

(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  
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号  
**WO 2012/133539 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*F23D 14/12* (2006.01) *F23C 3/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/058158
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 28 日(28.03.2012)
- (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 2011-079964 2011 年 3 月 31 日(31.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社クボタ (KUBOTA CORPORATION) [JP/JP]; 〒5568601 大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目 2 番 4 7 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 日根野実 (HINENO Makoto) [JP/JP]; 〒5738573 大阪府枚方市中宮大池一丁目 1 番 1 号 株式会社クボタ 枚方製造所内 Osaka (JP). 坂本伸之 (SAKAMOTO Nobuyuki) [JP/JP]; 〒5738573 大阪府枚方市中宮大池一丁目 1 番 1 号 株式会社クボタ 枚方製造所内 Osaka (JP). 岡野宏昭 (OKANO Hiroaki) [JP/JP];

〒5738573 大阪府枚方市中宮大池一丁目 1 番 1 号 株式会社クボタ 枚方製造所内 Osaka (JP). 中村茂樹 (NAKAMURA Shigeki) [JP/JP]; 〒5738573 大阪府枚方市中宮大池一丁目 1 番 1 号 株式会社クボタ 枚方製造所内 Osaka (JP).

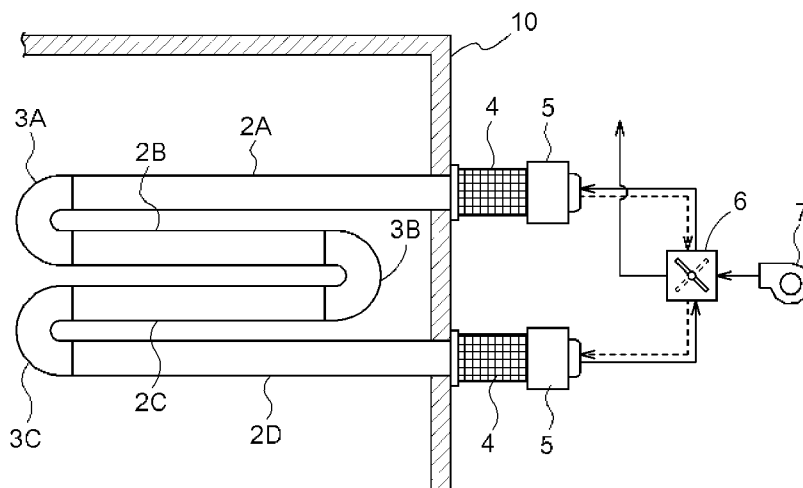
- (74) 代理人: 北村修一郎, 外 (KITAMURA Shuichiro et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目 3 番 3 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: RADIANT TUBE

(54) 発明の名称: ラジアントチューブ

[図1]



(57) Abstract: A radiant tube made of refractory metal is provided with at least one bent tube (3A (3C)) which connect straight tubes (2A, 2B (2C, 2D)). Combustion air from a burner (5) is fed through one of the straight tubes (2A, 2B (2C, 2D)), and the radiant tube is characterized by using a cast product with an external diameter of 150 - 210 mm and a thickness of 3 - 8 mm at least as the bent tube (3A (3C)) closest to the burner (5).

(57) 要約: 耐熱金属製のラジアントチューブは、直管 2 A, 2 B (2 C, 2 D) どうしを接続する少なくとも一つのベンド管 3 A (3 C) を備え、直管 2 A, 2 B (2 C, 2 D) の一方からバーナー 5 の燃焼ガスが吹き込まれ、その特徴として、少なくともバーナー 5 に最も近接したベンド管 3 A (3 C) として外径が 1 5 0 ~ 2 1 0 mm で肉厚が 3 ~ 8 mm の鋳造体を用いている。

WO 2012/133539 A1



ロツパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称 : ラジアントチューブ**

### 技術分野

[0001] 本発明は、鋳造された金属管からなり、少なくとも一つのベンド管と同ベンド管の両端に接続された一对の直管とを備え、一对の直管の一方からバーナーの燃焼ガスが吹き込まれるラジアントチューブに関する。

### 背景技術

[0002] この種のラジアントチューブに関連する先行技術文献情報として下記に示す特許文献 1 がある。この特許文献 1 には、ベンド管の 2 つの開放端に所要長さで直線状に延びるネック部を設けたラジアントチューブが開示されており、この構成では、ベンド管と直管との溶接部に、ベンド管側の圧縮応力と直管側の圧縮応力とが均等に作用するため、溶接部に生じる熱膨張による応力が均等化されて、溶接部に亀裂が生じ難くなったと記されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献 1 : 特開平 10-227420 号公報 (0007 段落、0015-16 段落、図 1)

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許文献 1 に記されたラジアントチューブでは、ベンド管が、ベンド管の円弧状の中心軸に関して外周側の大径部分と同中心軸に関して内周側の小径部分とで分割されており、これらの大径部分と小径部分とを互に対向させた状態で溶接した構成を備えている。したがって、ベンド管と直管との溶接部の問題とは別に、ベンド管の軸心に沿って延びる 2 つの溶接箇所、熱膨張などによる亀裂が生じる虞があった。

[0005] そこで、本発明の目的は、上に例示した従来技術によるラジアントチューブが与える課題に鑑み、バーナーによって吹き込まれる燃焼ガスからの過酷

な熱的な条件に対する耐久性が高く、より長期間に亘って使用可能なラジアントチューブを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

- [0006] 本発明によるラジアントチューブの特徴構成は、
- 一対の直管どうしを接続する少なくとも一つのベンド管を備え、前記一対の直管の一方からバーナーの燃焼ガスが吹き込まれる耐熱金属製のラジアントチューブであって、
- 少なくとも前記バーナーに最も近接したベンド管として外径が150～210mmで肉厚が3～8mmの鋳造体が用いられている点にある。
- [0007] 上記の特徴構成によるラジアントチューブでは、最も熱的条件の過酷な、バーナーに最も近接したベンド管として肉厚が3～8mmの鋳造体が用いられているので、板材のプレス加工によって得られた管体の端面どうしを溶接して得たベンド管などに比べて、管の肉厚がより均一となり、また、ベンド管の長手方向に延びた溶接部のような応力集中箇所もなくなる。したがって、バーナーの燃焼ガスによる急激な温度上昇や急激な温度降下によるヒートクラックなどが生じ難くなり、結果として、耐熱性が高く長期使用に耐えるラジアントチューブが得られた。
- [0008] また、鋳造体の肉厚が3～8mmと薄肉化されているために、鋳造時の冷却速度の増大に基づいて金属組織の緻密性が高められている。したがって、最も熱的条件の過酷なバーナーに最も近接したベンド管の耐熱性及び耐熱衝撃性が高められ、より長期使用に耐えるラジアントチューブが得られた。
- [0009] さらに、最も熱的条件の過酷なベンド管の部分が薄肉化されたことで、応力による変形が生じ易くなる。その結果、熱応力を吸収し易くなり、バーナーの燃焼ガスによる急激な温度上昇によってもヒートクラックが生じ難くなった。
- [0010] さらに、バーナーに最も近接したベンド管を薄肉化したことによって、バーナーの燃焼ガスによるベンド管の温度上昇速度が高くなり、且つ、肉厚方向での温度ドロップが小さくなるので、燃料の消費量も従来よりも抑えられ

た。

また、バーナーに最も近接したベンド管の薄肉化によって、ラジアントチューブが全体として軽量化されるため、取替え工事に要する労力の負担も減少した。

[0011] 本発明の他の特徴構成は、前記ベンド管の前記直管との接続近傍部の肉厚が前記ベンド管の他の部位よりも薄くされている点にある。

[0012] ベンド管における直管との接合箇所は、管端面に近いという構造的な強度不足や接続のための溶接時に受ける熱による材料の脆弱化などによって、使用中に特に強度的な不足を生じ易い部位となる。しかし、本構成であれば、接続近傍部の肉厚がベンド管の他の部位よりも薄くされているので、 casting 時の冷却速度の増大に基づいて金属組織の緻密性が特に高められており、燃焼ガスからの過酷な熱的条件に対して接続近傍部を除くベンド管の一般部に匹敵する耐久性が確保される。

[0013] 本発明の他の特徴構成は、前記ベンド管を複数備え、これら複数の前記ベンド管の全てについて肉厚が 3 ～ 8 mm の casting 体が用いられている点にある。

[0014] バーナーに最も近接したベンド管のみに肉厚が 3 ～ 8 mm の casting 体を用いてもよいが、本構成であれば、複数のベンド管の全てについて肉厚が 3 ～ 8 mm の casting 体が用いられているため、耐熱性の信頼性がさらに高く長期使用に耐えるラジアントチューブが得られた。

また、ラジアントチューブ全体としての軽量化がさらに高められるため、取替え工事に要する労力の負担も更に減少した。

[0015] 本発明の他の特徴構成は、前記直管の肉厚が 7 mm 以下とされている点にある。

[0016] 本構成のように、直管もベンド管と匹敵する薄肉とすることで、直管のみを厚肉のままとした構成と比べて、ベンド管と直管との接続部の強度を高く保つことができる。

[0017] 本発明の他の特徴構成は、前記直管の前記ベンド管との接続近傍部の肉厚

が前記直管の他の部位よりも薄くされている点にある。

[0018] 直管におけるベンド管との接合箇所は、管端面に近いという構造的な強度不足や接続のための溶接時に受ける熱による材料の脆弱化などによって、使用中に特に強度的な不足を生じ易い部位となる。しかし、本構成であれば、接続近傍部の肉厚が直管の他の部位よりも薄くされているので、鑄造時の冷却速度の増大に基づいて金属組織の緻密性が特に高められており、燃焼ガスからの過酷な熱的条件に対して接続近傍部を除く直管の一般部に匹敵する耐久性が確保される。

[0019] 本発明の他の特徴構成は、前記直管として肉厚が前記ベンド管の肉厚を上回る鑄造体が用いられている点にある。

[0020] 本構成であれば、前記ベンド管の肉厚と同等の肉厚を備えた直管を用いている構成よりも、さらに耐熱性が高く長期使用に耐えるラジアントチューブが得られ易い。

### 図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明に係るラジアントチューブを模式的に示す一部破断側面図である。

### 発明を実施するための形態

[0022] 以下に本発明の一実施形態について図を参照しながら説明する。しかし、本発明の範囲はこれらの説明に拘束されることはなく、以下の例示以外についても、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更して実施し得るものである。

[0023] 図1に示すラジアントチューブ1は、上下に概して等間隔で並置された4つの横向きの直管2A、2B、2C、2Dを有し、上下に隣接する2つの直管2どうしが合計3つのベンド管3A、3B、3Cによって接続されており、全体として概して横向きのW字を呈している。

[0024] ラジアントチューブ1は、最上段の直管2Aと最下段の直管2Dとによって、乾燥炉や焼成炉その他の熱処理炉の炉壁10に支持されており、これらの直管2A、2Dの端部には、セラミックハニカム等からなる熱回収効率の

高い蓄熱体 4 を間に挟む状態でバーナー 5 が接続されている。

[0025] これらのバーナー 5 は、例えば最上段の直管 2 A に接続されたバーナー 5 を燃焼させるときは、最下段の直管 2 D から排気を行いつつ排熱を下方の蓄熱体 4 で回収し、最下段の直管 2 D に接続されたバーナー 5 に燃焼を切り替えた際に、下方の蓄熱体 4 で回収した排熱を利用して燃焼空気を予熱することで、バーナー燃焼に要する燃料の使用量を低減できるリジェネレーティブ型となっている。

[0026] 燃焼空気を供給する燃焼空気ファン 7 と各バーナー 5 の間に介装された切り替え弁 6 によって、燃焼空気を最上段の直管 2 A に接続されたバーナー 5 で燃焼させて、その排熱を最下段の直管 2 D に接続された蓄熱体 4 で回収する状態（実線で示す）と、燃焼空気を最下段の直管 2 D に接続されたバーナー 5 で燃焼させて、その排熱を最上段の直管 2 A に接続された蓄熱体 4 で回収する状態（破線で示す）との間で切り換えることができる。

蓄熱体 4 を通過した排ガスは切り替え弁 6 及び排ガス処理装置（不図示）などを介して外気に放出することができる。

[0027] ラジアントチューブ 1 を構成する 4 つの直管 2 A, 2 B, 2 C, 2 D 及び 3 つのベンド管 3 A, 3 B, 3 C はいずれも外径が 180 mm で、20～35 重量%のクロム及び 30～50 重量%のニッケルを含む鋳鋼（耐熱金属製の鋳造体の一例）で形成されている。

直管 2 とベンド管 3 との接続は、各管の端面どうしを付き合わせた状態で外周側から行う溶接によって実現されている。

[0028] 3 つのベンド管 3 A, 3 B, 3 C の中で、バーナー 5 に最も近接した第 1 ベンド管 3 A と第 3 ベンド管 3 C としては肉厚が 3～8 mm の薄肉鋳造体を用いられている。

バーナー 5 から比較的離間した第 2 ベンド管 3 B、及び、4 つの直管 2 A, 2 B, 2 C, 2 D としては肉厚が 5 mm または 10 mm の鋳造体を用いられている。

尚、ここで用いている離間や近接という語句は、バーナー 5 から発されて

ラジアントチューブ 1 の内部を移動する火炎または燃焼ガスの経路上におけるバーナー 5 との距離の長短を意味する。

[0029] このように、バーナー 5 に最も近接したベンド管 3 に肉厚が 3 ～ 8 mm の薄肉鋳造体を用いることによって、耐熱性が高く、より長期使用に耐えるラジアントチューブ 1 が得られる。

これは、鋳造による一体成形によるベンド管では、板材のプレス加工によって得られた左右の管体の端面どうしを管の軸芯に沿って溶接して得たベンド管などに比べて、肉厚がより均一となり、また、ベンド管の長手方向に延びた溶接部のような応力集中箇所もなくなるため、バーナーの燃焼ガスによる急激な温度上昇や急激な温度降下によるヒートクラックなどが生じ難くなるためと考えられる。

[0030] また、鋳造体の肉厚が 3 ～ 8 mm と薄肉化されているために、鋳造後の冷却速度の増大に基づいて金属組織の緻密性が高まることで、耐熱性及び耐熱衝撃性が高められたと考えられる。

さらに、薄肉化されたことで、応力による変形が生じ易くなるので、熱応力を吸収し易くなり、バーナーの燃焼ガスによる急激な温度上昇によってもヒートクラックが生じ難くなったと考えられる。

[0031] さらに、バーナー 5 に最も近接したベンド管 3 を薄肉化したことによって、バーナーの燃焼ガスによるベンド管の温度上昇速度が高くなり、且つ、肉厚方向での温度ドロップが小さくなるので、燃料の消費量も従来よりも抑えられた。

また、ラジアントチューブ全体として軽量化されるため、取替え工事に要する労力の負担も減少した。

[0032] ラジアントチューブ 1 を構成する 4 つの直管 2 A, 2 B, 2 C, 2 D は遠心鋳造法を用いて製造されている。

他方、3 つのベンド管 3 A, 3 B, 3 C はいずれも、溶融金属を注入後のキャビティ内を真空ポンプなどによって負圧化する吸引鋳造法を用いているので、薄肉化を実現しながらも、一般には溶融金属の凝固時に生じ易い引け

巣や引け緩みが無く、表面の地肌も良好なベンド管が得られている。

尚、更なる軽量化などの目的で、直管においても吸引鑄造法を用いて薄肉化を図ってもよい。

- [0033] 尚、ラジアントチューブ 1 を構成する 4 つの横向きの直管 2 A, 2 B, 2 C, 2 D 及び 3 つのベンド管 3 A, 3 B, 3 C の外径は 180 mm に限らず、150～210 mm の範囲であればよく、この範囲であればベンド管 3 A, 3 B, 3 C の肉厚を 3～8 mm とすることによる効果が得られ易い。

### 実施例 1

- [0034] 下記の表 1 は、図 1 に示すラジアントチューブ 1 を実際に使用した場合に、第 3 ベンド管 3 C が受けた熱応力に関する諸特性をシミュレーションによって解析した結果を示す。

このシミュレーションでは、リジェネレーティブ型としての使用を模して、一定の期間に亘って各バーナー 5 から燃焼ガスが交互に供給され、燃焼された。

- [0035] 表 1 に示すように、各ベンド管 3 と各直管 2 の肉厚を種々変更することで、これらの肉厚と、一定の期間に亘って各バーナー 5 から燃焼ガスを交互に供給した後で第 3 ベンド管 3 C が受けた熱応力に関する諸特性との関係を求めた。

表中に記したベンド管肉厚の数値は、3 つのベンド管 3 A, 3 B, 3 C の全てに適用されており、同様に、直管肉厚の数値は 4 つの直管 2 A, 2 B, 2 C, 2 D の全てに適用されている。

- [0036] 鑄造用の材料としては KHR-48N を用いた。KHR-48N は、1200℃ まで耐酸化性とクリープ破断強度に優れるオーステナイト系超耐熱合金とされ、27 重量% のクロムと、47 重量% のニッケルと、5 重量% のタングステンを含む。

- [0037]

[表1]

| No. | ベンド管肉厚<br>(mm) | 直管肉厚<br>(mm) | 最大応力<br>(MPa) | ベンド管材料の<br>0.2%耐力<br>(MPa/1000℃) | 評価 |
|-----|----------------|--------------|---------------|----------------------------------|----|
| 1   | 3              | 5            | 48.6          | 135                              | ○  |
| 2   | 5              | 5            | 44.9          | 128                              | ○  |
| 3   | 7              | 5            | 47.2          | 115                              | ○  |
| 4   | 10             | 5            | 50.1          | 87                               | ×  |
| 5   | 5              | 10           | 53.3          | 120                              | ○  |
| 6   | 6              | 10           | 50.3          | 128                              | ○  |
| 7   | 7              | 10           | 51.9          | 115                              | ○  |
| 8   | 8              | 10           | 53.5          | 102                              | ○  |
| 9   | 10             | 10           | 56.1          | 87                               | ×  |
| 10  | 13             | 10           | 57.4          | 78                               | ×  |

[0038] 表1に示された1000℃におけるベンド管材料の0.2%耐力(MPa)の測定結果から次の事柄が理解される。

ベンド管3の肉厚を8mm以下とすることで100MPaを上回る数値が確保できること、また、8mm以下よりも7mm以下が好ましく、6mm以下がさらに好ましく、ベンド管3の肉厚が薄いほど同数値が高くなる傾向がある。

また、最大応力の測定結果についても、同様に、ベンド管3の肉厚を8mm以下とすることで、55MPa以下の低い数値を確保できるという傾向がある。

[0039] 尚、上述した各傾向は、直管2の部位の肉厚が5mmの場合と10mmの場合とのいずれにおいても基本的に一貫して見られ、直管2の肉厚によってあまり左右されないことが理解される。

但し、直管肉厚を5mmとした例においてベンド管0.2%耐力の測定値を見る限り、直管の肉厚がベンド管の肉厚を上回るラジアントチューブ1の方が高い数値を示す傾向が見られる。

## 実施例 2

[0040] 実施例2では、KHR-48N以外の材料として、Alloy 230及び

KHR-35Hを用いて、実施例1と同様に、図1に示すラジアントチューブ1を実際に使用した場合に、第3ベンド管3Cが受けた熱応力に関する諸特性をシミュレーションによって解析した。

[0041] ここでも、各ベンド管3と各直管2の肉厚を変更することで、これらの肉厚と、一定の期間に亘って各バーナー5から燃焼ガスを交互に供給した後で第3ベンド管3Cが受けた熱応力に関する諸特性との関係を求めた。

[0042] 表2は、Alloy 230（22重量%のクロムと、57重量%のニッケルと、2重量%のモリブデンと、14重量%のタングステンとを含む）についての結果を示し、表3は、KHR-35H（25重量%のクロムと、35重量%のニッケルを含む）についての結果を示す。

[0043] [表2]

| No. | ベンド管肉厚<br>(mm) | 直管肉厚<br>(mm) | 最大応力<br>(MPa) | ベンド管材料の<br>0.2%耐力<br>(MPa/1000℃) | 評価 |
|-----|----------------|--------------|---------------|----------------------------------|----|
| 1   | 5              | 5            | 26.3          | 87                               | ○  |
| 2   | 10             | 10           | 32.9          | 65                               | ×  |

[0044] [表3]

| No. | ベンド管肉厚<br>(mm) | 直管肉厚<br>(mm) | 最大応力<br>(MPa) | ベンド管材料の<br>0.2%耐力<br>(MPa/1000℃) | 評価 |
|-----|----------------|--------------|---------------|----------------------------------|----|
| 1   | 5              | 5            | 33.9          | 100                              | ○  |
| 2   | 10             | 10           | 42.4          | 85                               | ×  |

[0045] 表2及び表3に示された1000℃におけるベンド管材料の0.2%耐力(MPa)の測定結果から、KHR-48N以外の鋼材でもベンド管3の肉厚が小さい方が高い数値が得られている。

最大応力の測定結果についても、ベンド管3の肉厚が小さい方が低い数値が得られるという同様の傾向が得られている。

[0046] 尚、上記の各表中で評価結果を示す記号として用いた「×」は、特にベン

ド管を中心として、加熱手段としてのラジアントチューブの機能が損なわれるレベルでの割れまたは変形が発生したことを意味する。

[0047] (解析方法について)

実施例 1、2 で行った第 3 ベンド管 3 C が受けた熱応力に関する諸特性の解析では、SolidWorks 社製ソフトウェア：SolidWorks Simulation を用い、モデルタイプとしては、バーナー入熱側端部 2 箇所（図 1 における直管 2 A、2 D の右側端部）を炉の壁面に完全拘束した状態での線形等方性弾性モデルを適用した。

[0048] 解析対象とするラジアントチューブ 1 の寸法条件としては、幅（壁面に拘束した直管 2 A、2 D の基端からベンド管 3 A、3 C の湾曲した先端部までの長さ）：2276 mm × 高さ（最上段の直管 2 A の上面から最下段の直管 2 D の下面までの長さ）：1087 mm とし、管の外径は直管 2 A、2 B、2 C、2 D 及び 3 つのベンド管 3 A、3 B、3 C の全てに関して 187 mm とした。

解析に用いた各鋼材の諸物性を下記の表 4 に示す。

[0049] [表4]

| 鋼種    | KHR-48N                | Alloy 230              | KHR-35H                |
|-------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 破壊基準  | 最大 von Mises 応力        | 最大 von Mises 応力        | 最大 von Mises 応力        |
| 弾性係数  | 105,000MPa             | 72,200MPa              | 93,000MPa              |
| ポアソン比 | 0.3                    | 0.3                    | 0.3                    |
| 質量密度  | 8200 kg/m <sup>3</sup> | 8970 kg/m <sup>3</sup> | 8050 kg/m <sup>3</sup> |
| 温度膨張率 | 1.6e-005 /°C           | 1.61e-005 /°C          | 1.8e-005 /°C           |

[0050] 尚、ベンド管及び直管における互いの被溶接箇所（溶接時に突き合わされる各端面から 10～30 mm までの範囲）は、管端面に近いという構造的な強度不足や溶接時に受ける熱による材料の脆弱化などによって、使用中に特に強度的な不足を生じ易い部位となる。したがって、これらの被溶接箇所については、燃焼ガスからの過酷な熱的条件に対する耐久性を確保する目的で、更に薄く、具体的には他の部位よりも 1～2 mm 薄く形成されている。

[0051] また、ラジアントチューブ 1 を実機に適用する場合は、物理的な負荷を受

ける手段として、隣接するベンド管どうしや、ベンド管の一部と直管の一部とを別体の連結片を介して相互支持させる場合が多く、この場合は、ベンド管および直管のうちで連結片を溶接するための被支持箇所は局部的に特別に厚く（約10mmなど）形成されている。被支持箇所の具体的な例としては、図1に示すベンド管3A、3Cの基端部のうちで互いに上下方向で対向する箇所や、ベンド管3Bの下方側の基端部の下面及び最も近い直管2Dの上面部位などである。

[0052] 本発明の請求項などで規定し、明細書で述べているベンド管及び直管の肉厚の値はこれらの被溶接箇所及び被支持箇所を除く一般箇所に適用されるものである。

[0053] 本発明におけるベンド管は、管の延びる方向の調整、1つの管から複数の管への分岐、或いは、複数の管を1つの管に集約する等の目的で、複数の管部どうしを接続するために用いられ、湾曲部または屈曲部を有するものであればよく、図1に示すU字型の管に限らず任意の形状の継手管が含まれる。

[0054] [別実施形態]

〈1〉バーナー5から比較的離間した第2ベンド管3Bも含めて、全てのベンド管3A、3B、3Cを3～8mmの薄肉鑄造体としてもよい。

[0055] 〈2〉リジェネレーティブ型のバーナー5ではなく、例えば、常に最上段の直管2Aに接続されたバーナー5から燃焼ガスが供給される非リジェネレーティブ型として用いられる場合、この常用のバーナー5から最も近接した第1ベンド管3Aのみを3～8mmの薄肉鑄造体としてもよい。但し、全てのベンド管3A、3B、3Cを3～8mmの薄肉鑄造体としてもよい。

[0056] 〈3〉ラジアントチューブ1の形状は前述したW字状に限らずトライデント型でもよい。

[0057] 〈4〉ラジアントチューブ1を構成するベンド管及び直管の数は前述した例に限らず、構成の一部に少なくとも一つのベンド管を備えていれば、例えば一対の直管と、一対の直管どうしを接続する一つのベンド管のみで構成されたU字型などのラジアントチューブとしてもよい。

### 産業上の利用可能性

[0058] 一対の直管どうしを接続する少なくとも一つのベンド管を備え、これら一対の直管の一方からバーナーの燃焼ガスが吹き込まれる耐熱金属製のラジアントチューブに関する技術として利用できる。

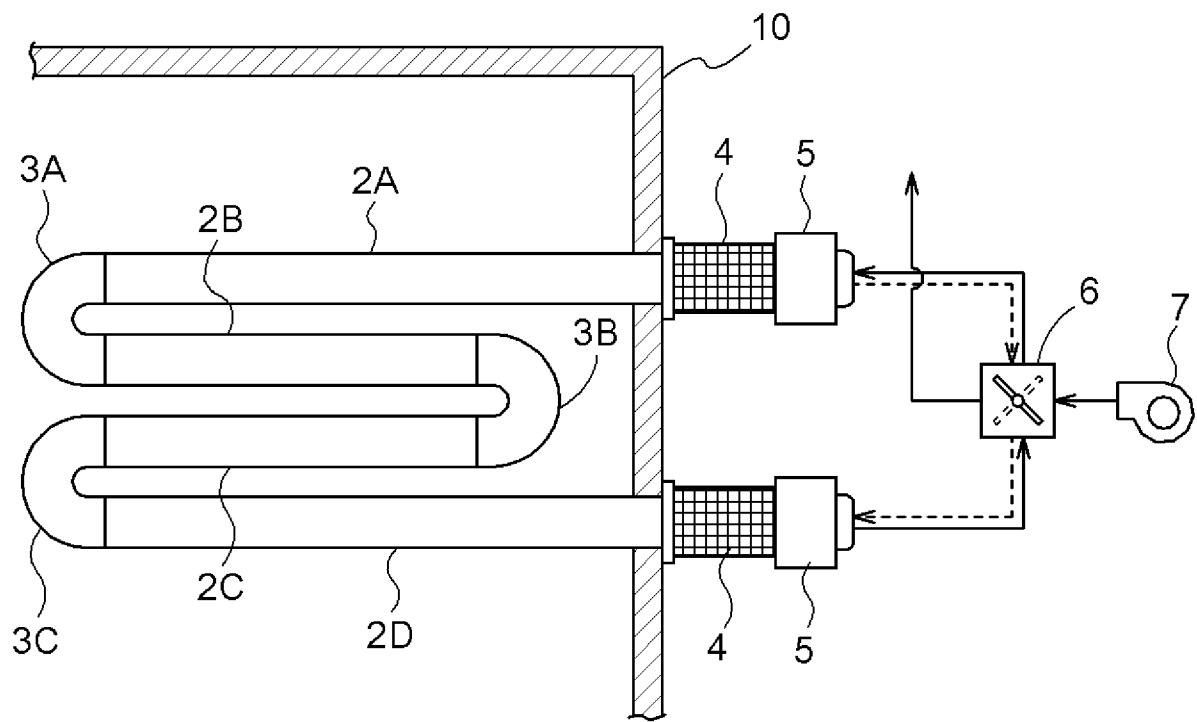
### 符号の説明

- [0059] 2 直管（2 A, 2 B, 2 C, 2 d）  
3 ベンド管（3 A, 3 C）  
5 バーナー

## 請求の範囲

- [請求項1] 直管どうしを接続する少なくとも一つのベンド管を備え、前記直管の一方からバーナーの燃焼ガスが吹き込まれる耐熱金属製のラジアントチューブであって、
- 少なくとも前記バーナーに最も近接したベンド管として外径が150～210mmで肉厚が3～8mmの鋳造体が用いられていることを特徴とするラジアントチューブ。
- [請求項2] 前記ベンド管の前記直管との接続近傍部の肉厚が前記ベンド管の他の部位よりも薄くされていることを特徴とする請求項1に記載のラジアントチューブ。
- [請求項3] 前記ベンド管を複数備え、これら複数の前記ベンド管の全てについて肉厚が3～8mmの鋳造体が用いられていることを特徴とする請求項1または2に記載のラジアントチューブ。
- [請求項4] 前記直管の肉厚が7mm以下とされていることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載のラジアントチューブ。
- [請求項5] 前記直管の前記ベンド管との接続近傍部の肉厚が前記直管の他の部位よりも薄くされていることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載のラジアントチューブ。
- [請求項6] 前記直管として肉厚が前記ベンド管の肉厚を上回る鋳造体が用いられていることを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載のラジアントチューブ。

[図1]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/058158

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23D14/12 (2006.01) i, F23C3/00 (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)

F23D14/12, F23C3/00, C21D1/34

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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         | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 54764/1984 (Laid-open No. 169255/1985)<br>(Nippon Steel Corp., Ohira Kinzoku Kogyo Kabushiki Kaisha),<br>09 November 1985 (09.11.1985),<br>page 1, line 16 to page 2, line 3<br>(Family: none) | 1-6                   |
| Y         | JP 4-293748 A (Kubota Corp.),<br>19 October 1992 (19.10.1992),<br>paragraphs [0010], [0012]<br>(Family: none)                                                                                                                                                                                               | 1-6                   |

☒ 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 May, 2012 (14.05.12)Date of mailing of the international search report  
29 May, 2012 (29.05.12)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/058158

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 2-152190 A (Kanthal AB.),<br>12 June 1990 (12.06.1990),<br>page 3, upper right column, lines 9 to 18<br>(Family: none)         | 1-6                   |
| Y         | JP 2003-65503 A (Osaka Gas Co., Ltd.),<br>05 March 2003 (05.03.2003),<br>paragraphs [0015] to [0016]; fig. 1, 2<br>(Family: none) | 2, 5                  |
| Y         | JP 5-285533 A (Kubota Corp.),<br>02 November 1993 (02.11.1993),<br>paragraph [0003]<br>(Family: none)                             | 6                     |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F23D14/12(2006.01)i, F23C3/00(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 (I P C))

Int.Cl. F23D14/12, F23C3/00, C21D1/34

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 | 1971-2012年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2012年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2012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               | 日本国実用新案登録出願 59-54764 号 (日本国実用新案登録出願公開 60-169255 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (新日本製鐵株式会社, 太平金属工業株式会社) 1985.11.09, 第1頁第16行-第2頁第3行 (ファミリーなし) | 1-6            |
| Y               | JP 4-293748 A (株式会社クボタ) 1992.10.19, 段落【0010】, 【0012】 (ファミリーなし)                                                                                  | 1-6            |

☒ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.05.2012

国際調査報告の発送日

29.05.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A/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)

後藤 泰輔

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

3 T

4647

| 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 |
| Y                     | JP 2-152190 A (カンタール・アクチボラグ)<br>1990.06.12, 第3頁右上欄第9-18行 (ファミリーなし)           | 1-6            |
| Y                     | JP 2003-65503 A (大阪瓦斯株式会社)<br>2003.03.05, 段落【0015】 - 【0016】, 第1,2図 (ファミリーなし) | 2,5            |
| Y                     | JP 5-285533 A (株式会社クボタ)<br>1993.11.02, 段落【0003】 (ファミリーなし)                    | 6              |