

(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2016-536520

(P2016-536520A)

(43) 公表日 平成28年11月24日 (2016. 11. 24)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>F02K</b>	<b>9/95</b>	<b>(2006.01)</b>	F O 2 K	9/95
<b>F02K</b>	<b>9/44</b>	<b>(2006.01)</b>	F O 2 K	9/44
<b>B64G</b>	<b>1/40</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 G	1/40
				A

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-537912 (P2016-537912)	(71) 出願人	516058344
(86) (22) 出願日	平成26年8月29日 (2014. 8. 29)		デジタル ソリッド ステート プロパル ション, インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成28年3月24日 (2016. 3. 24)		アメリカ合衆国 ネバダ 89511, リノ, ルーイ レーン 5475, ス イート ディー
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/053528	(74) 代理人	100078282
(87) 国際公開番号	W02015/031825		弁理士 山本 秀策
(87) 国際公開日	平成27年3月5日 (2015. 3. 5)	(74) 代理人	100113413
(31) 優先権主張番号	61/871, 767		弁理士 森下 夏樹
(32) 優先日	平成25年8月29日 (2013. 8. 29)	(74) 代理人	100181674
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 飯田 貴敏
		(74) 代理人	100181641
			弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電氣的に点火され、スロットル調整された焦電性推進剤ロケットエンジン

## (57) 【要約】

1つの側面によると、例えば、ロケットエンジン内で、焦電性推進剤を電氣的に点火し、スロットル調整するための装置および方法が提供される。ある実施例では、装置は、電氣的に点火可能な推進剤を燃焼室と対向する電極とに供給するためのインジェクタ本体を含む。第1の電極は、インジェクタ本体に含まれ得、第2の電極は、電氣的に点火可能な推進剤がその近くを流れる際、電氣的に点火可能な推進剤の点火を引き起こすように第1の電極に対して配置される。

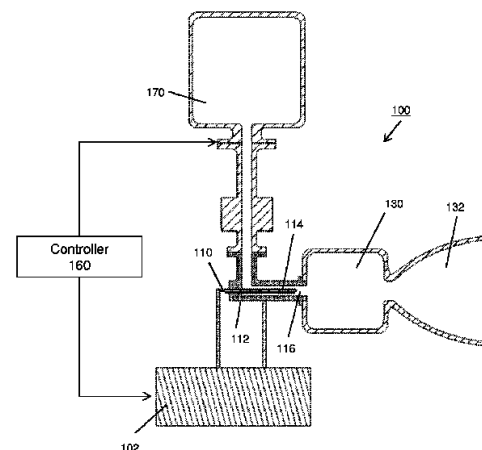


Figure 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

焦電性推進剤を電氣的に点火しスロットル調整するための装置であって、  
電氣的に点火可能な推進剤を供給するためのインジェクタ本体と、  
燃焼室と、  
電極と  
を備え、

第 1 の電極は、前記インジェクタ本体に含まれ、第 2 の電極は、電氣的に点火可能な推進剤の点火を引き起こすように前記第 1 の電極に対して配置される、装置。

**【請求項 2】**

前記電極に電力を提供するための電源をさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 3】**

電力は、燃焼をスロットル調整するように、前記電極に選択的に提供される、請求項 2 に記載の装置。

**【請求項 4】**

前記インジェクタ本体を通過する電氣的に点火可能な推進剤の流れを制御するための流れ制御器をさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 5】**

前記流れ制御器は、燃焼をスロットル調整するように選択的に制御される、請求項 4 に記載の装置。

**【請求項 6】**

前記電極の 1 つが、スブラッシュ板の少なくとも一部を形成する、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 7】**

前記電極の 1 つは、円形電極を形成し、前記インジェクタ本体は、注入された推進剤の円形流を作るように構成される、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 8】**

前記電極は、前記電氣的に点火可能な推進剤の 2 つのストリームを提供するように構成され、前記 2 つのストリームのそれぞれは、逆帯電される、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 9】**

前記電氣的に点火可能な推進剤は、単元推進剤を含む、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 10】**

前記電氣的に点火可能な推進剤は、二元推進剤を含む、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 11】**

請求項 1 - 10 のうちの 1 つまたはそれを上回る前記装置を備える、ロケットエンジン。

**【請求項 12】**

焦電性推進剤を電氣的に点火しスロットル調整するための方法であって、  
電氣的に点火可能な推進剤を、電極に隣接して流れるように注入するステップと、  
前記電氣的に点火可能な推進剤が前記電極に隣接して通過する際、それを点火するように、前記電極に電力を選択的に提供するステップと  
を含む、方法。

**【請求項 13】**

前記電極に電力を供給するステップをさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

**【請求項 14】**

燃焼をスロットル調整するように、前記電極に電力を選択的に提供するステップをさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

**【請求項 15】**

インジェクタ本体を通過する電氣的に点火可能な推進剤の流れを制御するステップをさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 16】

流れ制御器は、燃焼をスロットル調整するように選択的に制御される、請求項 15 に記載の方法。

## 【請求項 17】

前記電極の 1 つは、スプラッシュ板の少なくとも一部を形成し、前記電氣的に点火可能な推進剤の少なくとも一部分は、前記スプラッシュ板に入射するように流れる、請求項 12 に記載の方法。

## 【請求項 18】

前記電氣的に点火可能な推進剤を円形流路に注入するステップをさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

## 【請求項 19】

前記電氣的に点火可能な推進剤は、単元推進剤を含む、請求項 12 に記載の方法。

## 【請求項 20】

前記電氣的に点火可能な推進剤は、二元推進剤を含む、請求項 12 に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

(関連出願の引用)

本願は、ELECTRICALLY IGNITED AND THROTTLED PYROELECTRIC PROPELLANT ROCKET ENGINE と題され、2013 年 8 月 29 日に出願された、米国仮出願第 61/871,767 号の優先権の利益を主張するものであり、該仮出願は、あらゆる目的のために、その全体が参照により本明細書中に援用される。

## 【0002】

開示される実施形態は、概して、電氣的に点火可能な推進剤およびロケットエンジンに関し、より具体的には、電氣的に点火され、スロットル調整された焦電性推進剤ロケットエンジンおよびその操作方法に関する。

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0003】

本発明の 1 つの側面によると、例えば、ロケットエンジン内で、焦電性推進剤を電氣的に点火し、スロットル調整する、装置および方法が提供される。ある実施例では、装置は、電氣的に点火可能な推進剤を燃焼室に供給するためのインジェクタ本体と、電氣的に点火可能な推進剤を帯電させて点火するように配列された対向電極とを含む。例えば、第 1 の電極は、インジェクタ本体に含まれ得、第 2 の電極は、電氣的に点火可能な推進剤がインジェクタ本体から第 2 の電極の近くを流れる際、電氣的に点火可能な推進剤の点火を引き起こすように第 1 の電極に対して配置される。

## 【0004】

別の実施例では、例えば、ロケットエンジン内で、焦電性推進剤を電氣的に点火し、スロットル調整するための方法が提供される。本方法は、電氣的に点火可能な推進剤を電極に隣接して流れるように注入するステップと、電氣的に点火可能な推進剤が電極に隣接して通過する際にそれを点火するように電極に電力を選択的に提供するステップとを含む。

## 【0005】

本明細書に記載される主題の 1 つまたはそれを上回る実施形態の詳細は、付随の図面および以下の記述に説明される。本主題の他の特徴、側面、および利点は、記述、図面、および請求項から明らかとなるであろう。

## 【0006】

本発明の非限定的および非網羅的な実施形態は、以下の図面を参照して記述され、同類の参照番号は、別様に指定されない限り、様々な図面の全体を通して対応する部分を指す。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

【図1】図1は、ある実施例による、中心電極インジェクタシステムを図示する。

【図2A】図2A - 2Cは、別の実施例による、スブラッシュ板を有する中心電極インジェクタシステムを図示する。

【図2B】図2A - 2Cは、別の実施例による、スブラッシュ板を有する中心電極インジェクタシステムを図示する。

【図2C】図2A - 2Cは、別の実施例による、スブラッシュ板を有する中心電極インジェクタシステムを図示する。

【図3A】図3Aおよび3Bは、別の実施例による、円形電極を有する中心電極インジェクタシステムを図示する。

【図3B】図3Aおよび3Bは、別の実施例による、円形電極を有する中心電極インジェクタシステムを図示する。

【図4】図4は、別の実施例による、逆帯電した推進剤ストリームを有する中心電極インジェクタシステムを図示する。

【図5】図5は、本明細書に記載される例示的電極インジェクタおよびロケットエンジンシステムともに使われる、またはこれらと通信する、例示的コンピュータシステムを図示する。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0008】

本記述は、当業者が様々な実施形態を作り、使用することができるように提示される。特定のデバイス、技法、および用途の記述は、実施例としてのみ提供される。本明細書に記載される実施例に対する様々な修正は、当業者にとって容易に明らかであろうし、本明細書で定義される一般原理は、本技術の精神と範囲から逸脱することなく、他の実施例および用途に適用され得る。したがって、開示される技術は、本明細書に記載され示された実施例に限定されることを意図せず、請求項に一致する範囲に従って行われるべきである。

## 【0009】

本発明の1つの側面によると、再生冷却される部品設計付きまたはなしの軽量エンジン内における、焦電性推進剤、特に、電氣的に制御された点火および/または電氣的に補助された燃焼、デジタル制御された（点火および/またはスロットル調整された）推進剤を使用する、システムおよびプロセスが記載される。実施形態および実施例は、二元推進剤エンジン設計（例えば、別個の燃料および酸化剤）、または（例えば、組成的に最適化された）単元推進剤ロケットエンジン、またはこれらの組み合わせを含んでもよく、全てが、電氣的に制御可能な起動停止という焦電性推進剤の特性を使用することによる卓越した新規の利点を有し、加えて、スロットル調整された調整可能な推力を生み出すように流れ制御または可変電力制御される。

## 【0010】

図1 - 4を参照して、焦電性単元推進剤または二元推進剤を使用する、電氣的にスロットル調整可能なエンジンの異なる展開モードが描かれる。単元推進剤として、例えば、可変オリフィスを通した圧力または流量の様々な条件下で、望ましくない混合比（MR）シフトを受けない単一の製剤が、実施例で展開され得る。二元推進剤として、電氣的燃料推進剤または電氣的酸化剤推進剤の別個のストリームは、燃料または酸化剤成分の別個の添加を介し、単元推進剤製剤によって提供され得るよりも高い性能を達成するようにあつらえられた、電氣的に点火可能でスロットル調整可能な挙動を利用することができるが、今のところ、最高性能のための混合比最適条件に制約される。

## 【0011】

焦電性推進剤を伴う二元推進剤または単元推進剤ロケットエンジンの用途は両方とも、新規の特徴として、エンジンの起動停止をも制御する、電氣的に制御されたインジェクタを有する。加えて、燃焼室等の再生冷却される熱交換器部品を含む設計の特徴は、たとえ

軽量であっても、最高性能のために高コストで高温使用が可能な超合金を必要とする無冷却型または放射冷却型設計に比べ、堅牢な従来型構築材料の使用を可能にする。簡素なインジェクタ電極は、特に、電極インジェクタを通して推進剤の質量流量制御と接続されたとき、燃焼圧力、したがって、エンジンの推力を変えるように、電氣的に制御され得る。結果として生じるスロットル調整能力は、簡素な部品および材料とともに、焦電性推進剤によって提供される低減された危険性、低減された毒性、および電気制御性の利点を同時に提供することにより最新水準を高め、これらの高性能焦電性推進剤がまた提供する、高燃焼温度を活発に仲介する堅牢で再生冷却されるエンジン部品の選択肢を伴って、ヒドラジン等の毒性代替品を、同等またはより良好な性能の潜在品と置き換え得る。液体推進剤が「部分的に」通電された電極を横切って、通過して、またはその上を流れる際の滞留時間は、燃焼室に入る前に、事前調整／部分的に反応することができる。

10

#### 【0012】

ある側面では、単元推進剤エンジンは、（従来、負に帯電される）陰極構造または（正に帯電される）陽極構造の両方を有する電氣的に制御されたインジェクタの使用により改善され、高い材料または製造コスト、圧力損失、減少した寿命、および限られたオン・オフデューティサイクルを有する、粒子充填された触媒部または触媒活性な燃焼室を排除する。単元推進剤エンジンのための簡素な設計は、したがって、再生冷却された室を特徴として採用することができ、電氣的に制御されたインジェクタグリッドを伴う焦電性推進剤の使用が無効のときに温度要件を満たすために必要とされる高コスト材料の使用を軽減する。軽量設計では、再生冷却される特徴は、意図される用途についてのコストパフォーマンスのバランスが、一方について他のエンジン概念よりも有益であることが立証され得る際には、不要となる場合もある。

20

#### 【0013】

加えて、いくつかの実施例では、単一設計の再生冷却されたエンジンは、ロケットエンジンまたは飛行体の任務時に顕著に膨張することができる単元推進剤または二元推進剤のいずれかを採用してもよい。したがって、デューティサイクルは、インジェクタとして組み合わせられた陰極／陽極構造の1つまたは複数の要素として電氣的に制御された共通インジェクタグリッドを使用し、従来型バルブおよび質量流量制御器によって制御可能な単元推進剤モードまたは二元推進剤モードを含んでもよい。したがって、オン・オフデューティサイクルまたは推力調整機能を提供する単元推進剤もしくは二元推進剤焦電性推進剤の柔軟性は、飛行体上で利用可能な推進剤の体積によってのみ制限される。

30

#### 【0014】

図1は、ある実施例による、中心電極インジェクタシステム100を図示する。本実施例では、焦電性単元推進剤は、流れ制御および電力変化を介してスロットル調整され、反対の電荷が外側電極本体112上に置かれた状態で、1つの電荷を有する中心電極110の端部または先端で点火される。推進剤は、概して、燃料タンク170から、インジェクタ本体112を通して、断熱材114によって部分的に断熱された中心電極110を含む点火領域116を通して流れる。電氣的に点火可能な推進剤がインジェクタ本体112を通して流れる一方で、電源102からの電力が中心電極110およびインジェクタ本体112に供給されると、燃焼が燃焼室130内で生じ、ノズル132を通して噴出する。システム100は、制御器160によって動的に制御され得る焦電性推進剤の流れ制御および／または電極110、112に供給される電力の量のいずれかによってスロットル調整され得、制御器は、電極インジェクタシステム100と離れてまたは一体となって位置決めされ得る。

40

#### 【0015】

以下により詳細に記述されるように、本明細書に記載される例示的電極インジェクタシステムは、1つまたはそれを上回る電氣的に点火可能な推進剤、すなわち、そこを通る電力によって点火および／または維持される推進剤を使用してもよい。そのような推進剤は、例えば、米国特許出願第7,958,823号、および第8,317,953号、および米国特許出願公開第2011/0259230号（出願第12/989,639号）、

50

および第 2011/0067789 号（出願第 12/993,084 号）に記載され、これらは、制御可能なロケットエンジンにおけるこれらの新規の用途において、単元または二元推進剤の液体またはゲルに共通し得る、固体またはプラスチック推進剤成分の使用に関する。これらの参考文献は、それら全体があらゆる目的のために、参照により本明細書に組み込まれる。

#### 【0016】

図 2A - 2C は、別の実施例による、中心電極インジェクタシステム 200 を図示する。特に、図 2A は、電極インジェクタシステム 200 の斜視図を図示し、図 2B は、内部のスプラッシュ板点火配列を露出したシステム 200 の断面図を図示し、図 2C は、システム 200 のスプラッシュ板点火システムをより詳細に図示する。

10

#### 【0017】

本実施例では、焦電性単元推進剤または二元推進剤は、流れ制御および電力変化を介してスロットル調整され、燃焼室 230 の部品として固定されたスプラッシュ板 210 との衝突時に点火される。他の実施例では、スプラッシュ板 210 は、燃焼室 230 の外側、例えば、インジェクタ本体 212 の遠位端に配置され得るであろう。本実施例では、燃料タンク 201 からの焦電性推進剤ストリームは、それらがインジェクタ本体 212 を通過する際に電源 220 を介して電荷を与えられ、燃焼室スプラッシュ板 210 に置かれた逆の電荷が、推進剤の点火および燃焼を引き起こす。図 2B により明確に見られるように、推進剤は、電荷を提供され、インジェクタ本体 212 を通して流れて、逆帯電したスプラッシュ板 210 を打撃する。帯電した推進剤は、スプラッシュ板 210 との接触時に点火し、燃焼室 230 内でガス生成物に燃焼し、ノズル 232 から噴出し、それによって、推進力を提供する。前述の実施例と同様に、制御器（ここでは図示せず）は、推進剤の流れおよび/またはシステムに提供される電荷を制御するのに使用され得、それによって、システムの推力についての制御を提供する。

20

#### 【0018】

スプラッシュ板は、設計の特徴を含む概念のための実施例として提供され、それにより、推進剤は、逆帯電したグリッド、板、または他の特徴に接触し、電気的制御および/または流量を介した点火および調節を可能にする。帯電した設計の特徴のより上流の位置は、エンジン操作の効率および応答時間を向上させるため、要求に応じて使用される付加的な下流の帯電した表面と一体となって、エンジンの性能を最適化するため、必要に応じて、点火の閾値まで推進剤を徐々に鋭敏化するのに使用され得る。

30

#### 【0019】

図 3A および 3B は、別の実施例による中心電極インジェクタシステム 300 を図示し、電源 320 によって逆の電荷を提供された、インジェクタ本体 312 と円形電極 310 との間の渦巻き電極形態の断面図と斜視図とを含む。本実施例では、タンク 370 からの焦電性単元推進剤または二元推進剤は、推進剤が円形流を作るようにインジェクタ本体 312 によって注入された状態で、流れ制御および電力変化を介してスロットル調整され、この場合は、円形電極 310 との衝突時に点火される。特に、インジェクタ本体 312 は、推進剤を燃焼室 330 内に注入し、その中に、略円形の流れを有するように形成される。第 2 の円形電極 310 は、推進剤の燃焼を接触時に引き起こすように、燃焼室の内壁の周囲に配置される。本実施例および燃焼室 330 内の円形流の利点は、比較的高い燃焼効率と、燃焼室 330（したがって、エンジン）の短い全体的長さを含む。

40

#### 【0020】

図 4 は、別の実施例による、中心電極インジェクタシステム 400 を図示する。本実施例では、焦電性推進剤は、流れ制御および電力変化を介してスロットル調整され、逆帯電した推進剤ストリームの衝突時に点火される。例えば、推進剤は、電源 420 によって帯電したインジェクタ本体 410 および 412 を通過する間に逆帯電されてから、室 430 の前方部内で点火され、燃焼される。ノズル 432 から噴出する熱い燃焼生成物が、推進力を提供する。連続的な推進剤ストリームは、点火を提供するように逆の電荷を与えられる。

50

## 【 0 0 2 1 】

図 1 - 4 として図示される異なる実施形態は、以下に概説されるような様々な利点および性能特性を提供する。本明細書の記述と一致する他の変形および修正も可能であり、考案されることは、当業者によって理解されるであろう。さらに、上で説明された様々な実施形態は、多数の異なるモードで操作され得る。いくつかの実施例では、二元推進剤モードは、エンジンシステム内で別個の燃料と酸化剤とを使用するステップを含む。二元推進剤モードは、概して、簡索性および低減されたコストのために再生冷却される設計の使用を保ちつつ、（例えば、特徴的なインジェクタ噴霧パターンのための概して低い製造コスト）単元推進剤モードに比べてインジェクタを簡素化し、（例えば、それらの毒性が顕著なアルキルヒドラジン燃料系で現在使用される推進剤または窒素酸化物系の酸化剤と比べて）「グリーン」な低減された毒性を伴う焦電性推進剤の使用によるスロットル調整能力および停止起動と、より高い性能と、打撃、摩擦、または静電感度等の低減された取扱い危険性とを提供する。

10

## 【 0 0 2 2 】

別の実施例では、単元推進剤モードは、組成的に最適化された推進剤を使用するステップを含む。単元推進剤モードは、新規の再生冷却能力を提供し、上記の特徴を有するより高性能の推進剤を採用するとき、高温超合金（例えば、高コストのハステロイ、ワスパロイ、またはインコネル系の材料）の必要性を低減または排除し得る。単元推進剤モードはまた、圧力損失、（焼結等の）触媒性能劣化、高コスト、厳しい製造要件、限られたデューティサイクル、付加重量、限られたスロットル調整能力、非効率的な燃焼等を考慮するとき、実用寿命を低減させる、燃焼室内の触媒または別個の触媒バック部の必要性を、低減または排除し得る。

20

## 【 0 0 2 3 】

加えて、他の実施例では、多元または「三元推進剤」モードが使用され得る。一般的な再生冷却設計では、電氣的に制御された電極グリッドインジェクタは、単元または二元推進剤流の連続的な変化の中で機能することができ、流れ制御およびインジェクタグリッドに対する電氣的制御と組み合わせられたときにスロットル調整能力を増補することができる。

## 【 0 0 2 4 】

ガス発生器モード：単元推進剤分解生成ガスの出力は、そのような設計を有する飛行体上のどこかで加圧を提供するように指向され得、流体を移送する仕事をし、バルブまたは可動部品を作動させ、全体的任務の利益のためのそのような仕事をし得る。例えば、ロケット推進に最適な高温、高速の流束の代わりに、あつらえられたガス種の出力が所望される場合、推進動作のための推力を提供するためではなく、推進要素が位置決めされ得る機体上で様々な務めを果たすように加圧ガスを提供するため、同様の概念が採用され得る。

30

## 【 0 0 2 5 】

付加的な燃焼効率、これらの概念の使用のために室が最適化されたときに結果として生じ得、不活性重量をさらに低減させ、推力を増大させ、スロットル調整能力を広げ、一般的な再生エンジン設計または放射冷却設計における任務の有用性を拡大し得る。

## 【 0 0 2 6 】

本明細書に記載される実施形態の側面は、当業者にとって容易に明白ではない、従来型単元および二元推進剤ロケットエンジン両方の主な欠点を克服する。低減された製造コスト、再生設計、または代替として放射冷却されたエンジン設計、触媒の排除、性能強化、毒性、および危険性の低減の組み合わせ特徴は、顕著で、実証フェーズの活動に容易かつ直ちに移行可能である。これらの電氣的に制御された液体推進剤の多面的な性能は、二元推進剤または単元推進剤として、展開されたときに任務の有効性を顕著に強化する広範囲な展開選択肢を含む。

40

## 【 0 0 2 7 】

これらの例示的な新規の用途は、宇宙・防衛任務両方のためになり、概して、化学推進技術への用途を有し得る。用途はまた、特に、油田、鉱業における地下でのエネルギー使

50

用、または海中用途での商業的活動に存在し、それらの高い温度、急速な爆燃、およびガス発生を介して、もしくは調整可能な液体爆発物として仕事をするためのエネルギー論を提供する。

#### 【0028】

図5は、例えば、例示的エンジンへの燃料および/または電力を制御し、スロットル調整することに関連して、上記のプロセスの任意の1つを実行するように構成された例示的演算システム600を描写する。さらに、本例示的演算システムは、ロケットエンジン、ロケットエンジンを含む飛行体に全体的または部分的に含まれ得、もしくはロケットエンジンと通信および/またはこれを制御するように操作可能な周辺デバイスに含まれ得る。この文脈では、演算システム600は、例えば、プロセッサ、メモリ、記憶装置、および入力/出力デバイス(例えば、モニタ、キーボード、ディスクドライブ、インターネット接続等)を含み得る。しかしながら、演算システム600は、プロセスのいくつかまたは全ての側面を実行するための回路または他の特殊なハードウェアを含んでもよい。いくつかの動作設定では、演算システム600は、それぞれがプロセスのいくつかの側面をソフトウェア、ハードウェア、またはそれらのいずれかの組み合わせのいずれかで実行するように構成された1つまたはそれを上回るユニットを含むシステムとして構成され得る。

10

#### 【0029】

図5は、上記のプロセスを実行するように使用され得る多数のコンポーネントを伴う演算システム600を描写する。メインシステム602は、入力/出力(「I/O」)部606と、1つまたはそれを上回る中央処理装置(「CPU」)608と、メモリ部610とを有するマザーボード604を含み、それに関連するフラッシュメモリカード612を有し得る。I/O部606は、ディスプレイ624、キーボード614、ディスクストレージユニット616、およびメディアドライブユニット618に接続される。メディアドライブユニット618は、プログラム622および/またはデータを含有することができるコンピュータ可読媒体620の読み出し/書き込みを行うことができる。

20

#### 【0030】

上記のプロセスの結果に基づく少なくともいくつかの値は、次の使用のために保存され得る。加えて、非一過性コンピュータ可読媒体は、上記のプロセスの任意の1つをコンピュータによって実行するための、1つまたはそれを上回るコンピュータプログラムを格納する(例えば、実体的に具現化する)ように使用され得る。コンピュータプログラムは、例えば、汎用プログラミング言語(例えば、パスカル、C、C++、Java(登録商標))またはいくつかの特殊なアプリケーション特定の言語で書かれ得る。

30

#### 【0031】

様々な例示的实施形態が、本明細書に記載される。参照は、非限定的な意味において、これらの実施例に対して行われる。それらは、開示された技術のより広く適用可能な側面を説明するために提供される。様々な変更が可能であり、均等物は、様々な実施形態の真の精神および範囲から逸脱することなく、置換され得る。さらに、多くの修正が、特定の状況、材料、組成物、プロセス、プロセス行為、またはステップを様々な実施形態の目的、精神、または範囲に適応させるために行われ得る。さらに、当業者によって理解されるように、本明細書に記載され説明される個々の変形のそれぞれは、様々な実施形態の範囲と精神から逸脱することなく、他のいくつかの実施形態のいずれかの特徴から容易に分離され得、もしくはこれらと容易に組み合わせられ得る個別の構成要素および特徴を有する。全てのそのような修正は、本開示に関連付けられる請求項の範囲内であることが意図される。

40

#### 【0032】

本発明の上記書面による説明は、現在その最良の形態として考えられるものを当業者が作り、使用することを可能にするものであるが、当業者は、本明細書の具体的な実施形態、方法、および実施例の変形、組み合わせ、および均等物の存在を理解し、認識するであろう。したがって、本発明は、上述の実施形態、方法、および実施例によってではなく、本発明の範囲および精神内の全ての実施形態および方法によって限定されるべきである。

50



【図 2 A】

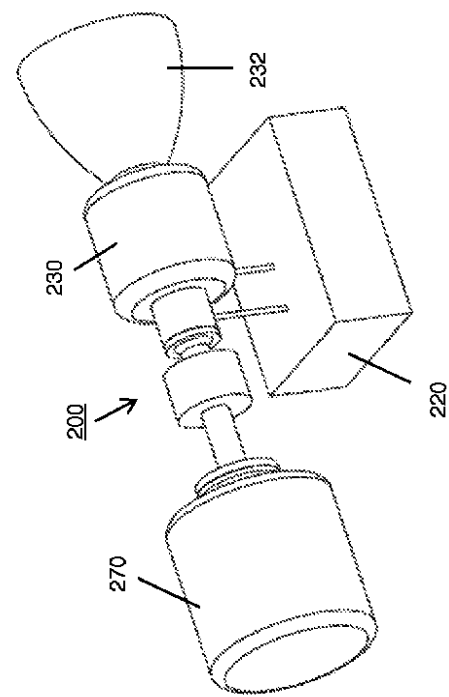


Figure 2A

【図 2 B】

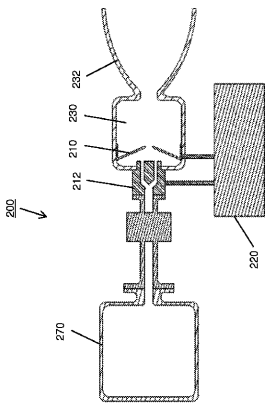


Figure 2B

【図 3 B】

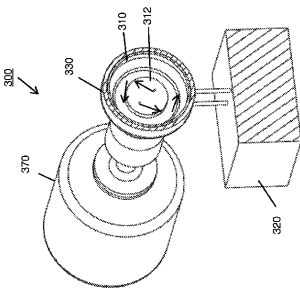


Figure 3B

【図 1】

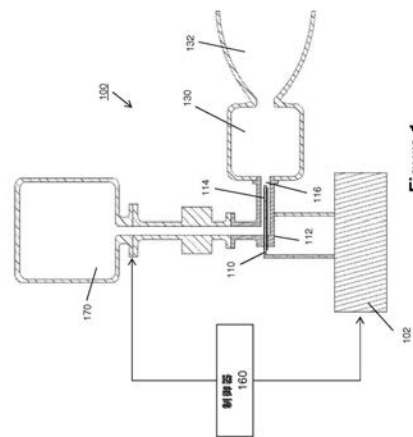


Figure 1

【図 2 C】

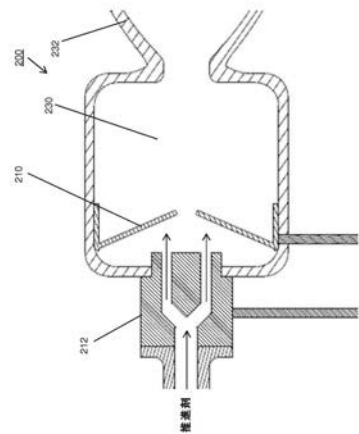


Figure 2C

【図 3 A】

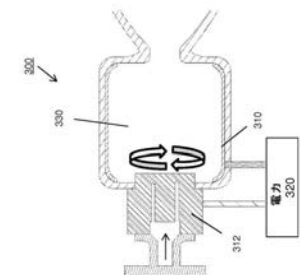


Figure 3A

【 図 4 】

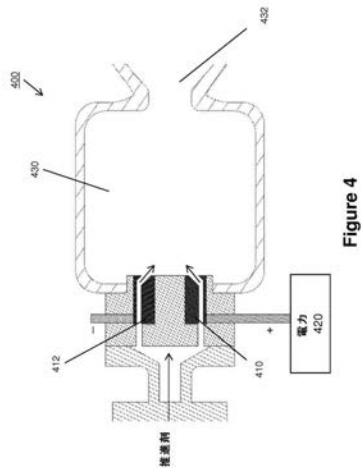


Figure 4

【 図 5 】

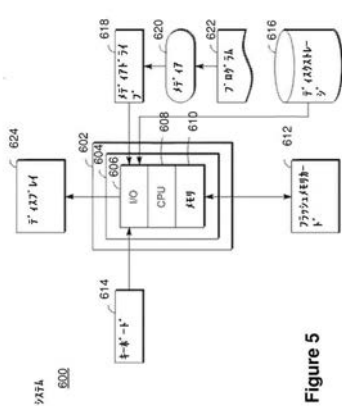


Figure 5

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2014/053528

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - F02K 9/95 (2014.01) CPC - F02K 9/95 (2014.10) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - C06B 45/00; C06D 5/00; F02K 9/00, 9/52, 9/72, 9/94, 9/95 (2014.01) CPC - C06B 45/00, 47/00; C06D 5/00; F02K 9/52, 9/72, 9/94, 9/95 (2014.10) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC - 60/204, 219, 251, 253, 256, 257, 258; 102/202, 202.9 (keyword delimited) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatBase, Google Patents, Google Scholar, Google, YouTube Search terms used: digital solid state propulsion, electrode, ignition, rocket, engine, pyroelectric, ignited		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT.</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/0092521 A1 (DULLIGAN et al) 24 April 2008 (24.04.2008) entire document	1-3, 11-14
Y		4-10, 15-20
Y	US 5,395,076 A (LICHTIN et al) 07 March 1995 (07.03.1995) entire document	4, 5, 15, 16
Y	US 3,057,149 A (LEINWEBER et al) 09 October 1962 (09.10.1962) entire document	6, 9, 10, 17, 19, 20
Y	US 3,790,088 A (WILSON) 05 February 1974 (05.02.1974) entire document	7, 18
Y	US 2007/0079595 A1 (PHILLIPS) 12 April 2007 (12.04.2007) entire document	8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 application or patent 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 November 2014		Date of mailing of the international search report 18 DEC 2014
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 マクファーソン, マイケル ディー.

アメリカ合衆国 ネバダ 89521, リノ, サウス メドーズ パークウェイ 1001,  
ナンバー 1735