

(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  
2015年9月17日(17.09.2015)



(10) 国際公開番号  
**WO 2015/136609 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*F23L 1/00* (2006.01) *F23D 14/24* (2006.01)  
*F23D 11/24* (2006.01) *F23R 3/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/056243
- (22) 国際出願日: 2014年3月11日(11.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社  
(**MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.**)  
[JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 荒川 宜彬(**ARAKAWA, Yoshiaki**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 橋口 和明(**HASHIGUCHI, Kazuaki**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 武野 計二(**TAKENO, Keiji**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 湯浅 厚志(**YUASA, Atsushi**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 城島 孝洋(**JOJIMA, Takahiro**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

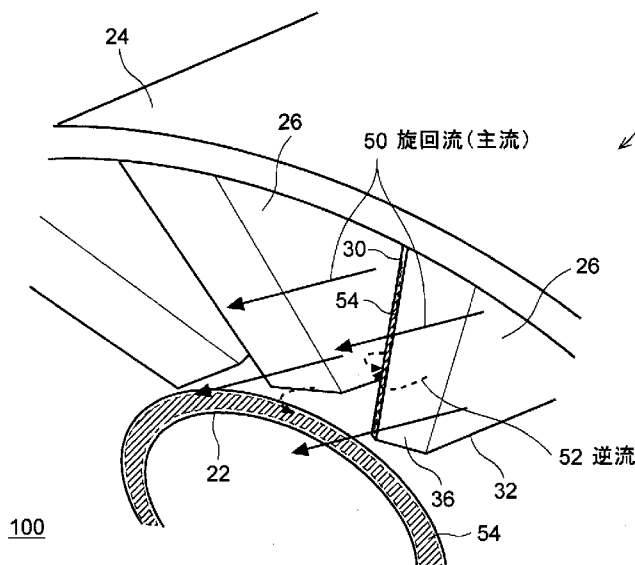
Tokyo (JP). 小河 秀太(**OGAWA, Hideta**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 澤 昇吾(**SAWA, Shogo**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人(**SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.**); 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 三田43MTビル13階 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTION BURNER FOR BOILER

(54) 発明の名称: ボイラ用燃焼バーナ



50 Swirl flow (Main flow)  
52 Reverse flow

(57) 要約:

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a combustion burner capable of retaining a flame stabilizing function for a long time without causing erosion of a swirler even if a flame retardant component-containing fuel is used. This combustion burner (1) for a boiler discharges fuel and air to form a flame in a combustion space (100) of a boiler furnace, and is provided with: an inner cylinder (2) having, at the inner periphery side, a fuel supply passage (10) for supplying fuel; an outer cylinder (4) disposed surrounding the inner cylinder (2) and having an air supply passage (12) therebetween; and a swirler (20) disposed in the air supply passage (12) and capable of causing air passing through the air supply passage (12) to swirl. The swirler (20) extends toward the combustion space side relative to the air supply side of the air supply passage (12) and has a plurality of radially oriented blades (26) between the inner cylinder and the outer cylinder. Each blade (26) has portions with different thicknesses in a burner axis direction on the at least inner cylinder side of the blade (26). The thickness of the end portion of the blade (26) on the combustion space side is thinner than the thickness of a portion with the maximum thickness of the blade.

[続葉有]



(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))

— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

難燃成分を含む燃料を用いる場合であっても、スワラが溶損せずに長期間保炎機能を維持しうる燃焼バーナを提供することを目的とし、燃料と空気とを噴射してボイラ火炉の燃焼空間 100 に火炎を形成するボイラ用燃焼バーナ 1 であって、燃料を供給する燃料供給路 10 が内周側に形成された内筒 2 と、内筒 2 を囲むように配置され、該内筒 2 との間に空気供給路 12 を形成する外筒 4 と、空気供給路 4 に設けられ、該空気供給路 4 を通る空気に旋回をかけるスワラ 20 とを備える。スワラ 20 は、空気供給路 12 の空気供給側から燃焼空間側に向けて延在し、内筒と外筒との間に放射状に複数設けられた羽根 26 を有し、羽根 26 の少なくとも内筒側にて、バーナ軸方向において羽根 26 の厚さが異なる部位が存在し、燃焼空間側の端部の羽根 26 の厚さが該羽根の最大肉厚部の厚さより薄くなっている。

## 明 細 書

発明の名称： ボイラ用燃焼バーナ

### 技術分野

[0001] 本発明は、燃料と燃焼用空気とを噴射してボイラ火炉の燃焼空間に火炎を生成し、燃料を燃焼させる燃焼バーナに係り、特に、燃焼用空気を旋回させるスワラを備えたボイラ用燃焼バーナに関する。

### 背景技術

[0002] 図１０及び図１１に示すように、ボイラ火炉に取り付けられる燃焼バーナ８０として、燃料を供給する燃料供給ノズル８２の外周に燃焼用空気を供給する空気供給ノズル８４、８６が設けられた構成が知られている。このような燃焼バーナ８０には、旋回保炎性を確保する目的で空気供給路にスワラ８８が設けられていることが多い。

[0003] 通常、スワラ８８は、燃焼用空気を旋回させてボイラ火炉の燃焼空間１００に供給し、燃焼空間１００に、燃料供給ノズル８２から噴射される燃料流れを中心とした空気の旋回流９２を形成する。空気の旋回流９２は燃焼バーナ８０から遠ざかるにつれて遠心力により急拡大する。そのため、旋回流９２には中心部に向けて圧力が低下する逆圧力勾配が生じる。この逆圧力勾配によって、旋回流９２が燃焼バーナ８０からある距離離れた時点で旋回流９２の中心部に向かう流れを形成する。これにより既燃ガスを循環させ、その高温により未燃の混合気（燃料＋空気）を着火し、火炎を保持する。

[0004] 例えば、特許文献１には、一次空気を供給する空気供給路が油噴霧ノズルの外周に設けられ、空気供給路の先端部に一次空気を旋回させるスワラが設けられた液体燃料バーナが開示されている。

また、スワラを備えた構成ではないが、特許文献２には、液体流を供給する液体供給ノズルの外周に空気供給路が設けられたノズルアセンブリが開示されている。このノズルアセンブリは、液体供給ノズルから供給される液体を空気で微粒化させて噴射する構成となっている。これに加えて、衝突ピン

を設けてさらなる液体粒子破壊を促し、且つ衝突ピン底部周囲への液体の蓄積を防止する機能も有している。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開平8－61609号公報

特許文献2：特表2008－510618号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006]   ところで、近年、化石燃料の枯渇化の観点から、石油残渣物であるSDAピッチやVR燃料（Vacuum Residue）等の難燃焼成分を含む燃料を有効利用することが求められている。こういった燃料はコストが安価であるという利点もある。しかし、難燃焼成分を含む燃料を上記したような燃焼バーナで用いる場合、スワラに付着した燃料中の揮発分が火炎の輻射熱によって揮発し、高残留炭素分がスワラに固着して堆積することがある。スワラへの炭素分の堆積量が増加すると火炎がスワラ側に引き付けられ、炭素分が異常燃焼してスワラが溶損し、スワラの寿命を著しく低下させてしまうおそれがある。例えば10年以上の耐用年数を有するスワラが1年で溶損することもあった。

[0007]   従来、燃焼バーナにおけるスワラへの要求機能は、旋回保炎性や燃焼性の向上に主眼が置かれていたので、スワラの溶損に対する対策は殆ど採られていなかった。特許文献2に記載のノズルアセンブリは、燃料の噴霧性能を向上させる目的で衝突ピン等を設けた構成が記載されているのみであり、スワラの寿命向上に関しては何ら開示されていない。そのため、スワラが溶損せずに長期間保炎機能を維持しうる燃焼バーナが要望されている。

[0008]   本発明の少なくとも一つの実施形態は、上述の事情に鑑みて、難燃焼成分を含む燃料を用いる場合であっても、スワラが溶損せずに長期間保炎機能を維持しうる燃焼バーナ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

[0009] 本発明者らは、スワラが溶損するメカニズムを鋭意検討した結果、以下のような知見を得た。一例として油燃料を用いた場合におけるスワラの溶損メカニズムについて、図１０～図１２を参照して説明する。なお、図１０はスワラに燃料が付着した状態を示す燃焼バーナの正面図で、図１１は従来の燃焼バーナにおける空気流れを説明する断面図で、図１２は従来のスワラ近傍の空気流れを説明する斜視図である。

[0010] スワラ８８は空気に旋回をかけて燃焼空間１００に旋回流９２を形成するが、旋回流９２から一部の空気流れが剥離し、この剥離した空気流れによってスワラ８８側へ向かう逆流９４が発生する。燃料供給ノズル８２から噴霧される噴霧油滴のうち微粒子がこの逆流９４に搬送されて巻き戻り、スワラ８８に衝突し付着する。付着した油は火炎の輻射熱で加熱されて、図１０に示すように残留炭素９０が主にスワラ８８の内周側に固着する。この残留炭素９０が堆積し、隣り合うスワラ８８の羽根８８ａの間を塞いで火炎を引き付け、付着油が加熱されてスワラ８８の溶損に至る。

さらに本発明者らは、旋回流９２からの空気流れの剥離が発生する原因を探求した結果、スワラ８８の各羽根８８ａの端面及び燃料供給ノズル（内管）８２の端面に負圧領域９５が形成されることが主な原因であることを見出した。すなわち、この負圧領域９５によって旋回流９２から空気流れが剥離し、スワラ８８の羽根８８ａの基部（内管側）へ強い逆流９４が発生することとなる。そしてこの逆流９４の存在によって、上記したメカニズムによりスワラ８８が溶損する。

[0011] そこで、幾つかの実施形態に係る燃焼バーナは、燃料と空気とを噴射してボイラ火炉の燃焼空間に火炎を形成するボイラ用燃焼バーナであって、前記燃料を供給する燃料供給路が内周側に形成された内筒と、前記内筒を囲むように配置され、該内筒との間に空気供給路を形成する外筒と、前記空気供給路に設けられ、該空気供給路を通る前記空気に旋回をかけるスワラとを備え、前記スワラは、前記空気供給路の空気供給側から前記燃焼空間側に向けて

延在し、前記内筒と前記外筒との間に放射状に複数設けられた羽根を有し、前記羽根の少なくとも前記内筒側にて、バーナ軸方向において前記羽根の厚さが異なる部位が存在し、前記燃焼空間側の端部の前記羽根の厚さが該羽根の最大肉厚部の厚さより薄いことを特徴とする。なお、羽根の最大肉厚部とは、羽根の空気供給側端部から燃焼空間側端部までの間で最も肉厚が厚い部位をいう。

[0012] 上記燃焼バーナでは、スワラの羽根の燃焼空間側端部の厚さが該羽根の最大肉厚部の厚さより薄くなるように形成されているので、羽根の燃焼空間側端面に形成される負圧領域を小さくすることができる。そのため、負圧領域によって生じる旋回流の剥離を抑制でき、剥離した流れがスワラ側へ向かう逆流の発生を抑制できる。そして、スワラへの燃料の付着を低減できるので、スワラの溶損を防止でき、スワラの保炎機能を長期間維持することが可能となる。

また、上述したように旋回流の剥離に基づく空気流れの逆流は主に内筒側で発生するので、少なくとも内筒側における羽根の厚さを最大肉厚部より薄くすることによって、スワラへの燃料の付着を確実に防止できる。なお、内筒側のみでなく、内筒側から外筒側まで羽根の薄い部分を設けてもよいことは勿論である。

さらに、燃料が付着しやすい羽根の燃焼空間側端部の厚さを薄くして付着面積を小さくしているので、羽根端面での剥離を起点にした逆流で羽根へ巻き戻る燃料があっても、スワラへの燃料の付着量をより一層低減することが可能である。

[0013] 少なくとも一実施形態において、前記羽根は、少なくとも前記内筒側の側面に、前記燃焼空間側の端部に向けて厚さが薄くなるように傾斜した傾斜部が設けられていてもよい。なお、傾斜部は、羽根の側面のうち少なくとも一方の側面に設けられる。

このように、羽根の側面に傾斜部を設けて羽根の燃焼空間側端部を薄くするようにしたので、スワラの羽根と羽根の間の空気流れを妨げることなく円

滑に旋回流を形成することが可能である。

[0014] この場合、前記羽根の両側面にそれぞれ前記傾斜部が設けられ、これら2つの前記傾斜部によって前記燃焼空間側の端部がテーパ形状に形成されていてもよい。

通常、スワラは、ボイラ火炉で適切な保炎を行うために、吹き出す空気を適切な角度で旋回するよう設計されている。羽根の燃焼空間側端部を薄くするために傾斜部を設けようとする、吹き出す空気の角度が適切な角度範囲から外れてしまう可能性がある。そこで、羽根の両側面に傾斜部を設けることによって一つの傾斜部の角度を小さくすることができ、吹き出す空気の角度を適正な角度範囲内に設定し易くなる。すなわち、スワラから吹き出す空気の角度に対して傾斜部が与える影響を最小限とすることができる。また、一つの傾斜部の角度を小さくすることができることから、テーパ開始位置で空気流れが剥離してしまう可能性も回避できる。

[0015] 少なくとも一実施形態において上記燃焼バーナは、前記バーナの軸方向に対して傾斜して前記羽根が取り付けられており、前記羽根は、前記空気供給側に曲率中心を有するように該空気供給側が屈曲した屈曲領域と、前記燃焼空間側が直線状に形成された直線領域とを有し、前記傾斜部は前記直線領域に形成されていてもよい。

このように、羽根が、空気供給側である上流側（空気流れ方向）に屈曲領域を有し、燃焼空間側である下流側に直線領域を有することによって、羽根と羽根の間に導入された空気流れが屈曲領域で円滑に方向を変え、その後直線領域で整流化されるので、効果的に旋回流を形成することが可能となる。また、傾斜部が直線領域に形成されるようにしたので、屈曲領域に形成される場合に比べて傾斜部の加工精度（例えば角度等）を向上させることが可能である。

[0016] この場合、前記傾斜部は、前記直線領域の羽根側面に対して $5 \sim 10^\circ$ の範囲で傾斜していてもよい。

これにより、旋回流の剥離を防ぐとともに、空気流れが傾斜部で剥離して

しまうことを防止できる。すなわち、傾斜部の勾配値が $5^{\circ}$ 未満である場合、羽根の燃焼空間側端部を十分に薄くすることが難しく、旋回流の剥離が発生してしまう。一方、傾斜部の勾配値が $10^{\circ}$ を超える場合、空気流れが傾斜部で剥離してしまう可能性がある。

[0017] 少なくとも一実施形態において、前記羽根は、前記燃焼空間側の端部に機械的強度が確保される厚さの端面を有していてもよい。

なお、「機械的強度が確保される厚さ」とは、ボイラ火炉からの熱や空気流れに晒されても長期間破損せずに保持される厚さをいう。

このように、羽根の燃焼空間側端部が端面で形成されることによって、スワラの耐久性を向上させることができる。また、羽根の燃焼空間側端部が端面である方が加工上有利であり、且つ腐食に対する耐久性も向上する。

[0018] 少なくとも一実施形態において、前記羽根は、少なくとも前記内筒側にて前記燃焼空間に面する部位が、前記バーナの軸方向に切り欠かれた切欠部を含んでいてもよい。

このように、羽根の少なくとも内筒側に切欠部を設けることによって、羽根端面での剥離を起点にした逆流で羽根へ巻き戻る燃料があっても、切欠部によって羽根への燃料の付着を抑制することが可能である。

[0019] この場合、複数の前記羽根が前記バーナの軸方向に対して同一方向に傾斜するとともに前記バーナの周方向に互いに離間して配置され、且つ、隣り合う前記羽根の前記空気供給側の端部と前記燃焼空間側の端部とが前記バーナの軸方向に重なり合うように配置されており、前記重なり合う領域が残存するように前記切欠部が形成されていてもよい。

スワラの隣り合う羽根と羽根の間に、バーナの軸方向に貫通する空間が存在すると旋回流の形成に支障をきたす可能性がある。そこで、隣り合う羽根同士が重なり合う領域が残存するようにして切欠部を形成することで、旋回流の形成に影響を及ぼすことなくスワラへの燃料の付着を抑制できる。

## 発明の効果

[0020] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、S D A ピッチやV R 燃料 (Vacuu

m Residue) 等の難燃成分を含む燃料を用いる場合であっても、スワラへの燃料の付着を抑制でき、スワラの溶損を防止できる。これにより、スワラの保炎機能を長期間維持することが可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0021] [図1]第1実施形態に係る燃焼バーナの全体構成を示す断面図である。

[図2]第1実施形態におけるスワラの斜視図である。

[図3]スワラの半径方向に見た羽根の拡大図である。

[図4]第1実施形態におけるスワラ近傍の空気流れを説明する斜視図である。

[図5]第2実施形態におけるスワラの断面図である。

[図6]図5のスワラをA方向から見た図である。

[図7]第2実施形態におけるスワラ近傍の空気流れを説明する断面図である。

[図8]第2実施形態の変形例におけるスワラの断面図である。

[図9]図8のスワラの羽根を円周方向に展開した図である。

[図10]スワラに燃料が付着した状態を示す燃焼バーナの正面図である。

[図11]従来の燃焼バーナにおける空気流れを説明する断面図である。

[図12]従来のスワラ近傍の空気流れを説明する斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0022] 以下、添付図面に従って本発明の実施形態について説明する。ただし、この実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、特定の記載がない限り本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

[0023] [第1実施形態]

図1は第1実施形態に係る燃焼バーナの全体構成を示す断面図で、図2は第1実施形態におけるスワラの斜視図で、図3はスワラの半径方向に見た羽根の拡大図である。

一実施形態では、図1に示すように、燃焼バーナ1は、内筒2と、内筒2の一部を囲むように配置される外筒4と、内筒2と外筒4の間に設けられるスワラ20とを備えている。

[0024] 内筒 2 の内周側には燃料供給路 10 が形成されている。燃料供給路 10 に供給される燃料は、例えば液体燃料であり、SDA ピッチや VR 燃料 (Vacuum Residue) 等の難燃焼成分を含む燃料を用いることもできる。内筒 2 の一方の端部はボイラ火炉の燃焼空間 100 に面している。

外筒 4 の外周側には一次空気ノズル 6 が設けられ、一次空気ノズル 6 のさらに外周側には二次空気ノズル 8 が設けられている。一次空気ノズル 6 の内周面と内筒 2 の外周面との間には、燃焼用の一次空気が供給される一次空気供給路 14 が設けられ、二次空気ノズル 8 の内周面と一次空気ノズル 6 の外周面との間には、燃焼用の二次空気が供給される二次空気供給路 16 が設けられる。一次空気供給路 14、二次空気供給路 16 の空気供給側には、それぞれ、一次ベーン 17、二次ベーン 18 が設けられている。そして各空気供給路への空気供給量はこれらのベーン 17, 18 によって調整される。

[0025] 外筒 4 は、一次空気供給路 14 の燃焼空間 100 側に配置され、一次空気供給路 14 を内周側流路 12 と外周側流路 13 とに仕切っている。一次空気供給路 14 を通る一次空気のうち外周側流路 13 に流入した一次空気はそのまま燃焼空間 100 に吹き出す。一方、内周側流路 12 に流入した一次空気は、後述するスワラ 20 を通って旋回がかけられて燃焼空間 100 に吹き出す。

[0026] スワラ 20 は、一次空気供給路 14 の内周側流路 12 に設けられ、主に保炎を目的として一次空気を旋回させる。スワラ 20 は、一次空気供給路 14 (内周側流路 12) の空気供給側から燃焼空間 100 側に向けて延在している。スワラ 20 は一次空気供給路 14 の燃焼空間側 100 の端部近傍に設けられてもよい。図 2 に示すように、スワラ 20 は、内筒 2 と外筒 4 との間に放射状に複数設けられた羽根 26 を有している。なお、図 2 には羽根 26 が 7 枚設けられている場合を例示している。ここで、スワラ 20 は、内筒 2 に対応したスワラ内筒 22 と、外筒 4 に対応したスワラ外筒 24 との間に羽根 26 が取り付けられて一体化されていてもよい。その場合、スワラ 20 は、内筒 2 と外筒 4 との間に嵌め込み固定される。

[0027] 一実施形態では、複数の羽根 26 は、バーナ軸方向 O に対して同一方向に傾斜するとともに、バーナ 1 の周方向に互いに離間して配置されている。図 3 に示すように、各羽根 26 は、空気流れ方向の上流側（空気供給側）が屈曲した屈曲領域 42 と、下流側（燃焼空間 100 側）が直線状に形成された直線領域 44 とを有する。そして、スワラ 20 の一方の側面 32 が燃焼空間 100 に角度を有して面するようになっている（図 2 及び図 4 参照）。これにより、スワラ 20 の羽根 26 と羽根 26 との間に流入した空気は羽根 26 の傾斜によって旋回し、燃焼空間 100 に空気の旋回流を形成する。また、屈曲領域 42 は、羽根 26 より空気供給側に曲率中心を有するように屈曲している。隣り合う羽根 26 の間に流入した空気は、屈曲領域 42 で方向を変えられた後、直線領域 44 で整流化されて燃焼空間 100 に噴射されるので、燃焼空間 100 に効果的に旋回流を形成することが可能となる。

[0028] さらに本実施形態は、空気の旋回流が剥離してスワラ 20 側へ逆流することを抑制するために、以下の構成を備えている。

図 3 に示すように、スワラ 20 の羽根 26 は、少なくとも内筒 2（スワラ内筒 22）側にて、バーナ軸方向 O において羽根 26 の厚さが異なる部位が存在する。さらに、少なくとも内筒 2（スワラ内筒 22）側にて、燃焼空間側端部 30 の厚さ  $d_1$  が羽根 26 の最大肉厚部の厚さ  $d_2$  より薄くなるように形成されている。このとき、内筒 2 側のみでなく、内筒 2 から外筒 4 までの間の羽根 26 の厚さを上記構成としてもよいことは勿論である。なお、羽根 26 の最大肉厚部とは、羽根 26 の空気供給側端部 40 から燃焼空間側端部 30 までの間で最も肉厚が厚い部位をいう。図 3 では最大肉厚部として空気供給側端部 40 の厚さを示しているが、最大肉厚部の部位はここに限定されるものではなく、例えばバーナ軸方向 O の中央部位等のように最大肉厚部が他の部位である場合もあり得る。

[0029] 一実施形態では、少なくとも内筒 2（スワラ内筒 22）側の側面 32、34 の少なくとも一方の側面 32（又は 34）に、燃焼空間側端部 30 に向けて厚さが薄くなるように傾斜した傾斜部 36（又は 38）が設けられていて

もよい。

この場合、羽根 26 の両側面 32, 34 にそれぞれ傾斜部 36, 38 が設けられ、これら 2 つの傾斜部 36, 38 によって燃焼空間側端部 30 がテーパ形状に形成されてもよい。

[0030] 上述したように本実施形態によれば、スワラ 20 の羽根 26 の燃焼空間側端部 30 の厚さ  $d_1$  が最大肉厚部の厚さ  $d_2$  より薄くなるように形成されているので、図 4 に示すように羽根 26 の燃焼空間側端面に形成される負圧領域 54 を小さくすることができる。そのため、負圧領域 54 によって生じる旋回流 50 の剥離を抑制でき、剥離した流れがスワラ 20 側へ向かう逆流 52 の発生を抑制できる。これによりスワラ 20 への燃料の付着を低減できるので、スワラ 20 の溶損を防止でき、スワラ 20 の保炎機能を長期間維持することが可能となる。なお、図 4 は第 1 実施形態におけるスワラ近傍の空気流れを説明する斜視図である。

また、旋回流 50 の剥離に基づく空気流れの逆流 52 は主に内筒 2 (スワラ内筒 22) 側で発生するので、少なくとも内筒 2 側における羽根 26 の厚さを薄くすることによって、スワラ 20 への燃料の付着を確実に防止できる。

さらに、燃料が付着しやすい羽根 26 の燃焼空間側端部 30 の厚さを薄くして付着面積を小さくしているので、羽根端面での剥離を起点にした逆流 52 で羽根 26 へ巻き戻る燃料があっても、スワラ 20 への燃料の付着量をより一層低減することが可能である。

[0031] また、上述の実施形態において、図 3 に示すように、傾斜部 36, 38 は羽根 26 の直線領域 44 に形成されていてもよい。このように、傾斜部 36, 38 が直線領域 44 に形成されるようにすることで、屈曲領域 42 に形成される場合に比べて傾斜部 36, 38 の加工精度 (例えば角度等) を向上させることが可能である。

この場合、傾斜部 36, 38 の傾斜角度  $\theta$  は、直線領域 44 の側面 32, 34 に対して  $5 \sim 10^\circ$  の範囲であってもよい。これにより、旋回流の剥離

を防ぐとともに、空気流れが傾斜部 36, 38 で剥離してしまうことを防止できる。

さらに、羽根 26 は、燃焼空間側端部 30 に機械的強度が確保される厚さ  $d_1$  の端面を有していてもよい。このように、羽根 26 の燃焼空間側端部 30 が端面で形成されることによって、スワラ 20 の耐久性を向上させることができる。また、羽根 26 の燃焼空間側端部 30 が端面である方が加工上有利であり、且つ腐食に対する耐久性も向上する。

[0032] [第 2 実施形態]

図 5 及び図 6 を参照して、本発明の第 2 実施形態に係る燃焼バーナについて説明する。本実施形態は、第 1 実施形態と組み合わせて用いることにより、スワラのより一層の長寿命化を図ることができる。なお、図 5 は第 2 実施形態におけるスワラの断面図で、図 6 は図 5 のスワラを A 方向から見た図である。

[0033] 本実施形態は、スワラ 20 の羽根端面での剥離を起点にした逆流で羽根へ巻き戻る燃料があっても、燃料が付着することを抑制することを目的として、以下の構成を備えている。

図 5 及び図 6 に示すように、羽根 26 は、少なくとも内筒 2 (スワラ内筒 22) 側にて、燃焼空間 100 に面する部位が、バーナ軸方向 O に切り欠かれた切欠部 46 を有している。例えば切欠部 46 は、羽根 26 の側面から視て、半径方向中央部が最も切欠幅が大きく、両端に向かう程切欠幅が小さくなるような形状となっている。なお、切欠部 46 の形状はこれに限定されるものではない。

[0034] 図 7 は第 2 実施形態におけるスワラ近傍の空気流れを説明する断面図である。

上述したように本実施形態によれば、羽根 26 の少なくとも内筒 2 (スワラ内筒 22) 側に切欠部 46 を設けることによって、羽根端面での剥離を起点にした逆流 52 で羽根へ巻き戻る燃料があっても、切欠部 46 によって羽根 26 への燃料の付着を抑制することが可能である。

[0035] さらに、図5及び図6に示すように上記したように複数の羽根26が、バーナ軸方向Oに対して同一方向に傾斜するとともにバーナの周方向に互いに離間して配置され、且つ、隣り合う羽根の空気供給側端部40と燃焼空間側端部30とがバーナ軸方向Oに重なり合うように配置されている場合、切欠部46は、この重なり合う領域60が残存するように形成されていてもよい。

スワラ20の隣り合う羽根26と羽根26の間に、バーナ1の軸方向Oに貫通する空間が存在すると旋回流の形成に支障をきたす可能性がある。そこで、隣り合う羽根26同士が重なり合う領域60が残存するようにして切欠部46を形成することで、旋回流の形成に影響を及ぼすことなくスワラ20への燃料の付着を抑制できる。

[0036] 図8及び図9を参照して、第2実施形態の変形例について説明する。なお、図8は第2実施形態の変形例におけるスワラの断面図で、図9は図8のスワラの羽根を円周方向に展開した図である。これらの図において、点線で示す部位は従来の羽根26'の外殻形状である。

図8及び図9に示すように、羽根26のピッチは従来の羽根26'と同一に維持したまま、羽根26のバーナ軸方向Oの長さを従来の羽根26'より短くし、且つ、羽根26の半径方向の長さを長くする。これにより、隣り合う羽根26同士が重なり合う領域60が広がり、切欠部48を形成可能な領域を増大させることができる。ここでは一例として、切欠部48は、羽根26の側面から視て、半径方向中央部からスワラ内筒22側まで同一の切欠幅を有し、且つ、中央部からスワラ外筒24側まで切欠幅が小さくなるような形状となっている。

[0037] 以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはいうまでもない。

## 符号の説明

[0038] 1 燃焼バーナ

|        |         |
|--------|---------|
| 2      | 内筒      |
| 4      | 外筒      |
| 6      | 一次空気ノズル |
| 8      | 二次空気ノズル |
| 10     | 燃料供給路   |
| 12     | 内周側流路   |
| 13     | 外周側流路   |
| 14     | 一次空気供給路 |
| 16     | 二次空気供給路 |
| 17     | 一次ベーン   |
| 18     | 二次ベーン   |
| 20     | スワラ     |
| 22     | スワラ内筒   |
| 24     | スワラ外筒   |
| 26     | 羽根      |
| 30     | 燃焼空間側端部 |
| 32, 34 | 側面      |
| 36, 38 | 傾斜部     |
| 40     | 空気供給側端部 |
| 42     | 屈曲領域    |
| 44     | 直線領域    |
| 46, 48 | 切欠部     |
| 50     | 旋回流     |
| 52     | 逆流      |
| 54     | 負圧領域    |
| 100    | 燃焼空間    |

## 請求の範囲

- [請求項1]       燃料と空気とを噴射してボイラ火炉の燃焼空間に火炎を形成するボイラ用燃焼バーナであって、
- 前記燃料を供給する燃料供給路が内周側に形成された内筒と、
- 前記内筒を囲むように配置され、該内筒との間に空気供給路を形成する外筒と、
- 前記空気供給路に設けられ、該空気供給路を通る前記空気に旋回をかけるスワラとを備え、
- 前記スワラは、前記空気供給路の空気供給側から前記燃焼空間側に向けて延在し、前記内筒と前記外筒との間に放射状に複数設けられた羽根を有し、
- 前記羽根の少なくとも前記内筒側にて、バーナ軸方向において前記羽根の厚さが異なる部位が存在し、前記燃焼空間側の端部の前記羽根の厚さが該羽根の最大肉厚部の厚さより薄いことを特徴とするボイラ用燃焼バーナ。
- [請求項2]       前記羽根は、少なくとも前記内筒側の側面に、前記燃焼空間側の端部に向けて厚さが薄くなるように傾斜した傾斜部が設けられていることを特徴とする請求項1に記載のボイラ用燃焼バーナ。
- [請求項3]       前記羽根の両側面にそれぞれ前記傾斜部が設けられ、これら2つの前記傾斜部によって前記燃焼空間側の端部がテーパ形状に形成されていることを特徴とする請求項2に記載のボイラ用燃焼バーナ。
- [請求項4]       前記バーナの軸方向に対して傾斜して前記羽根が取り付けられており、
- 前記羽根は、前記空気供給側に曲率中心を有するように該空気供給側が屈曲した屈曲領域と、前記燃焼空間側が直線状に形成された直線領域とを有し、
- 前記傾斜部は前記直線領域に形成されていることを特徴とする請求項2または3に記載のボイラ用燃焼バーナ。

- [請求項5] 前記傾斜部は、前記直線領域の羽根側面に対して $5 \sim 10^\circ$ の範囲で傾斜していることを特徴とする請求項4に記載のボイラ用燃焼バーナ。
- [請求項6] 前記羽根は、前記燃焼空間側の端部に機械的強度が確保される厚さの端面を有することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項に記載のボイラ用燃焼バーナ。
- [請求項7] 前記羽根は、少なくとも前記内筒側にて前記燃焼空間に面する部位が、前記バーナの軸方向に切り欠かれた切欠部を含むことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載のボイラ用燃焼バーナ。
- [請求項8] 複数の前記羽根が前記バーナの軸方向に対して同一方向に傾斜するとともに前記バーナの周方向に互いに離間して配置され、且つ、隣り合う前記羽根の前記空気供給側の端部と前記燃焼空間側の端部とが前記バーナの軸方向に重なり合うように配置されており、  
前記重なり合う領域が残存するように前記切欠部が形成されていることを特徴とする請求項7に記載のボイラ用燃焼バーナ。

**補正された請求の範囲**  
**[2015年2月18日 (18.02.2015) 国際事務局受理]**

- [請求項 1]       (補正後) 燃料と空気とを噴射してボイラ火炉の燃焼空間に火炎を形成するボイラ用燃焼バーナであって、
- 前記燃料を供給する燃料供給路が内周側に形成された内筒と、
- 前記内筒を囲むように配置され、該内筒との間に空気供給路を形成する外筒と、
- 前記空気供給路に設けられ、該空気供給路を通る前記空気に旋回をかけるスワラとを備え、
- 前記スワラは、前記空気供給路の空気供給側から前記燃焼空間側に向けて延在し、前記内筒と前記外筒との間に放射状に複数設けられた羽根を有しており、
- 前記羽根は、少なくとも前記内筒側にて前記燃焼空間側の端部が、前記バーナの軸方向に切り欠かれた切欠部を含み、
- 前記羽根の少なくとも前記内筒側にて、バーナ軸方向において前記羽根の厚さが異なる部位が存在し、前記切欠部を含む前記燃焼空間側の端部の前記羽根の厚さが該羽根の最大肉厚部の厚さより薄いことを特徴とするボイラ用燃焼バーナ。
- [請求項 2]       前記羽根は、少なくとも前記内筒側の側面に、前記燃焼空間側の端部に向けて厚さが薄くなるように傾斜した傾斜部が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のボイラ用燃焼バーナ。
- [請求項 3]       前記羽根の両側面にそれぞれ前記傾斜部が設けられ、これら 2 つの前記傾斜部によって前記燃焼空間側の端部がテーパ形状に形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のボイラ用燃焼バーナ。
- [請求項 4]       (補正後) 燃料と空気とを噴射してボイラ火炉の燃焼空間に火炎を形成するボイラ用燃焼バーナであって、
- 前記燃料を供給する燃料供給路が内周側に形成された内筒と、
- 前記内筒を囲むように配置され、該内筒との間に空気供給路を形成する外筒と、
- 前記空気供給路に設けられ、該空気供給路を通る前記空気に旋回をかけるスワラとを備え、
- 前記スワラは、前記空気供給路の空気供給側から前記燃焼空間側に

向けて延在し、前記内筒と前記外筒との間に放射状に複数設けられた羽根を有し、

前記羽根の少なくとも前記内筒側にて、バーナ軸方向において前記羽根の厚さが異なる部位が存在し、前記燃焼空間側の端部の前記羽根の厚さが該羽根の最大肉厚部の厚さより薄く、

前記羽根は、少なくとも前記内筒側の側面に、前記燃焼空間側の端部に向けて厚さが薄くなるように傾斜した傾斜部が設けられ、

前記バーナの軸方向に対して傾斜して前記羽根が取り付けられており、

前記羽根は、前記空気供給側に曲率中心を有するように該空気供給側が屈曲した屈曲領域と、前記燃焼空間側が直線状に形成された直線領域とを有し、

前記傾斜部は前記直線領域に形成されていることを特徴とするボイラ用燃焼バーナ。

[請求項 5] 前記傾斜部は、前記直線領域の羽根側面に対して  $5 \sim 10^\circ$  の範囲で傾斜していることを特徴とする請求項 4 に記載のボイラ用燃焼バーナ。

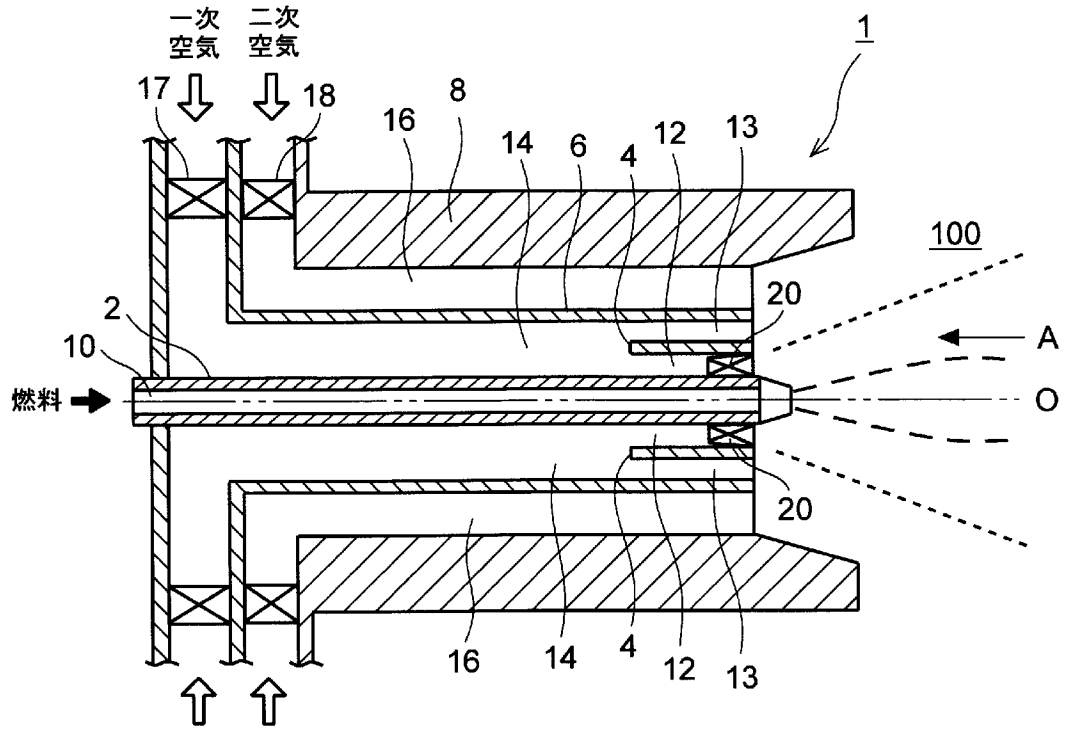
[請求項 6] 前記羽根は、前記燃焼空間側の端部に機械的強度が確保される厚さの端面を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のボイラ用燃焼バーナ。

[請求項 7] 前記羽根は、少なくとも前記内筒側にて前記燃焼空間に面する部位が、前記バーナの軸方向に切り欠かれた切欠部を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のボイラ用燃焼バーナ。

[請求項 8] 複数の前記羽根が前記バーナの軸方向に対して同一方向に傾斜するとともに前記バーナの周方向に互いに離間して配置され、且つ、隣り合う前記羽根の前記空気供給側の端部と前記燃焼空間側の端部とが前記バーナの軸方向に重なり合うように配置されており、

前記重なり合う領域が残存するように前記切欠部が形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載のボイラ用燃焼バーナ。

[図1]



[図2]

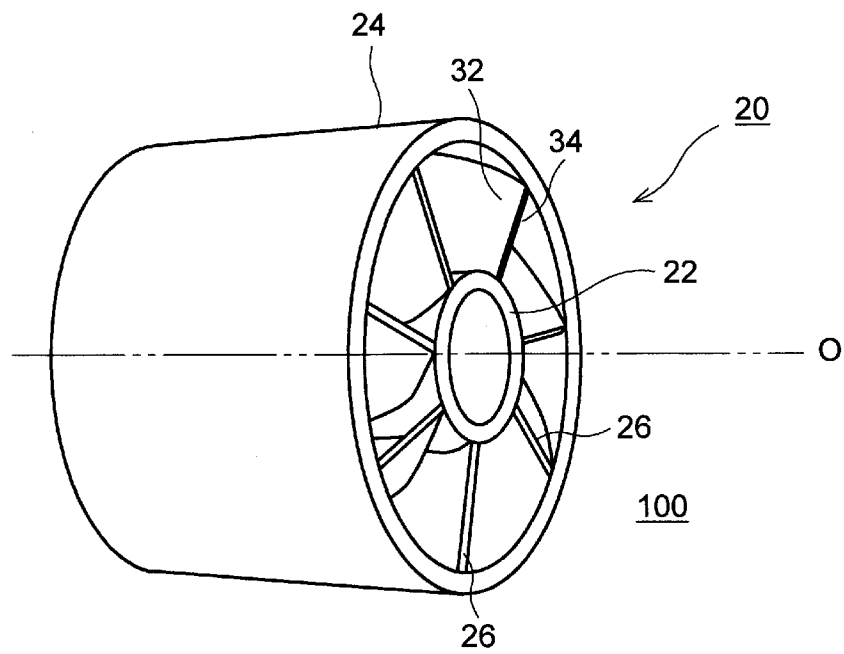
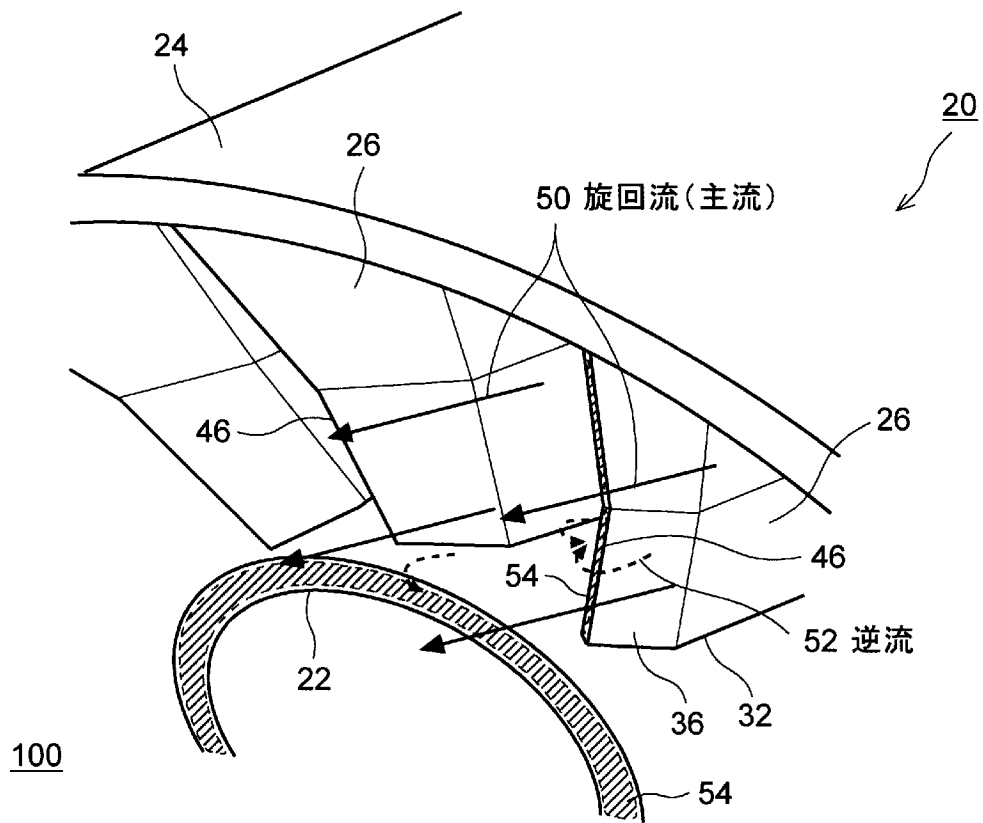


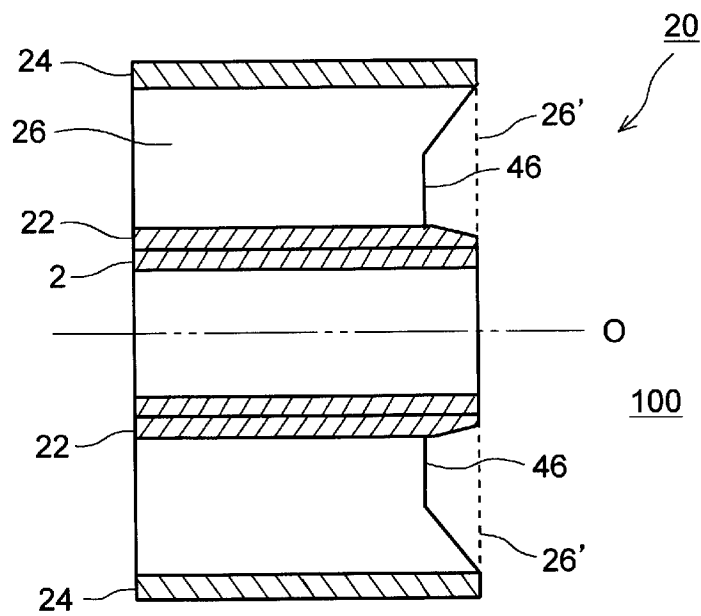
Fig. 1 consists of two schematic diagrams. The left diagram shows a curved optical waveguide 42 with a central core 40. A dimension  $d_2$  is indicated across the core. The right diagram shows a tapered optical waveguide 44 with a central core 26. The core has a top surface 34 and a bottom surface 32. The top surface is tapered, with a width  $d_1$  at the right end 30. The bottom surface is also tapered, with a width 36 at the right end. The taper angle is labeled  $\theta$ . The right end of the waveguide is labeled 38.

A cross-sectional view of a multi-layered structure 20. The structure consists of several layers: a top layer 24, a layer 26, a layer 22, a layer 2, another layer 22, and a bottom layer 24. The layers 22 and 2 are shaded with diagonal lines. The structure has a central vertical axis of symmetry, indicated by a dashed line labeled 'O'. The right side of the structure is tapered, with a label 46 indicating the tapering surface. A horizontal arrow labeled 'A' points to the right, indicating a direction of view or force. A label 100 is positioned below the structure.

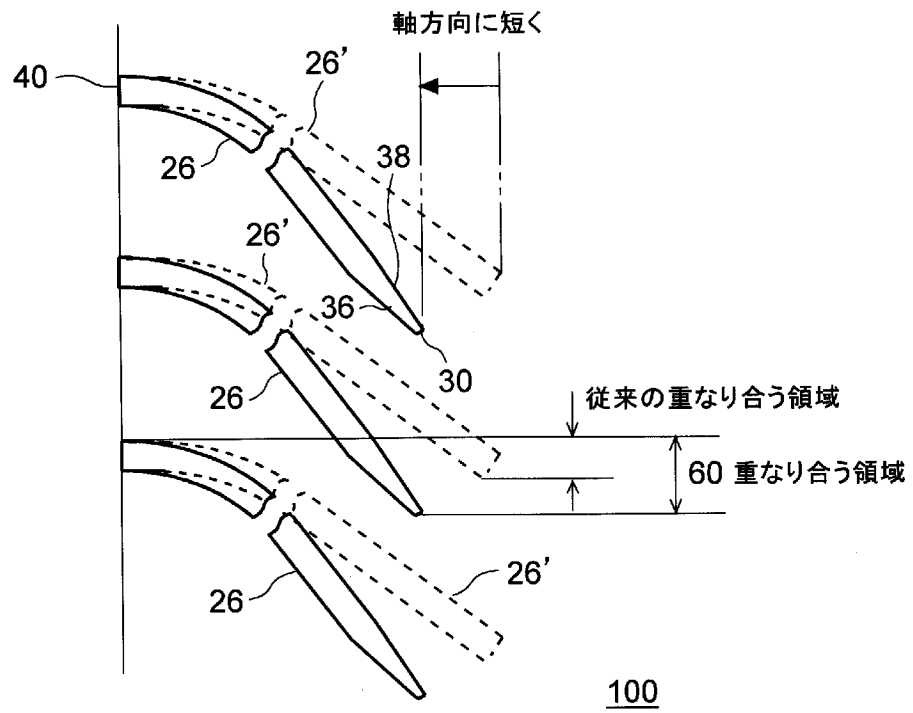
[図7]



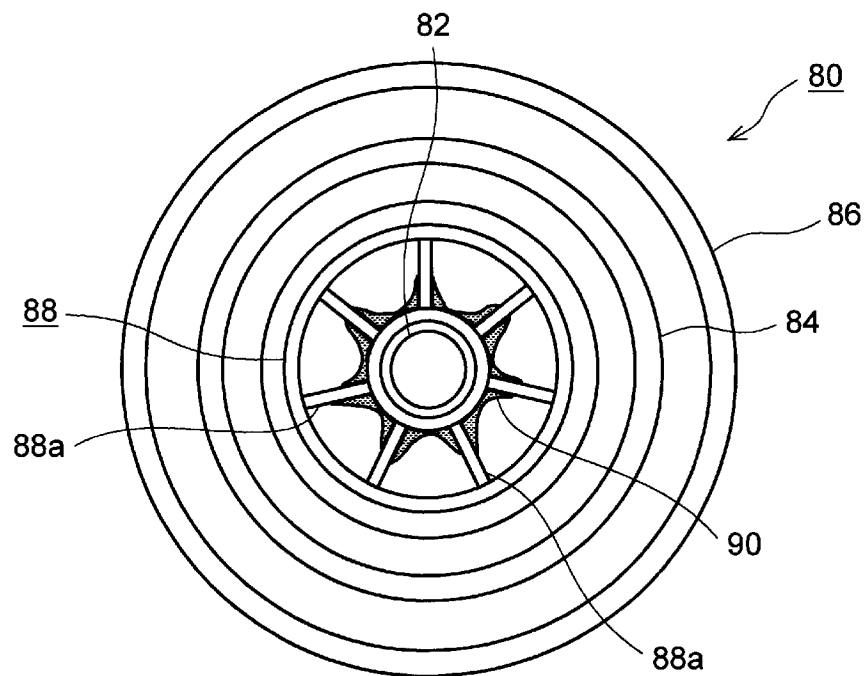
[図8]



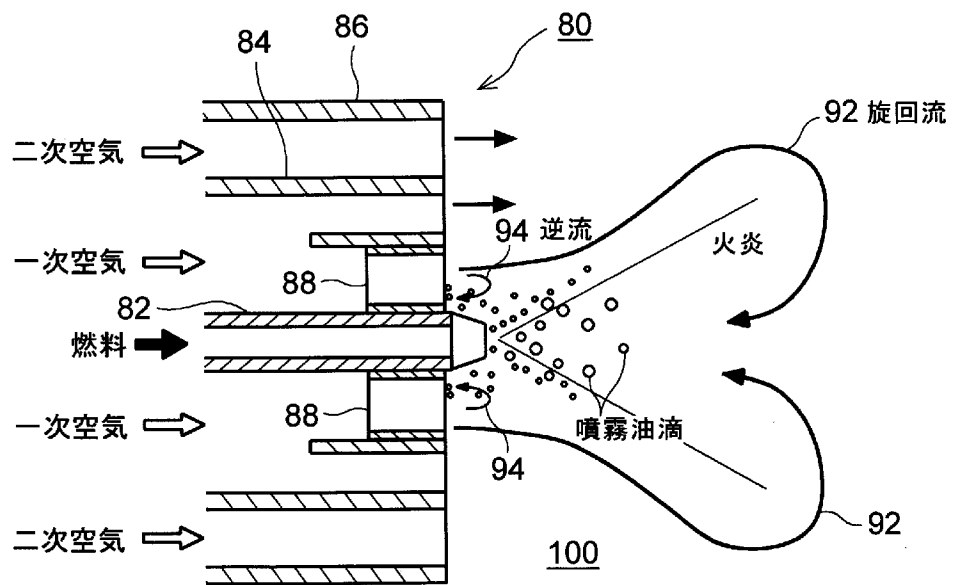
[図9]



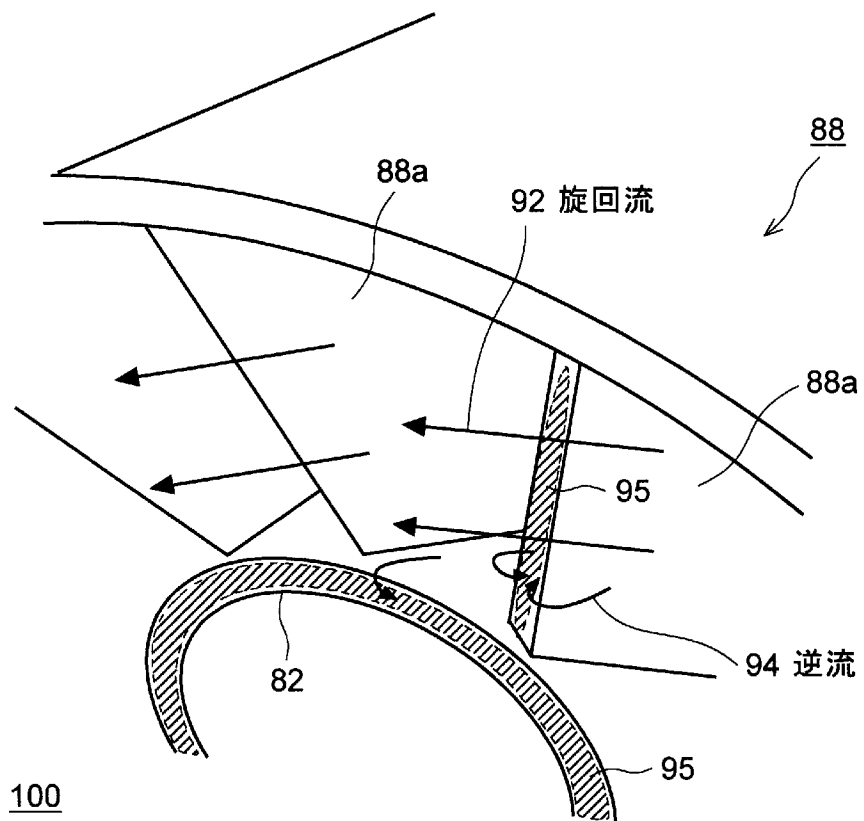
[図10]



[図11]



[図12]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056243

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23L1/00(2006.01)i, F23D11/24(2006.01)i, F23D14/24(2006.01)i, F23R3/14(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)

F23L1/00, F23D11/24, F23D14/24, F23R3/14

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 | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

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. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y<br>A    | JP 45-29153 B1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.),<br>22 September 1970 (22.09.1970),<br>page 1, column 2, line 1 to page 3, column 6,<br>line 15; fig. 9, 11, 13<br>(Family: none) | 1-3, 6-8<br>4, 5      |
| Y         | JP 2014-16151 A (Alstom Technology Ltd.),<br>30 January 2014 (30.01.2014),<br>paragraphs [0003], [0032] to [0033]; fig. 1, 2<br>(Family: none)                                       | 1-3, 6-8              |
| Y         | US 2010/0319350 A1 (Kyle L. LANDRY),<br>23 December 2010 (23.12.2010),<br>paragraphs [0050] to [0051]; fig. 5, 7<br>(Family: none)                                                   | 1-3, 6-8              |

☒ 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  
02 April, 2014 (02.04.14)

Date of mailing of the international search report  
15 April, 2014 (15.04.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056243

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 7-217888 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.),<br>18 August 1995 (18.08.1995),<br>paragraph [0021]; fig. 5(a), (b)<br>(Family: none)       | 7, 8                  |
| Y         | US 2003/0084667 A1 (Miklos GERENDAS; Thomas DOERR),<br>08 May 2003 (08.05.2003),<br>paragraph [0030]; fig. 2<br>& EP 1308673 A2 & DE 10154282 A1            | 7, 8                  |
| A         | JP 8-61609 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.),<br>08 March 1996 (08.03.1996),<br>paragraphs [0001], [0007] to [0012]; fig. 1<br>(Family: none)           | 1-8                   |
| A         | JP 2012-237548 A (Alstom Technology Ltd.),<br>06 December 2012 (06.12.2012),<br>paragraph [0054]; fig. 1<br>& US 2012/0285173 A1 & EP 2522911 A1            | 1-8                   |
| A         | JP 9-119641 A (Allison Engine Company Inc.),<br>06 May 1997 (06.05.1997),<br>entire text; all drawings<br>& US 6094916 A & EP 747635 A2<br>& DE 69625744 T2 | 1-8                   |
| A         | US 6141967 A (GENERAL ELECTRIC CO.),<br>07 November 2000 (07.11.2000),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                       | 1-8                   |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F23L1/00(2006.01)i, F23D11/24(2006.01)i, F23D14/24(2006.01)i, F23R3/14(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. F23L1/00, F23D11/24, F23D14/24, F23R3/14

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 | 1971-2014年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2014年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2014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<br>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<br>請求項の番号       |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Y<br>A          | JP 45-29153 B1 (三菱重工業株式会社) 1970.09.22, 第1頁第2欄<br>第1行-第3頁第6欄第15行, 第9, 11, 13図 (ファミリー<br>なし)         | 1-3, 6-<br>8<br>4, 5 |
| Y               | JP 2014-16151 A (アルストム テクノロジー リミテッド)<br>2014.01.30, 段落 [0003], [0032] - [0033], 図1,<br>2 (ファミリーなし) | 1-3, 6-<br>8         |
| Y               | US 2010/0319350 A1 (K y l e L. LANDRY) 2010.12.23,                                                 | 1-3, 6-              |

☒ 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

02.04.2014

国際調査報告の発送日

15.04.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

藤原 弘

3 L

3928

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<br>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<br>請求項の番号 |
|                       | 段落 [0050] - [0051], FIG. 5, 7 (ファミリーなし)                                                                           | 8              |
| Y                     | JP 7-217888 A (石川島播磨重工業株式会社) 1995.08.18, 段落 [0021], 図5 (a), (b) (ファミリーなし)                                         | 7, 8           |
| Y                     | US 2003/0084667 A1 (Miklos GERENDAS; Thomas DOERR) 2003.05.08, 段落 [0030], Fig. 2 & EP 1308673 A2 & DE 10154282 A1 | 7, 8           |
| A                     | JP 8-61609 A (三菱重工業株式会社) 1996.03.08, 段落 [0001], [0007] - [0012], 図1 (ファミリーなし)                                     | 1-8            |
| A                     | JP 2012-237548 A (アルストム テクノロジー リミテッド) 2012.12.06, 段落 [0054], 図1 & US 2012/0285173 A1 & EP 2522911 A1              | 1-8            |
| A                     | JP 9-119641 A (アリスン・エンジン・カンパニー・インコーポレーテッド) 1997.05.06, 全文, 全図 & US 6094916 A & EP 747635 A2 & DE 69625744 T2      | 1-8            |
| A                     | US 6141967 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2000.11.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)                                              | 1-8            |