

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5755155号  
(P5755155)

(45) 発行日 平成27年7月29日(2015.7.29)

(24) 登録日 平成27年6月5日(2015.6.5)

(51) Int.Cl.		F 1	
<b>C 2 3 C</b>	<b>24/04</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 24/04
<b>B 2 2 D</b>	<b>11/059</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 2 D 11/059 1 1 0 D
<b>B 2 2 D</b>	<b>11/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 2 D 11/04 3 1 7 Z

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2012-10183 (P2012-10183)	(73) 特許権者	000176626 三島光産株式会社
(22) 出願日	平成24年1月20日(2012.1.20)		福岡県北九州市八幡東区枝光2丁目1番15号
(65) 公開番号	特開2013-147717 (P2013-147717A)	(74) 代理人	100090697 弁理士 中前 富士男
(43) 公開日	平成25年8月1日(2013.8.1)	(74) 代理人	100127155 弁理士 来田 義弘
審査請求日	平成25年8月26日(2013.8.26)	(74) 代理人	100163267 弁理士 今中 崇之
		(74) 代理人	100176142 弁理士 清井 洋平
		(72) 発明者	山本 圭祐 福岡県北九州市小倉南区新首根5番1号 三島光産株式会社 機工事業本部 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モールド鑄型の補修方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続鑄造に使用する銅製又はCr-Zr銅製の鑄型表面に、銅からなり、少なくともその80%が5~20μmの粒度分布内にある金属粉を、搬送ガスとして不活性ガスを用い、該金属粉の融点より低い温度で低温溶射して肉盛り補修を行い、しかる後に溶射皮膜又は溶射皮膜を含む前記鑄型全体の熱処理を、900以上かつ該鑄型の融点未満の温度で5~30分間行うことを特徴とするモールド鑄型の補修方法。

【請求項 2】

請求項1記載のモールド鑄型の補修方法において、前記低温溶射の搬送ガスの温度は500~800の範囲にあって、しかも、該搬送ガスの速度は300~1100m/秒であることを特徴とするモールド鑄型の補修方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

スラブ、ピレット又はブルームの連続鑄造に使用するモールド鑄型を低温溶射(コールドスプレイ法)を用いて補修する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、製鉄所において、鋼板等を製造する場合は、例えば、図2に示すような対向する長辺50の間に対向する短辺52を挟んだモールド鑄型53が使用されている。このモールド

ド鑄型 5 3 は使用によって、鑄型内面にメニスカスクラック 5 5、磨耗疵 5 6 が発生する。また、鑄型底部には腐食 5 7 が発生する場合もある。更に、長辺 5 0 の内側に接する短辺 5 2 の側面には幅可変疵 5 8 が発生する場合もある。

これらの疵が発生すると、特許文献 1 に記載のように、最初のうちであれば、鑄型内面、又は必要に応じて側面にもめっき又は高温溶射によって素材を付加し鑄型が補修されるのが一般的である。

【 0 0 0 3 】

また、特許文献 2 には、被処理基材の表面に温度 3 0 0 以下、飛行速度 5 0 0 m / 秒以上の低温溶射によって、膜厚が 3  $\mu$  m ~ 1 0 mm で、気孔率が 0 . 5 % 以下の金属又は非金属からなる低温溶射皮膜被覆部材を作ることが提案されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 1 - 2 1 8 4 0 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 3 0 9 3 6 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、特許文献 1 に記載のように、鑄型内面にめっきで皮膜を形成すると、銅又は銅合金からなる母材とは金属成分が異なり、勿論短期寿命の補修は可能であるが、繰り返し使用によって、母材が徐々に減肉し、比較的寿命が短いという問題があった。また、鑄型表面に部分的に疵がある場合は、凹部をめっきで埋める処理は極めて困難かつ手間であった。

20

一方、高温溶射による補修は鑄型の部分的補修も可能であるが、鑄型本体とは異なる材料で鑄型表面を被覆するので、場合によっては補修した溶射皮膜が剥離を生じる場合があるという問題があった。

なお、特許文献 2 には、低温溶射による被覆部材が提案されているが、製鉄所で使用する連続鑄造鑄型を補修するものではない。

【 0 0 0 6 】

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたもので、製鉄所でスラブ、ビレット又はブルーム等を連続鑄造する鑄型を、元の状態又は元の状態に近い状態に補修するモールド鑄型の補修方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

前記目的に沿う本発明に係るモールド鑄型の補修方法は、連続鑄造に使用する銅製又は Cr - Zr 銅製の鑄型表面に、銅からなり、少なくともその 8 0 % が 5 ~ 2 0  $\mu$  m の粒度分布内にある金属粉を、搬送ガスとして不活性ガスを用い、該金属粉の融点より低い温度で低温溶射して肉盛り補修を行い、しかる後に溶射皮膜又は溶射皮膜を含む前記鑄型全体の熱処理を、9 0 0 以上かつ該鑄型の融点未満の温度で 5 ~ 3 0 分間行う。ここで、金属粉は、搬送ガスが銅とは反応しない不活性ガス（例えば、アルゴンガス等の非酸化性ガス）であるので、金属粉が酸化されることはない。また、銅からなる金属粉は、低温溶射されることによって塑性変形を起こし、高密度の溶射皮膜を形成する。

40

【 0 0 0 8 】

ここで、前記金属粉のうち少なくともその 8 0 % は 5 ~ 2 5  $\mu$  m の粒度分布内にある。金属粉の粒度が 5  $\mu$  m 未満であると溶射中に抵抗を受けて衝突時の速度が下がり、金属粉の粒度が 2 5  $\mu$  m を超えると、衝突後の塑性変形によって高密度の溶射皮膜を形成するのが難しい。金属粉を更に高速で飛翔させれば、金属粉の粒度を大きくすることができるが、過剰なエネルギーを要するという問題がある。

【 0 0 0 9 】

【 0 0 1 0 】

50

また、前記金属粉を低温溶射した前記鋳型の熱処理は、900 以上かつ該鋳型の融点未満の温度で、5～30分間行う。この場合、母材（銅）内部に含まれている銅以外の金属（例えば、Zr、Cr）が母材中に再固溶するが、金属粉及び鋳型との拡散接合が更に進む。この後、補修した鋳型を急冷すると、銅以外の金属と銅によって析出硬化型の合金を形成し、強度が増加する。

#### 【0011】

そして、本発明に係るモールド鋳型の補修方法において、前記低温溶射の搬送ガスの温度は500～800 の範囲にあって、しかも、該搬送ガスの速度は300～1100m/秒であるのがよい。

ここで、搬送ガスの速度が300m/秒未満となると、金属粉に与える速度が不足し、金属粉に大きなエネルギー（ $E = 0.5mv^2$ ）を与えることができない。また、ガスの速度を1100m/秒を超える速度とすると、ノズルの構成が困難となり、可能であっても過剰なエネルギーを必要とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0012】

従来のモールド鋳型では、使用される条件によって異なるが、使用回数の上限が5～8回程度であったが、本発明方法を適用することによって、モールド鋳型の表面は何回でも繰り返し使用でき、実際は、使用によってその他の部分の不具合（例えば、裏側の冷却水溝の腐食、使用による熱変形に伴う歪み）が発生するので、従来の2倍近くの寿命を有するモールド鋳型を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0013】

【図1】本発明の一実施の形態に係るモールド鋳型の補修方法に使用する低温溶射装置の概略説明図である。

【図2】従来例に係るモールド鋳型の説明図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0014】

続いて、添付した図面を参照しながら、本発明を具体化した実施の形態について説明する。

まず、図1を参照しながら、本発明の一実施の形態に係るモールド鋳型の補修方法に使用する低温溶射装置（コールドスプレッター）10の概略構成について説明する。

#### 【0015】

低温溶射装置（正確には「低温噴射装置」）10は、不活性ガスの一例であるアルゴンガスのポンペ11と、吐出圧力を調整するレギュレータ12と、ガス分配器13と、ガス分配器13からのガスの圧力及び流量をそれぞれ独立に調整するバルブ調整機構14、15とを有している。そして、バルブ調整機構14から排出されるアルゴンガスは加熱器16に供給され、加熱器16でアルゴンガスを所定温度（例えば、600～1000）に加熱している。加熱は電熱ヒータによる直接加熱を行ってもよいし、高温のアルゴンガスで希釈してもよい。

#### 【0016】

バルブ調整機構15から排出されるアルゴンガスは、粉体供給機18に供給され、内部に供給されている金属粉24の搬送ガスとして使用されている。粉体供給機18は周知の構造で、所定量の金属粉24をガス搬送できる構造となっている。なお、19、20は圧力計で、それぞれのアルゴンガスの圧力を計測している。

#### 【0017】

加熱されたアルゴンガスと、金属粉24はトーチ21に供給される。このトーチ21は拡径した部屋内に高温のアルゴンガスを受け入れ、粉体供給機18から搬送ガスと共に噴出される金属粉24を、先側のノズル22から噴出する。これによって、ノズル22から噴出される金属粉24が500～800 の搬送ガスで加熱されて、連続鋳造に使用する銅又は銅合金製の鋳型（モールド鋳型）23の所定箇所（例えば、疵がある面）に噴射され

10

20

30

40

50

る。なお、ノズル 22 は吹き出るガスが超音速になるように、その形状が周知の通り特殊構造のノズル（例えば、ダイバージェントノズル）となっている。なお、トーチ 21 には圧力計 25 と温度計 26 が設けられている。また、搬送ガスの速度は 300 ~ 1100 m / 秒である。

#### 【0018】

この低温溶射装置 10 に供給される金属粉 24 は、1) 純銅 (Cu 99.9 質量%)、2) Cr 銅 (Cr : 0.5 ~ 1.5 質量%、残部 Cu 及び不可避的不純物)、3) Cr - Zr 銅 (Cr : 0.5 ~ 1.5 質量%、Zr : 0.08 ~ 0.3 質量%、残部 Cu 及び不可避的不純物)、又は 4) Cr - Zr - Al 銅 (Cr : 0.5 ~ 1.5 質量%、Zr : 0.08 ~ 0.3 質量%、Al : 0.1 ~ 2.0 質量%、残部 Cu 及び不可避的不純物) からなっている。これは、鑄型 23 の成分と同一となっているのが好ましいが、金属粉の成分が鑄型 23 の成分と異なる場合であっても、金属粉が塑性変形して鑄型 23 の表面にコーティング層 (肉盛り部) を形成する。

10

#### 【0019】

この金属粉 24 の粒度分布は、5 ~ 20 μm 粒径のものが全体の 80 質量% を占めている。これによって、この金属粉 24 を超音速で、鑄型 23 に衝突させた場合、金属粉 24 が鑄型 23 及び鑄型 23 に付着した金属粉 24 に衝突し、金属粉 24 が塑性変形を起こして液体状となって、鑄型表面に高密度で付着し、前記した肉盛り部を形成する (即ち、肉盛り補修がなされる)。この肉盛り部の密度は 90 ~ 98 % で、鑄型 23 の密度 (100 %) と殆ど差はないので、金属粉 24 に鑄型 23 と同一金属を使用した場合には、目視状態では肉盛り部と鑄型 23 との境界が無くなる。なお、金属粉の粒径が小さいと気流に流され、十分な衝突速度が得られず、金属粉の粒径が大きいと高速搬送が難しい。

20

#### 【0020】

鑄型 23 の表面に低温溶射 (金属粉 24 の融点より低いガス温度) を行う場合には、鑄型の表面を金属ブラシ等で十分に磨き、必要に応じて脱脂処理も行う。溶射を行う場合は、鑄型を 200 ~ 500 の温度で予熱してもよい。この場合、空気中の酸素で酸化するので、密閉室内、又は不活性ガスで全体又は必要部分をシールしながら行うのがよい。

#### 【0021】

肉盛り部の厚みは疵の深さにもよるが、通常疵の部分は完全に充填するとして、最終的に機械加工を行うことを考慮して、表面から 0.1 ~ 2 mm 程度である。なお、溶射補修した鑄型は、a) その後、熱処理をしない場合、b) 250 以上 500 以下で 1 ~ 6 時間の熱処理を行う場合、c) 900 以上鑄型 23 の融点未満の温度 (例えば 1050 未満) で 5 ~ 30 分の熱処理を行う場合、がある。なお、鑄型全体を熱処理しないで、溶射皮膜を熱処理することもできる。

30

#### 【0022】

a) のように鑄型の熱処理をしない場合は、肉盛り部を元形状に合わせて、所定の平面又は曲面を形成して鑄型の補修を完了する。

次に、b) 溶射補修した鑄型を、250 以上 500 以下で 1 ~ 6 時間の熱処理を行う場合、含まれている銅以外の金属、不純物は母材 (銅) 内に再固溶しない。溶射した金属粉は塑性変形を起こして密に積層されているので、低温度 (通常、ケルビン温度融点の 40 % 以上、具体的には約 270 以上) の加熱で拡散接合し、強固な肉盛り層を形成する。

40

#### 【0023】

なお、溶射した鑄型は 500 以下で熱処理されるので、母材内に含まれる不純物、合金金属は、粒界又は粒内に析出することなく、そのままの性状が保たれる。従って、鑄型と金属粉との成分を一致させると、肉盛り部は鑄型に一体化し、剥離等が生じにくく、長期の寿命を有する。

#### 【0024】

そして、c) のように、900 以上鑄型 23 の融点未満の温度 (例えば 1050 未満) で 5 ~ 30 分の熱処理を行うと、金属粉の拡散接合強度が更に増して、より強固な表面

50

となる。なお、金属内に含まれる不純物を含む合金金属は、母材（銅）内に再固溶し、冷却速度が遅い場合は、結晶粒度も大きくなり、一部が金属間化合物となるので好ましくない。冷却速度が速い場合は、固溶の状態で残り材質硬化となるので、熱処理後は、非酸化性ガスを噴射、又は水冷して熱処理された鑄型を急冷するのがよい。

【0025】

表1には、Cr-Zr銅素材の熱処理無しの引っ張り強度を1とした場合の、a)熱処理をしない場合（即ち、「無し」）、b)250以上500以下で1～6時間の熱処理（即ち、「熱処理1」）、c)900以上鑄型23の融点未満の温度（例えば1050未満）で5～30分の熱処理（即ち、「熱処理2」）について、比較した例を示す。

【0026】

【表1】

		熱処理			
		無し	熱処理1	熱処理2	
Cr-Zr銅素材		1.00	1.00	0.75	
溶射皮膜	純銅	0.50	—	—	
	合金銅	Cr銅	0.70	0.75	
		Cr-Zr銅	0.80	0.95	0.75
		Cr-Zr-Al銅	0.80	0.95	0.75

【0027】

表1から、肉盛り材（溶射皮膜）は、熱処理しなくても十分な強度を有し、熱処理1を行うと拡散接合が発達してより強度が増すことが分かる。また、熱処理2の場合でも急冷することによって更に、強度は向上するものと考えられる。

本発明は前記した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲での材料変更、数値変更をする場合も本発明は適用される。

また、前記実施の形態においては、長辺及び短辺を有する鑄型について説明したが、ブルーム、ピレットを形成する筒状の鑄型の補修であっても本発明は適用される。

また、トーチの構造も、金属粉を酸化しない又は金属粉と化合しない高温の不活性ガスで、金属粉を高速噴射できるものであれば、他の構造であってもよい。

【符号の説明】

【0028】

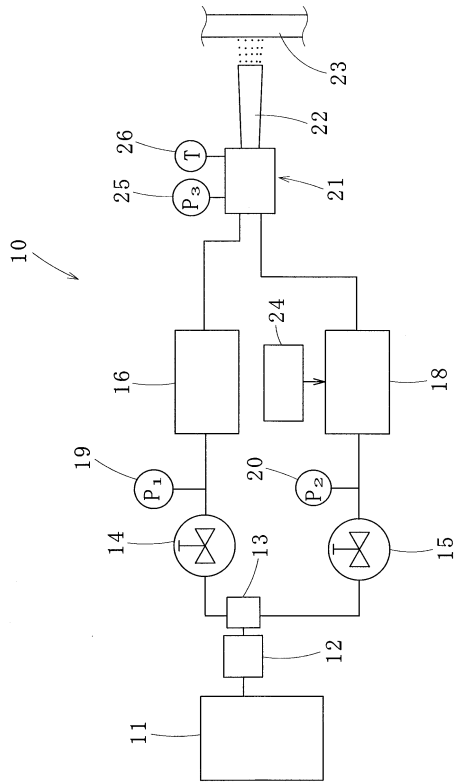
10：低温溶射装置、11：ポンペ、12：レギュレータ、13：ガス分配器、14、15：バルブ調整機構、16：加熱器、18：粉体供給機、19、20：圧力計、21：トーチ、22：ノズル、23：鑄型、24：金属粉、25：圧力計、26：温度計

10

20

30

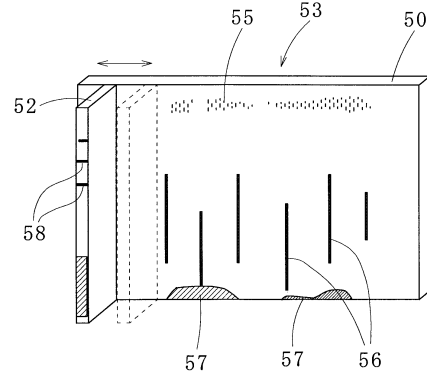
【図1】



【図2】

<1>

<2>



---

フロントページの続き

- (72)発明者 梅山 祐登  
福岡県北九州市小倉南区新首根5番1号 三島光産株式会社 機工事業本部内
- (72)発明者 廣門 直子  
福岡県北九州市小倉南区新首根5番1号 三島光産株式会社 機工事業本部内
- (72)発明者 森園 浩郁  
福岡県北九州市小倉南区新首根5番1号 三島光産株式会社 機工事業本部内

審査官 深草 祐一

- (56)参考文献 特開2004-306120(JP,A)  
特開昭54-028228(JP,A)  
特開昭63-035762(JP,A)  
榊和彦, コールドスプレーテクノロジー, 溶射技術, 2002年, Vol.21, No.3, p.29-38  
榊和彦, 新しい溶射プロセスCold Spray, 溶射技術, 2000年, Vol.20, No.2, p.32-41

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 4/00 - 6/00, 24/00 - 30/00  
B05B 1/00 - 3/18, 7/00 - 9/08  
B22D 11/00 - 11/22