(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 6 月 16 日(16.06.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/093341 A1

(51) 国際特許分類:
F23C 99/00 (2006.01) *F23L 15/00* (2006.01)
F23C 5/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/084788

(22) 国際出願日: 2015 年 12 月 11 日(11.12.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2014-251899 2014 年 12 月 12 日(12.12.2014) JP

(71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町三丁目１番１号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 村上 賢悟 (MURAKAMI Kengo); 〒1670033 東京都杉並区清水３丁目２６番３号 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 名塚 聡, 外 (NAZUKA Satoshi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町８－１ 聖路加タワー２８Ｆ 凛国際特許事務所内 Tokyo (JP).

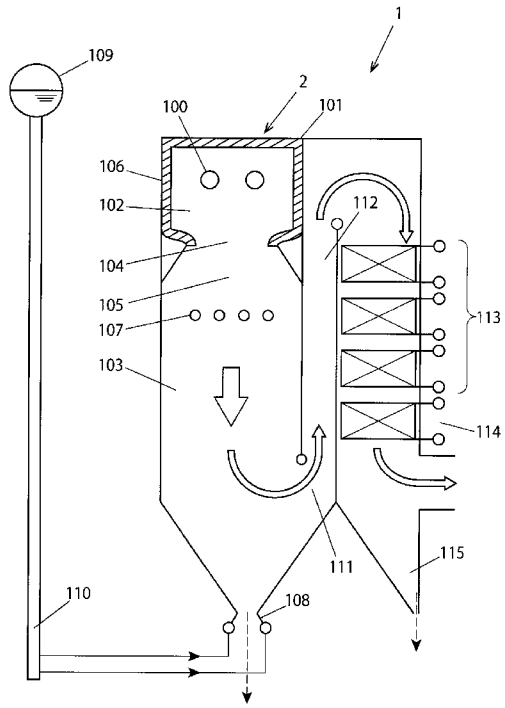
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: COMBUSTION SYSTEM

(54) 発明の名称 : 燃焼システム



(57) **Abstract**: This combustion system is capable of using a petroleum pitch fuel, and is provided with a burner (100) having a fuel supply pipe with a baffle plate formed at the distal end, and a high-temperature maintenance means (2) for maintaining the ambient temperature in proximity to the baffle plate at a temperature higher than the softening point of the petroleum pitch fuel during operation. Thus, even in cases of using petroleum pitch as fuel, deposition and hardening of petroleum pitch inside the burner, rendering the burner unusable, does not occur, and continuous combustion operation for extended periods is possible.

(57) 要約: 石油ピッチ燃料を使用可能な燃焼システムであって、先端に保炎板が形成された燃料供給管を有するバーナ(100)と、運転中における保炎板の近傍の雰囲気温度を、石油ピッチ燃料の軟化点よりも高い温度に維持するための高温維持手段(2)と、を備える。石油ピッチを燃料として用いた場合でも、バーナの内部に石油ピッチが付着・固化してバーナが使用不可となることがなく、燃焼運転を長時間継続することを可能である。

WO 2016/093341 A1

明　細　書

発明の名称 ： 燃焼システム

技術分野

[0001] 本発明は、石油ピッチ（石油残渣）燃料を使用可能な燃焼システムに関する。

背景技術

[0002] 従来の燃焼炉の代表例として、火力発電プラントにおけるボイラがあげられる。そこで用いられるボイラは、大部分が、微粉炭を燃料とする石炭焚きボイラか、石油を燃料とする石油焚きボイラである。

[0003] 石炭焚きボイラにおいては、石炭を微粉状に粉砕した微粉炭を、搬送用気体を用いて、微粉炭バーナの微粉炭供給管を介して燃焼炉内に投入する。一方、燃焼用空気が、微粉炭供給管の周囲の通路を通って、同じく燃焼炉内に投入される。なお、微粉炭を搬送するための搬送用気体として、通常は圧縮空気が使用されるので、この圧縮空気も燃焼炉内での燃焼に寄与する

微粉炭バーナは通常、その着火・保炎性を向上させるために、微粉炭供給管の先端側部分の内部に、気流の流れに影響を与えるための気流影響部（後述するスワラやリブ）が設けられている。このように微粉炭供給管の先端内部に気流影響部を設けることにより、燃焼炉内に微粉炭を分散して供給したり、燃焼炉内に比較的大きな逆流領域を発生させることができる。

[0004] 微粉炭バーナにおける気流影響部の従来例としては、例えば特許文献１には、図１３に示したように、微粉炭バーナ４０の微粉炭供給管４１の先端内部に、旋回度調整羽根（リブ）４２が設けられている。また、この例においては、微粉炭供給管４１内の流路の途中に、旋回羽根４３が設けられている。

[0005] 図１３に示した従来例においては、微粉炭供給管４１内に流入した微粉炭・搬送空気４４に対して、まずは旋回羽根４３によって旋回成分が付与される。旋回成分が付与された微粉炭・搬送空気４４は、微粉炭供給管４１の先

端内部に設けられた旋回度調整羽根（リブ）４２によってその旋回度を減少され、旋回度が調整された後に燃焼炉４５内に投入される。

[0006] 微粉炭供給管４１から燃焼炉４５内に供給される微粉炭・搬送空気４４の流速が早すぎると、燃焼炉４５内で微粉炭が燃えにくくなる。この点において、図１３に示した従来例においては、燃焼炉４５内に投入される微粉炭・搬送空気４４の旋回度を、旋回度調整羽根４２によって調整するようにしたので、微粉炭・搬送空気４４の速度が減少し、微粉炭の着火・保炎性を向上させることができる。

[0007] また、他の従来例として、特許文献２にも、搬送空気によって微粉炭を搬送するための１次スロートの先端内部に、微粉炭旋回用スワラ（旋回羽根）を設けた構成が示されている。

[0008] ところで、ボイラなどの燃焼炉の燃料としては、上記の通り微粉炭および石油が代表的であるが、これに代えて、石油ピッチ（石油残渣）を燃料として使用する場合もある。石油ピッチのうち、重質なものは微粉炭と同様に固体燃料であり、固体状の石油ピッチを燃料として使用する場合でも、ボイラの基本的な構造は石炭焚きボイラと大きく変わるところはない。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開平９－２６１１２号公報

特許文献2：特開平５－２７２７１１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] ところが、石油ピッチ燃料には、その軟化点の温度が比較的低いものが存在し（１５０℃～３５０℃）、そのような低軟化点の石油ピッチ燃料を従来の石炭焚きボイラで使用すると、その特殊な性状に起因して以下のような問題が生じる。

[0011] 即ち、ボイラの燃料として石油ピッチ燃料を使用する場合も、微粉炭焚き

ボイラの場合と同様、石油ピッチ燃料が、圧縮空気により燃料供給管を介して燃焼炉内に投入される。そして、燃料供給管内をその先端出口に向かって流れる石油ピッチ燃料は、先端出口に近付くにつれて、即ち燃焼炉に近付くにつれて、燃焼炉からの輻射熱を受けてその温度が上昇する。

[0012] ここで、低軟化点の石油ピッチ燃料の場合、温度が上昇するにつれて軟化してペースト状になり、周囲の構造物に付着し易くなる。特に、燃料供給管の内部に、石油ピッチおよび搬送空気の流れを調節する構造物、例えば従来技術におけるスワラ（旋回羽根）やリブ（旋回度調整羽根）などが存在すると、この構造物に衝突したときにペースト状の石油ピッチ燃料がその表面に付着する傾向がある。

[0013] ボイラの運転の経過とともに石油ピッチが燃料供給管の内部などに付着・固化して、その堆積物の厚みが大きくなると、バーナの内部に適切な気流を形成することができなくなり、その使用が不可能となる。

[0014] 石油ピッチが堆積してバーナが使用できなくなるとボイラは運転できないので、石油ピッチ燃料の堆積によりバーナが使用不可となった場合には、一旦ボイラを停止してバーナを交換する必要があった。

[0015] 本発明は、上述した従来の技術の問題点に鑑みてなされたものであり、石油ピッチを燃料として用いた場合でも、バーナの内部に石油ピッチが付着・固化してバーナが使用不可となることがなく、燃焼運転を長時間継続することを可能とする燃焼システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0016] 上記課題を解決するために、本発明の第１の態様は、石油ピッチ燃料を使用可能な燃焼システムであって、先端に保炎板が形成された燃料供給管を有するバーナと、運転中における前記保炎板の近傍の雰囲気温度を、前記石油ピッチ燃料の軟化点よりも高い温度に維持するための高温維持手段と、を備えたことを特徴とする。

[0017] 本発明の第２の態様は、第１の態様において、前記高温維持手段は、運転中における前記保炎板の近傍の雰囲気温度を４００℃以上に維持する、こと

を特徴とする。

[0018] 本発明の第３の態様は、第１または第２の態様において、前記高温維持手段は、前記バーナが設置された燃焼領域を囲む耐火材を有する、ことを特徴とする。

[0019] 本発明の第４の態様は、第１乃至第３のいずれかの態様において、前記高温維持手段は、一方の前記バーナの火炎によって他方の前記バーナの前記保炎板の近傍を加熱するように、前記一方のバーナおよび前記他方のバーナを配置することにより構成されている、ことを特徴とする。

[0020] 本発明の第５の態様は、第１乃至第４のいずれかの態様において、前記燃料供給管は、前記保炎板がその前端に形成された筒状本体部を有し、前記バーナは、前記筒状本体部の内周面の温度を前記石油ピッチ燃料の前記軟化点よりも低い温度に維持するための冷却手段を有する、ことを特徴とする。

[0021] 本発明の第６の態様は、第５の態様において、前記冷却手段は、前記燃料供給管の前記筒状本体部の内周面の温度を１００℃以下に維持する、ことを特徴とする。

[0022] 本発明の第７の態様は、第５または第６の態様において、前記冷却手段は、前記燃料供給管の外壁面の周囲に環状に形成された冷却材流路を有する、ことを特徴とする。

[0023] 本発明の第８の態様は、前記冷却材流路は、前記燃料供給管の前記筒状本体部の前端を超えて前記保炎板の途中まで延在している、ことを特徴とする。

[0024] 本発明の第９の態様は、第１乃至第８のいずれかの態様において、前記保炎板は、前記バーナの先端側に向かうにつれて径方向外側に拡開して形成されている、ことを特徴とする。

[0025] 本発明の第１０の態様は、第９の態様において、前記保炎板の内周面に、燃料を搬送する気体の流れに影響を与えて燃焼効率を向上させるための環状の段部が形成されている、ことを特徴とする。

[0026] 本発明の第１１の態様は、第１乃至第１０のいずれかの態様において、前

記バーナは、倒立型低ＮＯｘボイラの高温還元燃焼ゾーンに配置される、ことを特徴とする。

[0027] 本発明の第１２の態様は、第１乃至第１１のいずれかの態様において、前記バーナは、前記燃料供給管の上流側に設けられ、燃料を前記燃料供給管の内周壁側に集中的に濃縮させるとともに前記燃料供給管の周方向の前記燃料の濃度分布を均一化させる燃料濃度調整手段を有する、ことを特徴とする。

[0028] 本発明の第１３の態様は、第１乃至第１２のいずれかの態様において、前記保炎板を除く前記燃料供給管の先端側部分の内側には、燃料を搬送する気体の流れを妨げる障害物が存在しない開放空間が形成されている、ことを特徴とする。

[0029] 本発明の第１４の態様は、第１乃至第１３のいずれかの態様において、前記燃料供給管の内壁面の少なくとも一部が、電解研磨処理されている、ことを特徴とする。

発明の効果

[0030] 本発明によれば、石油ピッチを燃料として用いた場合でも、バーナの内部に石油ピッチが付着・固化してバーナが使用不可能となることがなく、ボイラの運転を長時間継続することを可能とする燃焼システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の一実施形態による燃焼システムの概略構成を示した縦断面図。

[図2]図１に示した燃焼システムの概略構成を示した斜視透視図。

[図3]図１および図２に示した燃焼システムにおける石油ピッチ燃料用バーナの縦断面図。

[図4]図３に記載の石油ピッチ燃料用バーナの燃料供給管の先端側部分を拡大して示した縦断面図。

[図5]図４の２－２線矢視図。

[図6]図３に示した石油ピッチ燃料用バーナの一変形例を示した部分縦断面図。

[図7]図３に示した石油ピッチ燃料用バーナの他の変形例を示した部分縦断面図。

[図8]図３に示した石油ピッチ燃料用バーナの他の変形例を示した部分縦断面図。

[図9]図３に示した石油ピッチ燃料用バーナの他の変形例を示した部分縦断面図。

[図10]ユリカピッチの性質に関するコールド試験の結果を示したグラフ。

[図11]ユリカピッチの性質に関するホット試験の第１の結果を示したグラフ。

[図12]ユリカピッチの性質に関するホット試験の第２の結果を示したグラフ。

[図13]従来の微粉炭焚きボイラ用バーナを示した縦断面図。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、本発明の一実施形態による燃焼システムについて、図面を参照して説明する。

[0033] 本実施形態による燃焼システムにおいて使用されるバーナは、石油ピッチ（石油残渣）を燃料とする燃焼炉で用いられるものであり、特に、低軟化点を有する石油ピッチを燃料とする燃焼炉で用いられるものである。

[0034] 低軟化点石油ピッチの一つとして、ユリカピッチ（「ユリカ」は登録商標である。）があげられる。ユリカピッチは、例えば１８０℃～２００℃の範囲に軟化点があり、この温度範囲或いはそれ以上の温度になると、その固体状態が軟化する。

[0035] 上記の通りユリカピッチは、微粉炭とは異なる特有の性質を有するので、本件発明者は、ユリカピッチの軟化と付着のメカニズムを解明すべく試験研究を行った。

[0036] まず、ユリカピッチが軟化して付着するメカニズムとしては、下記のいずれかないしそれらの組合せ（重畳）と考えられる。

[0037] (1)ユリカピッチが、バーナ内で炉内に向かって搬送・噴出過程において、

炉内の燃焼ガスからの輻射熱により加熱され（温度上昇し）軟化する。

[0038] (2)ユリカピッチが、炉内の燃焼ガスにより加熱された噴射部（口）の構造物（ノズル先端部、スワラ等）に接触し、加熱され（温度上昇し）軟化する。

[0039] (3)前記(1)と(2)の相乗効果により、ユリカピッチが軟化し、軟化したユリカピッチが接触した構造物に付着する。

[0040] 次に、上記メカニズム(1)～(3)のうち、ユリカピッチの軟化・付着においていずれが支配的であるかについて検討する。

[0041] まず、旋回度調整羽根等の構造物がノズル先端部付近に設置されている場合（特許文献１参照）について考察すると、ノズル上流側においては、ノズルが輻射熱を遮るため、ユリカピッチの温度上昇は少なく、軟化のメカニズムは、主として(2)が支配的と考えられる。

[0042] 以下、本件発明者が実施した付着性基礎試験（コールド＆ホット）の結果に基づいて検討する。

[0043] １）表面粗さの影響（図１０：重力の影響を無視して、流速の影響のみで考える）

一般的には、付着量は、表面粗さが大きいほど多いが、実機の流速（19m/s程度）および燃焼試験における流速では、付着量は、表面粗さがその影響に小さいとの結果が得られている（図１０）。この理由としては、低流速の場合には、一度付着したユリカピッチがそのまま付着され続けるが、高流速の場合には、ユリカピッチが付着しても容易に剥離する（コールド試験）ためと考えられる。

[0044] ２）構造物温度の影響（図１１、図１２）

表面荒さの大小に関わらず温度が高くなるほど、付着量は増加（150℃以上では、全面付着）。逆に100℃以下では、流速が20m/s以下でも、容易に剥離して（図１２）、付着量は減少する。

[0045] 具体的に説明すると、下記のとおりであった。

プレート温度が150℃を超えた状態でパウダー状のユリカピッチを篩うと、

プレート全面にパウダーが付着した。また、この付着したパウダーは流速100m/sの空気を吹き付けてもほとんど剥離しない。

[0046] 一方、プレート温度が100℃以下の場合は、20m/s程度の空気を吹き付けるだけで、そのほとんどが剥離した。このことから、構造物の温度が非常に大きな要因であると判断できる。

[0047] ３）結論

付着性基礎試験結果も総合すると、ユリカピッチの軟化と付着のメカニズムは、前記(2)が支配的と考えられる。従って、ユリカピッチを炉内に投入するまでのバーナ内部において、温度上昇を抑制することにより軟化およびバーナへの付着を防止することが重要となる。

[0048] その一方で、バーナ先端部は火炎からの輻射熱を強く受けるため、バーナ先端部を十分に冷却することが難しいという事情がある。特に、バーナ先端部に設けられた保炎板は、末広がりに拡開したラッパ状に形成されているので、ストレートの筒状部分に比べて火炎からの輻射熱を受けやすい。

[0049] そこで、バーナの保炎板の部分については、むしろ火炎からの輻射熱を利用して、保炎板に付着したユリカピッチを加熱し、その温度を軟化点よりも高くすることで、ユリカピッチを低粘度化して除去することが考えられる。

[0050] 本発明は、上述の新たに得られた知見に基づいてなされたものであり、以下に述べるような特徴を備えている。

[0051] 図１および図２に示したように本実施形態による燃焼システム１は、倒立形低ＮＯｘボイラ２を備えている。倒立型低ＮＯｘボイラ２は、その内部で燃料を燃焼させ、燃焼ガスから熱エネルギを回収する火力ボイラである。燃料としては、液状、ガス状、微粉状の炭素燃料を使用できると共に、微粉状の石油ピッチ（石油残渣）燃料を使用することもできる。本実施形態による燃焼システム１においては、石油ピッチを燃料として使用する。

[0052] 倒立型低ＮＯｘボイラ２は、縦型の燃焼室１０１の上端部に高温還元燃焼ゾーン１０２、中段部に低温酸化燃焼ゾーン１０３が形成されており、高温還元燃焼ゾーン１０２と低温酸化燃焼ゾーン１０３は、絞り部１０４から２

段燃焼用空気ノズル１０７までのガス冷却ゾーン１０５にて区切られており、低NOｘを達成するため適切な２段燃焼（低酸化燃焼）温度を達成する。高温還元燃焼ゾーン１０２には、側壁にバーナ１００が設けられており、側壁と上壁は１５００℃以上の炉内温度に対応する程度の耐火材１０６で覆われている。

[0053] 絞り部１０４は、燃焼室１０１の内面全周囲に鍔状の突起が突出し、燃焼室１０１に対してガス通過断面積が２０～５０％程度絞られている。また、絞り部１０４の高温還元燃焼ゾーン１０２に面する側は高温還元燃焼ゾーン１０２と同様に耐火材で覆われている。バーナ１００は、燃焼室１０１の高温還元燃焼ゾーン１０２における対向する２側面に水平方向に並列して備わり、火炎軸が正対しないよう軸平行かつ間隔を開けて配されている。

[0054] 絞り部１０４の下方には２段燃焼用空気ノズル１０７が開口し、低温酸化燃焼ゾーン１０３となっている。低温酸化燃焼ゾーン１０３の下部は燃焼室壁が鉛直線に対して３５°程度のテーパ状に狭搾しており、テーパ底部に灰排出口１０８が設けられている。テーパの角度は、堆積する物質と壁との間の臨界接触角により最適値が異なるが、崩れやすい物体を扱うときは４５°程度でも使用できる。

[0055] 低温酸化燃焼ゾーン１０３は、側壁に図中境界として示された冷却管が配された水冷壁構造となっていて、水冷されている。冷却管は燃焼室１０１の底部で非加熱降水管１１０に接続され、燃焼室１０１より高い位置に設けられた汽水胴１０９により非加熱降水管１１０を介して高温還元燃焼ゾーン１０１に十分高圧な冷却水を確実に供給できるように構成されている。

[0056] 低温酸化燃焼ゾーン１０３の下側面にガス流出口１１１が設けられ、ガス導通路１１２に通じている。ガス導通路１１２は、蒸気過熱器管１１３、エコノマイザ１１４を通った後、後処理工程に燃焼ガスを搬送する。蒸気過熱器管１１３、エコノマイザ１１４部の底部に灰排出口１１５が備わっている。

[0057] 倒立形低ＮＯｘボイラは、燃焼室１０１の上端部に燃料を供給して還元雰

囲気で燃焼させ、燃焼を上端部から下方に向かって進行させ、酸化雰囲気中で燃焼を完結させ、燃焼ガスを下部から取り出すように構成されている。

[0058] 倒立型低ＮＯｘボイラ２において燃焼運転を行なう際には、まず、高温還元ゾーン１０２におけるバーナ１００に燃料と空気を導入して燃焼を開始する。高温還元燃焼ゾーン２では、空気の導入を抑制し、空気比を１以下の、たとえば０．６～０．８程度の還元雰囲気に維持して、燃料に応じて選択される約１５００℃程度の高温度で燃料を燃焼させる。

[0059] 高温還元燃焼ゾーン１０２では、水平に軸をずらせて配されたバーナ１００からの火炎により、燃焼ガスが水平方向に渦を巻いて対流する。さらに、高温還元燃焼ゾーン１０２が高温のため燃焼ガスの密度が低いことと相俟って、燃焼ガスは高温還元燃焼ゾーン１０２に長時間留まり、耐火材１０６に保温されて安定的に燃焼が行き渡る。

[0060] 高温還元燃焼ゾーン１０２での燃焼を経て十分に熱せられた燃焼ガスは、新たに投入される燃料により燃焼ガスが増加するため高温還元燃焼ゾーン１０２から押し出されて絞り部１０４を通って低温酸化燃焼ゾーン１０３に流下する。低温酸化燃焼ゾーン１０３では、２段燃焼用空気ノズル１０７から比較的低温の２段燃焼用空気が十分に供給され、燃焼ガスの未燃分が酸化雰囲気で完全に燃焼される。

[0061] 燃焼ガスは、燃焼が完結したのち、燃焼室内を降下してガス流出口１１１からガス導通路１１２に流出する。ガス導通路１１２では、蒸気過熱器管１１３およびエコノマイザ１１４においてボイラ給水と熱交換を行い、後処理工程に流出する。

[0062] 上記の通り本実施形態の倒立形低ＮＯｘボイラ２では、高温還元燃焼ゾーン１０２において高温還元雰囲気で燃料が初期燃焼され、さらに低温酸化燃焼ゾーン１０３において低温酸化雰囲気で２段燃焼される。

[0063] なお、本実施形態の倒立形低ＮＯｘボイラ２では、高温還元燃焼ゾーン１０２の温度が従来型のボイラより高くなる。したがって、冷却性能を向上させるため、汽水胴１０９を燃焼室１０１の上端より高い位置に設置して非加

熱降水管１１０を燃焼室１０１高より長くし、非加熱降水管１１０内の冷却水圧を大きくして冷却水の循環を促進している。

[0064] 図３乃至図５に示したように、本実施形態による燃焼システム１における石油ピッチ燃料用バーナ１００は、搬送用気体と共に石油ピッチを燃焼炉１０１に供給するための燃料供給管（バーナスロート）３を有する。燃焼炉１０１には、上述の高温還元燃焼ゾーン１０２が形成されている。

[0065] 搬送用気体として典型的には空気が使用され、空気を使用する場合には、搬送用気体は、石油ピッチの搬送として利用されると共に、燃焼にも寄与する。搬送用気体は、好ましくは常温で燃料供給管３の内部に導入される。

[0066] 本実施形態においては、燃料供給管３の内壁面５の少なくとも一部が電解研磨処理されており、これにより、その平滑度が高められている。その結果、石油ピッチが燃料供給管３の内壁面５に付着し難くなっている。

[0067] 燃料供給管３の内部中心には、管軸方向に沿って副燃料噴射管６が設けられている。副燃料噴射管６は、噴射管挿入管７の内部に挿入されており、噴射管挿入管７に沿って前後に移動可能となっている。

[0068] 燃料供給管３の管軸方向の中央部には、燃料濃度調整手段としての旋回羽根（スワラ）８が設けられており、この旋回羽根８によって石油ピッチ・搬送用気体９に旋回成分が付与される。

[0069] 燃料供給管３の中央外周部には、燃焼炉１０１に二次空気１０を供給するための二次空気供給機構１１が設けられている。二次空気供給機構１１は、二次空気１０に旋回成分を付与するための旋回羽根（スワラ）１２を有する。

[0070] 旋回羽根８で構成される燃料濃度調整手段は、燃料を燃料供給管３の内周壁側に集中的に濃縮させるとともに燃料供給管３の周方向の燃料の濃度分布を均一化させる機能を有する。

[0071] 燃料供給管３の先端外周部には、燃焼炉１０１に三次空気１３を供給するための三次空気供給機構１４が設けられている。三次空気供給機構１４は、三次空気１３に旋回成分を付与するための旋回ベーン１５を有する。

[0072] 図４および図５に示したように石油ピッチ燃料用バーナ１００は、燃料供給管３の先端側部分（後述の保炎板１７を除く）の内側に、石油ピッチ・搬送用気体９の流れを妨げる障害物が存在しない開放空間１６が形成されている。

[0073] 即ち、本実施形態による石油ピッチ燃料用バーナ１００は、従来の微粉炭焚きバーナの燃料供給管の先端側部分に設けられていた気流影響部（スワラやリブ）を備えておらず、石油ピッチ・搬送用気体９の流れが、燃料供給管３の先端側部分（保炎板１７を除く）で妨げられることがない。

[0074] なお、燃料比２．５程度までの低軟化点石油ピッチであれば、燃料供給管の先端側部分からリブ（旋回度調整羽根）などを除去しても燃焼炉内においてその適切な燃焼を確保できる。

[0075] 図４に示したように、本実施形態による石油ピッチ燃料用バーナ１００の燃料供給管３は、筒状本体部３Ａと、筒状本体部３Ａの前端を径方向外側に末広がりに拡開して形成された保炎板１７とを有している。ラッパ状の保炎板１７は、バーナ１００で形成した炎を燃焼炉１０１内で適切に保持する上で有効である。

[0076] 保炎板１７の内周面には、断面三角形状の環状の段部１７Ａが形成されている。環状の段部１７Ａは、燃料供給管３の先端開口から放出される石油ピッチ・搬送用気体９の気流に影響を与え、燃焼の渦を形成することにより、石油ピッチ燃料の燃焼効率を向上させる。また、環状の段部１７Ａの存在による気流の変化により、バーナ１００の前方に形成される火炎が保炎板１７に近づくことになる。

[0077] 環状の段部１７Ａによる石油ピッチ燃料の燃焼効率の向上と、火炎が保炎板１７に近づくことにより、保炎板１７の近傍の雰囲気温度が上昇する。

[0078] 本実施形態による燃焼システム１における石油ピッチ燃料用バーナ１００は、燃料供給管３の先端側部分の外壁面１８に冷却材１９を接触させて、燃料供給管３の先端側部分の内壁面５を冷却するための冷却手段２０を備える。冷却材１９としては、好ましくは液体を使用し、さらに好ましくは水を使

用する。

[0079] 冷却手段２０は、燃料供給管３の外壁面１８の周囲に環状に形成された冷却材流路２１を有する。冷却材流路２１は、燃料供給管３の先端側部分の外周に配置された内側管状部材２２によって形成されている。冷却材流路２１の入口側には、冷却材導入口２３が形成されている。

[0080] 内側管状部材２２の外周面の周囲には外側管状部材２４が配置されており、燃料供給管３の保炎板１７の外面と外側管状部材２４の先端との間隙が、環状封止部材２５によって封止されている。

[0081] 内側管状部材２２の外周面と外側管状部材２４の内周面とで冷却材の還流流路２６が形成されている。還流流路２６の出口側には、冷却材排出口２７が形成されている。図５に示したように、冷却材導入口２３および冷却材排出口２７は、周方向に９０°間隔でそれぞれ４個ずつ配置されている。

[0082] 本実施形態においては、冷却材流路２１が、燃料供給管３の筒状本体部３Ａの前端を超えて保炎板１７の途中まで延在している。より具体的には、保炎板１７の内周面に形成された環状の段部１７Ａの途中の位置まで、冷却材流路２１が延在している。このように燃料供給管３の筒状本体部３Ａの前端を超えて保炎板１７の途中まで冷却材流路２１を形成することにより、燃料供給管３の筒状本体部３Ａをその前端まで確実に冷却することができる。

[0083] 特に、本実施形態による燃焼システム１においては、ボイラとして倒立型低ＮＯｘボイラ２を用いており、バーナ１００が配置される高温還元ゾーン１０２が、従来のボイラの燃焼室よりも高温である。これにより、バーナ１００の保炎板１７の近傍の雰囲気温度が十分に高く維持される。具体的には、保炎板１７の近傍の雰囲気温度が、石油ピッチの軟化点よりも高い温度に維持される。

[0084] 例えば、低負荷運転時においては炉内温度が低下するが、倒立型低ＮＯｘボイラ２であれば、低負荷運転時においても、バーナ１００が配置された高温還元ゾーン１０２の温度を十分に高く維持することができる。従って、保炎板１７の内周面に石油ピッチが付着したとしても、周囲の雰囲気温度が十

分に高いため、低粘度化して除去されるので、保炎板１７の内周面上で付着物が成長することがない。

[0085] 本実施形態においては、倒立型低ＮＯｘボイラ２が、本発明における温度維持手段を構成している。すなわち、倒立型低ＮＯｘボイラ２は、運転中におけるバーナ１００の保炎板１７の近傍の雰囲気温度を、石油ピッチ燃料の軟化点よりも高い温度に維持する手段として機能する。

[0086] 具体的には、高温還元燃焼ゾーン１０２の温度が、耐火材１０６の存在によって高く維持されている。また、複数のバーナ１００が千鳥状に対向配置されていることも、高温還元燃焼ゾーン２の高温化に寄与している。対向配置されたバーナ１００同士が、互いにそれらの保炎板１７の近傍を加熱することも、保炎板１７の近傍の雰囲気温度の高温化に寄与している。

[0087] 本実施形態における温度維持手段である倒立型低ＮＯｘボイラ２は、好ましくは、バーナ１００の保炎板１７の近傍の雰囲気温度を４００℃以上に維持する。

[0088] 一方、石油ピッチ燃料用バーナ１００の筒状本体部３Ａにおいては、冷却材導入口２３を介して冷却材流路２１内に冷却材１９を供給しながら、還流流路２６および冷却材排出口２７を介して冷却材１９を排出することにより、燃料供給管３の外壁面１８から熱を連続的に除去する。これにより、燃料供給管３の筒状本体部３Ａの管壁が冷却され、その内壁面５も所定の温度以下に維持される。

[0089] ここで、燃料供給管３の筒状本体部３Ａの内壁面５の上記所定の温度は、燃料供給管３の内壁面５近傍での石油ピッチの温度が軟化点以下となるような温度である。好ましくは、燃料供給管３の内壁面５の温度を、冷却手段２０による冷却によって１００℃以下に維持する。

[0090] また、試験により得られた知見に基づいて、石油ピッチが燃料供給管３の先端側部分に付着するのを防止するため、或いは（付着しないとしても）接触時間を短くするため、燃料供給管３内の流速を１５ｍ／ｓ以上に維持する。

[0091] 上記の通り、本実施形態による燃焼システム１における石油ピッチ燃料用バーナ１００においては、燃料供給管３の筒状本体部３Ａの内壁面５の温度を所定の温度以下に維持することにより、石油ピッチがその軟化点に達してペースト状になることを防止できる。これにより、燃料供給管３の筒状本体部３Ａの内壁面５にペースト状の石油ピッチが付着して堆積することを防止でき、バーナ１００が使用不可になる事態を回避できる。

[0092] また、本実施形態による石油ピッチ燃料用バーナ１００は、燃料比２．５程度までの低軟化点の石油ピッチの場合、バーナ先端部の旋回度調整機構が燃焼上必ずしも必須ではないという点に着目し、燃料供給管３の先端側部分（保炎板１７を除く）の内側に、石油ピッチ・搬送用気体９の流れを妨げる障害物が存在しない開放空間１６を形成したので、上述した冷却効果と相まって、搬送用気体により搬送中の石油ピッチが燃料供給管３の内部に付着し難い。

[0093] また、本実施形態による石油ピッチ燃料用バーナ１００においては、燃料供給管３の内壁面５が電解研磨処理されているので、石油ピッチがより一層付着し難いものとなっている。電解研磨処理は、保炎板１７および環状の段部１７Ａを含んで実施しても良い。

[0094] また、燃料供給管３内の流速を１５ｍ／ｓ以上とすることにより、石油ピッチが燃料供給管２の先端側部分に付着することをより確実に防止することができる。

[0095] なお、濃度調整機構（旋回羽根８）は、簡潔な構成によって，燃料供給管３の上流側の配管ベンド部等で発生した燃料濃度の周方向の片寄りを是正して周方向の濃度分布を均一化するとともに、燃料供給管内における空気／燃料比が中心側が高く周壁側が低くなる分布を形成させることができるものである。

[0096] この濃度調整機構は、燃料供給管３の上流部にあり、ボイラの火炎の輻射熱の受けにくい位置に存在するため、温度は比較的低温に維持され、低軟化点の石油ピッチが接触しても石油ピッチが軟化温度になることはない。

[0097] これに対して、旋回度調整機構は、燃料供給管３の内周部の気流の通過部分にあるため、燃料が最も衝突ないし接触する構造物である一方、供給管先端部にあるため、温度が高くなっており、低軟化点の石油ピッチが接触すると直ちに軟化温度以上になり、付着する。

[0098] 一方、燃料比２．５程度までの低軟化点の石油ピッチは、濃度調整機構により適切な濃度を確保できるため、旋回度調整機構が設けられていなくても、ボイラ内で適切な燃焼が確保できる。

[0099] 本実施形態における冷却手段２０の作用についてさらに説明すると、冷却機構により、燃料供給管３の内周面５の温度が低軟化点石油ピッチの軟化温度以下に維持することができるため、固体（粉体）状の石油ピッチが、燃料供給管３に接触しても軟化せずにそのまま高速気流に乗ってボイラ炉内に投入される。また、石油ピッチが接触して多少軟化しても、固着するほどの状態とはならないため、高速気流により燃料供給管内面から簡単に剥離してボイラ炉内に投入される。

[0100] さらに、濃度調整機構により、気流が燃料供給管３内で旋回流を形成するため、石油ピッチは、遠心力により外周部に集まるため、燃料供給管外周部で燃料供給管３に接触する。したがって、燃料供給管３の外周部を冷却することは、石油ピッチが燃料供給管３に接触して軟化しかつ付着を防止するために効果的である。すなわち、濃度調整機構と冷却機構との重畳効果により、石油ピッチの供給管付着防止の効果が大きくなる。

[0101] また、低軟化点石油ピッチは、総じて燃焼性が悪いものであるが、倒立型低ＮＯｘボイラ２は、そのような燃焼性の悪い燃料を高効率かつ低環境負荷で燃焼することができる。すなわち、水冷機能を備えたバーナ１００と倒立型低ＮＯｘボイラ２とを組み合わせた本実施形態による燃焼システム１は、低軟化点石油ピッチを安定的かつ高効率、さらに低環境負荷で燃焼することを可能とする。

[0102] 特に、本実施形態による燃焼システム１においては、バーナ１００の筒状本体部３Ａの温度を、冷却により石油ピッチの軟化点よりも低く維持すると

共に、バーナ１００の保炎板１７近傍の雰囲気温度を、石油ピッチの軟化点よりも高く維持するようにしたので、例えばボイラ低負荷運転時においても、保炎板１７を含むバーナ１００の先端側部分の全体の温度を、石油ピッチの軟化点よりも高温側または低温側に外すことができる。

[0103] これにより、本実施形態による燃焼システム１は、ボイラ定格運転時においても、またボイラ低負荷運転時においても、石油ピッチ燃料を使用した燃焼運転を安定的に継続することができる。

[0104] なお、上記実施形態の一変形例としては、冷却手段２０の冷却効率を高めるために、図６に示したように、冷却材流路２１に沿って、燃料供給管３の筒状本体部３Ａに、冷却フィン２８を設けても良い。

[0105] また、上記実施形態の他の変形例としては、図７に示したように、冷却手段２０の冷却材流路２１の折り返し部の内壁面２１Ａの形状を、滑らかに変化する形状とすることで、冷却材の流れによどみが生じないようにすることもできる。冷却材の流れによどみが生じると、その部分で熱伝達が低下するのでホットスポットが生じてしまい、石油ピッチが付着しやすくなる。

[0106] そこで、本例においては、冷却材流路２１においてよどみが生じやすい折り返し部の内壁面２１Ａを滑らかな形状として、冷却材のよどみによるホットスポットの発生を防止するようにした。

[0107] なお、図７に示した本例の構造と、図６に示した冷却フィン２８の構造とを組み合わせることで、冷却手段２０による冷却効果をさらに高めることができる。

[0108] また、他の変形例としては、図８に示したように、冷却手段２０の冷却材流路２１において、バーナ先端部をラビリンス構造としても良い。ラビリンス構造への冷却材の流入口として、冷却材流路２１の断面積を一定として決定された寸法（径）を有する連絡孔（図示せず）を、バーナ先端部の冷却手段２０の流路壁に形成する。本例においては、冷却材流路２１が、点対称に２つ設けられている。

[0109] 冷却材流路２１の中で冷却材の流れに偏りが生じると、局所的に熱伝達が

低下するが、図８に示したようにラビリンス構造を設けることにより、冷却材の流れが偏らないようして、ホットスポットの発生を防止することができる。

[0110] なお、図８に示した本例の構造と、図６に示した冷却フィン２８の構造とを組み合わせることで、冷却手段２０による冷却効果をさらに高めることができる。

[0111] また、他の変形例としては、冷却媒体として空気を使用して、冷却用空気をそのまま炉内に放出するようにしても良い。例えば、図６に示した冷却フィン２８と組み合わせることで、空気を冷却媒体としても十分な冷却効果を維持できるようにして、冷却構造の簡素化を図ることができる。

[0112] また、他の変形例としては、バーナ先端部のみを交換できる構造として、冷却手段などの対策を施してもなお石油ピッチが付着した場合には、バーナ先端部ごと交換するようにしても良い。

[0113] また、他の変形例としては、冷却材流路２１を、保炎板１７の全体ではなく途中まで形成することにより、保炎板１７の冷却を制限するようにしても良い。例えば、図９に示したように、保炎板１７の基端部に冷却材流路２１の折り返し部が位置するように構成することができる。これにより、軟化した石油ピッチが保炎板１７の内周面に付着した場合でも、保炎板１７の近傍に存在する火炎により、石油ピッチが軟化点よりも高い温度に加熱されやすくなり、粘度の低下により保炎板１７から除去される。

符号の説明

[0114] １　燃焼システム

２　倒立型低ＮＯｘボイラ

３　燃料供給管

３Ａ　燃料供給管の筒状本体部

４　燃料供給管の先端側部分

５　燃料供給管の先端側部分の内壁面

６　副燃料噴射管

７　噴射管挿入管

８　旋回羽根（スワラ）

９　石油ピッチ・搬送用気体

１０　二次空気

１１　二次空気供給機構

１２　旋回羽根（スワラ）

１３　三次空気

１４　三次空気供給機構

１５　旋回ベーン

１６　開放空間

１７　保炎板

１７Ａ　保炎板の内周面の環状段部

１８　燃料供給管の外壁面

１９　冷却材

２０　冷却手段

２１　冷却材流路

２１Ａ　冷却材流路の折り返し部の内壁面

２２　内側管状部材

２３　冷却材導入口

２４　外側環状部材

２５　環状封止部材

２６　冷却材の還流流路

２７　冷却材排出口

２８　冷却フィン

１００　石油ピッチ燃料用バーナ

１０１　燃焼室

１０２　高温還元燃焼ゾーン

１０３　低温酸化燃焼ゾーン

１０４　絞り部

１０５　ガス冷却ゾーン

１０６　耐火材

１０７　２段燃焼用空気ノズル

１０８　灰排出口

１０９　汽水胴

１１０　非加熱降水管

１１１　ガス流出口

１１２　ガス導通路

１１３　蒸気過熱器管

１１４　エコノマイザ

１１５　灰排出口

請求の範囲

[請求項1] 石油ピッチ燃料を使用可能な燃焼システムであって、

先端に保炎板が形成された燃料供給管を有するバーナと、

運転中における前記保炎板の近傍の雰囲気温度を、前記石油ピッチ燃料の軟化点よりも高い温度に維持するための高温維持手段と、を備えた燃焼システム。

[請求項2] 前記高温維持手段は、運転中における前記保炎板の近傍の雰囲気温度を４００℃以上に維持する、請求項１記載の燃焼システム。

[請求項3] 前記高温維持手段は、前記バーナが設置された燃焼領域を囲む耐火材を有する、請求項１または２に記載の燃焼システム。

[請求項4] 前記高温維持手段は、一方の前記バーナの火炎によって他方の前記バーナの前記保炎板の近傍を加熱するように、前記一方のバーナおよび前記他方のバーナを配置することにより構成されている、請求項１乃至３のいずれか一項に記載の燃焼システム。

[請求項5] 前記燃料供給管は、前記保炎板がその前端に形成された筒状本体部を有し、

前記バーナは、前記筒状本体部の内周面の温度を前記石油ピッチ燃料の前記軟化点よりも低い温度に維持するための冷却手段を有する、請求項１乃至４のいずれか一項に記載の燃焼システム。

[請求項6] 前記冷却手段は、前記燃料供給管の前記筒状本体部の内周面の温度を１００℃以下に維持する、請求項５記載の燃焼システム。

[請求項7] 前記冷却手段は、前記燃料供給管の外壁面の周囲に環状に形成された冷却材流路を有する、請求項５または６に記載の燃焼システム。

[請求項8] 前記冷却材流路は、前記燃料供給管の前記筒状本体部の前端を超えて前記保炎板の途中まで延在している、請求項７記載の燃焼システム。

[請求項9] 前記保炎板は、前記バーナの先端側に向かうにつれて径方向外側に拡開して形成されている、請求項１乃至８のいずれか一項に記載の燃

焼システム。

[請求項10] 前記保炎板の内周面に、燃料を搬送する気体の流れに影響を与えて燃焼効率を向上させるための環状の段部が形成されている、請求項９記載の燃焼システム。

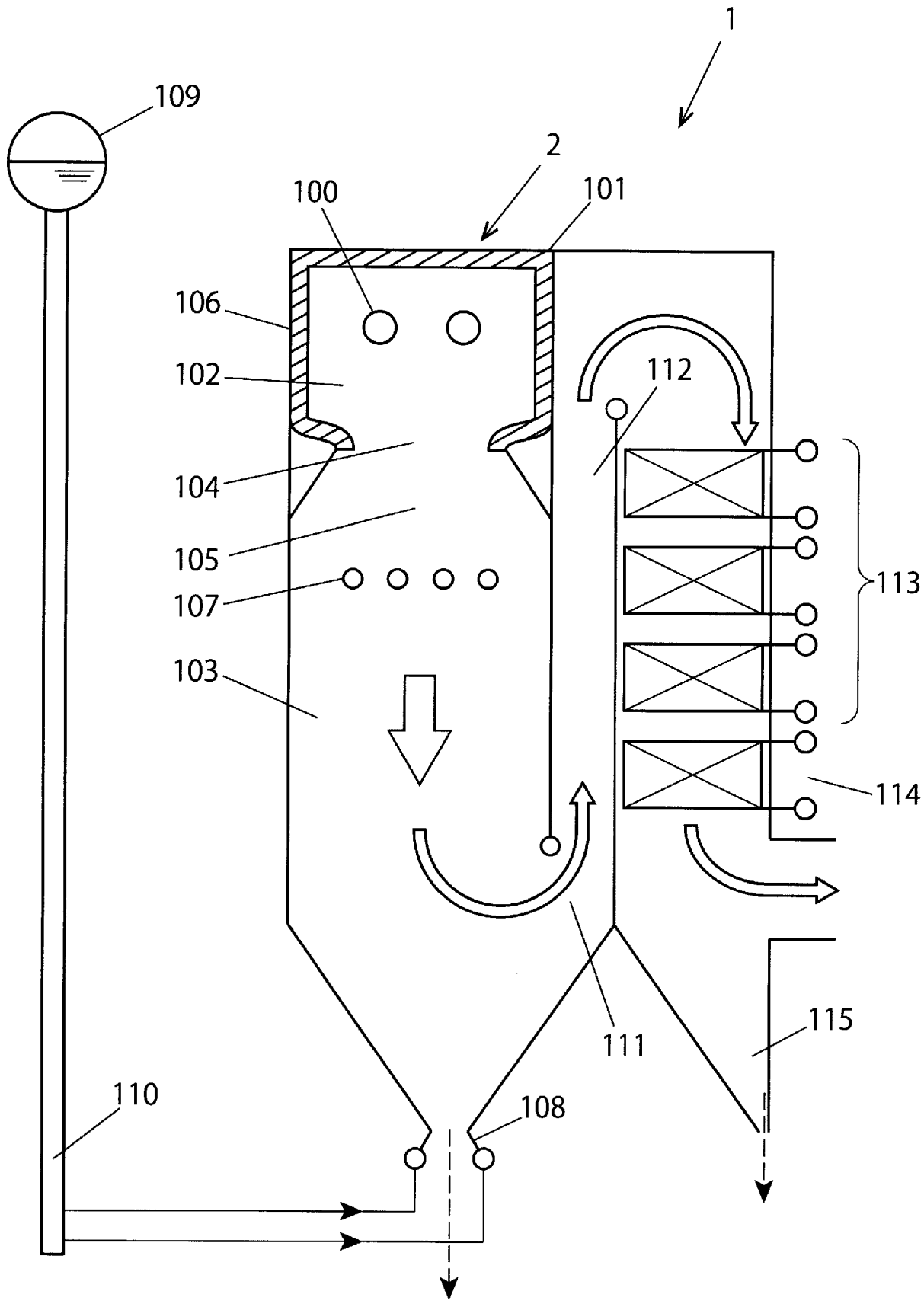
[請求項11] 前記バーナは、倒立型低ＮＯｘボイラの高温還元燃焼ゾーンに配置される、請求項１乃至１０のいずれか一項に記載の燃焼システム。

[請求項12] 前記バーナは、前記燃料供給管の上流側に設けられ、燃料を前記燃料供給管の内周壁側に集中的に濃縮させるとともに前記燃料供給管の周方向の前記燃料の濃度分布を均一化させる燃料濃度調整手段を有する、請求項１乃至１１のいずれか一項に記載の燃焼システム。

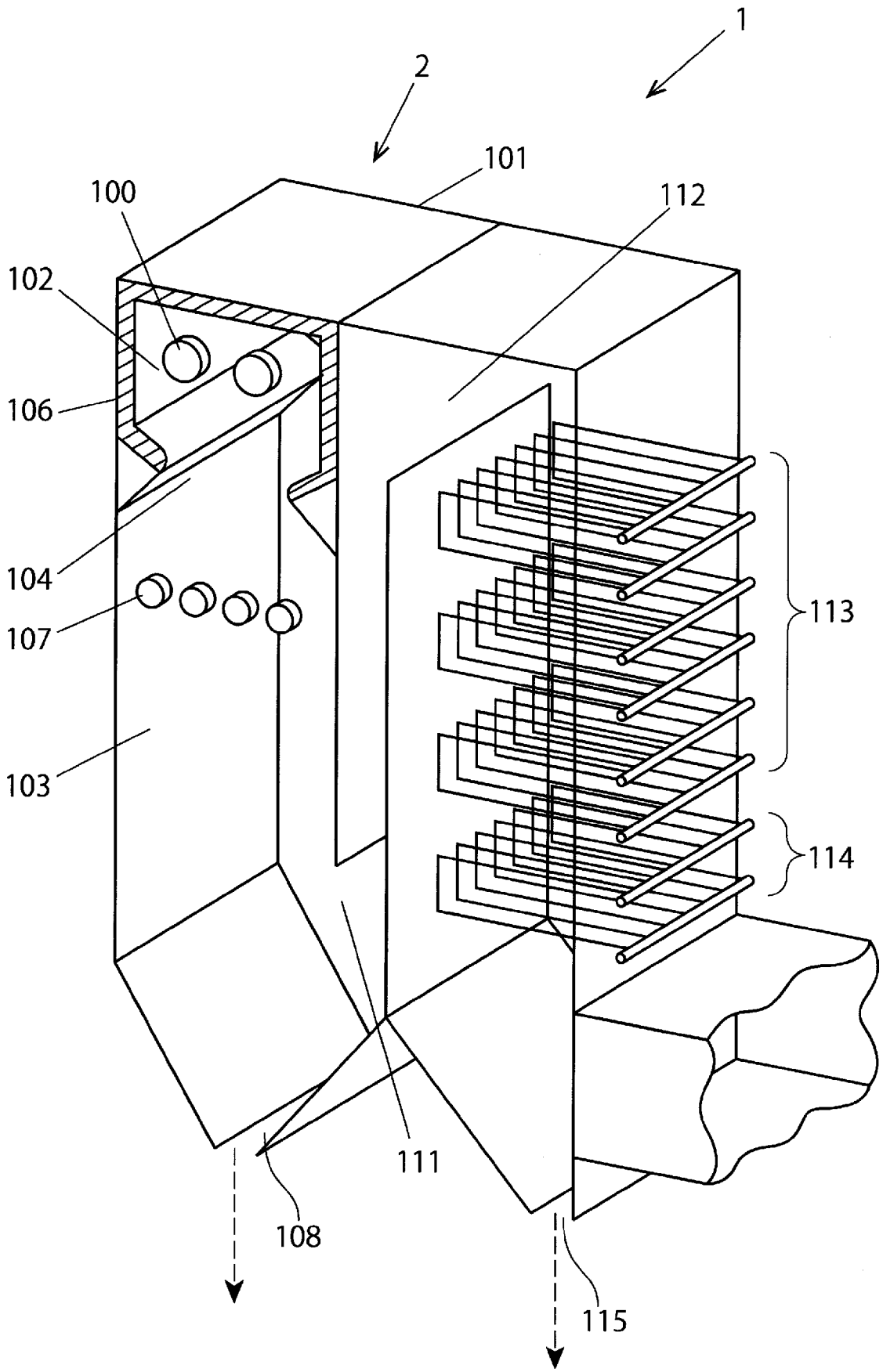
[請求項13] 前記保炎板を除く前記燃料供給管の先端側部分の内側には、燃料を搬送する気体の流れを妨げる障害物が存在しない開放空間が形成されている、請求項１乃至１２のいずれか一項に記載の燃焼システム。

[請求項14] 前記燃料供給管の内壁面の少なくとも一部が、電解研磨処理されている、請求項１乃至１３のいずれか一項に記載の燃焼システム。

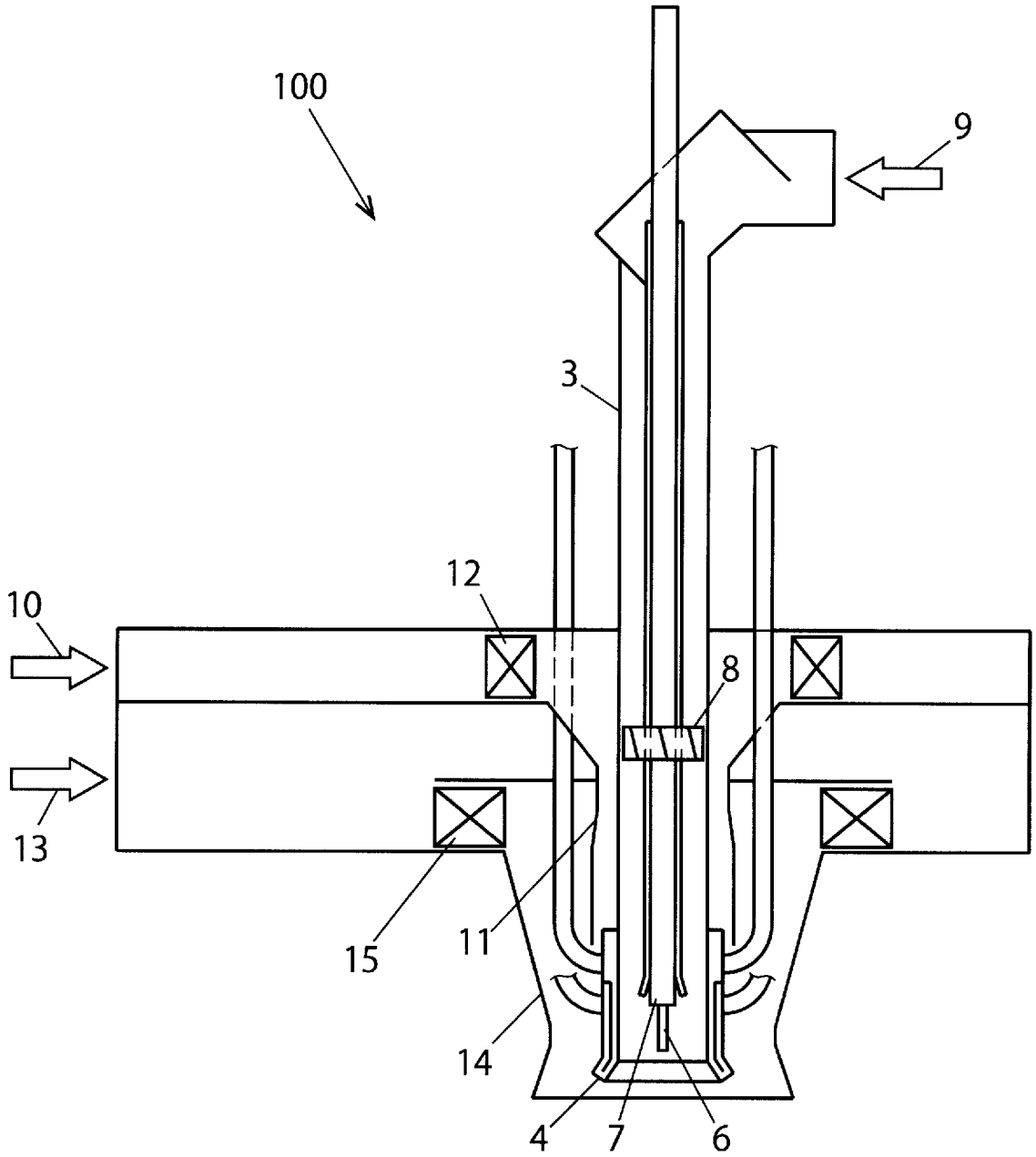
[図1]


1
109
2
100
101
106
102
112
104
105
113
107
103
114
111
115
110
108

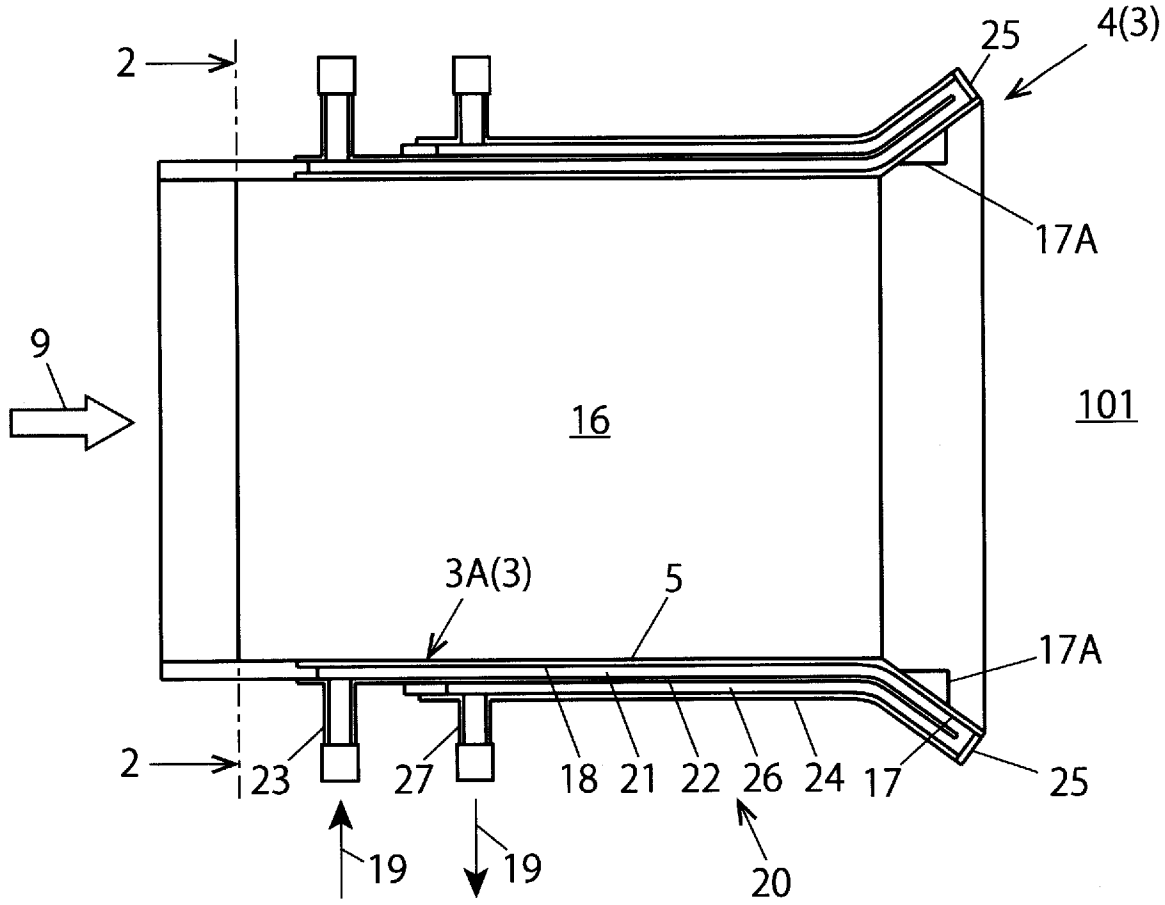
[図2]



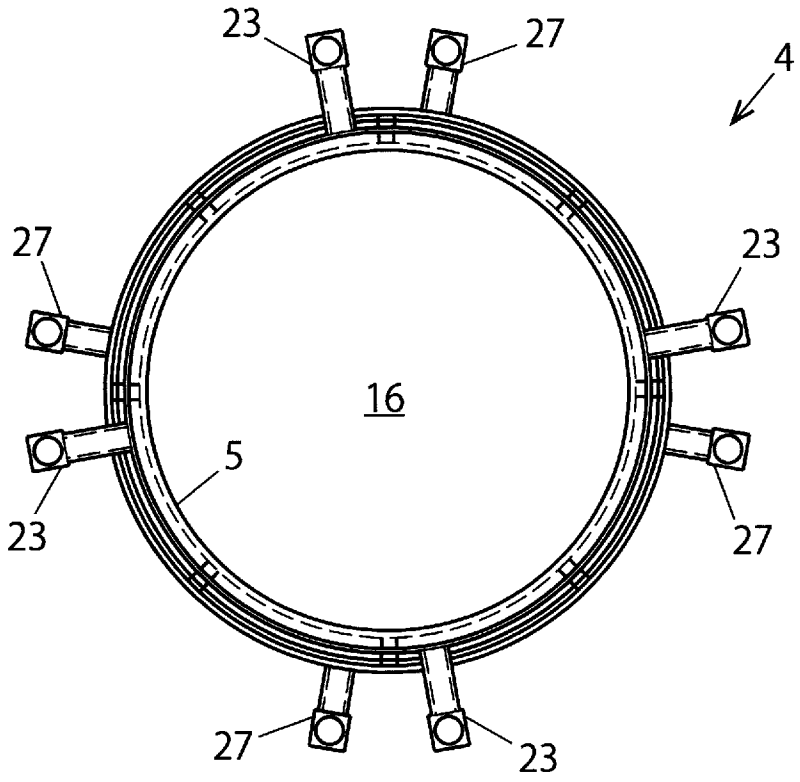
[図3]



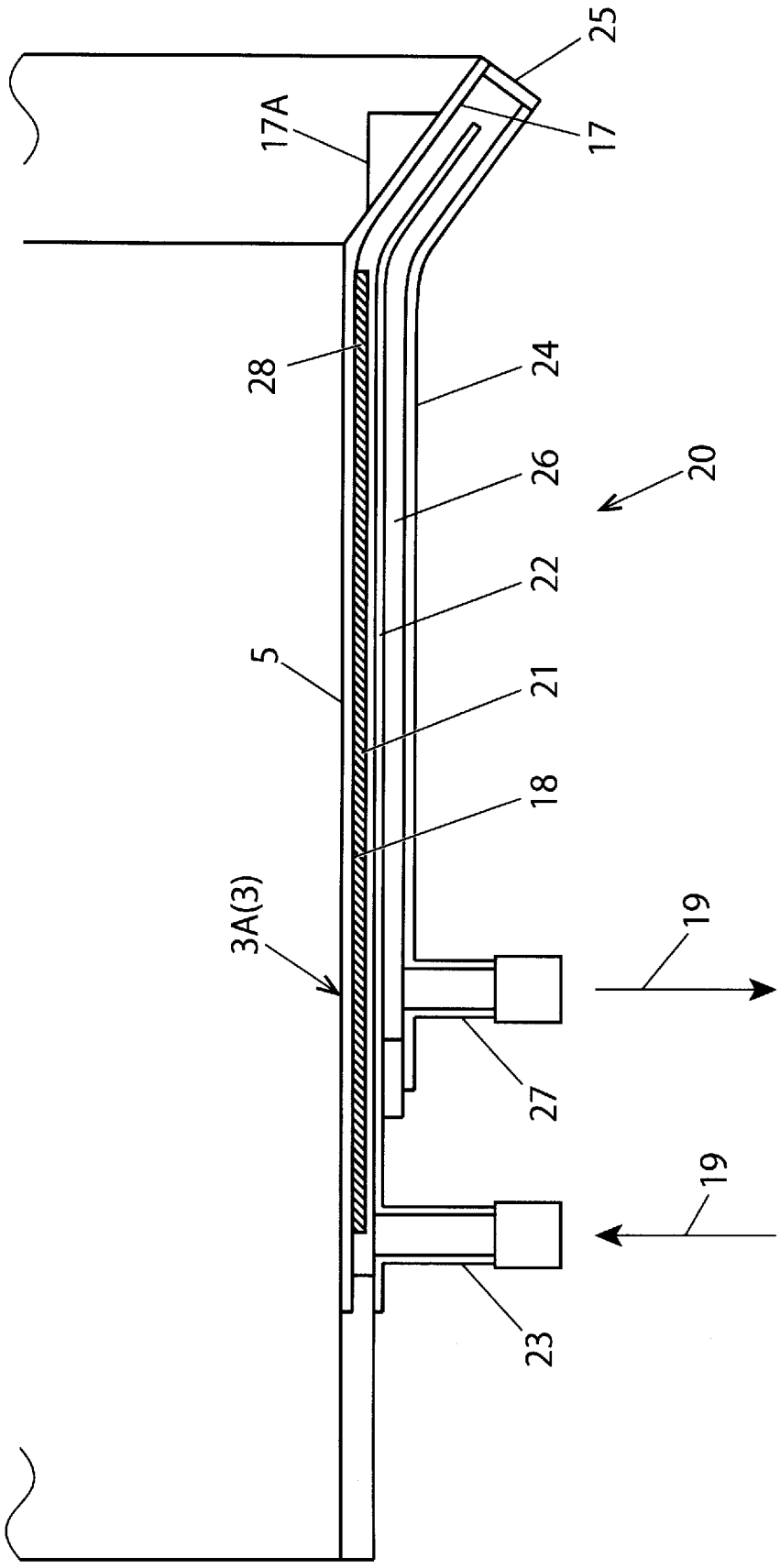
[図4]


2
25
4(3)
17A
9
16
101
3A(3)
5
17A
2
23
27
18
21
22
26
24
17
25
19
19
20

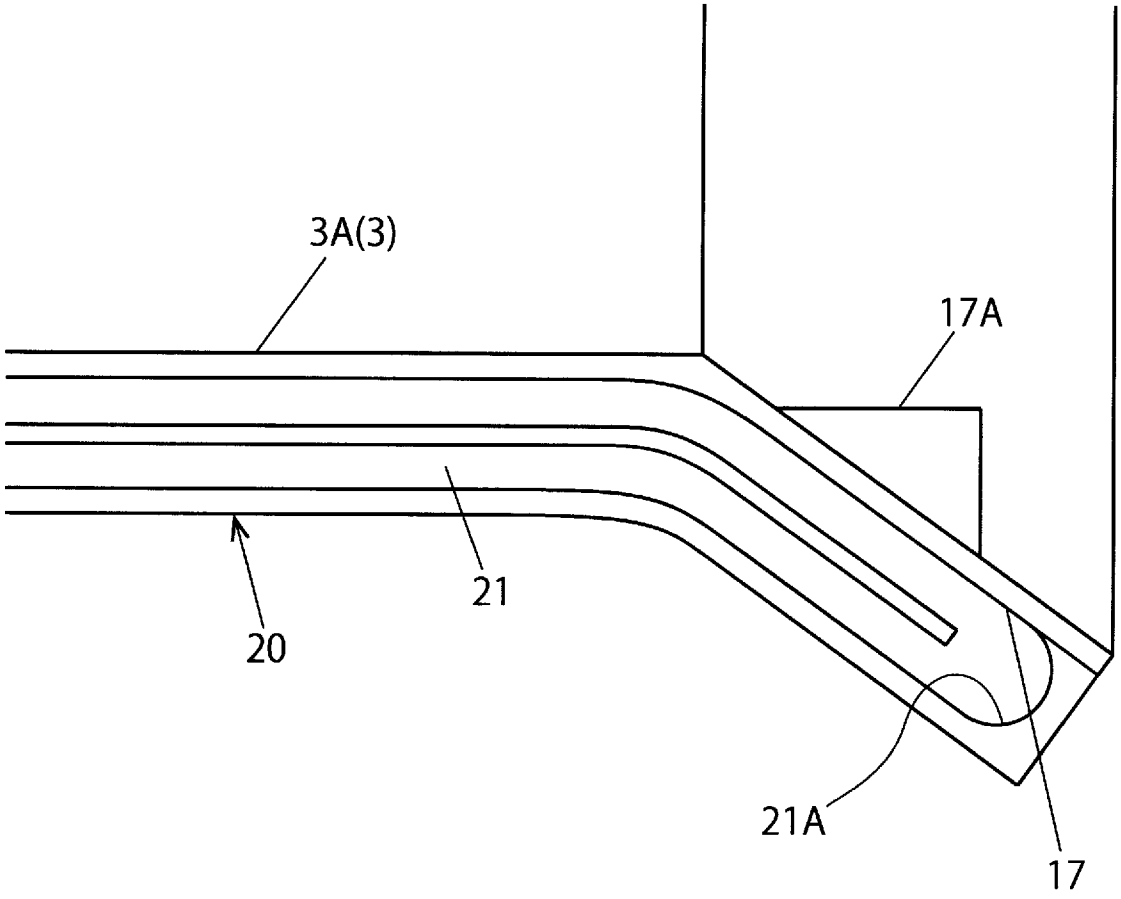
[図5]


23
27
4
27
23
16
5
23
27
27
23

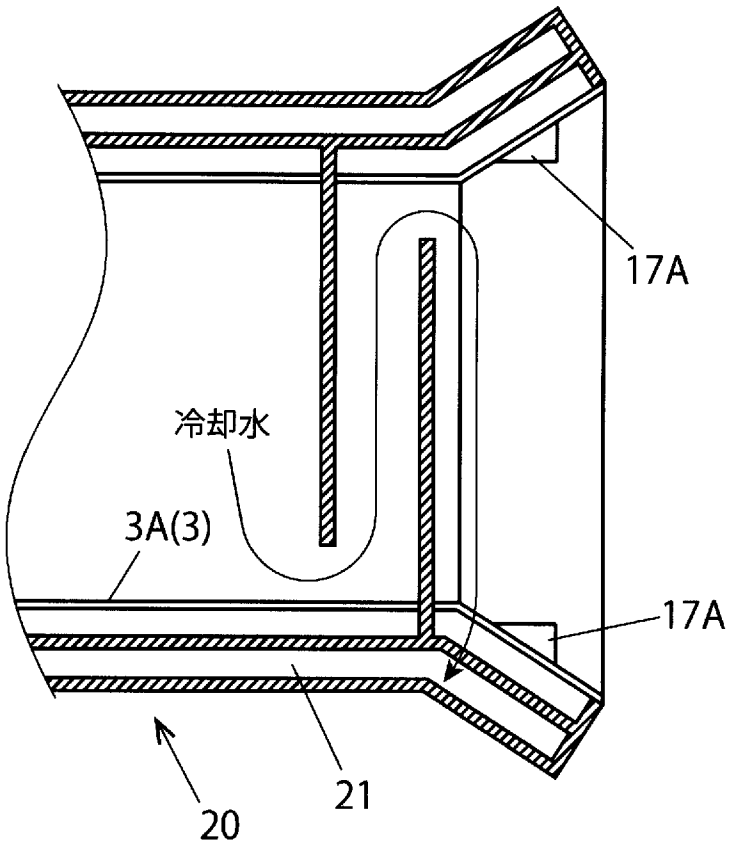
[図6]



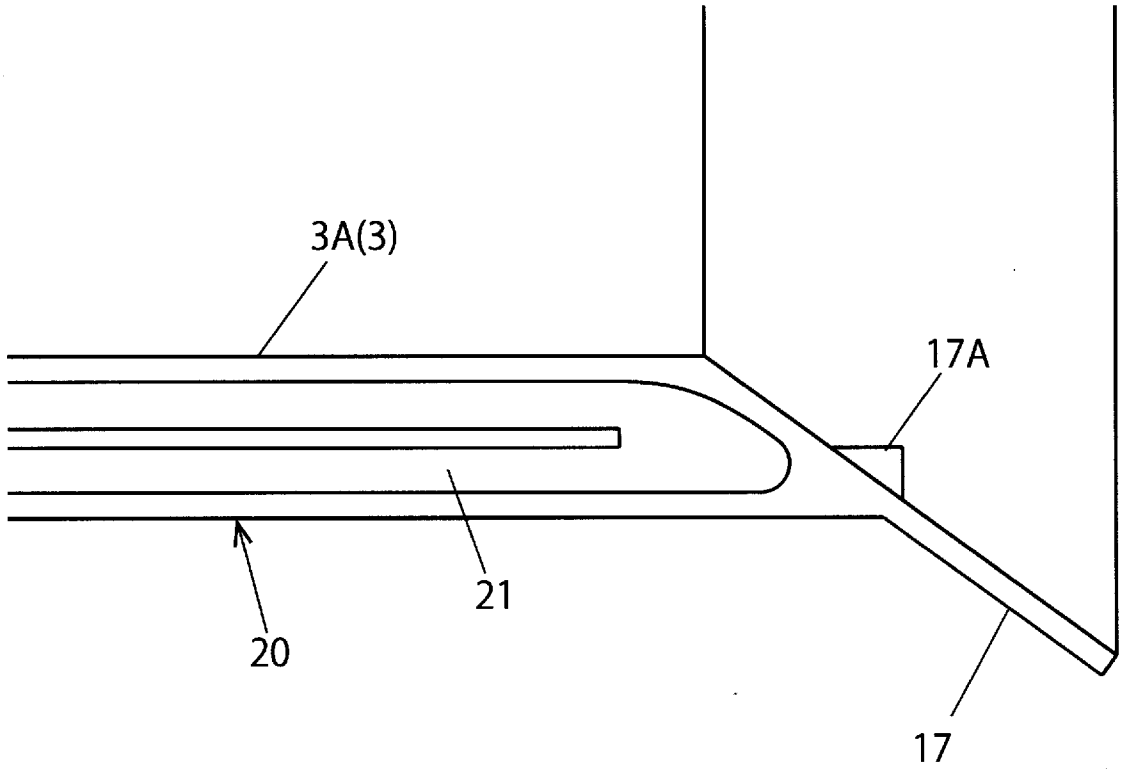
[図7]



[図8]



[図9]

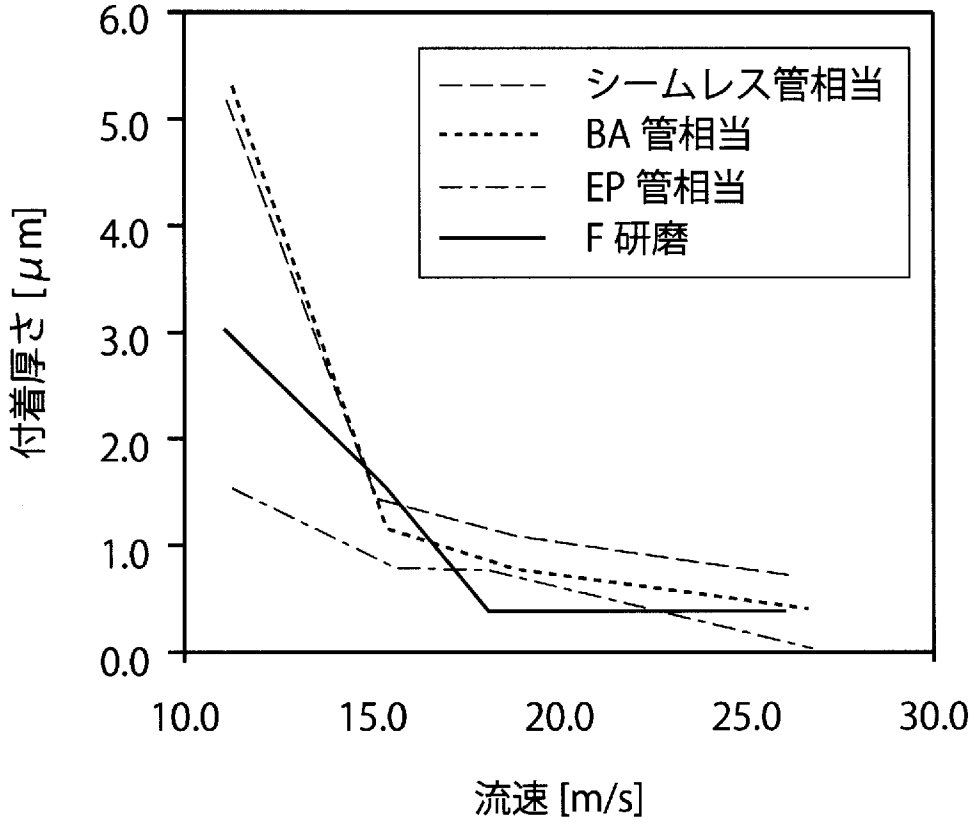


[図10]

コールド試験パラメータ

風速	m/s	10	～	30
濃度 (A/C)	Nm^3/kg	1.5	～	3
表面粗さ	μm	1	～	5

コールド試験結果

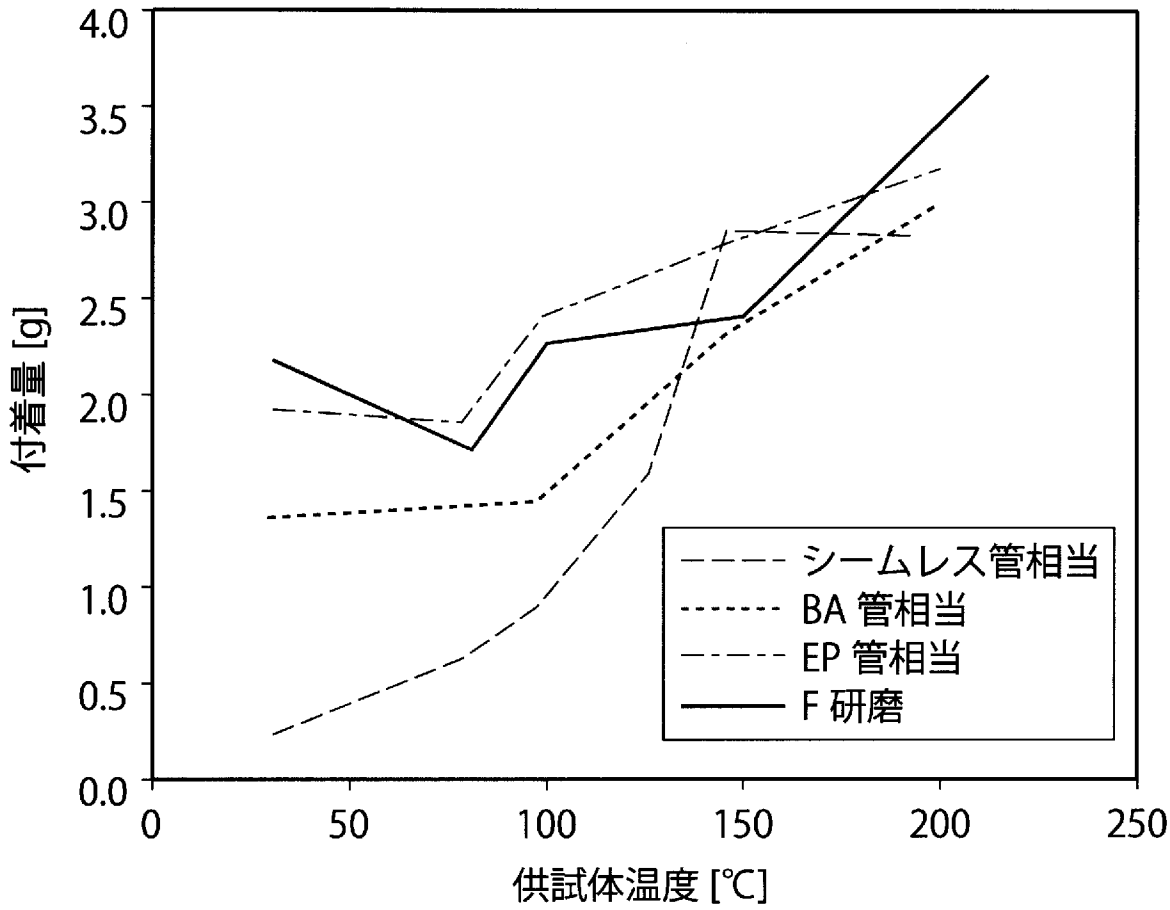


[図11]

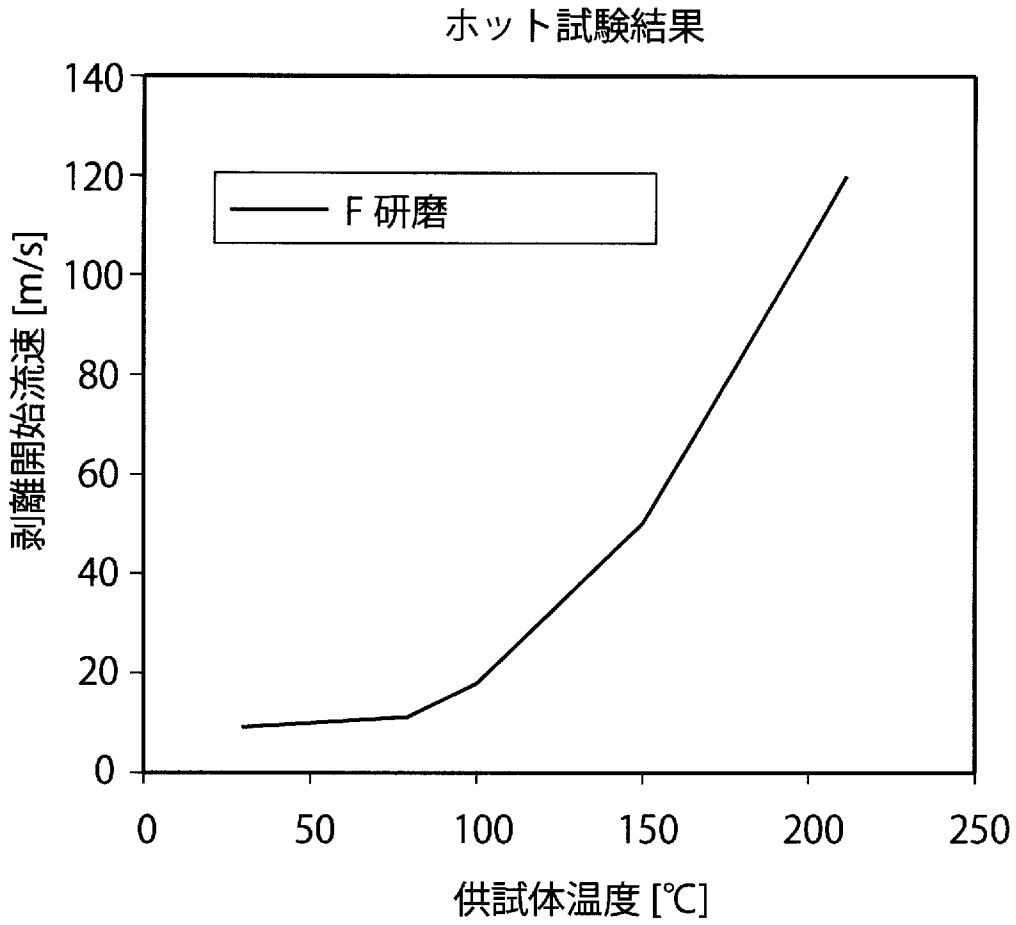
ホット試験パラメータ

表面温度	℃	30	~	200
表面粗さ	μm	1	~	5

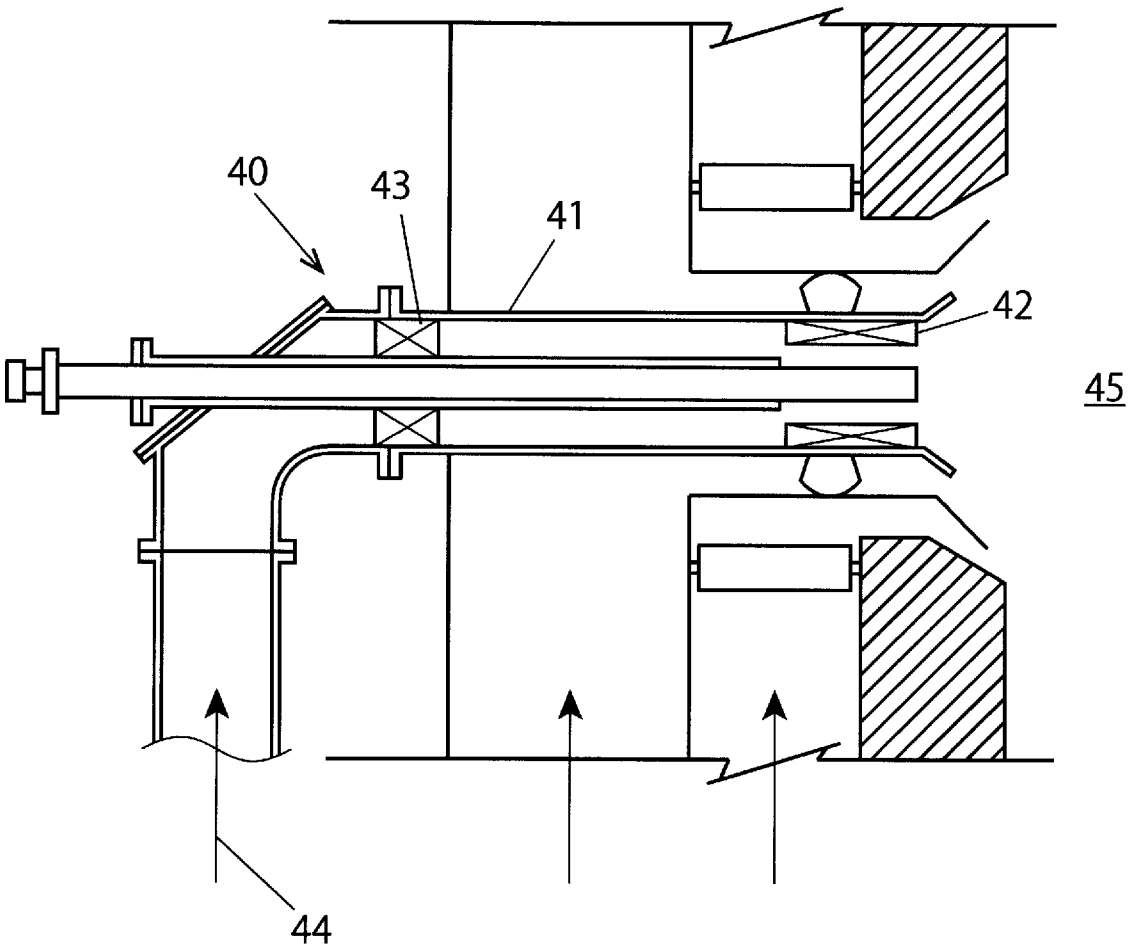
ホット試験結果



[図12]


ホット試験結果
F 研磨
剥離開始流速 [m/s]
供試体温度 [℃]
0
20
40
60
80
100
120
140
0
50
100
150
200
250

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/084788

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F23C99/00(2006.01)i, *F23C5/08*(2006.01)i, *F23L15/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F23C99/00, F23C5/08, F23L15/00, F23D1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 62-46109 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 28 February 1987 (28.02.1987), page 1, lower right column, lines 2 to 5; page 4, upper left column, line 16 to page 5, upper right column, line 17; fig. 1 to 4 (Family: none)	1 2-7,9-14 8
Y	JP 11-132414 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 21 May 1999 (21.05.1999), abstract; paragraphs [0015], [0017]; fig. 1, 2, 8, 10 to 11 (Family: none)	2-7,9-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29 February 2016 (29.02.16)	15 March 2016 (15.03.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/084788

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-139176 A (Kawasaki Plant Systems, Ltd.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraphs [0002], [0016] to [0017], [0031] to [0032]; fig. 1 to 2, 7, 9 & US 2011/0197829 A1 paragraphs [0004], [0032] to [0033], [0051] to [0052]; fig. 1 to 2, 7, 9 & WO 2010/067798 A1 & CA 2745148 A & KR 10-2011-0084916 A	3-7,9-14
Y	US 4274587 A (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, INC.), 23 June 1981 (23.06.1981), abstract; columns 1 to 4; fig. 1 to 3 & CA 1119050 A	5-7,9-14
Y	JP 9-26112 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 28 January 1997 (28.01.1997), paragraph [0032]; fig. 1 (Family: none)	12-14
Y	JP 1-240608 A (Nippon Steel Corp.), 26 September 1989 (26.09.1989), page 3, upper right column, line 6 to lower left column, line 18; table 3; fig. 1 to 2 (Family: none)	14
A	JP 2012-112569 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 14 June 2012 (14.06.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	US 2011/0146546 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD.), 23 June 2011 (23.06.2011), entire text; all drawings & WO 2005/111498 A1 & EP 1740886 A	1-14
A	JP 2009-299977 A (IHI Corp.), 24 December 2009 (24.12.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
P,A	JP 2015-124990 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 06 July 2015 (06.07.2015), entire text; all drawings (Family: none)	8,14

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０８４７８８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F23C99/00(2006.01)i, F23C5/08(2006.01)i, F23L15/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F23C99/00, F23C5/08, F23L15/00, F23D1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 62-46109 A（バブコツク日立株式会社）1987.02.28, 第１頁右下欄第２－５行, 第４頁左上欄第１６行－第５頁右上欄第１７行, 第１－４図（ファミリーなし）	1 ２－７，９－１４
A		8
Y	JP 11-132414 A（バブコック日立株式会社）1999.05.21, 要約, 段落［００１５］,［００１７］, 図１，２，８，１０－１１（ファミリーなし）	２－７，９－１４

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２９．０２．２０１６	１５．０３．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｌ　３９２８
藤原　弘
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３３７

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2010-139176 A（カワサキプラントシステムズ株式会社）2010.06.24，段落［０００２］，［００１６］－［００１７］，［００３１］－［００３２］，図１－２，７，９ & US 2011/0197829 A1；段落［０００４］，［００３２］－［００３３］，［００５１］－［００５２］，ＦＩＧ．１－２，７，９ & WO 2010/067798 A1 & CA 2745148 A & KR 10-2011-0084916 A	３－７，９－１４
Ｙ	US 4274587 A（ＥＬＥＣＴＲＩＣ　ＰＯＷＥＲ　ＲＥＳＥＡＲＣＨ　ＩＮＳＴＩＴＵＴＥ，ＩＮＣ．）1981.06.23，abstract，第１－４欄，Ｆｉｇ．１－３ & CA 1119050 A	５－７，９－１４
Ｙ	JP 9-26112 A（川崎重工業株式会社）1997.01.28，段落［００３２］，図１（ファミリーなし）	１２－１４
Ｙ	JP 1-240608 A（新日本製鐵株式会社）1989.09.26，第３頁右上欄第６行－同頁左下欄第１８行，表３，第１－２図（ファミリーなし）	１４
Ａ	JP 2012-112569 A（川崎重工業株式会社）2012.06.14，全文，全図（ファミリーなし）	１－１４
Ａ	US 2011/0146546 A1（ＡＬＳＴＯＭ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＹ　ＬＴＤ．）2011.06.23，全文，全図 & WO 2005/111498 A1 & EP 1740886 A	１－１４
Ａ	JP 2009-299977 A（株式会社ＩＨＩ）2009.12.24，全文，全図（ファミリーなし）	１－１４
Ｐ，Ａ	JP 2015-124990 A（川崎重工業株式会社）2015.07.06，全文，全図（ファミリーなし）	８，１４