

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7001489号  
(P7001489)

(45)発行日 令和4年1月19日(2022.1.19)

(24)登録日 令和3年12月28日(2021.12.28)

(51)国際特許分類 F I  
F 0 2 K 7/14 (2006.01) F 0 2 K 7/14

請求項の数 7 (全11頁)

(21)出願番号	特願2018-22332(P2018-22332)	(73)特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(22)出願日	平成30年2月9日(2018.2.9)	(74)代理人	100205350 弁理士 狩野 芳正
(65)公開番号	特開2019-138219(P2019-138219 A)	(74)代理人	100117617 弁理士 中尾 圭策
(43)公開日	令和1年8月22日(2019.8.22)	(72)発明者	中村 将治 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱 重工業株式会社内
審査請求日	令和2年12月10日(2020.12.10)	(72)発明者	常見 明彦 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱 重工業株式会社内
		(72)発明者	羽二生 拓人 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱 重工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スクラムジェットエンジン及び飛翔体

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

第1流路形成部材と、  
前記第1流路形成部材に対向して設けられた第2流路形成部材と、  
第1燃料噴射装置と、  
第2燃料噴射装置  
とを具備し、  
前記第1流路形成部材と前記第2流路形成部材との間に流路が形成され、  
前記流路が、  
上流から圧縮空気が導入される乱流形成領域と、  
前記乱流形成領域の下流に位置し、前記圧縮空気をを用いた燃焼が行われる燃焼領域  
とを含み、  
前記第2流路形成部材には、前記乱流形成領域に位置し、前記第1流路形成部材に向かっ  
て突起する突起が形成され、  
前記第1燃料噴射装置は、前記突起に設けられた第1燃料ノズルを介して前記圧縮空気に  
燃料を噴射し、  
前記第2流路形成部材には、前記燃焼領域に位置するキャビティが形成され、  
前記第2燃料噴射装置は、前記キャビティに設けられた第2燃料ノズルを介して前記圧縮  
空気に燃料を噴射し、  
前記キャビティは、

底面と、  
 前記底面の下流側の端に接続する傾斜面  
 とを有し、  
 前記キャビティの前記傾斜面の傾きが、前記燃焼領域に衝撃波が、前記衝撃波の発生により形成される不連続面が前記キャビティの内部に到達するように発生するように調節されており、  
前記第 2 燃料噴射装置は、前記不連続面の下流の位置から前記不連続面上流の位置に向けて、前記キャビティの内部において前記不連続面を横切るように燃料を噴射する  
 スクラムジェットエンジン。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のスクラムジェットエンジンであって、  
 前記流路が、更に、前記圧縮空気を前記乱流形成領域に導入する上流領域を含み、  
 前記キャビティの前記傾斜面が、前記第 2 流路形成部材の前記上流領域に面する部分の面である第 1 面となす角が、 $45^\circ$  以下である  
 スクラムジェットエンジン。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のスクラムジェットエンジンであって、  
 前記キャビティの前記傾斜面が前記第 2 流路形成部材の前記第 1 面となす角が、 $20^\circ$  以上である  
 スクラムジェットエンジン。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載のスクラムジェットエンジンであって、  
 前記第 2 流路形成部材は、前記乱流形成領域の前記突起の下流に位置する第 2 面を有し、  
 前記第 2 面と前記第 1 流路形成部材との間の距離が、前記第 1 面と前記第 1 流路形成部材との間の距離よりも大きい  
 スクラムジェットエンジン。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のスクラムジェットエンジンであって、  
 前記キャビティの前壁の上端が前記第 2 面に接続され、  
 前記キャビティの前記底面上流側の端が、前記前壁の下端に接続されている  
 スクラムジェットエンジン。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のスクラムジェットエンジンであって、  
 更に、前記第 1 流路形成部材の前記キャビティよりも下流の位置に設けられた第 3 燃料ノズルを介して前記第 2 流路形成部材に向けて燃料を噴射する第 3 燃料噴射装置を具備する  
 スクラムジェットエンジン。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のスクラムジェットエンジンを備える飛翔体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スクラムジェットエンジン及び飛翔体に関する。

【背景技術】

【0002】

超音速で飛行する飛翔体(flying object)の推進装置としてスクラムジェットエンジンが検討されている。スクラムジェットエンジンは、超音速の空気を取り入れてラム圧で圧縮して圧縮空気を生成し、該圧縮空気に燃料を噴射して燃料を燃焼し、燃焼によって生成された高温・高圧の燃焼ガスを排気することによって推力を得るように構成される。

【0003】

スクラムジェットエンジンの推進力を十分に得るためには、噴射された燃料の燃焼効率を

10

20

30

40

50

向上させることが望ましい。

【0004】

なお、特開2012-202226号公報は、燃料噴射方向が可変であるスクラムジェットエンジンを開示している。この公報は、壁面に設けられたランプから気流中に燃料を噴射する技術及びキャビティの上流から気流中に燃料を噴射する技術を開示している。

【0005】

また、特開2004-84516号公報は、エンジン内壁に後部に向く鋭角の突起物体を設け、この突起物体により、後部からの再循環流を後方に向ける技術を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2012-202226号公報

特開2004-84516号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的の一つは、スクラムジェットエンジンの燃焼効率を向上することにある。本発明の他の目的及び新規な特徴は、下記の開示から当業者には理解されるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0008】

以下に、「発明を実施するための形態」で使用される符号を付しながら、課題を解決するための手段を説明する。これらの符号は、「特許請求の範囲」の記載と「発明を実施するための形態」との対応関係の一例を示すために付加されたものである。

【0009】

本発明の一の観点では、スクラムジェットエンジン(3)が、第1流路形成部材(1)と、第1流路形成部材(1)に対向して設けられた第2流路形成部材(2)と、第1燃料噴射装置(11)と、第2燃料噴射装置(12)とを具備している。第1流路形成部材(1)と第2流路形成部材(2)との間に流路(20)が形成されている。流路(20)は、上流から圧縮空気が導入される乱流形成領域(22)と、乱流形成領域(22)の下流に位置し、圧縮空気をを用いた燃焼が行われる燃焼領域(23)とを含む。第2流路形成部材(2)には、乱流形成領域(22)に位置し、第1流路形成部材(1)に向かって突起する突起(14)が形成されている。第1燃料噴射装置(11)は、突起(14)に設けられた第1燃料ノズル(11a)を介して圧縮空気に燃料を噴射する。第2流路形成部材(2)には、燃焼領域(23)に位置するキャビティ(15)が形成されている。第2燃料噴射装置(12)は、キャビティ(15)に設けられた第2燃料ノズル(12a)を介して圧縮空気に燃料を噴射する。キャビティ(15)は、底面(15b)と、底面(15b)の下流側の端に接続する傾斜面(15c)とを有する。キャビティ(15)の傾斜面(15c)の傾きが、燃焼領域(23)に衝撃波が発生するように調節されている。

【0010】

一実施形態では、流路(20)が、更に、圧縮空気を乱流形成領域(22)に導入する上流領域(21)を含んでもよい。この場合、キャビティ(15)の傾斜面(15c)が、第2流路形成部材(2)の上流領域(21)に面する部分の面である第1面(2a)となす角が、45°以下になるように調節される。

【0011】

キャビティ(15)の傾斜面(15c)が第2流路形成部材(2)の第1面(2b)となす角は、20°以上であることが好ましい。

【0012】

一実施形態では、第2燃料噴射装置(12)は、衝撃波の発生により発生する不連続面(30)の下流の位置から該不連続面(30)の上流の位置に向けて、不連続面(30)を横切るように燃料を噴射する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 3 】

一実施形態では、第 2 流路形成部材 ( 2 ) は、乱流形成領域 ( 2 2 ) の突起 ( 1 4 ) の下流に位置する第 2 面 ( 2 b ) を有し、第 2 面 ( 2 b ) と第 1 流路形成部材 ( 1 ) との間の距離が、第 1 面 ( 2 a ) と第 1 流路形成部材 ( 1 ) との間の距離よりも大きい。

## 【 0 0 1 4 】

一実施形態では、キャビティ ( 1 5 ) の前壁 ( 1 5 a ) の上端が第 2 面 ( 2 b ) に接続され、キャビティ ( 1 5 ) の底面 ( 1 5 b ) の上流側の端が、前壁 ( 1 5 a ) の下端に接続される。

## 【 0 0 1 5 】

一実施形態では、スクラムジェットエンジン ( 3 ) が、更に、第 1 流路形成部材 ( 1 ) のキャビティ ( 1 5 ) よりも下流の位置に設けられた第 3 燃料ノズルを介して第 2 流路形成部材 ( 2 ) に向けて燃料を噴射する第 3 燃料噴射装置 ( 1 3 ) を具備する。

10

## 【 0 0 1 6 】

上記のスクラムジェットエンジン ( 3 ) は、飛翔体 ( 1 0 0 ) に搭載されて使用されてもよい。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 7 】

本発明によれば、スクラムジェットエンジンの燃焼効率を向上することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 一実施形態における飛翔体の構成を示す斜視図である。

【 図 2 】 一実施形態におけるスクラムジェットエンジンの構造を示す概略図である。

【 図 3 】 一実施形態における燃焼器の構成を示す断面図である。

【 図 4 】 図 3 に示された燃焼器の構成を示す斜視図である。

【 図 5 】 一実施形態の燃焼器の動作を示す断面図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 9 】

図 1 は、一実施形態の飛翔体 1 0 0 の構成を示す斜視図である。飛翔体 1 0 0 の機体 1 にはカウル 2 が設けられており、機体 1 及びカウル 2 にスクラムジェットエンジン 3 を構成する様々な部材及び機器が搭載されている。

30

## 【 0 0 2 0 】

図 2 に示すように、スクラムジェットエンジン 3 は、概略的には、インレット部 4 と、燃焼器 5 と、ノズル部 6 とを備えている。インレット部 4 は、前方開口 4 a から超音速の空気を取り込み、取り込んだ空気を圧縮して圧縮空気を生成する。燃焼器 5 は、インレット部 4 から圧縮空気を受け取り、該圧縮空気を用いて燃料を燃焼して燃焼ガスを生成する。ノズル部 6 は、燃焼器 5 で生成した燃焼ガスを後方開口 6 a から排出する。燃焼ガスを後方開口 6 a から排出することにより、飛翔体 1 0 0 の推進力が得られる。

## 【 0 0 2 1 】

図 3 は、燃焼器 5 の構成を示す断面図である。なお、以下の説明においては、X Y Z 直交座標系が導入され、該 X Y Z 直交座標系を用いて方向を表現することがある。

40

## 【 0 0 2 2 】

燃焼器 5 は、カウル 2 に設けられた燃料噴射装置 1 1、1 2 及び機体 1 に設けられた燃料噴射装置 1 3 を備えており、燃料噴射装置 1 1、1 2、1 3 によってインレット部 4 から受け取った圧縮空気に燃料を噴射して燃料を燃焼するように構成されている。

## 【 0 0 2 3 】

本実施形態では、機体 1 とカウル 2 との間の空間が燃焼器 5 の流路 2 0 として用いられる。即ち、機体 1 とカウル 2 とが、流路 2 0 を形成する流路形成部材として用いられる。燃焼器 5 の流路 2 0 は、上流領域 2 1 と、乱流形成領域 2 2 と、燃焼領域 2 3 と、下流領域 2 4 とを含んでいる。

## 【 0 0 2 4 】

50

上流領域 2 1 は、機体 1 の面 1 a とカウル 2 の面 2 a (第 1 面) との間に形成されており、インレット部 4 で生成された圧縮空気を乱流形成領域 2 2 に導入する。本実施形態では、面 2 a は、燃焼器 5 の最上流に位置しており、燃焼器 5 全体としての圧縮空気及び燃焼ガスの流れの方向を規定している。本実施形態では、燃焼器 5 全体としての圧縮空気及び燃焼ガスの流れの方向は + X 方向であり、機体 1 の面 1 a とカウル 2 の面 2 a は、X Z 平面に平行である。上流領域 2 1 における流路の高さ、即ち、機体 1 の面 1 a とカウル 2 の面 2 a の距離は、 $H_1$  である。

#### 【0025】

乱流形成領域 2 2 は、上流領域 2 1 の下流に位置している。カウル 2 の乱流形成領域 2 2 に面する部分には、機体 1 の面 1 a に向かって突起する突起 1 4 が形成されている。図 4 に示されているように、複数の突起 1 4 が、流路 2 0 を横断する方向、即ち、Y 軸方向に並んで配置されている。突起 1 4 は、その下流に乱流を形成する。後述のように、突起 1 4 の下流に形成される乱流は、燃焼効率の向上に寄与する。

10

#### 【0026】

突起 1 4 には、燃料ノズル 1 1 a が形成されており、燃料噴射装置 1 1 は、燃料ノズル 1 1 a から突起 1 4 の下流に向けて燃料を噴射する。これにより、突起 1 4 によって形成された乱流に燃料が噴射される。

#### 【0027】

図 3 を再度に参照して、突起 1 4 の下流側の端にカウル 2 の面 2 b (第 2 面) が接続している。本実施形態では、面 2 b は、X Z 平面に平行である。カウル 2 の面 2 b における流路 2 0 の高さ、即ち、機体 1 の面 1 a とカウル 2 の面 2 b の距離は、 $H_2$  である。突起 1 4 の下流に位置する面 2 b における流路 2 0 の高さ  $H_2$  は、突起 1 4 の上流に位置する面 2 a における流路 2 0 の高さ  $H_1$  より高い。図 4 に示されているように、突起 1 4 の上流に位置する面 2 a と、突起 1 4 の下流に位置する面 2 b とは、隣接する突起 1 4 の間に形成されたカウル 2 の面 2 c によって接続されている。

20

#### 【0028】

図 3 に示すように、燃焼領域 2 3 は、乱流形成領域 2 2 の下流に位置しており、燃焼領域 2 3 では、形成した混合気に着火されて混合気が燃焼される。なお、燃焼領域 2 3 は、燃焼が主として行われる領域を意味しているが、他の領域において燃焼が起こらないことを意味しているのではない。例えば、下流領域 2 4 の一部でも燃焼は起こり得る。

30

#### 【0029】

カウル 2 の燃焼領域 2 3 に面する部分には、保炎のためにキャビティ 1 5 が形成されている。キャビティ 1 5 は、突起 1 4 の下流に位置する面 2 b から窪んで形成されており、前壁 1 5 a と底面 1 5 b と傾斜面 1 5 c とを有している。本実施形態では、前壁 1 5 a は、その上端が乱流形成領域 2 2 に隣接して位置しており、面 2 b の下流側の端に接続している。本実施形態では、前壁 1 5 a は、面 2 b に垂直 (即ち、Y Z 平面に平行) である。底面 1 5 b は、前壁 1 5 a の下端に接続されている。本実施形態では、キャビティ 1 5 の底面 1 5 b は、カウル 2 の上流領域 2 1 に面する面 2 a と平行 (即ち、X Z 平面に平行) である。

#### 【0030】

キャビティ 1 5 の傾斜面 1 5 c は、底面 1 5 b の下流側の端に接続している。キャビティ 1 5 の傾斜面 1 5 c は、面 2 a と角  $\theta_1$  をなすように (即ち、X Z 平面と角  $\theta_1$  をなすように) 傾けられている。角  $\theta_1$  は、キャビティランプ角と呼ばれることがある。本実施形態では、キャビティ 1 5 の底面 1 5 b が面 2 a と平行なので、結果として、傾斜面 1 5 c は、底面 1 5 b と角  $\theta_1$  をなすように傾けられていることになる。

40

#### 【0031】

キャビティ 1 5 の傾斜面 1 5 c には燃料ノズル 1 2 a が形成されており、燃料噴射装置 1 2 は、燃料ノズル 1 2 a からキャビティ 1 5 の内部に向けて燃料を噴射する。更に、キャビティ 1 5 の底面 1 5 b には、キャビティ 1 5 に噴射された燃料に着火する着火装置 1 6 が設けられている。

50

## 【 0 0 3 2 】

下流領域 2 4 は、燃焼領域 2 3 の下流に位置している。下流領域 2 4 は、燃焼器 5 における燃焼によって発生した燃焼ガスをノズル部 6 に送り込む。

## 【 0 0 3 3 】

機体 1 の面 1 a の下流領域 2 4 に面する部分に燃料ノズル 1 3 a が設けられており、燃料噴射装置 1 3 は、燃料ノズル 1 3 a から下流領域 2 4 に燃料を噴射する。燃料噴射装置 1 3 は、下流領域 2 4 において燃料を噴射することによって燃焼ガスの流れを堰き止め、これにより燃焼を促進するために設けられている。

## 【 0 0 3 4 】

下流領域 2 4 においては、その少なくとも一部において、流路 2 0 の断面積が、下流に向けて大きくなっていてもよい。このような構造は、下流領域 2 4 において、カウル 2 に沿って燃焼ガスをスムーズに下流側に流すことに寄与する。本実施形態のスクラムジェットエンジン 3 では、燃料噴射装置 1 3 による燃料の噴射によって燃焼ガスの流れが過剰に堰き止められると、上流において圧力が過剰に高くなって、空気が取り込めなくなってしまう。下流領域 2 4 において流路 2 0 の断面積を下流に向けて増大させることで、燃焼ガスをカウル 2 に沿って下流に流れさせるための空間が確保でき、燃焼ガスをスムーズに噴出することができる。

10

## 【 0 0 3 5 】

具体的には、本実施形態では、下流領域 2 4 においてカウル 2 に開き角が設けられている。すなわち、カウル 2 の下流領域 2 4 に面する面 2 d は、下流に向かって機体 1 の面 1 a とカウル 2 の面 2 d の間の距離が大きくなるように傾斜している。図 2 において、機体 1 の面 1 a とカウル 2 の面 2 d とがなす角は、記号  $\theta_2$  として示されている。これにより、流路 2 0 の断面積が下流に向けて大きくなり、これは、燃焼ガスをスムーズに噴出するために有効である。一実施形態では、角  $\theta_2$  は、 $2^\circ$  以上、 $4^\circ$  以下に設定されてもよい。

20

## 【 0 0 3 6 】

図 5 は、本実施形態の燃焼器 5 の動作を示す図である。

本実施形態の燃焼器 5 では、キャビティ 1 5 の傾斜面 1 5 c の傾きが、燃焼領域 2 3 において衝撃波が発生するように調節されており、これにより、燃焼効率が向上されている。ここで、衝撃波の発生は、圧力の不連続面 3 0 が形成されることを意味することに留意されたい。本実施形態では、不連続面 3 0 が燃焼ガスの流れに対して斜めであり、斜め衝撃波が発生していることになる。

30

## 【 0 0 3 7 】

キャビティ 1 5 は、混合気の流れを遅くすることで内部に循環流を形成し、その循環流に着火することで保炎を実現するように構成される構造体である。このような観点からは、混合気の流れを十分に遅くするために、キャビティランプ角、即ち、傾斜面 1 5 c がカウル 2 の面 2 a となす角  $\theta_1$  をある程度大きくとることが一般的である。

## 【 0 0 3 8 】

発明者の発見は、キャビティ 1 5 の傾斜面 1 5 c の傾きを緩やかにすると、即ち、傾斜面 1 5 c が、カウル 2 の面 2 a となす角  $\theta_1$  を小さくすると、キャビティ 1 5 の内部における流れを遅くする作用は弱まるが、衝撃波が発生することによりむしろ燃焼が促進されるということである。燃焼領域 2 3 に衝撃波が発生すると、燃焼領域 2 3 に圧力の不連続面 3 0 が形成される。不連続面 3 0 の上流側の近傍の領域では、圧力及び温度が上昇し、このような領域で燃焼が行われることで、燃焼効率を有効に向上させることができる。

40

## 【 0 0 3 9 】

発明者は、キャビティ 1 5 の傾斜面 1 5 c がカウル 2 の面 2 a となす角  $\theta_1$  を  $45^\circ$  以下にすることが衝撃波の発生に好適であることをシミュレーションにより確認した。更に、傾斜面 1 5 c の傾きを衝撃波が発生するように調節することで、燃焼効率を 30% 程度向上できることを燃焼実験により確認した。なお、傾斜面 1 5 c の傾きをカウル 2 の面 2 a を基準として表しているのは、カウル 2 の面 2 a が、燃焼器 5 全体としての圧縮空気及び燃焼ガスの流れの向きを決定しているからである。

50

## 【 0 0 4 0 】

一方で、キャビティ 1 5 の傾斜面 1 5 c が過剰に緩やかであると、流れを遅くする機能が損なわれる。この観点から、キャビティ 1 5 の傾斜面 1 5 c がカウル 2 の面 2 a となす角  $\theta_1$  は、 $20^\circ$  以上であることが好ましい。

## 【 0 0 4 1 】

以下では、本実施形態の燃焼器 5 の動作の詳細を説明する。

## 【 0 0 4 2 】

インレット部 4 で生成された圧縮空気は、上流領域 2 1 に流れ込み、更に、乱流形成領域 2 2 に導入される。

## 【 0 0 4 3 】

圧縮空気が乱流形成領域 2 2 に導入されると、乱流形成領域 2 2 に形成された突起 1 4 の列により、突起 1 4 の下流に乱流が形成される。更に、突起 1 4 に設けられた燃料ノズル 1 1 a から突起 1 4 の下流に形成された乱流に燃料が噴射され、これにより、混合気が生成される。乱流に燃料を噴射することは、混合気を効率よく生成するために有効である。

## 【 0 0 4 4 】

本実施形態の燃焼器 5 の乱流形成領域 2 2 における構造は、混合気の形成の効率を一層に向上させている。本実施形態では、突起 1 4 の下流に位置する面 2 b における流路 2 0 の高さ  $H_2$  が、突起 1 4 の上流に位置する面 2 a における流路 2 0 の高さ  $H_1$  より高く、乱流形成領域 2 2 の面 2 b に面する部分における圧力が上流領域 2 1 より低くなる。加えて、図 4 に示されているように、突起 1 4 の上流に位置する面 2 a と、突起 1 4 の下流に位置する面 2 b とは、隣接する突起 1 4 の間に形成されたカウル 2 の面 2 c によって接続されており、隣接する突起 1 4 の間において面 2 c に沿って圧縮空気の流れが形成される。これにより、乱流の形成が促進され、燃料と圧縮空気とが混ざり合った混合気を効率よく生成できる。

## 【 0 0 4 5 】

乱流形成領域 2 2 で生成された混合気は、燃焼領域 2 3 に導入される。混合気の一部は、キャビティ 1 5 によって減速され、これにより、キャビティ 1 5 に循環流 1 5 d が形成される。循環流 1 5 d に燃料ノズル 1 2 a から燃料が燃料噴射装置 1 2 によって噴射され、更に、着火装置 1 6 によって循環流 1 5 d に着火されることで、キャビティ 1 5 に炎が保持される。

## 【 0 0 4 6 】

更に、キャビティ 1 5 に保持されている炎によって燃焼領域 2 3 に導入された混合気に着火されて混合気が燃焼し、燃焼ガスが生成される。

## 【 0 0 4 7 】

上述のように、キャビティ 1 5 の傾斜面 1 5 c が緩やかに形成されていることで燃焼領域 2 3 に衝撃波が発生し、これにより、燃焼領域 2 3 に圧力の不連続面 3 0 が形成される。不連続面 3 0 の上流側の近傍の領域では、圧力及び温度が上昇するので、高い燃焼効率が得られる。

## 【 0 0 4 8 】

不連続面 3 0 は、キャビティ 1 5 の内部にまで到達しており、燃料噴射装置 1 2 は、不連続面 3 0 の下流の位置から不連続面 3 0 の上流の位置に向け、不連続面 3 0 を横切るように燃料を噴射する。これは、キャビティ 1 5 の内部に発生する循環流 1 5 d と燃料の混合を促進し、燃焼効率を向上するために有効である。

## 【 0 0 4 9 】

燃焼領域 2 3 で生成された燃焼ガスは、下流領域 2 4 に導入される。下流領域 2 4 では、燃焼領域 2 3 から流れてくる燃焼ガスの流れが、燃料噴射装置 1 3 の燃料噴射によって堰き止められ、燃焼ガスの速度が低下する。これにより、燃焼ガスに含まれる未燃焼の燃料の燃焼を促進することができる。燃焼ガスは、下流領域 2 4 からノズル部 6 に導入され、ノズル部 6 から噴出される。これにより、飛翔体 1 0 0 を推進する推進力が得られる。

## 【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

以上に説明されているように、本実施形態のスクラムジェットエンジン 3 では、燃焼領域 2 3 において衝撃波を発生することで、燃焼ガスの燃焼効率を向上させることができる。

【 0 0 5 1 】

以上には、本発明の実施形態が具体的に記述されているが、本発明は、上記の実施形態に限定されない。本発明が種々の変更と共に実施され得ることは、当業者には理解されよう。

【 0 0 5 2 】

例えば、上述の実施形態では、燃料噴射装置 1 3 が機体 1 に設けられ、燃料噴射装置 1 1、1 2、突起 1 4、キャビティ 1 5、着火装置 1 6 がカウル 2 にあるとして説明を行っているが、これに限定されない。上述の実施形態においてカウル 2 に設けられると記述されている構成要素が、機体 1 に設けられ、機体 1 に設けられると記述されている構成要素が、カウル 2 に設けられてもよい。

10

【 0 0 5 3 】

また、十分な燃焼効率を得られるのであれば、下流領域 2 4 に燃料を噴射する燃料噴射装置 1 3 は設けられなくてもよい。

【符号の説明】

【 0 0 5 4 】

1 0 0 : 飛翔体

1 : 機体

1 a : 面

2 : カウル

2 a ~ 2 d : 面

3 : スクラムジェットエンジン

4 : インレット部

4 a : 前方開口

5 : 燃焼器

6 : ノズル部

6 a : 後方開口

1 1 : 燃料噴射装置

1 1 a : 燃料ノズル

1 2 : 燃料噴射装置

1 2 a : 燃料ノズル

1 3 : 燃料噴射装置

1 3 a : 燃料ノズル

1 4 : 突起

1 5 : キャビティ

1 5 a : 前壁

1 5 b : 底面

1 5 c : 傾斜面

1 5 d : 循環流

1 6 : 着火装置

2 0 : 流路

2 1 : 上流領域

2 2 : 乱流形成領域

2 3 : 燃焼領域

2 4 : 下流領域

3 0 : 不連続面

20

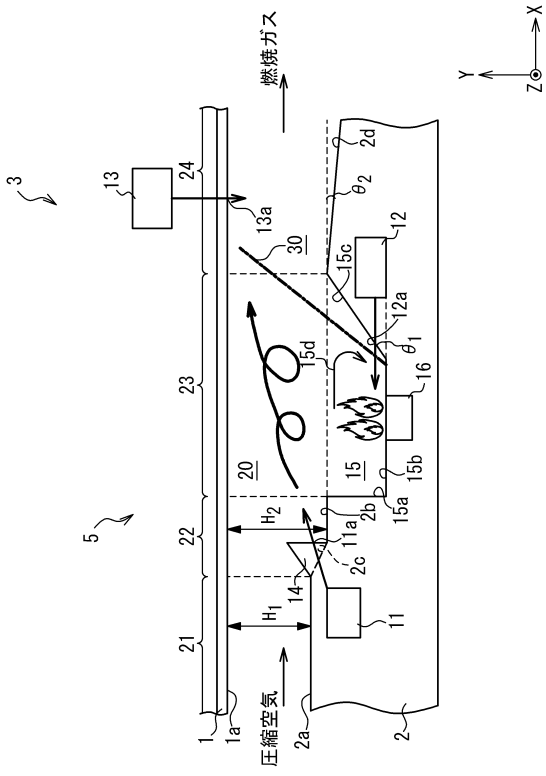
30

40

50



【図5】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

重工業株式会社内

審査官 小岩 智明

- (56)参考文献 特開平02-275051(JP,A)  
特開2017-166409(JP,A)  
韓国公開特許第10-2009-0055412(KR,A)  
米国特許出願公開第2015/0013305(US,A1)  
韓国公開特許第10-2011-0072150(KR,A)  
米国特許出願公開第2008/0196414(US,A1)  
特開2017-180109(JP,A)  
特開2017-166410(JP,A)  
特開2017-160873(JP,A)  
特開2016-138725(JP,A)  
特開2012-207555(JP,A)  
特開2012-013008(JP,A)  
特開2012-013007(JP,A)  
特開平08-334213(JP,A)  
米国特許第5202525(US,A)  
米国特許第5058826(US,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
F02K 7/14