

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-100613

(P2018-100613A)

(43) 公開日 平成30年6月28日(2018.6.28)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
F02K	9/36	(2006.01)	F O 2 K 9/36
F02K	9/28	(2006.01)	F O 2 K 9/28

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2016-246585 (P2016-246585)
 (22) 出願日 平成28年12月20日 (2016.12.20)

(71) 出願人 000004341
 日油株式会社
 東京都渋谷区恵比寿四丁目20番3号
 (74) 代理人 110000394
 特許業務法人岡田国際特許事務所
 (72) 発明者 諫間 浩和
 愛知県知多郡武豊町字北小松谷61番地1
 日油株式会社内
 (72) 発明者 佐野 智人
 愛知県知多郡武豊町字北小松谷61番地1
 日油株式会社内

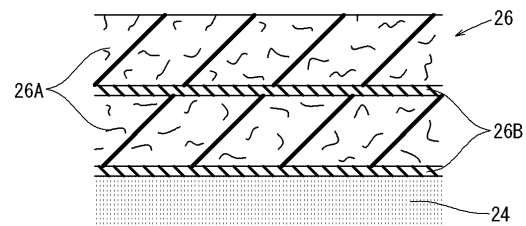
(54) 【発明の名称】 隔膜、及びそれを用いたマルチパルスロケットモータ

(57) 【要約】

【課題】 推進薬の燃焼火炎に晒された場合に、隔膜表面に保持される炭化物の量が過剰にならないように低減することができる隔膜を提供する。

【解決手段】 マルチパルスロケットモータの第1推進薬と第2推進薬24との間に配置される隔膜26は、熱分解により炭化物層を形成する第1耐熱層26Aと第2耐熱層26Bとを有する。第1耐熱層26Aは炭化物層の保持力が第2耐熱層26Bより高く、第1耐熱層と第2耐熱層とは、第1推進薬の燃焼中であって第2推進薬24の燃焼前に、隔膜26の熱分解が第1耐熱層26A側から第2耐熱層26B層に達するよう積層されている。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マルチパルスロケットモータの第 1 推進薬と第 2 推進薬との間に配置される隔膜であって、熱分解により炭化物層を形成する第 1 耐熱層と第 2 耐熱層とを有し、

前記第 1 耐熱層は、前記炭化物層の保持力が前記第 2 耐熱層より高く、

前記第 1 推進薬の燃焼中であって前記第 2 推進薬の燃焼前に、前記隔膜の熱分解が前記第 1 耐熱層側から前記第 2 耐熱層に達するように前記第 1 耐熱層と前記第 2 耐熱層とが積層されている隔膜。

【請求項 2】

前記第 1 耐熱層は、前記第 2 耐熱層より耐熱性繊維の含有率が高い、請求項 1 に記載の隔膜。 10

【請求項 3】

前記第 1 耐熱層は、前記第 2 耐熱層より含有する耐熱性繊維の平均繊維長が長い、請求項 1 に記載の隔膜。

【請求項 4】

前記第 1 耐熱層及び前記第 2 耐熱層は、前記耐熱性繊維と難燃剤とを含有するゴムからなる、請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の隔膜。

【請求項 5】

前記第 1 耐熱層と前記第 2 耐熱層が交互に積層された、請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の隔膜。 20

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の隔膜を有するマルチパルスロケットモータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチパルスロケットモータ用隔膜、及びそれを用いたマルチパルスロケットモータに関する。 30

【背景技術】

【0002】

複数の固体推進薬を装填したマルチパルスロケットモータは、各推進薬を順番に点火・燃焼させることで、推力を任意のタイミングで複数回発生させることができるため、ロケットモータを搭載した飛翔体の飛翔性能を高めることができる。

【0003】

推進薬は燃焼時に数十気圧～100気圧を超える圧力と、3000度を超える温度を生じる。そのため、ロケットモータのモータケースや未燃焼の推進薬は、推進薬の燃焼火炎から保護するために、柔軟性と高い耐熱性を有する断熱材や隔膜によって覆われている（特許文献1及び2参照）。特に推進薬を保護する隔膜には、耐熱性が高いゴムの中に、さらに耐熱性を高めるために耐熱性繊維と難燃剤を配合したものが使用される。 40

【0004】

マルチパルスロケットモータでは、第1推進薬が点火され、第2推進薬を覆う隔膜が第1推進薬の燃焼火炎に晒されると、ゴムと共に耐熱性繊維や難燃剤が熱分解を始める。この熱分解の際に、ゴムや耐熱性繊維から発生した炭化物や難燃剤の熱分解物が隔膜表面に厚い炭化物層を形成する。一旦、隔膜表面に炭化物層が形成されると、この炭化物層が火炎をさえぎるため、ゴムへの熱伝達量が減って熱分解速度が低減される。そのため、炭化物層を保持する役割を果たす耐熱性繊維や、炭化物層を形成する難燃剤の含有量を増やすことにより、隔膜の耐熱性が向上され、結果的に隔膜を薄く軽量化することができる。 50

【0005】

第1推進薬が燃焼を終えると、隔膜で仕切っていた第2推進薬が点火、燃焼される。第2推進薬が点火されると、第2推進薬から生じる燃焼ガスの圧力で第2推進薬を覆っていた隔膜は変形・破断され、燃焼ガスは隔膜の破断部分を通してノズルから噴射される。しかし、隔膜が複数の個所で破断した場合には、破断した隔膜がモータケースから脱離してその表面の炭化物層と共にノズルへと流れ、ノズルに詰まって燃焼ガスの噴射に影響を及ぼす可能性がある。

【0006】

特許文献3には、このような問題を解決するために、2枚のゴム板を平面方向に突き合わせて形成されたゴム層を複数積層することで脆弱部が形成された隔膜が開示されている。当該隔膜は、第1推進薬の燃焼中は第2推進薬を火炎から保護し、第2推進薬が点火された後は、第2推進薬から生じる燃焼ガスの圧力を受けて当該脆弱部にて破断するよう構成されている。これにより、隔膜を任意の場所で破断させることができるため、隔膜がモータケースから脱離することを防止することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平6-257514号公報

【特許文献2】特開2015-218624号公報

【特許文献3】特開2013-29100号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、特許文献3の隔膜においても、隔膜表面には生成された大量の炭化物が保持されるため、脆弱部以外の部分でも隔膜が破断した場合には大量の炭化物が一度にノズルへと流れ、ノズルを詰まらせる可能性がある。

【0009】

本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、推進薬の燃焼火炎に晒された場合に、隔膜表面に保持される炭化物の量が過剰にならないように低減することができる隔膜を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、マルチパルスロケットモータの第1推進薬と第2推進薬との間に配置される隔膜であって、熱分解により炭化物層を形成する第1耐熱層と第2耐熱層とを有し、前記第1耐熱層は、前記炭化物層の保持力が前記第2耐熱層より高く、前記第1推進薬の燃焼中であって前記第2推進薬の燃焼前に、前記隔膜の熱分解が前記第1耐熱層側から前記第2耐熱層に達するように前記第1耐熱層と前記第2耐熱層とが積層されている隔膜である。

【0011】

前記第1耐熱層は、前記第2耐熱層より耐熱性繊維の含有率が高いことが好ましい。

40

【0012】

前記第1耐熱層は、前記第2耐熱層より含有する耐熱性繊維の平均繊維長が長いことが好ましい。

【0013】

前記第1耐熱層及び前記第2耐熱層は、前記耐熱性繊維と難燃剤とを含有するゴムからなることが好ましい。

【0014】

前記第1耐熱層と前記第2耐熱層は交互に積層されていることが好ましい。

【0015】

本発明のマルチパルスロケットモータは、前記隔膜を有することを特徴とする。

50

【発明の効果】

【0016】

本発明の隔膜は、第1推進薬の燃焼中に、隔膜の熱分解が第1耐熱層側から第2耐熱層に達すると、第2耐熱層は炭化物層の保持力が低いため、第1耐熱層の熱分解により生じた炭化物が隔膜表面から剥離・脱落する。これにより、隔膜表面に保持される炭化物を低減し、隔膜が破断・脱離した際に大量の炭化物が一度にノズルへと流入することを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施形態に係るマルチパルスロケットモータの模式断面図である。 10

【図2】前記マルチパルスロケットモータの第1推進薬の燃焼状態を表す図である。

【図3】前記マルチパルスロケットモータの第2推進薬の燃焼状態を表す図である。

【図4】従来の隔膜の燃焼前の状態を表す模式断面図である。

【図5】従来の隔膜の第1推進薬の燃焼中盤の状態を表す図である。

【図6】従来の隔膜の第1推進薬の燃焼終盤の状態を表す図である。

【図7】前記実施形態に係る隔膜の燃焼前の状態を表す模式断面図である。

【図8】前記実施形態に係る隔膜の第1推進薬の燃焼中盤の状態を表す図である。

【図9】前記実施形態に係る隔膜の第1推進薬の燃焼終盤の状態を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明を実施するための実施形態について図面を用いて説明する。最初にマルチパルスロケットモータの構成について説明した後に、そこで用いられる隔膜について説明する。 20

【0019】

図1に示されるように、ロケットモータ10のモータケース20内には、固体燃料である第1推進薬22と第2推進薬24とが装填されており、第1推進薬22と第2推進薬24との間は隔膜26によって隔てられている。また、モータケース20の前部(図1における左側)には、第1推進薬22及び第2推進薬24にそれぞれ点火するための第1点火装置28及び第2点火装置30が設けられ、モータケース20の後部(図1における右側)には、燃焼ガスを噴出するノズル32が設けられている。なお、本実施形態のロケットモータ10は、推進薬及び点火装置をそれぞれ2個有しているが、ロケットモータの構成に応じてそれぞれ3個以上としてもよい。また、その場合には、各推進薬の間にそれぞれ隔膜が設置される。 30

【0020】

モータケース20は、略円筒状に成形されており、強度の高い高張力鋼や、軽量なアルミニウム合金、FRPケースなどが使用され、その内面には、火炎から保護するために耐熱ゴムやFRP製の断熱材が接着される。また、ノズル32は高温・高圧の燃焼ガスに耐えるように、耐熱強度の高いグラファイトが使用される。

【0021】

第1推進薬22及び第2推進薬24は、一般的なコンポジット推進薬やダブルベース推進薬であり、事前に所定の形状に成形した物や、モータケース20に中子を装填して推進薬スラリーを注型して成形したものが使用される。本実施形態においては、第2推進薬24は略円筒状に成形されており、その中空部に略円筒状に成形された第1推進薬22が同心状に配置されている。第1推進薬22と第2推進薬24の間に配置されている隔膜26は、第1推進薬22の燃焼中にその火炎で第2推進薬24が燃焼しないように、モータケース20の内部空間に面する第2推進薬24の表面全体を覆っている。また、隔膜26の端部をモータケース20に接着することによって、第1推進薬22の燃焼火炎が隔膜26の裏側に回りこまないようにされている。 40

【0022】

第1点火装置28及び第2点火装置30は、図示省略するが、電流を流すことで発火す 50

るイニシエータと、そのイニシエータの火炎で着火する点火薬を点火薬ケースに収納したものである。第1点火装置28が燃焼すると第1推進薬22が、第2点火装置30が燃焼すると第2推進薬24がそれぞれ着火されるよう構成されている。

【0023】

続いて、隔膜26の構成について説明する。隔膜26は、図7に示すように、2層の第1耐熱層26Aと2層の第2耐熱層26Bとが交互に積層されることで構成されている。詳しい組成等は後述するが、第1耐熱層26A及び第2耐熱層26Bはいずれも熱分解により炭化物層を形成する材料で形成されており、第1耐熱層26Aの方が第2耐熱層26Bよりも炭化物層の保持力が高くなるよう形成されている。炭化物層の保持力とは、炭化物層を形成する炭化物が耐熱層表面から脱離や剥離しにくい性質を意味する。つまり、炭化物層の保持力が高いほど、炭化物が耐熱層表面から脱落しにくくなり、結果的に耐熱層表面に多くの炭化物層が生成・残存する。隔膜26は、第1推進薬22の燃焼中であって第2推進薬24の燃焼前に、隔膜26の熱分解が第1耐熱層26A側から第2耐熱層26Bに達するように設計されていればよく、第1耐熱層26A及び第2耐熱層26Bの厚み、形状等は使用態様に応じて適宜変更可能である。なお、本実施形態の第1耐熱層26A及び第2耐熱層26Bはそれぞれ2層であるが、各層はそれぞれ1層であってもよいし、3層以上であってもよい。ただし、少なくとも一つの第2耐熱層26Bが少なくとも一つの第1耐熱層26Aよりも第2推進薬24側に位置するよう隔膜26を配置する必要がある。

10

【0024】

隔膜26は、圧力がかかった際の変形に耐えるために柔軟性が必要であるが、第1推進薬22の高温火炎に耐えて第2推進薬24を保護するために高い耐熱性も必要である。このため、隔膜26には、柔軟性と耐熱性を有するゴムを基材とし、これに耐熱性繊維、難燃剤、加硫剤やその他添加剤を任意に配合した組成物が使用される。

20

【0025】

基材であるゴムとしては、柔軟性と耐熱性を有する、エチレンプロピレンジエンゴム（EPDM）、ネオプレンゴム、ブタジエンゴム、天然ゴム、ブチルゴム、ニトリルゴム、ウレタンゴムが挙げられ、中でも、EPDMやネオプレンゴムのような耐熱性と耐寒性が高いゴムが好ましい。なお、耐寒性が高いゴムを用いる利点は、低温環境においても隔膜26の柔軟性を保証できることにある。

30

【0026】

耐熱性繊維としては、アラミド繊維、炭素繊維、ポリイミド繊維、ポリアリレート繊維、ガラス繊維、ポリフェニレンサルファイド繊維が挙げられ、熱で炭化するアラミド繊維が好ましい。用いられる耐熱性繊維の平均繊維長は、通常0.5～3mmである。なお、本発明において数値範囲を示す「～」の記載は、別途記載が無い限り、その上限及び下限を含む数値範囲を意味する。つまり、「～」は「以上、以下」を意味する。

【0027】

難燃剤としては、三酸化アンチモン、硫化亜鉛、リン化合物、塩素化合物、臭素化合物、金属水酸化物、水和金属塩が挙げられ、三酸化アンチモン、硫化亜鉛、塩素化合物、臭素化合物、リン化合物が好ましく、三酸化アンチモンが特に好ましい。

40

【0028】

加硫剤としては、硫黄、有機過酸化物が挙げられる。また、その他添加剤としては、塩素化パラフィン、含ハロゲン化炭化水素、カーボンブラック、酸化亜鉛、炭化水素樹脂が挙げられ、塩素化パラフィン、含ハロゲン化炭化水素を添加させると難燃性を高める点で有利である。

【0029】

本発明の第1耐熱層26Aは、第2耐熱層26Bよりも炭化物層の保持力が高くなるよう構成されていればよく、その手段は特に限定されない。そのような手段として、例えば、炭化物層を保持する役割を担う耐熱性繊維の第1耐熱層26Aにおける含有率を第2耐

50

熱層 2 6 B よりも高くする、第 1 耐熱層 2 6 A が含有する耐熱性繊維の平均繊維長を第 2 耐熱層 2 6 B よりも長くする、または、第 1 耐熱層 2 6 A では耐熱性繊維を層に垂直に配位し、第 2 耐熱層 2 6 B では耐熱性繊維を層に平行に配位することが挙げられる。本実施形態では耐熱性繊維の第 1 耐熱層 2 6 A における含有率を第 2 耐熱層 2 6 B よりも高くする手段がとられているため、以下において当該第 1 耐熱層 2 6 A 及び第 2 耐熱層 2 6 B の各成分の組成比率について説明する。

【 0 0 3 0 】

本実施形態の第 1 耐熱層 2 6 A は、ゴムを 4 0 ~ 6 5 質量%、耐熱性繊維を 4 ~ 2 0 質量%、難燃剤を 8 ~ 1 5 質量%、加硫剤やその他添加剤を 1 0 ~ 3 5 質量% 配合したゴム組成物から形成される。

10

【 0 0 3 1 】

一方、炭化物層保持力の低い第 2 耐熱層 2 6 B は、組み合わせられる第 1 耐熱層 2 6 A よりも耐熱性繊維の含有率が低いゴム組成物が用いられる。ただし、隔膜 2 6 の表面に保持される炭化物層を効果的に低減するためには、第 2 耐熱層 2 6 B は、耐熱性繊維が 3 質量% 以下、難燃剤が 2 ~ 1 0 質量%、耐熱性繊維と難燃剤の合計量が 2 ~ 1 3 % 質量であることが好ましく、さらに好ましくは耐熱性繊維が 1 ~ 2 質量%、難燃剤が 5 ~ 8 質量%、耐熱性繊維と難燃剤の合計量が 6 ~ 1 0 質量% である。なお、耐熱性繊維と難燃剤を共に 0 % としたゴム層は、炭化物層の保持力が非常に低く、耐熱性に劣る特性を示す。しかし、このゴム層を耐熱性の高い第 1 耐熱層 2 6 A と積層することにより隔膜 2 6 に要求される耐熱性を十分に満たすことができれば、このようなゴム層を第 2 耐熱層 2 6 B として使用することもできる。

20

【 0 0 3 2 】

第 1 耐熱層 2 6 A と第 2 耐熱層 2 6 B とを積層した隔膜 2 6 を製造するためには、2 種類のゴム組成物をそれぞれシート状に成型し、これらを積層した状態で回転ローラに通して気泡を抜きながら圧着するか、平板プレスで圧着する方法を用いることができる。このようにして製造した積層構造のゴムを金型に仕込んでプレス加硫することで、所定形状の積層構造を有する隔膜 2 6 を製造することができる。

【 0 0 3 3 】

次に、図 1 から図 3 を参照しながらロケットモータ 1 0 の作動機構を説明する。図 1 はロケットモータが点火される前の状態を示している。この状態で第 1 点火装置 2 8 が点火されると、第 1 推進薬 2 2 が燃焼し、燃焼ガスがノズル 3 2 から噴出して所定の推力を発生する（図 2 参照）。この間、第 2 推進薬 2 4 は隔膜 2 6 によって保護されている。所定の時間経過後に第 2 点火装置 3 0 を点火すると、第 2 推進薬 2 4 が燃焼し、発生した燃焼ガスの圧力で隔膜 2 6 が破れ、燃焼ガスがノズル 3 2 から噴出して推力を発生する（図 3 参照）。なお、図 2 及び図 3 中の白矢印は、それぞれ燃焼ガスの流れ方向を示す。

30

【 0 0 3 4 】

続いて、第 1 推進薬 2 2 が燃焼している間に従来の隔膜 4 0 及び本実施形態の隔膜 2 6 が焼損する様子を図 4 から図 9 を参照しながら説明する。なお、図 5 , 6 , 8 及び 9 中の白矢印は燃焼ガスの流れ方向を示す。図 4 から図 6 は従来の隔膜 4 0 が燃焼火炎により焼損する過程を示した図である。図 4 に示されるように、耐熱性繊維が多量に配合されたゴムからなる隔膜 4 0 は第 2 推進薬 2 4 を覆うように配置されている。そして、第 1 推進薬の燃焼が開始されると、図 5 に示されるように第 2 推進薬 2 4 とは反対側の隔膜表面が火炎に晒され、ゴムの熱分解により生じた炭化物が隔膜 4 0 の表面に保持されることで炭化物層 4 2 が形成される。そして、第 1 推進薬の燃焼終了に近い時点では、図 6 に示されるように、隔膜 4 0 の表面に非常に厚い炭化物層 4 2 が形成される。この隔膜 4 0 は、第 2 推進薬 2 4 の燃焼により変形・破断する際に、保持した大量の炭化物と共にノズルへと流入し、ノズルを詰める可能性がある。

40

【 0 0 3 5 】

一方、図 7 から図 9 は本実施形態の隔膜 2 6 が燃焼火炎により焼損する過程を示している。隔膜 2 6 は、図 7 に示されるように、第 2 推進薬 2 4 側に第 2 耐熱層 2 6 B が位置す

50

るように配置される。そして、第1推進薬22の燃焼が開始されると、火炎によって第1耐熱層26Aが熱分解していくにつれて表面に炭化物層42が形成されていくが(図8参照)、第2耐熱層26Bまで焼損が到達した部位では、この炭化物層42は徐々に剥がれ落ちるため、多量の炭化物が隔膜26の表面に保持されることは無い(図9参照)。したがって、隔膜26が破断した際の炭化物の脱落量を低減できるため、ノズル32が詰まる危険性はない。

【実施例】

【0036】

以下に、本実施形態の隔膜26の評価試験の結果を実施例及び比較例を挙げて示すが、本発明はこれらに限られるものではない。

10

【0037】

< 隔膜の作成 >

基材ゴムとしてエチレンプロピレンジエンゴム(EPDM)を47質量%、耐熱性繊維として平均繊維長1mmのケブラー繊維を14質量%、難燃剤として三酸化アンチモンを12質量%、加硫剤として有機過酸化物(日油株式会社製:パーヘキサV40)を4質量%、その他添加剤として塩素化パラフィン(23質量%含有する膜厚2mmの第1耐熱層上に、基材ゴムとしてEPDMを59質量%、耐熱性繊維として平均繊維長1mmのケブラー繊維を2質量%、難燃剤として三酸化アンチモンを7質量%、加硫剤として有機過酸化物(日油株式会社製:パーヘキサV40)を4質量%、その他添加剤として塩素化パラフィンを28質量%含有する膜厚3mmの第2耐熱層を積層し、回転ローラにより相互に

20

【0038】

上記実施例1の隔膜と同様の方法で、下記表1に示される組成の実施例2から4、比較例1及び2の隔膜を作成した。なお、表1中の組成の正確な単位は質量%である。

【0039】

【表1】

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
第1耐熱層	ゴム	47%	47%	47%	52%
	耐熱性繊維	14%	14%	14%	20%
	難燃剤	12%	12%	12%	15%
	加硫剤・その他添加剤	27%	27%	27%	13%
第2耐熱層	ゴム	59%	55%	63%	59%
	耐熱性繊維	2%	3%	0%	2%
	難燃剤	7%	9%	0%	7%
	加硫剤・その他添加剤	32%	33%	37%	32%
炭化物層の生成量		少ない	少ない	非常に少ない	少ない
耐熱性(焼損速度)		良好	良好	良好	良好
		比較例1	比較例2		
第1耐熱層	ゴム	47%	47%		
	耐熱性繊維	14%	14%		
	難燃剤	12%	12%		
	加硫剤・その他添加剤	27%	27%		
第2耐熱層	ゴム	47%	45%		
	耐熱性繊維	14%	14%		
	難燃剤	12%	10%		
	加硫剤・その他添加剤	27%	31%		
炭化物層の生成量		非常に多い	非常に多い		
耐熱性(焼損速度)		良好	良好		

30

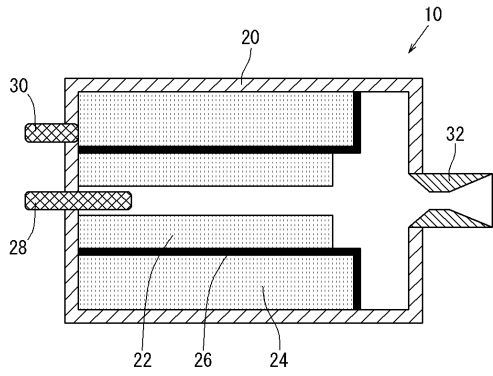
40

【0040】

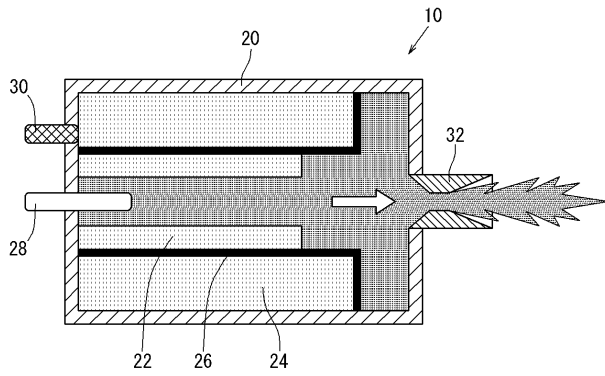
得られた隔膜の耐熱性と、炭化物層の保持力とを評価するために、下記トーチバーナー試験を行った。

50

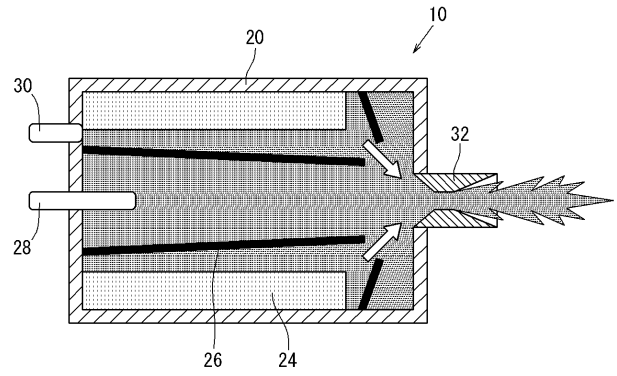
【 図 1 】



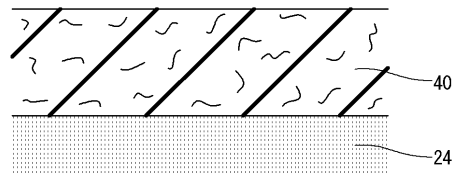
【 図 2 】



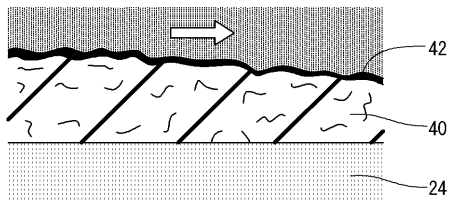
【 図 3 】



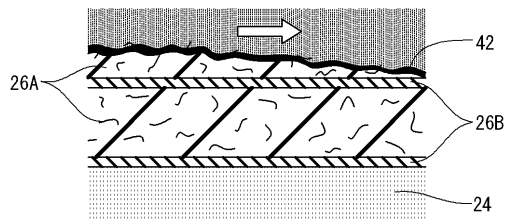
【 図 4 】



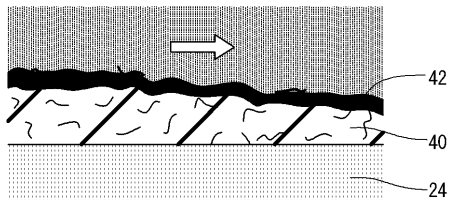
【 図 5 】



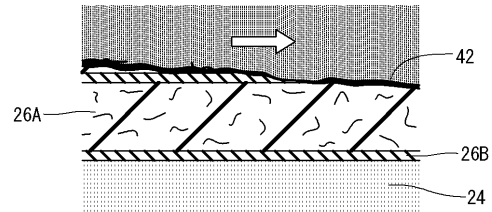
【 図 8 】



【 図 6 】



【 図 9 】



【 図 7 】

