

(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2004-205204

(P2004-205204A)

(43) 公開日 平成16年7月22日(2004.7.22)

(51) Int. Cl.⁷

F23R 3/28
F01D 15/08
F02C 3/14
F02C 3/16
F23R 3/34

F I

F23R 3/28
F01D 15/08
F02C 3/14
F02C 3/16
F23R 3/34

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-421871 (P2003-421871)
(22) 出願日 平成15年12月19日 (2003.12.19)
(31) 優先権主張番号 10/326,580
(32) 優先日 平成14年12月20日 (2002.12.20)
(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
(72) 発明者 ジョエル・マイアー・ハynes
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカ
ユナ、アパートメント・5ビー5〇、ヒル
サイド・アベニュー、1187番

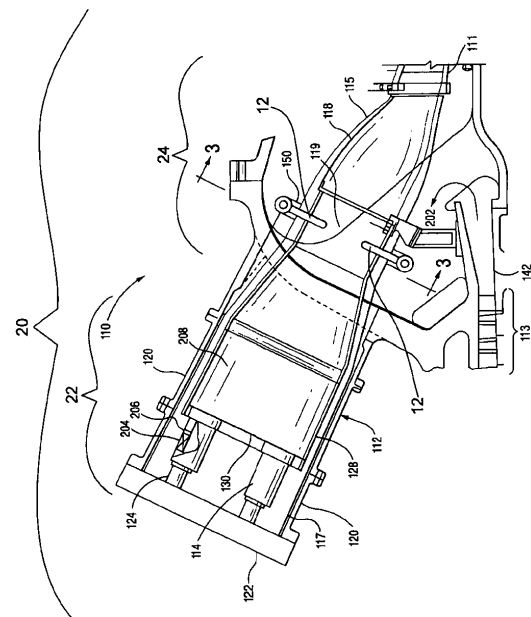
(54) 【発明の名称】 タービン内蔵システム及びそのインジェクタ

(57) 【要約】

【課題】 タービン内蔵システム(100)が、開示される。

【解決手段】 該システムは、吸気セクション(14)と、該吸気セクション(14)の下流にある圧縮機セクション(16)と、該吸気セクション(14)の下流にある1次燃焼システム(22)を有する燃焼器セクション(20)と、該1次燃焼システム(22)の下流にある2次燃焼システム(24)と、タービンセクション(18)と、排気セクション(26)と、負荷(28)とを含む。2次燃焼システム(24)は、1次燃焼システム(22)の燃焼生成物の流れ内に2次燃料を交叉方向に噴射するためのインジェクタ(12)を含む。インジェクタ(12)は、カップリング(30)と、燃料混合物通路(36)を囲む、翼形部形状を形成した壁(34)と、燃料混合物通路(36)と1次燃焼生成物の流れとの間を連通するための少なくとも1つの出口(34)とを含む。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 吸気セクション (14) と、
(b) 前記吸気セクション (14) の下流にある圧縮機セクション (16) と、
(c) 前記吸気セクション (14) の下流にある 1 次燃焼システム (22) を有する燃焼器セクション (20) と、
(d) 前記 1 次燃焼システム (22) の下流にある 2 次燃焼システム (24) と、
(e) タービンセクション (18) と、
(f) 排気セクション (26) と、を含み、
前記 2 次燃焼システム (24) が、前記 1 次燃焼システム (22) の燃焼生成物の流れ内に 2 次燃料混合物を交叉方向に噴射するためのインジェクタ (12) を含み、前記インジェクタ (12) が、
(i) カップリング (30) と、
(i i) 燃料混合物通路 (36) を囲む壁 (32) と、
(i i i) 前記燃料混合物通路 (36) と前記 1 次燃焼生成物の流れとの間を連通するための少なくとも 1 つの出口 (34) と、を含む、
ことを特徴とするタービン内蔵システム (10)。

【請求項 2】

負荷 (28) を更に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載のタービン内蔵システム (10)。

【請求項 3】

前記負荷 (28) が、発電機であることを特徴とする、請求項 2 に記載のタービン内蔵システム (10)。

【請求項 4】

前記負荷 (28) が、圧縮機及び推進器のいずれか 1 つであることを特徴とする、請求項 2 に記載のタービン内蔵システム (10)。

【請求項 5】

前記 2 次燃焼器セクション (24) が、前記燃焼器セクション (20) の缶、前記燃焼器セクション (20) の移行部品、タービン入口部分、及び前記燃焼器セクション (20) の缶と移行部品との間の接合部のいずれか 1 つに設けられることを特徴とする、請求項 1 に記載のタービン内蔵システム (10)。

【請求項 6】

前記インジェクタ (12) が、前記タービンセクション (18) の第 1 段翼形部として設けられていることを特徴とする、請求項 1 に記載のタービン内蔵システム (10)。

【請求項 7】

前記 2 次燃焼システム (24) が、複数のインジェクタ (12) を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載のタービン内蔵システム (10)。

【請求項 8】

吸気セクション (14) と、前記吸気セクション (14) の下流にある圧縮機セクション (16) と、1 次燃焼システム (22) を有する燃焼器セクション (20) と、前記 1 次燃焼システムの下流にあり、1 次燃焼生成物の流れを更に燃焼させるための 2 次燃焼システム (24) と、タービンセクション (18) と、排気セクションとを含むタービン内蔵システム (10) で使用するためのインジェクタ (12) であって、

(a) カップリング (30) と、
(b) 燃料混合物通路 (36) を囲む、翼形部形状を形成した壁 (32) と、
(c) 前記燃料混合物通路 (36) と前記 1 次燃焼生成物の流れとの間を連通するための少なくとも 1 つの出口 (34) と、
を含むことを特徴とするインジェクタ (12)。

【請求項 9】

(a) 吸気セクション (14) と、

- (b) 前記吸気セクション (14) の下流にある圧縮機セクション (16) と、
- (c) 前記吸気セクション (14) の下流にある 1 次燃焼システム (22) を有する燃焼器セクション (20) と、
- (d) 前記 1 次燃焼システム (22) の下流にある 2 次燃焼システム (24) と、
- (e) タービンセクション (18) と、
- (f) 排気セクション (26) と、
- (g) 負荷と、を含み、

前記 2 次燃焼システム (24) が、前記 1 次燃焼システム (22) の燃焼生成物の流れ内に 2 次燃料を交叉方向に噴射するためのインジェクタ (12) を含み、前記インジェクタ (12) が、

10

- (i) カップリング (30) と、
 - (i i) 燃料混合物通路 (36) を囲む、翼形部形状を形成した壁 (32) と、
 - (i i i) 前記燃料混合物通路 (36) と前記 1 次燃焼生成物の流れとの間を連通するための出口 (34) と、を含む、
- ことを特徴とするタービン内蔵システム (10)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タービン内蔵システムに関し、より具体的には、1 次燃焼システムに加えて、該 1 次燃焼システムの燃焼生成物の流れ内に 2 次燃料混合物を交叉方向に噴射するためのインジェクタを備える 2 次燃焼システムを含むタービン内蔵システムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

望ましくない空気汚染排出物を生成することなく高効率で作動するような新規タービンを実現させる動きが産業界にある。通常の炭化水素燃料を燃焼させるタービンによって通常生成される主要な空気汚染排出物は、窒素酸化物、一酸化炭素及び未燃炭化水素である。空気吸入式エンジンにおける分子状窒素の酸化が、燃焼システムの反応域における最高温度及び燃焼器内部で到達した最高温度での反応物の滞留時間に大きく依存することは当該技術では良く知られている。サーマル NO_x 生成のレベルは、反応域の温度をサーマル NO_x が生成される温度以下に維持するか、或いは NO_x 生成が進行するための十分な時間がないように、高温での滞留時間を非常に短く維持することによって最小限に抑えられる。

30

【0003】

サーマル NO_x が生成するレベル以下に反応域の温度を制御する 1 つの方法は、燃焼に先立って燃料と空気とを希薄混合気に予混合することである。特許文献 1 には、ガスタービン用途における希薄予混合燃焼技術に基づくデュアルステージ・デュアルモード低 NO_x 燃焼器が記載されている。特許文献 2 には、ガスタービンの乾式低 NO_x シングルステージ・デュアルモード燃焼器構成が記載されている。特許文献 1 及び特許文献 2 の各々の開示内容は、その全体が、参考文献として本明細書に組み入れられる。希薄予混合燃焼器の反応域に存在する過剰空気の熱容量が熱を吸収し、燃焼の生成物の温度上昇をサーマル NO_x が生成されないレベルに低下させる。この技術によっても、最新式の高効率、重負荷の工業用ガスタービンの場合には、最高負荷における燃焼器出口／第 1 段タービン入口での燃焼生成物の必要な温度は非常に高いので、燃焼器は反応域において、サーマル NO_x 生成閾値温度を越えるピークガス温度で作動されなければならない、燃料と空気とが希薄に予混合されているのにも拘らず多量の NO_x の生成を招く。解決されるべき問題は、多量のサーマル NO_x を生成させることなく、最新式の高効率、重負荷の工業用ガスタービンを最高負荷で作動させるのに十分高い燃焼器出口温度を得ることである。

40

【0004】

空気中での炭化水素燃料の希薄予混合燃焼は、空気汚染レベル、特にガスタービン燃焼器におけるサーマル NO_x 排出レベルを低下させる方法として、ガスタービン工業全般に

50

渡って広く使用されている。炭化水素燃料及び空気の希薄直接噴射（LDI）もまた、ガスタービン燃焼システムにおけるNO_x排出レベルを低下させるための有効な方法であることが示されているが、希薄予混合燃焼ほどには有効でない。LDI燃料噴射アセンブリの例が、「希薄1次燃焼域即ち圧力損失及び滞留時間が燃焼性能及びNO_xエミッションに与える影響」と題された、非特許文献1に記載されており、その開示内容は、参考文献として本明細書に組み入れられる。

【特許文献1】特公昭62-32370号

【特許文献2】日本特許第3330996号

【非特許文献1】1987年東京国際ガスタービンコンgresでの「希薄1次燃焼域即ち圧力損失及び滞留時間が燃焼性能及びNO_xエミッションに与える影響」と題された論文 10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、新規かつ改良されたタービン内蔵システム、より具体的には、1次燃焼システムに加えて、該1次燃焼システムの燃焼生成物の流れ内に2次燃料混合物を交叉方向に噴射するための新規かつ改良されたインジェクタを備える2次燃焼システムを含むタービン内蔵システムに対する必要性が依然として存在する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、タービン内蔵システムに関し、該システムは、吸気セクションと、該吸気セクションの下流にある圧縮機セクションと、該吸気セクションの下流にある1次燃焼システムを有する燃焼器セクションと、該1次燃焼システムの下流にある2次燃焼システムと、タービンセクションと、排気セクションと、負荷とを含む。2次燃焼システムは、1次燃焼システムの燃焼生成物の流れ内に2次燃料を交叉方向に噴射するためのインジェクタを含む。インジェクタは、カップリングと、好ましい実施形態においては翼形部形状を形成する、燃料混合物通路を囲む壁と、燃料混合物通路と1次燃焼生成物の流れとの間を連通するための少なくとも1つの出口とを含む。 20

【0007】

タービン内蔵システムが発電に使用される場合は、負荷は発電機である。別の形態では、負荷は、油田で使用する圧縮機及び冷凍で使用する圧縮機のいずれかの1つのような選択された機械的駆動用途のためのものとすることができる。油田で使用する場合、該用途はガス再注入実施用とすることができる。冷凍で使用する場合、該用途は液化天然ガス（LNG）プラントにおけるものとすることができる。更に別の負荷は、ターボジェットエンジン、ターボファンエンジン及びターボプロップエンジン内に見られるような推進器とすることができる。 30

【0008】

2次燃焼器セクションは、1次燃焼器とタービンとの間のいずれの位置にでも取り付けられることができる。そのような位置には、例えば燃焼器セクションの缶、燃焼器セクションの移行部品、タービン入口セクション、及び燃焼器セクションの缶と移行部品との間の接合部のいずれか1つが含まれる。また、2次燃焼器セクションは、例えばタービンセクションの第1段翼形部として形成されたインジェクタのようにタービンセクションに取り付けられることもできる。2次燃焼システムは、実質的に移行部品の入口に取り付けられるのが好ましい。 40

【0009】

2次燃焼システムは、複数のインジェクタを含むことができる。その目的のために、複数のインジェクタは、1次燃焼システムの燃焼生成物の流れ内に空間的に分配配置されることができる。複数のインジェクタは、例えば交互の長短インジェクタのような、長いインジェクタと短いインジェクタとの組合せを含むことができる。

【0010】

好ましい実施形態において、インジェクタは燃料再循環域防止手段を含む。このような 50

手段は、インジェクタ内のいずれかの位置での再循環を招く流れの分離を防止し、それによって、インジェクタの出口を燃料が通過する前にインジェクタ内で自己着火事象を発生するのを防止するいずれかの構造体である。この機能を達成する構造体は、カップリングとインジェクタ内の出口の開始部との間のフレア部材である。

【0011】

燃料混合物通路を囲む壁に加え、インジェクタは更に、冷却媒体通路を形成する内部壁を含むことができる。好ましい実施形態において、冷却媒体通路は外周壁に隣接する。

【0012】

加えて、インジェクタは更に、壁と内部壁との間にミキサ内蔵要素を含む。このミキサ内蔵要素は、第2の冷却媒体通路を形成することができる。更に、ミキサ内蔵要素は、冷却媒体通路と第2の冷却媒体通路との間の連通路を含むことができる。更に、ミキサ内蔵要素は、冷却媒体を出口に連通させる混合用通路を含むことができる。混合用通路の軸線は、出口の軸線に対してほぼ垂直であるのが好ましい。

【0013】

燃料混合物通路と1次燃焼生成物の流れとの間の連通のための少なくとも1つの出口に関しては、その直径は、混合用通路の直径よりも大きい。冷却媒体を供給する混合用通路の直径は、出口へ燃料を供給する入口の直径よりも大きくてもよい。加えて、出口の長さは、該出口へ燃料を供給する入口の直径の約1～10倍の範囲とすることができる。好ましくは、出口の長さは、該出口に燃料を供給する入口の直径の約3～7倍の範囲とすることができる。出口自体に関しては、その直径は、該出口に燃料を供給する入口の直径の約5倍とすることができる。

【0014】

加えて、壁は更に、インジェクタの外側表面上に冷却膜を形成するための孔を含むことができる。好ましい実施形態において、該孔はインジェクタの出口の下流に配置され、より好ましくは、該出口から後縁までの距離の約1/2ないし2/3の範囲内に配置される。

【0015】

燃料混合物通路を囲む壁は、各断面での面積を定める。好ましい実施形態において、断面積はカップリングからの距離が増大するにつれて縮小する。断面積の縮小を行う1つの方法は、カップリングからの距離が増大するにつれて壁をテーパさせて大きくなるようにすることができる。断面積の縮小を行う他の方法は、実質的にテーパされていない壁内に面積縮小用部材を更に含むようにすることができる。更に別の方法は、面積縮小用部材とその内部に該面積縮小用部材を囲むテーパ付き壁との組合せとすることができる。

【0016】

燃料混合物通路と1次燃焼生成物の流れとの間を連通する出口に関しては、複数の出口があるようにすることができる。そのような場合においては、複数の出口は、インジェクタ位置の領域における酸化剤（例えば酸化ガス）に比例する燃料の量を供給するように構成されることができる。インジェクタ位置の領域における酸化剤（例えば酸化ガス）に比例する燃料の量を供給する方法の1つは、複数の出口の予め選択された間隔によることができる。別の方法は、複数の出口の予め選択された出口直径の分布によることができる。更に別の方法は、予め選択された出口間隔を予め選択された出口直径分布と組合せたものとすることができる。

【0017】

翼形部形状のインジェクタに関しては、該翼形部形状は、前縁の内接円の直径と前縁から後縁までの長さによって定めることができる。前縁から後縁までの長さ（ l ）に対する内接円直径（ d ）の比率は、アスペクト比（ d/l ）と呼ばれることができる。好ましい実施形態において、アスペクト比（ d/l ）は、約1ないし1.2の範囲とすることができる。より好ましくはアスペクト比（ d/l ）は、約1ないし2の範囲とすることができ、更により好ましくはアスペクト比（ d/l ）は、約1.4とすることができる。また、翼形部形状のインジェクタが更に、旋回角度を備えることができることは、当業者には明ら

かであろう。このような旋回角度は、1次燃焼生成物内に噴射された燃料の混合に寄与し、本発明のより低いNO_xを可能にするのを助ける。旋回角度は変化させることができることは理解されるであろう。例えば、各断面の旋回角度は、インジェクタのカップリングから、該カップリングから最も遠い出口に向かって移動するのに従って、該インジェクタが本発明のより低いNO_xエミッションを可能にするのを助けるのに適した旋回角度になるように調整されることができる。

【0018】

従って、本発明の1つの態様では、タービン内蔵システムが提供され、該タービン内蔵システムは、吸気セクションと、該吸気セクションの下流にある圧縮機セクションと、該吸気セクションの下流にある1次燃焼システムを有する燃焼器セクションと、該1次燃焼システムの下流にある2次燃焼システムと、タービンセクションと、排気セクションとを含む。2次燃焼システムは、1次燃焼システムの燃焼生成物の流れ内に2次燃料混合物を交叉方向に噴射するためのインジェクタを含む。インジェクタは、カップリングと、燃料混合物通路を囲む壁と、該燃料混合物通路と1次燃焼生成物の流れとの間を連通するための少なくとも1つの出口とを含む。

【0019】

本発明の別の態様では、タービン内蔵システムで用いるインジェクタが提供される。該システムは、吸気セクションと、該吸気セクションの下流にある圧縮機セクションと、1次燃焼システムを有する燃焼器セクションと、該1次燃焼システムの下流にあり、1次燃焼生成物の流れを更に燃焼させるための2次燃焼システムと、タービンセクションと、排気セクションとを含む。インジェクタは、カップリングと、燃料混合物通路を囲む、翼形部形状を形成した壁と、燃料混合物通路と1次燃焼生成物との間を連通するための少なくとも1つの出口とを含む。

【0020】

本発明の更に別の態様では、タービン内蔵システムが提供され、該タービン内蔵システムは、吸気セクションと、該吸気セクションの下流にある圧縮機セクションと、該吸気セクションの下流にある1次燃焼システムを有する燃焼器セクションと、該1次燃焼システムの下流にある2次燃焼システムと、タービンセクションと、排気セクションと、負荷とを含む。2次燃焼システムは、1次燃焼システムの燃焼生成物の流れ内に2次燃料を交叉方向に噴射するためのインジェクタを含む。インジェクタは、カップリングと、燃料混合物通路を囲む、翼形部形状を形成した壁と、燃料混合物通路と1次燃焼生成物の流れとの間を連通するための少なくとも1つの出口とを含む。

【0021】

本発明のこれら及び他の態様は、好ましい実施形態の以下の説明を読み、図面と共に検討した後に、当業者に明らかとなるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下の説明において、同じ参照符号は、幾つかの図を通して同一又は対応する部分を表している。以下の説明において、「前方」、「後方」、「左」、「右」、「上向き」、「下向き」などのような用語は、便宜的な用語であり限定的な用語として解釈されるべきではないことを理解されたい。

【0023】

ここで図全体及び特に図1を参照すると、これらの図は、本発明の好ましい実施形態を説明するためのものであって、本発明をそれらに限定することを意図するものではないことを理解されたい。図1で最も良く分かるように、全体を符号10で示したタービン内蔵システムは、本発明に従って構成されたものとして示されている。タービン内蔵システムは、1次燃焼システムに加えて、該1次燃焼システムの燃焼生成物の流れ内に2次燃料混合物を交叉方向に噴射するためのインジェクタ12（図示せず）を備える2次燃焼システム24を含む。

【0024】

図 1 において、タービン内蔵システム 10 は、吸気セクション 14 と、該吸気セクション 14 の下流にある圧縮機セクション 16 と、該吸気セクション 14 の下流にある 1 次燃焼システム 22 を有する燃焼器システム 20 と、該 1 次燃焼システム 22 の下流にある 2 次燃焼システム 24 と、タービンセクション 18 と、排気セクション 26 とを含む。図 2 及び図 3 で最も良く分かるように、2 次燃焼システム 24 は、1 次燃焼システム 22 の燃焼生成物の流れ内に 2 次燃料混合物を交叉方向に噴射するためのインジェクタ 12 を含む。図 4、図 5、図 7、図 8 及び図 9 で最も良く分かるように、インジェクタ 12 は、カップリング 30 と、燃料混合物通路 36 を囲む壁 32 と、燃料混合物通路 36 と 1 次燃焼生成物の流れとの間を連通するための少なくとも 1 つの出口 34 とを含む。

【0025】

10

再び図 1 を参照すると、タービン内蔵システム 10 は、圧縮機セクション 16 と、燃焼器セクション 20 と、タービンセクション 18 とを含む。タービンセクション 18 は、共通のシャフト接続を介して圧縮機セクション 16 及び負荷 28 を駆動する。負荷 28 は、発電機及び機械的駆動用途のうちのいずれか 1 つとすることができる。このような機械的駆動用途の例には、油田で使用する圧縮機及び冷凍で使用する圧縮機のうちのいずれか 1 つが含まれる。油田で使用する場合、該用途は、ガス再注入実施用とすることができる。冷凍で使用する場合、該用途は、液化天然ガス（LNG）プラントにおけるものとする。更に別の負荷 28 は、ターボジェットエンジン、ターボファンエンジン及びターボプロップエンジン内に見られるような推進器とすることができる。

【0026】

20

再び図 1 及び図 2 を参照すると、燃焼器セクション 20 は、円周方向に間隔を置いて配置された複数の燃焼器 110 の円形配列を含むことができる。燃料／空気混合物は、各燃焼器 110 内で燃焼されて高エネルギーのガス流を発生し、このガス流は、タービンセクション 18 のタービンノズル 111 にガスを流すための移行部品 118 を通って流れる。従来型の燃焼器は、先に言及した日本特許第 3330996 号（特許文献 1）に記載されている。ここでの説明の目的のために、1 つのみの燃焼器を図示するが、燃焼器セクション 20 の周りに配列された他の燃焼器 110 の全ては、図示した燃焼器 110 と実質的に同一であることを理解されたい。

【0027】

図 1 には、円周方向に間隔を置いて配置された複数の燃焼器 110 を示し、図 2 には、当該技術において缶型燃焼器として知られている燃焼器 110 の断面を示すが、本発明は、アニュラ型燃焼器システムを含むが該アニュラ型燃焼器システム限定されるものではない他の燃焼器システムと組合せてして使用することができることを意図している。

30

【0028】

ここで図 2 を参照すると、タービン内蔵システム 10 の燃焼器 110 を全体的に示しており、該タービン内蔵システム 10 は、1 次燃焼システム 22 と、インジェクタ 12 への連通のためのアセンブリ 150（各特許の開示内容全体が参考文献として本明細書に組み入れられている、特開平 10-47679 号に記載されているような）を含む 2 次燃焼システム 24 と、高温の燃焼ガスをタービンノズル 111 及びタービンプレード（図示せず）に流すための移行部品 118 とを含む。1 次燃焼システム 22 は、ケーシング 120 と、エンドカバー 122 と、複数の始動燃料ノズル 124 と、複数の予混合燃料ノズル 114 と、キャップアセンブリ 130 と、フロースリーブ 117 と、該スリーブ 117 内部の燃焼ライナとを含む。好適なキャップアセンブリ 130 は、日本特許 3323570 号に記載されており、その開示内容が、参考文献として本明細書に組み入れられる。点火装置（図示せず）が設けられ、該装置は、電気励起式スパークプラグを含むのが好ましい。1 次燃焼システム 22 内の燃焼は、燃焼ライナ 128 内で起こる。燃焼用空気は、フロースリーブ 117 を介して燃焼ライナ 128 内に導かれ、キャップアセンブリ 130 内に形成された複数の開口を通して燃焼ライナ 128 に入る。空気は、キャップアセンブリ 130 の前後の圧力差により燃焼ライナ 128 に入り、該燃焼ライナ 128 内部で始動燃料ノズル 124 及び／又は予混合燃料ノズル 114 からの燃料と混合される。その結果、燃焼ラ

40

50

イナ 1 2 8 内部で燃焼反応が発生し、タービンセクション 1 8 を駆動するための熱が放出される。1 次燃焼システム 2 2 用の高圧空気は、環状プレナム 2 0 2 からフロースリーブ 1 1 7 及び移行部品の衝突スリーブ 1 1 5 に入る。符号 1 1 3 の位置における一連のベーン及びブレードとデフューザ 1 4 2 とで表わされている圧縮機セクション 1 6 が、この高圧空気を供給する。各予混合燃料ノズル 1 1 4 は、流入空気に回転を与える複数の旋回ベーンからなるスワラ 2 0 4 と、その回転空気流に燃料を分配する複数の燃料スポーク 2 0 6 とを含む。次いで、燃料と空気とは、1 次反応域 2 0 8 内で反応する前に予混合燃料ノズル 1 1 4 内部の環状通路内で混合される。

【0029】

2 次燃焼システム 2 4 は、高い入口温度条件で作動するようにされた、インジェクタ 1 2 に連通するためのアセンブリ 1 5 0 を含む。図 2 及び図 3 を参照すると、アセンブリ 1 5 0 は、希釈剤マニフォルド 1 5 1 と、燃料混合物マニフォルド 1 5 2 と、複数のインジェクタ 1 2 とを含むことができ、該インジェクタ 1 2 は、燃焼ライナ 1 2 8 を貫通して燃焼器アセンブリ 1 1 0 内部の 2 次反応域 1 1 9 内に追加の燃料混合物及び希釈剤を導入する。1 次反応域 2 0 8 を出た高温の燃焼生成物は、この 2 次燃料混合物を着火させる。その結果生じた 2 次炭化水素燃料酸化反応は、移行部品 1 1 8 内での実質的な完全反応まで至る。2 次燃料混合物は、各インジェクタ 1 2 の複数の出口 3 4 を通して 2 次反応域 1 1 9 内に噴射されることができる。燃料混合物は、2 次反応域に導入される前に良好に混合されることが好ましく、また燃料混合物マニフォルド 1 5 2 に導入される前に良好に混合されることがより好ましい。

【0030】

図 3 に示すように、2 次燃焼システム 2 4 は、複数のインジェクタ 1 2 を含み、該インジェクタ 1 2 は、1 次燃焼システム 2 2 の燃焼生成物の流れ内に空間的に分散配置されることができる。複数のインジェクタ 1 2 は、例えば交互の長短インジェクタのような、長いインジェクタ 6 2 と短いインジェクタ 6 0 との組合せを含むことができる。

【0031】

図 4 及び図 5 に示すように、各インジェクタ 1 2 は、燃料混合物のための再循環防止手段 3 8 を含むことができる。このような手段 3 8 は、インジェクタ内部のいずれかの位置での燃料混合物の再循環を招く流れの分離を防止し、それによって燃料混合物がインジェクタ 1 2 の出口 3 4 を通過する前にインジェクタ 1 2 内で自己着火事象が発生するのを防止するいずれかの構造体である。この機能を達成する構造体は、具体的には図 4 に示すような、カップリング 3 0 とインジェクタ 1 2 内の出口 3 4 の開始部との間のフレア部材である。各インジェクタ 1 2 は、カップリング 3 0 と、燃料混合物通路 3 6 を囲む壁 3 2 と、燃料混合物通路 3 6 と 1 次燃焼生成物の流れを含む 2 次反応域 1 1 9 との間を連通するための少なくとも 1 つの出口 3 4 とを含む。好ましい実施形態において、燃料混合物通路 3 6 を囲む壁 3 2 は、翼形部形状を形成している。

【0032】

図 5 は、図 4 のインジェクタの側面断面図であり、燃料混合物通路 3 6 を囲みかつ燃料混合物通路 3 6 と燃焼器内の 1 次燃焼生成物の流れとの間を連通するための出口 3 4 を含むインジェクタ壁 3 2 を示している。出口 3 4 は、1 次燃焼生成物の流れを含む 2 次反応域 1 1 9 内に導入される燃料混合物と希釈剤混合物との量が、該 2 次反応域 1 1 9 内の酸化剤（例えば酸化ガス）に比例するように間隔を置いて配置される。図 3 に示すインジェクタにおけるような角度付き実装においては、出口 3 4 の間隔は、例えば出口 3 4 の直径 d_{34} がほぼ一定に維持される場合、カップリングからの距離が増大するにつれて出口 3 4 の間隔が増大するようにすることができる。

【0033】

図 7、図 8 及び図 9 に示すように、各インジェクタ 1 2 は更に、燃料混合物通路 3 6 を囲む壁 3 2 に加えて、冷却媒体通路 4 2 を形成するための内部壁 4 0 を含むことができる。加えて、インジェクタは更に、壁 3 2 と内部壁 4 0 との間にミキサ内蔵要素 4 4 を含むことができる。このミキサ内蔵要素 4 4 は、第 2 の冷却媒体通路 4 6 を形成することがで

10

20

30

40

50

きる。更に、ミキサ内蔵要素 44 は、冷却媒体通路 42 と第 2 の冷却媒体通路 46 と間の連通路 50 を含むことができる。冷却媒体通路 42 と第 2 の冷却媒体通路との間には、複数の連通路 50 があるようにすることができる。連通路 50 は、冷却媒体通路 42 と第 2 の冷却媒体通路 46 との間で希釈剤を分配して、インジェクタ 12 への希釈剤の供給をバランスさせる。また、ミキサ内蔵要素 44 は、冷却媒体を出口 34 に連通するための混合用通路 52 を含むことができる。混合用通路 52 の軸線は出口 34 の軸線に対してほぼ垂直であるのが好ましい。

【0034】

インジェクタ 12 の作動において、燃料混合物通路 36 を通して供給される燃料混合物は、実質的に燃料のみの混合物とすることができる。それに代えて、燃料混合物は、希釈剤と混合されることができる。例えば、図 4 及び図 5 に示すようなインジェクタ 12 は、燃料混合物を用いて作動され、該燃料混合物は、その発熱量を低下させると同時に該燃料混合物が燃料混合物通路 36 を通って出口 34 へ流れるときに該燃料混合物の如何なる早期自己着火も防止するように外囲壁 32 を冷却する。これと対照的に、図 7、図 8、図 9、及び図 10 に示すようなインジェクタ 12 は、実質的に燃料のみであるものから空気及び／又は希釈剤と予混合された混合物までの範囲の燃料混合物を用いて作動されることができる。図 7、図 8、図 9、及び図 10 に示すようなインジェクタ 12 のこの自由度の 1 つの理由は、冷却媒体通路 42 と任意選択的に第 2 の冷却媒体通路 46 とを形成する内部壁 40 を含むことである。冷却媒体通路 42 及び 46 によって囲まれた燃料混合物通路 36 の組合せは、燃料流路 36 に実質的に燃料のみの混合物を供給し、同時に燃料混合物の自己着火を回避することを可能にする。

【0035】

図 10 は、別の実施形態のインジェクタ 12 の斜視図である。図 8 及び図 9 に示すように、インジェクタ 12 は更に、燃料混合物通路 36 を囲む壁 32 に加え、冷却媒体通路 42 を形成する内部壁 40 を含むことができる。また、インジェクタは更に、壁 32 と内部壁 40 との間にミキサ内蔵要素 44 を含むことができる。このミキサ内蔵要素 44 は、第 2 の冷却媒体通路 46 を形成することができる。更に、ミキサ内蔵要素 44 は、冷却媒体通路 42 と第 2 の冷却媒体通路 46 との間の連通路 50 を含むことができる。加えて、ミキサ内蔵要素 44 は、冷却媒体を出口 34 に連通するための混合用通路 52 を含むことができる。

【0036】

図 7 のインジェクタ 12 と対照的に、図 10 のインジェクタ 12 のカップリングから最も遠い出口 34 は、該インジェクタ 12 の長手方向軸線に対して約 45 度の角度に向けられる。このようにして、インジェクタ 12 を取り巻く全領域に燃料混合物が供給される。加えて、インジェクタ 12 の前縁における壁 32 内に孔 54 があるのではなくて、図 10 における孔 54 は、出口 34 の下流に位置するインジェクタの壁内にある。孔 54 は、出口 34 から後縁までの距離の約 $1/2$ ないし $2/3$ の範囲の距離で壁 32 に配置されるのが好ましい。

【0037】

図 11 に示すように、入口 34' は、出口 34 を介した、1 次燃焼生成物の流れを含む 2 次反応域 119 と燃料混合物通路 36 との間の連通の最初の位置にある。入口 34' から出口 34 までの経路に沿って、燃料混合物に冷却媒体を供給する混合用通路 52 (第 2 のものが断面図のために除外されたので、図 11 の断面においては 1 つのみが示されている) が存在する。出口 34 は出口直径 d_{34} を有し、混合用通路 52 は直径 d_{52} を有する。出口直径 d_{34} は、直径 d_{52} よりも大きい直径を有する。入口 34' は直径 $d_{34'}$ を有する。冷却媒体を供給する混合用通路 52 の直径 d_{52} は、入口 34' の入口直径 $d_{34'}$ よりも大きい直径とすることができる。加えて、入口 34' から出口 34 までの長さである長さ l_{34} は、入口 34' の直径 $d_{34'}$ の約 1 ないし 10 倍の範囲とすることができる。長さ l_{34} は、入口 34' の直径 $D_{34'}$ の約 3 ないし 7 倍の範囲とすることができるのが好ましい。出口 34 自体に関しては、その直径 d_{34} は、入口 34' の直径 $d_{34'}$ の約 5 倍とすること

ができる。

【0038】

図7、図8、及び図9に示すように、冷却媒体通路42及び46は、壁32に隣接している。加えて、壁32は更に、インジェクタ12の外側表面に冷却膜を形成するための孔54を含むことができる。図8及び図9において、孔54はインジェクタ12の前縁に配置される。これと対照的に、図10においては、孔54は、インジェクタ12の後縁に配置される。孔54は、インジェクタ12の外側表面の冷却作用を生じさせる、該インジェクタ12の如何なる表面位置に配置することもできることは当業者には明らかであろう。好ましい実施形態において、孔54は、インジェクタ12の出口34の下流に配置される。好ましくは、孔54は、出口34から後縁までの距離の約1/2ないし2/3の範囲の距離で壁32内に配置される。 10

【0039】

図6a、図6b、及び図6cに示すように、翼形部輪郭の断面図は、図4、図5、図7、及び図9に示すようなインジェクタ12のいずれかに使用することができる種々の輪郭のいずれか1つを有することができる。各インジェクタ12は、例えば必要に応じてタービンにおける予旋回をつくり出すような輪郭を含むことができ、更に、図6b及び図6cに示すような旋回角度を含むことができる。予旋回をつくり出すための輪郭を有するインジェクタ12の使用は、アニュラ型燃焼器システムと組合せて使用するとき特に有利となる。アニュラ型燃焼器システムに使用される場合、インジェクタは、同じ長さであるのが好ましい。翼形部輪郭断面の前縁の内接円直径 d_{ic} と前縁から後縁までの長さ l_{le-te} と 20
のアスペクト比は、約1ないし12の範囲である。好ましくは、アスペクト比は約1ないし2の範囲であり、最も好ましくは約1.4である。

【0040】

作動において、タービン内蔵システムは、1次燃焼システム及び2次燃焼システムによって、 NO_x 排出レベルを低下させることができる。これらの低下されたレベルは、2次燃料混合物を、1次燃焼システムの燃焼生成物の流れ内に交叉方向に噴射するためのインジェクタ12によって改善される。その結果として、タービン内蔵システム10は、環境によりやさしい方式で負荷28を駆動することができる。従って、発電と、例えば油田で使用する圧縮機、冷凍で使用する圧縮機、並びにターボジェットエンジン、ターボファンエンジン及びターボプロップエンジン内に見ることができるような推進器などの機械的駆 30
動用途とのうちのいずれか1つが、より地球にやさしい方式で作動されることができる。

【0041】

タービン内蔵システム10（図1を参照）の作動の間、空気は、吸気セクション14内に吸入され、下流の圧縮機セクション16により加圧される。加圧された空気の1部は、複数の燃焼器110の各々における1次反応域108内で燃料混合物と混合され燃焼されるように1次燃焼システムに供給される。 NO_x の生成は温度及び時間に依存するので、燃焼温度及び燃焼時間が、 NO_x 生成を防止できないとしても少なくとも最小限とするように制御される。従って、1次燃焼生成物は未燃の燃料及び空気を含む。

【0042】

1次燃焼生成物が2次燃焼システム24（図2を参照）に向け下流に移動すると、追加 40
の燃料空気及び希釈剤が、実質的な完全燃焼を可能とする割合でインジェクタ12を介して導入される。1次燃焼セクション22におけるのと同様に、燃焼温度及び燃焼時間が、 NO_x 生成を防止できないとしても少なくとも最小限とするように制御される。このことは、1次燃焼システムに対するインジェクタ12の配置を含む2次燃焼システムの種々の態様を制御することによって達成される。例えば、インジェクタ12は、燃焼器110の缶型フロースリーブ117、燃焼器110の移行部品118、及び缶型フロースリーブ117と移行部品118との接合部のうちのいずれか1つに設けることができる。また、インジェクタ12は、例えばタービンセクション18の第1段翼形部などのタービンセクション18に設けることもできる。2次燃焼システムのインジェクタ12は、移行部品118の実質的に入口に設けられるのが好ましい。 50

【0043】

2次燃焼システム24（図3を参照）におけるNO_x生成を防止できないとしても少なくとも最小限とする燃焼温度及び燃焼時間の制御を達成するための別の方法は、1次燃焼システム22の燃焼生成物の流れ内に複数のインジェクタ12を空間的に分散配置することである。例えば、交互の長短インジェクタのような長いインジェクタ62及び短いインジェクタ60の組合せを含むことによって、あらゆる質量流量の閉塞状態を減少させ、同時に1次燃焼生成物と追加の燃料混合物との完全な混合を達成することができる。

【0044】

燃焼温度制御及び該制御された燃焼温度での時間の制御を達成する更に別の方法を用いることもできる。温度及び時間の両方を制御する機能は、2次燃焼システム24（図3を参照）におけるNO_x生成を防止できないとしても少なくとも最小限にすることである。この更に別の方法は、2次反応域119内の1次燃焼生成物内に導入される燃料混合物及び希釈剤混合物の量が、該反応域内の酸化剤（例えば酸化ガス）に比例するように、出口34の間隔を調整することにより行うことができる。図3に示すインジェクタにおけるこの比例概念の実行には、種々の方式で出口34の間隔を調整することが含まれる。すなわち、例えば出口34の直径 d_{34} がほぼ一定に保たれている場合には、カップリング30からの距離が増加するにつれて、出口34の間隔が増大されるか又は縮小される。それに代えて、出口34の間隔が一定に保たれている場合には、出口34の直径 d_{34} は、例えば該直径の分布を変化させることができる。

【0045】

2次燃焼システム24を出た高温の燃焼生成物は、タービンセクション18に入る。タービンセクション18は、共通のシャフト接続を介して圧縮機セクション16及び負荷28を駆動する。タービンセクション18が、例えば、高圧タービン及び低圧タービン、或いは高圧タービン、中圧タービン及び低圧タービンのような複数のタービンを含むことができることは当業者には明らかであろう。同様に、圧縮機セクション16は、例えば、低圧圧縮機及び高圧圧縮機、或いは低圧圧縮機、中圧圧縮機及び高圧圧縮機のような複数の圧縮機を含むことができる。タービンセクション18を出た高温の燃焼生成物は、排気セクション26に入る。

【0046】

図4及び図5に示すように、各インジェクタ12は、燃料混合物再循環防止手段38を含むことができる。このような手段38は、インジェクタ内のあらゆる位置における燃料混合物の滞留時間を短縮し、それによって燃料混合物がインジェクタ12の出口34を通過する前にインジェクタ内で自己着火事象を発生するのを防止するいずれかの構造体である。この機能を実現する構造体は、具体的には図4に示すような、カップリングとインジェクタ内の出口34の開始部との間のフレア部材である。

【0047】

図7、図8、及び図9に示すようなインジェクタ12の作動において、内部壁40内に含まれる、各インジェクタ12の燃料混合物通路36は、環状プレナム202からの圧縮機吐出空気が冷却媒体通路42を通過して流されて、外圍壁32の温度を、該外圍壁32が形成されている合金の作動温度以下に保つことを可能とする。インジェクタ12が、壁32と内部壁40との間にミキサ内蔵要素44を更に含む場合、環状プレナム202からの圧縮機吐出空気もまた、同様な理由により第2の冷却媒体通路46を通過して流されることができる。更に、ミキサ内蔵要素44は冷却媒体通路42と第2の冷却媒体通路46との間に、1つの流路から他の流路への希釈剤の補給を可能にするための連通路50を含むことができる。空気は、出口34と連通する混合用通路52によって燃料混合物と更に混合されて、燃料混合物がより適切な組成に配合されるための手段を構成することができる。

【0048】

以上の説明を読めば、当業者はある種の修正及び改良に気付くであろう。そのような修正及び改良の全ては、簡潔としかつ読み易くするために本明細書において除外されている。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

10

20

30

40

50

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】

【0049】

【図1】本発明の実施形態によるタービン内蔵システムの部分側面断面図。

【図2】図1のタービン内蔵システムで使用する燃焼器セクションの燃焼器の側面断面図。

【図3】図2のタービン燃焼器セクション及び図1のタービン内蔵システムで使用する2次燃焼システムの軸方向図。

【図4】図1、図2及び図3の2次燃焼システムで使用するインジェクタの図。

【図5】図4のインジェクタの側面断面図。

10

【図6a】図4及び図5のインジェクタで使用する翼形部輪郭の断面図。

【図6b】図4及び図5のインジェクタで使用する別の翼形部輪郭の断面図。

【図6c】図4及び図5のインジェクタで使用する更に別の翼形部輪郭の断面図。

【図7】図1、図2及び図3の2次燃焼システムで使用する別のインジェクタの断面図。

。

【図8】図7のインジェクタの部分斜視図。

【図9】図7及び図8のインジェクタの一部を切り欠いた部分斜視図。

【図10】図1、図2及び図3の2次燃焼システムで使用する更に別のインジェクタの斜視図。

【図11】図7、図8及び図9のインジェクタの出口の断面図。

20

【符号の説明】

【0050】

12 インジェクタ

20 燃焼器システム

22 1次燃焼システム

24 2次燃焼システム

110 燃焼器

111 タービンノズル

114 予混合燃料ノズル

115 衝突スリーブ

117 フロースリーブ

118 移行部品

119 2次反応域

120 ケーシング

124 始動燃料ノズル

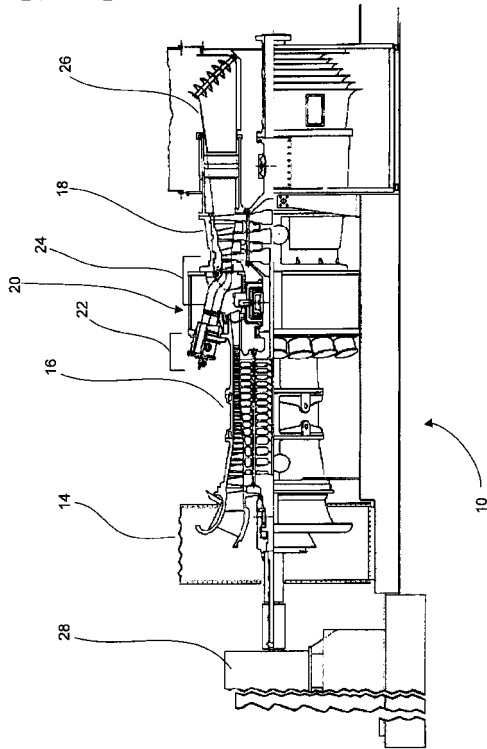
128 燃焼ライナ

202 環状プレナム

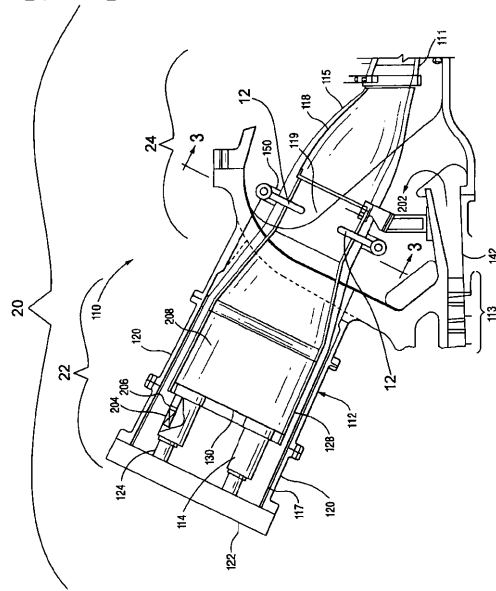
208 1次反応域

30

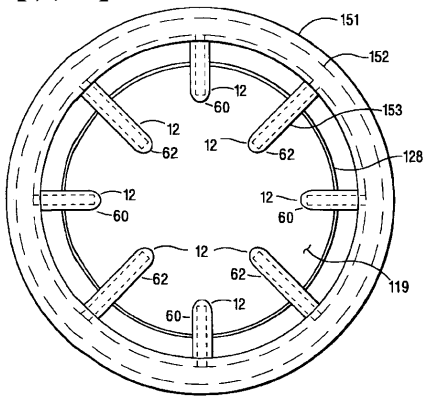
【 図 1 】



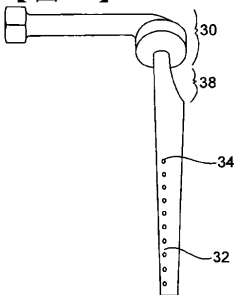
【図 2】



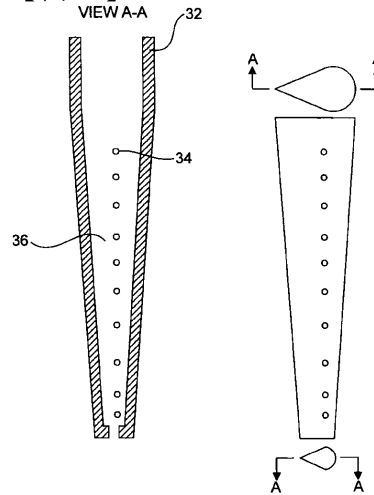
【 図 3 】



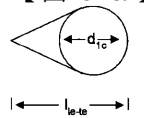
【図 4】



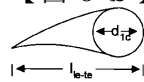
【図 5】



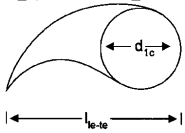
【図 6 a】



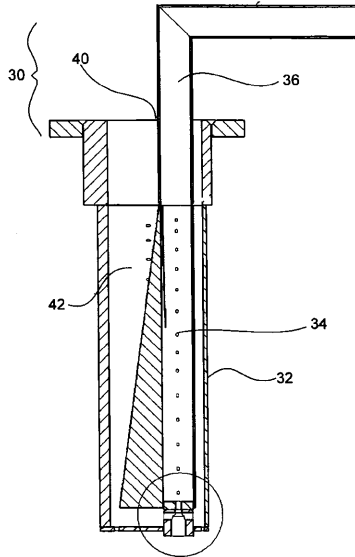
【図 6 b】



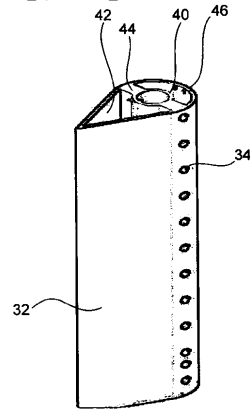
【図 6 c】



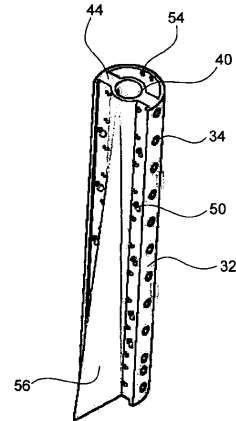
【図 7】



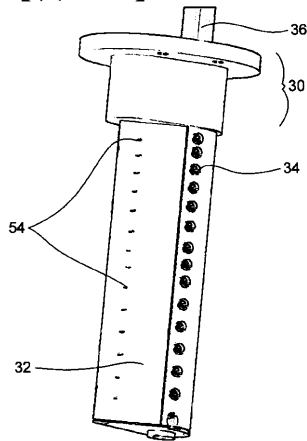
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

