

(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2004-257384
(P2004-257384A)

(43) 公開日 平成16年9月16日(2004.9.16)

(51) Int. Cl.⁷

F02C 7/052
F01D 25/00
F23R 3/06

F I

F02C 7/052
F01D 25/00
F23R 3/06

テーマコード(参考)

R

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-45554 (P2004-45554)
(22) 出願日 平成16年2月23日(2004.2.23)
(31) 優先権主張番号 10/372,889
(32) 優先日 平成15年2月24日(2003.2.24)
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
GENERAL ELECTRIC CO
MPANY
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタデイ、リバーロード、1番
(74) 代理人 100093908
弁理士 松本 研一
(74) 代理人 100105588
弁理士 小倉 博
(74) 代理人 100106541
弁理士 伊藤 信和
(74) 代理人 100129779
弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

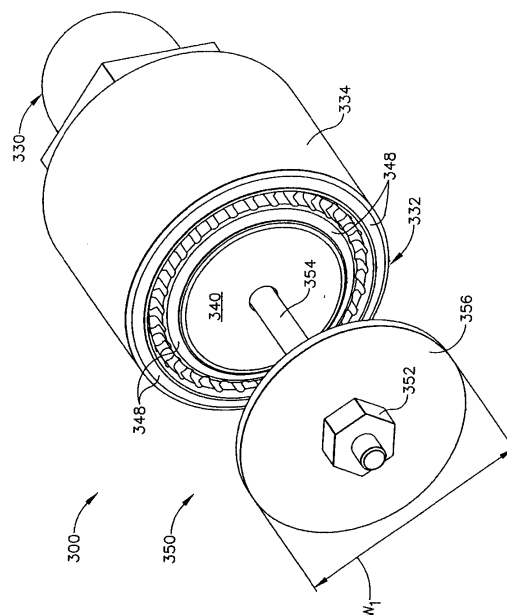
(54) 【発明の名称】 ガスタービンエンジン燃焼器を洗浄するための方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 ガスタービンエンジン燃焼器(16)を洗浄することを可能にする方法を提供する。

【解決手段】 この方法は、入口端部(330)と、吐出端部(332)と、該入口及び吐出端部間で延びる中空のノズル本体(334)と、該ノズル本体内に配置された中心体(340)とを含むノズル組立体(300)を燃焼器に当接させて結合する段階と、ノズル組立体を流体源に結合する段階と、ノズル組立体からアニュラス状の流体を燃焼器内に吐出して、該燃焼器から微粒子物質を除去することを可能にする段階とを含む。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンエンジン燃焼器(16)を洗浄するための方法であって、

入口端部(330)と、吐出端部(332)と、前記入口及び吐出端部間で延びる中空のノズル本体(334)と、前記ノズル本体内に配置された中心体(340)とを含むノズル組立体(300)を前記燃焼器に当接させて結合する段階と、

前記ノズル組立体を流体源に結合する段階と、

前記ノズル組立体からアニュラス状の流体を前記燃焼器内に吐出して、該燃焼器から微粒子物質を除去することを可能にする段階と、

を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記ノズル組立体(300)からアニュラス状の流体を吐出する前記段階が、前記ノズル組立体から上流方向に向けて前記燃焼器(16)の下流側(138)から流体を前記燃焼器内に吐出する段階を更に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

ノズル組立体(300)を前記燃焼器(16)に結合する前記段階が、該ノズル組立体を前記燃焼器の下流側 138 に結合する段階を更に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

ノズル組立体(300)を前記燃焼器(16)に結合する前記段階が、前記ノズル本体(334)から軸方向外向きにかつ同心に延びるねじ付き固締具(352)を用いて該ノズル組立体を前記燃焼器に結合する段階を更に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 5】

ノズル組立体(300)を前記燃焼器(16)に結合する前記段階が、

環状フランジ(356)を前記ねじ付き固締具(352)に結合する段階と、

前記環状フランジが前記燃焼器の上流側(152)に当接して固定されると共に、前記ノズル本体(334)が前記燃焼器の下流側(138)に当接して固定されるように、該ノズル組立体を該燃焼器に結合する段階と、

を更に含むことを特徴とする、請求項 4 に記載の方法。

30

【請求項 6】

ノズル組立体(300)を前記燃焼器(16)に結合する前記段階が、前記ノズル組立体入口端部(330)を加圧流体源に流れ連通するようにねじ結合する段階を更に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

ガスタービンエンジン燃焼器(16)内に流体を導入して該燃焼器から微粒子物質を除去するためのノズル組立体(300)であって、

入口端部(330)と吐出端部(332)との間で延びかつその中に空洞を形成するノズル本体(334)と、

前記ノズル本体との間に環状の間隙(346)が形成されるように、該ノズル本体内に配置された中心体(340)と、

を含み、前記間隙がセグメント化され、前記中心体が前記ノズル組立体を前記燃焼器に結合するように構成されており、前記ノズル組立体が、前記間隙を通してアニュラス状の流体を前記燃焼器内に吐出するようになっている、

ことを特徴とするノズル組立体(300)。

40

【請求項 8】

前記中心体(340)が、該中心体から軸方向外向きに延びる固締具(352)を含み、前記固締具は、前記ノズル本体(334)が前記燃焼器(16)に当接して結合されるように、前記ノズル組立体を該燃焼器に結合するようになっていることを特徴とする、請求

50

項 7 に記載のノズル組立体 (3 0 0) 。

【請求項 9】

前記固締具 (3 5 2) は、流体が前記ノズル本体 (3 3 4) から上流方向に向けて吐出されて前記燃焼器 (1 6) を通るように、前記ノズル組立体を該燃焼器の下流側 (1 3 8) に結合するようになっていることを特徴とする、請求項 8 に記載のノズル組立体 (3 3 0) 。

【請求項 10】

前記中心体 (3 4 0) が、該中心体から軸方向外向きに延びかつ前記ノズル本体 (3 3 4) とほぼ同心に整合したねじ付きロッド (3 5 4) を含むことを特徴とする、請求項 7 に記載のノズル組立体 (3 0 0) 。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、一般的にガスタービンエンジンに関し、より具体的には、ガスタービンエンジン燃焼器から微粒子物質を除去するための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

燃焼器を用いて、燃料と空気の混合物がガスタービンエンジン内で燃焼される。公知の燃焼器は、燃焼域を形成する燃焼器ライナに取付けられた少なくとも1つのドームを含む。燃料噴射器が、ドームと流れ連通した状態で燃焼器に取付けられ、燃焼域に燃料を供給する。燃料は、メガネプレートなわちドームプレートに取付けられたドーム組立体を通して燃焼器に流入する。

20

【0003】

ドーム組立体は、ドームプレートに固定されかつフレアコーンから半径方向内方に位置する空気スワラを含む。フレアコーンは、発散形になっており、空気スワラから半径方向外向きに延びて、空気と燃料を混合しかつその混合物を半径方向外向きに燃焼域内に広げるのを助長する。発散形のデフレクタが、フレアコーンの周りで円周方向にかつ該フレアコーンから半径方向外向きに延びる。デフレクタは、燃焼域内で発生した高温の燃焼ガスがドームプレートに当たるのを防止する。少なくとも一部の公知のデフレクタは、一体に形成された冷却通路を含み、該冷却通路が、空気をフレアコーンに向けて導いて該フレアコーンの背面をインピンジメント冷却することを可能にする。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

運転中、エンジン内に吸い込まれた微粒子物質は、望ましくないことにインピンジメント通路内に蓄積して通路を通る冷却空気の流れを閉塞する。時が経つにつれて、冷却空気通路が閉塞された状態で連続運転すると、フレアコーンの早期破壊を引き起こす可能性がある。フレアコーンの過熱を防止するのを促進するために、公知の燃焼器は、定期的に点検されかつ洗浄されて、堆積した可能性のあるあらゆる微粒子物質が除去される。公知の洗浄システムは、水又は水と洗浄剤の混合物をスプレーノズルから下流方向に燃焼器内に噴射して、蓄積した微粒子物質を燃焼器から除去する。このような水洗浄システムは、損失のうちの幾分かを回復させるが、インピンジメント冷却通路は目視で点検するためにアクセス可能でなく、従って、水洗浄により、インピンジメント冷却通路から微粒子物質を適切に除去することはできない。その上、デフレクタフレアコーン組立体の配向のために、清浄液が燃焼器を通過して下流に流れると、通路の上流で取り除かれた微粒子物質が、否応なく通路内に引っ掛かるようになる可能性がある。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

1つの態様では、ガスタービンエンジン燃焼器を洗浄するための方法が提供される。該方法は、入口端部と、吐出端部と、該入口及び吐出端部間で延びる中空のノズル本体と、

50

該ノズル本体内に配置された中心体とを含むノズル組立体を燃焼器に当接させて結合する段階と、ノズル組立体を流体源に結合する段階と、ノズル組立体からアニュラス状の流体を燃焼器内に吐出して、該燃焼器から微粒子物質を除去することを可能にする段階とを含む。

【0006】

本発明の別の態様では、ガスタービンエンジン燃焼器内に流体を導入して微粒子物質を除去するためのノズル組立体が提供される。該ノズル組立体は、ノズル本体と中心体とを含む。ノズル本体は、入口端部と吐出端部との間で延び、かつその中に空洞を形成する。中心体は、該中心体とノズル本体との間に環状の間隙が形成されるように、該ノズル本体内に配置される。間隙はセグメント化されている。中心体は、ノズル組立体を燃焼器に結合するように構成されている。ノズル組立体は、間隙を通してアニュラス状の流体を燃焼器内に吐出するようになっている。

10

【0007】

更に別の態様では、空気スワアラと、該スワアラの周りで円周方向に延びるデフレクタフレアコーン組立体とを含むガスタービンエンジン燃焼器を洗浄するための方法が提供される。該方法は、入口端部と、吐出端部と、該入口及び吐出端部間で延びる中空のノズル本体と、該ノズル本体内に配置された中心体とを含むノズル組立体をデフレクタフレアコーン組立体に結合する段階と、ノズル組立体の入口端部を流体源に結合する段階と、ノズル組立体から上流方向に向けて流体を燃焼器内に吐出して、該燃焼器から微粒子物質を除去することを可能にする段階とを含む。

20

【発明を実施するための最良の形態】**【0008】**

図1は、ガスタービンエンジン10の概略図であり、該ガスタービンエンジン10は、ファン組立体12、高圧圧縮機14、及び燃焼器16を含む。エンジン10は更に、高圧タービン18、低圧タービン20、及びブースタ22を含む。ファン組立体12は、ロータディスク26から半径方向外向きに延びるファンブレード24の配列を含む。エンジン10は、吸気側28と排気側30とを有する。1つの実施形態では、ガスタービンエンジン10は、オハイオ州シンシナチ所在のGeneral Electric Companyから購入できるGE90型エンジンである。

【0009】

運転時、空気がファン組立体12を流れて、加圧された空気は高圧圧縮機14に供給される。高度に加圧された空気は、燃焼器16に送られる。燃焼器16からの空気流は、タービン18及び20を駆動し、またタービン20はファン組立体12を駆動する。

30

【0010】

図2は、燃焼器16に用いることができる例示的な燃焼器ドーム組立体70の断面図である。燃焼器ドーム組立体70は、ドームプレートすなわちメガネプレート74と、デフレクタ部分76及びフレアコーン部分78を有する一体形のデフレクタフレアコーン組立体75とを含む。デフレクタフレアコーン組立体75は、環状でありかつ燃焼器の長手方向中心対称軸線82に対してほぼ同心である。

【0011】

燃焼器16はまた、長手方向中心対称軸線82の周りで対称に配置された環状出口コーン92を有する環状空気スワアラ90を含む。出口コーン92は、半径方向外側面94と半径方向内向きに面する流面96とを含む。環状空気スワアラ90は、半径方向外側面100と半径方向内向きに面する流面102とを含む。出口コーン流面96及び空気スワアラ半径方向外側面100は、それを通して下流方向に空気の一部を流すために用いられる後部ベンチュリチャンネル104を形成する。

40

【0012】

より具体的には、出口コーン92は、一体に形成された外向きに延びる半径方向フランジ部分110を含む。出口コーンフランジ部分110は、出口コーン流面96から延びる上流面112と出口コーン流面96に対してほぼ垂直であるほぼ平行な下流面114とを

50

含む。空気スワラ 90 は、一体に形成された外向きに延びる半径方向フランジ部分 116 を含み、該フランジ部分 116 は、上流面 118 と空気スワラ流面 102 から延びるほぼ平行な下流面 120 とを含む。空気スワラフランジ面 118 及び 120 は、出口コーンフランジ面 112 及び 114 にほぼ平行であり、かつ空気スワラ流面 102 に対してほぼ垂直である。

【0013】

空気スワラ 90 はまた、複数の円周方向に間隔を置いて配置された旋回羽根 130 を含む。より具体的には、複数の旋回羽根 132 は、後部ベンチュリチャネル 104 内で出口コーンフランジ部分 110 に摺動可能に結合される。複数の前部旋回羽根 134 は、前部ベンチュリチャネル 136 内で空気スワラフランジ部分 116 に摺動可能に結合される。前部ベンチュリチャネル 136 は、空気スワラフランジ部分 116 と環状支持プレート 140 の下流側 138 との間に形成される。支持プレート 140 は、燃焼器の長手方向中心対称軸線 82 に対して同心に整合され、かつ管状フェルール 154 に結合された上流側 152 を含む。

10

【0014】

ウィッシュボーン継手 160 が、出口コーン 92 の後方端部 162 において該出口コーン 92 内に一体に形成される。より具体的には、ウィッシュボーン継手 160 は、半径方向内側アーム 164 と、半径方向外側アーム 166 と、その間に形成された取付けスロット 168 とを含む。

【0015】

デフレクタフレアコーン組立体 75 が、空気スワラ 90 に結合される。より具体的には、フレアコーン部分 78 が、出口コーン 92 に結合され、かつ該出口コーン 92 から下流方向に延びる。フレアコーン部分 78 は、半径方向内側流面 182 と半径方向外側面 184 とを含む。フレアコーン内側流面 182 は、発散形になっており、かつ出口コーン 92 から後端部 188 まで延びる。フレアコーン外側面 184 は、発散形になっており、かつ出口コーン 92 から半径方向外向きに延びる。

20

【0016】

燃焼器ドームプレート 74 が、外側支持プレート 220 及び内側支持プレート 222 を用いて、ドーム組立体 70 を燃焼器 16 内で所定の位置に固定する。プレート 220 及び 222 は、燃焼器ドーム組立体 70 を燃焼器 16 内に固定する。より具体的には、プレート 220 及び 222 は、該プレート 220 及び 222 とフレアコーン部分 78 との間に結合された環状デフレクタ部分 76 に取付けられる。

30

【0017】

デフレクタ部分 76 は、燃焼器 16 内に発生した高温燃焼ガスが燃焼器ドームプレート 74 に当たるのを防止し、かつフランジ部分 230 と、円弧形部分 232 と、その間で延びる本体 234 とを含む。フランジ部分 230 は、デフレクタ本体 234 からデフレクタ前端縁 236 まで軸方向上流に延びる。デフレクタ円弧形部分 232 は、本体 234 からデフレクタ後端縁 242 まで半径方向外向きにかつ下流方向に延びる。

【0018】

デフレクタ本体 234 は、該デフレクタ本体 234 の前面 248 から該デフレクタ本体 234 の後面 250 まで延びるほぼ平坦な内側面 246 を有する。デフレクタ部分 76 はまた、半径方向外側面 270 と半径方向内側面 272 とを含む。半径方向外側面 270 及び半径方向内側面 272 は、デフレクタ前端縁 236 からデフレクタ本体 234 を越えてデフレクタ後端縁 242 まで延びる。

40

【0019】

インピンジメント通路 300 が、デフレクタ本体 234 を貫通して軸方向に延びる。より具体的には、通路 300 は、デフレクタ本体内側面 246 における入口 302 からデフレクタ後面 250 における出口 304 まで延びて、通路 300 が、デフレクタ部分 76 とフレアコーン部分 78 との間に形成されたフレア空気通路 298 と流れ連通するようになる。通路 300 は、該通路を通して冷却流体を流してフレアコーン部分 78 をインピンジ

50

メント冷却する。1つの実施形態では、冷却流体は、圧縮機14(図1に示す)から抽気された加圧空気である。通路300は、デフレクタ本体234内で燃焼器の長手方向中心対称軸線82の周りでほぼ円周方向に延びる。

【0020】

図3は、ドーム組立体70を清浄にするために用いることができるノズル組立体300の斜視図である。図4は、エンジン10に用いることができる例示的な燃焼器302の内部で所定の位置に結合された1対のノズル組立体300の断面図である。燃焼器302は、環状外側ライナ304と、環状内側ライナ306と、該外側ライナ304及び内側ライナ306間で延びるドーム状端部308とを含む。外側ライナ304及び内側ライナ306は、燃焼室310を形成する。

10

【0021】

燃焼室310は、形状がほぼ環状であり、ライナ304及び306間に配置される。外側ライナ304及び内側ライナ306は、燃焼器ドーム状端部308の下流に配置されたタービンノズル(図示せず)まで延びる。この例示的な実施形態では、外側ライナ304及び内側ライナ306は各々、それぞれカウル320及び322を含み、これらカウル320及び322は、直径 D_1 を有するその間の開口324を形成する。

【0022】

この例示的な実施形態では、燃焼器ドーム状端部308は、二重環状構成(DAC)で配列された2つのドーム組立体70を含む。別の実施形態では、燃焼器ドーム状端部308は、単一環状構成(SAC)で配列された1つのみのドーム組立体70を含む。更に別の実施形態では、燃焼器ドーム状端部308は、三重環状構成(TAC)で配列された3つのドーム組立体70を含む。

20

【0023】

ノズル組立体300は、入口端部330と、吐出端部332と、該入口及び吐出端部間で延びる中空の本体334とを含む。この例示的な実施形態では、本体334は、ほぼ円筒形部分336と結合部分338とを含む多部品組立体から形成される。円筒形部分336は、吐出端部332と結合部分338との間で延び、また結合部分338は、部分336と入口端部330との間で延びる。この例示的な実施形態では、入口端部330には、加圧流体源と流れ連通した状態でノズル組立体300を結合するためにねじが切られている。1つの実施形態では、水がおよそ250psiの圧力でノズル組立体300に供給される。別の実施形態では、清浄液が、およそ250psiの圧力でノズル組立体300に供給される。

30

【0024】

ノズル組立体300は更に、本体334内に配置された中心体340を含む。この例示的な実施形態では、中心体340は、ほぼ円形の断面輪郭を有する。より具体的には、中心体340は、円筒形部分336内に配置され、かつ部分336に対してほぼ同心に整合されて、ほぼ環状の間隙346が、中心体340と部分336との間に形成されるようになってい。より具体的には、間隙346は、複数の円周方向に間隔を置いて配置された流路348が該間隙346内に形成されるようにセグメント化される。

【0025】

この例示的な実施形態では、固締具組立体350が、中心体340に結合されかつ該中心体340から外向きに延びる。別の実施形態では、固締具組立体350は、中心体340と一体に形成される。より具体的には、固締具組立体350は、固締具352と、突出ロッド354と、環状フランジ356とを含む。ロッド354は、中心体340に対して同心に整合され、かつ該中心体340から距離359だけ外方に延びる。この例示的な実施形態では、ロッド354は、ねじが切られている(ねじ付きである)。この例示的な実施形態では、環状フランジ356は、カウル開口直径 D_1 よりも広い幅 W_1 を有する。

40

【0026】

吐出端部332において、ノズル組立体300はまた、半径方向外側シール部材360と半径方向内側シール部材362とを含む。具体的は、外側シール部材360は、円筒形

50

部分 336 内に形成された溝 364 の内部に配置され、また内側シール部材 362 は、中心体 340 の外周部に隣接する該中心体 340 内に形成された溝 366 の内部に配置される。より具体的には、シール部材 360 及び 362 は、該シール部材 360 が間隙 346 から半径方向外側に位置しかつ該間隙 346 に隣接し、またシール部材 362 が間隙 346 から半径方向内側に位置しかつ該間隙 346 に隣接している。

【0027】

洗浄処理時、最初にノズル組立体 300 が、燃焼器 302 内に結合される。具体的には、ノズル組立体 300 は、ドーム組立体 70 に結合されて、該ドーム組立体 70 から微粒子物質を除去することを可能にするようにされる。より具体的には、ノズル組立体 300 は、ノズル組立体吐出端部 332 がドーム組立体 70 の下流側 370 に隣接し位置し、かつ固締具組立体 350 がドーム組立体 70 を貫通して上流方向に延びるように、燃焼器 302 内に配置される。ロッドの距離 359 により、ロッド 354 がフェール 154 を貫通しかつカウル開口 324 を通り抜けて延びることが可能になり、ロッド 354 の端部 372 がカウル 320 及び 322 の上流に位置するようになる。環状フランジ 356 が、ロッド 354 が該環状フランジ 356 を貫通して延びるように、ロッド 354 に結合され、次ぎに固締具 352 が、環状フランジ 356 が該固締具 352 とカウル 320 及び 322 との間に配置されるように、ロッド 354 に結合される。

【0028】

固締具 352 が締め付けられると、環状フランジ 356 は、カウル 320 及び 322 に当接して固定され、ノズル組立体 300 が、燃焼器 302 内に固定される。具体的には、ノズル組立体 300 は、シール部材 360 がデフレクタ部分内側面 272 とノズル組立体円筒形部分 336 との間でシール接触した状態で延び、かつシール部材 362 がフレアコーン内側流面 182 と中心体 340 との間でシール接触した状態で延びるように、固定される。従って、ノズル組立体 300 が所定の位置に固定されると、ノズル組立体間隙 346 及び流路 348 は、フレア空気通路 298 及びインピンジメント通路 300 と流れ連通した状態で結合される。

【0029】

洗浄時、ノズル組立体 300 に供給された加圧流体が、該ノズル組立体からドーム組立体 70 内に吐出される。より具体的には、アニュラス状の流体が、フレア空気通路 298 内のみに吐出され、該流体は上流に流れ、インピンジメント通路 300 内に流れる。流体の流れは、正常時のエンジン空気流とは反対側の方向に向けてドーム組立体 70 内に導入されるので、通路 300 内に蓄積された可能性がある微粒子物質は、正常時のエンジン空気流と同じ方向に通路 300 内に流体を噴射することにより可能となる以上に容易に該通路 300 から洗い流される。

【0030】

上述のノズル組立体は、ガスタービン燃焼器ドーム組立体が費用効果がありかつ信頼性がある方法で洗浄され/洗い流されることを可能にする。ノズル組立体は、ノズルから吐出されるアニュラス状の流体が、上流方向に向けてドーム組立体内に吐出されるように、ドーム組立体の上流側及び下流側に結合される。従って、フレア空気通路又はインピンジメント通路内に蓄積された可能性がある微粒子物質が、費用効果がありかつ信頼性がある方法で洗い流される。

【0031】

燃焼器ドーム組立体及びノズル組立体の例示的な実施形態を、上に詳細に説明している。これらのシステム及び組立体は、本明細書に記載した特定の実施形態に限定されるものではなく、むしろ、各組立体及びシステムの構成部品は、本明細書に記載した他の構成部品から独立して別個に利用することができる。各ノズル組立体構成部品はまた、他の燃焼器及びエンジン構成部品と組み合わせて用いることもできる。

【0032】

様々な特定の実施形態に関して本発明を説明してきたが、本発明が特許請求の範囲の技

10

20

30

40

50

術思想及び技術的範囲内の変更で実施できることは、当業者には明らかであろう。なお、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】ガスタービンエンジンの概略図。

【図2】図1に示すエンジンに用いることができる例示的な燃焼器ドーム組立体の断面図。

【図3】図1に示す燃焼器ドーム組立体を清浄にするのに用いることができるノズル組立体の斜視図。

【図4】図1に示すエンジンに用いることができる例示的な燃焼器内に結合された、図3に示すノズル組立体の断面図。

【符号の説明】

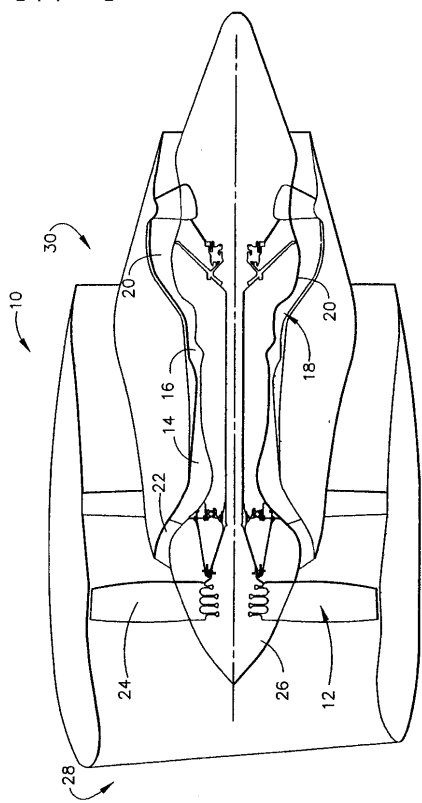
【0034】

- 300 ノズル組立体
- 330 入口端部
- 332 吐出端部
- 334 ノズル本体
- 340 中心体
- 348 流路
- 350 固締具組立体
- 352 固締具
- 354 ねじ付きロッド
- 356 環状フランジ

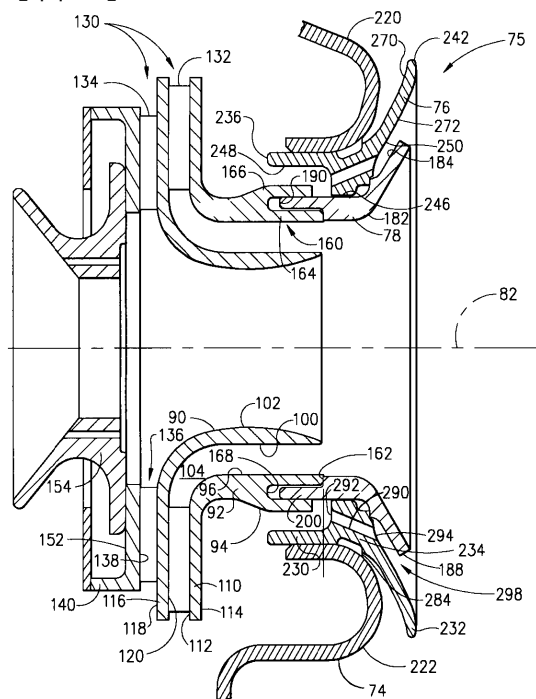
10

20

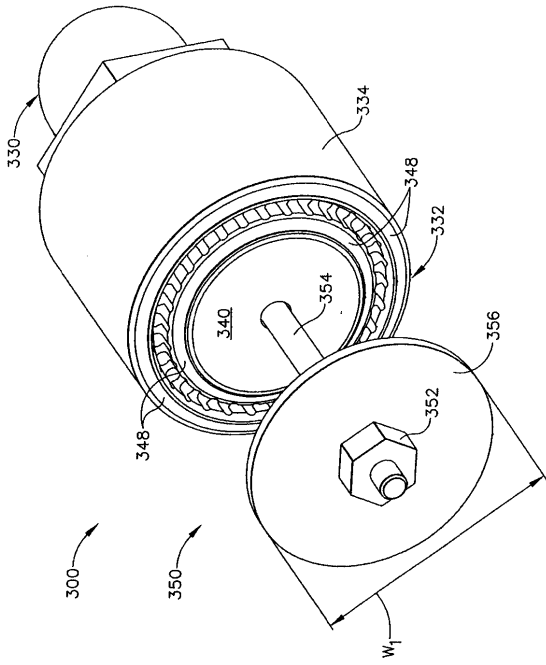
【図1】



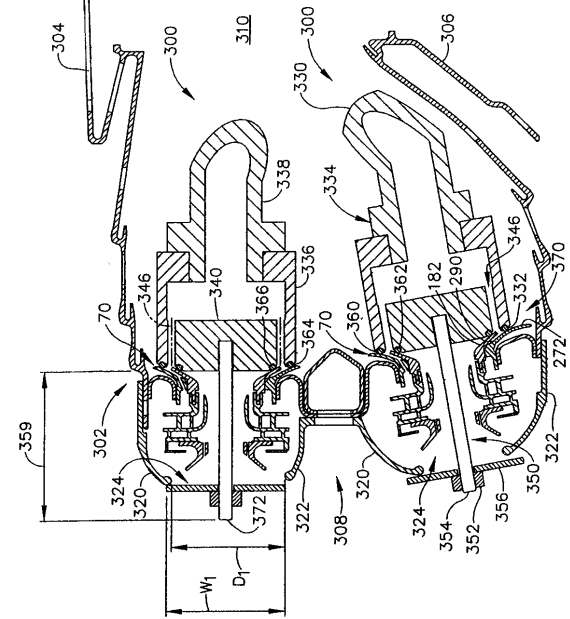
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ポール・ジェームズ・オグデン
アメリカ合衆国、オハイオ州、メイソン、ベイメドウズ・ドライブ、1492番
- (72)発明者 クレイグ・ダグラス・ヤング
アメリカ合衆国、オハイオ州、メインビル、ウインザー・パーク・ドライブ、7319番
- (72)発明者 スティーブン・クレイトン・バイス
アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド、ウィンディング・ウッズ・ドライブ、677番