドル１０２の第一の端部１０８が発火するように、照明弾１００を構成することができる。

【００３４】

使用と操作においては、一つ以上の照明弾１００を標的の領域へ発射し、そしてキャンドル１０２を発火させ、そして燃焼させることができる。燃焼しているキャンドル１０２は高強度のＮＩＲ放射線で標的の領域を照らすだろう。従って、ＮＩＲによって照らされた標的の領域は、ＮＩＲ感応装置（例えば、ＮＩＲ高感度暗視ゴーグル）によって、従来の照明組成物を含む従来の照明弾によって照らされる標的の領域よりも良好に見ることができる。加えて、燃焼しているキャンドル１０２の比較的低い可視光放射線の出力は、肉眼では照明弾１００を事実上見えないようにするだろう（例えば、隠密的な作戦に対する照明弾１００の使用を容易にする）。

【００３５】

本開示の態様に係る照明組成物は、従来の照明組成物と比較して、ＮＩＲ放射線の強度、可視光放射線の強度、可視光放射線に対するＮＩＲ放射線の比率、燃焼速度、燃焼時間、燃焼の均一性、チャンキングの緩和、および環境への優しさ（例えば、水への可溶性の低さ、低いｐＨ）を向上または維持し得る。これらの特性の組み合わせは、従来の照明組成物を上回るかなりの改善をもたらしている。

【００３６】

以下の実施例は、本開示の態様をさらに詳しく説明するために提示される。これらの実施例は、本開示の範囲について網羅的もしくは排他的なものであると解釈されるべきではない。

【実施例】

【００３７】

実施例１

照明組成物

本開示の態様に係る様々な照明組成物を調製した。組成物Ａ、Ｂ、Ｃ、ＤおよびＥを調製した。組成物Ａ、Ｂ、Ｃ、ＤおよびＥの配合を、それぞれ下の表１～５に要約する。組成物ＣおよびＤはそれぞれ、組成物ＡおよびＢの修正形であり、低温条件（例えば、冷たい風の条件）での高い性能を求めて少量の$CsNO_3$を添加したものである。組成物Ａ、

Ｂ、Ｃ、ＤおよびＥの各々の成分は市販されていて、（これらに限定はされないが）Sigma-Aldrich Corp.、Chemtura Corp.、BASF Corp.、Bayer Material ScienceおよびDow Chemical Companyを含めた供給元から購入することができる。組成物Ａ、Ｂ、Ｃ、ＤおよびＥの各々は、花火の組成物を加工するための通常の技術に従ってそれらの成分を合体させることによって配合された。

【００３８】

【表１】

表 1: 組成物 A 配合

物質	Wt%
KNO_3 (粒径約 275 μm ～約 325 μm)	43.00
KNO_3 (粒径約 25 μm ～約 35 μm)	20.00
SICOTRANS® Red L 2817 (大きな表面積の酸化鉄)	1.00
エポキシ樹脂 (ERL 0510)	3.08
ポリマー (Witco 1780)	20.42
ケイ素	8.00
ホウ素	4.50

【００３９】

【表２】

表 2: 組成物 B 配合

物質	Wt%
KNO_3 (粒径約 275 μm ～約 325 μm)	44.00
KNO_3 (粒径約 25 μm ～約 35 μm)	20.00
酸化鉄(大きくない表面積)	0.50
炭酸マグネシウム	0.12
エポキシ樹脂 (ERL 0510)	2.90
ポリマー (Witco 1780)	20.00
ケイ素	10.50
ホウ素	2.00

【００４０】

【表３】

表 3: 組成物Ｃ配合

物質	Wt%
KNO_3 (粒径約 275 μm ～約 325 μm)	42.66
KNO_3 (粒径約 25 μm ～約 35 μm)	17.34
CsNO3 (粒径約 40 μm～約 65 μm)	2.00
SICOTRANS® Red L 2817 (大きな表面積の酸化鉄)	1.00
エポキシ樹脂 (ERL 0510)	2.85
ポリマー (Witco 1780)	21.15
ケイ素	8.00
ホウ素	5.00

【００４１】

【表４】

表 4: 組成物Ｄ配合

物質	Wt%
KNO_3 (粒径約 275 μm～ 約 325 μm)	43.80
KNO_3 (粒径約 25 μm ～約 35 μm)	15.90
CsNO3 (粒径約 40 μm ～約 65 μm)	4.00
酸化鉄 (大きくない表面積)	0.50
炭酸マグネシウム	0.12
エポキシ樹脂 (ERL 0510)	2.71
ポリマー (Witco 1780)	20.17
ケイ素	10.50
ホウ素	2.25

【００４２】

【表５】

表 5: 組成物Ｅ配合

物質	Wt%
$CsNO_3$ (粒径約 40 μm～約 65 μm)	33.25
KNO_3 (粒径約 275 μm ～約 325 μm)	33.25
SICOTRANS® Red L 2817 (大きな表面積の酸化鉄)	1.00
エポキシ樹脂 (ERL 0510)	2.55
ポリマー (Witco 1780)	20.00
ケイ素	8.50
ホウ素	4.00

【００４３】

実施例２

照明組成物の性能のデータ

組成物Ａ（実施例１を参照）を含む２．７５インチの直径の照明弾の性能および組成物Ｂ（実施例１を参照）を含む５インチの直径の照明弾の性能をそれぞれ、基礎の組成物Ａを含む２．７５インチの直径の照明弾の性能および基礎の組成物Ｂを含む５インチの直径の照明弾の性能に対して比較した。性能のデータを下の表６と表７に要約する。基礎の組成物Ａは、５８．７５ｗｔ％のKNO_3、５ｗｔ％のポリマー（Witco 1780）、９．７９ｗｔ％の$CsNO_3$、６．８５ｗｔ％のＳｉ、１ｗｔ％のエポキシ樹脂（ERL 0510）、０．９８ｗｔ％の酸化鉄（大きくない表面積）、１．９６ｗｔ％のホウ素、および１５．７６ｗｔ％のヘキサミンを含んでいた。基礎の組成物Ｂは、３３．５ｗｔ％の$CsNO_3$、３３．５ｗｔ％のKNO_3、１２．５ｗｔ％のＳｉ、０．５ｗｔ％の酸化鉄（大きくない表面積）、２９．８８ｗｔ％のポリマー（Witco 1780）、および０．１２ｗｔ％の$MgCO_3$を含んでいた。２．７５インチの直径および５インチの直径の照明弾の性能を、通常の方法（これについては、ここでは詳しくは説明しない）を用いてＴ-２風洞及び飛行条件下で試験した。

【００４４】

【表６】

表 6: 性能試験結果 (組成物 A)

2.75-インチ直径 (末端バーナー)		
性能基準	組成物 A	基準の組成物 A
NIR 強度 (Watts/Sr)	260-290	230-350
可視光放射強度 (Lumens/Sr)	1200-1350	990-1350
燃焼時間 (s)	175-195	180-300
サブスケール燃焼速度 (in/s)	0.055-0.060	0.057-0.092

【００４５】

【表７】

表 7: 性能試験結果 (組成物 B)

5-インチ直径 (末端バーナー)		
性能基準	組成物 B	基準の組成物 B
NIR 強度 (Watts/Sr)	550-610	450-510
可視光放射強度 (Lumens/Sr)	1800-2200	1400-1900
燃焼時間 (s)	480-500	440-500
サブスケール燃焼速度 (in/s)	0.025-0.030	0.023-0.030

【００４６】

組成物ＡおよびＢを含む照明弾はそれぞれ、基礎の組成物ＡおよびＢを含む照明弾の結果に近いか、またはそれよりも良好な性能試験の結果を示したが、このことは、標的をＮＩＲ放射線で十分に照らすために組成物ＡおよびＢを照明弾において使用することを有効にするものである。

【００４７】

実施例３

照明組成物の灰化の特性

組成物ＡおよびＥ（実施例１を参照）を含む照明弾の灰化の特性を、基礎の組成物Ａ（実施例２を参照）を含む照明弾の灰化の特性に対して比較した。灰化の特性のデータを下の表８に要約する。照明組成物の灰化の特性については通常の方法を用いて分析したが、その方法については、ここでは詳しくは説明しない

【００４８】

【表８】

灰化特性の結果

2.75インチの直径（末端バーナー）			
	組成物Ａ	組成物Ｅ	基礎の組成物Ａ
灰化	低い	中程度	低い
灰の水への溶解性および反応性	不溶性および非反応性	不溶性および非反応性	可溶性および反応性
灰のｐＨ	11	10.5	>14

【００４９】

灰化の特性の結果は、組成物ＡおよびＥにおける大きな表面積の酸化鉄の存在が水に不溶性で水と非反応性の灰の生成をもたらしたことと、灰のｐＨを基礎の組成物Ａよりも低下させたことを示している。灰化の特性の結果はさらに、（例えば、組成物Ａにおけるように）照明組成物においてＣｓＮＯ$_3$の量が比較的少ないと灰の生成量が比較的少なくなり得る、ということを示している。

【００５０】

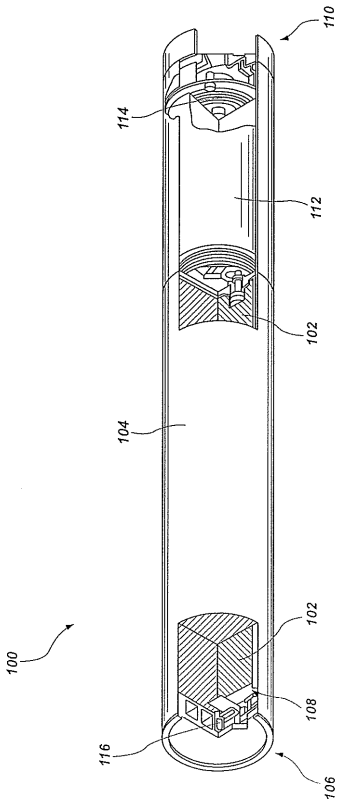
本開示については様々な修正と代替の形態が可能であるかもしれないが、図面における実施例によって特定の態様が示されて、そしてここで詳細に説明が行われた。しかし、本発明を開示された特定の形態に限定することは意図されていない、ということを理解すべきである。それよりはむしろ、本発明は、添付する特許請求の範囲とその法律上の同等物の範囲に入る全ての修正形、同等物および代替物に及ぶ。

【符号の説明】

【００５１】

１００：照明弾
１０２：キャンドル
１０４：ケーシング
１０６：ケーシングの第一の端部
１０８：キャンドルの第一の端部
１１０：第二の端部
１１２：パラシュート
１１４：パラシュート放出機構
１１６：点火器

【図１】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
F42B 12/42 (2006.01) F42B 12/42

(72)発明者 ダニエル・ビー・ニールソン
アメリカ合衆国ユタ州８４３３７，トレモントン，ノース １０００ ウエスト ３３４２
(72)発明者 ロイス・シー・デューク
アメリカ合衆国ユタ州８４３３７，タッチャー，ノース・ウォレス・レーン １０９１２
(72)発明者 カーティス・ダブリュー・フィールディング
アメリカ合衆国ユタ州８４３１９，ハイラム，サウス １００ イースト １１０

審査官 吉岡 沙織

(56)参考文献 特開平０３－１８７１０１（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００４／００１１２３５（ＵＳ，Ａ１）
特表平０８－５０１２６９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０６Ｂ
Ｆ４２Ｂ
Ｆ２１Ｋ