

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4659201号
(P4659201)

(45) 発行日 平成23年3月30日 (2011. 3. 30)

(24) 登録日 平成23年1月7日 (2011. 1. 7)

(51) Int. Cl. F I
F 2 3 R 3/16 (2006. 01) F 2 3 R 3/16
F 2 3 R 3/06 (2006. 01) F 2 3 R 3/06
F 2 3 R 3/12 (2006. 01) F 2 3 R 3/12
F 2 3 R 3/42 (2006. 01) F 2 3 R 3/42 E

請求項の数 9 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-331593 (P2000-331593)
(22) 出願日 平成12年10月31日 (2000. 10. 31)
(65) 公開番号 特開2001-147018 (P2001-147018A)
(43) 公開日 平成13年5月29日 (2001. 5. 29)
審査請求日 平成19年10月30日 (2007. 10. 30)
(31) 優先権主張番号 09/431464
(32) 優先日 平成11年11月1日 (1999. 11. 1)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
GENERAL ELECTRIC CO
MPANY
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタディ、リバーロード、1 番
(74) 代理人 100137545
弁理士 荒川 聡志
(72) 発明者 ジョセフ・ダグラス・モンティ
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ボ
ックスフォード、キング・リチャード・ド
ライブ、2 1 番
(72) 発明者 ジョン・カール・ジャコブソン
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、メ
ルローズ、シャロン・ロード、1 2 番
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低エミッション燃焼器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

前方端で環状のドーム (2 8) に接合され、環状の出口 (3 0) を画定するように後方端で半径方向に間隔を置いて配置された半径方向外側及び内側の環状ライナ (2 4 , 2 6) と、

前記ドームに取り付けられ、その出口 (3 6 a) から広範な噴霧で燃料を放出するように、鈍角の第 1 のフレア角を有する後方端を備え且つ前記ドームを貫いて延びるフレア状円錐体 (3 6) を含む旋回カップ (3 4) と、

前記フレア状円錐体を取囲む環状の入口端を有し、大部分が前記フレア状円錐体の前記出口から鈍角の第 2 のフレア角で後方に延び、半径方向外方に面する段部 (4 0) を画定するように、前記フレア状円錐体の前記出口において前記第 1 のフレア角を有する後方端から前方に偏位したフレア状熱シールド (3 8) と

を含み、

前記段部 (4 0) は、前記第 1 と第 2 のフレア角の間で前記フレア状シールド (3 8) から前記出口を軸方向後方に突出させており、

前記フレア状円錐体 (3 6) 及び熱シールド (3 8) は、両者間で拘束のない差動移動を可能にするために前記段部 (4 0) において付着されていない別々の構成要素であることを特徴とするガスタービンエンジン燃焼器 (1 0) 。

【請求項 2】

前記フレア状円錐体 (3 6) は、前記フレア状シールド (3 8) 後端部に対して相対的に

10

20

切り詰められていることを特徴とする請求項 1 に記載の燃焼器。

【請求項 3】

前記熱シールドは前記フレア状円錐体 (3 6) と少なくとも同じ程度に発散することを特徴とする請求項 2 に記載の燃焼器。

【請求項 4】

前記フレア状円錐体 (3 6) 及び前記熱シールド (3 8) の両方のフレア角は、1 1 0 度より大きいことを特徴とする請求項 3 に記載の燃焼器。

【請求項 5】

前記フレア状円錐体 (3 6) 及び前記熱シールド (3 8) の両方のフレア角は、1 2 0 度であることを特徴とする請求項 4 に記載の燃焼器。

【請求項 6】

前方端で環状ドーム (2 8) に接合され、環状出口 (3 0) を画定するように後方端で半径方向に間隔を置いて配置された半径方向外側及び内側の環状のライナ (2 4 , 2 6) を含み、

前記ライナのそれぞれは、前記ドーム (2 8) と前記出口 (3 0) との間で軸方向に間隔を置いて配置された第 1 と第 2 のそれぞれの列の希釈孔 (4 4 , 4 6) を含み、さらに前記ドームに取り付けられ、その出口 (3 6 a) から広範な噴霧で燃料を放出するように、鈍角の第 1 のフレア角を有する後方端を備え且つ前記ドームを貫いて延びるフレア状円錐体 (3 6) を含む旋回カップ (3 4) と、

前記フレア状円錐体を取囲む環状の入口端を有し、大部分が前記フレア状円錐体の前記出口から鈍角の第 2 のフレア角で後方に延び、半径方向外方に面する段部 (4 0) を画定するように、前記フレア状円錐体の前記出口において前記第 1 のフレア角を有する後方端から前方に偏位したフレア状熱シールド (3 8) と

を含み、

前記段部 (4 0) は、前記第 1 と第 2 のフレア角の間で前記フレア状シールド (3 8) から前記出口を軸方向後方に突出させており、

前記フレア状円錐体 (3 6) 及び熱シールド (3 8) は、両者間で拘束のない差動移動を可能にするために前記段部 (4 0) において付着されていない別々の構成要素である

ことを特徴とするガスタービンエンジン燃焼器 (1 0) 。

【請求項 7】

前記フレア状円錐体 (3 6) は、前記フレア状シールド (3 8) の後端部に対して相対的に切り詰められていることを特徴とする請求項 6 に記載の燃焼器。

【請求項 8】

前記 2 列の希釈孔 (4 4 , 4 6) は、前記燃焼器を、前記ドーム (2 8) と前記第 1 列との間の 1 次帯域 (4 8) と前記第 1 及び第 2 列の間の中間帯域 (5 0) と前記第 2 列と前記燃焼器出口 (3 0) との間の後部帯域 (5 2) と、に分割し、前記 1 次帯域 (4 8) は最大の容積を有し、また前記中間帯域 (5 0) は最小の容積を有することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の燃焼器。

【請求項 9】

前記段部 (4 0) における前記フレア状円錐体 (3 6) 及び前記熱シールド (3 8) は、前記段部への空気流れを防止するために断面が無孔であることを特徴とする請求項 8 に記載の燃焼器。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、概してガスタービンエンジンに関し、より具体的にはそのエンジン中の燃焼器に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

ガスタービンエンジンにおいては、高温の燃焼ガスを発生するために空気が圧縮機中で加

10

20

30

40

50

圧されて燃焼器中で燃料と混合される。タービン段において燃焼ガスからエネルギーが抽出され、圧縮機に動力を供給したり圧縮機の上流に配置されたファンに動力を供給するような有用な仕事をもたらす。

【 0 0 0 3 】

ターボファンエンジンは、アイドリング状態や離陸や巡航などの様々な出力レベルにわたって作動し、燃料消費と望ましくない排気エミッションを減らすために効率を最大限にするよう設計されている。

【 0 0 0 4 】

典型的な排気エミッションには、スモーク、未燃焼炭化水素、一酸化炭素（CO）それに窒素酸化物（NO_x）などが含まれる。燃焼の複雑な性質によりまた一般的な燃焼器内の利用
10
できる限られた空間のために、特定のエンジン設計及び出力定格に対して受け入れられる性能を実現できる燃焼器の設計においては多くの妥協がなされなければならない。

【 0 0 0 5 】

従来技術には、実用燃焼器寿命つまり耐久性とともに、性能を最大限にするかまたは燃焼器のエミッションを最小限にするための無数の構成を具える様々なタイプのガスタービンエンジン燃焼器がある。

【 0 0 0 6 】

一般的な単一環状の燃焼器は、前方端で環状のドームに接合され、後方端で間隔を置いて配置されて燃焼ガスをタービンに排出するための環状の出口を画定する半径方向外側及び内側の燃焼ライナを含む。。そのドームは、円周方向に間隔を置いて配置された複数の気
20
化器を含み、気化器それぞれが燃料噴射器及び協働する旋回翼つまり旋回カップを含む。燃料噴射器及び旋回翼のためには様々な設計が見受けられる。

【 0 0 0 7 】

一般的な旋回翼は、燃料噴射器の先端を支持し、その周りの二重反転する流れで通常旋回させられる圧縮空気を燃料噴射器からの燃料と混合する。空気の旋回は、傾斜された旋回羽根の列または旋回カップの本体中に形成される傾斜された空気孔により一般的に行われる。

【 0 0 0 8 】

各気化器から燃焼器中に放出される燃料と空気の混合気は、燃焼器中で燃焼し、相当な熱を放出する。燃焼器の様々な構成要素は、加圧された空気の一部を冷却空気として流用
30
することによってこの熱から保護される。

【 0 0 0 9 】

一般的な燃焼ライナは、その中での燃焼ガスと界接する燃焼器の内面に沿って冷却空気の薄膜を作り出す対応する膜冷却ナゲットのところで、一緒に軸方向に接合された複数の環状のパネルで形成される。

【 0 0 1 0 】

空気はまたドームを通してドームの冷却のために振り向けられる。高温の燃焼ガスに対する障壁を提供するために、ドームを貫通する旋回翼のそれぞれ周りに対応する熱シールドまたはバッフルを設けることで、ドームは追加的に冷却される。熱シールドは、熱シールドに空気を衝突させるドーム中の孔により冷却される。次いで、使用後の衝突空気は、
40
熱シールドに沿って流れ、燃焼器中に排出される。

【 0 0 1 1 】

各旋回翼は、またその後方端にフレア状円錐体の形の出口を含み、フレア状円錐体は対応する熱シールドを貫通して突出する。その円錐体のフレア内抱角が、各気化器からの燃料と空気の混合気の対応する噴霧角度を制御する。

【 0 0 1 2 】

フレア状円錐体は直接燃焼ガスに曝されるので、それらは燃焼ガスからの加熱を免れない。フレア状円錐体の焼損を防止するために、空気が熱シールドの後部側面とフレア状円錐体の前部側面との間に振り向けられ、それに対流冷却を施すことが可能で、使用済みの空気は燃焼器中に排出される。このタイプのフレア状円錐体冷却を含む燃焼器が、この国で
50

はいままで長年販売されてきている。しかしながら、このタイプのフレア状円錐体冷却は炭化水素や一酸化炭素（ＣＯ）のエミッションの発生源であることが分かってきて、それらはより厳しいエミッション基準のもとでは望ましくない。

【 0 0 1 3 】

この国で長年商業的に実用されて好調な実績をあげている別の燃焼器は、フレア状円錐体の空気冷却を排除して、その代わりに熱シールドを１回の鋳込みでフレア状円錐体の後方端と一体化することにより、このエミッション問題を回避する。しかしながら、フレア状円錐体と一体化された熱シールドとの間の界面は、それらの機能の違いのために構造上の不連続性を生じることになり、それで一体化された構成要素は、フレア状円錐体中の比較的低温の場所から燃焼ガスに曝される熱シールドの後方端における比較的高温の場所まで、かなりの温度勾配を免れない。その大きな温度勾配と幾何学形状の不連続が、運転中にかなりの熱応力を発生させ、それと対応して構成要素の有効寿命を減らすことになる。

10

【 0 0 1 4 】

この国で何年もの間商業的に実用されて好調な実績をあげている別のタイプの燃焼器は、熱シールドからの間隔を増す狭い角度の燃料噴霧を維持するために、約 90 度までの鋭角のフレア状円錐体の角度を用いる。その狭い噴霧角の目的は、未燃焼炭化水素や一酸化炭素（ＣＯ）のエミッションを極力少なくするために、未燃焼の燃料をライナの壁から離れた方へ向けることである。その上、狭い噴霧は、高温の燃焼ガスを下流の部位から引き寄せて熱シールドと密接に接触させ、上記の温度勾配を増大させる。しかしながら、この解決策は、高所での再始動がひどく損なわれるので比較的に小型の燃焼器においては実用的

20

【 0 0 1 5 】

【 発明が解決しようとする課題 】

従って、排気エミッションを減らして適当な耐久性を有する改良された燃焼器を提供することが望ましい。

【 0 0 1 6 】

【 課題を解決するための手段 】

燃焼器は、一端で環状のドームに接合される外側及び内側ライナを含む。旋回カップは、ドームに取り付けられ、ドームを貫いて延びるフレア状円錐体を含む。フレア状円錐体は、その円錐体の出口から広範な噴霧で燃料を放出できるように鈍角のフレア角を有する。フレア状熱シールドは、円錐体を取囲み、部分的に円錐体出口から後方へ延び、半径方向外方に面する段部を画定するように円錐体出口から部分的に前方へ偏位する。

30

【 0 0 1 7 】

【 発明の実施の形態 】

本発明は、好ましい例示的な実施形態によって、発明のさらなる目的と利点と共に、添付の図面に関連してなされる以下の詳細な記述により詳細に述べられる。

【 0 0 1 8 】

図 1 に示されるのは、ターボファンガスタービン航空機エンジン中の環状のケーシング 12 の内部に配置された単一環状の燃焼器 10 である。燃焼器は、長手方向つまり軸方向の中心軸線 14 に対して軸対称であり、加圧された空気 16 を圧縮機（図示せず）から受け、その空気は燃料 18 と混合され点火されて、高温の燃焼ガス 20 を発生し、その燃焼ガスは燃焼器から高圧タービンノズル 22 を含む従来のタービン段中に排出される。

40

【 0 0 1 9 】

燃焼器は、半径方向外側及び内側の環状の燃焼ライナ 24 , 26 を含み、環状の燃焼ライナ 24 , 26 はその前方端で環状のドーム 28 と接合され、その後方端で半径方向に間隔を置いて配置され、環状の燃焼器出口 30 を画定する。

【 0 0 2 0 】

円周方向に間隔を置いて配置された複数の気化器が、ドームを貫いて適切に装着され、それぞれが従来の燃料噴射器 32 及び協働する空気旋回翼つまり旋回カップ 34 を含む。各旋回カップは、それぞれの燃料噴射器を同軸に受けるためにドームに適切に取り付けられ

50

、そして燃焼器内部で燃焼される燃料と空気の混合気を発生するために、空気を旋回させて噴射器からの燃料と混合するように構成される。

【 0 0 2 1 】

しかし、本発明では、燃料噴射器 3 2 及び協働する旋回翼 3 4 は従来のいずれの構成を備えてもよい。

【 0 0 2 2 】

例えば、燃料噴射器 3 2 は、1 次と 2 次燃料回路を具える二重のオリフィス噴射ノズルを有することが望ましい。内方の 1 次燃料回路は、アイドルリング運転用に寸法を仕上げたものであり、また外方の 2 次回路は旋回翼の内部で燃料を水力噴霧化するように高出力運転用に寸法を仕上げたものである。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示されるように、旋回翼 3 4 は、燃料噴射器の先端を受入れる管状のフェルール 3 4 a を含み、また、軸方向にかつ円周方向に傾斜したドリル穴 3 4 b の列を含み、1 次空気を噴射器から放出される燃料の周りに同軸的に 1 つの回転方向に旋回させる。

【 0 0 2 4 】

また、旋回翼は、円周方向に傾斜した 2 次旋回羽根 3 4 d の列を有する鋳造された管状の本体 3 4 c を含み、2 次旋回羽根 3 4 d は、追加の空気を噴射された燃料及び 1 次旋回空気の周りに同心的に軸方向後方に放出するように、半径方向内方に旋回させる。また、旋回翼本体 3 4 c は、燃料噴射器及びフェルールと同軸に配置される 1 次ベンチュリ管 3 4 e と、1 次ベンチュリ管と同軸に配置され両者間に 2 次旋回空気を受入れるためにそこから半径方向外方に間隔を置いて配置される協働する 2 次ベンチュリ管 3 4 f とを含む。

【 0 0 2 5 】

旋回翼本体 3 4 c は、固定状態で燃焼器ドーム 2 8 に接合され、フェルール 3 4 a は、運転中に両者間に異なった半径方向の摺動運動を可能にするよう従来の方法で本体に接合される。

【 0 0 2 6 】

上記のように、噴射器と旋回カップは、燃料を旋回翼内部に同軸的に噴射しその燃料を二重反転で旋回される空気と混合する構造と作動において従来のものと変わりがなく、燃焼するための燃料と空気の混合気を生成する。

【 0 0 2 7 】

本発明の好ましい実施形態に従って、図 2 に示される旋回カップ 3 4 は、2 次ベンチュリ管 3 4 f と一体に、例えば共通の鋳込みで成形された管状のフレア状円錐体 3 6 を含む。フレア状円錐体は、燃焼器ドーム 2 8 中の対応する開口を通して軸方向に延びる。フレア状円錐体は、旋回翼からの燃料と空気を、フレア状円錐体の後方端の出口 3 6 a から対応する広範な噴霧で放出するための鈍角の放出フレア角 A を有する。

【 0 0 2 8 】

ドーム 2 8 に適切に取り付けられるのは、燃焼器ドームの円周の周りの各旋回翼 3 4 の各フレア状円錐体 3 6 を局部的に取り巻くフレア状熱シールド 3 8 である。熱シールド 3 8 は、大部分つまり主な部分がフレア状円錐体出口 3 6 a から後方に延びる板金組み立て部品であり、そして少しの部分が、半径方向の外方に面する環状の段部 4 0 を出口端においてフレア状円錐体の外周の周りに円周方向に画定するように、円錐体出口 3 6 a から前方に偏位することが望ましい。

【 0 0 2 9 】

熱シールド 3 8 は、例えば蝋付けまたは溶接によりドームの開口の内側に適切に取り付けられる環状の入り口端を有する。熱シールドは、フレア状円錐体から外側及び内側ライナに向かって半径方向外方に朝顔状に広がっており、燃焼器ドームを運転中に発生する高温の燃焼ガス 2 0 から保護する。熱シールドはまた、図 3 に示されるように、円周方向に旋回翼から旋回翼へと両方向に延び、いくつかの熱シールドが集って円周方向に広がることにより燃焼器内で円周方向に燃焼器ドームを保護する。

【 0 0 3 0 】

図 2 に示される好ましい実施形態において、熱シールド 38 は、鈍角のフレア角 B を有し、そして少なくとも同軸のフレア状円錐体 36 と同じくらい発散する。

【0031】

さらに、フレア状円錐体 36 及び熱シールド 38 は、段部 40 への空気流れを防止するために軸方向の断面で段部 40 において無孔であることが望ましい。

【0032】

フレア状円錐体 36 及び熱シールド 38 は、運転中にそれらの間での拘束されない差動熱移動を可能にするために、段部 40 において互いに付着されていない 2 つの別々の構成要素であることが望ましい。熱シールド 38 は、ドームを貫く対応する開口の内側で燃焼器ドームに固着され、そして旋回翼本体 34c は、2 次旋回羽根 34d の外側で燃焼器ドームに固着され、2 次ベンチュリ管 34f 及び一体のフレア状円錐体 36 は熱シールド入口の管状の穴を通して軸方向に延びる。

【0033】

ドーム及び熱シールドは、衝突冷却する加圧された空気を熱シールドの前方の側面に対して導く、ドームを貫く衝突冷却孔 42 の列を設けることによって従来の方法で冷却される。この空気は、次ぎに熱シールドに沿って後方に流れ燃焼器中に放出される。

【0034】

図 1 と図 2 に示される燃焼器は、この国で長年商業的に用いられてきた改良されたより大型の単一環状の燃焼器である。この燃焼器は、対応するエンジンからの出力を増大するためにより大きい寸法に仕上げられている。しかしながら、より大きい燃焼器は、より高い高所始動要求を有し、そしてより厳しい排気エミッション要求を免れない。より大きい寸法で燃焼器を設計するだけではこれらの要求を満たすには十分ではない。

【0035】

さらに、商業用のエンジン中の当初の旋回翼は、協働する板金の熱シールドに概して平行に延びる板金のフレア状円錐体を含み、両方ともが対応するフレア角で旋回翼の中心線から同延に半径方向外方に延びる。冷却空気が、フレア状円錐体を冷却するために熱シールドとフレア状円錐体との間に噴射される。

【0036】

従来の技術の項で先に指摘したように、冷却空気をそのようなフレア状円錐体の正面に採り入れることは、増大した燃焼器中では受け入れられない炭化水素や一酸化炭素のエミッションの発生源になる。そして、より高い高所始動要求は、増大した燃焼器の設計をさらに複雑にする。

【0037】

図 2 に示される好ましい実施形態によると、フレア状円錐体 36 は、熱シールド 38 に対して相対的に半径方向に切り詰められて、フレア状の熱シールドの基部で終わり、両者間に段部 40 を画定する。フレア状円錐体 36 は、強度と耐久性の向上のために普通の旋回翼本体 34c と一体に鋳造され、取囲む熱シールド 38 とは別個の構成要素であることが望ましい。

【0038】

フレア状円錐体及び熱シールドは、段部 40 を設けるために円錐体出口 36a が熱シールドの後方に突出するように組み立てられる。そして、段部の領域には、段部へ冷却空気を供給するための開口は全く設けられていない。従って、段部 40 には冷却空気は全く無く、従来の設計で生じる望ましくない炭化水素や一酸化炭素 (CO) などの排気エミッションをなくす。

【0039】

フレア状円錐体の鈍角のフレア角 A は、旋回翼からの燃料の広範な噴霧をもたらし、運転中にこの噴霧された燃料が熱シールド 38 の後部表面に付着する。付着した噴霧燃料は、段部 40 の周りへの高温ガスの再循環を防止し、運転中に段部 40 の金属温度を実質的に減少させる。運転中に段部 40 を取囲むガスは、燃料が多く含まれていて、その大部分は未燃焼で比較的到低温であり、従って燃焼器のこの部分の耐久性と寿命を増大させる。フ

10

20

30

40

50

フレア状円錐体からの広範の噴霧は、また運転中の未燃焼炭化水素の排出も減らし、そして高所始動性を追加的に向上させる。

【 0 0 4 0 】

図 2 に示される好ましい実施形態において、フレア状円錐体 3 6 と熱シールド 3 8 の両方のフレア角 A、B は、約 1 1 0 度より大きいことが望ましく、好ましくは約 1 2 0 度である。このようにして、広範な噴霧パターンが熱シールドに付着するように行なわれ、上記の利点をもたらす。

【 0 0 4 1 】

図 1 に示される燃焼器は、9,000 ~ 18,000 ポンドの推力範囲にある小型のターボファンエンジンに動力を供給する比較的的小型である。先に指摘したように、より大きな単一環状の燃焼器においては、比較的に狭く鋭角のフレア状円錐体角が、燃焼器の適切な運転のために用いられる。しかしながら、図 1 に示される燃焼器のような小型の燃焼器においては、狭い噴霧は高所始動がひどく損なわれ、従って望ましくない。

【 0 0 4 2 】

図 1 に示される旋回翼の広範な噴霧作動は、小型の燃焼器における高所始動性能を向上させるだけでなく、熱シールドに沿って旋回翼からのガス混合気の付着を維持するために、段部 4 0 及び熱シールドと協働し、この領域に冷却の仕組みをもたらしながら排気エミッションを減少させる。図 2 に示される段部 4 0 は、熱シールドへの流れの付着を安定化させるだけでなく、フレア状円錐体からのガス放出が熱シールドに付着することが可能になるように十分小さくなっている。

【 0 0 4 3 】

分離はしているが協働するフレア状円錐体 3 6 及び熱シールド 3 8 の追加的な利点は、運転中に発生する熱応力をかなり減らすことである。運転中にかなりの温度勾配が、フレア状円錐体 3 6 の後方端でフレア状円錐体 3 6 に 2 次ベンチュリ管 3 4 f に沿って生じ、また熱シールド 3 8 に沿って生じる。熱シールド 3 8 は、フレア状円錐体 3 6 と比べて比較的に高温である。

【 0 0 4 4 】

フレア状円錐体から熱シールドを機械的に分離するつまり切り離すことにより、これらの 2 つの構成要素の間の差動熱移動が、可能になり熱応力を相当に軽減する。さらに、段部 4 0 でもたらされる幾何学形状の不連続性は、望ましくない応力集中を生じる単一の構成要素中には見られないが、2 つの構成要素の間には見られそのような応力集中を排除する。

【 0 0 4 5 】

熱シールド 3 8 は、運転中に素早い熱的応答性を有する打ち抜き加工された板金から従来の方法で形成することが可能である。フレア状円錐体 3 6 は、その強度と耐久性を向上させるために普通の旋回翼本体 3 4 c と一体に鋳造されることが望ましい。

【 0 0 4 6 】

要望があれば、熱シールド 3 8 は、旋回カップ本体 3 4 c 及びフレア状円錐体 3 6 と一体的に鋳造することが可能ではあるが、2 つの分離された構成要素に起因する熱応力の利点に恵まれることはないであろう。それにもかかわらず、後にさらに述べるように、その構造は排気エミッションの減少や燃焼器性能の更なる改善をもたらすことになるであろう。

【 0 0 4 7 】

図 3 に示されるように、熱シールド 3 8 は、半径方向に相対する外側及び内側の円周方向に延びる境界端縁 3 8 a、及び概して長方形の構造を有する円周方向に相対する半径方向に延びる側方端縁 3 8 b とを有する後部外周つまり境界を含む。側方端縁 3 8 b は、燃焼器ドーム 2 8 に隣接して両者間の空気流れを制限するために、円弧状でありあるいは前方へ丸められることが望ましい。

【 0 0 4 8 】

またこれに対応して、境界端縁 3 8 a は、図 2 に追加的に示されるように、対応する外側及び内側ライナ 2 4、2 6 に向けて円弧状でありあるいは後方へ丸められる。

【 0 0 4 9 】

熱シールド 3 8 は、従って丸められた境界端縁と側方端縁の両方の組み合わせであり、それらの丸められた端縁は二重環状の燃焼器においては通常のことであるが、図 1 に示されるタイプの単一環状の燃焼器においては従来は適用されなかったものである。

【 0 0 5 0 】

側方端縁 3 8 b を丸めることで、冷却空気が隣接する旋回カップの間に円周方向にそれらの端縁に沿って排出されることを制限または防止し、その代わりに使用後の衝突冷却空気の全てまたは大部分を 2 つの径路、すなわち外側ライナ 2 4 に対して半径方向外方にまた内側ライナ 2 6 に対して半径方向内方に導く。フレア状円錐体の段部 4 0 との組み合わせにおけるこの特徴は、高所始動における著しい向上と未燃焼炭化水素のエミッションの著しい減少をもたらす。

10

【 0 0 5 1 】

そして、丸められた境界端縁 3 8 a が、使用後の衝突冷却空気を対応する外側および内側ライナ 2 4 , 2 6 に沿ってより適切に導き、外側および内側ライナ 2 4 , 2 6 に追加の膜冷却を施す。

【 0 0 5 2 】

これらの改良が組み合わされて、相乗効果的な方法で燃焼器全体にわたってなお一層の改良をもたらすことになる。

【 0 0 5 3 】

より具体的に言えば、図 1 と図 2 に示される外側および内側燃焼器ライナ 2 4 , 2 6 のそれぞれは、対応する膜冷却ナゲット 2 4 b , 2 6 b で従来の方法でともに軸方向に接合された環状のパネルつまり分割部分 2 4 a , 2 6 a で形成されるのが望ましい。各ナゲットは、燃焼ガスに曝されるライナの内側表面に沿って加圧された空気 1 6 を膜として流す 1 つあるいはそれ以上の列の膜冷却孔を含む。

20

【 0 0 5 4 】

図 1 に示されるように、各ライナは、5 つの軸方向に隣接するパネル 2 4 a , 2 6 a で形成されるのが望ましいが、これは従来の燃焼器に見られるものより 1 つだけパネルが多く、本発明はその従来の燃焼器より大きいサイズにおける改良である。ドーム 2 8 から後方の 2 つのライナの第 2 と第 3 のパネル 2 4 a , 2 6 a は、第 1 と第 2 のそれぞれの列の希釈孔 4 4 , 4 6 を含み、それらの希釈孔が燃焼器中に発生する燃焼ガスを希釈するように加圧された空気 1 6 のかなりの部分を燃焼器中に噴射する。

30

【 0 0 5 5 】

図 1 に示される 2 列の希釈孔 4 4 , 4 6 は、燃焼器を、ドーム 2 8 と第 1 の希釈の列との間の 1 次燃焼帯域 4 8 と、軸方向に第 1 と第 2 の希釈の列の間の中間帯域 5 0 とおよび軸方向に第 2 の希釈の列と燃焼器出口 3 0 との間の後部帯域 5 2 と、に分割する。

【 0 0 5 6 】

希釈孔は、従来のやり方であれば様々な構成の燃焼器に見られる。しかしながら、図 1 に示される燃焼器は、従来の燃焼器より 1 つだけ多い 5 つのライナパネルを有するのが好ましいが、これは本発明が従来の燃焼器より優れている改良点の 1 つである。当初の燃焼器では、希釈孔は、第 2 と第 3 のライナパネル中に配置され、単一のライナパネルだけが第 2 と第 3 のライナパネルから上流と下流にある。その組み合わせが燃焼器の全体の性能に影響する。

40

【 0 0 5 7 】

図 1 においては、希釈孔は同じく第 2 と第 3 のライナパネル中に配置されるが、燃焼器がより大きい容積を有し、第 2 の希釈の列の後方に 2 つのライナパネルを含み、そのことが 3 つの燃焼帯域の相対的な大きさを著しく変える。

【 0 0 5 8 】

図 1 に示される好ましい実施形態においては、1 次帯域 4 8 は 3 つの帯域のうち最大の燃焼容積を有するように寸法を仕上げられ、そして中間の帯域 5 0 は最小の容積を有するように寸法を仕上げられる。1 次帯域 4 8 は、ドーム 2 8 中の旋回カップ 3 4 の列と協働し

50

、主として旋回カップ 3 4 からのみ燃焼器空気を受ける。

【 0 0 5 9 】

第 1 の希釈の列を第 2 のライナパネルに設置することは、比較的に大きい 1 次燃焼容積をもたらす、第 1 の列からの希釈空気が 1 次帯域へ混入するのを極力少なくする。このことが、旋回カップの列からの上記の広範な噴霧分布と共同して作用する。

【 0 0 6 0 】

流れの可視化が、希釈空気を採り入れる面が、旋回流により形成される再循環燃焼ガス気泡の後部境界にあることを示している。1 次燃焼用の空気は、旋回翼空気によりほとんど全て供給される。熱シールド冷却空気は、好適な丸められた熱シールド構成によりライナに沿って導かれることによって最小限の貢献をする。

10

【 0 0 6 1 】

二重反転の旋回カップ 3 4 は、離陸時出力で 1 次帯域における比較的燃料リッチの状態にもかかわらず許容できるスモークのレベルを可能にするように燃料と空気を良く混合する。1 次帯域における均一なリッチ混合気は、またそこでの窒素酸化物 (NO_x) の生成も抑制する。

【 0 0 6 2 】

旋回翼の空気流れは、一酸化炭素 (CO) と未燃焼炭化水素のエミッションを最小化するために地上でのアイドル設定において 1 次帯域に理論混合気に近い状態を生じるように設定されるのが望ましい。高出力時には、1 次帯域は、窒素酸化物 (NO_x) の生成を抑制するのに十分にリッチな状態になる。

20

【 0 0 6 3 】

第 1 列の希釈孔 4 4 は、一酸化炭素 (CO) の焼尽を最大限にするため燃焼ガスを高出力時に僅かにリーンな状態にまたは当量比に希釈するような寸法に仕上げられるのが望ましい。

【 0 0 6 4 】

第 2 列の希釈孔 4 6 は、次に隣接する下流のライナパネルに配置されることにより第 1 列に近接して結合され、そしてリーンな燃焼ガスを急速に抑制させるような寸法に仕上げられ、窒素酸化物 (NO_x) の生成を最小限にする。従って、図 1 に示される燃焼器の構成は、低濃度の窒素酸化物 (NO_x) 及び一酸化炭素 (CO) のエミッションをもたらすリッチ・リーン・急速抑制燃焼器の多くの利点を提供するが、高所始動要求を犠牲にしてではない。

30

【 0 0 6 5 】

1 次帯域 4 8 は、受け入れられるレベルのスモークを許す程度まで燃料リッチで作動されることが可能である。希釈空気が最初に噴射される中間帯域 5 0 は、燃焼ガスをリッチからリーンまで変化させ、窒素酸化物 (NO_x) 生成の領域となる。後部帯域 5 2 は、燃焼ガスがタービンに入る前の希釈空気と燃焼ガスとの最終的な混合帯域である。中間帯域 5 0 の容積を最小限にして後部帯域 5 2 の容積を最大限にすることにより、窒素酸化物 (NO_x) の生成を実質的に減少させることができる。

【 0 0 6 6 】

上述の改良されたフレア状円錐体 3 6 と熱シールド 3 8 の組み合わせは、さらに一層の利点を与える。1 次燃焼帯域 4 8 は、運転中にリッチな主として未燃焼のガスが熱シールド 3 8 に付着して、比較的リッチな状態で作動され、排気エミッションを最小限にしながら熱シールドの効果的な冷却をもたらすことができる。熱シールドからの使用済みの衝突冷却空気は、第 1 のライナパネルに導かれ、そこを追加的に冷却する。使用済みの熱シールド冷却空気の増大した冷却効果は、第 1 のライナパネルの耐久性を向上させて、膜冷却ナゲットからの第 1 のライナパネルに対する冷却空気の要求を減ずる。第 1 の冷却ナゲットからの削減された冷却空気が、一酸化炭素 (CO) と未燃焼炭化水素のエミッションをさらに削減する。

40

【 0 0 6 7 】

広角のフレア状円錐体 3 6 と前方に丸められた熱シールド境界端縁 3 8 a は、高所始動上

50

限值を増すだけでなく燃焼器の性能も向上させる。従って、燃焼器の所定の出力定格に対して、燃焼器は他の方法で達成されるよりも単位空気流量あたり小さい燃焼容積にして構成されることが可能である。この比較的により小さい燃焼容積は、そこでの燃焼ガスのための滞留時間を削減し、そして窒素酸化物(NO_x)のエミッションを削減する。その削減された燃焼容積により可能になった対応するより小さい燃焼器全体の大きさは、またドームやライナの冷却用の空気流れの要求もより少なくなり、このことにより、受け入れられ得るライナ寿命および円周方向のパターン要因と半径方向の形状要因における燃焼ガス出口温度分布を維持しながら、一酸化炭素(CO)のエミッションと未燃焼炭化水素がさらに減少する。

【0068】

10

従って、広角のフレア状円錐体36と両者間に段部40を有する協働する熱シールド38を含むようにその他は従来どうりの旋回カップを再構成すれば、他の方法では不可能な小型の燃焼器における単一環状の燃焼器設計でのかなりの改善を可能にする。図1から図3までに示される燃焼器は、他は従来どうりの構成要素を新しい相乗効果的な組み合わせで追加的に含み、比較的高い高所始動性能と減少された排気エミッションと改良された耐久性と寿命において燃焼器性能を改善する。

【0069】

本発明の好ましい例示的な実施形態と考えられるものがここに述べられてきたが、本発明の他の変型形態がこの教示から当業者には明らかになるはずであり、従って本発明の技術思想と技術的範囲に属するような全ての変型形態が特許請求の範囲に確保されることが

20

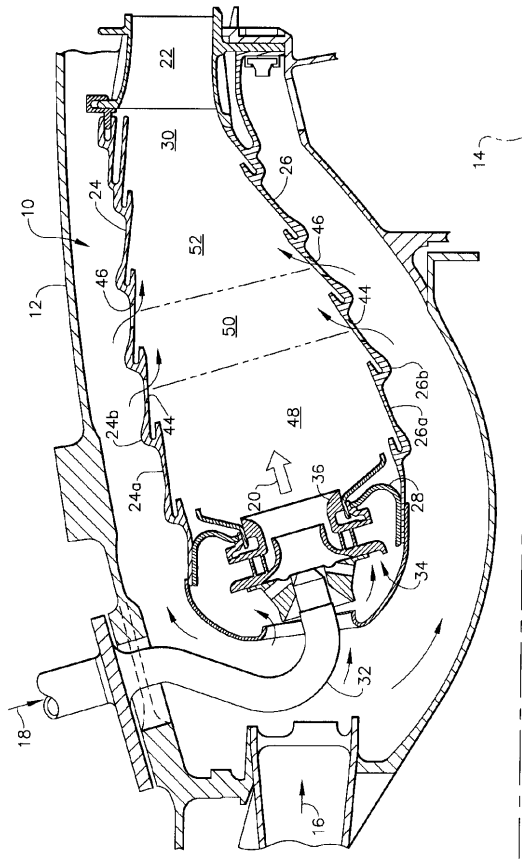
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の例示的な実施形態による環状の燃焼器の一部の軸方向断面図。

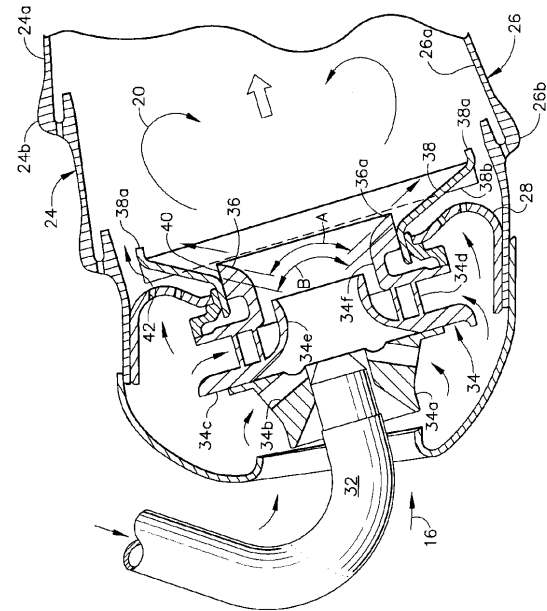
【図2】 図1に示される燃焼器のドーム端部の拡大部分断面図。

【図3】 本発明の例示的な実施形態による協働するフレア状円錐体と熱シールドを有する図2に示される燃焼器ドームの一部の等角図。

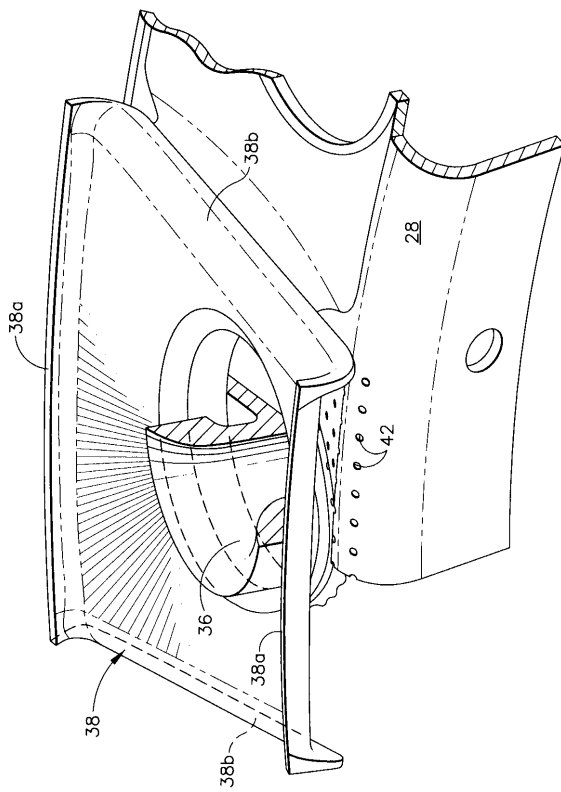
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

審査官 藤原 弘

- (56)参考文献 特開昭54-067819(JP,A)
特開平11-257665(JP,A)
特開平09-004844(JP,A)
特開平04-227413(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23R 3/06

F23R 3/12

F23R 3/16

F23R 3/42