

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5188238号
(P5188238)

(45) 発行日 平成25年4月24日 (2013. 4. 24)

(24) 登録日 平成25年2月1日 (2013. 2. 1)

(51) Int. Cl.

F I

F 2 3 D 14/70 (2006. 01)

F 2 3 D 14/70 D

F 2 3 R 3/20 (2006. 01)

F 2 3 R 3/20

F 2 3 D 14/02 (2006. 01)

F 2 3 D 14/02 A

F 2 3 R 3/28 (2006. 01)

F 2 3 R 3/28 D

F 2 3 R 3/46 (2006. 01)

F 2 3 R 3/46

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-89152 (P2008-89152)
 (22) 出願日 平成20年3月31日 (2008. 3. 31)
 (65) 公開番号 特開2008-292138 (P2008-292138A)
 (43) 公開日 平成20年12月4日 (2008. 12. 4)
 審査請求日 平成22年3月25日 (2010. 3. 25)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-116304 (P2007-116304)
 (32) 優先日 平成19年4月26日 (2007. 4. 26)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 三浦 圭祐
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
 株式会社 日立製作
 所 電力・電機開発研究所内
 (72) 発明者 齋藤 武雄
 茨城県日立市幸町三丁目1番1号
 株式会社 日立製作
 所 日立事業所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃焼装置及びバーナの燃焼方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料及び空気が共に空気孔を通過する際に前記燃料及び前記空気が混合されるバーナプレートと、該バーナプレートの一部でかつ燃焼室側に伸びているバーナプレート延長部と、該バーナプレート延長部に前記空気孔から噴出した燃料流及び空気流を阻害するように突出する突起部とを有し、前記バーナプレートと前記バーナプレート延長部と前記突起部との間で、複数の前記空気孔から燃料及び空気が供給される火種形成領域を形成することを特徴とする燃焼装置。

【請求項 2】

燃料及び空気が共に空気孔を通過する際に前記燃料及び前記空気が混合されるバーナプレートと、該バーナプレートの外周側でかつ燃焼室側に伸びているバーナプレート延長部と、該バーナプレート延長部に前記空気孔から噴出した燃料流及び空気流の一部を阻害するように突出する鋭角状突起部とを有し、対向する前記突起部の間隙が前記空気孔の直径よりも大であり、前記バーナプレートと前記バーナプレート延長部と前記突起部との間で、複数の前記空気孔から燃料及び空気が供給される火種形成領域を形成することを特徴とする燃焼装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の燃焼装置であって、

前記バーナプレート延長部は、前記バーナプレートの外周側に対して軸中心側における前記バーナプレートの厚みを厚くした段差形状によって形成され、

10

20

前記バーナプレート延長部の外周側に前記突起部が設けられたことを特徴とする燃焼装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の燃焼装置であって、

前記空気孔の流路長さを一定とし、

前記バーナの軸中心側に配置された前記空気孔から噴出した前記燃料流と前記空気流を阻害する前記バーナプレートの突起部を、前記空気孔の噴出部より下流側に設けたことを特徴とする燃焼装置。

【請求項 5】

請求項 1 記載の燃焼装置であって、

前記空気孔が前記バーナの軸中心に対して傾斜していることを特徴とする燃焼装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 記載の燃焼装置であって、

前記突起部が四角形の突起部であることを特徴とする燃焼装置。

【請求項 7】

請求項 1 記載の燃焼装置であって、

前記バーナプレートを備えたバーナを複数個備えたことを特徴とする燃焼装置。

【請求項 8】

請求項 6 記載の燃焼装置であって、

前記燃焼装置の軸中心に、段差形状のバーナプレートを有した前記バーナを配置すると共に、

20

前記燃焼装置の外周側に、前記バーナプレートの厚みを一定としたバーナを配置することを特徴とする燃焼装置。

【請求項 9】

バーナプレートに設けられた空気孔の内部で、燃料流の外周側に空気流が形成された同軸噴流が形成される第 1 の工程と、

前記空気孔から燃焼室に該同軸噴流が噴出する第 2 の工程と、

複数の前記空気孔より離れた燃焼室側に伸びたバーナプレート延長部の突起部に複数の前記同軸噴流が衝突し、火種を形成する第 3 の工程とを備えたことを特徴とするバーナの燃焼方法。

30

【請求項 10】

請求項 9 記載のバーナの燃焼方法であって、

前記空気孔から噴出した燃料流と空気流は、前記バーナの中心軸に対して旋回する速度成分を有することを特徴とするバーナの燃焼方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃焼装置及びバーナの燃焼方法に関する。

【背景技術】

【0002】

40

近年、大気汚染物質の排出に関する規制は厳しくなっている。例えば、ガスタービン燃焼器では、排気ガス中に含まれる窒素酸化物（ NO_x ）の排出量を低減させるため、様々な燃焼方式が研究されている。

【0003】

燃焼方式の一つに、燃料ノズルと空気孔とを同軸上に配置して、燃料と空気の同軸噴流を燃焼室に供給して燃焼させる同軸噴流燃焼方式がある。この同軸噴流燃焼方式は、従来の予混合燃焼方式と比較して、非常に短い距離で燃料と空気の混合を促進させる事が可能であり、 NO_x の排出量を低減する事が可能である。

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 148734 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

同軸噴流燃焼方式の燃焼装置は、燃料と空気との急速混合が可能であるため、 NO_x 排出量を低くする事が出来る。今後、更なる NO_x 排出量の低減が要求される。

【0006】

NO_x 生成量は、燃焼ガス温度の上昇に伴い指数関数的に増加する。そのため、 NO_x 排出量を更に低減するためには、燃料と空気の混合度を高めると同時に、燃料に対する空気の流量を更に増加させ、燃焼室における燃焼ガス温度を低減する事が効果的である。

【0007】

しかし、燃料流量に対する空気流量の比率を高くして、燃料希薄な条件で運転すると、火炎の状態が不安定になる。そのため、 NO_x 低減には限度があった。

【0008】

本発明の目的は、同軸噴流燃焼方式の燃焼装置において、更なる低 NO_x を図ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、燃料及び空気が共に空気孔を通過する際に前記燃料及び前記空気が混合されるバーナプレートと、該バーナプレートの一部でかつ燃焼室側に伸びているバーナプレート延長部と、該バーナプレート延長部に前記空気孔から噴出した燃料流及び空気流を阻害するように突出する突起部とを有し、前記バーナプレートと前記バーナプレート延長部と前記突起部との間で、複数の前記空気孔から前記燃料及び前記空気が供給される火種形成領域を形成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、同軸噴流燃焼方式の燃焼装置において、更なる低 NO_x を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

図11は、燃焼装置の一つであるガスタービン燃焼器に同軸噴流燃焼方式を適用した図であり、ガスタービンの全体概略図である。

【0012】

ガスタービンは、空気圧縮機110と、燃焼装置302と、タービン190とを有する。

【0013】

空気圧縮機110は、外部の空気を圧縮し高圧空気120を生成し、ディフューザ130から車室140に導入される。そして、高圧空気120は、尾筒150と、その外周に設置された尾筒フロースリーブ151との間隙を流れた後に、ライナ160とライナ外周の同心円上に配置された外筒161との間隙を流れる。尾筒150とライナ160、尾筒フロースリーブ151と外筒161は、それぞれ接続されている。高圧空気120は、前記間隙を流れた後に、流れを反転させ、バーナプレート11に設けられた空気孔12から燃焼室180に導入される。

【0014】

一方、燃料系統170において、燃料は、燃料ポンプ171で昇圧されて流量調節弁172により流量を調節される。そして、燃料ノズル10から空気孔12の入口部に向かって、燃料が噴出する。この時、燃料ノズル10と空気孔12は同軸に配置されている。「同軸配置」とは、燃料ノズル10の下流側に空気孔12を有したバーナプレート11を配置し、燃料ノズル10から空気孔入口面のほぼ中心に燃料を噴出して、空気孔12の内部

で燃料流の外周側に空気流を形成するように、燃料ノズル 10 及びバーナプレート 11 を配置した構造をいう。また、「同軸噴流」は、空気孔 12 の内部において、燃料流の外周側に円環状の空気流を形成した噴流をいう。

【0015】

空気孔 12 から噴出した燃料流と空気流は、ライナ 160 内部の燃焼室 180 に供給され、燃焼して火炎を形成し、高温高压の燃焼ガス 181 が生成される。燃焼装置 302 で生成された燃焼ガス 181 は、尾筒 150 からタービン 190 に導入される。

【0016】

タービン 190 では、高温高压の燃焼ガス 181 によってタービン軸を回転させる。また、タービン軸と連結された発電機 200 により、燃焼ガス 181 から出力を得ている。空気圧縮機 110 と発電機 200 は、タービン 190 と一つの軸で連結されている。但し、空気圧縮機 110 , タービン 190 , 発電機 200 は 2 軸の構成であってもよい。

【0017】

また、図 11 では燃料系統 170 が 1 つの系統となっているが、燃料系統が複数の系統に分かれて複数の燃料ヘッダーに供給するマルチ燃焼器構造もある。例えば、火力発電所等で広く使用されているガスタービンは、タービン回転軸に対して燃焼器が放射状に複数缶配列されている。

【0018】

前述の同軸噴流燃焼方式では、NOx 排出量を低く抑えることが可能である。しかし、NOx 排出量の環境規制値は年々厳しくなっているため、同軸噴流燃焼方式でも更なる NOx 排出量の低減が望まれている。

【0019】

ここで、NOx 生成量は燃焼ガス温度の上昇に伴い、指数関数的に増加する。そのため、NOx 排出量を更に低減するためには、燃料と空気の混合度を高めると同時に、燃料に対して空気の流量を増加させ、燃焼室における燃焼ガス温度を低減させる必要がある。しかし、燃料希薄な条件で運転すると火炎の状態が不安定になる。そこで、同軸噴流燃焼方式において NOx 排出量の低減を図るためには、燃焼装置の火炎安定性を向上させる必要がある。

【実施例 1】

【0020】

図 1 (b) はバーナプレート 11 を燃焼室 180 から見た正面図である。図 1 (a) は、図 11 のガスタービン全体概略図に於ける、燃料ノズル 10 と空気孔 12 の周辺部位を拡大した概略断面図であり、図 1 (b) の A - A 断面図である。

【0021】

本実施例のバーナは、燃料ノズル 10 と、空気孔 12 を有したバーナプレート 11 と、バーナプレート 11 に設けた突起部 1 と、燃焼室 180 を形成するライナ 160 とを有する。バーナプレート 11 とライナ 160 との間には、スプリングシール 161 が設けられている。

【0022】

燃料流 22 は、燃料ノズル 10 から空気孔 12 の入口部に向かって噴出する。空気流 21 は、燃料ノズル 10 の外周側から空気孔 12 の入口部に流入する。空気孔 12 に流入した空気流 21 は、燃料流 22 の外周側を包み込むように、空気孔 12 の内部を流れ、空気孔 12 から燃焼室 180 に噴出する。そして、燃料流と空気流による同軸噴流が空気孔 12 の出口部から噴出し、燃焼室 180 で火炎を形成する。ここで、空気孔 12 の入口部は、燃料ノズル 10 の噴出口と対向する位置に設けられている。また、空気孔 12 の出口部は、燃焼室 180 に面している。

【0023】

空気孔 12 は、バーナプレート 11 に形成されている。また、図 1 (b) のように、空気孔 12 は同心円状に 3 列で配置されており、バーナの内周側から 6 個, 12 個, 18 個の空気孔 12 が設けられている。なお、それぞれの空気孔列を、内周側から第 1 列の空気

10

20

30

40

50

孔 1 2 - 1 , 第 2 列の空気孔 1 2 - 2 , 第 3 列の空気孔 1 2 - 3 とする。そして、図 1 (b) が一つのバーナプレートを構成する。

【 0 0 2 4 】

バーナプレート 1 1 は、バーナの外周側に対してバーナの内周側（バーナの軸中心側）における厚みを薄くしている。即ち、バーナプレート 1 1 の一部（外周側）は第 1 列の空気孔 1 2 - 1 より離れた燃焼室側に伸びたバーナプレート延長部を形成する。このように、バーナプレート 1 1 の厚みを変えることにより、バーナ軸方向における空気孔 1 2 の出口部の位置を異ならしめることが可能となる。

【 0 0 2 5 】

また、図 1 (a) に示すように、バーナプレート 1 1 が段差形状を有することにより、バーナ軸中心側に窪み部 2 0 0 が形成される。この窪み部 2 0 0 には、バーナの軸中心側に設けられた 6 個の空気孔 1 2 - 1 (第 1 列) の出口部が配置されている。また、窪み部 2 0 0 に対して段差が設けられたバーナプレート 1 1 の段差部 2 0 1 には、第 2 列の空気孔 1 2 - 2 及び第 3 列の空気孔 1 2 - 3 の出口部が配置されている。

【 0 0 2 6 】

そして、バーナプレート 1 1 には、窪み部 2 0 0 と段差部 2 0 1 とを接続する面として、側面部 2 0 2 が設けられている。

【 0 0 2 7 】

ここで、窪み部 2 0 0 は、バーナ軸中心に対して円形状をしている。また、側面部 2 0 2 は、バーナプレート 1 1 から円柱をくり抜いた形状となっている。そのため、バーナプレート 1 1 の段差形状は、円周方向に連続して形成されている。また、本実施例では、バーナプレート 1 1 の段差形状を利用して、第 1 列の空気孔 1 2 - 1 から噴出した燃料流と空気流が、バーナプレート 1 1 の段差に衝突するようにバーナプレート延長部の燃焼室側でかつ燃料流及び空気流の通過方向に突出する突起部 1 が、バーナプレート 1 1 の側面部 2 0 2 の下流側に設けられている。この突起部 1 の間隙は、空気孔の直径よりも大きい。また、バーナプレート 1 1 の段差部 2 0 1 によって形成される面に対して垂直にバーナプレートを切断した場合、突起部 1 の先端は鋭角となる。そして、突起部 1 も、バーナプレート 1 1 の段差形状と同様に、円周方向に連続して形成されている。

【 0 0 2 8 】

また、図 1 (b) に示すように、バーナプレート 1 1 の側面部 2 0 2 に設けた突起部 1 は、第 1 列の空気孔 1 2 - 1 から噴出する燃料流と空気流の一部を阻害するように設けられており、燃料流と空気流を乱す障害物の役割を有する。そして、突起部 1 の下流側には高温の循環流が形成される。この循環流が火種となり、未燃の予混合気に熱エネルギーを与えることで、未燃の予混合気を着火する。そのため、バーナ全体の火炎安定性が向上する。その結果、更に燃料希薄な条件で運転することが可能となり、NO_x 排出量を低減することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

この火炎安定性向上のメカニズムについて、図 7 で説明する。図 7 は、突起部 1 及び第 1 列の空気孔 1 2 - 1 に於ける熱エネルギー及び流れの状態を示す図である。

【 0 0 3 0 】

燃料ノズル 1 0 から噴出した燃料流は、第 1 列の空気孔 1 2 - 1 に流入する。そして、空気孔 1 2 - 1 の内部において、燃料流の外周側に空気流が形成された同軸噴流が下流側に流れるとともに、予混合が進む。第 1 列の空気孔 1 2 - 1 から噴出した空気流 2 1 と燃料流 2 2 との予混合気 3 0 は、バーナプレート 1 1 の窪み部 2 0 0 と側面部 2 0 2 に囲まれた空間に噴出する。そして、前記空間から噴出した予混合気 3 0 は、燃焼室 1 8 0 に火炎 4 0 を形成して、高温の既燃ガス 3 1 となる。このように、バーナプレートとバーナプレート延長部と突起部によって囲まれた空間は、火種が形成される領域となる。

【 0 0 3 1 】

空気孔 1 2 - 1 から噴出した予混合気 3 0 は、バーナプレート 1 1 の側面部 2 0 2 に沿って下流側に流れる。そして、側面部 2 0 2 の下流側に設けられた鋭角状の突起部 1 によ

10

20

30

40

50

り、予混合気 30 は、流れの方向を内側に曲げられる。その結果、突起部 1 の下流側が負圧になり、既燃ガス 31 の下流側から負圧状態の上流側に向かう循環流 32 が形成される。この循環流 32 は、高温の既燃ガス 31 から熱エネルギー 51 を受け、未燃状態の予混合気 30 に熱エネルギー 52 を与える役割を果たすものと考えられる。予混合気 30 は、着火に必要な熱エネルギー 51 を得ることにより、火災 40 を形成することが出来る。予混合気 30 に対して連続的に熱エネルギー 52 を与えるため、予混合気 30 が容易に着火しやすくなり、着火特性が向上する。突起部 1 において予混合気 30 が容易に着火するため、バーナ中央部の火災安定性が向上し、バーナ中央部の火災を火種としてバーナ外周部の火災安定性も向上する。結果としてバーナ全体の火災安定性が向上する。また、燃料流量に対する空気流量の比率を高めて、より燃料希薄な条件で運転することができるため、10
燃焼装置から排出される NOx 排出量を更に低減させることが可能となる。

【0032】

図 8 (a) に示すように、突起部 1 は、鋭角状の三角形ではなく、四角形の突起部 5 としても良い。これにより、突起部 5 の製作性が簡素化され、製作コストを低減させることが可能である。

【0033】

また、図 8 (b) に示すように、突起部 6 は緩やかなテーパ形状としても良い。テーパ形状の突起部 6 は、側面部 202 の全体に渡って傾斜を設けている。突起部 (保炎器) を用いて火災を保炎する場合、突起部の上流側に乱れ (二次流れ) が発生すると、火災が乱れの低流速部を伝わって突起部の上流側に到達する可能性がある。この場合、突起部 (保炎器) を焼損する場合もある。しかし、図 8 (b) に示すように緩やかなテーパ形状とすることで、突起部 6 の上流側に発生する乱れを抑制し、突起部 6 の焼損を防止することが可能となる。20

【0034】

図 13 は、本実施例のバーナプレートを使用した場合に、火災 40 が突起部 1 の上流側まで伝播した様子を示した図である。側面部 202 が火災 40 に接する壁面は火災 40 によって熱せられる。そのため、突起部 1 を冷却しない場合、突起部 1 が溶損する可能性がある。そこで、バーナプレート延長部の空気孔 12 に燃料流 22 と空気流 21 を流すことにより、火災に比べて非常に温度の低い空気と燃料が突起部 1 を冷却する。また、突起部 1 を冷却する流体を空気孔以外から供給する場合、流路の構成が複雑となる。従って、バーナプレート延長部に設けられた空気孔に燃料と空気を流すことにより、簡易な構造で突起部 1 の溶損を防止することができる。30

【0035】

次に、本発明の作用・効果を説明するために、リセス型保炎器を備えた予混合器 (比較例) と本発明との相違点について説明する。比較例において、予混合器はパイロットバーナの外周側に設けられた円環形状の流路を有する。また、リセス型保炎器は予混合器の出口部に設けられている。このような比較例では、予混合器の内部は連結されており、予混合器の内部に予混合気が充満している。そのため、リセス型保炎器の上流側まで火災が伝播すると、予混合器内を火災が一気に伝播し保炎器が溶損する可能性がある。

【0036】

このような比較例に対し、本発明の構成では突起物 1 と燃料ノズル 10 との間には一つ一つ分離した空気孔 12 によって構成されている。図 14 (a) は燃料ノズルから燃焼室へ噴出する燃料流を図示する。本発明では、2つの空気孔 12 は上流 (図 14 の左側) で1つの空間につながっており、燃料ノズル 10 から空気孔 12 の入口中心に向かって燃料流 22 が噴出する。そのため、空気孔 12 の入口面より上流側において、燃料ノズル 10 から噴出した燃料流は空気流との混合が抑えられる。そして、燃料流が空気孔 11 に流入すると、燃料流 22 が徐々に広がりながら周囲の空気流と混合していく。即ち、空気孔 11 の入口面より上流側であって、隣接する空気孔同士の空間 211 には燃料が存在しない。そのため、一部の空気孔 11 において上流側に火災が伝播しても、隣の空気孔に火災が伝播することを防ぐことが可能である。40
50

【 0 0 3 7 】

また、燃料及び空気が共に空気孔 1 2 を通過する際に燃料及び空気が混合されるバーナプレート 1 1 と燃料ノズル 1 0 との配置関係は、火炎が空気孔に入り込むことを防ぐ特性を有しており、比較例の予混合器に比べて非常に信頼性が高い。図 1 4 (a) 中の H - H 断面における燃料濃度分布 2 1 2 と速度分布 2 1 3 を図 1 4 (b) に示す。縦軸は空気孔入口面における座標であり、空気孔入口の中心から半径を r として表している。また、横軸は燃料濃度と速度の相対値である。また、破線 2 1 4 は空気孔壁面の位置を示す。図に示されるように、壁面 2 1 4 の近傍では壁面せん断応力の影響により、流れる流体の速度が遅くなる。そのため、速度の遅い領域を伝わって火炎が空気孔内部に入り込む可能性がある。しかし、本発明におけるバーナプレート 1 1 と燃料ノズル 1 0 の配置関係により、速度の遅い壁面近傍領域において燃料濃度分布 2 1 2 が非常に低い。また、壁面から熱を奪われることによるクエンチの効果もあり、空気孔壁面近傍の領域で火炎が伝播することは困難である。そのため、空気孔 1 2 から噴出した燃料流が通過する方向に突起部を設けることで、火炎が突起部の上流側に伝播しても、燃料ノズル 1 0 の燃料噴孔まで伝播することを防ぐことが可能である。以上より、突起部により火炎を保炎すると共に、耐逆火性にもすぐれた効果を奏する。

10

【 0 0 3 8 】

更に、燃料ノズルを空気孔の内部に挿入することが望ましい。燃料ノズルを空気孔の内部に挿入すると、燃料と空気の混合度を向上させることが可能である。そのため、図 9 に示すように燃料ノズル 1 0 を空気孔 1 2 の内部に挿入することで、更なる混合度の向上と火炎安定性の向上を同時に実現することも可能である。

20

【 0 0 3 9 】

また、バーナの中心軸に対して、空気孔 1 2 の中心軸を傾斜させることも有効である。特に、空気孔 1 2 から噴出する燃料流と空気流が、バーナ中心軸に対して旋回する速度成分を有するように、空気孔 1 2 を傾斜して配置することで、火炎の安定性を更に向上させることが可能である。

【 実施例 2 】

【 0 0 4 0 】

図 2 (b) はバーナプレート 1 1 を燃焼室 1 8 0 から見た正面図である。図 2 (a) は、図 1 1 のガスタービン全体概略図に於ける、燃料ノズル 1 0 と空気孔 1 2 の周辺部位を拡大した概略断面図であり、図 2 (b) の B - B 断面図である。

30

【 0 0 4 1 】

実施例 1 では、第 1 列の空気孔 1 2 - 1 によって形成される火炎を安定化させ、第 2 列の空気孔 1 2 - 2 及び第 3 列の空気孔 1 2 - 3 によって形成される火炎の安定性を向上させていた。これに対し、本実施例は、第 2 列の空気孔 1 2 - 2 に対して突起部 2 を設けることで、第 2 列の空気孔 1 2 - 2 によって形成される火炎の安定性も向上させている。その結果、バーナ全体の火炎安定性を更に高めることを可能にしている。

【 0 0 4 2 】

この火炎安定性向上の基本的なメカニズムは、図 7 で説明した内容と同様である。つまり、バーナ内周側（第 1 列の空気孔 1 2 - 1）だけではなく、バーナ外周側（第 2 列の空気孔 1 2 - 2）にも高温の循環流を形成している。そのため、循環流が火種となり、第 2 列の空気孔から噴出した予混合気にも熱エネルギーが与えられ、着火特性が向上する。

40

【 0 0 4 3 】

尚、図 2 では 2 段の突起部が設けられている。但し、空気孔の孔数または配置に応じて、突起部を 3 段、4 段と複数段設けても良い。

【 0 0 4 4 】

また、実施例 2 で示す突起部は、鋭角状だけでなく、製作性を考慮して四角形状としても良い。更に、緩やかなテーパ形状の突起部としても良い。

【 0 0 4 5 】

また、実施例 2 に於いて、燃料ノズルを空気孔の内部に挿入することで、更なる混合度

50

向上と火炎安定性向上を同時に実現することも可能である。

【実施例 3】

【0046】

図3(b)はバーナプレート11を燃焼室180から見た正面図である。図3(a)は、図11のガスタービン全体概略図に於ける、燃料ノズル10と空気孔12の周辺部位を拡大した概略断面図であり、図3(b)のC-C断面図である。図12は、空気孔12の形状を示した図である。

【0047】

本実施例では、バーナプレート11の形状が、円錐をくり抜いた形状となっている。即ち、図12に示すように、空気孔12の出口部301が位置するバーナプレート11の面は、燃焼室方向に拡開した形状である。そのため、空気孔12の出口部301によって形成される面は、バーナの中心軸に対して傾斜している。

10

【0048】

そして、空気孔12の出口部301より下流側に、燃料流と空気流を乱す障害物が設けられている。その障害物は、突起部1に該当する。この突起部1は、円環状の形状をしており、各列の空気孔ごとに設けられている。なお、突起部1は、傾斜する空気孔12の出口部301のうち、最も下流側に位置する。

【0049】

一般に、保炎器を用いた燃焼器では、保炎器の上流部に乱れ(二次流れ)が発生すると、その乱れの低流速部を伝わって、火炎が保炎器の上流部に到達し、保炎器を焼損する場合もある。しかし、空気孔12の出口部301によって形成される面は、バーナの中心軸に対して傾斜しているため、障害物(突起部)の上流側に乱れを引き起こす鋭角部や淀み部位が無く、突起部の焼損を防止して燃焼器の信頼性を高めることが可能となる。また、各空気孔列に突起部1を設けることで、バーナ中央部だけでなく外周部の火炎安定性も向上させ、バーナ全体の火炎安定性を高めることを可能にしている。

20

【実施例 4】

【0050】

図4(b)はバーナプレート11を燃焼室180から見た正面図である。図4(a)は、図11のガスタービン全体概略図に於ける、燃料ノズル10と空気孔12の周辺部位を拡大した概略断面図であり、図4(b)のD-D断面図である。

30

【0051】

本実施例は、実施例1と異なり、突起部3をバーナ中心側に設けている。また、バーナプレート11は、バーナの外周側に対してバーナの内周側(バーナの軸中心側)における厚みを厚くしている。このように、バーナプレート11の厚みを変えることにより、バーナ軸方向における空気孔12の出口部の位置を異ならしめることが可能となる。

【0052】

また、図4(b)に示すように、バーナプレート11は段差形状を設けることにより、バーナ軸中心側に段差部201が形成され、バーナ外周側に窪み部200が形成される。この窪み部200には、第2列及び第3列の空気孔12-2, 12-3の出口部が配置されている。また、窪み部200に対して段差が設けられた、バーナプレート11の段差部201には、第1列の空気孔12-1の出口部が配置されている。本実施例では、バーナプレートの第1列空気孔12-1を有した段差部201がバーナプレート延長部に該当する。

40

【0053】

そして、段差部201は、バーナ軸中心に対して円形状をしている。そのため、バーナプレート11の段差形状は、円周方向に連続して形成されている。また、側面部202は、円柱形状をしている。

【0054】

本実施例では、バーナプレート11の段差形状を利用して、第2列の空気孔12-2から噴出した燃料流と空気流が、バーナプレート11の側面部202に衝突するように、バ

50

バーナプレート 11 の側面部 202 に鋭角状の突起部 3 を設けている。この鋭角状の突起部 3 も、バーナプレート 11 の段差形状と同様に、円周方向に連続して形成されている。

【0055】

この構造により、突起部 3 の下流側に高温の循環流が形成される。そして、第 2 列及び第 3 列の空気孔より下流側の空間であって、ライナ 160 とバーナプレート延長部に挟まれた環状空間が火種形成領域となる。即ち、循環流が火種となり、バーナ外周側に位置する第 2 列及び第 3 列の空気孔 12 から噴出する未燃の予混合気に熱エネルギーを与えるため、バーナ外周側の火災安定性が向上する。基本的な火災安定性のメカニズムは、実施例 1 と同様である。本実施例では、バーナプレート 11 は、バーナの外周側に対してバーナの内周側（バーナの軸中心側）における厚みを厚くしているため、面積的な制約を受け難く、空気孔の孔数 / 位置に応じて各所に複数の突起部 3 を設けることが可能である。

10

【実施例 5】

【0056】

図 5 (b) はバーナプレート 11 を燃焼室 180 から見た正面図である。図 5 (a) は、図 11 のガスタービン全体概略図に於ける、燃料ノズル 10 と空気孔 12 の周辺部位を拡大した概略断面図であり、図 5 (b) の E - E 断面図である。

【0057】

本実施例では、バーナプレート 11 の厚みが一定となっている。そのため、空気孔 12 の流路長さは同一である。そして、バーナプレート 11 の端面に、円錐状の突起部 4 を設置する。図 5 (b) に示すように、円錐状の突起部 4 はバーナ中心部に設けられており、第 1 列の空気孔 12 - 1 から噴出する燃料流と空気流を阻害するように配置されている。突起部 4 の下流側には、高温の循環流が形成される。この循環流は未燃の予混合気に熱エネルギーを与えることで、着火を促進し、火災安定性が向上する。

20

【0058】

本実施例に係る突起部 4 は簡素な構造であるため、新設燃焼器だけではなく、既設燃焼器に突起部 4 を追加設置して、火災安定性を高めることが可能である。

【0059】

また図 5 において、突起部 4 は 1 個である。しかし、空気孔の孔数または配置に応じて、突起部 4 を複数個設置することで、火災安定性を更に向上させることも可能である。

【0060】

更に、図 10 に示すように、第 1 列の空気孔 12 - 1 と第 2 列の空気孔 12 - 2 の間に、円環形状の突起部 7 を設けることで、内外周の火災安定性を同時に向上させることも可能である。

30

【実施例 6】

【0061】

本実施例は、実施例 1 から実施例 5 までに述べた構造を適用した、燃料ノズルと空気孔の集合体を 1 つのバーナとして、これらのバーナを複数個組み合わせることで 1 つの燃焼装置を構成している。

【0062】

図 6 (b) はバーナプレート 11 を燃焼室 180 から見た正面図である。図 6 (a) は、図 11 のガスタービン全体概略図に於ける、燃料ノズル 10 と空気孔 12 の周辺部位を拡大した概略断面図である。

40

【0063】

図 6 (b) に示すように、燃焼装置の中心側に一つのバーナを配置すると共に、そのバーナの外周側に 6 個のバーナを配置している。これらのバーナには、それぞれ燃料系統が接続されている。また、全てのバーナにおいて、図 1 のバーナ構造を採用している。

【0064】

図 6 (a) の様に燃料系統をバーナごとに分けて、負荷に応じて燃焼させるバーナ本数を制御することで、ガスタービンの起動条件から 100% 負荷条件まで燃料を変化させて、安定に燃焼を継続させることが可能である。また、それぞれのバーナは、燃焼安定性が

50

高いため、一つのバーナに供給する燃料流量の下限値を低くすることができる。更に、燃料ノズル数を増減することで、1缶当たりの容量の異なる燃焼装置を比較的容易に提供することができる。

【0065】

また、燃焼装置の中心側に本発明を適用したバーナを配置すると共に、そのバーナの外周側に配置した6個のバーナを、バーナプレートの厚みが一定であり、突起部を設けない構造とすることも出来る。このような配置では、燃焼装置の中心側に設けられたバーナが火種の役割を果たす。そのため、外周側のバーナ単独では保炎できない状態でも、中心側のバーナから外周側のバーナに熱エネルギーを供給される。したがって、燃焼装置全体では、燃焼安定性を向上することが可能である。

10

【0066】

実施例1から実施例6に示した燃焼装置は、ガスタービン燃焼器だけではなく、燃料電池に搭載される燃料改質用燃焼器、ボイラ用燃焼器、温風暖房機や焼却炉など、メタン等のガスを燃料とする様々な燃焼装置にも適用する事が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0067】

本燃焼器構造はガスタービンだけに留まらず、ボイラの燃焼器や燃料電池の改質器用燃焼器など、気体燃料を燃焼させるあらゆる燃焼器にも対応することは可能である。

【図面の簡単な説明】

【0068】

20

【図1】実施例1において、燃料ノズルと空気孔の周辺部位を拡大した図である。

【図2】実施例2において、燃料ノズルと空気孔の周辺部位を拡大した図である。

【図3】実施例3において、燃料ノズルと空気孔の周辺部位を拡大した図である。

【図4】実施例4において、燃料ノズルと空気孔の周辺部位を拡大した図である。

【図5】実施例5において、燃料ノズルと空気孔の周辺部位を拡大した図である。

【図6】実施例6において、燃料ノズルと空気孔の周辺部位を拡大した図である。

【図7】突起部付近における燃料流と空気流の流動状態を示した図である。

【図8】実施例1において、燃料ノズルと空気孔の周辺部位を拡大した図（変形例）である。

【図9】実施例1において、燃料ノズルと空気孔の周辺部位を拡大した図（変形例）である。

30

【図10】実施例5において、燃料ノズルと空気孔の周辺部位を拡大した図（変形例）である。

【図11】ガスタービン構成の概略図である。

【図12】実施例3における空気孔の構造図である。

【図13】実施例1のバーナプレートにおいて、火炎が突起部の上流側に伝播した場合の図である。

【図14】実施例1のバーナプレートにおいて、燃料ノズルから噴出した燃料流が燃焼室に流れる様子を表した図である。

【符号の説明】

40

【0069】

1～7 突起部

10 燃料ノズル

11 バーナプレート

12 空気孔

21 空気流

22 燃料流

30 予混合気

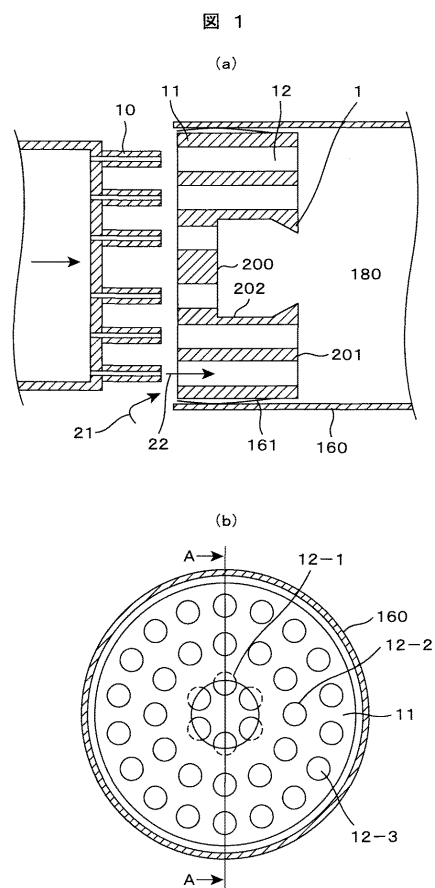
31 既燃ガス

32 循環流

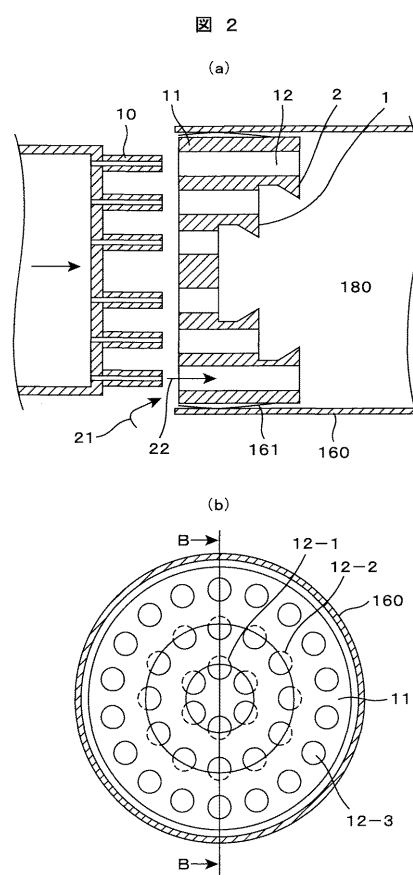
50

4 0 火炎
5 1 , 5 2 熱エネルギー
1 1 0 空気圧縮機
1 2 0 高压空気
1 8 0 燃烧室

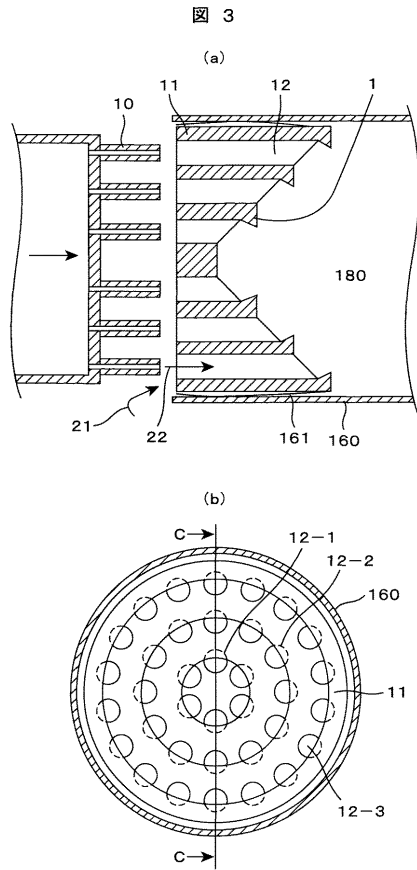
【 図 1 】



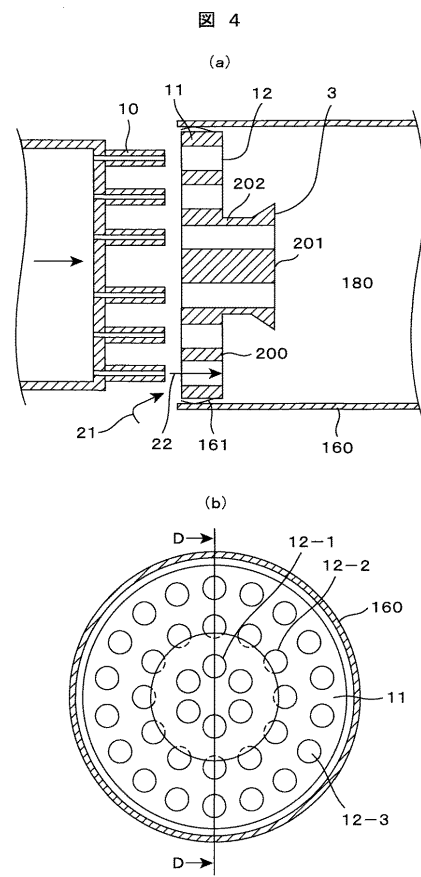
【圖 2】



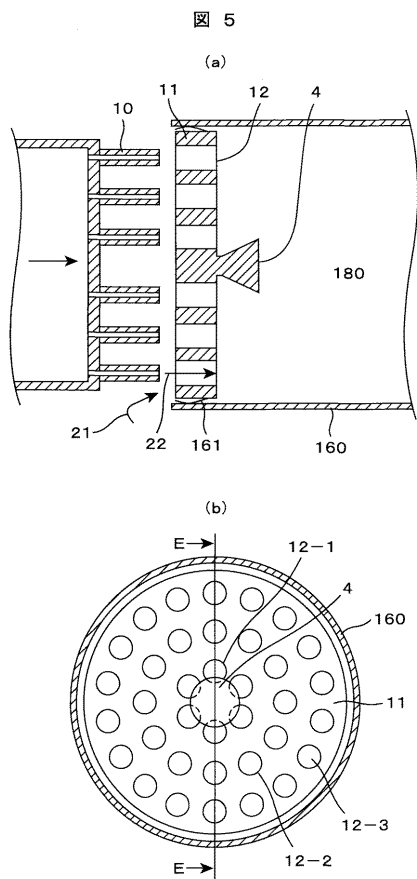
【図 3】



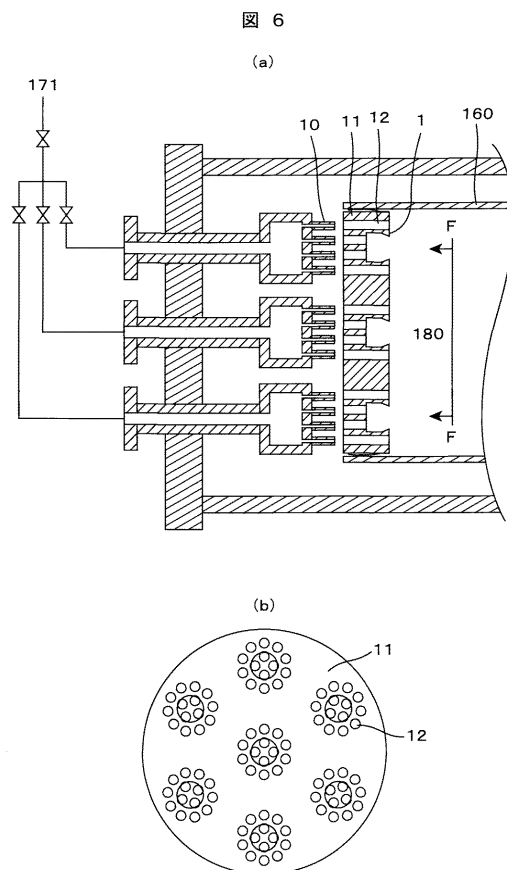
【図 4】



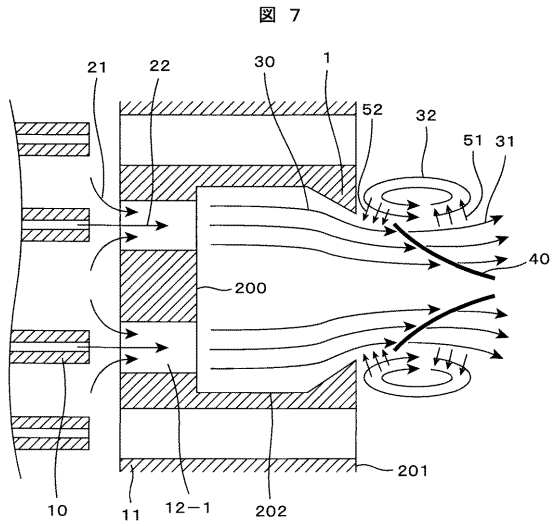
【図 5】



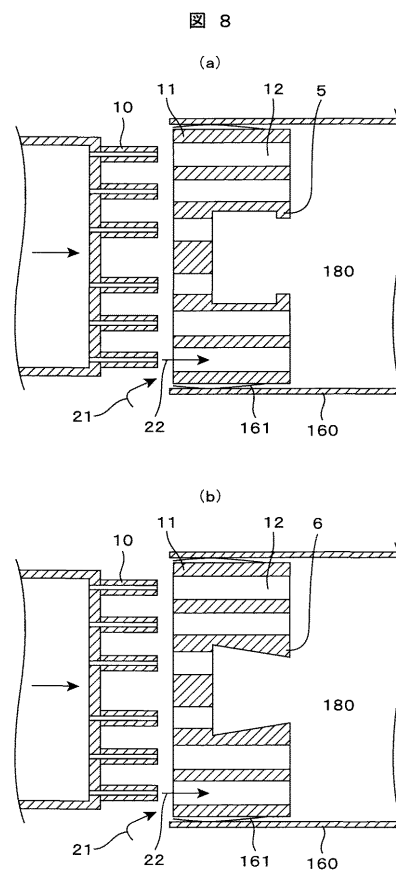
【図 6】



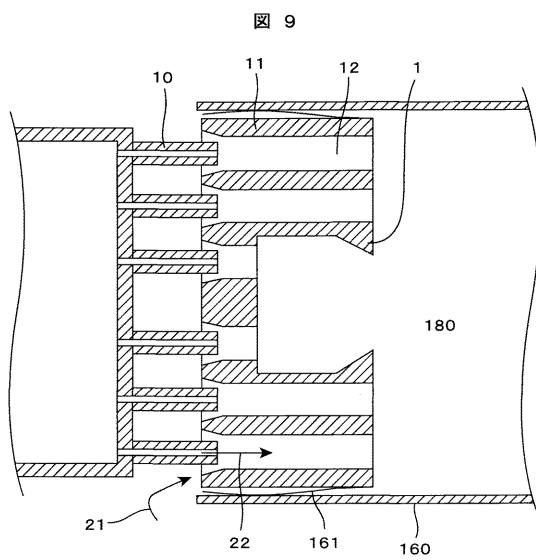
【図 7】



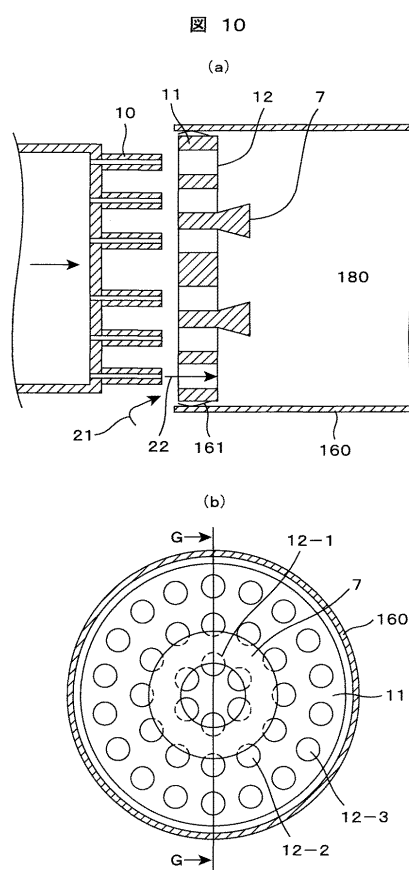
【図 8】



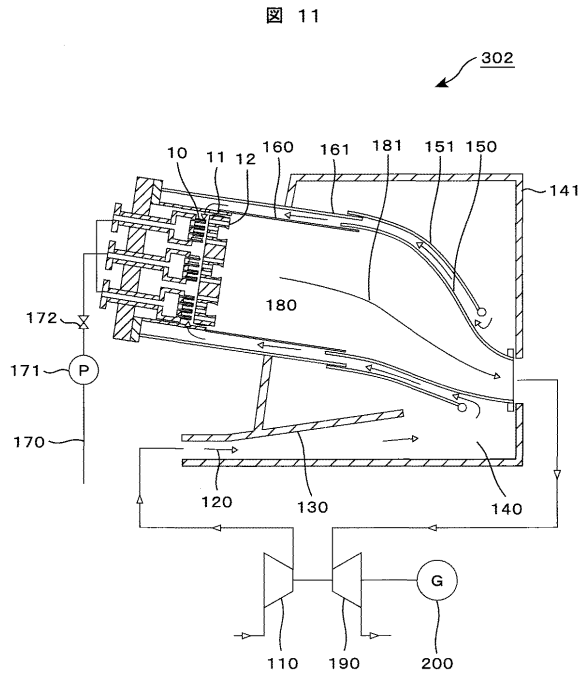
【図 9】



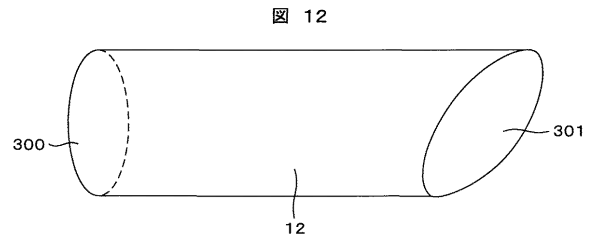
【図 10】



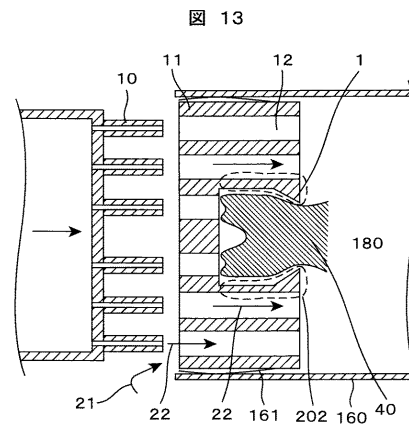
【図 1 1】



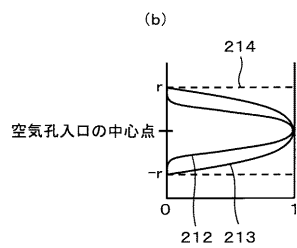
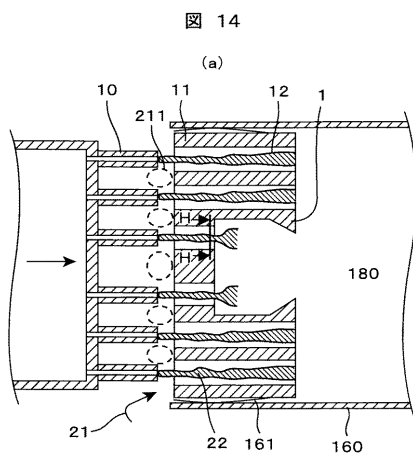
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 小山 一仁
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
機開発研究所内
株式会社 日立製作所 電力・電
- (72)発明者 井上 洋
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
機開発研究所内
株式会社 日立製作所 電力・電

審査官 後藤 泰輔

- (56)参考文献 特開2005-106305(JP,A)
特開平08-210640(JP,A)
特開平08-028874(JP,A)
特開平11-223342(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23R 3/16, 3/20, 3/28
F23D 14/00-14/10, 14/20-14/24, 14/70