

(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
2013年10月3日(03.10.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/145152 A1

- (51) 国際特許分類:
F27D 1/00 (2006.01) *C04B 35/043* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/058136
- (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
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 梅田 真悟(UMEDA Shingo) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 岸上 公久(KISHIGAMI Teruhisa) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 近藤 正章(KONDO Masaaki) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵

株式会社内 Tokyo (JP). 里吉 泰徳(SATOYOSHI Yasunori) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, 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

[続葉有]

(54) Title: FURNACE WALL STRUCTURE OF MOLTEN METAL CONTAINER AND METHOD FOR CONSTRUCTING FURNACE WALL OF MOLTEN METAL CONTAINER

(54) 発明の名称: 溶湯容器の炉壁構造及び溶湯容器の炉壁施工方法

[図1]

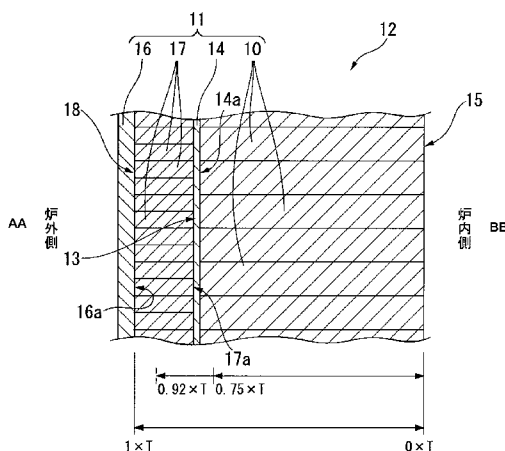


FIG. 1:
AA The outside of a furnace
BB The inside of a furnace

(57) Abstract: This furnace wall structure of a molten metal container contains a heat insulation material which exhibits a thermal conductivity of 0.01 to 0.15 W/(m·K) in a temperature range of 25 to 300°C and which has a melting point of 1000 to 1400°C and a thickness of 2 to 10mm in a position in the longitudinal section view, said position being within a thicknesswise region of 0.75×T to 0.92×T (mm) from the inside surface of a magnesia/carbon refractory toward a steel shell. T is the thickness of the furnace wall exclusive of the steel shell.

(57) 要約: この溶湯容器の炉壁構造は、炉壁を縦断面視して、この炉壁から鉄皮を除いた厚み寸法をT (mm)とした場合に、マグネシア・カーボン耐火物の内面の位置から鉄皮に向かって0.75×T (mm)の位置以上かつ0.92×Tの位置以下の厚み方向範囲内の位置に、25°C~300°Cの範囲での熱伝導率が0.01W/(m·K)以上0.15W/(m·K)以下で、融点が1000°C以上1400°C以下で、厚みが2mm以上10mm以下である断熱材が配置されている。

WO 2013/145152 A1



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー 添付公開書類:

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
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).

明 細 書

発明の名称：溶湯容器の炉壁構造及び溶湯容器の炉壁施工方法 技術分野

[0001] 本発明は、溶湯容器（例えば、転炉、溶銑鍋、溶鋼鍋、電気炉等）の炉壁構造及び溶湯容器の炉壁施工方法に関する。

背景技術

[0002] 溶湯容器である転炉は、酸素吹錬を実施するため、高温環境で用いることになり、転炉の炉壁に用いる耐火物の修理を頻繁に実施できない。そのため、耐火物に高耐用性（耐溶損性、耐摩耗性、耐スポール性）が要求され、その厚みが900mm程度となることが通常である。この耐火物には、一般的に、マグネシア・カーボンれんが（MgO-Cれんが）が使用されている。このマグネシア・カーボンれんがは、マグネシアを含むため高温での耐火性に優れた特性を有すると共に、カーボンを含むため一定の熱伝導率を保持し、しかも炉壁の厚さが厚い場合であっても耐スポール性を備える優れた特性を有する。

[0003] しかし、所定回数の脱炭処理を実施すると、炉壁の耐火物が損耗して残存厚さが薄くなるため、炉壁寿命には限界があり、転炉を休止して新たな耐火物を配置する炉修を行う必要があった。このため、転炉の生産性の向上には、この炉壁寿命を向上させることが重要であり、従来から、寿命延長の技術的な検討が行われていた。例えば、特許文献1には、ホウ素が添加されたマグネシア・カーボンれんがが、また、特許文献2には、ニッケルが添加されたマグネシア・カーボンれんがが、それぞれ開示されている。これらの技術は、添加物によりマグネシア・カーボンれんがを強化し、耐摩耗性や耐スポール性を向上するものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2000-327403号公報

特許文献2：日本国特開2006-21972号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1、2の技術は、転炉の耐火物の寿命延長に一定の効果をもつものの、転炉の使用環境、特に炉壁の厚み方向において温度変化（温度勾配）が大きくなる環境下では、炉壁の厚み方向で見た場合の耐火物に熱膨張差が生じ、耐火物にスポール損傷（スポーリング）が発生する。そのため、延長可能な寿命には限界があり、更なる寿命延長が望まれていた。なお、転炉の稼働率等により転炉炉内の温度変動が大きい場合についても、熱衝撃によるスポール損傷が発生し易く、耐火物の寿命を十分に延長できなかった。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、スポール損傷が発生する使用環境であっても、また溶湯容器内の温度変動が大きくスポール損傷が発生し易い状況でも、耐火物の長寿命化が図れる溶湯容器の炉壁構造及び溶湯容器の炉壁施工方法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

[0007] （1）本発明者らは、上記課題を解決して係る目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、以下を採用するに至った。

本発明の一態様は、マグネシア・カーボン耐火物が内張りされた炉壁を備える溶湯容器の炉壁構造であって、鉄皮と、この鉄皮の内面に内張りされたパーマ耐火物と、このパーマ耐火物の内面に内張りされた断熱材と、この断熱材の内面に内張りされた前記マグネシア・カーボン耐火物とを備え；前記炉壁を縦断面視して、前記炉壁から前記鉄皮を除いた厚み寸法を、ミリメートル単位で T （mm）とした場合に、前記マグネシア・カーボン耐火物の内面の位置から前記鉄皮に向かって $0.75 \times T$ （mm）の位置以上かつ $0.92 \times T$ の位置以下の厚み方向範囲内の位置に、 $25^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ の範囲での熱伝導率が $0.01\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上 $0.15\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下で、融点が 1000°C 以上 1400°C 以下で、厚みが 2mm 以上 10mm 以下で

ある前記断熱材が配置されている。

[0008] (2) 上記(1)に記載の溶湯容器の炉壁構造では、前記マグネシア・カーボン耐火物の炭素量が、0.5質量%以上15質量%以下であってもよい。

[0009] (3) 本発明の他の態様は、マグネシア・カーボン耐火物が内張りされた炉壁を備える溶湯容器の炉壁施工方法であって、鉄皮の内面にパーマ耐火物を内張りする工程と、前記パーマ耐火物の内面に断熱材を内張りする工程と、前記断熱材の内面に前記マグネシア・カーボン耐火物を内張りする工程と、を備え；前記断熱材を内張りする工程で、前記炉壁を縦断面視して、前記炉壁から前記鉄皮を除いた厚み寸法を、ミリメートル単位で $T\text{ mm}$ とした場合に、前記マグネシア・カーボン耐火物の内面の位置から前記鉄皮に向かって $0.75 \times T\text{ (mm)}$ の位置以上かつ $0.92 \times T$ の位置以下の厚み方向範囲内の位置に、 $25^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ の範囲での熱伝導率が $0.01\text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 以上 $0.15\text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 以下で、融点が 1000°C 以上 1400°C 以下で、厚みが 2 mm 以上 10 mm 以下である前記断熱材を配置する。

[0010] (4) 上記(3)に記載の溶湯容器の炉壁施工方法では、前記溶湯容器が転炉であって、この転炉の稼働率が0%を超え70%以下であってもよい。

[0011] (5) 上記(3)又は(4)に記載の溶湯容器の炉壁施工方法では、前記マグネシア・カーボン耐火物に含有される炭素量が、0.5質量%以上15質量%以下であってもよい。

発明の効果

[0012] 上記(1)又は(3)に記載の態様によれば、炉壁の稼働面から $0.75 \times T \sim 0.92 \times T$ の厚み方向範囲内の位置で、かつマグネシア・カーボン耐火物の背面側に、熱伝導率が $0.01 \sim 0.15\text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ の断熱材を配置するので、炉壁の厚み方向において、マグネシア・カーボン耐火物内の温度勾配を小さくできる。これにより、炉壁の厚み方向におけるマグネシア・カーボン耐火物の熱膨張差を小さくできるため、これに起因したスポール損傷を緩和できる。

更に、断熱材に、融点が $1000 \sim 1400^\circ\text{C}$ 、厚みが $2 \sim 10\text{ mm}$ のもの

を使用するため、マグネシア・カーボン耐火物の寿命末期に耐火物厚みが薄くなった場合において、マグネシア・カーボン耐火物を介して伝わる熱により断熱材を溶融できる。これにより、断熱材が存在した領域に空隙を発生させることができるため、熱膨張するマグネシア・カーボン耐火物の鉄皮側への移動が可能となり、稼働面側に発生する応力を低下させて、スポール損傷やマグネシア・カーボン耐火物の稼働面側への脱落を抑制できる。

従って、スポール損傷が発生する使用環境であっても、また溶湯容器内の温度変動が大きくスポール損傷が発生し易い状況でも、マグネシア・カーボン耐火物の損傷をスポール損傷が主体のものではなく、溶損や摩耗が主体のものにできる。このため、終点判定の精度向上が図れ、炉壁に使用するマグネシア・カーボン耐火物の長寿命化が図れる。

[0013] また、上記（２）又は（５）の場合、マグネシア・カーボン耐火物の炭素量が０．５質量％以上１５質量％以下とすることで、酸化消失し易い炭素量を従来よりも減ずることができ、その結果、従来よりもマグネシア・カーボン耐火物の耐溶損性の向上が可能となる。これは、マグネシア・カーボンレンガの鉄皮側に断熱材を配置したことで、炉壁の厚み方向のマグネシア・カーボンレンガ内の温度勾配を小さくでき、従来のように、マグネシア・カーボンレンガの熱伝導率を向上させる機能を有する炭素量を多くする必要がなくなったことによる。

[0014] そして、上記（４）の場合、溶湯容器が転炉であって、転炉の稼働率が０％を超え７０％以下の場合、本発明の効果がより顕著に現れる。転炉の稼働率が低下するということは、転炉が使用されない時間が長くなるということの意味している。つまり、転炉の稼働率が０％を超え７０％以下とは、転炉炉内の温度変動が大きくなり、マグネシア・カーボン耐火物に熱衝撃によるスポール損傷が発生し易くなる状況であるため、本発明の効果がより顕著に現れることになる。

図面の簡単な説明

[0015] [図１]本発明の第１実施形態における溶湯容器の炉壁構造の一部を示す縦断面

図である。

[図2A]転炉の稼働率が70%以下の場合に断熱材の有無が耐火物の損耗速度に及ぼす影響を示したグラフである。

[図2B]転炉の稼働率が70%超の場合に断熱材の有無が耐火物の損耗速度に及ぼす影響を示したグラフである。

[図3]本発明の第1実施形態における溶湯容器の全体図である。

発明を実施するための形態

[0016] 本発明の一実施形態における溶湯容器の炉壁構造及び溶湯容器の炉壁施工方法について、図面を参照しながら以下に説明する。

図3に示すように、本実施形態の転炉（溶湯容器の一例）は、製鉄所等の設備の1つで、鉄や銅などの金属精錬専用の炉である。転炉の外部は、鋼鉄で作られていて、内部は高熱や衝撃に耐える耐火れんがで内張りされている。転炉の形は、樽型やセイヨウナシ型である。軸が取り付けられていて、前後に自由に回転できる。溶銑の注入や溶鋼の取り出しは炉を傾けて、精錬時は炉を立てた状態で使用する。

図1に示すように、本実施形態の溶湯容器の炉壁構造は、マグネシア・カーボンれんが（マグネシア・カーボン耐火物の一例）10が内張りされた炉壁11を備える転炉12の炉壁構造であり、マグネシア・カーボンれんが（MgO-Cれんが）10の背面13側に断熱材14を配置して、マグネシア・カーボンれんが10の長寿命化を図るものである。なお、マグネシア・カーボンれんが10の背面13側とは炉外側であり、炉壁11の稼働面15側、即ちマグネシア・カーボンれんが10の溶鋼接触面（溶湯接触面）側である炉内側の反対側である。以下、詳しく説明する。

[0017] 転炉の炉壁耐火物に使用されるマグネシア・カーボンれんがの損傷要因は、一般的に、溶損、摩耗、酸化、スポール損傷に分類される。溶損、摩耗、酸化などの損耗（損傷）は、損耗が定常的に発生し、損耗速度が比較的安定している。これに対し、スポール損傷は一度に大きく損耗（損傷）し、損傷が不定期に発生する。

実使用環境においては、前述の各要因が複合してマグネシア・カーボンれんがが損傷するが、その中でもスポール損傷は、使用環境に律速される場合も多い。

このスポール損傷は、炉壁耐火物に過度の熱衝撃や温度勾配が加わった場合に生じた亀裂や割れにより、炉壁耐火物の表面が剥離する現象である。このスポール損傷は、他の損傷要因に比べ、1回あたりの損傷厚みが大きく、転炉の寿命に与える影響も大きい。加えて、スポール損傷は、損傷が一度に大きく進行することから、転炉の寿命の終点判定を難しくし、転炉の生産計画に悪影響を及ぼすこともある。

[0018] このマグネシア・カーボンれんがの材料設計においては、一般的に、耐食性を向上させるためマグネシア量を多くすると、熱伝導率が低下して耐スポール性が悪化する。一方、耐スポール性を向上させるため炭素量を多くすると、マグネシア配合割合が低下して耐食性が悪化する。このように、耐食性と耐スポール性とが相反する関係にある。

ここで、耐食性向上を目的に、低カーボン質（低炭素量：例えば、15質量%以下）のマグネシア・カーボンれんがを炉壁に使用する場合、高カーボン質（高炭素量：例えば、15質量%超）のマグネシア・カーボンれんがと比べ、れんがの熱伝導率が低下し、その長手方向（炉壁の厚み方向）の温度勾配が大きくなる。

[0019] この結果、マグネシア・カーボンれんがの長手方向の組織に熱膨張差が生じ、その長手方向や幅方向（炉壁の周方向）に沿った亀裂が発生して、温度差に起因したスポール損傷に至り易い。更に、マグネシア・カーボンれんがの溶鋼接触面側の温度変動が大きい場合には、温度変動による熱衝撃に起因した割れも加わり、スポール損傷が助長される。

一般的に、れんがの損傷がスポール損傷主体の場合、溶損主体の場合と比べて、れんがの損耗速度が大きくなる（れんがの残厚の減少スピードが大きい）ことに加え、終点判定が困難になる。一般に、炉壁耐火物の損傷が進行し、パーマ耐火物が露出した時点で転炉寿命が終点に達したと判断する場合が

多い。この終点に達した後に炉壁耐火物を更新する必要があるが、炉壁耐火物更新には長期間の準備が必要であり、終点の時期を精度高く予測する必要がある（終点判定）。また突然に終点が到来すると予定した生産が実行できないため、この点でも終点を精度高く予測する必要がある。

なお、ここで言う終点判定とは、例えば炉壁耐火物の損耗速度（例えば mm / ch 、1 チャージ生産する都度の耐火物損耗厚さ mm ）を測定し、終点時期（終点時期までに生産できるチャージ数）を予測することを示す。

[0020] そこで、本実施形態では、前記したように、転炉 12 の炉壁 11 に断熱材 14 を配置した。即ち、転炉 12 の炉壁 11 の鉄皮 16 の内面に直方体（又は立方体）のマグネシアれんが 17（パーマ耐火物の一種）を多数内張りして全面を被覆し、このマグネシアれんが 17 の表面（炉内側の面）に断熱材 14 を貼り付けて全面を被覆し、更に、直方体形状（又は立方体形状）のマグネシア・カーボンれんが 10 を、断熱材 14 を介してマグネシアれんが 17 に多数内張りして被覆している。このように、マグネシアれんが 17 とマグネシア・カーボンれんが 10 は、断熱材 14 を間に挟んで炉壁 11 の厚み方向両側に配置されている。すなわち、断熱材 14 の鉄皮 16 側（炉外側）の面にマグネシアれんが 17 が隣接して配置され、また、断熱材 14 の稼働面 15 側（炉内側）の面にマグネシア・カーボンれんが 10 が隣接して配置されている。

[0021] 上記したマグネシアれんが 17 は、耐食性を備えるパーマ耐火物がであり、炉壁 11 の厚み方向の寸法が、例えば、50～250 mm 程度である。なお、このパーマ耐火物は、耐食性を備えていれば、上記したマグネシアの材質のみに限定されるものではなく、例えばアルミナ、マグネシアアルミナスピネル、シリカなども適用できる。耐火物はれんがでも良く、不定形耐火物でも適用できる。また、マグネシア・カーボンれんが 10 は、マグネシア骨材に炭素質原料を加え、必要に応じて金属粉末や金属化合物を添加し、更にフェノール樹脂、ピッチ、タールなどの炭素結合を形成する結合剤を加えて混練した後、成形処理と熱処理を順次行うことで得られるウェアれんがであり

、炉壁 11 の厚み方向の長さが、例えば、600～1000 mm 程度である。なお、ここで言うウェアれんがとは、溶湯に接する耐火物を意味する。

[0022] このマグネシア・カーボンれんが 10 の製造に用いられるマグネシアソース（マグネシア源）としては、例えば、電融マグネシア、海水マグネシア、及び天然マグネシア等から選ばれる 1 種又は 2 種以上を使用できるが、これらのみに限定されるものではない。なお、れんがは、含有される不純物による耐食性の低下を回避するため、高純度のものが望ましい。例えば、95 質量%以上の純度を確保することが好ましい。

また、マグネシア・カーボンれんが 10 の製造に用いられる炭素系ソース（炭素系源）は、例えば、天然の鱗状黒鉛、土状黒鉛、人造黒鉛、ピッチ粉、メゾフェースカーボン、無煙炭、及びカーボンブラック等から選ばれる 1 種又は 2 種以上を使用できるが、これらのみに限定されるものではない。

[0023] 断熱材 14 は、例えば、ガラス、シリカ、アルミナ等を主成分とするセラミック繊維や微孔性のセラミック等の材料で構成されても良い。この成分にて熱伝導率が低下できる。断熱材 14 の中の SiO_2 （シリカ）の含有量は、40～70 質量%とすると好ましい。 SiO_2 は、例えば直径が 5～30 nm 程度の微粒子とすることができる。残部の成分は特に指定しないが、 TiO_2 （チタニア）、 ZrSiO_4 、 Al_2O_3 （アルミナ）などで構成できる。この断熱材の形状は、厚みが均一なシート状（板状）のものが好ましい。

この断熱材 14 は、常温（25℃）～300℃の範囲での熱伝導率が 0.01 W/(m・K) 以上 0.15 W/(m・K) 以下、融点が 1000℃以上 1400℃以下、厚みが 2 mm 以上 10 mm 以下のものである。そして、この断熱材 14 は、炉壁 11 から鉄皮 16 を除いた厚み寸法を T とした場合に、炉壁 11 の稼働面 15 から 0.75×T 以上 0.92×T 以下の厚み位置で、かつマグネシア・カーボンれんが 10 の背面 13 の位置に設置されている。なお、炉壁 11 の炉壁耐火物施工時の稼働面 15 は、「0×T」の位置となり、マグネシアれんが 17 の鉄皮接触面 18（鉄皮 16 内面）は、「1×T」の位置となる。

[0024] 断熱材 14 の熱伝導率が $0.15 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ を超える場合、熱伝導率が大き過ぎて断熱材 14 の断熱性が低下し、マグネシア・カーボンれんが 10 のスポール損傷抑制効果が小さくなる。なお、スポール損傷抑制効果は、上記した理由から、断熱材 14 の熱伝導率が小さいほどよいが、現時点で世の中に存在する断熱材の熱伝導率の下限値は $0.01 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ であるため、これを下限値とした。以上のことから、断熱材 14 の熱伝導率を、 $0.01 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上 $0.15 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以下とした。なお、断熱材 14 の熱伝導率の上限値を $0.12 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、更には $0.10 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ とすることがより好ましい。

[0025] また、断熱材 14 の融点が 1400°C を超える場合、融点が高過ぎて、マグネシア・カーボンれんが 10 の損耗過程で溶融できず、マグネシア・カーボンれんが 10 の背面 13 側（炉外側）での隙間の生成が望めない。

このため、熱膨張して押し合い圧し合いするマグネシア・カーボンれんが 10 が鉄皮 16 側へ移動できなくなるため、マグネシア・カーボンれんが 10 の稼働面 15 側に発生する応力が上昇して、スポール損傷や、マグネシア・カーボンれんが 10 の稼働面 15 側への脱落が発生する。

一方、転炉のように高温環境で使用する溶湯容器に常用される断熱材の融点の下限値は通常 1000°C であるので、これを断熱材 14 の下限値とした。以上のことから、断熱材 14 の融点を、 1000°C 以上 1400°C 以下としたが、下限値を 1100°C 、更には 1200°C とすることがより好ましい。

[0026] 断熱材 14 の厚みが 2 mm 未満の場合、断熱材 14 の厚みが薄過ぎるため、マグネシア・カーボンれんが 10 の損耗過程で断熱材 14 が溶融する際に、マグネシア・カーボンれんが 10 の背面 13 側に目標とする内幅の隙間を形成できない。このため、稼働面 15 側に発生する応力の緩和能力を発揮できず、マグネシア・カーボンれんが 10 の稼働面 15 側への脱落が発生する。一方、断熱材 14 の厚みが 10 mm を超える場合、断熱材 14 の厚みが厚過ぎるため、マグネシア・カーボンれんが 10 の損耗過程で断熱材 14 が溶融する際に、マグネシア・カーボンれんが 10 の背面 13 側に大きな空隙が形

成され、マグネシア・カーボンレンガ10の稼働面15側への脱落が発生する。

以上のことから、断熱材14の厚みを、2mm以上10mm以下としたが、上限値を7mm、更には5mmとすることがより好ましい。

[0027] また、断熱材14の設置位置が炉壁11の炉壁施工時の稼働面15の位置（マグネシア・カーボンレンガ10の溶鋼接触面の位置）から $0.75 \times T$ 未満の厚み位置の場合、断熱材14の設置位置が稼働面15に近づき過ぎて、断熱材14が早期に溶融するため、断熱材14を使用した効果が長期にわたって持続しない。更に、この場合には、炉壁11の厚み方向において、マグネシアレンガ17に対するマグネシア・カーボンレンガ10の長さが短過ぎて（厚みが薄すぎて）、マグネシア・カーボンレンガ10の性能を十分に発揮できない。

一方、断熱材14の設置位置が炉壁11の稼働面15の位置から $0.92 \times T$ の位置を超える厚み位置の場合、断熱材14の設置位置が鉄皮16に近づき過ぎるため、マグネシア・カーボンレンガ10の損耗過程で断熱材14の断熱機能が消失した際に、鉄皮16の赤熱等のトラブルに至る恐れがある。以上のことから、断熱材14の設置位置を、炉壁11の稼働面15の位置から $0.75 \times T$ の位置以上 $0.92 \times T$ の位置以下の厚み位置で、かつマグネシア・カーボンレンガ10の背面13の位置としたが、下限値を $0.80 \times T$ の位置、更には $0.85 \times T$ の位置とすることがより好ましい。なお、以上の説明における断熱材14の厳密な設置位置は、その厚みの半分における位置をもって定める。

[0028] 上記したように、炉壁11内の適切な位置に断熱材14を設置することで、マグネシア・カーボンレンガ10の炭素量を、従来よりも低い0.5質量%以上1.5質量%以下の範囲内に設定することができる。従来技術では、マグネシア・カーボンレンガ10の長手方向の温度勾配を小さくするため、熱伝導率を向上させる機能を有する炭素量を1.5質量%超、5.0質量%以下にする傾向があった。しかし、本実施形態では、マグネシア・カーボンレンガ1

0の鉄皮16側に断熱材14を配置するので、マグネシア・カーボンれんが10に配合する炭素量によらず、長手方向の温度勾配を小さくすることができ、マグネシア・カーボンれんが10の炭素量を、従来より低い15質量%以下にすることが可能である。なお、マグネシア・カーボンれんが10の炭素量は、従来の量（15質量%超）でもよい。この場合、酸化消失し易い炭素量を減ずることによる耐溶損性の向上が可能となる。

[0029] 一方、炭素量の下限値を0.5質量%としたのは、マグネシア・カーボンれんが10の作製時に配合する結合剤（バインダー：例えば、フェノール樹脂）が、残炭分として、れんが中に残存し、完全に除去することができないためである。すなわち、この残存量に相当するものが0.5質量%であるので、これを炭素量の下限値として設定した。

以上のことから、マグネシア・カーボンれんが10の炭素量を、0.5質量%以上15質量%以下としたが、マグネシア・カーボンれんが10の耐溶損性の更なる向上を図るためには、上限値を13質量%とすることがより好ましい。

なお、上記した断熱材14は、転炉の炉壁全体（炉内壁面の全面）にわたって設置することが好ましいが、特にスポール損傷が発生し易い領域（例えば、出鋼側）のみに、部分的に設置してもよい。

[0030] 続いて、本実施形態における溶湯容器の炉壁施工方法について、図1を参照しながら説明する。

まず、鉄皮16の炉内側内壁面16aに、直方体のマグネシアれんが17を、目地を介して隙間なく多数内張りする。

次に、この内張りしたマグネシアれんが17の炉内側表面17aに、シート状の複数枚の断熱材14を、互いに隣り合う断熱材14の間に隙間が生じないように貼り合わせる。そして、直方体形状を有する多数のマグネシア・カーボンれんが10を、マグネシアれんが17の炉内側表面17aに貼り合わせた断熱材14の炉内側表面14aに、隙間なく多数内張りする。このとき、マグネシア・カーボンれんが10の長手方向を炉壁11の厚み方向（転炉

12の径方向)に合わせるように内張りする。

[0031] 上記した断熱材14は、炉壁11の稼働面15の位置から $0.75 \times T$ の位置以上かつ $0.92 \times T$ の位置以下の厚み方向位置で、かつマグネシア・カーボンれんが10の背面13に、2mm以上10mm以下の厚み範囲で設置する。なお、断熱材14を設置する際の、炉壁11内の厚み方向における位置は、マグネシアれんが17の厚み方向の長さ、マグネシア・カーボンれんが10の炉壁11の厚み方向の長さとの割合を調整することにより設定する。

ここで、マグネシア・カーボンれんが10には、炭素量が15質量%超の従来のれんがを使用できるが、炉壁11に断熱材14を設置することで、炭素量が従来よりも低い0.5質量%以上15質量%以下のれんがを使用でき、その結果、酸化消失し易い炭素量を減ずることによる耐溶損性の向上が可能となる。

[0032] なお、断熱材14の設置対象となる転炉12は、その操業条件等が、特に限定されるものではないが、稼働率が0を超え70%以下の転炉12が、本実施形態の効果をより顕著に得られる。

この転炉12の稼働率は、以下の式(1)で求められる。

$$\text{転炉12の稼働率(\%)} = \text{平均製鋼時間(分/c h)} \times \text{生産チャージ数(c h/月)} / \text{暦時間(分/月)} \times 100 \cdots (1)$$

なお、製鋼時間とは、鋼の製造に要する1チャージ(チャージをヒートと称する場合あり)あたりの時間であり、具体的には、スクラップ投入から、溶銑装入、吹錬、出鋼、排滓までの合計時間である。そして、この合計時間の平均値を、上記の式(1)における平均製鋼時間(単位チャージ当たりの分数)として用いている。

[0033] ここで、転炉12の稼働率が70%超の場合、転炉12の稼働率が高過ぎるため、転炉12炉内の温度変動が小さくなる。本実施形態の効果を更に高めるためには、転炉12の稼働率の上限値を70%、より好ましくは60%とするのが良い。

一方、上記した理由から、転炉 1 2 の稼働率が低くなるに伴い、転炉 1 2 炉内の温度変動が大きくなり、本実施形態の効果が顕著となるため、転炉 1 2 の稼働率の下限を 0 % 超としたが、一般的な値として 3 0 % 以上としてもよい。

この場合、スポール損傷が発生する使用環境であっても、また溶湯容器内の温度変動が大きくてスポール損傷が発生し易い状況でも、耐火物であるマグネシア・カーボンレンガ 1 0 の長寿命化が図れる。

実施例

[0034] 次に、本実施形態の作用効果を確認するために行った実施例について説明する。

ここでは、前記断熱材 1 4 を設置した炉壁構造を備える転炉 A と、前記断熱材 1 4 を設置しない炉壁構造を備える転炉 B とを使用して、実機調査を行った。

具体的には、転炉 A では、断熱材 1 4 を設置した炉壁構造を、転炉 1 2 の鉄皮 1 6 の内側に、前記マグネシアレンガ 1 7 としてマグネシア質のパーマネントレンガ（厚み：6 5 ～ 2 3 0 mm）、断熱材 1 4、及び前記マグネシア・カーボンレンガ 1 0 としてマグネシア・カーボン質のウェアレンガ（厚み：7 2 0 ～ 9 9 0 mm）を順次設けた構造とした。その結果を示すものが、実施例 1 ～ 5 及び比較例 1 ～ 6 である。

一方、転炉 B では、断熱材 1 4 を設置しない炉壁構造を、前記鉄皮 1 6 の内側に、マグネシア質のパーマネントレンガ（厚み：1 1 4 mm）とマグネシア・カーボン質のウェアレンガ（厚み：9 0 0 mm）とを順次設けた構造とした。その結果を示すものが、比較例 7, 8 である。

[0035] なお、断熱材 1 4 には、P o r e x t h e r m D a m m s t o f f e G m b H 社製の「P o r e x t h e r m W D S（登録商標）」を使用した。その材質は、ヒュームドシリカを主材とした微孔性成形体である。この断熱材 1 4 は、縦 1 0 0 0 mm × 横 5 0 0 mm（厚みは、1, 2, 1 0, 1 2 mm の 4 種類より一つを選択する）のシート状のもので、使用にあっては、パ

ーマネントれんがに貼り合わせ、しかも互いに隣り合う断熱材 1 4 間に隙間が生じないように配置して使用した。

また、マグネシア・カーボン質のウェアれんがには、炭素量が 1 3 質量%のものを使用した。そして、転炉 A ではこのマグネシア・カーボン質のウェアれんがを、転炉 A では断熱材 1 4 の表面に設置して使用した。一方、転炉 B では、マグネシア・カーボン質のウェアれんがを、パーマネントれんがの表面に設置して使用した。

表 1 に、実機調査の条件と、得られた鉄皮温度及び炉壁寿命の結果を、それぞれ示す。なお、同表 1 における実施例 1 ～ 5 及び比較例 1 ～ 8 の詳細内容については後述する。

[0036]

[表1]

	断熱材				転炉の稼働率 (%)	炉止め時の鉄皮温度 (°C)	損耗速度 (mm/ch)	
	設置位置 (×T)	熱伝導率 (W/(m・K))	融点 (°C)	厚み (mm)			前半 (1～500ch)	後半 (2500～3000ch)
実施例1	0.75	0.02	1400	2	≦ 70	450	0.25	0.23
実施例2	0.92	0.02	1400	2	≦ 70	470	0.26	0.23
実施例3	0.92	0.15	1400	2	≦ 70	480	0.27	0.24
実施例4	0.92	0.02	1400	10	≦ 70	460	0.26	0.24
実施例5	0.92	0.02	1400	2	> 70	470	0.24	0.22
比較例1	0.73	0.02	1400	2	≦ 70	430	0.23	早期炉止
比較例2	0.95	0.02	1400	2	≦ 70	610	0.27	0.25
比較例3	0.92	0.20	1400	2	≦ 70	470	0.30	0.25
比較例4	0.92	0.02	1500	2	≦ 70	430	0.25	0.40 (脱落有)
比較例5	0.92	0.02	1400	1	≦ 70	500	0.28	0.40 (脱落有)
比較例6	0.92	0.02	1400	12	≦ 70	450	0.25	0.43 (脱落有)
比較例7	—	—	—	—	≦ 70	520	0.36	0.42 (脱落有)
比較例8	—	—	—	—	> 70	450	0.30	0.39 (脱落有)

[0037] この表 1 における「炉止め時の鉄皮温度」とは、ウェアれんがが最も損傷して薄くなった部位、あるいはパーマネントれんがが露出した部位における鉄皮 16 の外表面温度である。損耗速度とは、1 チャージ (c h) あたりのウェアれんがの損傷厚みである。

ここで、炉止め時の鉄皮温度は、温度が高くなり過ぎると鉄皮 16 の赤熱等のトラブルに至る恐れがあることから、550℃以上を不合格とした。

また、損耗速度は、使用期間の前半（稼動前半）である 1～500 チャージの 1 チャージあたりの平均損傷厚みと、使用期間の後半（稼動後半）である 2500～3000 チャージの 1 チャージあたりの平均損傷厚みとに区別して示している。この損耗速度は、過去の実績に基づいた長寿命化の観点から、使用期間の前半、後半に関わらず、0.30 (mm/チャージ) 以上を不合格とした。

[0038] まず、断熱材 14 の設置位置を変更した結果について、実施例 1、2 と比較例 1、2 とを用いて説明する。

この実施例 1、2 は、断熱材 14 の設置位置を、それぞれ前記した適正範囲 ($0.75 \times T \sim 0.92 \times T$) 内に設定した結果であり、一方、比較例 1、2 は、断熱材 14 の設置位置を、それぞれ適正範囲外に設定した結果である。

なお、断熱材 14 の他の条件、即ち、熱伝導率 ($0.02 (W / (m \cdot K))$)、融点 ($1400^{\circ}C$)、及び厚み (2 mm) は、それぞれ前記した適正範囲内に設定し、転炉 A の稼動率は 70% 以下で統一した。

[0039] 実施例 1、2 の結果から明らかなように、断熱材 14 の設置位置を適正範囲の下限 ($0.75 \times T$) と上限 ($0.92 \times T$) の間に設定することで、鉄皮温度が異常に高くなることなく、使用期間の前半及び後半においてウェアれんがの長寿命化が図れることを確認できた。

一方、比較例 1 では、断熱材 14 の設置位置が炉壁 11 の稼動面 15 に近づき過ぎて ($0.73 \times T$)、断熱材 14 が早期に溶融してパーマネントれんがが露出するに至り、早期に炉止めを行わなければならない、ウェアれんがの

長寿命化が図れなかった。また、比較例 2 では、断熱材 14 の設置位置が鉄皮 16 に近づき過ぎるため ($0.95 \times T$)、ウェアれんがの損耗過程で断熱材 14 の断熱機能が消失した際に、鉄皮温度が上昇して、鉄皮 16 の赤熱等のトラブルに至る恐れがあった。

[0040] 次に、断熱材 14 の熱伝導率を変更した結果について、実施例 2、3 と比較例 3 とを用いて説明する。

この実施例 2、3 は、断熱材 14 の熱伝導率を、それぞれ前記した適正範囲 ($0.01 \sim 0.15$ ($W / (m \cdot K)$)) 内に設定した結果であり、一方、比較例 3 は、断熱材 14 の熱伝導率を、適正範囲外に設定した結果である。

なお、断熱材 14 の他の条件、即ち、炉壁の厚み方向の設置位置 ($0.92 \times T$)、融点 ($1400^{\circ}C$)、及び厚み (2 mm) は、それぞれ前記した適正範囲内に設定し、転炉 A の稼働率は 70% 以下に統一した。

[0041] 実施例 2、3 の結果から明らかなように、断熱材 14 の熱伝導率を適正範囲内 (実施例 2 : 0.02 ($W / (m \cdot K)$))、実施例 3 : 0.15 ($W / (m \cdot K)$)) に設定することで、使用期間の前半及び後半においてウェアれんがの長寿命化が図れることを確認できた。

一方、比較例 3 では、熱伝導率が大き過ぎたため (0.20 ($W / (m \cdot K)$))、使用期間の前半において、断熱材 14 の断熱性が低下し、ウェアれんがのスポール損傷抑制効果が小さくなり、ウェアれんがの長寿命化が図れなかった。なお、使用期間の後半においては、ウェアれんがの損耗過程で断熱材 14 が溶融する際に、ウェアれんがの背面側に目標とする内幅の隙間を形成でき、稼働面 15 側に発生する応力の緩和能力を発揮できたため、ウェアれんがの稼働面 15 側への脱落を抑制できた。しかし、使用期間の前半でウェアれんがの損耗速度が大きかったため、使用期間の全体では、ウェアれんがの長寿命化が図れなかった。

[0042] 続いて、断熱材 14 の融点を変更した結果について、実施例 2 と比較例 4 を用いて説明する。

この実施例 2 は、断熱材 14 の融点を、前記した適正範囲（1000～1400℃）内に設定した結果であり、一方、比較例 4 は、断熱材 14 の融点を、適正範囲外に設定した結果である。

なお、断熱材 14 の他の条件、即ち、設置位置（ $0.92 \times T$ ）、熱伝導率（ $0.02 \text{ (W / (m} \cdot \text{K))}$ ）、及び厚み（2 mm）は、それぞれ前記した適正範囲内に設定し、転炉 A の稼働率は 70%以下に統一した。

実施例 2 から明らかなように、断熱材 14 の融点を適正範囲内（1400℃）に設定することで、使用期間の前半及び後半においてウェアれんがの長寿命化が図れることを確認できた。

一方、比較例 4 でウェアれんがが稼働面 15 側へ脱落したのは、断熱材 14 の融点が高過ぎて（1500℃）、ウェアれんがの損耗過程で断熱材 14 を溶融できず、ウェアれんがの背面側に隙間を生成できず、その結果としてウェアれんがの稼働面 15 側に発生する応力を緩和できなかったためと考えられる。このため、熱膨張するウェアれんがが鉄皮 16 側へ移動できずに稼働面 15 側へ脱落し、長寿命化が図れなかった。

[0043] 次に、断熱材 14 の厚みを変更した結果について、実施例 2、4 と比較例 5、6 を用いて説明する。

この実施例 2、4 は、断熱材 14 の厚みを、それぞれ前記した適正範囲（2～10 mm）内に設定した結果であり、一方、比較例 5、6 は、断熱材 14 の厚みを、それぞれ適正範囲外に設定した結果である。

なお、断熱材 14 の他の条件、即ち、設置位置（ $0.92 \times T$ ）、熱伝導率（ $0.02 \text{ (W / (m} \cdot \text{K))}$ ）、及び融点（1400℃）は、それぞれ前記した適正範囲内に設定し、転炉 A の稼働率は 70%以下に統一した。

[0044] 実施例 2、4 から明らかなように、断熱材 14 の厚みを適正範囲の下限（2 mm）と上限（10 mm）の間に設定することで、使用期間の前半及び後半においてウェアれんがの長寿命化が図れることを確認できた。

一方、比較例 5 では、断熱材 14 の厚みが薄過ぎるため（1 mm）、ウェアれんがの損耗過程で断熱材 14 が溶融する際に形成される隙間の内幅が狭過

ぎて、稼働面 15 側に発生する応力の緩和能力を発揮できず、ウェアれんがの稼働面 15 側への脱落が発生した。また、比較例 6 では、断熱材 14 の厚みが厚過ぎるため (12 mm)、断熱材 14 が溶融する際に形成される隙間の内幅が広過ぎて、ウェアれんがの構造に緩みが生じ、ウェアれんがの稼働面 15 側への脱落が発生した。このため、比較例 5、6 のいずれも、ウェアれんがの長寿命化が図れなかった。

[0045] 最後に、転炉 12 の稼働率を変更した結果について、断熱材 14 を設置した実施例 2、5 に記載の転炉 A と、断熱材 14 を設置しなかった比較例 7、8 に記載の転炉 B とを用いて確認した結果を、表 1 と図 2 A、2 B を参照しながら説明する。

この実施例 2、5 は、断熱材 14 の各条件、即ち炉壁の厚み方向の設置位置 ($0.92 \times T$)、熱伝導率 ($0.02 \text{ (W / (m} \cdot \text{K))}$)、融点 (1400°C)、及び厚み (2 mm) を、それぞれ前記した適正範囲内に設定している。なお、実施例 2 は転炉 A の稼働率を 70% 以下とした場合の結果であり、実施例 5 は転炉 A の稼働率を 70% 超とした場合の結果である。

一方、比較例 7、8 は、いずれも断熱材 14 を設置しておらず、比較例 7 は転炉 12 の稼働率を 70% 以下とした場合の結果であり、比較例 8 は転炉 12 の稼働率を 70% 超とした場合の結果である。なお、比較例 7、8 はいずれも断熱材 14 を用いていないため、ウェアれんがの長寿命化が図れなかった。

[0046] 図 2 A に示す転炉 A、B の稼働率が 0% を超え 70% 以下の場合、即ち、転炉 A、B の稼働率が低い場合、転炉 12 炉内の温度変動が大きくなる。このため、断熱材 14 を設置した場合は、断熱材 14 を設置しない場合と比べて、使用期間の前半と後半のいずれも、ウェアれんがの損耗速度が 0.1 (mm / チャージ) 以上 (即ち、前半: 0.1 (mm / チャージ) 、後半: 0.19 (mm / チャージ)) と良好になり、断熱材 14 によるウェアれんがの長寿命化の効果が顕著であった。

一方、図 2 B に示す、転炉 A、B の稼働率が 70% 超の場合、即ち、転炉 1

2の稼働率が高い場合、転炉12炉内の温度変動が小さくなる。このため、断熱材14を設置した場合は、断熱材14を設置しない場合と比べて、使用期間の前半と後半のいずれも、ウェアレンガの損耗速度が良好となったが、使用期間の前半については、転炉の稼働率が低い場合よりも改善代が小さかった(0.06(mm/チャージ))。

従って、断熱材14を設置した効果は、転炉12の稼働率が低い場合に、より顕著になることが分かった。

[0047] 以上のことから、本実施形態の溶湯容器の炉壁構造及び溶湯容器の炉壁施工方法を用いることで、スポール損傷が発生しやすい使用環境であっても、また溶湯容器内の温度変動が大きくスポール損傷が発生し易い状況でも、耐火物の長寿命化が図れることを確認できた。

[0048] 以上、本発明を、実施形態を参照して説明してきたが、本発明は何ら上記した実施形態に記載の構成のみに限定されるものではなく、請求の範囲に記載されている事項の範囲内で考えられるその他の実施形態や変形例も含むものである。例えば、前記したそれぞれの実施形態や変形例の一部又は全部を組合せて本発明の溶湯容器の炉壁構造及び溶湯容器の炉壁施工方法を構成する場合も、本発明の権利範囲に含まれる。

また、前記実施形態においては、溶湯容器である転炉12について説明したが、これのみに限定されるものではなく、他の溶湯容器、例えば、溶銑鍋、溶鋼鍋、電気炉等に本発明を適用してもよい。

産業上の利用可能性

[0049] 本発明によれば、スポール損傷が発生する使用環境であっても、また溶湯容器内の温度変動が大きくスポール損傷が発生し易い状況でも、耐火物の長寿命化が図れる溶湯容器の炉壁構造及び溶湯容器の炉壁施工方法を提供することができる。

符号の説明

[0050] 10：マグネシア・カーボンれんが(マグネシア・カーボン耐火物)

11：炉壁

1 2 : 転炉（溶湯容器）

1 3 : 背面

1 4 : 断熱材

1 5 : 稼動面

1 6 : 鉄皮

1 7 : マグネシアレンガ

1 8 : 鉄皮接触面

請求の範囲

[請求項1] マグネシア・カーボン耐火物が内張りされた炉壁を備える溶湯容器の炉壁構造であって、

鉄皮と、この鉄皮の内面に内張りされたパーマ耐火物と、このパーマ耐火物の内面に内張りされた断熱材と、この断熱材の内面に内張りされた前記マグネシア・カーボン耐火物とを備え；

前記炉壁を縦断面視して、前記炉壁から前記鉄皮を除いた厚み寸法を、ミリメートル単位で $T\text{ mm}$ とした場合に、

前記マグネシア・カーボン耐火物の内面の位置から前記鉄皮に向かって $0.75 \times T\text{ (mm)}$ の位置以上かつ $0.92 \times T$ の位置以下の厚み方向範囲内の位置に、

$25^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ の範囲での熱伝導率が $0.01\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上 $0.15\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下で、融点が 1000°C 以上 1400°C 以下で、厚みが 2 mm 以上 10 mm 以下である前記断熱材が配置されている；

ことを特徴とする溶湯容器の炉壁構造。

[請求項2] 前記マグネシア・カーボン耐火物の炭素量が、 $0.5\text{ 質量}\%$ 以上 $15\text{ 質量}\%$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載の溶湯容器の炉壁構造。

[請求項3] マグネシア・カーボン耐火物が内張りされた炉壁を備える溶湯容器の炉壁施工方法であって、

鉄皮の内面にパーマ耐火物を内張りする工程と、

前記パーマ耐火物の内面に断熱材を内張りする工程と、

前記断熱材の内面に前記マグネシア・カーボン耐火物を内張りする工程と、

を備え；

前記断熱材を内張りする工程で、前記炉壁を縦断面視して、前記炉壁から前記鉄皮を除いた厚み寸法を、ミリメートル単位で $T\text{ mm}$ とし

た場合に、

前記マグネシア・カーボン耐火物の内面の位置から前記鉄皮に向かって $0.75 \times T$ (mm) の位置以上かつ $0.92 \times T$ の位置以下の厚み方向範囲内の位置に、

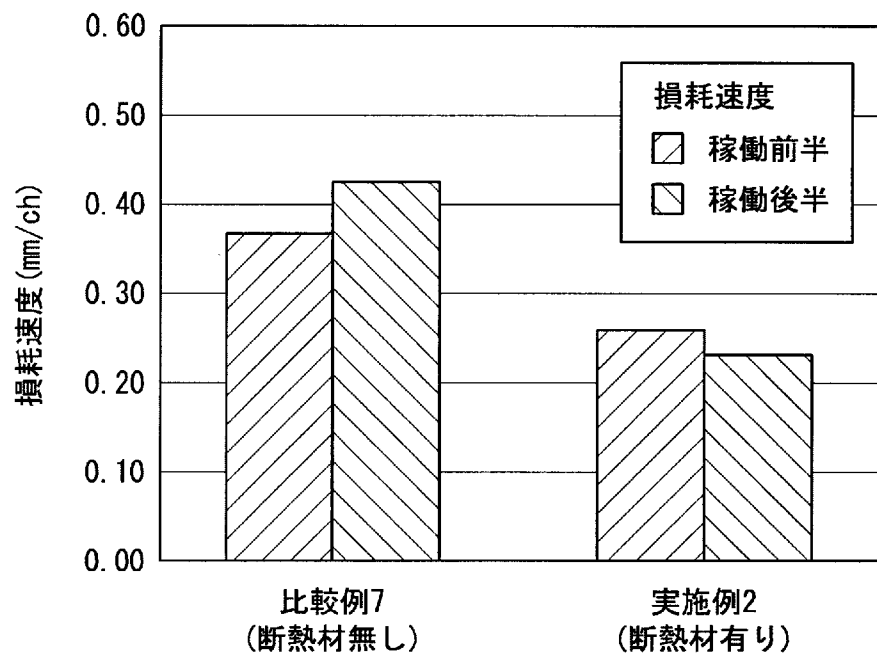
$25^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ の範囲での熱伝導率が $0.01 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上 $0.15 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以下で、融点が 1000°C 以上 1400°C 以下で、厚みが 2 mm 以上 10 mm 以下である前記断熱材を配置する；

ことを特徴とする溶湯容器の炉壁施工方法。

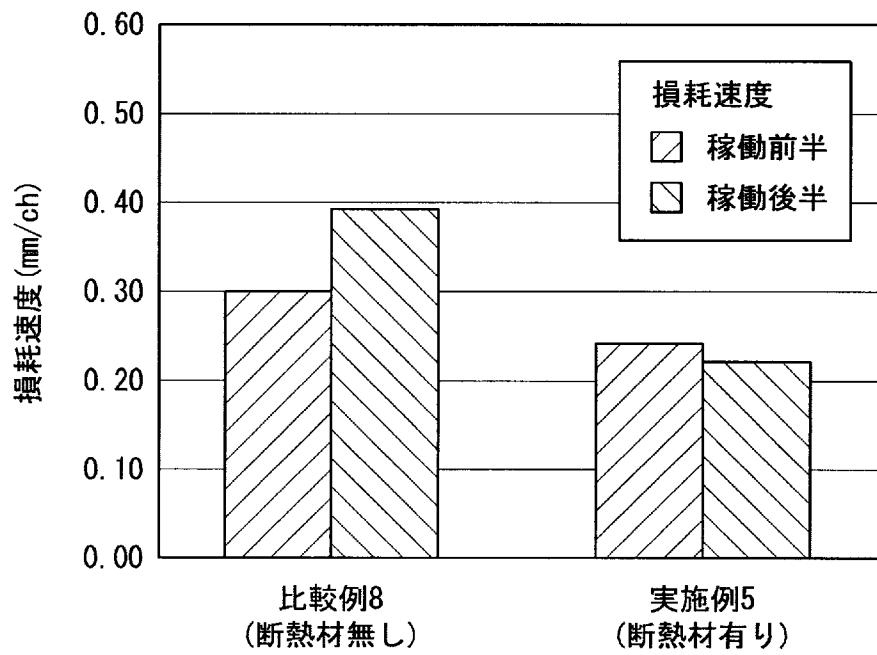
[請求項4] 前記溶湯容器は転炉であって、この転炉の稼働率が 0% を超え 70% 以下であることを特徴とする請求項3に記載の溶湯容器の炉壁施工方法。

[請求項5] 前記マグネシア・カーボン耐火物に含有される炭素量が、 0.5 質量%以上 15 質量%以下であることを特徴とする請求項3又は4に記載の溶湯容器の炉壁施工方法。

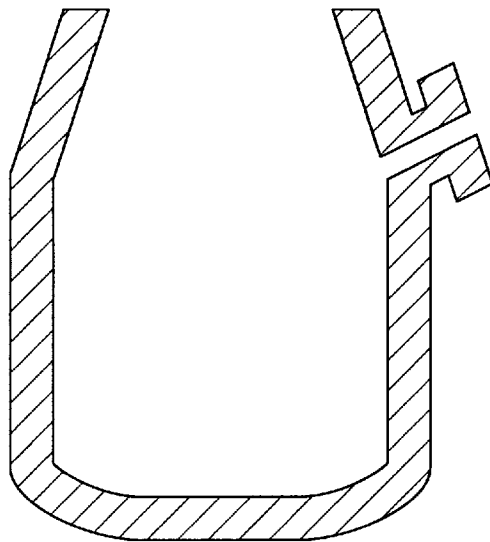
[図2A]



[図2B]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/058136

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F27D1/00(2006.01) i, C04B35/043(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)

F27D1/00, C04B35/043

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.
A	JP 2003-42667 A (Nippon Steel Corp.), 13 February 2003 (13.02.2003), claims 1, 8 to 10; paragraphs [0001], [0006], [0007], [0011], [0015], [0016], [0022] to [0024]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-5
A	JP 2010-242992 A (Nippon Steel Corp.), 28 October 2010 (28.10.2010), claims 1, 4; paragraphs [0001], [0011], [0024] to [0032]; fig. 3 (Family: none)	1-5

☒ 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
20 June, 2012 (20.06.12)

Date of mailing of the international search report
03 July, 2012 (03.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/058136

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-33174 A (Kurosaki Harima Corp.), 09 February 2001 (09.02.2001), claims 1, 2, 4; paragraphs [0001], [0011] to [0019], [0021]; fig. 2 (Family: none)	1-5
A	JP 10-206031 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 07 August 1998 (07.08.1998), claim 1; paragraphs [0001], [0007], [0009] to [0019]; fig. 1 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F27D1/00(2006.01)i, C04B35/043(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. F27D1/00, C04B35/043

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 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
A	JP 2003-42667 A (新日本製鐵株式会社) 2003.02.13, 【請求項1】、【請求項8】～【請求項10】、【0001】、【0006】、【0007】、【0011】、【0015】、【0016】、【0022】～【0024】、【図1】、【図2】 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2010-242992 A (新日本製鐵株式会社) 2010.10.28, 【請求項1】、【請求項4】、【0001】、【0011】、【0024】～【0032】、【図3】 (ファミリーなし)	1-5

☒ 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

20.06.2012

国際調査報告の発送日

03.07.2012

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)

増田 健司

4D

4156

電話番号 03-3581-1101 内線 3421

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
A	JP 2001-33174 A (黒崎播磨株式会社) 2001. 02. 09, 【請求項 1】、【請求項 2】、【請求項 4】、【0 0 0 1】、【0 0 1 1】～【0 0 1 9】、【0 0 2 1】、【図 2】 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 10-206031 A (住友金属工業株式会社) 1998. 08. 07, 【請求項 1】、【0 0 0 1】、【0 0 0 7】、【0 0 0 9】～【0 0 1 9】、【図 1】 (ファミリーなし)	1 - 5