

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-508182

(P2004-508182A)

(43) 公表日 平成16年3月18日(2004.3.18)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 0 1 J 7/00	B 0 1 J 7/00	Z A B A 2 E 1 9 1
A 6 2 D 1/06	A 6 2 D 1/06	3 D 0 1 8
B 6 0 R 21/26	B 6 0 R 21/26	3 D 0 5 4
B 6 0 R 22/46	B 6 0 R 22/46	4 G 0 6 8
C 0 6 B 23/00	C 0 6 B 23/00	
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 83 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-526459 (P2002-526459)	(71) 出願人	503097967
(86) (22) 出願日	平成13年8月31日 (2001.8.31)		ユニヴァーサル プロパルション カンパニー, インク.
(85) 翻訳文提出日	平成15年3月13日 (2003.3.13)		アメリカ合衆国 85027-7899
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/027114		アリゾナ フェニックス ノース セントラル アヴェニュー 25401
(87) 国際公開番号	W02002/022214	(74) 代理人	100092277
(87) 国際公開日	平成14年3月21日 (2002.3.21)		弁理士 越場 隆
(31) 優先権主張番号	09/661, 244	(72) 発明者	ルイス, ドナルド ジェイ.
(32) 優先日	平成12年9月13日 (2000.9.13)		アメリカ合衆国 85259 アリゾナ スコッツデール イースト デル タンブル ドライブ 11863
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 ガス発生装置

(57) 【要約】

【課題】 火炎を抑制するのに十分な量の火炎抑制気体生成物を生成するための方法および装置。

【解決手段】 発火ガス発生材料を収容した第1ステージガス源と、第1位置で第1ステージガス源の出口と流体連通し、第2位置でガスを分散するための出口と流体連通した第2ステージガス源とを有し、第2ステージガス源は少なくとも一種の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを収容し、第1ステージガス源は第2ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスの少なくとも一部を気化するのに十分な高温度の十分な量のガスを第2ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガス中に供給する。生成した火炎抑制気体の出力は火炎を抑制するのに十分な量でガス分散用出口を介して装置から出る。ガス発生爆薬材料、液化ガスおよび超臨界炭酸ガスの少なくとも1種は元素状ハロゲンまたはハロゲン化アルカリ金属の火炎抑制材料と混合されるか、これらを含む。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 出口を有し、燃焼時に多量の気体燃焼生成物を生成するガス発生爆薬材料を収容し、必要に応じて加圧ガスをさらに収容する第 1 ステージガス源と、(b) 第 1 ステージガス源の上記出口と第 1 位置で流体連通し、ガスを分散するための出口を有する、少なくとも一種の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを収容した第 2 ステージガス源とを有するガス発生装置であって、

第 1 ステージガス源および第 2 ステージガス源は、第 1 位置にある第 1 ステージガス源の出口からガスが放出されたときに第 1 ステージガス源で生成したガスの少なくとも一部を液化ガスまたは超臨界炭酸ガス内の所定位置で第 2 ステージガス源中へ導入するのに適した形状を有し、第 1 ステージガス源は第 2 ステージガス源内の少なくとも一部の液化ガスを気化させるか、超臨界炭酸ガスの圧力を上昇させるのに十分な高い温度で十分な量のガスを出力することができ、それによって第 2 ステージガス源内の圧力が上昇し、第 2 ステージガス源の出口からガスが放出されるようになっていることを特徴とするガス発生装置。

【請求項 2】

第 1 ステージガス源が下記の (1) ~ (3) をさらに有する請求項 1 に記載のガス発生装置：

(1) 内側表面を有し、第 1 内側容積を規定し、この第 1 内側容積内の第 1 圧力で加圧されたガスを含む第 1 ステージハウジングと、

(2) 爆薬材料と熱接触して爆薬材料の燃焼を開始させる点火器と、

(3) 第 1 圧力の加圧ガスを第 1 内側容積内に維持し、第 1 ステージハウジング内にある爆薬材料の燃焼時にガスが所定の第 2 の高い圧力に達した時に開口してガスを第 1 ステージハウジングから第 1 ステージ出口を介して第 2 ステージガス源に移すことができる第 1 ステージ出口を密閉するための第 1 ステージシール。

【請求項 3】

第 2 ステージガス源が第 2 内側容積を規定する第 2 ステージハウジングと、入口と、第 1 ステージガス源からの多量のガスを第 2 ステージガス源内の所定位置へ導くガス誘導手段とを有し、上記入口は第 1 ステージガス源の出口およびガス誘導手段と流体連通してガスを第 1 ステージガス源から第 2 ステージガス源内の所定位置へ移すことができるようになっている請求項 1 に記載のガス発生装置。

【請求項 4】

ガス誘導手段が第 2 ステージハウジングの内側容積内で第 2 ステージガス源から延びた計量管を少なくとも 1 つ有し、この計量管は第 1 ステージガス源からのガスを第 2 ステージガス源の内側容積へ導く請求項 3 に記載のガス発生装置。

【請求項 5】

少なくとも 1 つの計量管が第 1 ステージガス源からのガスを第 2 ステージハウジングの内側容積内で第 2 ステージガス源の入口に近い位置へ導く請求項 4 に記載のガス発生装置。

【請求項 6】

少なくとも 1 つの計量管が第 1 ステージガス源からのガスを第 2 ステージハウジングの内側容積内で第 2 ステージガス源の出口に近い位置に導く請求項 4 に記載のガス発生装置。

【請求項 7】

第 2 ステージガス源が液化ガスを収容し、この液化ガスは窒素および二酸化炭素の少なくとも一種から成る請求項 1 に記載のガス発生装置。

【請求項 8】

液化ガスが二酸化炭素と約 25 mol % 以下の窒素とを含む請求項 7 に記載のガス発生装置。

【請求項 9】

液化ガスが炭酸ガスである請求項 7 に記載のガス発生装置。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

ガス発生用の爆薬材料が硝酸塩または過塩素酸塩の酸化剤とエネルギー燃料とからなる請求項 1 に記載のガス発生装置。

【請求項 1 1】

エネルギー燃料が RDX、HMX、CL-20、TEX、NQ、NTO、TAGN、PETN、TATB、TNAZ およびこれらの混合物からなる群の中から選択される請求項 10 に記載のガス発生装置。

【請求項 1 2】

推力を生じるのに適した形状の出口を有する推進装置である請求項 1 に記載のガス発生装置。

【請求項 1 3】

少なくとも一種の火炎抑制材料を収容し、少なくとも部分的に火炎を抑制するのに十分な量で火炎を実質的に抑制するのに十分な量の火炎抑制気体生成物を生成するのに適した形状を有する火炎抑制装置である請求項 1 に記載のガス発生装置。

【請求項 1 4】

ガス発生用の爆薬材料および液化ガスまたは超臨界炭酸の少なくとも一方が元素状ハロゲンとハロゲン化アルカリ金属とからなる群の中から選択される少なくとも一種の火炎抑制材料と混合されているか、これらを含む請求項 1 3 に記載のガス発生装置。

【請求項 1 5】

火炎抑制材料が元素状ヨウ素および臭化カリウムの少なくとも一つである請求項 1 4 に記載のガス発生装置。

【請求項 1 6】

火炎抑制材料と爆薬材料、液化ガスまたは超臨界炭酸ガスとの反応を防ぐのに適した保護材料によって火炎抑制材料が被覆または封入されている請求項 1 4 に記載のガス発生装置。

【請求項 1 7】

ガス発生用の爆薬材料が硝酸塩または過塩素酸塩の酸化剤とエネルギー燃料とを含み、少なくとも一種の火炎抑制材料と混合されるか、これを含む請求項 1 3 に記載のガス発生装置。

【請求項 1 8】

火炎抑制材料がヨウ素および臭化カリウムの少なくとも一方である請求項 1 7 に記載のガス発生装置。

【請求項 1 9】

エネルギー燃料が RDX、HMX、CL-20、TEX、NQ、NTO、TAGN、PETN、TATB、TNAZ およびこれらの混合物からなる群の中から選択される請求項 1 7 に記載のガス発生装置。

【請求項 2 0】

ガス発生用の爆薬材料が火炎抑制爆薬材料を含む請求項 1 3 に記載のガス発生装置。

【請求項 2 1】

火炎抑制発火組成物がハロゲン含有無機成分と有機結合剤系とを含む請求項 2 0 に記載のガス発生装置。

【請求項 2 2】

火炎抑制発火組成物が元素状ヨウ素をさらに含む請求項 2 1 に記載のガス発生装置。

【請求項 2 3】

ハロゲン含有無機成分が臭化カリウム、臭素酸カリウム、ヨウ化カリウム、ヨウ素酸カリウム、臭化アンモニウム、臭素酸アンモニウム、ヨウ化アンモニウム、ヨウ素酸アンモニウムおよびこれらの混合物からなる群の中から選択される請求項 2 1 に記載のガス発生装置。

【請求項 2 4】

有機結合剤が約 200 cal/g 以下の生成熱量を有し、火炎抑制発火組成物は 100℃ 以下の温度で固体で、硬化されており、約 160～1200℃ の温度で燃焼して火炎を抑

10

20

30

40

50

制する一種または複数の反応生成物を生成する請求項 2 1 に記載のガス発生装置。

【請求項 2 5】

反応生成物が H_2O 、 CO 、 KI 、 KBr 、 H_2 、 COH_2 、 O_2 、 I_2OH 、 K_2I およびこれらの混合物の少なくとも 1 種である請求項 2 4 に記載のガス発生装置。

【請求項 2 6】

有機結合剤系が硬化結合剤、溶融注型用結合剤、溶媒和結合剤の中の少なくとも 1 種またはこれらの混合物の結合樹脂と、結合剤系の全重量の約 1～3 重量%で存在する硬化剤と、約 10～30 重量%で存在する可塑剤とを含み、有機結合剤系が約 200 cal/g 以下の生成熱量を有する請求項 2 1 に記載のガス発生装置。

【請求項 2 7】

結合樹脂がカルボキシ末端を有するポリブタジエン、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ヒドロキシ末端を有するポリブタジエン、ポリブタジエンアクリロニトリル、ポリブタジエンアクリル酸、ブタセン、アジピン酸アジドグリコール、アジピン酸ポリグリコールおよびこれらの混合物からなる群の中から選択される請求項 2 6 に記載のガス発生装置。

【請求項 2 8】

有機結合剤系が硬化剤または結合剤、酸化防止剤、乳白化剤、および捕集剤の中の少なくとも 1 種をさらに含む請求項 2 6 に記載のガス発生装置。

【請求項 2 9】

燃焼時に火炎抑制ガスと、必要に応じて加圧ガスをさらに生成する爆薬式ガス発生火炎抑制組成物を含む第 1 ステージガス源を有し、この爆薬式ガス発生火炎抑制組成物はハロゲン含有無機成分、有機結合剤系および少なくとも一種のハロゲンを含む、火炎を抑制するのに十分な量の火炎抑制気体生成物を生成するためのガス発生装置。

【請求項 3 0】

少なくとも一種の元素状ハロゲンが元素状ヨウ素または元素状臭素である請求項 2 9 に記載のガス発生装置。

【請求項 3 1】

発火組成物との反応を防ぐのに適した保護材料によってハロゲンが被覆または封入されている請求項 2 9 に記載のガス発生装置。

【請求項 3 2】

ハロゲン含有無機化合物が発火組成物の全重量の約 70～96 重量%の量で存在し、有機結合剤系が約 4～30 重量%の量で存在する請求項 2 9 に記載のガス発生装置。

【請求項 3 3】

ハロゲン含有無機成分が臭化カリウム、臭素酸カリウム、ヨウ化カリウム、ヨウ素酸カリウム、臭化アンモニウム、臭素酸アンモニウム、ヨウ化アンモニウム、ヨウ素酸アンモニウムおよびこれらの混合物からなる群の中から選択される請求項 2 9 に記載のガス発生装置。

【請求項 3 4】

有機結合剤が約 200 cal/g 以下の生成熱量を有し、火炎抑制発火組成物は 100℃以下の温度で固体で、硬化しており、約 160～1200℃の温度で燃焼して火炎を抑制する一種または複数の反応生成物を生成する請求項 2 9 に記載のガス発生装置。

【請求項 3 5】

反応生成物が H_2O 、 CO 、 KI 、 KBr 、 H_2 、 COH_2 、 O_2 、 I_2OH 、 K_2I およびこれらの混合物の少なくとも 1 種である請求項 3 4 に記載のガス発生装置。

【請求項 3 6】

有機結合剤系が硬化結合剤、溶融注型用結合剤、溶媒和結合剤の少なくとも 1 種またはこれらの混合物からなる結合樹脂と、結合剤系の全重量の約 1～3 重量%で存在する硬化剤と、約 10～30 重量%で存在する可塑剤とを含み、有機結合剤系が約 200 cal/g 以下の生成熱量を有する請求項 2 9 に記載のガス発生装置。

【請求項 3 7】

10

20

30

40

50

結合樹脂がカルボキシ末端を有するポリブタジエン、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ヒドロキシ末端を有するポリブタジエン、ポリブタジエンアクリロニトリル、ポリブタジエンアクリル酸、ブタセン、アジピン酸アジドグリコール、アジピン酸ポリグリコールおよびこれらの混合物からなる群の中から選択される請求項 36 に記載のガス発生装置。

【請求項 38】

有機結合剤系が硬化剤または結合剤、酸化防止剤、乳白化剤および捕集剤の少なくとも 1 種を含む請求項 36 に記載のガス発生装置。

【請求項 39】

第 1 ステージガス源と第 1 位置で流体連通する第 2 ステージガス源をさらに有し、この第 2 ステージガス源が出口を有し且つ液化ガスまたは超臨界炭酸ガス的一方または両方を含み、第 1 ステージガス源は第 2 ステージガス源内の少なくとも一部の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを気化するのに十分な高温で十分な量のガスを第 1 ステージガス源の出口から出力でき、気化したガスは第 2 ステージガス源から第 2 ステージ出口を介して放出される請求項 29 に記載のガス発生装置。

【請求項 40】

液化ガスが炭酸ガスである請求項 39 に記載のガス発生装置。

【請求項 41】

液化ガスまたは超臨界炭酸ガスに溶解したハロゲンをさらに含む請求項 39 に記載のガス発生装置。

【請求項 42】

ハロゲンが元素状ヨウ素である請求項 41 に記載のガス発生装置。

【請求項 43】

下記 (1) ~ (4) の工程からなるガス発生方法：

(1) 第 1 ステージガス源内にあるガス発生用の爆薬材料の燃焼を開始させ、

(2) 第 1 ステージガス源からのガスを第 1 ステージガス源と流体連通している第 2 ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガス中に導入し、その際に、この第 1 ステージガス源は第 2 ステージガス源内の液化ガスの少なくとも一部を気化させるか、超臨界炭酸ガスの圧力を上昇させるのに十分な高温で十分量のガスを出し、第 2 ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガス中に導入されるガスの少なくとも一部はガス発生用の爆薬材料の燃焼によって生成され、

(3) 第 2 ステージガス源からガスが放出されるのに十分な量の第 1 ステージガス源からのガスによって液化ガスの少なくとも一部を気化させるか、超臨界炭酸ガスの圧力を上昇させ、

(4) 第 2 ステージガス源からの気化ガスを含む第 2 ステージガス源からの出力を第 2 ステージガス源の出口から放出する。

【請求項 44】

硝酸塩または過塩素酸塩の酸化剤とエネルギー燃料とを含むガス発生用の爆薬材料の燃焼によって第 1 ステージガス源から放出されるガスの少なくとも一部を生成する請求項 43 に記載の方法。

【請求項 45】

爆薬材料を収容する第 1 ステージハウジングをさらに有し、この第 1 ステージハウジングは内側表面を有し、第 1 内側容積を規定し、第 1 ステージハウジングは第 1 内側容積内に第 1 圧力の加圧ガスを含み、この第 1 ステージハウジングはシールを有し、このシールは第 1 内側容積内に加圧ガスを第 1 圧力で維持し、ガスが所定の第 2 の高い圧力に達した時に開口し、

第 1 ステージハウジング内にある爆薬材料を燃焼させて熱を発生させ、それによって加圧ガスの圧力を少なくとも第 2 の高い圧力まで上げてガスを第 1 ステージハウジングから流出させる請求項 43 に記載の方法。

【請求項 46】

10

20

30

40

50

下記の工程（１）および（２）をさらに有する請求項４３に記載の方法：

（１） 第１ステージと流体連通した第２ステージを有し、この第２ステージは第２内側容積を規定する第２ステージハウジングと、第１ガス源と流体連通するための入口と、出口とを有し、必要に応じて上記入口と流体連通しかつ第２ステージハウジングの内側容積内に存在する少なくとも１つの計量管をさらに有し、この計量管は第１ステージガス源からのガスを第２ステージガス源の内側容積中へ導入し、

（２） 第１ステージガス源からのガスを第２ステージガス源の内側容積内の液化ガス内または超臨界炭酸ガス内へ導入する。

【請求項４７】

少なくとも１つの計量管が第１ステージガス源からのガスを第２ステージハウジングの内側容積内で第２ステージの入口に近い所定位置へ放出する請求項４６に記載の方法。 10

【請求項４８】

少なくとも１つの計量管が、第１ステージガス源からのガスを第２ステージハウジングの内側容積内で第２ステージの出口に近い所定位置へ放出する請求項４６に記載の方法。

【請求項４９】

少なくとも１つの計量管が、第１ステージガス源からのガスを第２ステージハウジングの内側容積内で第２ステージの入口と出口との中間の所定位置へ放出する請求項４６に記載の方法。

【請求項５０】

第２ステージガス源からの出力ガスを火災から出た炎または火源に向けてて放出して火災を抑制する請求項４３に記載の方法。 20

【請求項５１】

爆薬材料および液化ガスまたは超臨界炭酸ガスの少なくとも１種に元素状ハロゲンとハロゲン化アルカリ金属とからなる群の中から選択された少なくとも１種の火災抑制材料を添加する請求項５０に記載の方法。

【請求項５２】

爆薬材料との反応を防ぐために保護材料で少なくとも１種の火災抑制材料を被覆または封入する請求項５１に記載の方法。

【請求項５３】

第１ステージガス源によって放出されるガスを火災抑制発火組成物の燃焼によって生成する請求項４３に記載の方法。 30

【請求項５４】

火災抑制発火組成物がハロゲン含有無機成分と有機結合剤系とを含む請求項５３に記載の方法。

【請求項５５】

反応生成物が H_2O 、 CO 、 KI 、 KBr 、 H_2 、 COH_2 、 O_2 、 I_2OH 、 K_2I およびこれらの混合物の少なくとも１つを含む請求項５４に記載の方法。

【請求項５６】

反応生成物中のハロゲンを火の内部で起こる化学反応によって固体に変換する請求項５５に記載の方法。 40

【請求項５７】

出力ガスの温度を約 $200^{\circ}C$ 以下にする請求項４３に記載の方法。

【請求項５８】

下記の（１）～（３）からなるガス発生装置：

（１） 内側容積を規定し、燃焼時に熱およびガスの少なくとも一方を生成する爆薬材料を収容したハウジングと、開始信号を受けた時に爆薬材料の燃焼を開始させる点火器と、第１ステージ出口と、この第１ステージ出口を密閉する第１ステージ出口シールと、作動信号を受けた時に第１ステージ出口シールを開口してガスを第１ステージハウジングから出口を介して流出させる第１ステージ出口シール開口手段とを有する第１ステージガス源、

(2) 第1ステージガス源と第1位置で流体連通し、第2ステージ出口を第2位置に有し、少なくとも一種の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを収容し、第2ステージ出口シールを有する第2ステージガス源であって、第2ステージ出口シールは液化ガスまたは超臨界炭酸ガスの少なくとも一部を第2ステージ内に維持し、作動信号を受けたときか、第2ステージ内の圧力が所定の第2ステージガス圧力まで上昇したときに、第2ステージ出口シールと連動した第2ステージ出口シール開口手段によって開口して第2ステージハウジングからガスを流出させるようになっている第2ステージガス源、

(3) 爆薬材料の燃焼時に第1ステージガス源内の圧力が所定の第1ステージガス圧力に達したときに開口して第1ステージガス源からのガスを第2ステージガス源中に流入させる第1ステージガス源と第2ステージガス源との間の第1位置にある第3シール、
上記第1ステージガス源は第2ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスの少なくとも一部を気化させるのに十分な高い温度で十分な量のガスを出力することができる。

【請求項59】

第1ステージガス源の内側容積内に貯蔵圧力で収容された加圧ガスをさらに含み、第1ステージ出口シールおよび第3シールは爆薬材料の燃焼が始まるまでこの加圧ガスを内側容積内に貯蔵圧力で維持する請求項58に記載のガス発生装置。

【請求項60】

点火器、第1ステージ出口シール開口手段および第2ステージシール開口手段の少なくとも1つを作動して、第1ステージガス源および第2ステージガス源の少なくとも一方からくるガスを放出させる工程を含むことを特徴とする請求項58のガス発生装置を用いたガス発生方法。

【請求項61】

下記の(1)～(4)の工程をさらに含む請求項60に記載のガス発生方法：

(1) 点火器を作動させて爆薬材料の燃焼を開始させて第1ステージガス源内の第1ガス圧力を少なくとも所定の第1ステージガス圧力に上げ、

(2) 第1ステージガス源と第2ステージガス源との間の第3シールを開口し、

(3) 第1ステージガス源からのガスを第2ステージガス源に導入して第2ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを気化し、

(4) 第2ステージガス源内の第2ガス圧力を少なくとも所定の第2ステージガス圧力に上げることで第2ステージ出口シールを開口し、第1ステージガス源からのガスと第2ステージガス源からのガスとを含むガスを第2ステージ出口から放出する。

【請求項62】

点火器を作動させて爆薬材料の燃焼を開始させて第1ステージガス源内の第1ガス圧力を所定の第1ステージガス圧力より低い圧力に下げ、第1ステージ出口シール開口手段を作動して第1ステージ出口を開口する工程をさらに有する請求項60に記載の方法。

【請求項63】

第2ステージ出口シール開口手段を作動し、第2ステージ出口を開口し、第2ステージガス源から第2ステージ出口を介してガスを流出させる工程をさらに有する請求項60に記載の方法。

【請求項64】

点火器、第1ステージ出口シール開口手段および第2ステージシール開口手段の少なくとも1つを作動して第1ステージガス源および第2ステージガス源の少なくとも一方からの火炎抑制ガスを放出し、この火炎抑制ガスを火源に向けて放出して火炎を抑制する請求項58に記載のガス発生装置を用いた火炎抑制方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の分野】

本発明はガス発生器およびガス発生方法に関するものであり、特に、ガスを急速に発生させる必要のある全ての用途で使用可能なガス発生器、例えばインフレーション（膨張）装置、火炎抑制（消火）装置、推進装置等に関するものである。

10

20

30

40

50

【0002】

【従来の技術】

ガス発生器は多くの用途で利用されており、膨張自在な物体、例えば航空機の脱出用スライダ、救命ボート、車両のパッシブ防護装置、例えばエアバッグや膨張式シートベルトの膨張で有用である。さらに、ガス発生器は多量の熱ガスを高速に放出して推力を生じる推進装置、例えばロケットやジェットエンジン等でも用いられる。また、消火器や火炎抑制装置としてもガス発生器は有用である。

【0003】

一般に、ガス発生器は3種類に分類され、加圧ガス式、純粋な爆薬式およびハイブリッド式がある。加圧ガス式のガス発生器は発生するガスの100%が貯蔵した加圧ガスから生じるが、爆薬式のガス発生器は全てのガスを固体、液体または気体の爆薬材料の燃焼で生成させる。ハイブリッド式ガス発生器は爆薬材料の燃焼を利用して加圧ガスを加熱、膨張させ、発生ガスの一部、一般には10%弱～90%強を爆薬材料の燃焼で生成した燃焼生成物から生じさせる。

【0004】

加圧ガス式のガス発生器から供給されるガスが最も冷たく、このガス流は時間当たりの量（流量）が調整できる。加圧ガス式発生器、例えば炭酸ガス消火器は一般に圧縮ガスまたは液化ガスが入ったタンクと、貯蔵中にこの圧縮ガスまたは液化ガスをタンク内に閉じ込め、必要時には放出するための弁と、出口と、放出ガスの放出手段、例えばノズルまたは導管とを備えている。そのため加圧ガス式ガス発生器は大型になり、重くなり、高価になることが多い。さらに、ガスは膨張すると冷えるため加圧ガス式ガス発生器は全てのガスが放出される前に凍結するがある。炭酸ガスの場合、タンク内に固体のドライアイスが生成するほど低温になって大部分のガスが放出されないこともある。ガス圧力はガスの絶対温度に正比例するのでガス発生器の貯蔵温度も貯蔵ガスの圧力に大きな影響を与える。例えば、0℃での所定体積のガス圧力は100℃での同じ体積のガス圧力の約73%である。その結果、ガス発生率は低温で大幅に低下し、高温で大幅に上昇する。さらに、所定温度で所定圧力のガスを生成するように設計されたガス発生器は低温では同じ体積でガス圧力が低くなり、高温ではガス圧力が高くなる。

【0005】

純粋に爆薬だけによるガス発生器はハウジングと、固体、液体または気体のガス発生材料と、このガス発生材料に点火するための点火器と、出口とを備えている。爆薬式のガス発生器から出てくるのはガス発生材料の燃焼で生じた高温ガスであり、このガスの温度は少なくとも約1000℃で、多くの用途の許容限界温度に近い。さらに、燃焼はハウジングの内部で、ハウジングと接触して起るためハウジングが加熱される。従って、この装置のハウジングは作動中に極めて高温になる。ガスおよびハウジングの温度を下げるために曲がりくねったガス流路および／またはヒートシンクに頼ることもあるが、そうするとガス発生器が重くなる。さらに、爆薬式のガス発生器の多くの用途ではガス流から粒子および熱を除去するためにフィルターが必要になる。その結果、装置の重さがさらに増える。しかし、爆薬式のガス発生器は加圧式ガス発生器よりも小型になり、軽くなる。さらに、大抵の推進装置ではガス温度によってガスが急速に膨張し、推力の一部が得られる。

【0006】

コスト、温度、毒性および性能の点から用途によっては純粋に爆薬式のガス発生器の代りにハイブリッド式ガス発生器が用いられる。ハイブリッド式ガス発生器は爆薬材料と圧縮ガス（不活性であるのが好ましい）とを収容するハウジングと、爆薬材料の燃焼を開始させる点火器と、圧縮ガスをハウジング内に閉じ込め、爆薬材料の燃焼によってガスが加熱されてガス圧力が所定圧力まで上昇したときに開いてガスを放出する密閉された出口とを備えている。ハイブリッド式ガス発生器は性能にばらつきがあるが、最適なものは爆薬式ガス発生器より低温度の清浄なガスを供給することができる。設計の改良によって最適なハイブリッド式ガス発生器は多くの用途で爆薬式装置よりもコストが安くなり、これまで純粋な爆薬式装置が使用されていた用途、例えば自動車のステアリングホイールのエア

バッグ膨張装置に取付けられている。

【0007】

既に述べたように、ガス発生器は例えば炭酸ガス消火器やハロン（HALON、登録商標）消火器のような火災の抑制（消火）にも有用であることがわかっている。火災の抑制では一般に物理的および／または化学的機構を用いて有炎燃焼および無炎燃焼（煙燃焼）を消す。物理的機構では消火組成物によって酸化剤を物理的に移動させ、および／または、燃焼材料の温度を着火点以下に下げるのに必要な量の熱を消火組成物の分子によって吸収する。いずれかの機構でも燃焼を終わらせる。一般に、消火分子中の原子の数が増えると、振動の自由度の数も増えるので、分子の熱容量が増加し、消火分子の除熱能力が高くなる。この物理的抑制法は一般に燃えている燃料が存在する場所である火災の根元に向けて行うのが最も有効である。 10

【0008】

これに対して化学的な火災抑制機構では一般に燃焼している火災部分で起こるフリーラジカルの火災伝搬連鎖反応を中断させる。このフリーラジカル火災伝搬連鎖反応は分子状酸素と、フリーラジカル（例えば火災を生成し、火の燃焼を維持する熱を生じる原子状の水素、酸素およびヒドロキシル）とを含む種々の反応である。ハロゲン原子、例えば原子状の臭素およびヨウ素はこれらが十分な数で存在するときに上記連鎖伝搬反応を中断させて、連鎖反応と燃焼の両方を終わらせると考えられている。ハロゲン化合物は火災抑制能に優れ、フッ素／フッ化物の火災抑制能値を1とすると、塩化物は5、臭化物は10、ヨウ化物は16である。すなわち、ヨウ素はフッ素／フッ化物の16倍有効である。化学的抑制法はフリーラジカルの火災伝搬連鎖反応が起こる火災の火災に向けて行うのが最も有効である。 20

【0009】

火災の抑制には現在、化学的機構、物理的機構または化学的機構と物理的機構とを組み合わせたものを用いた種々の試薬および技術が用いられている。加圧水は熱エネルギーを吸収して消火を行う試薬の1つである。しかし、水を利用した装置は電気火災や引火性液体の火災では使用できない。現在使用されている炭酸ガスCO₂と粉末消火剤の消火器は一般に酸素を置換し、熱エネルギーを吸収するものである。しかし、粉末消火剤は腐食性残留物を出ることがあるため、電子機器等の多くの用途では望ましくない。油火災に対しては重炭酸ナトリウム、重炭酸カリウム、尿素ベースの重炭酸カリウム、塩化カリウムの消火器を使用するのが有効であるが、これらも電気部品を損傷する恐れのある重質粉末化学残留物を残すことがある。一般的な消火器としてはさらに発泡（AFFFまたはFFFP）式消火器がある。この消火器は引火性液体を化学物質で被って温度を下げ、酸素の供給を遮断するものであるが、電気火災には適していない（National Fire Protection Ass'n 1995）。 30

【0010】

1940年代に米軍が行ったハロゲン化剤の研究結果から火災抑制組成物として現在では周知なハロン（HALON、登録商標）系が採用されることになった。このハロン（HALON）は極めて効果的な火災抑制剤として特にタンク、飛行機、船および大型機関で現在用いられている。しかし、環境に有害であるという欠点がある。一般的なハロゲン化剤、例えば四塩化炭素およびブロモトリフルオロメタン等のハロン（HALON）は物理的および化学的な火災抑制機構を有している。 40

【0011】

ハロン（HALON）は化学式C_wBr_xCl_yF_zを有するクロロフルオロカーボン（CFC）と同類のプロモフルオロカーボン（BFC）である（ここで、W=1または2、Y=0または1、X+Y+Z=2W+2）。ハロン（HALON）がフリーラジカルを生じて十分な消火効率を得るためには、燃焼熱で十分に加熱され、熱分解されなければならない。従って、ハロン（HALON）はかなり安定性で、高温でも火によく作用するが、この安定性のためにハロン（HALON）の火災抑制効率は約5%しかない。さらに、この有機化合物は安定性があるため、大気中に長く存続し、成層圏まで移動し、そこで紫外 50

線によって光分解されて塩素または臭素原子を放出し、これらの原子が一連のフリーラジカル反応でオゾンに触媒作用で失わせる。成層圏のオゾン量の減少によって地球表面に届く紫外線量が増加し、人間の皮膚癌や白内障が増え、作物、自然生態系を崩す等の種々の悪影響が増える危険性がある。さらに、ハロン（HALON）は地球温暖化の原因にもなりえる。その結果、従来の臭素化アルカンおよびその他の揮発性ハロゲン化アルカンは成層圏オゾン失わせる危険性のため、1990年のモントリオール議定書および大気汚染防止法の採択以来、現在では世界的に製造されなくなっている。

【0012】

パーフルオロカーボン（PFK）は臭素化剤よりもコストが高く、消火性能も低く、重量および体積が厳しく制限される航空機、タンク、船舶では、火災抑制用に必要な量を搭載することはできない。さらに、パーフルオロ素化剤は地球温暖化につながる危険性（GWP）が高く、大気中での存続期間は数千年と推定されている。従って、これらの製造および使用も規制および製造業者責任法で制限されている。

10

【0013】

これらの問題を数量化するために、ハロゲン含有火災抑制剤には成層圏のオゾンを破壊する危険性を量的に示すオゾン破壊性（ODP）の数値が付けられている。それぞれのオゾン破断可能性（ODP）はCFC-11（ CFCl_3 、トリクロロフルオロメタン）の値を1.0として計算される。大抵のCFCはODP値が1に近いが、ハロン（HALON）のODPは約2～約14でオゾン破断可能性が大きいことがわかる。従って、上記従来試薬の欠点を無くした火災抑制組成物が要求されている。

20

【0014】

ハロン（HALON）に代わる消火組成物は火災を効果的に抑制し、毒性が少なく、非導電性で、清浄に気化し、環境への影響が無いか、少ないものでなければならない。既に述べたようにハロン（HALON）は初めの4つの基準は満たすが、大気中での長い存続期間とオゾン破壊性の高さによって徐々に使用されなくなっている。

【0015】

上記特性中の1～3つの特性を有する火災抑制剤は比較的容易に得られるが、火災抑制能に優れ、不燃性、低毒性、清浄性、非導電性、潤滑剤混和性で、大気中および環境内での持続時間が短く、低ODPまたはゼロODPで、しかも、GWPが極めて低い火災抑制剤を得ることは極めて難しい。この他に望まれる特性、例えば低減毒性は消火剤輸送時の大きな課題である。すなわち、ハロアルカンは中枢神経系の刺激または抑制、心拍の不整脈の開始、心臓アドレナリンの感作等の毒性作用がある。ハロアルカン気体を吸入すると気管支が収縮し、肺伸展を低下させ、呼吸量を減らし、平均血圧を下げ、頻搏を引き起こす危険がある。長期的影響としては肝臓毒性、突然変異誘発、胚子奇形発生および発癌が挙げられる。

30

【0016】

さらに、消火剤を収容した格納容器と反応せず、使用前の長期貯蔵中に化学的に安定でなければならない。しかも、約 -20°C （貯蔵時）から約 100°C （火災時または火災の近くで分解してラジカル捕捉種を発生させる時）の温度まで安定でなければならない。

この他にも種々のハロゲン化物含有剤が火災抑制剤として知られているが、それらはハロン（HALON）より効果的でないか、上記のような火災抑制剤に望まれる特性の1つを欠いている。そうした方法および試薬のいくつかを以下、説明する。

40

【0017】

【非特許文献1】Dictionary of Organic Compound, Chapman and Hall, New York, p. 5477 (1982)

上記文献にはヨウ素化剤のトリフルオロヨードメタン（ CF_3I ）が消火能力を有することが記載されている。

【0018】

【特許文献1】米国特許第2,818,381号明細書

上記文献には臭化メチルの消火での使用が開示されている。この文献にはさらに、1～2

50

個の塩素原子を有する10～40重量部のクロロジフルオロメタンと、90～60重量部のブromoホルムと臭化エチルとの混合物とから成る初期消火組成物が開示されている。

【0019】

【特許文献2】米国特許第3,779,825号明細書

上記文献には60～90重量%の少なくとも主成分が過塩素酸塩である過塩素酸アンモニウム、過塩素酸アルカリ金属、硝酸アンモニウム、硝酸アルカリ金属の塩およびこれらの混合物の中から選択される酸化剤成分と、0.1～8重量%の燃焼速度抑制剤とから成る固体推進組成物が開示されている。

【0020】

【特許文献3】米国特許第4,406,797号明細書 (Altman達)

上記文献には微細なアルミニウム化合物とアルカリ金属、ハロゲン化第一スズまたはハロゲン化鉛との混合物から成る消火組成物が開示されている。ハロゲン化金属としてはアルカリ金属、例えばヨウ化カリウム、臭化カリウム、塩化カリウム、ヨウ化第一スズ、ヨウ化鉛、臭化第一スズ、臭化鉛、塩化第一スズ、塩化鉛が挙げられ、この組成物中でのヨウ化カリウムを使用するのが好ましいと記載されている。

【0021】

【特許文献4】米国特許第5,466,386号明細書 (Stewart達)

上記文献には撥水性の不燃性固体接着剤、例えばステアリン酸亜鉛で被覆して流動性を高くした臭化アンモニウムの乾燥粒子を有するオゾン破壊性が低い消火組成物が開示されている。上記粒子はオゾン破壊性が低いクロロフルオロカーボンおよびハロゲン化パラフィンの消火特性を良くすると記載されている。

【0022】

【特許文献5】米国特許第5,520,826号明細書 (Reed, Jr. 達)

上記文献に開示の消火用発火物は、火炎を出さずに爆燃し、主として窒素、炭素、二酸化炭素およびフルオロオレフィンを生成するイソシアネートの添加によってゴム状コンポジットに硬化可能なアジド結合剤、例えばグリシジルアジドポリマー (GAP)、アジド可塑剤、固体テトラゾール、パーフルオロカルボン酸塩を含む。

【0023】

【特許文献6】米国特許第5,562,861号明細書 (Nimitz達)

上記文献には環境に無害な不燃性、低毒性冷媒と、溶媒と、発泡剤と、消火剤とからなるオゾン破断可能性のない組成物が開示されている。この試薬は化学式 $C_a H_b Br_c Cl_d F_e I_f N_g O_h$ (ここで、aは1～8、bは0～2、c、d、g、hはそれぞれ0～1、eは1～18、fは1～2である) を有する少なくとも1つのフルオロヨードカーボンを含む。この文献にはさらに、一般的な化学知識ではヨウ素含有有機化合物は上記目的で使用するには毒性が強過ぎ、不安定であるため、大抵の当業者はヨードカーボンは使用しないと記載されている。

【0024】

【特許文献7】米国特許第5,626,786号明細書 (Huntington達)

上記文献には非炭素原子と結合した不安定な臭素原子を有する火炎抑制化合物物が開示されている。この化合物はハロン (HALON、登録商標) 1211および1301よりも有効と記載されている。この化合物は対流圏で迅速に加水分解または酸化されるのでODPは極めて低いことがこの文献には記載されている。

【0025】

【特許文献8】米国特許第5,861,106号明細書 (Olander)

【特許文献9】米国特許第6,019,177号明細書 (Olander)

上記文献には火炎抑制組成物とこの組成物を用いた火炎抑制方法とが開示されている。この組成物は約200 cal/g以下の熱量を生じる熱量を有する有機結合剤と、無機ハロゲン含有成分、例えば臭化カリウムまたはアンモニウム、臭素酸カリウムまたはアンモニウム、ヨウ化カリウムまたはアンモニウムまたはヨウ素酸カリウムまたはアンモニウムを含む。

10

20

30

40

50

【0026】

【特許文献10】米国特許第5,449,041号明細書 (Galbraith)

上記文献にはハロン (HALON、登録商標) を使用するよりも環境への危害が少ない火炎抑制装置および方法が開示されている。すなわち、ガス発生器を用いて二酸化炭素、水蒸気および／または窒素を含む第1ガスを高温で生成した後、この第1ガスを用いて水、液化炭酸ガスまたはフルオロカーボン等の液体を気化させて火炎抑制能力を有するガスを作る。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】

火炎抑制能に優れた組成物、抑制方法を得るためには毒性およびODPを下げ、その他の環境影響への作用を火炎抑制能とバランスさせなければならない。上記のオランダ (Olander) の特許に開示の最近の新しい火炎抑制組成物はオゾン破壊性が大幅に低減されているが、火炎抑制効果にはまだ改良の余地がある。

従って、公知の火炎抑制装置および試薬よりも優れた火炎抑制効果を有し、環境にやさしい無毒な火炎抑制剤を含む改良された装置および方法が要求されている。本発明はこの要求に十分に答えることができる。

【0028】

【課題を解決する手段】

本発明はガス発生器、例えば膨張装置、推進装置、火炎抑制装置等に関するものである。本発明の第1実施例のガス発生装置は第1ステージガス源と第2ステージガス源とを有し、第1ステージガス源は出口を有し、燃焼時に多量の気体燃焼生成物を生成するガス発生用の爆薬材料を収容している。第1ステージガス源は必要に応じてさらに加圧ガスを含むことができる。第2ステージガス源は少なくとも一種の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを収容し、第1ステージガス源の出口と第1位置で流体連通し、ガスを分散するための出口を有している。第1ステージガス源および第2ステージガス源は、第1位置にある第1ステージガス源の出口からガスが放出されたときに第1ステージガス源で生成したガスの少なくとも一部が第2ステージガス源中で液化ガスまたは超臨界炭酸ガス中に所定位置で導入されるのに適した形状を有する。第1ステージガス源は第2ステージガス源内の液化ガスの少なくとも一部の気化または超臨界炭酸ガスの圧力上昇に十分な高温の十分な量のガスを出力して第2ステージガス源内の圧力を上昇させ、第2ステージガス源の出口からガスを放出させる。

【0029】

【実施の形態】

第1ステージガス源がハイブリッド式ガス発生装置である場合には、第1ステージガス源は第1ステージハウジングをさらに備え、この第1ステージハウジングは内側表面を有し、第1内側容積を規定し、内部に第1圧力で加圧されたガスを収容している。爆薬材料と熱接触した点火器を使用して爆薬材料の燃焼を開始させ、第1ステージシールを使用して第1ステージ出口を密閉する。第1ステージシールは第1圧力の加圧ガスを第1内側容積内に維持し、第1ステージハウジング内の爆薬材料が燃焼してガスが所定の第2の高い圧力に達すると開口して、ガスを第1ステージハウジングから第1ステージ出口を介して第2ステージガス源へ移すようになっている。

【0030】

第2ステージガス源は第2内側容積を規定する第2ステージハウジングと、入口と、第1ステージガス源からの多量のガスを第2ステージガス源内の所定の位置へ導くガス誘導手段とを有し、上記入口は第1ステージガス源の出口およびガス誘導手段と流体連通してガスを第1ステージガス源から第2ステージガス源内の所定位置へ移すことができるのが好ましい。

ガス誘導手段は、第1ステージガス源からのガスを第2ステージガス源の内側容積中へ導くために、第2ステージハウジングの内側容積内で第2ステージガス源から延びた少なくとも1本の計量管を有するのが好ましい。この計量管は第1ステージガス源からのガスを

第2ステージハウジングの内側容積内で第2ステージガス源の入口に近い位置へ導くのが好ましい。

第2ステージガス源は液化ガスを収容し、この液化ガスは窒素および二酸化炭素少のなくとも一種を含むのが好ましく、二酸化炭素と約25mol%以下の窒素とを含むのがさらに好ましい。

有用なガス発生用の爆薬材料は硝酸塩または過塩素酸塩の酸化剤とエネルギー燃料、例えばRDX、HMX、CL-20、TEX、NQ、NTO、TAGN、PETN、TATB、TNAZおよびこれらの混合物を含む。

【0031】

本発明のガス発生装置を火災抑制装置として使用する場合は、ガス発生爆薬材料、液化ガスおよび超臨界炭酸ガスの少なくとも1つを元素状ハロゲンおよびハロゲン化アルカリ金属からなる群の中から選択される少なくとも一種の火災抑制材料と混合するか、これを混合する。火災抑制材料は元素状ヨウ素および臭化カリウムの少なくとも一方であるのが好ましい。火災抑制材料と爆薬材料、液化ガスまたは超臨界炭酸ガスとの反応を防ぐことができる保護材料によって火災抑制材料を被覆または封入するのが好ましい。本発明に適した被覆剤としてはエポキシ、ポリウレタン、ポリエステルまたは酢酸セルロースが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0032】

ガス発生爆薬材料は上記のオランダ（Olander）の米国特許第5,861,106号および第6,019,177号に開示された火災抑制爆薬材料にするのが好ましい。この火災抑制用の組成物はハロゲン含有無機成分と有機結合剤系とを含み、元素状ハロゲン、例えばヨウ素をさらに含むことができる。ハロゲン含有無機成分は臭化カリウム、臭素酸カリウム、ヨウ化カリウム、ヨウ素酸カリウム、臭化アンモニウム、臭素酸アンモニウム、ヨウ化アンモニウム、ヨウ素酸アンモニウムおよびこれらの混合物からなる群の中から選択するのが好ましい。有機結合剤は約200cal/g以下の生成熱量を有する。この火災抑制用組成物は100℃以下の温度で固体で、硬化しており、約160～1200℃の温度で燃焼して火災を抑制する一種または複数の反応生成物、例えばH₂O、CO、KI、KBr、H₂、COH₂、O₂、I₂OH、K₂Iおよびこれらの混合物を生成する。

有機結合剤系は硬化用結合剤、溶融注型用結合剤、溶媒和結合剤の少なくとも1種またはこれらの混合物の結合樹脂と、結合剤系の全重量の約1～3重量%で存在する硬化剤と、約10～30重量%で存在する可塑剤とを含む。有機結合剤系は約200cal/g以下の生成熱量を有する。結合樹脂はカルボキシ末端を有するポリブタジエン、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ヒドロキシ末端を有するポリブタジエン、ポリブタジエンアクリロニトリル、ポリブタジエンアクリル酸、ブタセン、アジピン酸アジドグリコール、アジピン酸ポリグリコールおよびこれらの混合物からなる群の中から選択するのが好ましい。有機結合剤系は硬化剤または結合剤、酸化防止剤、乳白化剤および捕集剤の少なくとも1種をさらに含むことができる。

【0033】

本発明のさらに別の実施例は、火災を実質的に抑制するのに十分な量の火災抑制用気体生成物を生成するように適合されたガス発生装置を対象とする。この装置は燃焼時に火災抑制ガス（任意成分として加圧ガスをさらに含むことができる）を生成する爆薬式のガス発生火災抑制組成物を収容した第1ステージガス源を有し、この爆薬式ガス発生火災抑制組成物はハロゲン含有無機成分、有機結合剤系および少なくとも一種の元素状ハロゲンを含む。少なくとも一種の元素状ハロゲンは元素状ヨウ素または元素状臭素であるのが好ましく、発火組成物との反応を防ぐのに適した保護材料によって被覆または封入されるのがさらに好ましい。

ハロゲン含有無機化合物は爆薬組成物の全重量の約70～96重量%の量で存在し、有機結合剤系は約4～30重量%の量で存在するのが好ましく、ハロゲン含有無機成分は臭化カリウム、臭素酸カリウム、ヨウ化カリウム、ヨウ素酸カリウム、臭化アンモニウム、臭

素酸アンモニウム、ヨウ化アンモニウム、ヨウ素酸アンモニウムおよびこれらの混合物からなる群の中から選択するのが好ましい。有機結合剤は約 200 cal/g 以下の生成熱量を有し、火災抑制用の爆薬組成物は 100℃以下の温度で固体で、硬化しており、約 160～1200℃の温度で燃焼して火災を抑制する一種または複数の反応生成物、例えば H_2O 、 CO 、 KI 、 KBr 、 H_2 、 COH_2 、 O_2 、 I_2OH 、 K_2I およびこれらの混合物を生成するのがさらに好ましい。

【0034】

有機結合剤系は硬化用結合剤、溶融注型用結合剤、溶媒和結合剤の少なくとも1種またはこれらの混合物の結合樹脂と、結合剤系の全重量の約1～3重量%で存在する硬化剤と、約10～30重量%で存在する可塑剤とを含む。この有機結合剤系は約200 cal/g 以下の生成熱量を有するのが好ましい。結合樹脂はカルボキシ末端を有するポリブタジエン、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ヒドロキシ末端を有するポリブタジエン、ポリブタジエンアクリロニトリル、ポリブタジエンアクリル酸、ブタセン、アジピン酸アジドグリコール、アジピン酸ポリグリコールおよびこれらの混合物からなる群の中から選択されるのが好ましい。有機結合剤系は硬化剤または結合剤、酸化防止剤、乳白剤、および捕集剤の少なくとも1種をさらに含むことができる。

【0035】

上記ガス発生装置はさらに、第1位置で第1ステージガス源と流体連通した第2ステージガス源を有し、この第2ステージガス源は1つの出口を有し、少なくとも一種の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを収容し、第1ステージガス源は第2ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスの少なくとも一部を気化するのに十分な高温の十分な量のガスを第2ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガス中に供給することができる。得られたガスは第2ステージ出口を介して第2ステージガス源から火炎へ向けて放出される。液化ガスまたは超臨界炭酸ガスにはハロゲン、例えばヨウ素を溶解するのが好ましい。

【0036】

本発明はさらに、本発明のガス発生装置を用いたガス発生方法に関するものである。本発明方法は、第1ステージガス源内にあるガス発生用の爆薬材料の燃焼を開始させ、第1ステージガス源からのガスを第1ステージガス源と流体連通している第2ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガス中に導入し、第1ステージガス源が第2ステージガス源内の液化ガスの少なくとも一部を気化させ、超臨界炭酸ガスの圧力を上昇させるのに十分な高温で十分な量のガスを出力し、第2ステージガス源内の液化ガスまたは臨界炭酸ガス中に導入されたガスの少なくとも一部はガス発生爆薬材料の燃焼によって生成され、第2ステージガス源からのガスが放出するのに十分な量の第1ステージガス源からのガスによって液化ガスの少なくとも一部を気化させるか、超臨界炭酸ガスの圧力を上昇させ、第2ステージガス源からの出力を第2ステージガス源の出口から放出させる。この出力ガスは第2ステージガス源からの気化ガスを含むことができる。

【0037】

本発明方法はさらに、爆薬材料を収容する第1ステージハウジングを有し、この第1ハウジングは内側表面を有し、第1内側容積を規定し、第1ステージハウジングは第1内側容積内に第1圧力の加圧ガスを収容し、第1ステージハウジングはシールを有し、このシールは第1内側容積内に加圧ガスを第1圧力で維持し、ガスが所定の第2の高い圧力に達すると開口し、第1ステージハウジング内の爆薬材料の燃焼で熱が生じ、それによって加圧ガスの圧力を少なくとも第2の高い圧力まで上げてガスをハウジングから流出させる。本発明方法はさらに、第1ステージと流体連通した第2ステージを有し、第2ステージは第2内側容積を規定する第2ステージハウジングと、第1ガス源と流体連通するための入口と、出口とを有し、必要に応じてさらに少なくとも1つの計量管とを有するのが好ましい。この計量管は第2ステージハウジングの内側容積内にあり、上記入口と流体連通し、第1ステージガス源からのガスをこの計量管を介して第2ステージガス源の内側容積中へ導入する。第1ステージガス源からのガスは第2ステージガス源の内側容積内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガス中に導入される。

【0038】

本発明を火災抑制に用いる場合には、第2ステージガス源からの出力ガスを火災の炎または火源に向けて放射して火災を抑制する。爆薬材料および液化ガスまたは超臨界炭酸ガスの少なくとも1種に元素状ハロゲンとハロゲン化アルカリ金属とからなる群の中から選択される少なくとも1種の火災抑制材料を添加するのが好ましい。少なくとも1つの火災抑制材料は爆薬材料との反応を防ぐために保護材料で被覆、封入またはマイクロカプセル化する。本発明の火災抑制能力を高めるために、第1ステージガス源から放出されるガスを上記の火災抑制用爆薬組成物の燃焼によって生成することができる。

【0039】

本発明のさらに別の実施例は多機能なガス発生装置を対象とする。この多機能ガス発生装置は内側容積を規定し、熱およびガスの少なくとも一方を燃焼時に生成する爆薬材料を収容するハウジングと、開始信号を受けた時に爆薬材料の燃焼を開始させる点火器と、第1ステージ出口と、この第1ステージ出口を密閉する第1ステージ出口シールと、作動信号を受けた時に第1ステージ出口シールを開口してガスを第1ステージハウジングから出口を介して流出させる第1ステージ出口シール開口手段とを備えた第1ステージガス源と、第1ステージガス源と第1位置で流体連通し、第2ステージ出口を第2位置に有し、少なくとも一種の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを収容し、少なくとも一部の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを第2ステージ内に維持する第2ステージ出口シールと、作動信号を受け
10
るか、第2ステージ内の圧力が所定の第2ステージガス圧力まで上昇したときに開口して第2ステージハウジングからガスを流出させる、第2ステージ出口シールと連動した第2
20
ステージ出口シール開口手段とを有する第2ステージガス源と、爆薬材料の燃焼時に第1ステージガス源内の圧力が所定の第1ステージガス圧力に達したときに開口して第1ステージガス源からのガスを第2ステージガス源に流入させる、第1ステージガス源と第2ステージガス源との間の第1位置に設けた第3シールとを有する。第1ステージガス源は第2ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスの少なくとも一部を気化するのに十分な高温で十分な量のガスを出力することができる。

【0040】

このガス発生装置は第1ステージガス源の内側容積内に貯蔵圧力の加圧ガスを収容することができ、第1ステージ出口シールおよび第3シールは爆薬材料の燃焼が始まるまで加圧ガスを内側容積内に貯蔵圧力で維持する。
30

本発明の多機能ガス発生装置を用いてガスを発生させるには、点火器、第1ステージ出口シール開口手段および第2ステージシール開口手段の少なくとも1つを作動して、第1ステージガス源および第2ステージガス源の少なくとも一方からくるガスを放出させる。例えば、点火器を用いて爆薬材料の燃焼を開始して第1ステージガス源内の第1ガス圧力を少なくとも所定の第1ステージガス圧力にする。それによって、第1ステージガス源と第2ステージガス源との間の第3シールを開口して第1ステージガス源からのガスを第2ステージガス源中へ導入して、第2ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを気化する。第1ステージガス源を第2ステージガス源中に導入することによって第2ステージガス源内の第2ガス圧力を少なくとも所定の第2ステージガス圧力にして第2ステージ出口シールを開口し、第1ステージガス源からのガスと第2ステージガス源からのガスと
40
を含むガスを第2ステージ出口から放出する。

【0041】

変形例では点火器を用いて爆薬材料の燃焼を開始させて第1ステージガス源内の第1ガス圧力を所定の第1ステージガス圧力より低い圧力にし、第1ステージ出口シール開口手段を作動して第1ステージ出口を開口することもできる。同様に、第2ステージ出口シール開口手段を作動して第2ステージ出口を開口し、第2ステージガス源から第2ステージ出口を介してガスを流出させることもできる。

本発明は上記の多機能性ガス発生装置を用いて火災を抑制することができる。すなわち、点火器、第1ステージ出口シール開口手段および第2ステージシール開口手段の少なくとも1つを作動して第1ステージガス源および第2ステージガス源の少なくとも一方からの
50

火災抑制ガスを火源に向けて放出して火災を抑制する。

【0042】

「ガス発生器」および「ガス発生装置」という用語は、要求があり次第に圧力下にある所定量のガスを迅速に発生させることができる任意装置を意味する。

「火災 (fire) 抑制」、「火炎 (flame) 抑制」、「抑制 (suppression)」という用語は、有炎燃焼および無炎燃焼を禁止 (inhibit)、抑制 (suppressing) または消火することを意味する。火災は火炎なしでも起こるということは当業者には理解できよう。すなわち、火災には火炎を生じない無炎いぶり材料が含まれる。その典型は熱または酸化剤の量が不十分な場合である。「火抑制材料」または「火抑制組成物」は物理的または化学的手段によって火災を抑制する任意の材料であり、「爆薬式の火抑制材料」は燃焼時に火災を抑制する一種または複数の燃焼生成物を生成する任意の材料である。

「推進装置」という用語は推力を生じるのに十分に速い速度でガスを迅速に発生させることができる任意の装置を意味する。

「温度プロファイル」という用語は本発明のガス発生装置の時間を関数とした気体火抑制剤出力の温度変化を意味する。

【0043】

本発明はガス発生器、例えば膨張装置、火災抑制装置、推進装置等に関するものである。本発明はさらに、例えば膨張可能な物体を膨張させたり、火災を迅速に抑制したり、推力を生むためにガスを発生させる方法に関するものである。本発明の第1実施例のガス発生器は、純粋な爆薬かハイブリッド式の第1ステージガス源を有している。この第1ステージガス源は第1ステージからのガスの少なくとも一部が液化ガス内の所定位置で第2ステージへ導入され、第1ステージガス源と連動した第2ステージガス源内の多量の液化ガスを気化するのに十分な量および十分に高温のガスを発生する。

【0044】

純粋に爆薬式のガス発生器は出力ガスの全てをガス発生用の爆薬組成物の燃焼で生成し、自動車のエアバッグ自動防護装置で膨張装置として当業者に周知の方法で使用できる。しかし、本発明の爆薬式ガス発生器は用途に応じて寸法を大幅に変えることができる。一般に、爆薬式のガス発生器は多量の高温ガスを燃焼時に発生できる爆薬材料を収容したハウジングと、爆薬材料の燃焼を開始するための起爆薬または点火器とを有し、必要に応じてさらに、閉じ込められた高温ガスを放出するために所定圧力で開口するシール、例えば破断可能なダイヤフラム、安全弁（排気弁）、圧力センサまたは電子的に作動される弁、その他の当業者に周知の任意手段とを有する。適切な信号が受信されると、起爆薬によって爆薬材料が燃焼され、高温ガスが生成し、得られ高温ガスが貯蔵されたガスと混合されて貯蔵されたガスが加熱される。任意要素の追加のシールを使用する場合には、ハウジング内の圧力が所定圧力まで上がり、シールが開き、ガスが放出される。

【0045】

ハイブリッド式ガス発生器では爆薬材料の燃焼による熱を用いて発生器ハウジング内の加圧ガスの圧力を上げる。圧力が上昇して所定圧力に達するとガス発生器のハウジング内のシールが開口してガスが放出される。得られる出力ガスは加熱された加圧ガスと爆薬材料の燃焼で生成した燃焼生成物とが合わさったものである。

【0046】

多くの用途のハイブリッド式ガス発生器は下記文献に記載の熱効率の高い発生器であるのが好ましい：

【特許文献11】本出願人に譲渡された1995年12月22日出願の米国特許出願第08／587,773号および1999年11月19日出願の米国特許出願第09／444,730号（以下、米国特許第X,XXX,XXX号と記載する）

上記文献は本明細書を補足する必要がある範囲で本明細書の一部を成す。

【0047】

純粋に爆薬式のガス発生器およびハイブリッド式のガス発生器の両方で広く有用な爆薬材

料としては一般に入手可能な発火推進薬、例えば硝酸アンモニウム、硝酸カリウムまたは過塩素酸カリウム等の酸化剤と、エネルギー燃料、例えば、RDX、HMX、CL-20、TEX、NQ、NTO、TAGN、PETN、TATB、TNAZおよびこれらの混合物の少なくとも1種との混合物が挙げられる。爆薬材料の燃焼で生成した相対的に高温のガスを用いて第2ステージガス源内の液化ガスを気化する。

【0048】

本発明の一実施例では、フリーラジカル源の追加によって火災の抑制を補助する場合に、第1ステージで用いられる爆薬材料および液化ガスのいずれかまたは両方に少なくとも一種の分子、すなわち元素状ハロゲン、好ましくはヨウ素または臭素、さらに好ましくはヨウ素か、ハロゲン化アルカリ金属、好ましくは臭化カリウムまたはヨウ化カリウム、さらに好ましくは臭化カリウムを混合するか、これらを含ませる。フリーラジカルであるハロゲン原子、例えば原子状臭素およびヨウ素は火災からでた炎の中の火災伝搬連鎖反応（分子酸素と、火炎を生成して火の燃焼を維持する熱を生成するフリーラジカル、例えば原子状水素、原子状酸素およびヒドロキシルとを含む種々の反応）を中断させ、連鎖反応を終わらせて燃焼を止めると考えられる。従って、本発明で生成した火災抑制ガスは火災に伴う炎を迅速に抑制する。長期保存で爆薬材料との反応が問題になる場合には、ハロゲンまたはハロゲン化物を爆薬材料に導入または混合する前に、当業者に周知の方法でこれらを用いて非反応性材料で被覆、封入またはマイクロカプセル化することができる。被覆剤としてはエポキシ、ポリウレタン、ポリエステルまたは酢酸セルロース等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

10

20

【0049】

火災抑制装置で使用する場合には爆薬材料を火災抑制組成物にするのが好ましい。すなわち、ハロゲンまたはハロゲン化物を添加または添加せずに、燃焼時に火災抑制気体副産物を生成する組成物にするのが好ましい。この火災抑制気体副産物は火災伝搬連鎖反応を有効に防止して火災を抑制する。上記のハロゲン化物または元素状ハロゲンを添加することによって火災抑制材料の燃焼によるフリーラジカルの生産量を増大させることができる。

【0050】

火災抑制装置で使用する場合には、爆薬材料を上記オランダ（Olander）の米国特許第5,861,106号および第6,019,177号（これらの特許の記載内容は本明細書の一部を成す）に記載の形式の火災抑制用の爆薬材料にするのがさらに好ましい。上記オランダ（Olander）特許に開示された火災抑制発火組成物は臭素、ヨウ素またはこれらの混合物を含むハロゲン含有無機成分と、有機結合剤系、好ましくは約200 cal/g以下の生成熱量を有する有機結合剤系とを含み、100℃以下の温度で固体で、硬化しており、約160～1200℃の温度で燃焼して一種または複数の好ましくは気体の火災を抑制する反応生成物、一般にはH₂O、CO、KI、KBr、H₂、COH₂、O₂、I₂OH、K₂Iおよびこれらの混合物を生成する。この反応生成物は火の中で種々の化学反応を起こし、火災抑制後（または火災部分から離れた後）にはほぼ全てのハロゲンは固体に変換しており、火災鎮火後の掃除が容易である。

30

【0051】

上記オランダ（Olander）特許によって開示された本発明で有用なハロゲン含有無機成分には例えば臭化カリウム、臭素酸カリウム、ヨウ化カリウム、ヨウ素酸カリウム、臭化アンモニウム、臭素酸アンモニウム、ヨウ化アンモニウム、ヨウ素酸アンモニウムおよびこれらの混合物がある。ハロゲン含有無機成分は臭化カリウム、臭素酸カリウム、ヨウ化アンモニウム、ヨウ素酸アンモニウムおよびこれらの混合物にするのが好ましい。

40

【0052】

上記オランダ（Olander）特許に開示の有機結合剤は硬化結合剤、溶融注型用結合剤、溶媒和結合剤の少なくとも1種またはこれらの混合物の結合樹脂と、結合剤系の全重量の約1～3重量%で存在する硬化剤と、約10～30重量%で存在する可塑剤とを含む。この有機結合剤系は約200 cal/g以下の生成熱量を有する。結合樹脂はカルボキシ末端を有するポリブタジエン、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール

50

、ヒドロキシ末端を有するポリブタジエン、ポリブタジエンアクリロニトリル、ポリブタジエンアクリル酸、ブタセン、アジピン酸アジドグリコール、アジピン酸ポリグリコールおよびこれらの混合物からなる群の中から選択するのが好ましい。有機結合剤系は硬化剤または結合剤、酸化防止剤、乳白化剤および捕集剤の中の少なくとも１種をさらに含むことができる。

【００５３】

フリーラジカル源を添加することによって第１ステージガス源内の発火推進薬の火炎抑制特性を向上させることができる。上記オランダ（O l a n d e r）特許に開示の組成物はハロゲン化物を含むが、火炎抑制特性を高めるためにこの推進薬は元素状ハロゲン、好ましくはヨウ素または臭素、さらに好ましくはヨウ素をさらに含む。元素状ハロゲンと推進薬との反応によって保存中の推進薬が分解する可能性がある場合には、当業者に周知の方法によってハロゲン化物またはハロゲンを被覆、封入またはマイクロカプセル化するのが望ましい。爆薬材料に導入または混合する前に、当業者に周知の方法でハロゲンまたはハロゲン化物を非反応性材料で被覆、封入またはマイクロカプセル化するのが好ましい。被覆剤としてはエポキシ、ポリウレタン、ポリエステルまたは酢酸セルロース等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

10

【００５４】

第２ステージガス源内の液化ガスは気化または放出したときに第１ステージガス源の出力と一緒に気体状態で第２ステージ部品から出て行く。この出力ガスは相対的に低温のガスが要求される任意の用途、例えば推進装置の推力を生むための膨張ガスとして、あるいは消火用ガスとして使用できる。第２ステージガス源内の液化ガスによって第１ステージガス源の出力を冷却するのが好ましい。第１ステージガス源と第２ステージガス源は以下で説明するように第１ステージガス源で生成したガスを第２ステージガス源内の液化ガス中に導入できるように流体連通していて、液化ガスが気化され、第２ステージガス源内の圧力が上昇する。第２ステージガス源内の圧力が上昇すると、第２ステージガス源内のシールが開口して、第１ステージで生成したガスと第２ステージからの気化ガスとが本発明のガス発生器から出て行く。

20

【００５５】

第１ステージガス源および第２ステージガス源は下記文献に記載の形式にすることができる。

30

【特許文献１２】米国特許第５，９８８，４３８号明細書（L e w i s 達）

上記文献は本明細書を補足する必要がある範囲で本明細書の一部を成す。

【００５６】

【実施例】

〔図１〕はハイブリッド式第１ステージを用いた本発明のガス発生器を示している。本発明のガス発生装置１００は、〔図１〕に示すように、ハイブリッド式ガス発生器として用いられる相対的に高温のガスを生成する第１ステージガス供給源１０１と、相対的に低温のガスを生成する液化ガスまたは超臨界炭酸ガス１１を収容した第２ステージガス供給源１０２とを有する。本発明では、第１ステージガス供給源１０１として用いられるハイブリッド膨張装置は加圧ガス、好ましくは窒素またはアルゴン等の不活性ガスを収容する第１内側容積６を規定するハウジング１と、爆薬材料（p y r o t e c h n i c m a t e r i a l l）３ｐと、爆薬材料３ｐの燃焼を開始させる起爆薬５、例えば発火起爆管（p y r o t e c h n i c s q u i b）とを有する。本発明で用いる爆薬材料を起爆するのに有用な他の起爆薬は当業界で周知である。加圧ガスは充填口９からハウジングに導入できる。内側容積６内の加圧ガスの圧力は第１ステージ出口開口部７内にある第１ステージシール８によって維持され、この第１ステージシール８は爆薬材料３ｐの燃焼時にガスが所定の高圧力に達したときに開口する。第１ステージシール８は破断可能なダイヤフラム、安全弁（排気弁）、圧力センサまたは電子的に作動する弁、当業者に周知のその他任意の手段にすることができる。

40

【００５７】

50

爆薬材料 3 p は燃焼速度が速い（一般に約 10 ミリ秒以下の）上記のような当業者に周知の任意の爆薬材料にすることができ、材料を急速に燃焼させることができる任意の形状、例えば粉末、薄片、顆粒または棒状に加工することができる。〔図 1〕に示すように、爆薬材料 3 p はホルダー 2 h 内に配置でき、必要に応じて端部プラグ 4 を有することができる。ホルダー 2 h およびプラグ 4 は、爆薬材料 3 p の燃焼で生じた高温ガスをホルダー 2 h から容易に逃がし、容積 6 内の加圧ガスを加熱し、ガス圧力を上げることができる限り、破断し易いまたは多孔質な固体で作ることができる。しかし、好ましい第 1 ステージガス供給源では爆薬材料を〔図 1〕に示すように容器中に保存する代りに、棒状に加工して第 1 ステージハウジング 1 の内表面上の絶縁材料層上の薄膜や、所望の燃焼速度を得るのに適した当業者に周知の他の任意の形状にすることができる。

10

【0058】

既に述べたように、爆薬材料 3 p の燃焼によって加圧された不活性ガスに熱エネルギーが加わって第 1 ステージハウジング 1 内の圧力が高くなる。不活性ガスの圧力が所定圧力に達すると、第 1 ステージシール 8 が開き、第 1 ステージガス供給源 101 からガスが膨張し、第 1 ステージ出口 7 を通って、液化ガスまたは超臨界炭酸ガス 11 を収容した本発明膨張装置の第 2 ステージガス源 102 中へ入る。このプロセスは短時間で行い、第 1 ステージハウジング 1 に熱が実質的に伝達されないのが好ましい。

【0059】

第 2 ステージガス源 102 の第 2 ハウジング 10 は第 2 内側容積 13 を有し、その内側表面内には液化ガスまたは超臨界炭酸ガス 11 が保存されている。液化ガスを用いた場合には一般に少量の非液化ガス 17（液体の目減り分）が存在する。第 2 ステージハウジング 10 および第 1 ステージハウジング 1 は〔図 1〕、〔図 2〕、〔図 3〕に示すような円筒形にすることができるが、所定用途の空間条件を満たし且つガスの迅速な発生を可能にする任意の形状にすることができる。

20

【0060】

液化ガス 11 は加圧下では液体状態で保存でき且つ加熱または減圧された時に急速に気化する当業者に周知の任意のガスにすることができる。本発明では液化可能なガスとして下記のを単独または組み合わせて用いることができる（しかし、本発明が以下で挙げたものに限定されるものではない）：二酸化炭素、窒素、フロンおよびハロン（すなわち、フロン（F r e o n）11、C F C L₃ およびフロン（F r e o n 11）12、C F₂ C l₂ とは違って、少なくとも 1 個の水素原子を含み、従って、下層大気で化学的に除去され、分子中の塩素および臭素原子が成層圏に入るのを防ぎ、その結果としてオゾン層のオゾン除去を防ぐ形で現在市販されているクロロフルオロカーボンおよびブロモフルオロカーボン）。液化ガスは二酸化炭素または二酸化炭素と約 25% 以下の窒素との混合物にするのが好ましい。クロロフルオロカーボンおよびブロモフルオロカーボンはこれらが高温に曝されてフッ化水素が発生するような火災抑制用途では使用してはならない点を理解することが重要である。火災抑制装置で使用した場合、液化ガスまたは超臨界炭酸ガス 11 は元素状のハロゲンまたはハロゲン化アルカリ金属と混合されて追加のフリーラジカルを発生する。

30

【0061】

超臨界炭酸ガスは火災の熱に曝されたときに多量の元素状ヨウ素を吸収し、火災抑制フリーラジカルを発生させることができるので、火災抑制装置では特に有用である。超臨界炭酸ガスとはその臨界温度 T_c 、すなわち 31°C（87.8°F）より高温の二酸化炭素である。臨界温度より高いガスはガスにどんなに高い圧力を加えても液化しない。

40

【0062】

第 2 ステージハウジング 10 はさらに、ガス充填口およびそのプラグ 12 と、第 2 ステージ出口開口部 14 とを有する。ガス充填口およびそのプラグ 12 は貯蔵された液化ガスまたは超臨界炭酸ガス 11 の圧力をモニターするのに用いることができ、出口開口部 14 は第 2 ステージシール 15 で閉じられている。第 2 ステージシール 15 は液化ガスまたは超臨界炭酸ガス 11 を第 1 の貯蔵圧力で内側容積 13 内に維持する。しかし、液化ガスが気

50

化するか、第1ステージガス源101から相対的に高温のガスが流入して超臨界炭酸ガスの圧力が上昇して第2ステージガス源102内の圧力が所定の高圧力まで上昇したときには出口開口部14が開く。第2ステージシール15は、第1ステージシール8と同様に、破断可能なダイヤフラム、安全弁（排気弁）、圧力センサまたは電子的に作動する弁、当業者に周知なその他の任意の開口可能なシール形式にすることができる。

【0063】

ハウジング10は出口16を設けることもできる。この出口16は、火災抑制装置の場合、出力ガスを火災または火災の火災部分に向けけることができる。すなわち、第2ステージシール15が開くと、第2ステージハウジング10の内側容積から気化したガスが単独で、または第1ステージガス源101から放出されたガスと組合されて、第2ステージ出口開口部14および出口16を通して放出される。本発明装置を推進装置とし用いた場合には、出口16は推力を最大にするための膨張コーンにすることができる。

10

【0064】

第2ステージガス源102は第1ステージガス源から多量のガスを第2ステージガス源102内の所定の位置に誘導するための手段を備えるのが好ましい。この手段は計量管（metering tube）20にするのが好ましい。この計量管20の直径は一般に第1ステージ開口部7の直径にほぼ等しいが、用途に応じて調節することで計量管20内のガスの速度を制御することができる。計量管20は第1ステージガス源101からの相対的に高温のガスを第2ステージハウジング10の内側容積13内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガス11中へ導入する。第2ステージハウジング10が円筒形の場合は、計量管20は一般に〔図1〕および〔図3〕に示すようにハウジング10と同心であるが、第1ステージガス源101からくる出力ガスを液化ガスまたは超臨界炭酸ガス11内の任意の位置から導入して所望の出力ガス温度プロファイルが得られるようにすることもできる。

20

【0065】

計量管20の管端部22は開いたままでも閉じててもよく、内側容積13の任意の部分に達するように長さを変えることができる。管端部22が閉じているときには、第1ステージガス源101からのガスが第2ステージハウジング10の内側容積13中に流入して液化ガスまたは超臨界炭酸ガス11を気化できるように計量管20を合せる必要がある。そのためには計量管20を多孔質材料で作るか、計量管20の壁に一つまたは複数の適当な寸法の孔を形成する。管端部22が開いているときには、孔の配置および／または計量管20の長さを利用して膨張装置から出るガスの温度を制御することができる。

30

【0066】

管端部22が〔図1〕に示すように開いているか、管端部22が閉じられ、計量管20に〔図4〕、〔図4A〕に示すような一つまたは複数の開口部34が管端部22の近傍または有孔プラグ33に形成されている場合の第2ステージガス源102からの初期出力は相対的に高温であり、その後、液化ガスまたは超臨界炭酸ガス11が気化し、第2ステージ出口開口部14から出るにつれて徐々に冷たいガスになる。これは〔図7〕の温度プロファイルAに対応する。

【0067】

〔図7〕の温度プロファイルBのような出力ガス温度プロファイル、すなわち、気化したガスが膨張装置から出るにつれて徐々に暖かくなるような変形例にするには、第2ステージ出口開口部14とは反対側の位置で第1ステージガス源からの出力を液化ガスまたは超臨界炭酸ガス中に導入しなければならない。これは開いた短い計量管20を用いるか、〔図5〕、〔図5A〕に示すように、計量管20の端部22を一般にブランクまたはむくプラグで閉じ、計量管20の端部22と反対側の端部に開口部38を設けることで達成できる。

40

【0068】

〔図7〕の温度プロファイルCに示すような、操作後短時間でほぼ一定の温度の出力ガスを得るためには、計量管20の出力を第2ステージハウジング10の中心近くに配置する。この場合には〔図6〕、〔図6A〕に示すように開口部40を計量管20の全長のほぼ中間位置に形成する。この構造は本発明のガス発生装置を火災抑制装置として使用するとき

50

に特に有用である。

【0069】

第1ステージガス源101から相対的に高温ガスを多量に第2ステージガス源102内の所定位置へ誘導するための手段は〔図1〕、〔図3〕に図示した構造、例えば計量管20の構造と異なる各種形状および形態にすることができ、ということは当業者には明らかであろう。すなわち、第1ステージガス源101からの出力を第2ステージ源102内の位置に導入して、第2ステージ源102から所望温度プロファイルのガスを迅速に放出できるようにする。例えば、上記計量管または第2ステージガス源内の所望位置にガスを導入することができるその他の任意手段を2つ以上任意に組み合わせることで上記ガス誘導手段を構成することができる。計量管には出力ガスが所望温度プロファイルになるように計量管の全長に沿って種々の位置に孔を開けたり、計量管20の全長に沿って多孔度が均一または変化する多孔質材料で計量管を作ることができる。特定用途に最適な出力ガスの温度プロファイルを得るためにガス誘導手段に要求される最適構造は過度の実験を行わずに容易に決定することができる。

【0070】

〔図8〕は第1ステージガス源として爆薬式のガス発生器を用いた本発明ガス発生装置の別の実施例の全体図である。このガス発生装置200は第1ステージガス源201と、第2ステージガス源202とを有し、第1ステージガス源201は相対的に高温のガス（火炎抑制ガス、すなわち火炎伝搬連鎖反応の中断または酸素排除によって火炎を抑制するガスにすることができる）を発生させ、第2ステージガス源202は液化ガス211を収容している。以下で説明するように、第2ステージガス源202は第1ステージから独立して動作させることができ、また、第1ステージと協働して動作させることもでき、〔図1〕の第2ステージガス源102とほぼ同じものにすることができる。第2ステージガス源202は第1ステージガス源201の出力を冷却し、除熱による消火、火炎抑制および火源の再着火防止に必要な低温度の相対的に低温ガスを生成して、温度を燃焼温度より低い温度に下げるのが好ましい。

【0071】

〔図8〕に示すように、第1ステージガス源201として使用する爆薬式のガス発生器は第1内側容積206を規定するハウジング204を備えている。内側容積206は爆薬材料203と、起爆薬205、例えば上記の‘xxx特許および’730出願に開示された形式の発火起爆管とを有する。爆薬材料を起爆するのに有用な他の起爆薬は当業界で周知である。起爆薬205は爆薬材料203の燃焼速度が速く、一般に約10ミリ秒以下の急速に燃焼を開始するように合せるのが好ましい。爆薬材料203は急速な燃焼を可能にする任意の形状、例えば粉末、薄片、顆粒または棒状に加工することができるが注型可能（キャストابل）であるのが好ましい。本発明で有用な爆薬材料は既に述べたものである。火炎抑制装置で使用する場合の推進薬203は上記オランダ（Olander）特許に開示のキャストابل推進薬の1つにするのが好ましい。この推進薬203は元素状ハロゲンをさらに追加してフリーラジカル源にした第1ステージ出力ガスの火炎抑制特性を向上させたオランダ（Olander）の特許に開示の推進薬にするのがさらに好ましい。

【0072】

第1ステージシール208を第1ステージ出口開口部207内に配置して、液化ガスまたは超臨界炭酸ガス211を第2ステージガス源202内に維持し、装置200の作動前に液化ガス211が第1ステージガス源201の内側容積206中に流入しないようにする。第1ステージシール208は推進薬203の燃焼で生じたガスが内側容積206内の所定圧力に達したときに開口する。第1ステージシール208は破断可能なダイヤフラム、安全弁（排気弁）、圧力センサまたは電子的に作動する弁またはその他の所望機能を果たす当業者に周知の手段にすることができる。

【0073】

第1ステージガス供給源201からのガスは膨張し、上記の装置100で述べたように第1ステージ出口207を通過して、火炎抑制装置200の第2ステージガス源202へ入る

。上記装置 100 の第 2 ステージガス源 102 の場合と同様に、第 2 ステージガス源 202 も第 2 内側容積 213 を規定する第 2ハウジング 210 を備えている。この第 2ハウジング 210 は上記装置 100 の説明で述べたように液化ガスまたは超臨界炭酸ガス 211 が貯蔵、収容されている。この場合も、液化ガスを用いた場合には少量の非液化ガス（液体目減り分）が存在することがある。第 2 ステージハウジング 210 は第 1 ステージハウジング 201 と同様に〔図 8〕、〔図 9〕、〔図 10〕に示すような円筒形にすることができるが、所定用途の空間条件を満たすガスの迅速な発生を可能にする任意の形状にすることができる。

【0074】

第 2 ステージハウジング 210 はさらに、貯蔵された液化ガスまたは超臨界炭酸ガス 211 の圧力をモニターするのに用いることができるガス充填口／プラグ 212 と、第 2 ステージシール 215 で閉じられた第 2 ステージ出口開口部 214 とを有することができる。第 2 ステージシール 215 は液化ガスまたは超臨界炭酸ガス 211 を内側容積 213 内に第 1 の貯蔵圧力で維持するが、液化ガスが気化するか、第 1 ステージガス源 201 から相対的に高温のガスが流入して第 2 ステージガス源 202 内の圧力が所定の高圧力まで上昇したときに開口する。第 1 ステージシール 8 と同様に、第 2 ステージシール 215 も破断可能なダイヤフラム、安全弁（排気弁）、圧力センサまたは電子的に作動する弁または当業者に周知なその他の任意の開口可能なシールにすることができる。

【0075】

ハウジング 210 は出口 216 を有することもできる。この装置を火災抑制装置として使用する用途では、出力ガスを火災または火災の火災部分へ向けるために出口 216 を用いることができる。すなわち、第 2 ステージシール 215 が開いた時に、第 2 ステージハウジング 210 の内側容積から気化したガスが単独または第 1 ステージガス源 201 から放出されたガスと組合されて第 2 ステージ出口開口部 214 および出口 216 を通って放出される。本発明の装置を推進装置として用いる変形例の場合には出口 216 を推力を最大にする膨張コーンにすることができる。

【0076】

上記装置 100 で述べたように、第 2 ステージガス源 202 は第 1 ステージガス源から多量のガスを第 2 ステージガス源 202 内の所定位置に誘導する手段、例えば計量管 220 を有している。一般に、この計量管 220 の直径は第 1 ステージ開口部 207 の直径にほぼ等しいが、計量管 220 中のガス速度を制御するように用途に応じて調節することができる。第 2 ステージハウジング 210 が円筒形の場合、計量管 220 は一般に〔図 8〕および〔図 10〕に示すようにハウジング 210 と同心であり、第 1 ステージガス源 201 からの出力ガスを液化ガスまたは超臨界炭酸ガス 211 内の任意の位置に導入して、所望の出力ガス温度プロファイルが得られるように調節することができる。計量管 220 は〔図 7〕に示す温度プロファイルのいずれか 1 つの温度プロファイルが得られるように、上記装置 200 の計量管 20 で述べた任意の構造にすることができる。

【0077】

上記装置 100 の場合と同様に、ガス発生装置 200 の動作中の任意の所定時間にこの装置 200 から出る出力ガスの組成および温度は、第 1 ステージガス源からの出力が導入される第 2 ステージガス源内の位置によって少なくとも一部制御することができる。すなわち、ガスが第 2 ステージガス源に導入される位置に応じて本発明のガス発生装置を下記の（１）、（２）または（３）が生成するように合せることができる：（１）装置動作中（ガスの出力中）、ほぼ一定の温度を保つ出力ガス、（２）初期温度が高く、ガスの出力中に温度が低下する出力ガス、（３）初期温度が低く、ガスの出力中に温度が上昇する出力ガス。本発明のガス発生装置からの出力温度および組成は最終出力を含む各ガス源で生成されたガスの相対量に依存する。

【0078】

ガス出力中に出力がほぼ一定温度である場合の出力は第 1 ステージガス源からの出力と気化したガスとの混合物で、各ガス源の相対量は装置動作中、ほぼ一定である。

出力ガスの初期温度が高く、ガス出力中に温度が低下する場合は、装置からの初期出力の主成分が第1ステージガス源からの出力であり、プロセスが進むにつれて出力組成は先ず第1ステージガス源からの出力と気化したガスとの混合物に変わり、ガス生成プロセスがさらに進むと出力の主成分は気化したガスになる。

出力ガスの初期温度が低く、ガス出力中に温度が上昇する場合の初期出力の主成分は気化したガスである。プロセスが進むと、出力組成は先ず第1ステージガス源からの出力と気化したガスとの混合物に変化し、プロセスが終わりに近づくと出力の主成分は第1ステージガス源からの出力になる。

【0079】

第1ステージガス源201として爆薬式のガス発生器を有する本発明ガス発生装置200は下記のように動作する。まず、起爆薬205（一般には発火起爆管）によって第1ステージガス源201内の爆薬材料203の燃焼が開始され、気体燃焼生成物が発生する。この燃焼生成物は火炎抑制特性を有することができる。第1ステージシール208を用いた場合には、第1ステージシール208が開く所定圧力に達するまで内側容積206内の圧力が上昇する。第1ステージガス源201からの高温ガスは第2ステージガス源202に計量管220（追加可能な任意要素）を介して急速に流入し、第2ステージガス源202中に貯蔵された液化ガスまたは超臨界炭酸ガス中に、開口端または計量管（追加可能な任意要素）の出口を通して流入する。その結果、既に述べたようにして液化ガスが気化する。第1ステージガス源から第2ステージガス源に供給されるガスの量、温度および圧力は第2ステージガス源内の液化ガスの全部またはほとんど全部が気化するような量、温度および圧力にすることができる。当業者はこれらのパラメータを過度の実験をせずに容易に決定することができる。

【0080】

既に述べたように、第1ステージガス源から供給されたガスと第2ステージガス源内の液化ガスまたは超臨界炭酸ガスとを混合するために種々の代りのガス分散技術すなわち計量管（追加可能な任意要素）以外の方法を用いることができる。すなわち、第1ステージガス源からの出力を液化ガスまたは超臨界炭酸ガスの第2ステージガス源中に導入して液化ガスの気化または超臨界炭酸ガスの圧力上昇を起こし、得られた混合ガスを第2ステージガス源から放出する。さらに、ガスの初期出力を低温にすることが望まれる用途で、第1ステージガス源201からのガスを第2ステージガス源202に導入して液化ガスを気化させるのに必要なことは第1ステージガス源201からのガスが第1ステージ出口開口部207を通して第2ステージガス源202に流入できるように第1シール208を開口することだけである。

【0081】

第2ステージガス源202内に好ましくは約700～約1100 psi、さらに好ましくは約900 psiで貯蔵されている貯蔵液化ガスは、第2ステージガス源202中に分散した高温ガスによって加熱され、液化ガスが気化し、または、超臨界炭酸ガスの圧力が上昇し、第2ステージガス源内の圧力が第2ステージシール15が開く圧力、好ましくは少なくとも約3,500 psiまで上がり、第2ステージ源内のガスが膨張して第2ステージガス源から第2ステージ出口開口部214を通して流出し、開口部214から火炎へ向かって放出される。

【0082】

本発明のガス発生装置によって生成する出力ガスの温度は約200℃以下、好ましくは約100℃以下にするのが好ましい。出力ガスの最終温度は装置の熱力学と、本発明装置の出力が放出される雰囲気圧力および第1および第2ステージガス源に貯蔵される爆薬材料と液化ガスの量および組成によって制御される。温度、圧力、熱伝達度を変化させる因子、現象および条件については以下で説明する。

【0083】

第1ステージガス源内の爆薬材料が燃えると気体燃焼生成物および熱が発生する。第1ステージガス源がハイブリッドガス発生器の場合には第1ステージガス源内の加圧された不

活性ガスの少なくとも一部が加熱されて、ガスの圧力が上がる。同様に、第1ステージガス源が純粋な爆薬式のガス発生器の場合は高温ガスの放出によって第1ステージガス源の内側容積内の圧力が上昇する。いずれの場合も、ガス圧力が所定値に達したときに第1ステージシールが開き、燃焼ガス（ハイブリッドガス発生器の場合は不活性ガスとの混合物）が第1ステージ出口開口部を介して等エントロピー的、不可逆的、本質的に断熱的に加速されて放出される。第1ステージ出口開口部では、第1ステージガス源からのガス混合物の圧力がほぼ半分に下がり、ガス温度がほぼ10%下がる。

【0084】

ガスが第1ステージ出口開口部から流出すると、ガスは第2ステージガス源内の計量管で局所的に音速まで加速される。この位置ではガスにエネルギーが全く加えられていないのでガスの温度および圧力は低下する。延びた計量管によって音速のガス流に一連の衝撃が与えられて第1ステージガス源からの圧力および温度の一部が回復する。この位置でガスの全ての運動が止まると、第1ステージガス源からのガスの圧力が基本的にヒートエンドチャンバー条件に回復されるが、テストの結果、第1ステージ出口開口部を通るガスのプロセスはほぼ断熱的であるが、ノイズおよび光等の衝撃によるエネルギー損失に起因して約5%のエネルギー損失が起こり、温度だけが一部回復されることがわかった。

10

【0085】

燃焼ガスと不活性ガスとの混合物が計量管を通して計量管から出ると、第1ステージガス源から放出されたガスの少なくとも一部が第2ステージガス源中に貯蔵されていた液化ガスと混合される。第1ステージガス源からのガスの大部分は第2ステージガス源内の液化ガスまたはその蒸気と少なくとも部分的に混合された後に第2ステージガス源を出る。第1ステージガス源から放出されたガスの一部は貯蔵されていた液化ガスと混合されずに第2ステージガス源から出て行くが、この不十分な混合は、上記の各種の計量管構造を用いて得られる互いに異なる温度プロファイルの原因の少なくとも一部にはなるが、最終結果に影響を与えるものではない。

20

【0086】

第1ステージガス源から放出されたガスが液化ガスと混ざると、液体温度の液化ガスはガスの気化熱に等しい量のエネルギーを吸収しながら気化する。上記以外の温度変化が起こるときは、材料を加熱または冷却させる熱容量に応じて熱エネルギーが吸収または放出される。例えば、20℃では1gのCO₂が気化するのにCO₂は40カロリー吸収するが、1gの気化したCO₂は温度を1℃上げるのに0.2カロリーしか吸収しない。第1および第2ステージガス源からのガス混合物は理論上、何も仕事をせずに膨張するが、ガスが第2ステージガスから出るときにジュール-トムソン冷却によってガスの温度は低下する。

30

【0087】

別の実施例では、本発明はさらに、膨張可能な物体の膨張、推進装置での推力発生、火災の抑制および消火に用いることができるガス発生方法を提供する。本発明方法は第1ステージガス源からの十分量のガスを、液化ガスまたは超臨界炭酸ガスを含む第2ステージガス源中に、第2ステージガス源内の液化ガスの少なくとも一部、好ましくはほとんど全てが気化する高い温度で放出する。変形例では第1ステージガス源からのガスを第2ステージガス源内の超臨界炭酸ガスの圧力を上げるのに用いることができる。いずれの場合も、液化ガスまたは超臨界炭酸ガスの少なくとも一部が放出され気体出力を生じる。この出力を上記の任意の用途およびその他の任意の用途で当業者が通常容易に行うことができる方法で用いることができる。

40

【0088】

第1および第2ステージガス源はガスを発生させるのに単独または組み合わせて使用できる。本発明方法ではさらに、適切な爆薬材料、開口部、寸法、破断可能なダイヤフラムまたは安全弁（排気弁）、圧力センサまたは電子的に作動する弁およびガスの迅速な発生を可能にする管（またはその他のガスディスペンサ）を選択することができる。ガスの量および種類は用途によって異なる。

50

【0089】

火災抑制用途では火源の冷却が必要でないものもある。この場合には、火災を抑制および／または消火するためには、純粋な爆薬式でもハイブリッド式でも単独で第1ステージガス源と連動する対応する火災抑制出口を通して第1ステージガス源から出ていく第1ステージガス源からの出力のみを使用すればよい。このようなガス源は上記オランダ（Olander）の特許に開示の形式のガス抑制爆薬材料の燃焼によって火災抑制ガスを生成するのが好ましい。既に述べたように、このガス抑制材料は必要に応じて上記オランダ（Olander）の特許に記載の元素状ハロゲンと被覆、封入またはマイクロカプセル化とを組合せるのが好ましい。この火災抑制装置は「独立型」装置として使用でき、「多機能」装置すなわち複合ガス発生装置にすることができる。すなわち、以下で説明するように、第1ガス源または第2ガス源からこの2つの供給源を単独または組み合わせて種々の異なる気体出力を生成することができる。

【0090】

〔図11〕は本発明の多機能ガス発生装置の全体図である。この多機能性ガス発生装置110は〔図1〕に示した装置100の第1ガス源101と第2ガス源102に対応する第1ステージガス源114と第2ステージガス源116と、出力ガスを所望位置まで送るハウジング118とを有する。この装置110は互いに異なる3つの出力で運転でき、選択的にガス抜きができ、内側流路が選択でき、動作を多重に入力できる。この装置110は本発明の火災抑制装置と抑制すべき火災の種類に関する情報を与えるセンサ（図示せず）とを組み込んだ火災抑制システムの一部として有用である。従って、以下の説明ではガス発生装置110を火災抑制装置で使用することに重点をおいて説明するが、このガス発生装置110は選択的な出力が望まれる他の用途でも使用できるということは当業者には理解できよう。

【0091】

第1ステージガス源114〔ガス発生（ジェネラント、generant）セクションともよばれる〕は爆薬ガスの発生材料120を収容した内側容積122を規定し、ガス発生材料120の燃焼を開始するための少なくとも1つの点火器130と、出口140と、出口シール141と、センサまたは制御装置（図示せず）からの信号を受けたときに出口シール141を開いて第1ステージガス源114からのガスの流出を許す出口シール開口手段142とを有する。内側容積122には加圧されたアルゴン、窒素等の不活性ガスも収容されているのが好ましい。この加圧された不活性ガスを用いることでガス発生セクション114の運転作動圧（従って、反応時間）を容易に調整できる。爆薬材料120は当業者に周知の任意のガス発生材料にすることができるが、火災抑制剤として用いる場合には上記のオランダ（Olander）の特許に記載の火災抑制材料にするのが好ましい。爆薬材料120は既に述べた元素状ハロゲンまたはハロゲン化アルカリ金属等の追加の火災抑制活性成分124を含む不均一系であるのが好ましい。爆薬材料120と火災抑制活性成分124との間の好ましくない反応を避けるためには、活性成分124をエポキシ、ポリウレタン、ポリエステルまたは酢酸セルロース等で被覆、封入またはマイクロカプセル化するのが好ましい。

【0092】

第2ステージガス源116は第2内側容積126を規定し、冷却室の役目もする。この第2内側容積126は少なくとも部分的に液化ガス128が充填された第1内側容積122と流体連通している。この第1内側容積122と第2内側容積126との流体連通は開口部137を介して行われる。この開口部137は本発明装置が動作するまでシール136、例えば、破断可能なダイヤフラム、安全弁（排気弁）、圧力センサまたは電子的に作動する弁または当業者に周知なその他の任意の手段によって密閉されている。既に述べたように、シール136が開くと第1ステージガス源114からのガスが開口部137を通過して計量管139中に流入し、この計量管139を介してガスが第2内側容積126内の所定位置に誘導される。第2ステージガス源116はさらに、出口145と、出口シール146と、センサまたは制御装置（図示せず）からの信号を受けたときにシール146を開

いて第1ステージガス源116からの火炎抑制ガスが流出できるようにする出口シール開口手段147とを備えている。

【0093】

出口シール141、146は破断可能なダイヤフラム、弁、その他の当業者に周知な任意の手段にすることができる。出口シール141、146はシール開口手段142、147と連動し、この開口手段と一緒に、例えば電子制御弁の場合には単一ユニットを形成することができる。他の有用なシール開口手段としては爆発時に破断可能なディスクを破壊する爆薬や、破断可能なディスクに向かって機械的または爆発で発射される弾丸が挙げられる。第2ステージ出口シール146は液化ガスの気化時に第2ステージガス源116内の圧力が所定圧力に達した時に開くか、所定圧力に達した時に第2ステージガス源の追加の出口を開いて本発明装置110の全ての動作モードを可能にする必要がある。 10

【0094】

以下、点火器130および第1と第2のステージ出口シール開口手段142、147を単独または組合せて用いて可能になる本発明装置110の各種動作モードについて説明する。

第1の動作モードでは本発明装置110は上記装置100と同じ方法で使用でき、第1および第2のステージガス源114、116からのガスを合わせたガスを出力する。例えば、火炎抑制装置の場合には爆薬材料120を点火する点火器130を煙、熱、火炎、その他の火を感知するセンサ（図示せず）からの入力を用いて作動させることができる。爆薬材料120が燃焼するとその火炎抑制成分の温度が上昇（活性成分124が有るときにはその温度も上昇）し、周囲ガスも加熱され、内部容積122内の圧力が上昇する。それによってシール136、例えば破断可能なディスクまたは安全弁が開き、ガス発生セクション114からのガスが冷却室116中に流入し、少なくとも一部の液化ガスを気化することができる。これによって第2容積128内の圧力が上昇し、出口シール146が開口し、合わさったガスを出口145から火炎に向けて放出することができる。 20

【0095】

変形例では、火炎抑制剤を爆薬材料120中に分散させるのではなく、火炎抑制剤を磨耗構造物135、例えばリングにするか、リング中に混和させ、この磨耗構造物135を第1ステージガス源114の出力に曝されるように開口部137内に配置する。第1ステージガス源114からの相対的に高温のガスが磨耗構造物135上を通過した時に磨耗構造物135が磨耗して火炎抑制剤が出力ガス中に放出される。 30

【0096】

本発明装置110は種々の動作モードで使用できる。例えば、液化ガス128を単独で分散させて低温の重い不活性ガスを得ることができる。これは加熱された物体が火を発生し、維持している無炎燃焼の場合に特に有用である。煙、熱、火炎、その他の火感知センサ（図示せず）からの信号を用いて第2ステージ出口145と連動した第2ステージシール開口手段147を作動し、出口145を開いて低温の重い不活性ガスのみを放出する。第2ステージ出口145が開くと液化ガス128に加わる圧力が解放され、液化ガスが気化し、出口145から出ることができる。放出されたガスはこの出口から火炎に向けて放出される。液化ガスが気化して本発明装置110から第2ステージ出口145を通過して出るときに、気化によって多量の熱が吸収され、液化ガスの温度は大きく下がる。 40

【0097】

同様に、第1ステージガス源114の内部容積122中に貯蔵された加圧ガスを単独または第2ステージガス源116からの冷却ガスと組み合わせて爆薬材料120を点火せずに放出することもでき、煙、熱、火炎、その他の火感知センサ（図示せず）からの信号を用いて第1ステージ出口140と連動する第1ステージ出口シール開口手段142を作動して、出口140を開く。第1ステージガス源114からの不活性ガスと第2ステージガス源116からの冷却ガスとからなる出力を得る場合には、第1ステージ出口シール開口手段142と第2ステージ出口シール開口手段147とを用いて第1ステージ出口シール141および第2ステージ出口シール146を同時または一方の開口と他方の開口との間に時 50

間遅れを与えて開き、加圧ガスと液化ガスの気化で生じたガスとを出口 140、145 から爆薬材料 120 を点火せずに放出する。

【0098】

さらに、第 1 ステージガス源 114 を単独で動作させて爆薬材料 120 の燃焼から活性フリーラジカル、例えばヨウ素元素を供給することもできる。この動作モードで冷却ガスが放出されるのを防ぐために内部容積 122 内の圧力がシール 136 を開くのに十分高い圧力になる前に、第 1 ステージガス源の出力シール開口手段 142 によって第 1 ステージ出力 140 を開口しなければならない。第 1 ステージ出力シール開口手段 142 は当業者に周知な任意の手段、例えば内側容積 122 内のタイミング回路または圧力センサからの信号によって作動させることができる。火炎抑制剤を含む磨耗構造物 135 を第 1 ステージ出力 140 内に配置して、追加のフリーラジカルを発生させることもできる。

【0099】

上記の実施例と同様に、温度プロファイル（分散時間を関数とする出口温度）は第 1 ステージガス源からの出力が第 2 ステージガス源内の液化ガスに導入される位置で測定する。第 1 ステージ出力を第 2 ステージ出口にかなり近い位置に導入する方法では、本発明装置 110 は先ず第 1 ステージガス源で生成した全ての火炎抑制化学種を含む相対的に高温のガスを放出し、その後に低温のガス、次いで冷却ガスを出力する。反対に、第 1 ステージ源からの出力を第 2 ステージガス源内の第 2 ステージ出口から離れた所に導入する方法では、液化ガスの気化によって生成した相対的に低温のガスが最初に放出され、その後に第 1 ステージガス源からの相対的に高温のガスの量が増加する。両方とも特定の用途および火炎の種類に応じて消火効力がある。

【0100】

本明細書に開示した本発明は上記の本発明の目的を達成するの適していることは明らかであるが、当業者には多くの変更および実施例が可能であるということは理解できよう。本発明の精神および範囲に属する変更および実施例は特許請求の範囲によって全てカバーされる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 ステージがハイブリッド式ガス発生器である、第 1 と第 2 のガス発生部品を有する本発明装置の断面図。

【図 2】〔図 1〕の線 2-2 による第 1 ステージのガス供給源の断面図。

【図 3】〔図 1〕の線 3-3 による第 2 ステージのガス供給源の断面図。

【図 4】第 2 ステージに達する計量管を有する本発明の第 2 ステージのガス供給源の変形例を示す断面図で、計量管は第 1 ステージから第 2 ステージにガスを誘導し、計量管の末端には有孔プラグが取り付けられている。

【図 4A】ガス誘導手段の開口部がこの手段の第 1 位置（A 位置）にある〔図 4〕の一部の拡大断面図。

【図 5】管の複数の孔が第 2 ステージに達する管の末端と反対側端部にある実施例を示す〔図 4〕と同様な図。

【図 5A】ガス誘導手段の開口部がこの手段の第 2 位置（B 位置）にある〔図 5〕の拡大断面図。

【図 6】第 2 ステージガス供給源の別の変形例を示す図。

【図 6A】ガス誘導手段の開口部がこの手段の第 3 位置（C 位置）にある〔図 6〕の拡大断面図。

【図 7】第 1 ステージの出力を第 2 ステージ内の 3 つの異なる位置に導入した時に得られる各温度プロファイルのグラフ。

【図 8】第 1 ステージが爆薬式のガス発生器である、第 1 および第 2 のガス発生部品を有する本発明装置の断面図。

【図 9】〔図 8〕の線 9-9 による第 1 ステージのガス供給源の断面図。

【図 10】〔図 8〕の線 10-10 による第 2 ステージのガス供給源の断面図。

【図 11】本発明の多機能ガス発生装置の実施例の断面図。

10

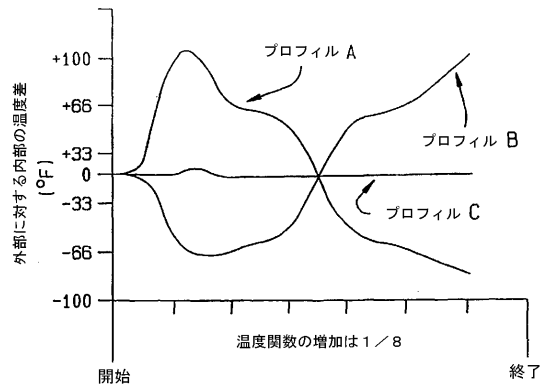
20

30

40

50

【図 7】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
21 March 2002 (21.03.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/22214 A2

- (51) International Patent Classification: A62D 1/06, 1/08, C06D 5/00, A62C 35/02, 39/00
- (21) International Application Number: PCT/US01/27114
- (22) International Filing Date: 31 August 2001 (31.08.2001)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 09/661,244 13 September 2000 (13.09.2000) US
- (71) Applicant: UNIVERSAL PROPULSION COMPANY, INC. [US/US]; 25401 North Central Avenue, Phoenix, AZ 85027-7899 (US).
- (72) Inventors: LEWIS, Donald, J.; 11863 East Del Timbre Drive, Scottsdale, AZ 85259 (US); OLANDER, Donald, E.; 210 E. Calle de Arcos, Tempe, AZ 85284 (US); MAGENOT, Michael, C.; 14618 North 24th Place, Phoenix, AZ 85032 (US).
- (74) Agents: RZUCIDLO, Eugene, C. et al.; Graenberg Trauring LLP, 885 Third Avenue, 21st Floor, New York, NY 10022 (US).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published: — without international search report and to be republished upon receipt of that report
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.



WO 02/22214 A2

(54) Title: GAS GENERATING DEVICE

(57) Abstract: A method and a device for producing a sufficient quantity of a fire suppressing gaseous product to substantially suppress a fire. The device has a first stage gas source containing a pyrotechnic gas generating material and a second stage gas source in fluid communication at a first location with an outlet of the first stage gas source and, at a second location, with an outlet for dispersing gas. The second stage gas source contains at least one liquefied gas or supercritical carbon dioxide, where the first stage gas source is capable of providing a sufficient quantity of gas at a sufficiently high temperature to vaporize at least a portion of the liquefied gas or supercritical carbon dioxide in the second stage gas source, thereby producing a fire suppressing gaseous output, which exits the device through the outlet for dispersing gas, in an amount sufficient to at least partially suppress a fire. At least one of the pyrotechnic gas generating material, the liquefied gas, and the supercritical carbon dioxide is mixed with or includes at least one fire suppressant material selected from the group consisting of elemental halogens and alkali metal halides.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

GAS GENERATING DEVICEFIELD OF THE INVENTION

The present invention is directed to gas generators and to methods of
5 generating a gas. In particular, the invention is directed to gas generators that may be
used in any application requiring the relatively rapid generation of a gas, such as, e.g.,
inflation devices, fire suppression devices, and propulsion devices.

BACKGROUND OF THE INVENTION

10 Gas generators are useful in many applications, including the inflation of
inflatable objects, such as, e.g., aircraft escape slides, life rafts, and vehicular passive
restraints, i.e., air bags and inflatable seat belts. Gas generators are also used as
propulsion devices, such as rocket and jet engines, which release a large quantity of hot
gas at high speed, producing thrust. Gas generators have also been found to be useful
15 as fire extinguishers and fire suppression devices.

There are three generic types of gas generators: pressurized gas, pure
pyrotechnic, and hybrid. Pressurized gas generators produce 100 percent of the
generated gas from a stored pressurized gas, while pyrotechnic gas generators produce
all of the gas from the combustion of a solid, liquid, or gaseous pyrotechnic material.
20 Hybrid gas generators use the combustion of a pyrotechnic material to heat and expand
a pressurized gas, and may produce a portion, typically from less than 10 percent to
over 90 percent, of the generated gas from combustion products produced by the
combustion of the pyrotechnic material.

Pressurized gas generators provide the coolest gas, and have a gas
25 flow rate that can be regulated with time. Pressurized gas generators, such as, e.g.,
carbon dioxide fire extinguishers, typically comprise a tank containing a compressed or
liquefied gas, a valve to maintain the compressed or liquefied gas within the tank during
storage and for releasing the gas when needed, an outlet, and means for directing the
released gas, such as a nozzle or conduit. As a result, pressurized gas generators
30 tend to be large and heavy, and are often expensive. In addition, as a gas cools as it
expands, pressurized gas generators may freeze up before all of the gas is
released. Where the gas is carbon dioxide, a substantial portion of the gas may not be
released, as the gas becomes sufficiently cold to produce solid dry ice within the tank.
The storage temperature of the gas generator can also have a large effect on pressure
35 of the stored gas, as the pressure of the gas varies directly with the absolute

WO 02/22214

PCT/US01/27114

temperature of the gas. For example, the pressure of a given volume of gas at 0°C is only about 73 percent of the pressure of the same volume of gas at 100°C. As a result, the rate of gas generation is significantly reduced at low temperatures, and is significantly increased at high temperatures. In addition, a gas generator designed to
5 produce a given pressure of gas at a given temperature will produce a lower pressure of gas for the same volume at low temperatures, and a higher pressure at high temperatures.

Pure pyrotechnic gas generators comprise a housing, a pyrotechnic gas generating material, which may be a solid, a liquid, or a gas, an igniter for initiating
10 combustion of the pyrotechnic gas generating material, and an outlet. The output of pyrotechnic gas generators is a hot gas, produced by the combustion of the pyrotechnic material, and has a temperature of at least about 1000°C, which is near the limit of thermal acceptability in many applications. In addition, the housing of such devices becomes very hot during operation, as the combustion occurs within and in contact with
15 the housing, heating the housing. Tortuous gas paths and/or heat sinks can be and are used to reduce the temperature of the gas and the housing. As a result, however, pyrotechnic gas generators are heavy. In addition, pyrotechnic gas generators may require filters to remove particulates and heat from the gas stream in many applications, which also adds to the weight of the device. However, pyrotechnic gas generators are
20 smaller and lighter than pressurized gas devices. Moreover, in most applications for propulsion devices, the temperature of the gas causes a rapid expansion of the gas, helping to provide thrust.

Because of deficiencies in cost, heat, toxicity, and performance, pure pyrotechnic gas generators are replaced with hybrid gas generators in some
25 applications. Hybrid gas generators comprise a housing, containing a pyrotechnic material and a compressed gas, which is preferably inert, an igniter for initiating combustion of the pyrotechnic material, and a sealed outlet, which maintains the compressed gas within the housing, and opens to release the gas when the pressure of the gas is increased to a predetermined pressure upon heating of the gas by the
30 combustion of the pyrotechnic material. Hybrid gas generators vary in performance, but the best provide a clean gas that is significantly cooler than that provided by pyrotechnic devices. The best hybrid gas generators for many applications are now less expensive than pyrotechnic devices, as a result of design improvements, and are now being installed in applications where pure pyrotechnic designs were typically used, such as,
35 e.g., steering wheel air bag inflators.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

As discussed above, gas generators have been shown to be useful in fire suppression, e.g., carbon dioxide and HALON[®] fire extinguishers. Fire suppression is typically achieved with the use of physical and/or chemical mechanisms to extinguish flaming and non-flaming or smoldering fires. The physical mechanism involves the physical displacement of oxidizer by the fire extinguishing composition and/or the absorption of an amount of heat sufficient to lower the temperature of the combusting materials below the ignition point by the molecules of a fire extinguishing composition, either of which terminates combustion. Generally, as the number of atoms in an extinguishment molecule increases the number of degrees of vibrational freedom also increases, and, thus, the heat capacity of the molecule increases, increasing the heat removal capacity of the extinguishment molecule. Physical suppression methods are most effective when directed at the base of the fire, where the fuel for the fire is typically located.

The chemical mechanism, on the other hand, involves interruption of the free radical fire-propagation chain reactions, which generally occur in the flames of a fire. The free radical fire-propagation chain reactions are the various reactions involving molecular oxygen and free radicals such as atomic hydrogen, atomic oxygen, and hydroxyl that often produce flame as well as the heat that keeps a fire burning. It has been speculated that halogen atoms, such as atomic bromine and iodine when present in sufficient numbers, disrupt these chain-propagation reactions, terminating both the chain reactions and combustion. Halides are ranked for their fire suppression capabilities, i.e., fluorine/fluorides are assigned a value of 1, chlorides 5, bromides 10, and iodides 16. That is, iodine is 16 times more effective than fluorine/fluorides. As a result, chemical suppression methods are generally most effective when directed into the flames of a fire where the free radical fire-propagation chain reactions occur and may be terminated.

A variety of agents and techniques are currently used for fire suppression, utilizing a chemical mechanism, a physical mechanism, or a combination of chemical and mechanical mechanisms. One conventional agent is pressurized water that extinguishes solely by thermal energy absorption. Water-based devices are not suitable, however, for use on electrical or flammable-liquid fires. Carbon dioxide, CO₂, and dry-chemical extinguishers, now in use, typically displace oxygen and absorb thermal energy. However, dry-chemicals can leave a corrosive residue that is undesirable in many applications, such as electronic equipment. For use against grease fires, sodium bicarbonate extinguishers, potassium bicarbonate, urea-based potassium

WO 02/22214

PCT/US01/27114

bicarbonate, and potassium chloride extinguishers are effective, but these can also leave a heavy powdered chemical residue that can damage electrical equipment. Yet another conventional fire extinguisher is the foam (AFFF or FFFP) model, which coats flammable liquids with a chemical to lower the temperature or to eliminate the oxygen supply, although these are not suitable for electrical fires [Nat'l Fire Protection Ass'n, 1995].

U.S. Army studies on halogenated agents in the 1940's resulted in the adoption of the well known HALON[®] family of fire suppression compositions. HALONS are currently in use as highly effective fire suppression agents--particularly in tanks, planes, ships, and heavy engines, notwithstanding that they are believed to be environmentally deleterious. Conventional halogenated agents, such as carbon tetrachloride and HALONS, e.g., bromotrifluoromethane, can provide both physical and chemical fire suppression mechanisms.

The HALONS are bromofluorocarbons ("BFCs") that are similar to chlorofluorocarbons ("CFCs") but have the formula $C_WBr_XCl_YF_Z$, where $W=1$ or 2 , $Y=0$ or 1 , and $X+Y+Z=2W+2$. HALONS must be sufficiently heated and pyrolyzed by the heat of a fire to produce free radicals before they achieve sufficient firefighting efficacy. Thus, HALONS are fairly stable and tend to work best on fires with hotter temperatures. This stability can result, however, in a fire suppression efficiency of only about 5 percent for HALONS. Moreover, because of their stability, these organic compounds tend to have long atmospheric lifetimes, and can migrate to the stratosphere where they are photolyzed by ultraviolet radiation, releasing chlorine or bromine atoms that catalytically remove ozone in a series of free radical reactions. Depletion of stratospheric ozone could allow an increase in the amount of ultraviolet light to reach the surface of the earth, resulting in increases in human skin cancer and cataracts, as well as damage to crops, natural ecosystems, and materials, and various other adverse effects. In addition, HALONS may also contribute to global warming. As a result, due to their potential to remove stratospheric ozone, conventional brominated agents and other volatile halogenated alkanes are presently being eliminated from worldwide production, pursuant to the adoption of the Montreal Protocol and the Clean Air Act of 1990.

The cost of perfluorocarbons is higher, and their fire fighting performance less effective, than those of the brominated agents. In weight and volume critical situations, such as aircraft, tanks, and ships, the additional quantity required for fire suppression is unacceptable. Perfluorinated agents also have high global warming potential ("GWP") and atmospheric lifetimes estimated to be several thousand years.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

Therefore, their production and use is also restricted by legislation and liability concerns of current manufacturers.

In order to quantify these concerns, halogen-containing fire suppression agents are assigned an ozone-depletion potential ("ODP") that reflects their quantitative ability to destroy stratospheric ozone. The ozone depletion potential is calculated in each case relative to CFC-11 (CFCl_3 , trichlorofluoromethane), which has been assigned a value of 1.0. Many CFCs have ODPs near 1. HALONS have higher ODPs of between about 2 and about 14, indicating a greater ozone depletion potential. There is thus a need for fire suppression compositions that overcome the drawbacks of conventional agents as discussed above.

Firefighting compositions to replace HALONS should effectively suppress fire, be relatively nontoxic, electrically nonconductive, evaporate cleanly, and have low or no environmental impact. HALONS, although they meet the first four criteria, have long atmospheric lifetimes and high ozone-depletion potentials, and, thus, are being phased out of use, as discussed above.

Although it is relatively easy to identify fire suppressing agents having one, two, or three of these properties, it is very difficult to identify agents that simultaneously possess effective fire suppression performance, non-flammability, low toxicity, cleanliness, electrical non-conductivity, miscibility with common lubricants, short atmospheric and environmental lifetimes, low or no ODP, and very low GWP. Other characteristics are desirable, such as reduced toxicity, which is another major issue in the selection of firefighting agents. For example, the toxic effects of haloalkanes include simulation or suppression of the central nervous system, initiation of cardiac arrhythmia, and sensitization of the heart to adrenaline. Inhalation of gaseous haloalkanes can cause bronchoconstriction, reduce pulmonary compliance, depress respiratory volume, reduce mean arterial blood pressure, and produce tachycardia. Long term effects can include hepatotoxicity, mutagenesis, teratogenesis, and carcinogenicity.

Furthermore, firefighting agents must also be chemically stable during storage prior to use over long periods of time, such that they are not reactive with the containment system in which they are housed, and stable as well when stored at temperatures of about -20°C to about 100°C , while decomposing at the higher temperatures in or near a fire to yield radical-trapping species.

A variety of alternative agents containing halides are known for fire suppression, although they are either less effective than HALONS or lack one of the characteristics desired in fire suppression agents as described above. Some of these

WO 02/22214

PCT/US01/27114

methods and agents are discussed below. For example, one neat iodinated agent, trifluoriodomethane, CF_3I , has long been known to have firefighting potential [Dictionary of Organic Compounds, Chapman and Hall, New York, p. 5477 (1982)].

U.S. Pat. No. 2,818,381 discloses the use of methyl bromide for
5 extinguishing fires. This reference also discloses another early fire extinguishing composition having 10-40 parts by weight of a chloro-difluoromethane with between one and two chlorine atoms and 90 to 60 parts by weight of a mixture of bromoform and ethyl bromide.

U.S. Pat. No. 3,779,825 discloses a solid propellant composition having 60
10 to 90 weight percent oxidizer component selected from solid inorganic oxidizing salts of ammonium perchlorate, the alkali metal perchlorates, ammonium nitrate, the alkali metal nitrates, and mixtures thereof, at least a major portion of the oxidizer being of the perchlorates; from 10 to 40 weight percent of a binder of a rubbery material; and from 0.1 to 8 weight percent of a burning rate depressing agent.

U.S. Pat. No. 4,406,797 to Altman et al. discloses a fire extinguishing
15 composition having a mixture of finely divided aluminum compound and an alkali metal, stannous or plumbous halide. The metal halide may include an alkali metal, e.g., potassium iodide, bromide, or chloride, or stannous or plumbous iodide, bromide or chloride, although potassium iodide is disclosed to be preferred for use in the
20 composition.

U.S. Pat. No. 5,466,386 to Stewart et al. discloses fire-extinguishing
compositions of low ozone depletion potential having dry particles of ammonium bromide coated with a water repelling, solid, non-flammable adherent, such as zinc stearate, to improve flowability. The particles allegedly enhance the fire-extinguishing
25 properties of chlorofluorocarbons and halogenated paraffins having low ozone depletion properties when dispersed therein.

U.S. Pat. No. 5,520,826 to Reed, Jr., et al. discloses a fire extinguishing
pyrotechnic having an azido binder, such as a glycidyl azide polymer (GAP), an azido plasticizer, a solid tetrazole, and a perfluorocarboxylic acid salt cured to a rubbery
30 composite by the addition of an isocyanate that flamelessly deflagrates to produce primarily nitrogen, carbon dioxide, and a fluoroolefin.

U.S. Pat. No. 5,562,861 to Nimitz et al. discloses a set of environmentally
safe, nonflammable, low-toxicity refrigerants, solvents, foam blowing agents, propellants, and firefighting agents that allegedly have no ozone-depletion potential.
35 These agents include at least one fluoriodocarbon agent of the formula

WO 02/22214

PCT/US01/27114

$C_aH_bBr_cCl_dF_eI_fN_gO_h$, where a is 1 to 8; b is 0 to 2; c, d, g, and h are each 0 to 1; e is 1 to 18; and f is 1 to 2. This reference also notes that conventional chemical wisdom indicates that iodine-containing organic compounds are too toxic and unstable to use for these purposes, and iodocarbons have been rejected on those grounds by the majority of those skilled in the art.

5 U.S. Pat. No. 5,626,786 to Huntington et al. discloses a class of fire suppressant compounds having labile bromine atoms bound to non-carbon atoms that are alleged to be more effective than HALON® 1211 and 1301 at suppressing fires. These compounds are disclosed to hydrolyze or oxidize rapidly in the troposphere, thereby having minimal ODP.

10 U.S. Patent Nos. 5,861,106 and 6,019,177 to Olander disclose compositions and methods for suppressing fires using the disclosed compositions, where the compositions comprise an organic binder, having a heat of formation of less than about 200 cal/g, and an inorganic halogen containing component, such as potassium or ammonium bromide, bromate, iodide, or iodate.

15 U.S. Patent No. 5,449,041 to Galbraith discloses an apparatus and method for suppressing a fire that is less environmentally hazardous than the use of Halon®. A gas generator is used to produce a first gas at an elevated temperature containing carbon dioxide, water vapor, and/or nitrogen. The first gas is then used to vaporize a liquid, such as water, liquified carbon dioxide, or a fluorocarbon, to produce a gas having fire suppressing capabilities.

20 Reduction of toxicity, ODP, and other environmental effects must be balanced against effective fire suppression to achieve a superior fire suppression composition and method. Although more recent fire suppression compositions, such as those disclosed by Olander, have significantly reduced ozone depletion potential, improvements in fire suppression effectiveness are still desirable. Therefore, a need exists for improved devices and methods for delivering an environmentally-friendly, non-toxic fire suppressant that provides better fire suppression effectiveness than presently available fire suppression devices and agents. The present invention clearly meets this long-felt need in the manner and for the reasons described herein.

30

SUMMARY OF THE INVENTION

The invention is directed to gas generating devices, such as e.g., inflators, propulsion devices, and fire suppression devices. In a first embodiment, the gas generating devices of the invention comprise a first stage gas source and a second

35

WO 02/22214

PCT/US01/27114

stage gas source. The first stage gas source has an outlet, and contains a pyrotechnic gas generating material, which, upon combustion, produces a quantity of gaseous combustion products. Optionally, the first stage gas source contains a compressed gas.

The second stage gas source contains at least one of a liquefied gas or
5 supercritical carbon dioxide, is in fluid communication at a first location with the outlet of
the first stage gas source, and comprises an outlet for dispersing gas. The first and
second stage gas sources are configured and adapted such that, upon release of gas
from the outlet of the first stage gas source at the first location, at least a portion of gas
produced by the first stage gas source is introduced into the second stage gas source at
10 a location within the liquefied gas or supercritical carbon dioxide. The first stage gas
source is capable of providing a sufficient quantity of gas at a sufficiently high
temperature to vaporize at least a portion of the liquefied gas or increase the pressure of
the supercritical carbon dioxide in the second stage gas source, thereby increasing the
pressure within the second stage gas source, and releasing gas from the outlet of the
15 second stage gas source.

Where the first stage gas source is a hybrid gas generating device, the
first stage further comprises a first stage housing defining a first interior volume, and
having an inner surface, and contains a pressurized gas at a first pressure in the first
interior volume. An igniter in thermal contact with the pyrotechnic material is used for
20 initiating combustion of the pyrotechnic material, and a first stage seal seals the first
stage outlet. The first stage seal is adapted to maintain the pressurized gas at the first
pressure within the first interior volume, and to open when the gas attains a
predetermined second, higher pressure upon combustion of the pyrotechnic material
located within the first stage housing to allow the gas to pass from the first stage
25 housing through the first stage outlet into the second stage gas source.

The second stage gas source preferably comprises a second stage
housing defining a second interior volume, an inlet, and gas directing means for
directing a quantity of gas from the first stage gas source to a predetermined location
within the second stage gas source, where the inlet is in fluid communication with the
30 outlet of the first stage gas source and the gas directing means to allow gas to pass
from the first stage gas source to the predetermined location within the second stage
gas source.

Preferably, the gas directing means comprises at least one metering tube,
extending within the interior volume of the second stage housing from the second stage
35 gas source inlet to direct gas from the first stage gas source into the interior volume of

WO 02/22214

PCT/US01/27114

the second stage gas source. The at least one metering tube is preferably adapted to direct the gas from the first stage gas source to a location within the interior volume of the second stage housing proximate to the inlet of the second stage gas source.

Wherein the second stage gas source contains a liquefied gas, the
5 liquefied gas preferably comprises at least one of nitrogen and carbon dioxide, and, more preferably, comprises carbon dioxide and up to about 25 mole percent nitrogen.

Useful pyrotechnic gas generating materials comprise a nitrate or perchlorate oxidizer and an energetic fuel, such as, e.g., RDX, HMX, CL-20, TEX, NQ, NTO, TAGN, PETN, TATB, TNAZ, and mixtures thereof.

10 When the gas generating device is adapted for use as a fire suppressing device, at least one of the pyrotechnic gas generating material and the liquefied gas or the supercritical carbon dioxide is mixed with or includes at least one fire suppressant material selected from the group consisting of elemental halogens and alkali metal halides, where the fire suppressant material is preferably at least one of elemental
15 iodine and potassium bromide. Preferably, the fire suppressant material is coated or encapsulated with a protectant material adapted to prevent reaction of the fire suppression material with the pyrotechnic material, liquefied gas, or supercritical carbon dioxide. Suitable coatings include, but are not limited to epoxies, polyurethanes, polyesters, and cellulose acetate.

20 The pyrotechnic gas generating material preferably comprises a pyrotechnic fire suppression material, such as those disclosed in U.S. Patent Nos. 5,861,106 and 6,019,177 to Olander. Such fire suppression materials comprise an inorganic halogen-containing component and an organic binder system, and may further
25 comprise an elemental halogen, such as iodine. The inorganic halogen-containing component is preferably selected from the group consisting of potassium bromide, potassium bromate, potassium iodide, potassium iodate, ammonium bromide, ammonium bromate, ammonium iodide, ammonium iodate, and mixtures thereof. In addition, the organic binder preferably has a heat of formation of less than about 200 cal/g. Such as pyrotechnic fire suppression composition is solid at a temperature below
30 100°C, when cured, and combusts at a temperature between about 160°C to 1200°C to produce one or more reaction products that suppress fire, such as, e.g., H₂O, CO, KI, KBr, H₂, COH₂, O₂, I₂OH, K₂I, and mixtures thereof.

The organic binder system comprises a binder resin of at least one curing binder, melt cast binder, solvated binder, or a mixture thereof, a curative present in
35 about 1 to 3 weight percent, and a plasticizer present in about 10 to 30 weight percent,

WO 02/22214

PCT/US01/27114

based on the total weight of the binder system, where the organic binder system has a heat of formation of less than about 200 cal/g. Preferably, the binder resin is selected from the group consisting of carboxy-terminated polybutadiene, polyethylene glycol, polypropylene glycol, hydroxy-terminated polybutadiene, polybutadiene acrylonitrile, polybutadiene acrylic acid, butacene, glycol azido adipate, polyglycol adipate, and mixtures thereof. The organic binder system may further comprise at least one of a curing or bonding agent, an antioxidant, an opacifier, and a scavenger.

In a further embodiment, the invention is directed to a gas generating device, adapted for producing a sufficient quantity of a gaseous fire suppressing material to substantially suppress a fire. The device comprises a first stage gas source containing a pyrotechnic, gas generating, fire suppression composition, which, upon combustion, produces a fire suppressing gas, and, optionally, a pressurized gas, where the pyrotechnic, gas generating, fire suppression composition comprises an inorganic halogen-containing component, an organic binder system, and at least one elemental halogen. Preferably, the at least one elemental halogen is elemental iodine or elemental bromine, which is more preferably coated or encapsulated with a protectant material adapted to prevent reaction with the pyrotechnic composition.

The inorganic halogen-containing compound is preferably present in an amount of from about 70 to 96 weight percent and the organic binder system is present in an amount of from about 4 to 30 weight percent, based on the total weight of the pyrotechnic composition, and the inorganic halogen-containing component is preferably selected from the group consisting of potassium bromide, potassium bromate, potassium iodide, potassium iodate, ammonium bromide, ammonium bromate, ammonium iodide, ammonium iodate, and mixtures thereof. More preferably, the organic binder has a heat of formation of less than about 200 cal/g, and wherein the pyrotechnic fire suppression composition is solid at a temperature below 100°C, when cured, and combusts at a temperature between about 160°C to 1200°C to produce one or more reaction products that suppress fire, such as, e.g., H₂O, CO, KI, KBr, H₂, COH₂, O₂, I₂OH, K₂I, and mixtures thereof.

The organic binder system preferably comprises a binder resin of at least one curing binder, melt cast binder, solvated binder, and a mixture thereof, a curative present in about 1 to 3 weight percent, and a plasticizer present in about 10 to 30 weight percent, based on the total weight of the binder system, where the organic binder system has a heat of formation of less than about 200 cal/g. The binder resin is preferably selected from the group consisting of carboxy-terminated polybutadiene,

WO 02/22214

PCT/US01/27114

polyethylene glycol, polypropylene glycol, hydroxy-terminated polybutadiene, polybutadiene acrylonitrile, polybutadiene acrylic acid, butacene, glycol azido adipate, polyglycol adipate, and mixtures thereof. The organic binder system may further comprise at least one of a curing or bonding agent, an antioxidant, an opacifier, and a

5 scavenger.

Preferably, the gas generating device further comprises a second stage gas source in fluid communication at a first location with the first stage gas source, the second stage gas source comprising an outlet, and containing at least one liquefied gas or supercritical carbon dioxide, where the first stage gas source is capable of directing a sufficient quantity of gas at a sufficiently high temperature through an outlet therein and into the liquefied gas or supercritical carbon dioxide within the second stage gas source to vaporize at least a portion of the liquefied gas or supercritical carbon dioxide in the second stage gas source. As a result, the resulting gas exits the second stage gas source through the second stage outlet and is directed at the fire. Preferably, a

15 halogen, such as iodine, is dissolved in the liquefied gas or supercritical carbon dioxide.

The invention is further directed to method for generating gas using a gas generating device of the invention. The method comprises initiating combustion of a pyrotechnic gas generating material located within a first stage gas source, introducing gas from the first stage gas source into a liquefied gas or supercritical carbon dioxide within a second stage gas source in fluid communication with the first stage gas source, where the first stage gas source provides a sufficient quantity of gas at a sufficiently high temperature to vaporize at least a portion of the liquefied gas or to cause an increase in pressure of the supercritical carbon dioxide, and at least a portion of the gas introduced into the liquefied gas or supercritical carbon dioxide in the second stage gas source is produced by the combustion of the pyrotechnic gas generating material, vaporizing at least a portion of the liquefied gas or increasing the pressure of the supercritical carbon dioxide with the gas from the first stage gas source sufficiently to cause a release of gas from the second stage gas source and releasing an output gas from the second stage gas source through an outlet therein, the output gas comprising

30 the vaporized gas from the second stage gas source.

The method may further comprise providing a first stage housing adapted to contain the pyrotechnic material, the housing defining a first interior volume, and having an inner surface, the first stage housing containing a pressurized gas at a first pressure in the first interior volume, and the housing having a seal adapted to maintain the pressurized gas at the first pressure within the first interior volume, and to open

35

WO 02/22214

PCT/US01/27114

when the gas attains a predetermined second higher pressure, and burning the pyrotechnic material located within the housing to generate heat, thereby increasing the pressure of the pressurized gas to at least a second higher pressure to allow the gas to pass from the housing.

5 The method of the invention preferably comprises providing a second stage in fluid communication with the first stage, the second stage comprising a second stage housing defining a second interior volume, an inlet adapted for fluid communication with the first gas source, an outlet, and, optionally, at least one metering tube in fluid communication with the inlet and extending within the interior volume of the

10 second stage housing for introducing the gas from the first stage gas source into an interior volume of the second stage gas source. Gas from the first stage gas source is introduced within the liquefied gas or supercritical carbon dioxide within an interior volume of the second stage gas source.

When the invention is adapted for fire suppression, the output gas from the

15 second stage gas source into flames from a fire or onto a source of fire, thereby suppressing the fire. Preferably, at least one fire suppressant material selected from the group consisting of elemental halogens and alkali metal halides is added to at least one of the pyrotechnic material and the liquefied gas or supercritical carbon dioxide, where the at least one fire suppressant material is coated, encapsulated, or microencapsulated

20 with a protectant material to prevent reaction with the pyrotechnic material. To enhance the fire suppression capability of the invention the gas released by the first stage gas source may be produced from the combustion of a pyrotechnic fire suppression composition, such as those discussed above.

In a further embodiment, the invention is directed to a gas generating

25 device having multifunctional capabilities. The gas generating device comprises a first stage gas source comprising a housing defining an interior volume, the housing containing a pyrotechnic material for producing at least one of heat and gas upon combustion, an igniter for initiating combustion of the pyrotechnic material upon receipt of an initiation signal, a first stage outlet, a first stage outlet seal adapted for sealing the

30 first stage outlet, and a first stage outlet seal opening means for opening the first stage outlet seal upon receipt of an actuation signal to allow the gas to flow from the first stage housing through the outlet, a second stage gas source in fluid communication at a first location with the first stage gas source, and having a second stage outlet at a second location, the second stage gas source containing at least one liquefied gas or

35 supercritical carbon dioxide, and having a second stage outlet seal adapted to maintain

WO 02/22214

PCT/US01/27114

the at least one liquefied gas or supercritical carbon dioxide within the second stage, and to open upon receipt of either an actuation signal by a second stage outlet seal opening means operatively associated with the second stage outlet seal or upon an increase in pressure within the second stage to a predetermined second stage gas pressure, to allow gas to flow from the second stage housing, and a third seal at the first location between the first and second stage gas sources adapted to open when pressure within the first stage gas source attains a predetermined first stage gas pressure upon combustion of the pyrotechnic material to allow gas from the first stage gas source to enter the second stage gas source. The first stage gas source is capable of providing a sufficient quantity of gas at a sufficiently high temperature to vaporize at least a portion of the liquefied gas or supercritical carbon dioxide in the second stage gas source.

The gas generating device may further comprise a pressurized gas at a storage pressure in the interior volume of the first stage gas source, where the first stage outlet seal and the third seal are adapted to maintain the pressurized gas at the storage pressure within the interior volume prior to combustion of the pyrotechnic material.

To generate a gas with the multifunctional gas generating of the invention, at least one of the igniter, the first stage outlet seal opening means, and the second stage seal opening means is actuated to release a gas from at least one of the first stage gas source and the second stage gas source. For example, initiation of combustion of the pyrotechnic material using the igniter produces a first gas pressure within the first stage gas source of at least the predetermined first stage gas pressure. As a result, the third seal between the first and second stage gas sources open, introducing the gas from the first stage gas source into the second stage gas source, thus vaporizing the liquefied gas or supercritical carbon dioxide within the second stage gas source. The introduction of gas from the first stage into the second stage produces a second gas pressure within the second stage of at least the predetermined second stage gas pressure to open the second stage outlet seal, thereby opening the second stage seal, and releasing a gas comprising gas from the first stage gas source and gas from the second stage gas source through the second stage outlet

Alternatively, the igniter may be used to initiate of combustion of the pyrotechnic material, producing a gas pressure within the first stage gas source less than the predetermined first stage gas pressure, and actuating the first stage outlet seal opening means, thus opening the first stage outlet. Similarly, the second stage outlet

WO 02/22214

PCT/US01/27114

seal opening means may be actuated, opening the second stage outlet, and allowing a gas to flow from the second stage gas source through the second stage outlet.

The invention may be used to suppress a fire using the multifunctional gas generating device described above by actuating at least one of the igniter, the first stage outlet seal opening means, and the second stage seal opening means to release a fire suppressing gas from at least one of the first stage gas source and the second stage gas source, and directing the fire suppressing gas at a source of fire, thereby suppressing the fire.

10

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a sectional view of the apparatus of the present invention including first and second gas generating components, where the first stage is a hybrid gas generator;

FIG. 2 is a sectional view through the first stage gas source, taken along line 2--2 of FIG. 1;

FIG. 3 is a sectional view through the second stage gas source, taken along line 3--3 of FIG. 1;

FIG. 4 illustrates an alternate embodiment of a second stage gas source according to the invention, having a metering tube extending into the second stage for directing gas therein from the first stage, the metering tube provided with a perforated plug in a terminal end thereof;

FIG. 4A is an enlarged sectional view of a portion of FIG. 4 with the aperture of the gas directing means located at a first position (Position A) of the means;

FIG. 5 is a view similar to FIG. 4 illustrating an embodiment with tube perforations in the end portion of the tube opposite the terminal end of the tube extending into the second stage;

FIG. 5A is an enlarged sectional view of a portion of FIG. 5 with the aperture of the gas directing means located at a second position (Position B) of the means;

FIG. 6 illustrates a further alternate embodiment of the second stage gas source;

FIG. 6A is an enlarged sectional view of a portion of FIG. 6 with the aperture of the gas directing means located at a third position (Position C) of the means;

WO 02/22214

PCT/US01/27114

FIG. 7 is a graph of the different temperature profiles obtained by introducing the output of the first stage into three different positions within the second stage; and

Fig. 8 is a sectional view of the apparatus of the present invention including first and second gas generating components, where the first stage is a pyrotechnic gas generator;

FIG. 9 is a sectional view through the first stage gas source, taken along line 9--9 of FIG. 8;

FIG. 10 is a sectional view through the second stage gas source, taken along line 10--10 of FIG. 8;

Fig. 11 illustrates a multi-functional embodiment of the gas generating device of the invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

As used herein, the terms "gas generator" and "gas generating device" refer to any device that rapidly generates a quantity of gas under pressure on demand.

As used herein, the terms "fire suppression", "flame suppression", and "suppression" refer to inhibiting, suppressing, or extinguishing a flaming or non-flaming fire. As will be understood by those skilled in the art, a fire may exist without flames.

That is the fire may involve a smoldering material that does not produce flame, typically because of an insufficient amount of heat or oxidizer. A "fire suppression material" or a "fire suppression composition" is any material that suppresses fire by physical or chemical means, and a "pyrotechnic fire suppression material" is any material that, upon combustion, produces one or more combustion products that suppress fire.

As used herein, the term "propulsion device" refers to any device that rapidly generates a gas at a sufficiently high velocity to generate thrust.

As also used herein, the term "temperature profile" refers to the change in temperature with time of the gaseous fire suppressant output of the gas generating device of the invention.

The present invention is directed to gas generators, such as, e.g., inflators, propulsion devices, and fire suppression devices. The invention is further directed to methods of generating gas for, e.g., inflating an inflatable object, rapidly suppressing fire, or for providing thrust. In a first embodiment, the gas generator of the invention comprises a pure pyrotechnic or hybrid first stage gas source that produces a gas in an amount and at a temperature sufficient to vaporize a quantity of liquified gas located in a

WO 02/22214

PCT/US01/27114

second stage gas source, operatively associated with the first stage gas source, when at least a portion of the gas from the first stage is introduced into the second stage at a location within the liquefied gas.

Pure pyrotechnic gas generators produce all of the output gas by
5 combustion of a pyrotechnic gas generating composition, and may be of the type commonly used as inflators in automotive air bag passive restraint systems, in a manner well known in the art. However, pyrotechnic gas generators useful in the present invention may vary significantly in size, depending upon the application. Pyrotechnic gas generators typically comprise a housing containing a pyrotechnic material capable
10 of generating, upon combustion, a volume of hot gas, an initiator or igniter to initiate combustion of the pyrotechnic material, and, optionally, a seal that opens at a predetermined pressure to release the pent-up hot gases, such as a rupturable diaphragm, pop-off valve, a pressure sensor and electronically actuated valve, or other means known in the art. Upon receiving an appropriate signal, the initiator causes the
15 pyrotechnic material to burn, generating a hot gas for mixing with and thereby heating the stored gas. Where the optional seal is used, the pressure within the housing is raised to the predetermined pressure, opening the seal, and releasing the gas.

Hybrid gas generators increase the pressure of a pressurized gas within the generator housing using heat from the combustion of a pyrotechnic material. The
20 increase in pressure causes a seal in the housing of the gas generator to open at a predetermined pressure releasing the gas, resulting in an output gas that is a combination of the heated pressurized gas and any combustion products formed in the combustion of the pyrotechnic material. In many applications, the hybrid gas generator is preferably a high thermal efficiency generator of the type disclosed in co-pending,
25 co-assigned Application No. 08/587,773, filed December 22, 1995, now U.S. Patent No. X,XXX,XXX, or in co-assigned Application No. 09/444,730 (the '730 application), filed November 19, 1999. The contents of these references are incorporated herein by reference to the extent necessary to supplement this specification.

Pyrotechnic materials commonly useful in both pure pyrotechnic and
30 hybrid gas generators include commonly available pyrotechnic propellants, such as, e.g., a mixture of at least one of ammonium nitrate, potassium nitrate, or potassium perchlorate oxidizer and an energetic fuel, such as, e.g., RDX, HMX, CL-20, TEX, NQ, NTO, TAGN, PETN, TATB, TNAZ, and mixtures thereof. Relatively hot gases produced from the combustion of the pyrotechnic material is then used to provide the gas required
35 to vaporize the liquified gas in the second stage gas source.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

In one embodiment of the invention, to aid in the suppression of fire by adding a source of free radicals, either or both of the pyrotechnic material used in the first stage and the liquified gas is mixed with or contains at least one of a molecular, i.e., elemental halogen, preferably iodine or bromine, and most preferably iodine, or an alkali metal halide, preferably potassium bromide or potassium iodide, most preferably potassium bromide. Halogen atoms, such as atomic bromine and iodine atoms, which are free radicals, are believed to disrupt fire-propagation chain reactions in flames from a fire, which are the various reactions involving molecular oxygen and free radicals such as atomic hydrogen, atomic oxygen, and hydroxyl that produce fire, and produce the heat that keeps a fire burning, thus terminating the chain reactions and preventing combustion. As a result, the fire suppressing gas produced with the invention rapidly suppresses flame associated with the fire. Where reaction with the pyrotechnic material is a concern during long-term storage, the halogen or halide may be coated, encapsulated, or microencapsulated with a non-reactive material in a manner well known in the art before insertion into or mixing with the pyrotechnic material. Suitable coatings include, but are not limited to epoxies, polyurethanes, polyesters, and cellulose acetate.

Preferably, for use in fire suppression devices, the pyrotechnic material is a fire suppressant composition, i.e., a composition that, upon combustion, produces gaseous fire-suppressing byproducts with or without the addition of halogens or halides. The gaseous fire-suppressing byproducts suppress fire by excluding oxygen and/or by actively interfering with the fire propagation chain reactions. The production of free radicals from the combustion of a fire suppression material may be augmented by the addition of a halide or elemental halogen, as discussed above.

Most preferably, for use in fire suppression devices, the pyrotechnic material is a pyrotechnic fire suppressant composition of the type disclosed in U.S. Patent Nos. 5,861,106 and 6,019,177 to Olander ("the Olander patents"), the teachings of which are expressly incorporated herein by reference in their entirety. The fire suppression compositions disclosed by Olander comprise an inorganic halogen-containing component comprising bromine, iodine, or a mixture thereof, and an organic binder system, preferably having a heat of formation of less than about 200 cal/g, where the composition is solid at a temperature below 100°C, when cured, and combusts at a temperature between about 160°C to 1200°C to produce a plurality of reaction products, which are preferably gaseous, and which typically comprise H₂O, CO, KI, KBr, H₂, COH₂, O₂, I₂OH, K₂I, and mixtures thereof, that suppress fire. The reaction

WO 02/22214

PCT/US01/27114

products may undergo various chemical reactions in the fire, such that substantially all of the halogen is converted into a solid form after suppressing the fire or leaving the region of the flames produced by the fire, which facilitates cleanup once the fire is out.

Inorganic halogen-containing components taught by Olander that are
 5 useful in the invention include, e.g., potassium bromide, potassium bromate, potassium iodide, potassium iodate, ammonium bromide, ammonium bromate, ammonium iodide, ammonium iodate, and mixtures thereof. Preferably, the inorganic halogen-containing component is potassium iodate, potassium bromate, potassium bromide, ammonium iodate, or a mixture thereof.

10 The organic binder system taught by Olander comprises a binder resin of at least one curing binder, melt cast binder, solvated binder, or a mixture thereof, a curative present in about 1 to 3 weight percent, and a plasticizer present in about 10 to 30 weight percent, where the organic binder system has a heat of formation of less than about 200 cal/g. The binder resin is preferably carboxy-terminated polybutadiene,
 15 polyethylene glycol, polypropylene glycol, hydroxy-terminated polybutadiene, polybutadiene acrylonitrile, polybutadiene acrylic acid, butacene, glycol azido adipate, polyglycol adipate, or a mixture thereof. The organic binder system may further comprise at least one of a curing or bonding agent, an antioxidant, an opacifier, and a scavenger.

20 The fire suppressing properties of the pyrotechnic propellant in a pyrotechnic first stage source may also be improved by adding a source of free radicals. As the compositions taught by Olander comprise a halide, the propellant preferably further comprises an elemental halogen, which is preferably iodine or bromine, and most preferably iodine, to improve its fire suppressing properties. Again, where reaction
 25 between the elemental halogen and the propellant may cause a degradation of the propellant during storage, coating, encapsulating, or microencapsulating the halide or halogen by any means known in the art is desirable. The halide or elemental halogen is preferably coated, encapsulated, or microencapsulated with a non-reactive material in a manner well known in the art before insertion into or mixing with the pyrotechnic
 30 material. Suitable coatings include, but are not limited to epoxies, polyurethanes, polyesters, and cellulose acetate.

The liquefied gas in the second stage gas source, when vaporized or released, exits the second stage component with the output of the first stage gas source in a gaseous form. The output gas may be used in any application where a relatively
 35 cool gas is required, such as, e.g., as an inflation gas, to provide thrust for a propulsion

WO 02/22214

PCT/US01/27114

device, or as a fire extinguishing gas. Preferably, the liquefied gas in the second stage cools the output of the first stage gas source. The first and second stage gas sources are in fluid communication, such that, gas produced in the first stage may be introduced into the liquefied gas in the second stage gas source, as described below, thereby

5 vaporizing the liquefied gas, and increasing the pressure within the second stage gas source. When the pressure within the second stage gas source is increased, a seal in the second stage gas source opens, allowing the gas produced by the first stage and the vaporized gas from the second stage to exit from the gas generator of the invention. The first and second stage gas sources may be of the type disclosed in U.S. Patent No.

10 5,988,438 to Lewis et al., the teachings of which are incorporated by reference to the extent necessary to supplement this specification.

A gas generator in accordance with the present invention utilizing a hybrid first stage is shown in FIG. 1. Gas generating device 100, as illustrated in Fig. 1, comprises a hybrid gas generator as a first stage gas source 101 for producing relatively

15 hot gas and a second stage gas source 102 containing a liquefied gas or supercritical carbon dioxide 11 for producing a relatively cool gas. In the present invention, the hybrid inflator used as first stage gas source 101 comprises a housing 1 defining a first interior volume 6, containing a pressurized gas, that is preferably inert, such as nitrogen or argon, a pyrotechnic material 3p, and an initiator 5, such as, e.g., a pyrotechnic squib,

20 to initiate the combustion of pyrotechnic material 3p. Other useful initiators for initiating the pyrotechnic materials useful in the invention are well known in the art. The pressurized gas may be introduced into the housing through a fill port 9. A first stage seal 8 situated within a first stage outlet aperture 7 maintains the pressure of the pressurized gas within the interior volume 6, but opens when the gas attains a

25 predetermined higher pressure upon combustion of pyrotechnic material 3p. The first stage seal 8 may be a rupturable diaphragm, a pop-off valve, a pressure sensor and electronically actuated valve, or any other means known in the art.

The pyrotechnic material 3p may be any pyrotechnic material known in the art, such as those described above, that has a rapid burn rate, i.e., typically, less than

30 about 10 milliseconds, and may be shaped into any form that allows for the rapid combustion of the material, e.g., powder, flakes, pellets, or stick. The pyrotechnic material 3p may be located within a holder 2h optionally having an end plug 4, as shown in FIG. 1. Either or both of holder 2h and end plug 4 may be solid, frangible or porous, as long as the holder 2h and end plug 4 allow the hot gases formed from the

35 combustion of pyrotechnic material 3p to readily escape from the holder 2h to heat the

WO 02/22214

PCT/US01/27114

pressurized gas in volume 6, thereby increasing the pressure of the gas. However, the pyrotechnic material in the preferred first stage gas source need not be stored in a container, as shown in FIG. 1, but, instead, may be formed into a stick, applied in a thin coating over a layer of insulating material on a surface within the first stage housing 1, or in any other configuration, as would be well known in the art, that is adapted to provide the required burning rate.

As discussed above, the combustion of the pyrotechnic material 3p adds heat energy to the pressurized inert gas, increasing the pressure within the first stage housing 1. The first stage seal 8 opens when the pressure of the inert gas attains a predetermined higher pressure, allowing the gas from the first stage gas source 101 to expand and pass through the first stage outlet aperture 7 into the second stage gas source 102 of the inflator 100 within liquefied gas or supercritical carbon dioxide 11. This process preferably occurs in a time sufficiently short to prevent any substantial transfer of heat to the first stage housing 1.

Second stage gas source 102 comprises a second housing 10, having a second interior volume 13 with an inner surface, and contains a stored liquified gas or supercritical carbon dioxide 11. Typically, where a liquefied gas is utilized, a small ullage volume 17 of non-liquified gas may be present. Although the second stage housing 10, as well as the first stage housing 1, may be cylindrical, as shown in FIGS. 1, 2, and 3, these housings may be constructed in any shape that meets the space requirements for a given application, and allows for the rapid generation of gas.

Liquified gas 11 may be any gas known in the art that may be stored in a liquid state when pressurized, and which rapidly vaporizes when heated or when the pressure on the gas is reduced. Gases that may be liquified for use in the invention, either alone or in combination, include, but are not limited to, carbon dioxide, nitrogen, and freons and halons, i.e., chlorofluorocarbons and bromofluorocarbons, which are now available commercially in forms that, unlike Freon 11, CFCL₃, and Freon 12, CF₂Cl₂, contain at least one hydrogen atom, and, thus, are chemically removed in the lower atmosphere, preventing the introduction of the chlorine and bromine atoms in the molecules into the stratosphere, and the resulting removal of ozone from the ozone layer. Preferably, the liquified gas is carbon dioxide or a mixture of carbon dioxide with up to about 25 percent nitrogen. It is important to understand that chlorofluorocarbons and bromofluorocarbons should not be used in fire suppression applications where the chlorofluorocarbons and bromofluorocarbons are subjected to high temperatures that result in the production of hydrogen fluoride. For use in fire suppression devices,

WO 02/22214

PCT/US01/27114

liquefied gas or supercritical carbon dioxide 11 is mixed with an elemental halogen or alkali metal halide to provide additional free radicals.

Supercritical carbon dioxide is particularly useful in fire suppression devices, because of it is capable of absorbing a large quantity of elemental iodine, which provides flame suppressing free radicals when exposed to the heat of the flames.

Supercritical carbon dioxide is carbon dioxide at a temperature higher than its critical temperature, T_c , of 31° (87.8°F). A gas at a temperature higher than the critical temperature of the gas will not liquefy no matter how much pressure is applied to the gas.

Second stage housing 10, further comprises a gas fill port and plug 12, which may be used to monitor the pressure of the stored liquified gas or supercritical carbon dioxide 11, and a second stage outlet aperture 14 closed with a second stage seal 15. Second stage seal 15 maintains liquified gas or supercritical carbon dioxide 11 within the interior volume 13 of second stage housing 10 at a first, storage pressure, but opens when the liquified gas is vaporized or the pressure of the or supercritical carbon dioxide is increased by the introduction of relatively hot gas from first stage gas source 101, and the pressure within second stage gas source 102 increases to a predetermined higher pressure. As with first stage seal 8, second stage seal 15 may be a rupturable diaphragm, a pop-off valve, a pressure sensor and electronically actuated valve, or any other type of openable seal known in the art.

Housing 10 may also comprises an outlet 16. For a fire suppression device, outlet 16 may be used for directing the output gas at fire or the flames from a fire, such that when second stage seal 15 opens, vaporized gas flows from the interior volume 13 of second stage housing 10, either alone or in combination with gas released from first stage gas source 101, through the second stage outlet aperture 14 and out outlet 16. When the apparatus of the invention is adapted for use as a propulsion device, outlet 16 may be an expansion cone to maximize thrust.

Second stage gas source 102 also preferably comprises means for directing a quantity of gas from the first stage gas source to a predetermined location within second stage gas source 102. Preferably, this means is a metering tube 20. The diameter of metering tube 20 is typically approximately equal to that of first stage orifice 7, but may be adjusted to control the velocity of the gases in metering tube 20, depending on the application. Metering tube 20 introduces the quantity of relatively hot gas from first stage gas source 101 into liquified gas or supercritical carbon dioxide 11 within interior volume 13 of second stage housing 10. Where second stage housing 10

WO 02/22214

PCT/US01/27114

is cylindrical, metering tube 20 is typically concentric with the housing 10 as shown in FIGS. 1 and 3, but may be adapted to introduce the output gas from first stage gas source 101 at any point within liquified gas or supercritical carbon dioxide 11 that will provide a desired output gas temperature profile. Metering tube 20 may be either open or closed at tube end 22, and can be varied in length to extend to substantially any part in the interior of volume 13. Where tube end 22 is closed, metering tube 20 must be otherwise adapted to allow gas from first stage gas source 101 to enter interior volume 13 of second stage housing 10 to vaporize liquified gas or supercritical carbon dioxide 11. This may be accomplished by using a porous material to form metering tube 20, or by placing one or more appropriately sized holes in the walls of metering tube 20. The placement of the holes and/or the length of metering tube 20, where tube end 22 is open, may be used to control the temperature of the gas exiting the inflator.

For example, when tube end 22 is open as shown in FIG. 1 or where tube end 22 is closed, and metering tube 20 defines one or more openings 34 either near its end 22 or in a perforated plug 33, as shown in FIGS. 4 and 4A, the initial output from the second stage gas source 102 is relatively hot, followed by progressively colder gas as the liquified gas or supercritical carbon dioxide 11 vaporizes and exits through the second stage outlet aperture 14. This corresponds to temperature profile A in FIG. 7.

Alternatively, to obtain an output gas temperature profile that becomes progressively warmer as vaporized gas exits the inflator, as shown in temperature profile B in FIG. 7, the output from the first stage gas source should be introduced into the liquified gas or supercritical carbon dioxide at a location opposite second stage outlet aperture 14. This may be accomplished by using a short, open metering tube 20, or by closing end 22 of metering tube 20, typically, with a blank or solid plug 36, and providing openings 38 in metering tube 20 at the end opposite end 22, as shown in FIGS. 5 and 5A.

It is also possible to obtain an output gas having a substantially constant temperature after a short period of operation, as shown in temperature profile C, by locating the output of the metering tube 20 near the center of second stage housing 10. This is shown in FIGS. 6 and 6A, where openings 40 are located about halfway along the length of metering tube 20. This configuration is particularly useful when the gas generation device is utilized as a fire suppression device.

As will be obvious to one of ordinary skill in the art, the means for directing a quantity of relatively hot gas from the first stage gas source 101 to a predetermined location within the second stage gas source 102 may take on a variety of shapes and

WO 02/22214

PCT/US01/27114

forms in contrast to the configuration shown, e.g., for metering tube 20 in FIGS. 1 and 3, as long as the output gas from the first stage gas source 101 is introduced into a location or locations within the second stage gas source 102 that allows for the rapid release of gas from the second stage source 102 with the desired temperature profile.

- 5 For example, the gas directing means may comprise any combination of two or more of the metering tubes described above or any other means that allows the introduction of gas into a desired location within the second stage gas source. For a metering tube or tubes, holes may be positioned at various points along the length of the metering tube, or the tubes may be formed from a porous material in which the porosity is uniform or
10 varies along the length of the metering tube 20 to provide the desired temperature profile for the output gas. The optimum configuration required for the gas directing means to provide the optimal output gas temperature profile for any particular application may be easily determined without undue experimentation.

- Another embodiment of the gas generating devices of the invention,
15 utilizing a pyrotechnic gas generator as the first stage gas source, is generally illustrated in FIG. 8. Gas generating device 200 comprises a first stage gas source 201 adapted for producing relatively hot gas that may be a fire suppressing gas, i.e., a gas that suppresses fire by interfering with the fire-propagation chain reactions or by excluding oxygen, and a second stage gas source 202, which contains a liquefied gas 211.
20 Second stage gas source 202, which may be adapted to be activated either independently or co-dependently with the first stage, as described below, is substantially the same as second stage gas source 102 in Fig. 1. Second stage gas source 202 preferably cools the output of first stage gas source 201, and produces a relatively cool gas having a temperature that is sufficiently low to extinguish a fire, suppress fire, and
25 prevent a fire source from re-igniting by removing heat, thereby reducing the temperature to less than the combustion temperature.

- As illustrated in Fig. 8, the pyrotechnic gas generator utilized as first stage gas source 201 comprises a housing 204 defining a first interior volume 206, which volume 206 contains a pyrotechnic material 203 and an initiator 205, such as, e.g., a
30 pyrotechnic squib of the type disclosed in the 'xxx patent and the '730 application. Other initiators useful for initiating the pyrotechnic materials are well known in the art. Initiator 205 is adapted to initiate the combustion of the pyrotechnic material 203, which preferably has a rapid burn rate, i.e., typically, less than about 10 milliseconds. Pyrotechnic material 203 may be shaped into any form that allows for its rapid
35 combustion, e.g., powder, flakes, pellets, or stick, but is preferably castable.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

Pyrotechnic materials useful in the invention are described above. For use in fire suppression devices, propellant 203 is preferably one of those disclosed in the Olander patents, discussed above, which are castable. More preferably, propellant 203 is one of the propellants disclosed in the Olander patents further comprising an elemental
5 halogen to improve fire suppressing properties of the first stage output gas by providing an additional source of free radicals.

A first stage seal 208 is situated within a first stage outlet aperture 207 to maintain liquefied gas or supercritical carbon dioxide 211 within second stage gas source 202, preventing liquefied gas 211 from entering interior volume 206 of first stage
10 gas source 201 prior to the activation of device 200. First stage seal 208 opens when the gas produced by the combustion of propellant 203 attains a predetermined pressure within interior volume 206. First stage seal 208 may be a rupturable diaphragm, a pop-off valve, a pressure sensor and electronically actuated valve, or other means known in the art that performs the required function.

Gas from the first stage gas source 201 expands and passes through the first stage outlet aperture 207 into the second stage gas source 202 of the fire suppression device 200 in the manner described above for device 100. As with second stage gas source 102 in device 100, second stage gas source 202 comprises a second housing 210, defining a second interior volume 213, and contains stored liquified gas or
20 supercritical carbon dioxide 211, as described above in the discussion of apparatus 100. Again, with a liquefied gas, a small ullage volume of non-liquified gas may be present. While second stage housing 210, as well as first stage housing 201, may be cylindrical, as shown in FIGS. 8, 9, and 10, in the alternative, these housings may be constructed in any shape that meets the space requirements for a given application, and allows for the
25 rapid generation of gas.

Second stage housing 210, may further comprise a gas fill port and plug 212, which may also comprise a pressure sensor to monitor the pressure of the stored liquified gas or supercritical carbon dioxide 211, and a second stage outlet aperture 214 closed with a second stage seal 215. The second stage seal 215 maintains the liquified
30 gas or supercritical carbon dioxide 211 within the interior volume 213 of second stage housing 210 at a first, storage pressure, but opens when the liquified gas is vaporized by the introduction of relatively hot gas from the first stage gas source 201, whereupon the pressure within the second stage gas source 202 increases to a predetermined higher pressure. As with the first stage seals 8 and 208, the second stage seal 215 may

WO 02/22214

PCT/US01/27114

be a rupturable diaphragm, a pop-off valve, a pressure sensor and electronically actuated valve, or any other type of openable seal known in the art.

Housing 210 may also comprise an outlet 216. In applications where the apparatus is used as a fire suppression device, outlet 216 may be used for directing the output gas at fire or the flames from a fire, such that when second stage seal 215 opens, vaporized gas flows from the interior volume 213 of second stage housing 210, either alone or in combination with gas released from first stage gas source 201, through the second stage outlet aperture 214 and out outlet 216. Alternatively, when the device is used as a propulsion device, outlet 216 may be an expansion cone to maximize thrust.

As described above in the discussion of device 100, second stage gas source 202 may also comprise means for directing a quantity of gas from the first stage gas source to a predetermined location within the second stage gas source, such as metering tube 220, which typically has a diameter approximately equal to that of the first stage orifice 207, but which may be adjusted to control the velocity of the gases within the tube, depending on the application. Where the second stage housing 210 is cylindrical, metering tube 220 is typically concentric with the housing 210 as shown in FIGS. 8 and 10, but may be adapted to introduce the output gas from the first stage gas source 201 at any point within the liquified gas or supercritical carbon dioxide 211 that will provide a desired output gas temperature profile. Metering tube 220 may be of any configuration described for metering tube 20 of device 200 to provide any of the temperature profiles illustrated in Fig. 7

Again, as with device 100, the composition and temperature of the output gas from gas generating device 200 at any given time during its operation is controlled, at least in part, by the location within the second stage gas source at which the output from the first stage gas source is introduced. Thus, depending upon the location at which the gas is introduced in the second stage gas source, the gas generating device of the invention may be adapted to produce (1) an output gas having a substantially constant temperature throughout the time period during which the device functions, i.e., during the output of the gas, (2) an output gas having an initially high temperature that decreases during the output of the gas, or (3) an output gas having an initially low temperature that increases during the output of the gas. The temperature and composition of the output from the gas generating device of the invention depends on the relative amounts of gas produced by each gas source which comprises the final output.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

Where the output has a substantially constant temperature during the output of the gas, the output comprises a mixture of the output from the first stage gas source and the vaporized gas, and the relative amount of each remains substantially constant during operation of the device.

5 Where the output has an initially high temperature that decreases during the output of the gas, the initial output from the device comprises the output from the first stage gas source as the main component. As the process proceeds, however, the composition of the output first changes to a mixture of the output from the first stage gas source and the vaporized gas. As the process producing the gas proceeds further, the
10 output comprises the vaporized gas as the main component.

Conversely, where the output has a temperature that increases during the output of the gas, the output from the initially comprises the vaporized gas as the main component. As the process proceeds, the composition of the output changes first to a mixture of the output from the first stage gas source and the vaporized gas. Near the
15 end of the process, the output comprises the output from the first stage gas source as the main component.

A gas generating device 200 of the invention having a pyrotechnic gas generator as a first stage gas source 201, operates as follows: initiator 205, typically a pyrotechnic squib, initiates combustion of pyrotechnic material 203 within the first stage
20 gas source 201 producing gaseous combustion products, which may be adapted to have fire suppressing properties. Where first stage seal 208 is utilized, the pressure within interior volume 206 increase until the predetermined pressure at which first stage seal 208 opens is attained. Hot gases from first stage gas source 201 rapidly flow into the second stage gas source 202, preferably through via optional metering tube 220,
25 and into the liquified gas or supercritical carbon dioxide stored in the second stage gas source 202, through either an open end or through the delivery ports in the optional metering tube, as described above, resulting in the vaporization of the liquified gas. The volume, temperature and pressure of gases supplied to the second stage gas source from the first stage gas source may be such that all or substantially all of the liquid gas
30 in the second stage gas source is vaporized. These parameters are readily determinable by one of ordinary skill in the art without the need for any undue experimentation.

As noted above, as long as the output from the first stage gas source is introduced into the second stage gas source within the liquefied gas or supercritical carbon dioxide, a variety of alternative gas dispersing techniques, i.e., other than the
35

WO 02/22214

PCT/US01/27114

optional metering tube, may be used to mix the gas supplied by the first stage gas source with the liquified gas or supercritical carbon dioxide in the second stage gas source, resulting in the vaporization of the liquified gas or an increase in pressure of the supercritical carbon dioxide and the discharge of the combined gases from the second stage gas source. Moreover, in applications where an initial output of a cold gas is desired, only the opening of first seal 208 to allow gas from first stage gas source 201 to flow through first stage outlet aperture 207 into second stage gas source 202 may be required to introduce gas from first stage gas source 201 into second stage gas source 202 and vaporize the liquified gas.

The hot gases dispersed into second stage gas source 202 heat the stored liquified gas, which is preferably stored at a pressure of about 700 to about 1100 psi, more preferably about 900 psi, in the second stage gas source 202, vaporizing the liquified gas or raising the pressure of the or supercritical carbon dioxide, and raising the pressure within the second stage gas source to a pressure at which the second stage seal 15 opens, preferably, at least about 3,500 psi, allowing the gases within the second stage source to expand and exit the second stage gas source through the second stage outlet aperture 214, from which they are directed to a fire.

The temperature of the output gas produced by the gas generating device is preferably no more than about 200°C, and, more preferably, no more than about 100°C. The final temperature of the output gas is controlled by the thermodynamics of the apparatus, as well as the pressure of the atmosphere into which the output of the device is directed and the amounts and compositions of the pyrotechnic material and the liquified gases stored in the first and second stage gas sources. The factors, phenomena, and conditions which effect changes in temperature, pressure, and heat transfer are set forth below.

When the pyrotechnic material within the first stage gas source is burned, gaseous combustion products and heat are produced. Where the first stage gas source is a hybrid gas generator, at least a portion of the pressurized inert gas within the first stage gas source is heated, and, thus, the pressure of the gas increases. Similarly, when the first stage gas source is a pure pyrotechnic gas generator, the release of hot gas causes an increase in pressure within the interior volume of the first stage gas source. In either case, when the pressure of the gas reaches a preselected value, the first stage seal opens, allowing the mixture of combustion gases and, in the case of a hybrid gas generator, inert gas to be isentropically, irreversibly, and essentially adiabatically accelerated through the first stage outlet aperture. At the first stage outlet

WO 02/22214

PCT/US01/27114

aperture, the pressure of the gas mixture from the first stage gas source is reduced to approximately half, and the gas temperature is reduced approximately ten percent.

As gases exit through the first stage outlet aperture, they accelerate to the local speed of sound in the metering tube in the second stage gas source. As no

5 energy is added to the gas at this point, the temperature and pressure of the gas is reduced. The extended metering tube causes the sonic flow of gas to undergo a series of shocks, which partially restores the pressure and temperatures from the first stage gas source. If all motion of the gas was stopped at this point, the pressure of the gas from the first stage gas source would be essentially restored to the head end chamber
10 conditions. However, although the process of gas passage through the first stage outlet aperture is substantially adiabatic, tests have shown that an energy loss of as much as about five percent may occur due to energy losses in the shocks, such as noise and light, resulting in the temperature only being partially restored.

As the mixture of combustion gases and inert gas passes through and out
15 of the metering tube, the gases released by the first stage gas source are at least partially mixed with the liquefied gas stored in the second stage gas source. Although the great majority of the gas from the first stage gas source mixes, at least partially, with the liquefied gas or its vapors in the second stage gas source before exiting the second stage gas source, some of the gases released by the first stage gas source may exit the
20 second stage gas source without mixing with the stored liquefied gas. However, this incomplete mixing does not affect the final result, although it at least partially accounts for the different temperature profiles that are obtained by using different metering tube configurations described above.

As the gases released by the first stage gas source mix with the liquefied
25 gas, the liquified gas vaporizes, absorbing an amount of energy equal to the heat of vaporization of the gas at the temperature of the liquid. As other changes in temperature occur, heat energy is absorbed or released according to the heat capacity of the materials heated or cooled. For example, at 20°C, a gram of CO₂ absorbs 40 calories as it vaporizes, but, where a gram of vaporized CO₂ is heated by 1°C, it
30 absorbs only 0.2 calories.

Although, in theory, the mixture of gases from the first and second stage gas sources expand without doing work, as gases exit from the second stage gas Joule-Thompson cooling results in a decrease in the temperature of the gas.

The present invention is additionally directed, in a further embodiment, to a
35 method of producing a gas, which may be used, e.g., for inflating an inflatable object, for

WO 02/22214

PCT/US01/27114

producing thrust for a propulsion device, or for suppressing and/or extinguishing fire.

The method comprises releasing a sufficient quantity of gas from a first stage gas source into a second stage gas source containing a liquified gas or supercritical carbon dioxide at a sufficiently high temperature to vaporize at least a portion, and, preferably,

5 substantially all of the liquified gas in the second stage gas source. Alternatively, the gas from the first stage gas source may be used to raise the pressure of supercritical carbon dioxide within the second stage gas source. In either case, at least some of the liquified gas or supercritical carbon dioxide is released to produce a gaseous output. The output may then be used for any of the applications described above, as well as any
10 others that may readily occur to those of ordinary skill in the art.

The first and second stage gas sources, either alone or in combination, may be used to generate gas. The method of this invention further comprises selecting proper pyrotechnic materials, orifices, sizes, burst diaphragms or pop-off valves or pressure sensors and electronically actuated valves, and tubes (or other gas
15 dispensers) to accomplish the rapid generation of gas. The nature of the application affects the amount and type of gas required.

In some fire suppression applications, the cooling of the source of fire is not required. Therefore, the use of solely the output from a first stage gas source, whether pure pyrotechnic or hybrid, which exits the first stage source through a
20 corresponding fire suppression output operatively associated therewith may be sufficient, by itself, to suppress and/or extinguish fire. Preferably, such a gas source produces the fire suppressant gas from the combustion of a pyrotechnic gas suppressant material of the type disclosed in the Olander patents. More preferably, the gas suppressant material is that disclosed by Olander combined with an elemental
25 halogen, as described above, which may if desired be coated, encapsulated or microencapsulated. Such a fire suppression device may be used as a "stand-alone" device, or may be a "multi-functional," i.e., multi-component gas generating device, which is adapted to produce a variety of different gaseous outputs, from the first gas source or second gas source either alone or in some combination of the two sources, as
30 described below.

A multi-functional gas generating device in accordance with the invention is illustrated generally in Fig. 11. Multi-functional gas generating device 110 comprises first and second stage gas sources 114 and 116, which correspond to first and second stage gas sources 101 and 102 of device 100, as shown in Fig. 1, and a housing 118 to
35 route the output gas to a desired location. Device 110 can provide three alternative

WO 02/22214

PCT/US01/27114

outputs, and has selective venting capabilities, selectable internal flow paths, and multiple actuation inputs. Device 110 is particularly useful as part of a fire suppression system which incorporates a fire suppression device in accordance with the invention and one or more sensors (not shown) that provide information regarding the type of fire that must be suppressed. Therefore, the use of gas generating device 110 as a fire suppression device will be emphasized in the description below. However, it will be understood by those of skill in the art that gas generating device 110 may be used in other applications where selective outputs are desired.

First stage gas source 114, which may also be referred to as a generant section, defines an interior volume 122, containing a pyrotechnic gas generant material 120, and comprises at least one igniter 130 for initiating combustion of gas generant material 120, an outlet 140, an outlet seal 141, and an outlet seal opening means 142 for opening seal 141 to allow a gas to flow from first stage gas source 114 upon receipt of a signal from a sensor or controller (not shown). Interior volume 122 preferably also contains a pressurized inert gas such as argon or nitrogen. The use of such a pressurized inert gas facilitates regulation of the operating pressure of generant section 114 and, thus, the reaction time. Pyrotechnic material 120 may be any gas generating material known in the art, but, for use as a fire suppressant, is preferably the fire suppressant material disclosed by the Olander patents. As discussed above, pyrotechnic material 120 is preferably non-homogenous, containing an additional active fire suppressant agent 124, such as an elemental halogen or alkali metal halide, as described herein. To avoid adverse reactions between pyrotechnic material 120 and active fire suppressant agent 124, agent 124 is most preferably coated, encapsulated, or microencapsulated, such as, e.g., with an epoxy, polyurethane, polyester, or cellulose acetate.

Second stage gas source 116, which may serve as a coolant chamber, defines a second interior volume 126 in fluid communication with first interior volume 122 that is at least partially filled with a liquefied gas 128. First and second interior volumes 122 and 126 are in fluid communication through aperture 137, which, prior to operation of the device is sealed by a seal 136, such as a rupturable diaphragm, pop-off valve, a pressure sensor and electronically actuated valve, or other means known in the art. When seal 136 opens, gas from first stage gas source 114 flows through aperture 137 into metering tube 139, which directs the gas to a predetermined position within second interior volume 126, as described above. Second stage gas source 116 additionally comprises an outlet 145, an outlet seal 146, and an outlet seal opening

WO 02/22214

PCT/US01/27114

means 147 for opening seal 146 to allow a fire suppressant gas to flow from second stage gas source 116 upon receipt of a sensor or controller (not shown).

Outlet seals 141 and 146 may be a rupturable diaphragm, valve, or other sealing means known in the art. Outlet seals 141 and 146 are operatively associated with seal opening means 142 and 147, and may form a single unit with the opening means, e.g., in the case of electronically controlled valves. Other useful seal opening means include explosive materials, which, when detonated, rupture a rupturable disk, and projectiles that are mechanically or explosively driven into a rupturable disk. Second stage outlet seal 146 must also open when the pressure within second stage gas source 116 attains a predetermined pressure upon vaporization of the liquified gas, or an additional outlet from second stage gas source opens when the predetermined pressure is attained is required to allow for all modes of operation of device 110.

The various modes of operation of device 110 that are possible with the use of igniter 130 and first and second stage outlet seal opening means 142 and 147 either alone or in a variety of combinations are described below. In a first mode, device 110 may be utilized in the same manner as device 100, as described above, providing a gas comprising a combination of gas from first and second stage gas sources 114 and 116. For example, in a fire suppression device, input from a smoke, heat, flame, or other fire sensor (not shown) may be used to activate igniter 130 causing it to ignite pyrotechnic material 120. Combustion of pyrotechnic material 120 elevates the temperature of the fire suppressant ingredients of material 120, as well as agent 124, when present, to an effective state, and additionally heats any surrounding gases as well, increasing the pressure within volume 122. This causes seal 136, which may be, e.g., a frangible disk or pop-off valve to open, allowing gas from generant section 114 to flow into coolant chamber 116, at least partially vaporizing the liquefied gas. This increases the pressure within second volume 128, causing outlet seal 146 to open, allowing the mixed gases to be directed at the fire through outlet 145.

In an alternate embodiment, rather than dispersing a fire suppressing agent within pyrotechnic material 120, the fire suppressing agent may be formed into or incorporated in an ablative structure 135, such as a ring, that is positioned in aperture 137, such that ablative structure 135 is exposed to the output of first stage gas source 114. As the relatively hot gases released from first stage gas source 114 pass over ablative structure 135, structure 135 is ablated releasing the fire suppressing agent into the output gas.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

A variety of alternate modes of operation are also possible for device 110. For example, liquefied gas 128 may be dispersed alone to provide an inert, cold, heavy gas. This is particularly useful for a non-flaming fire in which a heated mass generates and maintains the fire. To release only the inert, cold, heavy gas, a signal from a
 5 smoke, heat, flame, or other fire sensor (not shown) is used to activate second stage seal opening means 147, operatively associated with second stage outlet 145, thereby opening outlet 145. The opening of second stage outlet 145 releases the pressure on liquefied gas 128, allowing the liquid to vaporize and exit through outlet 145 from which it is directed at the fire. The vaporization absorbs a large quantity of heat, substantially
 10 lowering the temperature of the liquefied gas as it vaporizes and exits device 110 through second stage outlet 145.

Similarly, pressurized gas stored in volume 122 of first stage gas source 114 may also be released alone or in combination with the coolant gas from second stage gas source 116 without igniting pyrotechnic material 120 by sending an initiation
 15 signal from a smoke, heat, flame, or other fire sensor (not shown) to activate first stage outlet seal opening means 142, operatively associated with first stage outlet 140, thereby opening outlet 140. To obtain an output that comprises the inert gas from first stage gas source 114 and the coolant from second stage gas source 116, first stage
 20 outlet seal opening means 142 and second stage outlet seal opening means 147 are used to open first stage outlet seal 141 and second stage outlet seal 146 either simultaneously or with a time delay between openings, thereby releasing the pressurized gas and the gas produced from the vaporization of the liquefied gas through
 outlets 140 and 145 without igniting pyrotechnic material 120.

In addition, first stage gas source 114 may be operated alone to provide
 25 active free radicals such as iodine atoms from the combustion of pyrotechnic material 120. To prevent the release of coolant in this mode of operation, first stage gas source output seal opening means 142 must open first stage output 140 before the pressure within volume 122 is sufficiently high to open seal 136. Actuation of first stage output
 seal opening means 142 may be accomplished by any means known in the art, such as,
 30 e.g., by a signal from a timing circuit or a pressure sensor within interior volume 122. An ablative structure 135 containing a fire suppression agent may also be positioned in first stage output 140 to provide additional free radicals.

As with the embodiments described above, the temperature profile, i.e., the output temperature versus dispensing time, is determined by the location at which
 35 output from the first stage gas source is introduced into the liquefied gas within the

WO 02/22214

PCT/US01/27114

second stage gas source. By introducing the first stage output at a point relatively close to the second stage outlet, device 110 will first release a relatively hot gas containing any fire suppressing species produced in the first stage gas source, followed by cooler and then refrigerating gas outputs. In contrast, by introducing the output from the first stage source at a location within the second stage gas source at a distance from the second stage outlet, the relatively cold gas produced by the vaporization of the liquified gas will be initially released, followed by increasing amounts of the relatively hot gases from the first stage gas source. Both sequences have value in fire fighting, depending on the specific application and type of fire.

While it is apparent that the invention disclosed herein is well calculated to fulfill the objects stated above, it will be appreciated that numerous modifications and embodiments may be devised by those skilled in the art. Therefore, it is intended that the appended claims cover all such modifications and embodiments that fall within the true spirit and scope of the present invention.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

THE CLAIMSWhat is claimed is:

1. A gas generating device comprising:
 - a first stage gas source having an outlet and containing a pyrotechnic gas
5 generating material, adapted, upon combustion, to produce a quantity of gaseous combustion products, and, optionally, a compressed gas; and
 - a second stage gas source, containing at least one liquified gas or supercritical carbon dioxide, in fluid communication at a first location with the outlet of the first stage gas source, and comprising an outlet for dispersing gas, wherein the first
10 and second stage gas sources are configured and adapted such that, upon release of gas from the outlet of the first stage gas source at the first location, at least a portion of gas produced by the first stage gas source is introduced into the second stage gas source at a location within the liquefied gas or supercritical carbon dioxide; and
 - wherein the first stage gas source is capable of providing a sufficient
15 quantity of gas at a sufficiently high temperature to vaporize at least a portion of the liquified gas or increase the pressure of the supercritical carbon dioxide in the second stage gas source, thereby increasing the pressure within the second stage gas source, releasing gas from the outlet of the second stage gas source.
- 20 2. The gas generating device according to claim 1, wherein the first stage gas source further comprises:
 - a first stage housing defining a first interior volume, and having an inner surface, the first stage housing containing a pressurized gas at a first pressure in the first interior volume;
 - 25 an igniter in thermal contact with the pyrotechnic material for initiating combustion of the pyrotechnic material; and
 - a first stage seal for sealing the first stage outlet, the first stage seal adapted to maintain the pressurized gas at the first pressure within the first interior volume, and to open when the gas attains a predetermined second, higher pressure
30 upon combustion of the pyrotechnic material located within the first stage housing to allow the gas to pass from the first stage housing through the first stage outlet into the second stage gas source.
- 35 3. The gas generating device according to claim 1, wherein the second stage gas source comprises a second stage housing defining a second interior volume,

WO 02/22214

PCT/US01/27114

an inlet, and gas directing means for directing a quantity of gas from the first stage gas source to a predetermined location within the second stage gas source, wherein the inlet is in fluid communication with the outlet of the first stage gas source and the gas directing means to allow gas to pass from the first stage gas source to the

5 predetermined location within the second stage gas source.

4. The gas generating device according to claim 3, wherein the gas directing means comprises at least one metering tube extending within the interior volume of the second stage housing from the second stage gas source inlet to direct gas from the first stage gas source into the interior volume of the second stage gas source.

10

5. The gas generating device according to claim 4, wherein the at least one metering tube is adapted to direct the gas from the first stage gas source to a location within the interior volume of the second stage housing proximate to the inlet of the second stage gas source.

15

6. The gas generating device according to claim 4, wherein the at least one metering tube is adapted to direct the gas from the first stage gas source to a location within the interior volume of the second stage housing proximate to the outlet of the second stage gas source.

20

7. The gas generating device according to claim 1, wherein the second stage gas source contains a liquefied gas, and wherein the liquefied gas comprises at least one of nitrogen and carbon dioxide.

25

8. The gas generating device according to claim 7, wherein the liquified gas comprises carbon dioxide and up to about 25 mole percent nitrogen.

30

9. The gas generating device of claim 7, wherein the liquified gas is carbon dioxide.

10. The gas generating device of claim 1, wherein the pyrotechnic gas generating material comprises a nitrate or perchlorate oxidizer and an energetic fuel.

35

WO 02/22214

PCT/US01/27114

11. The gas generating device of claim 10, wherein the energetic fuel is selected from the group consisting of RDX, HMX, CL-20, TEX, NQ, NTO, TAGN, PETN, TATB, TNAZ, and mixtures thereof.

5 12. The gas generating device of claim 1, wherein the device is a propulsion device, having an outlet configured and adapted to produce thrust.

13. The gas generating device of claim 1, wherein the device is a fire suppression device, comprising at least one fire suppression material, and is configured
10 and adapted for producing a sufficient quantity of a fire suppressing gaseous product to substantially suppress a fire in an amount sufficient to at least partially suppress a fire.

14. The gas generating device of claim 13, wherein at least one of the pyrotechnic gas generating material and the liquefied gas or the supercritical carbon
15 dioxide is mixed with or includes at least one fire suppressant material selected from the group consisting of elemental halogens and alkali metal halides.

15. The gas generating device of claim 14, wherein the fire suppressant material is at least one of elemental iodine and potassium bromide.
20

16. The gas generating device of claim 14, wherein the fire suppressant material is coated or encapsulated with a protectant material adapted to prevent reaction of the fire suppression material with the pyrotechnic material, liquefied gas, or supercritical carbon dioxide.
25

17. The gas generating device of claim 13, wherein the pyrotechnic gas generating material comprises a nitrate or perchlorate oxidizer and an energetic fuel, and is mixed with or contains the at least one fire suppressant material.

30 18. The gas generating device of claim 17, wherein the fire suppressant material is at least one of iodine and potassium bromide.

19. The gas generating device of claim 17, wherein the energetic fuel is selected from the group consisting of RDX, HMX, CL-20, TEX, NQ, NTO, TAGN, PETN,
35 TATB, TNAZ, and mixtures thereof.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

20. The gas generating device of claim 13, wherein the pyrotechnic gas generating material comprises a pyrotechnic fire suppression material.

5 21. The gas generating device of claim 20, wherein the pyrotechnic fire suppression composition comprises an inorganic halogen-containing component and an organic binder system.

10 22. The gas generating device of claim 21, wherein the pyrotechnic fire suppression composition further comprises elemental iodine.

23. The gas generating device of claim 21, wherein the inorganic halogen-containing component is selected from the group consisting of potassium bromide, potassium bromate, potassium iodide, potassium iodate, ammonium bromide,
15 ammonium bromate, ammonium iodide, ammonium iodate, and mixtures thereof.

24. The gas generating device of claim 21, wherein the organic binder has a heat of formation of less than about 200 cal/g, and wherein the pyrotechnic fire suppression composition is solid at a temperature below 100°C, when cured, and
20 combusts at a temperature between about 160°C to 1200°C to produce one or more reaction products that suppress fire.

25. The gas generating device of claim 24, wherein the reaction products comprise at least one of H₂O, CO, KI, KBr, H₂, COH₂, O₂, I₂OH, K₂I, and mixtures
25 thereof.

26. The gas generating device of claim 21, wherein the organic binder system comprises a binder resin of at least one curing binder, melt cast binder, solvated binder, or a mixture thereof, a curative present in about 1 to 3 weight percent, and a
30 plasticizer present in about 10 to 30 weight percent, based on the total weight of the binder system, where the organic binder system has a heat of formation of less than about 200 cal/g.

27. The gas generating device of claim 26, wherein the binder resin is
35 selected from the group consisting of carboxy-terminated polybutadiene, polyethylene

WO 02/22214

PCT/US01/27114

glycol, polypropylene glycol, hydroxy-terminated polybutadiene, polybutadiene acrylonitrile, polybutadiene acrylic acid, butacene, glycol azido adipate, polyglycol adipate, and mixtures thereof.

- 5 28. The gas generating device of claim 26, wherein the organic binder system further comprises at least one of a curing or bonding agent, an antioxidant, an opacifier, and a scavenger.
- 10 29. A gas generating device, adapted for producing a sufficient quantity of a gaseous fire suppressing material to substantially suppress a fire, the device comprising:
- a first stage gas source containing a pyrotechnic, gas generating, fire suppression composition, which, upon combustion, produces a fire suppressing gas, and, optionally, a pressurized gas; wherein
- 15 the pyrotechnic, gas generating, fire suppression composition comprises an inorganic halogen-containing component, an organic binder system, and at least one elemental halogen.
- 20 30. The gas generating device of claim 29, wherein the at least one elemental halogen is elemental iodine or elemental bromine.
- 25 31. The gas generating device of claim 29, wherein the halogen is coated or encapsulated with a protectant material adapted to prevent reaction with the pyrotechnic composition.
- 30 32. The gas generating device of claim 29, wherein the inorganic halogen-containing compound is present in an amount of from about 70 to 96 weight percent and the organic binder system is present in an amount of from about 4 to 30 weight percent, based on the total weight of the pyrotechnic composition.
- 35 33. The gas generating device of claim 29, wherein the inorganic halogen-containing component is selected from the group consisting of potassium bromide, potassium bromate, potassium iodide, potassium iodate, ammonium bromide, ammonium bromate, ammonium iodide, ammonium iodate, and mixtures thereof.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

34. The gas generating device of claim 29, wherein the organic binder has a heat of formation of less than about 200 cal/g, and wherein the pyrotechnic fire suppression composition is solid at a temperature below 100°C, when cured, and combusts at a temperature between about 160°C to 1200°C to produce one or more reaction products that suppress fire.

35. The gas generating device of claim 34, wherein the reaction products comprise at least one of H₂O, CO, KI, KBr, H₂, COH₂, O₂, I₂OH, K₂I, and mixtures thereof.

36. The gas generating device of claim 29, wherein the organic binder system comprises a binder resin of at least one curing binder, melt cast binder, solvated binder, and a mixture thereof, a curative present in about 1 to 3 weight percent, and a plasticizer present in about 10 to 30 weight percent, based on the total weight of the binder system, where the organic binder system has a heat of formation of less than about 200 cal/g.

37. The gas generating device of claim 36, wherein the binder resin is selected from the group consisting of carboxy-terminated polybutadiene, polyethylene glycol, polypropylene glycol, hydroxy-terminated polybutadiene, polybutadiene acrylonitrile, polybutadiene acrylic acid, butacene, glycol azido adipate, polyglycol adipate, and mixtures thereof.

38. The gas generating device of claim 36, wherein the organic binder system further comprises at least one of a curing or bonding agent, an antioxidant, an opacifier, and a scavenger.

39. The gas generating device according to claim 29, further comprising a second stage gas source in fluid communication at a first location with the first stage gas source, the second stage gas source comprising an outlet, and containing at least one liquified gas or supercritical carbon dioxide;

wherein the first stage gas source is capable of directing a sufficient quantity of gas at a sufficiently high temperature through an outlet therein and into the liquified gas or supercritical carbon dioxide within the second stage gas source to vaporize at least a portion of the liquified gas or supercritical carbon dioxide in the

WO 02/22214

PCT/US01/27114

second stage gas source, which vaporized gas then exits the second stage gas source through the second stage outlet and is directed at the fire.

40. The gas generating device of claim 39, wherein the liquified gas is
5 carbon dioxide.

41. The gas generating device of claim 39, further comprising a halogen dissolved in the liquified gas or supercritical carbon dioxide.

10 42. The gas generating device of claim 41, wherein the halogen is elemental iodine.

43. A method for generating gas, the method comprising:
initiating combustion of a pyrotechnic gas generating material located
15 within a first stage gas source;
introducing gas from the first stage gas source into a liquified gas or supercritical carbon dioxide within a second stage gas source in fluid communication with the first stage gas source, wherein the first stage gas source provides a sufficient quantity of gas at a sufficiently high temperature to vaporize at least a portion of the
20 liquified gas or to cause an increase in pressure of the supercritical carbon dioxide, and at least a portion of the gas introduced into the liquified gas or supercritical carbon dioxide in the second stage gas source is produced by the combustion of the pyrotechnic gas generating material;
vaporizing at least a portion of the liquified gas or increasing the pressure
25 of the supercritical carbon dioxide with the gas from the first stage gas source sufficiently to cause a release of gas from the second stage gas source; and
releasing an output gas from the second stage gas source through an outlet therein, the output gas comprising the vaporized gas from the second stage gas source.

30 44. The method of claim 43, further comprising producing at least a portion of the gas released by the first stage gas source from the combustion of a pyrotechnic gas generating material comprising a nitrate or perchlorate oxidizer and an energetic fuel.

35

WO 02/22214

PCT/US01/27114

45. The method according to claim 43, further comprising providing a first stage housing adapted to contain the pyrotechnic material, the housing defining a first interior volume, and having an inner surface, the first stage housing containing a pressurized gas at a first pressure in the first interior volume, and the housing having a seal adapted to maintain the pressurized gas at the first pressure within the first interior volume, and to open when the gas attains a predetermined second higher pressure; and burning the pyrotechnic material located within the housing to generate heat, thereby increasing the pressure of the pressurized gas to at least a second higher pressure to allow the gas to pass from the housing.

10

46. The method according to claim 43, further comprising:

providing a second stage in fluid communication with the first stage, the second stage comprising a second stage housing defining a second interior volume, an inlet adapted for fluid communication with the first gas source, an outlet, and, optionally, at least one metering tube in fluid communication with the inlet and extending within the interior volume of the second stage housing for introducing the gas from the first stage gas source into an interior volume of the second stage gas source through the at least one metering tube; and

introducing the gas from the first stage gas source within the liquefied gas or supercritical carbon dioxide within an interior volume of the second stage gas source.

47. The method according to claim 46, further comprising adapting the at least one metering tube to release the gas from the first stage gas source at a predetermined location within the interior volume of the second stage housing proximate to the inlet of the second stage.

48. The method according to claim 46, further comprising adapting the at least one metering tube to release the gas from the first stage gas source at a predetermined location within the interior volume of the second stage housing proximate to the outlet of the second stage.

49. The method according to claim 46, further comprising adapting the at least one metering tube to release the gas from the first stage gas source at a predetermined location within the interior volume of the second stage housing intermediate to the inlet and the outlet of the second stage.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

50. The method of claim 43, further comprising directing the output gas from the second stage gas source into flames from a fire or onto a source of fire, thereby suppressing the fire.

5

51. The method of claim 50, further comprising adding at least one fire suppressant material selected from the group consisting of elemental halogens and alkali metal halides to at least one of the pyrotechnic material and the liquefied gas or supercritical carbon dioxide.

10

52. The method of claim 51, further comprising coating or encapsulating the at least one fire suppressant material with a protectant material to prevent reaction with the pyrotechnic material.

15

53. The method of claim 43, further comprising producing the gas released by the first stage gas source from the combustion of a pyrotechnic fire suppression composition.

54. The method of claim 53, wherein the pyrotechnic fire suppression composition comprises an inorganic halogen-containing component and an organic binder system.

55. The method of claim 54, further comprising generating reaction products comprising at least one of H_2O , CO , KI , KBr , H_2 , COH_2 , O_2 , I_2OH , K_2I , and mixtures thereof from the combustion of the pyrotechnic fire suppression composition.

56. The method of claim 55, further comprising converting halogens in the reaction products into solids through chemical reactions occurring within the fire.

57. The method according to claim 43, further comprising providing an output gas having a temperature of no more than about $200^{\circ}C$.

58. A gas generating device, comprising:
a first stage gas source comprising a housing defining an interior volume,
the housing containing a pyrotechnic material for producing at least one of heat and gas

WO 02/22214

PCT/US01/27114

upon combustion, an igniter for initiating combustion of the pyrotechnic material upon receipt of an initiation signal, a first stage outlet, a first stage outlet seal adapted for sealing the first stage outlet, and a first stage outlet seal opening means for opening the first stage outlet seal upon receipt of an actuation signal to allow the gas to flow from the

5 first stage housing through the outlet;

a second stage gas source in fluid communication at a first location with the first stage gas source, and having a second stage outlet at a second location, the second stage gas source containing at least one liquified gas or supercritical carbon dioxide, and having a second stage outlet seal adapted to maintain the at least one

10 liquified gas or supercritical carbon dioxide within the second stage, and to open upon receipt of either an actuation signal by a second stage outlet seal opening means operatively associated with the second stage outlet seal or upon an increase in pressure within the second stage to a predetermined second stage gas pressure, to allow gas to flow from the second stage housing; and

15 a third seal at the first location between the first and second stage gas sources adapted to open when pressure within the first stage gas source attains a predetermined first stage gas pressure upon combustion of the pyrotechnic material to allow gas from the first stage gas source to enter the second stage gas source, wherein

the first stage gas source is capable of providing a sufficient quantity of

20 gas at a sufficiently high temperature to vaporize at least a portion of the liquified gas or supercritical carbon dioxide in the second stage gas source.

59. The gas generating device of claim 58, further comprising a pressurized gas at a storage pressure in the interior volume of the first stage gas

25 source, wherein the first stage outlet seal and the third seal are adapted to maintain the pressurized gas at the storage pressure within the interior volume prior to combustion of the pyrotechnic material.

60. A method of generating a gas using the gas generating device of

30 claim 58, the method comprising:

actuating at least one of the igniter, the first stage outlet seal opening means, and the second stage seal opening means to release a gas from at least one of the first stage gas source and the second stage gas source.

WO 02/22214

PCT/US01/27114

61. The method of claim 60, further comprising initiating combustion of the pyrotechnic material by actuating the igniter, producing a first gas pressure within the first stage gas source of at least the predetermined first stage gas pressure;

opening the third seal between the first and second stage gas sources;

5 introducing the gas from the first stage gas source into the second stage gas source, thus vaporizing the liquified gas or supercritical carbon dioxide within the second stage gas source; and

producing a second gas pressure within the second stage of at least the predetermined second stage gas pressure to open the second stage outlet seal, thereby

10 opening the second stage seal, and releasing a gas comprising gas from the first stage gas source and gas from the second stage gas source through the second stage outlet

62. The method of claim 60, further comprising initiating combustion of the pyrotechnic material by actuating the igniter, thus producing a gas pressure within the

15 first stage gas source, wherein the gas pressure is less than the predetermined first stage gas pressure; and

actuating the first stage outlet seal opening means, thus opening the first stage outlet.

20 63. The method of claim 60, further comprising actuating the second stage outlet seal opening means, opening the second stage outlet, and allowing a gas to flow from the second stage gas source through the second stage outlet.

64. A method of suppressing a fire using the gas generating device of claim 58, the method comprising:

25 actuating at least one of the igniter, the first stage outlet seal opening means, and the second stage seal opening means to release a fire suppressing gas from at least one of the first stage gas source and the second stage gas source; and

30 directing the fire suppressing gas at a source of fire, thereby suppressing the fire.

35

WO 02/22214

PCT/US01/27114

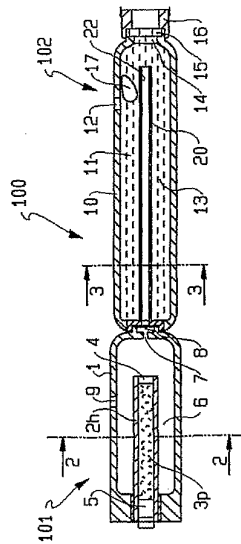


FIG. 1



FIG. 2

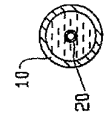
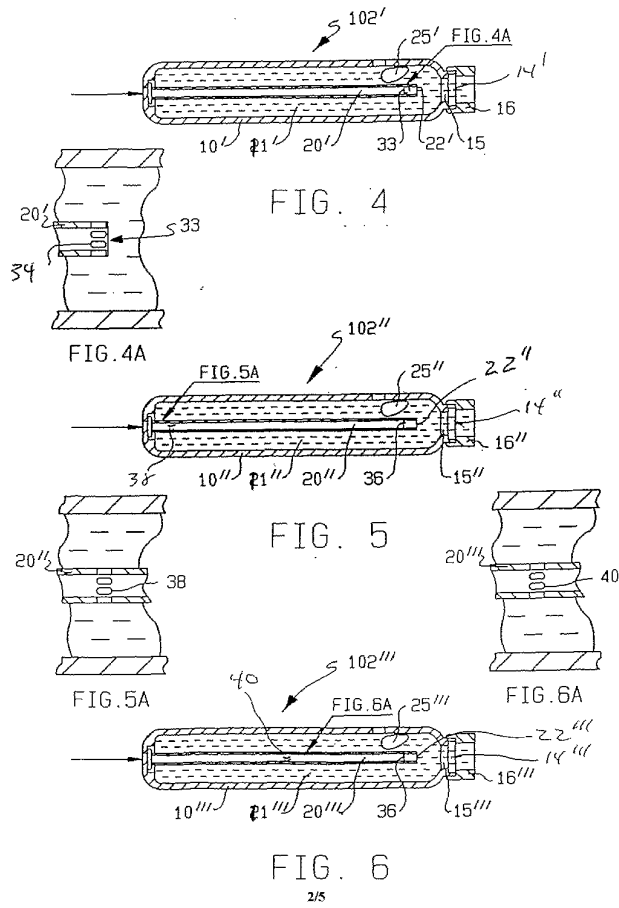


FIG. 3

WO 02/22214

PCT/US01/27114



WO 02/22214

PCT/US01/27114

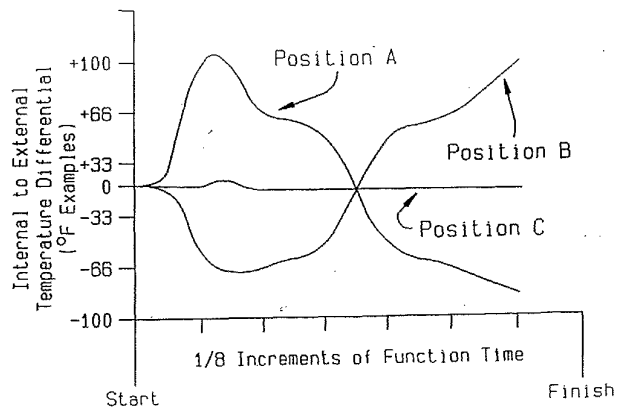


FIG. 7

WO 02/22214

PCT/US01/27114

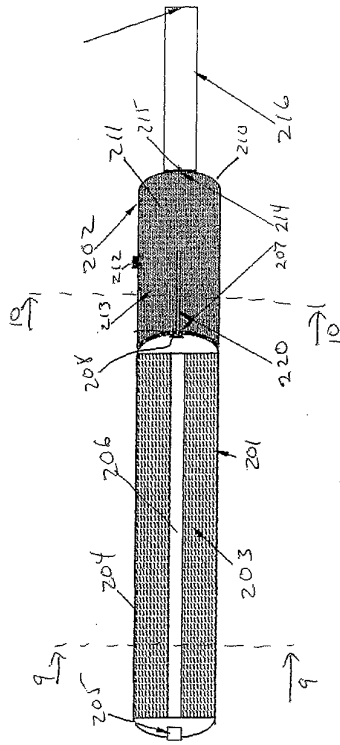


FIG. 8

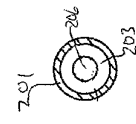


FIG. 9

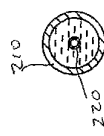
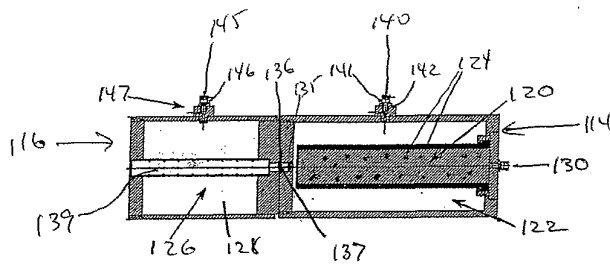


FIG. 10



110
Fig. 11

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
21 March 2002 (21.03.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/22214 A3(51) International Patent Classification⁷: A62D 1/06, 1/08,
C06D 5/00, A62C 35/02, 39/00, 5/00, A62D 1/00

(21) International Application Number: PCT/US01/27114

(22) International Filing Date: 31 August 2001 (31.08.2001)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
09/661,244 13 September 2000 (13.09.2000) US(71) Applicant: UNIVERSAL PROPULSION COMPANY,
INC. [US/US]; 25401 North Central Avenue, Phoenix, AZ
85027-7899 (US).(72) Inventors: LEWIS, Donald, J.; 11863 East Del Timbre
Drive, Scottsdale, AZ 85259 (US); OLANDER, Donald,
E.; 210 E. Calle de Arcos, Tempe, AZ 85284 (US);
MAGENOT, Michael, C.; 14618 North 24th Place,
Phoenix, AZ 85032 (US).(74) Agents: RZUCIDLO, Eugene, C. et al.; Greenberg Trau-
ring LLP, 885 Third Avenue, 21st Floor, New York, NY
10022 (US).(81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU,
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TI, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW.(84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian
patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European
patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).Published:
— with international search report
— before the expiration of the time limit for amending the
claims and to be republished in the event of receipt of
amendments(88) Date of publication of the international search report:
6 June 2002For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guid-
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-
ning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 02/22214 A3

(54) Title: GAS GENERATING DEVICE

(57) Abstract: A method and a device for producing a sufficient quantity of a fire suppressing gaseous product to substantially suppress a fire. The device has a first stage gas source containing a pyrotechnic gas generating material and a second stage gas source in fluid communication at a first location with an outlet of the first stage gas source and, at a second location, with an outlet for dispersing gas. The second stage gas source contains at least one liquified gas or supercritical carbon dioxide, where the first stage gas source is capable of providing a sufficient quantity of gas at a sufficiently high temperature to vaporize at least a portion of the liquified gas or supercritical carbon dioxide in the second stage gas source, thereby producing a fire suppressing gaseous output, which exits the device through the outlet for dispersing gas, in an amount sufficient to at least partially suppress a fire. At least one of the pyrotechnic gas generating material, the liquified gas, and the supercritical carbon dioxide is mixed with or includes at least one fire suppressant material selected from the group consisting of elemental halogens and alkali metal halides.

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US 01/27114
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 A62D1/06 A62D1/08 C06D5/00 A62C35/02 A62C39/00 A62C5/00 A62D1/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 A62C A62D Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) WPI Data, PAJ, EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 423 384 A (GALBRAITH LYLE D ET AL) 13 June 1995 (1995-06-13) column 1, line 12 - line 16 column 2, line 55 - column 3, line 12 column 3, line 42 - line 55 column 4, line 27 - line 39 column 5, line 4 - line 7 column 6, line 58 - column 7, line 18 column 10, line 9 - line 60	1-3, 7-14, 17, 19, 20, 43-46, 50, 51, 53, 55-57
Y		4-6, 15-18, 21-28, 47-49, 52, 54
☒ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
14 March 2002		27/03/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Lamers, W

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 01/27114

C/(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 988 438 A (MAGENOT MICHAEL C ET AL) 23 November 1999 (1999-11-23) cited in the application the whole document	1-11, 43-49,57
Y		4-6, 15-18, 21-28, 47-49, 52,54
Y	US 5 861 106 A (OLANDER DONALD E) 19 January 1999 (1999-01-19) cited in the application the whole document	15-18, 21-28, 52,54
A	DATABASE WPI Section PQ, Week 199729 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class Q49, AN 1997-318284 XP002193090 & RU 2 069 764 C (MINE SAFETY RES INST), 27 November 1996 (1996-11-27) abstract	1-64

1

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

 International Application No
 PCT/US 01/27114

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5423384	A	13-06-1995	US	5449041 A	12-09-1995
			AU	7106094 A	17-01-1995
			EP	0705120 A1	10-04-1996
			JP	9500296 T	14-01-1997
			WO	9500205 A1	05-01-1995
			US	5465795 A	14-11-1995
			US	5609210 A	11-03-1997
			US	5613562 A	25-03-1997
US 5988438	A	23-11-1999	AU	740536 B2	08-11-2001
			AU	3450899 A	11-10-1999
			EP	1093437 A1	25-04-2001
			WO	9947452 A1	23-09-1999
US 5861106	A	19-01-1999	AU	1404199 A	07-06-1999
			EP	1030723 A1	30-08-2000
			JP	2001523493 T	27-11-2001
			NO	20002446 A	21-06-2000
			WO	9925424 A1	27-05-1999
			US	6019177 A	01-02-2000
RU 2069764	C	27-11-1996	RU	2069764 C1	27-11-1996

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C O 6 B 29/00	C O 6 B 29/00	
C O 6 B 31/00	C O 6 B 31/00	
C O 6 B 43/00	C O 6 B 43/00	
C O 6 D 5/00	C O 6 D 5/00	Z

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,PL,PT,RO,RU,S D,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZW

(72)発明者 オランダー, ドナルド イー.

アメリカ合衆国 8 5 2 8 4 アリゾナ テンブ イー. カレ デ アルコス 2 1 0

(72)発明者 マジェノット, マイケル シー.

アメリカ合衆国 8 5 0 3 2 アリゾナ フェニックス ノース トウェンティーフォース プレ
イス 1 4 6 1 8

Fターム(参考) 2E191 AA01 AB02

3D018 MA02 MA05

3D054 DD30

4G068 DA03 DA08 DA09 DA10 DB02 DB15 DC04 DD01