

明 細 書

発明の名称：バーナ

技術分野

[0001] 本発明はバーナに関する。

背景技術

[0002] 燃料ガスと支燃性ガスとを用いるバーナが知られている（例えば特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4 2 6 1 7 5 3号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 金属加熱炉、ガラス溶解炉、アルミ溶解炉等の工業炉においては、燃料を酸化剤で燃焼させるバーナを熱源とすることが一般的である。燃料には、微粉炭等の固体燃料、灯油若しくは重油等の液体燃料、又は天然ガス若しくはL P G等の気体燃料等の様々な化石燃料が用いられる。工業炉では、燃料を燃焼させた火炎の輻射伝熱によって被加熱物を加熱する。

[0005] 化石燃料を用いる場合、燃焼排ガス中に多量のC O₂を含むことになるため、近年では、アンモニアを用いることが提案されてきている。

[0006] アンモニアは燃焼してもC O₂を発生しないといった特徴をもつが、一方で炭素が含まれないために火炎の輻射強度が低くなったり、燃焼速度が遅いために火炎が安定しなかったりする問題がある。

[0007] そこで本発明の目的は、燃料にアンモニアを用い且つ輻射強度と火炎の安定性とを確保できるバーナを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様は以下のとおりである。

[0009] [1]

アンモニアを含む燃料ガスと酸素濃度30%以上の支燃性ガスとを用いるバーナ。

[0010] [2]

前記燃料ガスを供給し先端の燃料ガス噴出孔から噴出する燃料ガス供給管と、

前記燃料ガス供給管の径方向外側に前記燃料ガス供給管を囲繞するように設けられ、前記支燃性ガスを供給し先端の支燃性ガス噴出孔から噴出する支燃性ガス供給管とを有する、[1]に記載のバーナ。

[0011] [3]

前記燃料ガス供給管と前記支燃性ガス供給管とによる2重管構造であるバーナ本体を有する、[2]に記載のバーナ。

[0012] [4]

前記燃料ガス噴出孔は前記燃料ガス供給管の前記先端の内周面で形成され、

前記燃料ガス供給管の前記先端での内径を d_1 とし、外径を D_1 とし、先端からの距離が L_1 となる位置での内径を d_2 とした時に、

$5 \times d_1 \leq L_1 \leq 10 \times d_1$ となる位置では $d_1 < d_2$ であり、

$\{(D_1 - d_1) / D_1\} \times 100 \leq 20$ である、[2]又は[3]に記載のバーナ。

[0013] [5]

前記支燃性ガス噴出孔は前記支燃性ガス供給管の前記先端の内周面で形成され、

前記支燃性ガス供給管の前記先端での内径を d_3 とし、先端からの距離が L_2 となる位置での内径を d_4 とした時に、

$5 \times d_3 \leq L_2 \leq 10 \times d_3$ となる位置では $d_3 < d_4$ であり、

前記燃料ガス供給管の前記先端は、前記支燃性ガス供給管の前記先端よりも基端側に位置し、

前記燃料ガス供給管の前記先端から前記支燃性ガス供給管の前記先端まで

の距離を L_3 とした時に、

$L_3 < 5 \times d_3$ である、[2]～[4]の何れか1項に記載のバーナ。

[0014] [6]

前記燃料ガス供給管及び前記支燃性ガス供給管を有するバーナ本体と、
前記バーナ本体が配置される開口部を有するバーナブロックとを有し、
前記開口部に配置される部分での前記支燃性ガス供給管の最大の外径を D_4
とし、前記開口部の先端での内径を D_5 とした時に、

$D_4 \leq D_5 \leq 1.1 \times D_4$ であり、

前記支燃性ガス供給管の前記先端は、前記開口部の前記先端よりも基端側に位置し、

前記開口部の前記先端から前記支燃性ガス供給管の前記先端までの距離を L_4 とした時に、

$0.2 \leq \{(D_5/2)^2 \times \pi\} \div L_4^2 \leq 0.5$ である、[2]～[5]の何れか1項に記載のバーナ。

[0015] [7]

[1]～[6]の何れか1項に記載されたバーナが、少なくとも1基以上設置された加熱炉。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、燃料にアンモニアを用い且つ輻射強度と火炎の安定性とを確保できるバーナを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態の加熱炉を示す断面図である。

[図2]図1に示すバーナの部分拡大図である。

[図3]酸化剤の酸素濃度と断熱理論火炎温度との関係を示すグラフである。

[図4]酸化剤の酸素濃度と燃焼速度との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照しつつ本発明の実施形態を例示説明する。

[0019] 図1～図2に示すように、本発明の一実施形態において加熱炉6は、少な

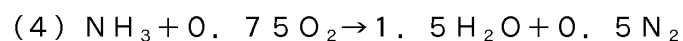
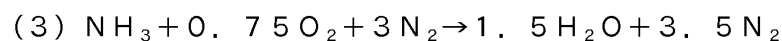
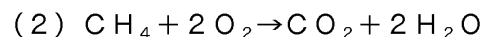
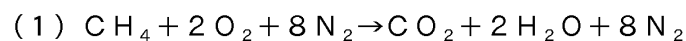
くとも1基以上のバーナ1を有する。加熱炉6は、バーナ1が設置された炉側壁6aを有する。バーナ1は、炉側壁6aに埋設される。なお、バーナ1の加熱炉6への配置はこれに限定されない。バーナ1は、加熱炉6の内部空間6bで燃料ガスを燃焼させて被加熱物を加熱し、必要に応じて熔融させる。

[0020] バーナ1は、アンモニアを含む燃料ガスと酸素濃度30%以上の支燃性ガスとを用いる。

[0021] 上記構成によれば、燃料ガスにアンモニアを用い且つ輻射強度と火炎の安定性を確保できるバーナ1を実現できる。燃料ガスは、アンモニアを含む限り特に限定されないが、アンモニアを主成分として含む（すなわちアンモニア成分が50%を超え100%以下である）ことが好ましい。支燃性ガスは、酸素濃度30%以上であれば特に限定されないが、酸素富化空気を用い支燃性ガス中の酸素濃度が30%以上となる構成とすることが好ましい。

[0022] バーナ1の輻射強度及び火炎の安定性は、火炎温度及び燃焼速度に関係し、火炎温度及び燃焼速度は、支燃性ガスの酸素濃度に関係する。例えば、酸化剤（支燃性ガス）の酸素濃度と化石燃料（メタン）及びアンモニアの断熱理論火炎温度との関係は図3に示すとおりであり、酸化剤（支燃性ガス）の酸素濃度と化石燃料（メタン）及びアンモニアの燃焼速度との関係は図4に示すとおりである。このように、アンモニアは化石燃料に比べて火炎温度及び燃焼速度が低い。以上に鑑み、支燃性ガスの酸素濃度を30%以上とすることで、工業炉での実用に十分な輻射強度と火炎の安定性を確保できることが分かった。

[0023] 一般的な化石燃料の主成分である CH_4 （メタン）と NH_3 （アンモニア）の燃焼時の化学式を比較すると以下のとおりとなる。



式（１）は、 CH_4 を空气中で燃焼させた場合である。
式（２）は、 CH_4 を酸素中で燃焼させた場合である。
式（３）は、 NH_3 を空气中で燃焼させた場合である。
式（４）は、 NH_3 を酸素中で燃焼させた場合である。

[0024] 各式の右辺に含まれる CO_2 と H_2O は輻射性ガスとして知られ、これらのガスが燃焼火炎の輻射性能に寄与する。各式を比較すると、各輻射性ガスの濃度が以下のとおりであり、酸化剤を空気から酸素に変更することで火炎の輻射性能が向上することが分かる。しかし、式（２）においては、排ガス中の CO_2 濃度が増大してしまう。また、式（３）では CO_2 濃度はゼロであり、輻射性ガスの濃度は式（１）よりも大きい。さらに、酸化剤を空気から酸素に変更した式（４）では、輻射性ガスの濃度がさらに向上する。したがって、火炎温度の低いアンモニアでは、酸化剤の酸素濃度を高めることが有効であることが分かる。

[表1]

	濃度（％）	
	CO_2	H_2O
式（１）： CH_4 －空気燃焼	9.1	18.2
式（２）： CH_4 －酸素燃焼	33.3	66.7
式（３）： NH_3 －空気燃焼	0	30
式（４）： NH_3 －酸素燃焼	0	75

[0025] バーナ１は、燃料ガスを（好ましくは酸素を予混合せずに）供給し先端の燃料ガス噴出孔２a１から噴出する燃料ガス供給管２aと、燃料ガス供給管２aの径方向外側に燃料ガス供給管２a（好ましくは図示のように燃料ガス供給管２aの先端部）を囲繞するように（好ましくは図示のように、燃料ガス供給管２aの外周面と当該外周面から全周に亘って離間する支燃性ガス供給管２bの内周面との間に支燃性ガスの流路が形成されるように）設けられ、支燃性ガスを（好ましくは燃料を予混合せずに）供給し先端の支燃性ガス噴出孔２b１から噴出する支燃性ガス供給管２bとを有する。上記構成によ

れば、バーナ火炎に燃料ガス噴出孔 2 a 1 から噴出する燃料ガスと支燃性ガス噴出孔 2 b 1 から噴出する支燃性ガスとを供給できるので、逆火を抑制しつつ安定したアンモニアの燃焼を実現できる。燃料ガス供給管 2 a は好ましくは図示のように支燃性ガス供給管 2 b の中心軸線 O を圍繞し、より好ましくは図示のように支燃性ガス供給管 2 b と同軸に設けられる。燃料ガス供給管 2 a の先端での燃料ガス供給管 2 a の内周面及び外周面と、支燃性ガス供給管 2 b の先端での支燃性ガス供給管 2 b の内周面及び外周面とは、本実施形態ではそれぞれ円形であるがこれに限らない。

[0026] バーナ 1 は、燃料ガス供給管 2 a と支燃性ガス供給管 2 b とによる 2 重管構造であるバーナ本体 2 を有する。上記構成によれば、簡単な構造で輻射強度と火炎の安定性を確保できる。

[0027] 燃料ガス噴出孔 2 a 1 は燃料ガス供給管 2 a の先端の内周面で形成され、燃料ガス供給管 2 a の先端での内径を d_1 とし、外径を D_1 とし、先端からの距離が L_1 となる位置での内径を d_2 とした時に、 $5 \times d_1 \leq L_1 \leq 10 \times d_1$ となる位置では $d_1 < d_2$ であり、 $\{(D_1 - d_1) / D_1\} \times 100 \leq 20$ である。上記構成によれば、 $5 \times d_1 \leq L_1 \leq 10 \times d_1$ となる位置では $d_1 < d_2$ であることで、燃料ガス噴出孔 2 a 1 の付近で燃料ガスの流路が燃料ガス噴出孔 2 a 1 に向かって狭くなるため、燃料ガスの供給圧力が燃料ガス噴出孔 2 a 1 に向かって大きくなり、その結果、燃料ガス噴出孔 2 a 1 での燃料ガスの供給圧力が均一化されるため、燃料ガス噴出孔 2 a 1 での燃料ガスの噴出量の均一性を向上できる。また、 $\{(D_1 - d_1) / D_1\} \times 100 \leq 20$ であることで、燃料ガス供給管 2 a の先端において、燃料ガスの流路の外周面と支燃性ガスの流路の内周面との距離が実用上十分に小さくなることで、燃料ガスと支燃性ガスとの速やかな混合を実現できる。したがって、良好な混合による火炎の良好な安定性を実現できる。

[0028] 支燃性ガス噴出孔 2 b 1 は支燃性ガス供給管 2 b の先端の内周面で形成され、支燃性ガス供給管 2 b の先端での内径を d_3 とし、先端からの距離が L_2 となる位置での内径を d_4 とした時に、 $5 \times d_3 \leq L_2 \leq 10 \times d_3$ となる位置

では $d_3 < d_4$ であり、燃料ガス供給管 2 a の先端は、支燃性ガス供給管 2 b の先端よりも基端側に位置し、燃料ガス供給管 2 a の先端から支燃性ガス供給管 2 b の先端までの距離を L_3 とした時に、 $L_3 < 5 \times d_3$ である。上記構成によれば、 $5 \times d_3 \leq L_2 \leq 10 \times d_3$ となる位置では $d_3 < d_4$ であることで、支燃性ガスの流路が支燃性ガス噴出孔 2 b 1 に向かって狭くなるため、支燃性ガスの供給圧力が支燃性ガス噴出孔 2 b 1 に向かって大きくなり、その結果、支燃性ガス噴出孔 2 b 1 での支燃性ガスの供給圧力が均一化されるため、支燃性ガス噴出孔 2 b 1 での支燃性ガスの噴出量の均一性を向上できる。また、燃料ガス供給管 2 a の先端が支燃性ガス供給管 2 b の先端よりも基端側に位置し、 $L_3 < 5 \times d_3$ であることで、逆火が生じる可能性を抑制しつつ混合室 3 を形成できるため、より一層良好な混合による火災のより一層良好な安定性を実現できる。燃料ガス供給管 2 a 及び支燃性ガス供給管 2 b はそれぞれ、本実施形態では、少なくとも $0 \leq L_2 \leq 10 \times d_3$ となる範囲において中心軸線 O に平行に直線状に延びる。

[0029] バーナ 1 は、燃料ガス供給管 2 a 及び支燃性ガス供給管 2 b を有するバーナ本体 2 と、バーナ本体 2 が（好ましくは図示のように同軸に）配置される開口部 4 a を有するバーナブロック 4 とを有し、開口部 4 a に配置される部分での支燃性ガス供給管 2 b の最大の外径を D_4 とし、開口部 4 a の先端での内径を d_5 とした時に、 $D_4 \leq d_5 \leq 1.1 \times D_4$ であり、支燃性ガス供給管 2 b の先端は、開口部 4 a の先端よりも基端側に位置し、開口部 4 a の先端から支燃性ガス供給管 2 b の先端までの距離を L_4 とした時に、 $0.2 \leq \{ (d_5 / 2)^2 \times \pi \} \div L_4^2 \leq 0.5$ である。上記構成によれば、 $D_4 \leq d_5 \leq 1.1 \times D_4$ であり、支燃性ガス供給管 2 b の先端が開口部 4 a の先端よりも基端側に位置し、 $0.2 \leq \{ (d_5 / 2)^2 \times \pi \} \div L_4^2 \leq 0.5$ であることで、バーナブロック 4 の開口部 4 a によって良好な燃焼室 5 を形成しつつ工業炉などの設置環境からの輻射熱からバーナ本体 2 を保護できる。なお、バーナ 1 はバーナブロック 4 を有する構成に限らず、例えば、バーナブロック 4 に代えて、又は加えて、水冷ジャケットを有する構成としてもよい。開口部 4

aは本実施形態では円形の貫通穴で構成されるがこれに限らない。

[0030] 本発明の実施形態について前述したが、本発明は前述した実施形態に限定されず、前述した実施形態は本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できる。

符号の説明

- [0031]
- 1 バーナ
 - 2 バーナ本体
 - 2 a 燃料ガス供給管
 - 2 a 1 燃料ガス噴出孔
 - 2 b 支燃性ガス供給管
 - 2 b 1 支燃性ガス噴出孔
 - 3 混合室
 - 4 バーナブロック
 - 4 a 開口部
 - 5 燃焼室
 - 6 加熱炉
 - 6 a 炉側壁
 - 6 b 内部空間
 - d₁ 内径
 - d₂ 内径
 - d₃ 内径
 - d₄ 内径
 - d₅ 内径
 - D₁ 外径
 - D₂ 外径
 - D₃ 外径
 - D₄ 外径
 - L₁ 距離

L_2 距離

L_3 距離

L_4 距離

O 中心軸線

請求の範囲

- [請求項1] アンモニアを含む燃料ガスと酸素濃度30%以上の支燃性ガスとを用いるバーナ。
- [請求項2] 前記燃料ガスを供給し先端の燃料ガス噴出孔から噴出する燃料ガス供給管と、
前記燃料ガス供給管の径方向外側に前記燃料ガス供給管を囲繞するように設けられ、前記支燃性ガスを供給し先端の支燃性ガス噴出孔から噴出する支燃性ガス供給管とを有する、請求項1に記載のバーナ。
- [請求項3] 前記燃料ガス供給管と前記支燃性ガス供給管とによる2重管構造であるバーナ本体を有する、請求項2に記載のバーナ。
- [請求項4] 前記燃料ガス噴出孔は前記燃料ガス供給管の前記先端の内周面で形成され、
前記燃料ガス供給管の前記先端での内径を d_1 とし、外径を D_1 とし、先端からの距離が L_1 となる位置での内径を d_2 とした時に、
 $5 \times d_1 \leq L_1 \leq 10 \times d_1$ となる位置では $d_1 < d_2$ であり、
 $\{(D_1 - d_1) / D_1\} \times 100 \leq 20$ である、請求項2に記載のバーナ。
- [請求項5] 前記支燃性ガス噴出孔は前記支燃性ガス供給管の前記先端の内周面で形成され、
前記支燃性ガス供給管の前記先端での内径を d_3 とし、先端からの距離が L_2 となる位置での内径を d_4 とした時に、
 $5 \times d_3 \leq L_2 \leq 10 \times d_3$ となる位置では $d_3 < d_4$ であり、
前記燃料ガス供給管の前記先端は、前記支燃性ガス供給管の前記先端よりも基端側に位置し、
前記燃料ガス供給管の前記先端から前記支燃性ガス供給管の前記先端までの距離を L_3 とした時に、
 $L_3 < 5 \times d_3$ である、請求項2に記載のバーナ。
- [請求項6] 前記燃料ガス供給管及び前記支燃性ガス供給管を有するバーナ本体

と、

前記バーナ本体が配置される開口部を有するバーナブロックとを有し、

前記開口部に配置される部分での前記支燃性ガス供給管の最大の外径を D_4 とし、前記開口部の先端での内径を D_5 とした時に、

$$D_4 \leq D_5 \leq 1.1 \times D_4 \text{ であり、}$$

前記支燃性ガス供給管の前記先端は、前記開口部の前記先端よりも基端側に位置し、

前記開口部の前記先端から前記支燃性ガス供給管の前記先端までの距離を L_4 とした時に、

$$0.2 \leq \{ (D_5 / 2)^2 \times \pi \} \div L_4^2 \leq 0.5 \text{ である、請求項 2 に記載のバーナ。}$$

[請求項7]

請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載されたバーナが、少なくとも 1 基以上設置された加熱炉。