

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-145529

(P2014-145529A)

(43) 公開日 平成26年8月14日(2014.8.14)

|                                |               |             |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                   | F 1           | テーマコード (参考) |
| <b>F 2 7 D</b> 1/10 (2006.01)  | F 2 7 D 1/10  | 4 G 0 3 3   |
| <b>C 0 4 B</b> 35/66 (2006.01) | C 0 4 B 35/66 | 4 K 0 5 1   |

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 特願2013-14504 (P2013-14504)<br>(22) 出願日 平成25年1月29日 (2013. 1. 29) | <p>(71) 出願人 000006655<br/>新日鐵住金株式会社<br/>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号</p> <p>(74) 代理人 100095957<br/>弁理士 亀谷 美明</p> <p>(74) 代理人 100096389<br/>弁理士 金本 哲男</p> <p>(74) 代理人 100101557<br/>弁理士 萩原 康司</p> <p>(74) 代理人 100128587<br/>弁理士 松本 一騎</p> <p>(72) 発明者 河野 幸次<br/>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p> |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

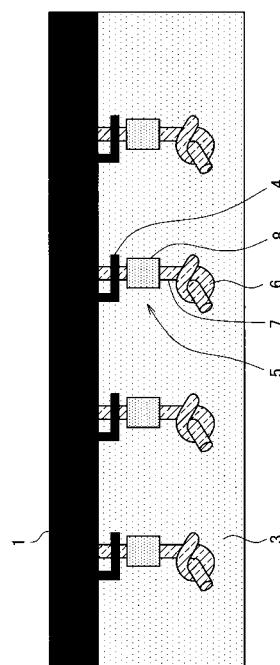
(54) 【発明の名称】 不定形耐火物構造体、及び、耐熱繊維製支持材

## (57) 【要約】

【課題】金属製支持材を用いることで生じる耐火物の亀裂の発生や熱損失の増大化の問題を低減できる不定形耐火物構造体、及び、それに用いる耐熱繊維製支持材を提供することを目的とする。

【解決手段】不定形耐火物 3 と、前記不定形耐火物 3 を支持する支持体 1 と、前記支持体 3 に接続された状態で前記不定形耐火物 3 の内部に埋設される耐熱繊維製支持材 5 とを備えた不定形耐火物構造体において、前記耐熱繊維製支持材 5 は、無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープ 7 を有することを特徴とする。

【選択図】 図 1 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

不定形耐火物と

前記不定形耐火物を支持する支持体と、

前記支持体に接続された状態で前記不定形耐火物の内部に埋設される耐熱繊維製支持材と、

を備え、

前記耐熱繊維製支持材は、無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープを有することを特徴とする、不定形耐火物構造体。

## 【請求項 2】

前記無機質長繊維は、 $Al_2O_3$  質、 $SiO_2$  質、 $Al_2O_3-SiO_2$  質、 $Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3$  質のうち 1 種又は 2 種以上の材質からなることを特徴とする、請求項 1 に記載の不定形耐火物構造体。

## 【請求項 3】

前記耐熱繊維ロープは、硬化剤にて硬化されていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の不定形耐火物構造体。

## 【請求項 4】

前記耐熱繊維製支持材は、

前記耐熱繊維ロープと、

前記耐熱繊維ロープと前記支持体を接続する接続部材と、

を有することを特徴とする、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の不定形耐火物構造体。

## 【請求項 5】

前記耐熱繊維ロープは、環状部を有することを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の不定形耐火物構造体。

## 【請求項 6】

前記耐熱繊維ロープは、結び目を有することを特徴とする、請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の不定形耐火物構造体。

## 【請求項 7】

前記接続部材は、前記支持体に固定される金属環からなり、

前記金属環の内部に前記耐熱繊維ロープが挿入及び密着されることを特徴とする、請求項 4 に記載の不定形耐火物構造体。

## 【請求項 8】

前記耐熱繊維ロープに前記不定形耐火物の荷重が作用する方向と、前記耐熱繊維ロープが前記金属環から引き抜かれる方向とが異なることを特徴とする、請求項 7 に記載の不定形耐火物構造体。

## 【請求項 9】

不定形耐火物の内部に埋設され、前記不定形耐火物を支持する支持体に接続される耐熱繊維製支持材であって、

無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープと、

前記耐熱繊維ロープと前記支持体を接続する接続部材と、

を備えることを特徴とする、耐熱繊維製支持材。

## 【請求項 10】

前記接続部材は、前記支持体に固定される金属環からなり、

前記金属環の内部に前記耐熱繊維ロープが挿入及び密着されることを特徴とする、請求項 9 に記載の耐熱繊維製支持材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、不定形耐火物構造体、及び、それに使用する耐熱繊維製支持材に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

製鉄所などにおいて高温下で使用される各種工業炉や設備には、使用環境や必要とされる機能に応じて耐火煉瓦や不定形耐火物、セラミックファイバーなど各種耐火物が施工されている。近年、その中でも施工や形状の自由度、品質の高性能化から不定形耐火物（キャストブル、プラスチック等）の使用率が増大している。

## 【0003】

不定形耐火物内部には、通常、アンカー又はスタッドと呼ばれるL形、V形、Y形などに加工された金属製支持材が埋設され、当該金属製支持材の端部は、不定形耐火物の支持体である鉄皮やパイプに固定される。この金属製支持材は、不定形耐火物が鉄皮やパイプ等から剥離、脱落するのを防止したり、亀裂の伸展を抑制したりする役割を果たしている。

## 【0004】

また、金属製支持材以外を支持材に使用する場合もある。その一例として、アルミナ質、ムライト質、炭化珪素質等からなるセラミックスピンを支持材に使用することが提案されている（特許文献1）。

## 【0005】

不定形耐火物構造体は、前述の不定形耐火物及び支持材からなる構造体のことで、鉄皮やパイプ等の支持体に耐熱性や断熱性を付与した構造体のことである。当該支持体としては、例えば、鉄鋼プロセスの中では、加熱炉の炉殻やスキッドの水冷パイプ、二次精錬の浸漬管、ガス吹き込み用のランス等が挙げられる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開平10-197161号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

一般的な不定形耐火物構造体では、高温に曝される耐火物の稼働面近くに金属製支持材が存在することになる。金属は熱間での膨張率が耐火物よりも大きいため、金属製支持材と不定形耐火物との膨張差により不定形耐火物の亀裂発生の原因になることや、熱伝導率が高いために金属製支持材を通じて熱が炉殻鉄皮や水冷パイプ等に逃げることで、大きな熱損失が生じるといった問題があった。また、金属製支持材を酸化雰囲気下で長期間使用した場合、金属の酸化により支持材の強度劣化が生じ、不定形耐火物の保持力が低下し、特に支持材の先端部から不定形耐火物が剥離するといった問題点もあった。

## 【0008】

工業炉の不定形耐火物施工には、炉の大きさや構造によって違いはあるが、数千から数万さらには数十万本もの金属製支持材が使用されている。

## 【0009】

高温下で稼働後の不定形耐火物を観察すると、金属製支持材が設置された位置から亀裂が発生している状況を多く見受けることができる。亀裂が伸展し、個々が繋がることで不定形耐火物の剥離・脱落の危険性が高くなる。よって、亀裂の発生量が不定形耐火物構造体の寿命を決定付ける一要因となっている。

## 【0010】

また、既に述べたように、金属製支持材の代わりにセラミックピンを支持材として使用することが提案されている（特許文献1）。しかしながら、セラミックスピンを使用した場合、セラミックスピンを支持体に対して溶接できないため、支持材と支持体の固定が難

10

20

30

40

50

しいといった問題点がある。特許文献1では、固定方法として無機質接着剤を使用しているが、無機質接着剤は接着強度が低いため、重量物を支持できない。更に、セラミックスピンは折れやすいといった欠点もある。これらの理由より、セラミックスピンからなる支持材は、実情ほとんど使用されていない。

#### 【0011】

そこで、本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、金属製支持材を用いることで生じる不定形耐火物の亀裂の発生や熱損失の増大化の問題を低減できる不定形耐火物構造体、及び、それに用いる耐熱繊維製支持材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】

#### 【0012】

本願発明者等は、上述の金属製支持材の欠点を鑑みて、耐熱繊維の特性に着目し支持材へ適用することで、前述の金属製支持材を使用することで生じる弊害を解決できると考えた。

#### 【0013】

金属と不定形耐火物に使用されるセラミックスとでは、熱膨張係数が大きく異なり、金属の方が一般的により大きな値をとる。よって、熱間では金属製支持材と不定形耐火物とでは膨張量に差が生じ、金属が大きく伸長する際に内部応力が発生し、不定形耐火物の亀裂発生の大きな要因となっている。このため、金属製支持材の膨張代を設けるために、支持材表面に樹脂コーティングやビニールテープを巻き付けて施工し、昇温時に焼き飛ばすことで、不定形体耐火物に埋設された金属製支持材の周囲に空間を確保しているほどである。

#### 【0014】

一方、耐熱繊維は、不定形耐火物と同様に無機材料であり、熱膨張係数が低く、さらに弾性率も低いので、不定形耐火物内に耐熱繊維支持材を埋設しても、両者の膨張差により内部応力が発生しにくい。

#### 【0015】

通常、金属製支持材に使用される材質のSUS鋼や耐熱鋳鋼の熱伝導率が15～50W/mK程度であるのに対して、アルミナ長繊維に代表される耐熱繊維の熱伝導率は0.1W/mK程度である。金属の端部を指で持ち、もう一方を火炎で炙れば、たちまち持つことが出来なくなるが、同様のことを耐熱繊維で行っても持ち続けることが出来ることから、その違いは明白である。

#### 【0016】

また、耐熱繊維は主に $Al_2O_3$ や $SiO_2$ といった酸化物で構成されるため、高温酸化雰囲気下における長期間の使用においても、金属とは異なり、酸化により劣化することはない。

#### 【0017】

そこで発明者等は鋭意検討した結果、無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープを支持材に適用することで、不定形耐火物の亀裂の発生の抑制や、支持材を通じた抜熱量の低減が達成できることを見出して、本発明を為すに至った。

#### 【0018】

本発明の要旨は以下の通りである。

#### 【0019】

(1) 不定形耐火物と、前記不定形耐火物を支持する支持体と、前記支持体に接続された状態で前記不定形耐火物の内部に埋設される耐熱繊維製支持材と、を備え、前記耐熱繊維製支持材は、無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープを有することを特徴とする、不定形耐火物構造体。

#### 【0020】

(2) 前記無機質長繊維は、 $Al_2O_3$ 質、 $SiO_2$ 質、 $Al_2O_3-SiO_2$ 質、 $Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3$ 質のうち1種又は2種以上の材質からなるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

## 【0021】

(3) 前記耐熱繊維ロープは、硬化剤にて硬化されているようにしてもよい。

## 【0022】

(4) 前記耐熱繊維製支持材は、前記耐熱繊維ロープと、前記耐熱繊維ロープと前記支持体を接続する接続部材と、を有するようにしてもよい。

## 【0023】

(5) 前記耐熱繊維ロープは、環状部を有するようにしてもよい。

## 【0024】

(6) 前記耐熱繊維ロープは、結び目を有するようにしてもよい。

## 【0025】

(7) 前記接続部材は、前記支持体に固定される金属環からなり、前記金属環の内部に前記耐熱繊維ロープが挿入及び密着されるようにしてもよい。

## 【0026】

(8) 前記耐熱繊維ロープに前記不定形耐火物の荷重が作用する方向と、前記耐熱繊維ロープが前記金属環から引き抜かれる方向とが異なるようにしてもよい。

## 【0027】

(9) 不定形耐火物の内部に埋設され、前記不定形耐火物を支持する支持体に接続される耐熱繊維製支持材であって、無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープと、前記耐熱繊維ロープと前記支持体を接続する接続部材と、を備えることを特徴とする、耐熱繊維製支持材。

## 【0028】

(10) 前記接続部は、前記支持体に固定される金属環からなり、前記金属環の内部に前記耐熱繊維ロープが挿入及び密着されるようにしてもよい。

## 【発明の効果】

## 【0029】

本発明を適用することで、金属製支持材が原因となる不定形耐火物の亀裂発生を抑制できるため、不定形耐火物構造体の耐用を上げることが可能である。また、耐熱繊維製支持材は熱伝導率が低いため、不定形耐火物構造体からの熱損失を低減できる。

以上の効果により、熱損失エネルギーを減少することによるコストダウン化や省エネルギー化、不定形耐火物構造体の寿命向上に貢献することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0030】

【図1】不定形耐火物構造体を示す図である。

【図2】耐熱繊維製支持材を用いた不定形耐火物構造体を表す図である。

【図3】耐熱繊維製支持材の結び目部を表す図である。

【図4】耐熱繊維ロープと金属環から構成される耐熱繊維製支持材を表す図である。

【図5】耐熱繊維ロープと金属環から構成される耐熱繊維製支持材を表す図である。

【図6】耐熱繊維ロープと金属環から構成される耐熱繊維製支持材を表す図である。

【図7】耐熱繊維ロープと金属環から構成される耐熱繊維製支持材を表す図である。

【図8】耐熱繊維製支持材を表す図である。

【図9】スキッドを表す図である。

【図10】スキッドポストの構造を表す図である。

【図11】耐熱繊維製支持材を用いた不定形耐火物構造体を表す図である。

【図12】耐熱繊維製支持材を用いた不定形耐火物構造体を表す図である。

【図13】耐熱繊維製支持材を用いた不定形耐火物構造体を表す図である。

【図14】金属製支持材を用いた不定形耐火物構造体を表す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0031】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態に係る耐熱繊維製支持材、及びそれを用いた不定形耐火物構造体について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面

10

20

30

40

50

において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

#### 【0032】

本発明の実施形態に係る耐熱繊維製支持材を用いた不定形耐火物構造体を説明する前に、先ずは、従来の金属製支持材を用いた不定形耐火物構造体について説明する。

#### 【0033】

一般的に、不定形耐火物構造体は、図1に示すように、基本構造として、支持体1と、当該支持体1に対して溶接等で固定された金属のスタッドやアンカーのような金属製支持材2と、不定形耐火物3から構成される。

#### 【0034】

また、支持体1を被覆する耐火物は単層または、複層からなり、不定形耐火物3の他にセラミックスファイバーや断熱ボード、断熱シート等の定形耐火物が併用される場合もある。ここでいう支持体1とは、金属やセラミックス製の部材を組み合わせでできた構造体で、炉殻、パイプ、梁、柱等が挙げられる。例えば、鉄鋼プロセスに用いられる支持体1としては、加熱炉の炉殻、スキッドの水冷パイプ、二次精錬の浸漬管、又はガス吹き込み用のランス等が挙げられる。

#### 【0035】

また、不定形耐火物構造体は、支持体1に溶接等にて一定間隔で支持材2を固定し、その後、周囲に設置された任意の形状の型枠に不定形耐火物を流し込み、養生・乾燥させることで施工され、かかる施工後に、各設備の実機で不定形耐火物構造体を使用される。

#### 【0036】

本発明の実施形態に係る耐熱繊維製支持材は、上記金属のスタッドやアンカーのような金属製支持材2に替わるものである。また、本実施形態に係る不定形耐火物構造体は、当該耐熱繊維製支持材を用いて構築した不定形耐火物構造体であり、支持材が異なる以外は、上記一般的な不定形耐火物構造体と同様の構成および用途を適用できる。すなわち、本実施形態に係る不定形耐火物構造体は、支持体1、耐熱繊維製支持材、及び、不定形耐火物3から構成される。

#### 【0037】

ここで、耐熱繊維とは、耐熱性を有する無機質長繊維のことであって、例えば、構成される化学成分が $Al_2O_3$ 質、 $SiO_2$ 質、 $Al_2O_3-SiO_2$ 質、 $Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3$ 質のうち1種又は2種以上である、長繊維（連続繊維）である。当該耐熱繊維は、金属製支持材では熱損失の増加や強度の低下が生じる様な、例えば600℃以上、更には、1000℃以上の高温下でも、耐熱性、強度を有する。耐熱繊維の材質が、 $Al_2O_3$ 質、 $SiO_2$ 質、 $Al_2O_3-SiO_2$ 質、 $Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3$ 質のうち1種又は2種以上であれば、このような耐熱条件を満たすことから、好ましい。特に、 $Al_2O_3-SiO_2$ 質は、耐高温性、コストパフォーマンス等に優れるので、より好ましい。 $Al_2O_3-SiO_2$ 質の中でも、 $Al_2O_3$ が72質量%、 $SiO_2$ が28質量%なる組成の耐熱繊維は、手に入れやすく、コストパフォーマンスがよい。また、 $Al_2O_3$ が90質量%、 $SiO_2$ が10質量%の耐熱繊維は、より耐熱性に優れている。

#### 【0038】

この耐熱繊維は、複数本まとめて撚ってヤーンとすることができ、更に当該ヤーンを複数束ねてロープ状に加工することが必要である。これにより、本実施形態に係る耐熱繊維製支持材の要部である耐熱繊維ロープが製造される。

#### 【0039】

また、上述のような、 $Al_2O_3$ 質、 $SiO_2$ 質、 $Al_2O_3-SiO_2$ 質、 $Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3$ 質のうちの2種以上の耐熱繊維を使用して、耐熱繊維ロープを製造すれば、例えば、耐熱繊維ロープの芯と外層とで材質を分けるような、多層構造とすることができる。

#### 【0040】

また、他の材質でも、無機質長繊維でロープ状にすることができる耐熱繊維を用いて耐

10

20

30

40

50

熱繊維ロープを製造すれば、当該耐熱繊維ロープをあまり高温にならないような箇所に使用することは可能である。例えば、炭素繊維や、 $Al_2O_3-SiO_2-CaO$ 質、 $CaO-SiO_2$ 質等の繊維を適用可能である。

#### 【0041】

以下に、図2～図8を参照して、本発明の好適な実施の形態に係る耐熱繊維製支持材を用いた不定形耐火物構造体について詳細に説明する。

#### 【0042】

本実施形態に係る耐熱繊維製支持材5は、耐熱繊維ロープ7のみから構成されてもよいし（図2参照。）、又は、耐熱繊維ロープ7と接続部とから構成されてもよい（図4～図5参照。）。接続部は、耐熱繊維ロープと支持体1とを接続する機能を有するもので、後述する金属環8などがこれに該当する。耐熱繊維ロープ7は、上記耐熱繊維を用いて組紐されたロープ状の形態を有する。組紐の種類としては、8打ち、16打ち、金剛打ち等が挙げられるが、特にその種類に限定されることはない。スリーブ等の中空形状でも適用可能であるが、好ましくはロープ内に空間ができるだけ少ないものが良い。

#### 【0043】

耐熱繊維ロープ7が、不定形耐火物3の支持材としての強度を担保するには、耐熱繊維ロープ7の材質として長繊維を用いることが必須である。短繊維を使用した場合でも、ロープ形状に組紐することは可能ではあるが、繊維が絡み合っているだけで容易に引き抜けるため、支持材としての機能を果たさない。長繊維を用いた場合、支持材として必要な引張強度はロープ径を変化させることで調整可能である。なお、長繊維とは、繊維長がm（メートル）オーダー以上（通常はkm（キロメートル）オーダー以上が多い）のものであり、繊維長が1～50mm程度である短繊維とは区別される。

#### 【0044】

本実施形態において、耐熱繊維製支持材5を支持体1へ固定する方法としては、例えば、図2に示すように支持体1に予め設置したL字形のピン4（支持体1側に既設されていることから、本実施形態において、ピン4は、支持体1の一部を構成するものであり、耐熱繊維製支持材5の構成要素ではないものとする）に環状にした耐熱繊維ロープ7（このケースでは耐熱繊維製支持材5そのもの）を引っ掛ける方法や、支持体1の天井等の梁を利用して耐熱繊維ロープを結び付ける等の方法が利用可能である。

#### 【0045】

耐熱繊維ロープ7は柔軟性を有するために、不定形耐火物3を施工する際、耐熱繊維ロープ7が不定形耐火物3の荷重を受けて荷重方向に垂れ下がってしまう、不定形耐火物3内で湾曲する、折れ曲がる等の可能性がある。これらの現象は、支持材の役割を低減させるものである。

#### 【0046】

したがって、施工時に、耐熱繊維ロープ7を構成する耐熱繊維が予め硬化剤にて硬化され、常温で耐熱繊維ロープ7の強度が発現している状態が好ましい。ここでいう強度とは、施工時に耐熱繊維ロープ7が不定形耐火物3の荷重により垂れ下がる、湾曲する、折れ曲がるといった変形に耐えうることを指す。硬化剤としては、昇温過程で揮発するような市販品の油性ニス等の樹脂が挙げられる。型枠等を用いて耐熱繊維ロープ7を固定し、硬化剤を用いて耐熱繊維ロープ7を硬化させることで、任意の形状に耐熱繊維ロープ7を成型することも可能となる。

#### 【0047】

また、高温域で炭化して強度を維持できるようなフェノール樹脂、コールタールピッチや高温域でガラス質のネットワークを形成するリン酸、リン酸塩、ケイ酸塩、シリカゾル、アルミナゾル等を硬化剤に用いても良い。

#### 【0048】

耐熱繊維はその構造上内部に多くの空間を有しており、多くの水分を含有することが可能である。不定形耐火物3の品質精度を決定付ける要素の一つに添加水分量が挙げられるが、耐熱繊維を用いた場合、前述の理由により、水分が耐熱繊維に奪われ、不定形耐火物

3の流動性がなくなる。硬化剤の使用は、耐熱繊維内の空間を埋める効果があるので、水分が耐熱繊維に含水されることを防ぐという効果も発揮するようになる。よって、硬化剤を用いることで不定形耐火物3の品質精度を下げることなく施工することが可能となる。

#### 【0049】

また、図2に示すように、耐熱繊維ロープ7の両端を接続し、環状の耐熱繊維ロープ7を不定形耐火物3内に埋設することで、直線状の耐熱繊維ロープを埋設する場合よりも、耐熱繊維ロープ7が不定形耐火物3をより効果的に支持できる。なお、耐熱繊維ロープ7の環状部を設ける場合、図2に示すように、耐熱繊維ロープ7の全体を環状にしてもよいし、後述する図5～図7のように、耐熱繊維ロープ7の少なくとも一部を環状にしてもよい。この耐熱繊維ロープ7の環状部の設置数は、1つ又は2つ以上の任意の数であってよい。例えば、環状部の設置数が2つであれば、耐熱繊維ロープ7は8の字形となる。

10

#### 【0050】

また、図3に示すように耐熱繊維ロープ7の任意の位置で結んで結び目6を設けることで、結び目6が抵抗部となり、耐熱繊維製支持材5が不定形耐火物3をより効果的に支持することができる。結び目6の数は、特に限定されることはなく、一つの耐熱繊維ロープに対して1つ又は2つ以上の結び目6を設けても良い。

#### 【0051】

特に天井壁に耐熱繊維製支持材5を使用する際、耐熱繊維製支持材5には常に不定形耐火物3の荷重が作用した状態となる。耐熱繊維ロープ7の形状が直線状の場合、耐熱繊維ロープ7と不定形耐火物3の引っかかりが少なく、耐熱繊維製支持材5は、ほぼ摩擦抵抗だけで不定形耐火物3の荷重を支えることになる。従って、耐熱繊維ロープ7と不定形耐火物3との間の剥離が生じ易く、最悪の場合、不定形耐火物3が落下するおそれがある。一方、耐熱繊維ロープ7に結び目6を設けることで、耐熱繊維ロープ7は結び目6で荷重を受けることができ、効果的に不定形耐火物3を支持することが可能となる。

20

#### 【0052】

本実施形態に係る不定形耐火物構造体を各種工業炉や設備に適用する際、鉄皮や水冷パイプ等の金属から成る支持体1に耐熱繊維製支持材5を固定する場合が多い。施工性や鉄皮との接着強度を考慮すると、耐熱繊維製支持材5は、耐熱繊維ロープ7と金属製の接続部材とから構成され、当該金属製の接続部材を鉄皮等の金属製の支持体1に溶接して固定することが好ましい。このように支持体1に対して溶接にて固定可能な材質の接続部材により耐熱繊維ロープ7の一端部若しくは両端部を挟持した状態で、当該接続部材を支持体1に固定することにより、耐熱繊維ロープ7を支持体1に取り付けることができる。

30

#### 【0053】

例えば、図4に示すように、金属製の接続部材として金属環8を用いて、当該金属環8の内部に耐熱繊維ロープ7の一端部を挿入及び密着させることが好ましい。金属環8は、内部に貫通孔を有する環状の金属部材であり、当該金属環8の貫通孔に挿入した耐熱繊維ロープ7の端部をかしめることが可能なものである。この金属環8は、支持体1に対して容易に溶接して固定できる。かかる金属環8又は折り曲げた金属板で耐熱繊維ロープ7の端部を囲み、プレスして耐熱繊維ロープ7と金属環8等を圧着させて、圧着部9を形成する。このようにして、不定形耐火物3内で耐熱繊維製支持材5に荷重や熱応力がかかった際でも、耐熱繊維ロープ7の端部が金属環8等の接続部材から容易に引き抜けない構造の耐熱繊維製支持材5とすることが好ましい。

40

#### 【0054】

より好ましくは、図5に示すように、耐熱繊維ロープ7を環状に折り返し、その両端部を揃えて、接続部材となる金属環8や折り曲げた金属板で囲み、プレスして圧着させた構造が良い。耐熱繊維ロープ7を環状にすることで、図4のような耐熱繊維ロープ7が直線状の場合と比較して、不定形耐火物3との接触面積が増すので、不定形耐火物3と耐熱繊維ロープ7の摩擦力も増すとともに、耐熱繊維ロープ7の形状安定性も増すといった効果がある。ここでいう形状安定性とは、不定形耐火物3の施工時において耐熱繊維ロープ7の元の形状からの変形が少ないことを指す。また、不定形耐火物3が環状の耐熱繊維ロープ

50

7を跨いで存在することになるため、耐熱繊維ロープ7は、不定形耐火物3の荷重を面で受けることができ、より大きな荷重を受けることが可能となる。

【0055】

図5の実施形態も、図4の実施形態と同様に、金属製の接続部材を鉄皮等の金属製の支持体1に溶接して、耐熱繊維製支持材5を支持体1に固定することが好ましい。例えば、炉殻鉄皮やパイプ等の支持体1における不定形耐火物3を施工する部位に対して、上記耐熱繊維ロープ7の端部が圧着された金属環8の端部を溶接して固定することが好ましい。このように耐熱繊維製支持材5を支持体1に固定した後は、通常金属製支持材2と同様に、不定形耐火物3を施工することが可能である。本手法を用いれば、金属製支持材2と同様の溶接作業を行うのみなので、支持部材の設置作業効率は同じである。

10

【0056】

また、直接、耐熱繊維製支持材5の接続部材を支持体1に溶接するのではなく、別途の固定部材を用いて、接続部材を支持体1に間接的に固定してもよい。例えば、図6に示すように、予めねじ山のついたボルト10を鉄皮等の支持体1に溶接しておき、当該ボルト10に対応する内溝を備える金属環8を使用した耐熱繊維製支持材5を、ボルト10に螺合させることで、両者を固定しても良い。

【0057】

更にまた、図5の実施形態では、耐熱繊維ロープ7の金属環8との接続部において、耐熱繊維ロープ7に不定形耐火物3の荷重が作用する方向と、耐熱繊維ロープ7が金属環8から引き抜かれる方向が同一方向である。これに対し、図7に示す実施形態では、耐熱繊維ロープ7に不定形耐火物3の荷重が作用する方向（図の上下方向）と、耐熱繊維ロープ7が金属環8から引き抜かれる方向（図の左右方向）とが異なる。これにより、金属環8から耐熱繊維ロープ7が抜けにくくなり、支持材として高耐用化につながるから好ましい。特に、図7に示すように、上記異なる方向が垂直になるような形状とすると、耐熱繊維ロープ7を金属環8からより抜けにくくすることができ、より好ましい。この場合、例えば、耐熱繊維ロープ7の両端部を、金属環8の左右両側に形成された開口部にそれぞれ挿入し、金属環8の中心部でロープの両端部が重なるようにセットし、その後、当該中心部をかしめることで、耐熱繊維ロープ7と金属環8を接続することができる。

20

【0058】

なお、耐熱繊維ロープ7は、上述した環状の他にも、図8に示すように1本の直線状や、複数本の枝状等の形状でも良く、上記形状に限定されるものではない。この際、耐熱繊維ロープ7と不定形耐火物3の接触面積が大きい方が、不定形耐火物3と耐熱繊維ロープ7の摩擦力も増すので、耐熱繊維製支持材5は不定形耐火物3を効果的に支持することが可能である。

30

【0059】

また、本実施形態に係る耐熱繊維製支持材5は、他の従来の支持材と併用しても良い。例えば、天井等の支持材に不定形耐火物3の荷重が大きくかかる場合は、保持力の比較的高い金属製支持材やハンガー煉瓦と併用して耐熱繊維製支持材を使用した構造とすることもできる。

【0060】

本実施形態に係る耐熱繊維製支持材5、及び、それを用いた不定形耐火物構造体は、各工業炉や設備において、従来の金属製支持材、及び、それを用いた不定形耐火物構造体を適用していた箇所に、適用することができる。また、本実施形態に係る耐熱繊維製支持材5は、金属製支持材を従来用いていた位置に、これに置き換えて（全量又は一部）適用することが可能である。特に、水冷又は空冷で支持体1や支持体の冷却を行っている場合は、耐熱繊維製支持材5は金属製支持材に比べて炉体からの損失熱が低下するので効果的である。

40

【0061】

このような設備の例として鋼片の圧延用加熱炉のスキッドが挙げられる。スキッドとは、加熱炉内で鋼片を支持・搬送するための設備である。スキッドは金属製のパイプからな

50

り、熱間強度を保つ目的でパイプ内部が水冷されており、水冷損失を抑制するために外周を耐火断熱材で被覆した構造となっている。この際、水冷パイプの断熱を行わないと、加熱炉から冷却水への抜熱が大きくなり、莫大な熱損失が生じることになる。

#### 【0062】

スキッドの基本構造は図9のように、梁にあたるビーム部11と、柱にあたるポスト部12からなる。例えば、ポスト部12に本実施形態に係る不定形耐火物構造を適用するには、図10に示すように、不定形耐火物3の支持体1である水冷パイプ13に、図7で示すような耐熱繊維製支持材5を溶接し、水冷パイプ13の周囲にこの耐熱繊維製支持材5を包み込むように不定形耐火物3を流し込み施工すればよい。

#### 【実施例】

10

#### 【0063】

以下、本発明の実施例に係る耐熱繊維製支持材及び不定形耐火物構造体について、詳細に説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

#### 【0064】

耐熱繊維には $Al_2O_3$ が72質量%、 $SiO_2$ が28質量%の組成の長繊維をヤーンとしたものを用いた。このヤーンを用いて金剛打ちで直径5mmの耐熱繊維ロープ7に組紐した。耐熱繊維ロープ7の常温での引張強度は50MPaで、1200℃で5時間焼成後の耐熱繊維ロープ7の引張強度は40MPaであった。

#### 【0065】

##### （実施例1）

20

図11に示すように耐熱繊維ロープ7の片端部に結び目6を作り、耐熱繊維ロープ7の抜けを防ぐための抵抗部とした。また、耐熱繊維ロープ7のもう一方の片端部を環状にして、その端部をSUS鋼からなる高さ20mm、内径10mmの金属環8（金属製の接続部材に相当する）に入れ、プレスすることで、耐熱繊維ロープ7のロープ部と金属環8の金属部を圧着させて、耐熱繊維製支持材5を製造した。この際、耐熱繊維製支持材5の高さは140mmとした。予め加熱炉の天井鉄皮（支持体1に相当する。）に設置したL字型ピン4に、支持材5の環状部を入れて固定した。その後、不定形耐火物3を流し込み、養生、乾燥後、厚さ210mmの施工体とした（本発明例1）。

#### 【0066】

上記加熱炉を操業温度1350℃で半年間稼働後に、不定形耐火物3の施工体の状況を確認すると、亀裂等なく本支持材5が加熱炉の実機で問題なく使用できることが確認できた。

30

#### 【0067】

##### （実施例2）

上記の耐熱繊維ロープ7を内径25mmの環状にし、端部をSUS鋼からなる高さ20mm、内径10mmの金属環8に入れ、プレスすることでロープ部と金属部を圧着させて、図5に示す形態の耐熱繊維製支持材5を製造した。さらに、硬化剤として油性ニスを耐熱繊維ロープ7に含浸後、乾燥・硬化させることで、耐熱繊維ロープ7の強度を高めた。

#### 【0068】

耐熱繊維製支持材5を図12に示すように操業温度が1350℃の加熱炉の側壁の内壁鉄皮（支持体1に相当する。）に縦横150mmのピッチで溶接し、210mm厚みで不定形耐火物3を流し込み施工を行った（本発明例2）。

40

#### 【0069】

同様に、図13に示すように、図7に示した形態の耐熱繊維製支持材5を用いて同様の施工を行った。図13に示す耐熱繊維製支持材5は、図12で示した耐熱繊維製支持材5の構成と比較して、金属環8の向きを90°変えた構成である、図13の例では、耐熱繊維ロープ7に不定形耐火物の荷重が作用する方向（左右方向）と、前記耐熱繊維ロープが前記金属環から引き抜かれる方向（上下方向）とが異なる（本発明例3）。

#### 【0070】

さらに、比較のために同条件で図14に示すようにSUS304からなる直径5mmの

50

Y字型の金属製支持材 1 4 (Y形スタッド)を用いて同様の施工を行った(比較例 1)。

【0071】

この際、本発明例 1～3 の各支持材 5 及び比較例 1 の支持材 1 4 の高さは全て、140 mmとした。

【0072】

稼働中の加熱炉の鉄皮の背面温度をサーモビュアにて温度測定すると、耐熱繊維製支持材 5 を用いた本発明例 2、3 の場合は、当該背面温度が 130℃であったのに対して、金属製支持材 1 4 を用いた比較例 1 の場合は、160℃であった。したがって、約 30℃程度の差があり、耐熱繊維製支持材 5 を使用することで、鉄皮からの放散熱換算で約 3 割も熱損失を低減できることが確認できた。

10

【0073】

また、加熱炉の稼働後のそれぞれの不定形耐火物構造体を観察すると、耐熱繊維製支持材 5 を使用した本発明例 2、3 の場合は、稼働面(不定形耐火物 3 の表面)に亀裂は確認できなかったが、金属製支持材 1 4 を使用した比較例 1 の場合は、支持材 1 4 を設置した位置を起点として不定形耐火物 3 に亀裂が発生し、十字形に伸展していた。加熱冷却を繰り返して亀裂が伸展すると、不定形耐火物 3 の剥離・脱落が生じるため、耐熱繊維製支持材 5 を使用することで、不定形耐火物 3 の寿命が向上することが確認できた。

【0074】

また、約 1 年間の実機使用後の耐熱繊維製支持材 5 を回収し、引っ張り試験にて耐熱繊維ロープ 7 を金属環 8 でかしめた部分の強度を測定した。その結果、本発明例 2 は使用前と比較して、強度が 2 割程度低下していたのに対して、本発明例 3 は強度劣化がほぼなかった。したがって、実機において、図 7 の形状の耐熱繊維製支持材 5 の長期的な安定性が確認できた。図 5 に示した形状では、長期間使用した場合には、一部の耐熱繊維ロープ 7 が金属環 8 から抜け落ちる可能性があると考えられる。

20

【0075】

(実施例 3)

上記の耐熱繊維ロープ 7 を内径 25 mm の環状にし、端部を SUS 鋼からなる高さ 20 mm、内径 10 mm の金属環 8 に入れ、プレスすることでロープ部と金属部を圧着させて図 7 に示す形態の耐熱繊維製支持材 5 を製造した。さらに、硬化剤として油性ニスを耐熱繊維ロープ 7 に含浸後、乾燥・硬化させることで、耐熱繊維ロープ 7 の強度を高めた。

30

【0076】

当該耐熱繊維製支持材 5 を図 10 に示すように作業温度が 1350℃の加熱炉のスキッドポストの水冷パイプ 13 に適用した。耐熱繊維製支持材 5 の配列については、水冷パイプ 13 の円周方向に 8 本の支持材 5 を配置し、支持材 5 の高さ方向の間隔を 150 mm 間隔とした。この際、水冷パイプ 13 の周方向に配列される 8 本の耐熱繊維ロープ 7 の環状部 8 の向きを、交互に上下方向及び水平方向とした。また、耐熱繊維製支持材 5 の端部を水冷パイプ 13 の外周面に溶接して固定した。不定耐火物 3 の厚みは 110 mm として流し込み施工を行った(本発明例 4)。

【0077】

また、比較のために同条件で SUS 304 からなる金属製支持材 1 4 (Y形スタッド)にて同様の施工を行った(比較例 2)。

40

【0078】

この際、本発明例 4 の支持材 5 及び比較例 2 の支持材 1 4 の高さはともに 80 mm とした。

【0079】

支持材を図 10 に示すように作業温度が 1350℃の加熱炉のスキッドポストの水冷パイプに適用した。支持材の配列は円周方向に 8 本とし、高さ方向の間隔は 150 mm 間隔とし、支持材は水冷パイプに溶接して固定した。不定耐火物厚みは 110 mm として流し込み施工を行った(本発明例 4)。また、比較のために同条件で SUS 304 からなる金属製支持材(Y形スタッド)にて同様の施工を行った(比較例 2)。この際、各支持材の

50

高さは 80 mm とした。

#### 【0080】

稼働中のスキッドの水冷パイプ 13 内の冷却水の入側と出側の温度差より冷却水抜熱量を算出すると、耐熱繊維製支持材 5 を用いた本発明例 4 の場合は、金属製支持材 14 を用いた比較例 2 と比べて、抜熱量が低減し、燃料原単位  $[Mcal / ton]$  は約 1/2 に下がった。ここで、燃料原単位とは、生産鋼片量 1 ton 当たりの使用エネルギーを表すための指標であり、この燃料原単位が大きいほど、水冷パイプ 13 を介した抜熱量、即ち、エネルギーロスが多いことを意味する。

#### 【0081】

また、比較例 1 の場合と同様に、金属製支持材 14 を使用した比較例 2 では、支持材 14 を設置した位置を起点として不定形耐火物 3 に亀裂が発生したが、耐熱繊維製支持材 5 を使用した本発明例 4 では、稼働面（不定形耐火物 3 の表面）に亀裂は確認されなかった。

10

#### 【0082】

以上の結果から、本発明の適用により、熱損失エネルギーを減少することによるコストダウン化や省エネルギー化、不定形耐火物構造体の寿命向上に貢献できることが確認できた。

#### 【0083】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

20

#### 【符号の説明】

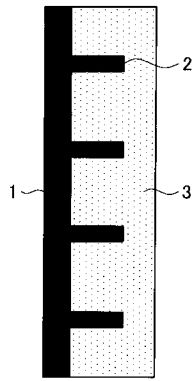
#### 【0084】

- 1 支持体
- 2 支持材（金属製支持材）
- 3 不定形耐火物
- 4 固定用ピン（L 字）
- 5 耐熱繊維製支持材
- 6 結び目
- 7 耐熱繊維ロープ
- 8 金属環
- 9 圧着部
- 10 ボルト
- 11 ビーム部
- 12 ポスト部
- 13 水冷パイプ
- 14 金属製支持材

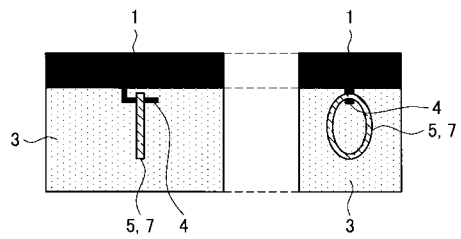
30

40

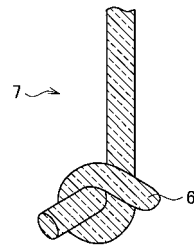
【図 1】



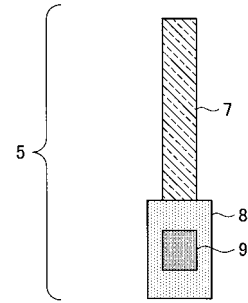
【図 2】



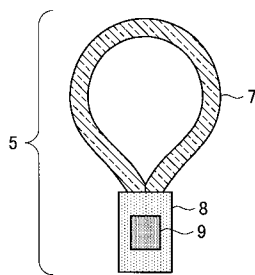
【図 3】



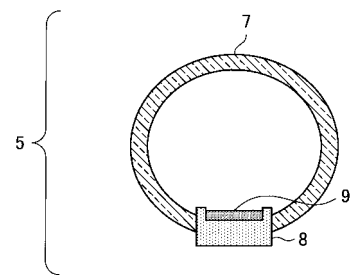
【図 4】



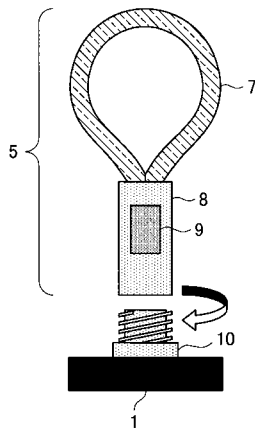
【図 5】



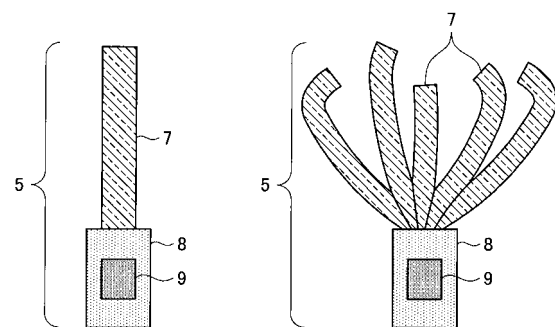
【図 7】



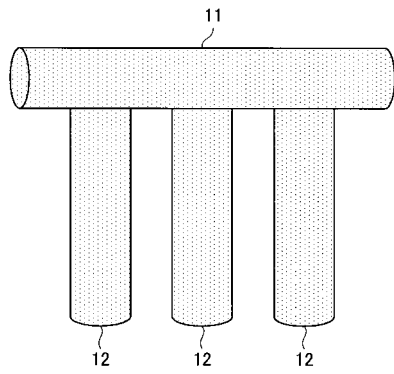
【図 6】



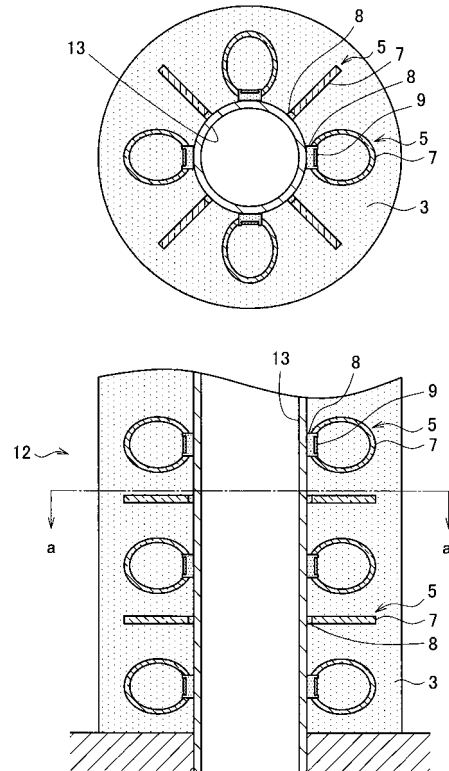
【図 8】



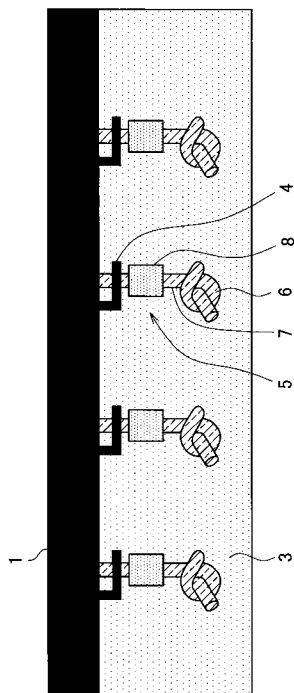
【図 9】



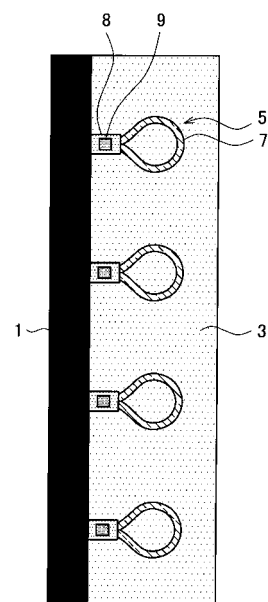
【図 10】



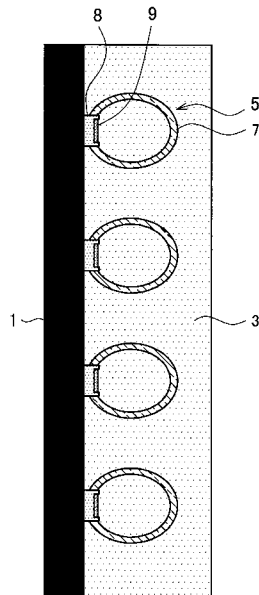
【図 11】



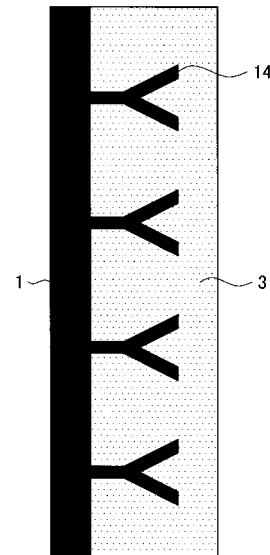
【図 12】



【図 1 3】



【図 1 4】



## 【手続補正書】

【提出日】平成26年5月20日(2014.5.20)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

不定形耐火物と、

前記不定形耐火物を支持する支持体と、

前記支持体に接続された状態で前記不定形耐火物の内部に埋設される耐熱繊維製支持材と、

を備え、

前記耐熱繊維製支持材は、無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープを有し、

前記耐熱繊維ロープは、環状部を有することを特徴とする、不定形耐火物構造体。

【請求項 2】

不定形耐火物と、

前記不定形耐火物を支持する支持体と、

前記支持体に接続された状態で前記不定形耐火物の内部に埋設される耐熱繊維製支持材と、

を備え、

前記耐熱繊維製支持材は、無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープを有し、

前記耐熱繊維ロープは、結び目を有することを特徴とする、不定形耐火物構造体。

【請求項 3】

前記無機質長繊維は、 $Al_2O_3$  質、 $SiO_2$  質、 $Al_2O_3-SiO_2$  質、 $Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3$  質のうち 1 種又は 2 種以上の材質からなることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の不定形耐火物構造体。

【請求項 4】

前記耐熱繊維ロープは、硬化剤にて硬化されていることを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の不定形耐火物構造体。

【請求項 5】

前記耐熱繊維製支持材は、  
前記耐熱繊維ロープと、  
前記耐熱繊維ロープと前記支持体を接続する接続部材と、  
を有することを特徴とする、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の不定形耐火物構造体。

【請求項 6】

前記接続部材は、前記支持体に固定される金属環からなり、  
前記金属環の内部に前記耐熱繊維ロープが挿入及び密着されることを特徴とする、請求項 5 に記載の不定形耐火物構造体。

【請求項 7】

前記耐熱繊維ロープに前記不定形耐火物の荷重が作用する方向と、前記耐熱繊維ロープが前記金属環から引き抜かれる方向とが異なることを特徴とする、請求項 6 に記載の不定形耐火物構造体。

【請求項 8】

不定形耐火物の内部に埋設され、前記不定形耐火物を支持する支持体に接続される耐熱繊維製支持材であって、  
無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープと、  
前記耐熱繊維ロープと前記支持体を接続する接続部材と、  
を備え、  
前記接続部材は、前記支持体に固定される金属環からなり、  
前記金属環の内部に前記耐熱繊維ロープが挿入及び密着されることを特徴とする、耐熱繊維製支持材。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

(1) 不定形耐火物と、前記不定形耐火物を支持する支持体と、前記支持体に接続された状態で前記不定形耐火物の内部に埋設される耐熱繊維製支持材と、を備え、前記耐熱繊維製支持材は、無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープを有し、前記耐熱繊維ロープは、環状部を有することを特徴とする、不定形耐火物構造体。

(2) 不定形耐火物と、前記不定形耐火物を支持する支持体と、前記支持体に接続された状態で前記不定形耐火物の内部に埋設される耐熱繊維製支持材と、を備え、前記耐熱繊維製支持材は、無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープを有し、前記耐熱繊維ロープは、結び目を有することを特徴とする、不定形耐火物構造体。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

(3) 前記無機質長繊維は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  質、 $\text{SiO}_2$  質、 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  質、 $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3$  質のうち1種又は2種以上の材質からなるようにしてもよい。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

(4) 前記耐熱繊維ロープは、硬化剤にて硬化されているようにしてもよい。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

(5) 前記耐熱繊維製支持材は、前記耐熱繊維ロープと、前記耐熱繊維ロープと前記支持体を接続する接続部材と、を有するようにしてもよい。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

(6) 前記接続部材は、前記支持体に固定される金属環からなり、前記金属環の内部に前記耐熱繊維ロープが挿入及び密着されるようにしてもよい。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

(7) 前記耐熱繊維ロープに前記不定形耐火物の荷重が作用する方向と、前記耐熱繊維ロープが前記金属環から引き抜かれる方向とが異なるようにしてもよい。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

(8) 不定形耐火物の内部に埋設され、前記不定形耐火物を支持する支持体に接続される耐熱繊維製支持材であって、無機質長繊維からなる耐熱繊維ロープと、前記耐熱繊維ロープと前記支持体を接続する接続部材と、を備え、前記接続部材は、前記支持体に固定される金属環からなり、前記金属環の内部に前記耐熱繊維ロープが挿入及び密着されることを特徴とする、耐熱繊維製支持材。

—  
【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】削除

【補正の内容】

---

フロントページの続き

(72)発明者 月ヶ瀬 弘樹

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

(72)発明者 石川 隆一

千葉県君津市外箕輪一丁目3番19号

Fターム(参考) 4G033 AA01 AB12 BA01

4K051 BB03 GA03 GA05 GA06