

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4887308号
(P4887308)

(45) 発行日 平成24年2月29日(2012.2.29)

(24) 登録日 平成23年12月16日(2011.12.16)

(51) Int.Cl. F I
F 2 7 B 3/24 (2006.01)
C 2 1 C 5/52 (2006.01)

F 2 7 B 3/24
 C 2 1 C 5/52

請求項の数 14 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-557491 (P2007-557491)	(73) 特許権者	506400878
(86) (22) 出願日	平成18年2月28日(2006.2.28)		ポール ヴュルス エス. アー.
(65) 公表番号	特表2008-531971 (P2008-531971A)		PAUL WURTH S. A.
(43) 公表日	平成20年8月14日(2008.8.14)		ルクセンブルク国 ルクセンブルク ルー
(86) 国際出願番号	PCT/EP2006/060337		ダルザス 32
(87) 国際公開番号	W02006/089971		32, rue d'Alsace, Lux
(87) 国際公開日	平成18年8月31日(2006.8.31)		embourg, Luxembourg
審査請求日	平成20年8月29日(2008.8.29)	(74) 代理人	100075557
(31) 優先権主張番号	91142		弁理士 西教 圭一郎
(32) 優先日	平成17年2月28日(2005.2.28)	(74) 代理人	100072235
(33) 優先権主張国	ルクセンブルク(LU)		弁理士 杉山 毅至
		(72) 発明者	ロナルディ, エミール
			ルクセンブルク国 バスシャラージ ルー
			ドゥ シュウヴェイレ 30

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アーク炉

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外殻(12)および内部内層(24)を含む銑鉄溶錬アーク炉(10)であって、運転中、最低浴面および最高浴面の間で熔融金属浴(28)を収容するアーク炉において、

最低浴面と最高浴面との間の領域(34)内における外殻(12)の内側に、板銅(20、20')の環(23)が取り付けられ、板銅(20、20')は、少なくとも20mmの厚みを有し、内部内層(24)の周囲に設けられ、外殻(12)に備えられる後方冷却開口(39)に重なり、板銅(20、20')は、最低浴面と最高浴面との間の領域(34)内で内部内層(24)と熱伝導接触する前面(36)をさらに有し、板銅(20、20')は噴霧冷却手段(40)を備えることを特徴とする銑鉄溶錬アーク炉(10)。

10

【請求項 2】

板銅(20、20')が、内部内層(24)と接触する平滑な前面(36)および噴霧冷却手段(40)による外部後方冷却のための湾曲した後面(38)を有する固形物であることを特徴とする請求項1記載のアーク炉。

【請求項 3】

外殻(12)が、板銅(20、20')のそれぞれに対応する後方冷却開口(39)を備えることを特徴とする請求項1または2記載のアーク炉。

【請求項 4】

複数の板銅(20、20')が、外殻(12)の内側に隣接して取り付けられ、連続的な環(23)を形成することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のアーク炉

20

。

【請求項 5】

温度センサ（47）が、板銅（20、20'）のそれぞれに付随することを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のアーケ炉。

【請求項 6】

板銅（20、20'）の幅が 1 m 以下であることを特徴とする請求項 5 記載のアーケ炉。

【請求項 7】

板銅（20、20'）のそれぞれが冷却箱（22）を備えることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載のアーケ炉。

10

【請求項 8】

冷却箱（22）が、外殻（12）の外側に突出するように、板銅（20、20'）に取り付けられることを特徴とする請求項 7 記載のアーケ炉。

【請求項 9】

噴霧冷却ノズル（40）が、冷却箱（22）の後部カバー（42）に取り外し可能に取り付けられることを特徴とする請求項 7 または 8 記載のアーケ炉。

【請求項 10】

冷却箱（22）が放出連結部（44）およびエア吸気部（46）を含むことを特徴とする請求項 7～9 のいずれか 1 項に記載のアーケ炉。

【請求項 11】

20

板銅（20、20'）が、20～80 mm の厚みを有することを特徴とする請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載のアーケ炉。

【請求項 12】

板銅（20、20'）が、50～60 mm の厚みを有することを特徴とする請求項 11 記載のアーケ炉。

【請求項 13】

板銅（20、20'）が、純銅、または外殻（12）の熱伝導率を少なくとも 5 倍は上回る熱伝導率を有する銅合金から製造されることを特徴とする請求項 1～12 のいずれか 1 項に記載のアーケ炉。

【請求項 14】

30

攪拌および／または過熱される金属浴を有する銑鉄溶錬アーケ炉としての、請求項 1～13 のいずれか 1 項に記載のアーケ炉の使用。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

技術分野

本発明は、アーケ炉および炉の内層用の冷却配置に関する。より具体的には、本発明は、（1 MW/m² の桁の）高比入力を可能とするために強く攪拌される金属浴によって銑鉄を生産する銑鉄溶錬アーケ炉、および、この特定のタイプの銑鉄溶錬炉の内層を冷却するための冷却配置、に関する。

40

【0002】

背景技術

銑鉄溶錬アーケ炉においては、合金鉄を生産するために、前還元鉄および他の金属酸化物が溶融および還元される。稼動中、炉内の溶融金属（たとえば銑鉄）の浴の温度は通常、1450℃～1550℃である。均一な溶融金属浴温度を確保し、投入された材料の迅速な溶錬を可能にするために、アーケ電力は溶融金属浴中に迅速に広げられる必要がある。前述のタイプの銑鉄溶錬炉においては、これは、たとえば多孔性プラグを通しての窒素注入によって、溶融金属浴を強く攪拌することで達成される。

【0003】

電炉鋼生産の分野において、最も顕著な耐熱物劣化領域の 1 つは、溶融金属浴とその上

50

のスラグ層との間の界面に隣接する領域であることがよく知られている。この臨界領域における耐熱物劣化は、種々の化学的、熱的および機械的影響による。影響に関係なく、耐熱物劣化は、内層温度、特に加熱面すなわち耐熱物が熔融金属浴またはスラグ層と接触する面の温度が、上昇するにつれて増大することがわかってきた。内層の劣化は重大なコスト要因であるので、前述の臨界領域における内層を冷却するための冷却配置を提供するための種々の試みがなされてきた。

【0004】

さらに、コスト要因に加えて、内層の浸食に関連する重大な安全性リスクがある。実際、熔融金属が、内層の過大な局部浸食によって炉殻と直接接触し始めれば、熔融金属の漏出が、特に臨界領域において、生じるだろう。この危険は、強く攪拌され、過熱される熔融金属浴を有する銑鉄溶練炉に関して、排他的にはないが、特に知られている。内層の局部的な欠陥の場合、熔融金属の起こり得る漏出を避けるために、炉殻と接触している、または接触する前の、熔融金属を固化することが所望される。熔融金属（たとえば銑鉄）の浴は強く攪拌され、およそ300℃過熱される（銑鉄の熔融温度はおよそ1190℃である）ので、前述のタイプの炉においては冷却装置を使用して熔融金属を固化することは困難である。

【0005】

高炉においてよく知られている、内層の内部強制的水冷却は、アーク炉に対しては実行可能な解決策ではないと、この分野において一般的に認められている。実際のところ、アーク炉の熱い内部に冷却液を導入することは、破裂という重度の危険を包含する。この問題は、炉殻の外部噴霧冷却によって克服することが可能であり、これは、たとえば欧州特許第0044512号明細書において記載されている。炉殻を外部から冷却することによって、内層の温度降下が達成される。しかし、内層が臨界領域においてあまりにも悪化している場合、熔融金属の漏出の危険は残る。米国特許第3777043号明細書は、前述の臨界領域の内層を貫通するチャンネルを通して、ガス状冷却剤を循環させる考え方を記載している。ガス型冷却の制限された効率性に加えて、この解決策は冷却チャンネルおよびガス冷却剤循環路の高価な設備を必要とし、内層の重大な変更が必要となる。異なる考え方が米国特許第3849587号明細書に記載されている。この考え方においては、高い熱伝導率の固体冷却メンバが、炉殻を貫通して内層内に配置される。これらの棒形メンバの長さ、断面積、間隔および材料は、内層から十分な熱を伝導するように選択される。この冷却メンバを、たとえば強制的な水冷却によって、炉殻の外側にて冷却することができる。内層の冷却はこの考え方で達成されるが、冷却メンバが内層を貫通することによって、内層に相当な温度勾配を生み出し、内層の構造を弱めるという欠点を有する。類似した考え方が国際公開第9522732号パンフレットに提案されており、ここでは、温度勾配の問題が、冷却要素を増加させ、それらの断面積を減少させることによって対処されている。しかし、この考え方においても、内層の構造が弱められ、内層の設備および修復がさらに困難になる。別の考え方が日本特許第52048503号明細書で知られており、ここでも冷却によって耐火煉瓦の損傷を防止することを目指している。日本特許第52048503号明細書の1つの実施形態において、アーク炉の炉床に配置される耐火煉瓦は、これらの耐火煉瓦上に直に水を噴霧することによって冷却される。この考え方の1つの欠点は、耐熱物の過剰摩耗がある場合、熔融金属が漏出するかなりの危険が存在するということである。

【0006】

技術的課題

本発明の目的は、前述の課題を低減または克服する、改良された冷却配置を有するアーク炉を提供することである。

【0007】

発明の概要

この目的を達成するために、本発明は、外殻および内層を含み、稼動中に熔融金属浴を収容するアーク炉を提案する。この熔融金属浴は、最低および最高浴面を有する。本発明

10

20

30

40

50

の重要な側面に従えば、板銅の環が、最低浴面と最高浴面との間の領域内で外殻に取り付けられ、板銅は、最低浴面と最高浴面との間のこの領域内で内層と熱伝導接触する。別の重要な側面によれば、板銅は噴霧冷却手段を備える。板銅は概して扁平で比較的厚い固体材料の一片であり、すなわち、あらゆる穴、特に内部冷却チャンネルを有さない。要求に応じて、板銅面の少なくとも1つは湾曲していてもよいが、それらの縦断面は概して正方形または長方形である。板銅の高さは通常、最低浴面と最高浴面との間の鉛直距離を超え、板銅は、これらの浴面が板銅の能動的に冷却される領域内に位置するように、取り付けられる。板銅は外殻の内側に取り付けられ、そこで板銅が内部冷却環を構成する。板銅は、溶融金属浴の最低浴面と最高浴面との間の臨界領域内の内層と熱伝導接触する。熱は板銅の噴霧冷却によって消散され、炉に入る液体による破裂の危険をもたらしことなく、臨

10

【0008】

好ましい実施形態において、板銅は、内層と接触する平滑な前面、および噴霧冷却手段による外部後方冷却のための湾曲した後面を有する固形物である。炉の内側および外側方向にそれぞれ向けられる前面および後面は、(湾曲した後面を除いて)6面体または平行6面体の形状をおおよそ有する本体の大きな面を形成する。板銅は、前面および後面が本質的に鉛直であるように取り付けられる。平滑な前面が、内層との効率的な熱伝導接触を可能にする。平滑な前面は、内層の外面と、より具体的には、内層の耐火煉瓦の概して扁平な、または湾曲した外面と、対になっている。当然のことながら、構築中および修復中

20

【0009】

外殻は、板銅のそれぞれに対応する後方冷却開口を備えるのが有利である。個々の後方冷却開口は、板銅を、開口に重なるように外殻の残余部分に直接取り付けることができるように寸法設定される。複数の板銅に対応するより大きな開口を予想することができたが、殻構造の生じ得る弱体化の最低化および密閉促進は、個々の後方冷却開口によって保証される。既存のアーキ炉を改良する場合、鋼鉄外殻補強手段を取り付けた後に、後方冷却開口を設けるのがよい。

【0010】

30

好ましい実施形態において、複数の板銅が、外殻の内側に隣接して取り付けられて、実質的に連続的な環を形成する。通常、アーキ炉のスラグノッチおよび出銑口の位置にてのみ、環は中断される必要がある。中断をこれらに限定することによって、内部冷却環による最大周囲被覆が得られる。板銅の高さと組合わせて、内層の臨界領域内の温度勾配が低減される。

【0011】

特に炉の稼動中に、板銅の有効温度を監視するために、温度センサが板銅のそれぞれに付随するのが好ましい。温度情報は、点検停止の必要なく、予め内層状態に関する情報を取得することを可能にする。板銅のそれぞれでの温度測定を用いることで、炉の熱的分離状態についての全体的な円周プロファイルと、具体的な残余内層状態とを確立することが可能である。温度情報を、アーキ炉および、特に冷却配置のプロセス制御において使用することも可能である。

40

【0012】

板銅の幅は1 m以下であるのが有利である。耐熱物の劣化は、今日でも、特に、強く攪拌されおよび／または過熱される溶融金属浴を有するタイプのアーキ炉においては、比較的予測不可能である。炉の円周に十分な数の板銅を備え、板銅のそれぞれが専用の温度センサを有することは、炉の周囲のあらゆる局部的温度上昇の信頼できる検出を保証する。実際、このような上昇は、耐熱物の劣化の、したがって切迫した溶融金属の漏出の、指標となる。耐熱物の劣化は予測不可能なので、「ホットスポット」として知られる炉殻の局部的加熱が、ここで記載される冷却環を欠いている炉において起こり得る。現在まで、こ

50

のような「ホットスポット」はしばしば、溶融金属の漏出およびそれに関連した危険な結末をもたらしてきた。温度上昇の検出は、起こり得る事故を避けるための早期警告システムを確立することを可能とする。さらに、補修方法（たとえば、内層の吹き付けすなわち「ショットクリーティング」）などの予防方法を、効果的にかつ標的化した形で実行することができる。なぜなら、検出される温度上昇はかなり局在化しているからである。

【0013】

噴霧冷却液を集めるために、かつ、たとえば煙塵によるその最小限度の汚染を保証するために、板銅のそれぞれが冷却箱を備えるのが好ましい。板銅の後面での密閉箱の使用は、密閉サイクル冷却路が必要とされる場所で特に有利である。冷却箱は、点検および保守の目的のために開放可能であるのがよい。冷却箱は、外殻の外側に突き出るように、板銅

10

【0014】

板銅の後面および付随する噴霧冷却手段に、炉の外側から容易に接近できるようにする。噴霧冷却ノズルが、冷却箱の後部カバーに取り外し可能に取り付けられるのが有利である。したがって、冷却箱は、保護筐体および噴霧冷却ノズル用の取り付け構造という二重機能を提供する。噴霧冷却液の自由流動放出を保証するために、冷却箱は放出連結部およびエア吸気部を含むのが好ましい。

【0015】

板銅は、20～80mm、好ましくは50～60mmの厚みを有するのが有利である。この厚みの表示は、たとえば前面または後面が、ある湾曲を与えるために機械加工されている場合には、最大壁厚の点を指すということを指摘しておく。この範囲は、安全性および構造的な理由のために厚みを最大化することと、効率的な熱伝導のために厚みを最小化することとの間での、折衷の結果として選択される。実際、薄スラブは、望ましい最小量の熱抵抗に好ましい一方で、厚スラブは、たとえば、溶融金属、特に（過熱された）銑鉄を固化するための、同様に望ましい最大の瞬間熱吸収能に好ましい。

20

【0016】

高い冷却効率性は、純銅、または外殻の熱伝導率を少なくとも5倍は上回る熱伝導率を有する銅合金、から製造される板銅によって得られる。

【0017】

前述の実施形態は、強く攪拌され、および／または過熱される溶融金属浴を有するタイプの銑鉄溶練アーク炉に特に適用可能である。このような炉において、耐熱物の浸食および関連する溶融金属（すなわち溶融銑鉄）の漏出の危険は、とりわけ、これらのタイプの炉に固有の高熱による負荷によって、特に顕著になる。実際、前述の板銅の環は、これら炉における悪条件に耐えることができる。

30

【0018】

当業者には判るように、前述の板銅の環を備える冷却配置を、過大な変更を要せずに、実質的にはあらゆる既存のアーク炉に後から取り付けることが可能である。特に、内部冷却環の取り付けは、内層の構造に少しの変更を要するだけである。

【0019】

本発明のさらなる詳細および利点は、添付の図面を参照して、非限定的な実施形態の以下の記載から明らかとなるであろう。

40

【0020】

図1は、概して参照符号10によって識別される、アーク炉の水平断面を示す。溶接した鋼板で製造される円筒形外側炉殻12は、内部で耐熱物によって裏打ちされる。図1の断面は、溶融金属を放出するための出銑口ブロック14を通り、処理中の溶融金属浴の上部に形成されるスラグを放出するためのスラグドア16も示す。

【0021】

図1において見られるように、複数の板銅20、20'が外殻12の内側に取り付けられる。板銅20、20'のそれぞれは、冷却箱22を備えている。銅板20、20'は、円形の矢印23によって示される、本質的に連続した内部冷却環を形成するように、隣接

50

して取り付けられる。内部冷却環 23 は、アーク炉 10 の稼動中、(図 1 に示されない) 内層の特定の領域を均一に冷却する。構成的な理由によって、内部冷却環 23 は、出鉄口ブロック 14 およびスラグドア 16 によって中断されることを指摘しておく。スラグドア 16 の位置にて周囲の状況に特異的に適合した形状を有する板銅 20' を除いて、板銅 20 は通常同じ構造を有する。板銅 20' は、スラグドア 16 に向かって接線方向に延伸されて、スラグドア 16 に密接する。

【0022】

板銅 20, 20' および付随する噴霧冷却手段の配置は、図 2 から、より明らかになるであろう。図 2 は、アーク炉 10 の下部、すなわち炉床の外殻 12 の内部内層 24 を示す。内層 24 は、それ自体は公知である方法によって、耐火煉瓦 26 で製造される。内層 24 は、溶融金属浴 28 および溶融スラグ層 30 に対して外殻 12 を保護し、後者のいかなる漏出をも防止する。当然のことながら、符号 32 にて示される溶融金属浴面は、稼動中、鉛直範囲 34 によって示される、上限最高浴面と下限最低浴面との間で、変動し得る。板銅 20, 20' は、この範囲 34 によって示される領域に配置されており、上端および下端がそれぞれ範囲 34 の上方および下方にある程度出ている。当然のことながら、範囲 34 内および周辺においては、内層 24 の比較的均一な温度プロファイルが保証される。なぜなら、内部冷却環 23 は、円周方向には内層 24 の本質的に全円周にわたって、かつ、鉛直方向には臨界劣化領域にわたって、広がっているからである。したがって、内層 24 における鉛直および接線方向の温度勾配によるあらゆる熱応力は、この領域において著しく低減される。

【0023】

図 2 に示される板銅 20 は、高い熱伝導率 ($> 300 \text{ W/Km}$) を有する銅または銅合金で製造された、穴を有さない固形物である。板銅 20 は、内部内層 24 と接触する大きな前面 36 と、板銅 20 の外部後方冷却を可能にする大きな後面 38 とを有する。板銅 20 の前面 36 は平滑であるので、耐火煉瓦 26 との効率的な熱伝導接触を保証するということを指摘しておく。この実施形態においては、耐火煉瓦 26 が扁平な後側を有するため、前面 36 は扁平である。しかし、耐火煉瓦 26 の外形に応じて、他の形状も含まれる。実際のところ、アーク炉 10 の稼動中、耐火煉瓦 26 と板銅 20 との間の熱伝導接触は、熱膨張によって増進される。冷却箱 22 は、あらゆる適した材料で製造され、たとえば溶接によって、後面 38 に封着固定される。後面 38 の境界は、たとえばねじボルトによって、外殻 12 の内側に封着固定される。図 2 に見られるように、板銅 20 は、外殻 12 に備えられる、対応する後方冷却開口 39 に重なる。後方冷却開口 39 は、板銅 20 の外部噴霧冷却のために、板銅 20 へアクセスできるようにしている。

【0024】

図 3 において最も良く見られるように、噴霧冷却ノズル 40 が、冷却箱 22 の取り外し可能な後部カバー 42 に固定される。稼動中、噴霧冷却ノズル 40 は、冷却液を板銅 20 の後面 38 上に噴霧する。噴霧冷却ノズル 40 の円錐角は約 120° であり、噴霧は、冷却箱 22 によって覆われる後面 38 の全部分を覆い、この部分が板銅 20 の能動的に冷却される領域を形成する。冷却箱 22 における過剰冷却液はすべて、直ちに放出連結部 44 を介して放出され、少量の液体の冷却液だけが、常に冷却箱 22 内部に存在する。

【0025】

図 4 に示されるように、取り外し可能な U 字形保持具 43 が、後部カバー 42 の支持台座から噴霧冷却ノズル 40 を引き抜くことを可能とする。これによって、点検、保守または交換のために、噴霧冷却ノズル 40 に、容易にアクセスできるようになる。たとえば点検または保守のために、冷却箱 22 の内部に接近するためのつまみねじ 45 によって、容易に後部カバー 42 を反転させて開放することが可能である。さらに図 4 において見られるように、板銅 20 の後面 38 は、円筒形の外殻 12 の湾曲に合うようにわずかに湾曲している。湾曲した後面 38 は、(不図示の) 伸介フランジガasket のための均一な接触圧を保証することによって、外殻 12 の内側への板銅 20 の封着取付けを可能とする。具体的な例において選択された板銅 20 の寸法は、高さ 490 mm 、幅 425 mm および最

大奥行（壁厚）60 mmであった。しかし、これらの寸法は、各アーク炉の特性に依存し、純粋に説明のためとして考えられるべきである。エアー吸気部46が、冷却箱22の後部カバー42に備えられる。エアー吸気部46は、噴霧冷却ノズル40の動作から独立した、冷却箱22からの冷却液の自由放出を保証する。温度センサ47との連結部が、板銅20の温度測定のために、冷却箱22に備えられる。温度センサ47は、板銅20内の（不図示の）穴に熱伝導の様式で取り付けられ、保護鞘48によって冷却液から保護される。板銅20'の構造および特性は、幅を除いて、概して先に詳述した板銅20のそれらと一致するということを指摘しておく。

【0026】

温度センサ47によって得られる温度の測定結果は、板銅20、20'の有効温度の機能範囲内で、冷却有効性を制御することを可能とする。すべての板銅20、20'は専用の温度センサ47を備えるので、冷却有効性を、アーク炉10の円周温度プロファイルに応じて局部的に適合させることが可能である。さらに、全冷却液流を、その時点での稼動状態に応じて最適化することが可能である。さらに、温度の測定結果は、稼動中の内層24のその時点での状態に関する（推測的な）情報を得ることを可能とする。前述の目的のための制御装置は、自動制御工学の分野においてよく知られており、ここでは詳述しない。

【0027】

図1および図2に戻って、冶金学においては、（符号10などの）アーク炉の（符号24などの）内層の最も重大な浸食領域の1つは、熔融金属の最低浴面と最高浴面との間の領域（範囲34で示す）であることがよく知られている。この浸食は、（範囲34で示した）この領域の（符号24などの）内層の温度に依存することもよく知られている。これは、亀裂の形成およびその後の金属の（符号24などの）内層への貫通にも当てはまり、これは耐熱物の劣化を引き起こす別の有害な影響である。炉殻それ自体の公知の外部冷却と比較すると（たとえば欧州特許第0044512号明細書参照）、噴霧冷却される板銅20、20'の内部冷却環23は、範囲34のこの臨界領域における内部内層24のより効果的な冷却を保証する。実際、鋼鉄製の外殻12の熱伝導率（およそ45～55 W/Km）と比較したときの板銅20、20'の高い熱伝導率（およそ350～390 W/Km）によって、一定の時間および表面にわたって板銅20、22'を介して消散され得る熱量は、鋼鉄製の外殻12を介して消散され得る熱量よりも顕著に高い。当然のことながら、この改良は、他の公知の強制的な冷却路タイプが包含する破裂の危険を招くことなく達成される。板銅20、20'の1つが破壊する、すなわち熱い金属またはスラグが漏出するという起こりそうにもない場合においてさえ、冷却箱22内に残存する少量の液体の冷却液は、破裂の危険をもたらすことなく直ちに蒸発する。したがって、危険であるとよく知られている熔融金属またはスラグへの冷却液のあらゆる混入は、図1および図2に示される冷却配置によって避けられる。さらに、内部冷却環23は、外殻12の内側と鉛直方向においてほぼ同一平面を成すので、この改良は、内層を貫通する冷却要素を突き出すことによる、内層24の構造的弱体化を引き起こすことなく、かつ、内層の重大な変更を必要とすることなく、達成される。

【0028】

図5および図6に戻って、図2に従う内層24の2つのタイプの欠陥、およびこれらの場合における噴霧冷却された板銅20、20'の機能を、以下に説明する。

【0029】

図5においては、たとえば内層24を修復せずにアーク炉10をかなりの時間稼動させることによって、範囲34の領域における内層24の一部が、かなり腐食され、つまりすり減っている。図5の内層24に見られるように、符号50にて示される腐食領域は、スラグ層30に由来するスラグで満たされる。噴霧冷却された板銅20、20'による効果的な冷却のおかげで、領域50に含まれるスラグを、その融点未満に冷却し、板銅20、20'の前の残余内層24'上で固化することが可能である。結果として、図1の内部冷却環23は、アーク炉10の稼動中でさえ、範囲34の領域における内層24の「ホット

10

20

30

40

50

パッチング」すなわち修復を可能とする。領域 50 のスラグの固化を促進するために、スラグ下面レベルに対応する溶融金属の浴面 32 に、たとえば範囲 34 にわたって変動させるなど、能動的に影響を及ぼして、固化スラグの層で残余内層 24' を覆うための「スラグライニング」修復サイクルを起動することが可能である。このプロセスは、一時的な修復を提供するのに使用されるだけでなく、耐熱物改築間隔をかなり長期化することにも貢献する。

【0030】

図 6 は、内層 24 のより極端なタイプの欠陥を示す。図 6 の内層 24 において、符号 52 にて示される特に腐食された領域は、水平方向に延びて板銅 20 の前面 36 にまで達している。図 6 に示される不利な状況において、この領域 52 は、溶融金属浴 28 に由来する溶融金属で満たされる。板銅 20 は、この不利な状況においてさえ、溶融金属の漏出を防止し得ることが、理解されよう。銅の高い熱伝導度によって、熱伝導中、前面 36 の温度は、後面 38 の温度よりもわずかに高いだけであるということを指摘しておく。銅の高い熱伝導度と板銅 20, 20' の相対厚み（すなわち熱吸収能）とを組合わせた効果は、図 6 に示される状況において板銅 20 の前の溶融金属層を固化させることを可能とする。一度作り出されると、この金属固化層は、板銅 20 が溶融するのを保護する断熱材の役目を果たす。反対に、外殻 12 それ自体が溶融金属に直接接触する状況においては、鋼鉄外殻 12 の比較的乏しい熱伝導度および薄さのために、危険な漏出がおそらく起こるだろう。結果として、たとえ、1 つ以上の板銅 20, 20' に達するまで内層 24 が腐食されても、内部冷却環 23 は、範囲 34 の領域における溶融スラグだけでなく溶融金属をも固化することを可能とする。このようにして、内部冷却環 23 はまた、アーク炉 10 の運転安全性にも貢献する。

【0031】

図 7 は、アーク炉 10 の下部における後方冷却開口 39 をより詳細に示す。図 7 に見られるように、補強リブ 70 が、後方冷却開口 39 間に、外殻 12 に鉛直方向に溶接される。上部フランジ環 72 および下部フランジ環 74 が、後方冷却開口 39 の上下にそれぞれ、外殻 12 に水平方向に溶接される。補強リブ 70 もまた、それらの各々の上端および下端で、上部フランジ環 72 および下部フランジ環 74 にそれぞれ固定される。当然のことながら、補強リブ 70 はフランジ環 72, 74 とともに、後方冷却開口 39 によって弱められる外殻 12 の堅固な構造補強を提供する。さらに、板銅 20, 20' は示されていないが、図 7 は図 1 の平面 AA' を示すということを指摘しておく。

【0032】

移動可能な炉床を備えるアーク炉、すなわち、内部で内層によって裏打ちされた下部の炉殻が移動可能であるアーク炉は、よく知られている。とりわけ、それらは、たとえば内層の改裝が必要とされるとき、炉床を交換可能にする。明らかに、冷却環 23 による冷却作用は、炉床の輸送中、改裝前の冷却中、および／または改裝後の予熱中でも利用可能であるべきである。噴霧冷却ノズル 40 の水供給および放出連結部 44 からの誘導放出が、炉床の輸送中にも保証されなければならない場合、輸送は遅れ、輸送経路に適合し得る高価で複雑なコンジットシステムが必要になるであろう。したがって、アーク炉 10 が移動可能な炉床、すなわち移動可能な下部の炉殻 12 を有する場合に用いることを意図し、本発明に従う冷却環 23 をうまく活用した、2 つの補足的冷却手順を以下に紹介する。

【0033】

第 1 の可能な方法は、以下の側面を含む。放出連結部 44 に連結される（不図示の）コレクタの排出口を形成する、共通の放出管は、閉じられて断絶される。結果として、冷却箱 22 は連通コンテナの環を形成する。冷却箱 22 は水で満たされる。冷却箱 22 を水で満たすことは、この場合、安全性リスクにはならない。なぜなら、溶融金属は、輸送に先立って、移動可能な炉床から空にされているからである。満たされた冷却箱 22 に収容された水量は、輸送中の冷却を保証するのに通常充分である。任意に、たとえばかなりの時間が輸送に必要とされる場合、冷却箱 22 は蒸発冷却モードで稼動することができる。この趣旨で、いくつかの冷却箱は、低レベル検出器、高レベル検出器および水供給管を備え

10

20

30

40

50

る。冷却箱内の水のレベルが低レベルを下回ると、冷却環 2 3 は、高レベルに達するまで、1 つ以上の供給管を介して追加の水が供給される。前述の方法はまた、炉床の改装位置から元の稼動位置への輸送中にも使用できる。たとえば改装に先立つ冷却段階中、および、たとえば改装後の加熱または予熱段階中、冷却環 2 3 を、前述のように噴霧冷却モードで稼動することが可能である。

【0034】

第 2 の可能な方法において、冷却箱 2 2 は、輸送中ならびに冷却および予熱段階中、水で満たされる。前述のように、冷却箱 2 2 が連通コンテナを形成し、冷却箱 2 2 が水で満たされるように、1 つ以上の共通の放出管は閉じられる。低レベル検出器および高レベル検出器に加えて、いくつかの冷却箱は、冷却箱 2 2 の内側の水温を測定するための温度センサを備える。補助的な水供給管および補助的な小径の放出管が、連通冷却箱 2 2 を満たすため、および空にするためにそれぞれ備えられる。この第 2 の方法において、冷却箱の水温は、たとえば 60℃～80℃といった、ある範囲内の値を有するように制御される。温度上限に達すると、水位が、好ましくは冷却箱 2 2 の半分の高さをはるかに下回るようにセットされた低レベルに達するまで、冷却箱 2 2 の熱水は放出される。冷水が、高レベルに達するまで冷却箱 2 2 に加えられ、これによって水温が下がる。冷却および予熱中の熱負荷は、稼動中よりも顕著に低いので、当然のことながら、必要とされる供給および放出流速は比較的小さい。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】内部冷却環を示すアーク炉の水平断面図である。

【図 2】稼動中の図 1 のアーク炉の一部の部分縦断面図である。

【図 3】噴霧冷却手段を備える板銅を示す拡大縦断面図である。

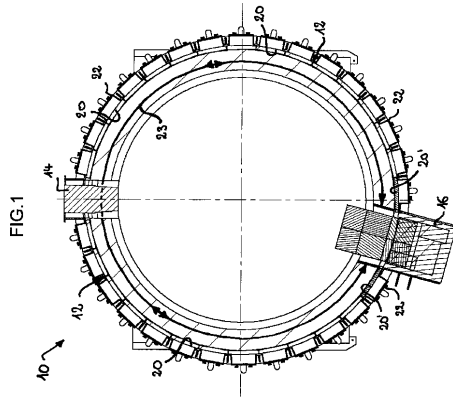
【図 4】図 3 に従う噴霧冷却手段を備える板銅の斜視図である。

【図 5】内層の第 1 の欠陥型を示す、図 2 に従う部分縦断面図である。

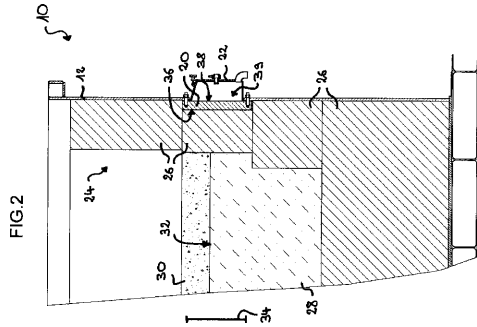
【図 6】内層の第 2 の欠陥型を示す、図 2 に従う部分縦断面図である。

【図 7】内部冷却環が取り付けられていない、図 1 のアーク炉の斜視側面図である。

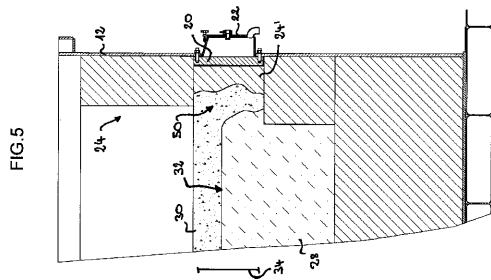
【図 1】



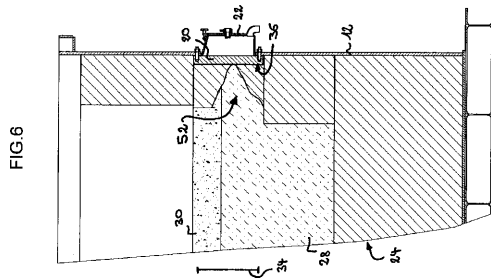
【図 2】



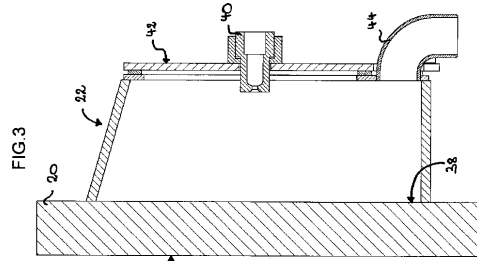
【図 5】



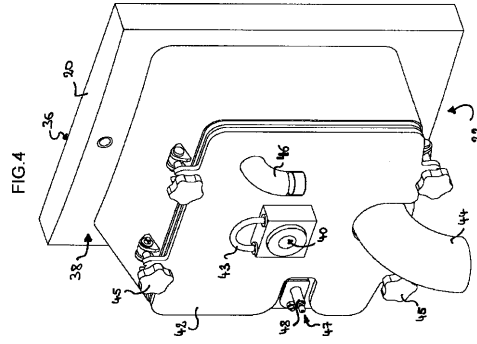
【図 6】



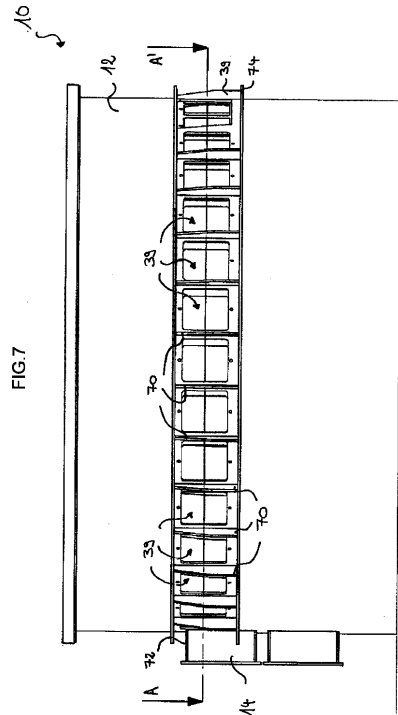
【図 3】



【図 4】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 ロトゥ, ジャンーリュク
フランス国 ティオンヴィル ルー デ グラシス 17
- (72)発明者 トッカール, ポール
ルクセンブルク国 ルクセンブルク ルー ニコラ ゴネ 14

審査官 國島 明弘

- (56)参考文献 特開昭57-052788 (JP, A)
特開2005-257175 (JP, A)
特開2002-115831 (JP, A)
特開平09-217990 (JP, A)
特開昭53-037109 (JP, A)
特開平06-221769 (JP, A)
特開平03-075493 (JP, A)
特開昭52-048503 (JP, A)
特開平08-035779 (JP, A)
特開平08-035632 (JP, A)
特開平08-303962 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- F27B 3/24
C21C 5/52