

(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2010-29898

(P2010-29898A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**B 2 2 D 11/10 (2006.01)** B 2 2 D 11/10 3 2 O A 4 E O 1 4  
**B 2 2 D 41/60 (2006.01)** B 2 2 D 41/60

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

|           |                              |          |                                             |
|-----------|------------------------------|----------|---------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-194020 (P2008-194020) | (71) 出願人 | 000006655<br>新日本製鐵株式会社<br>東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 |
| (22) 出願日  | 平成20年7月28日 (2008.7.28)       | (74) 代理人 | 100099759<br>弁理士 青木 篤                       |
|           |                              | (74) 代理人 | 100077517<br>弁理士 石田 敬                       |
|           |                              | (74) 代理人 | 100087413<br>弁理士 古賀 哲次                      |
|           |                              | (74) 代理人 | 100113918<br>弁理士 亀松 宏                       |
|           |                              | (74) 代理人 | 100140121<br>弁理士 中村 朝幸                      |
|           |                              | (74) 代理人 | 100111903<br>弁理士 永坂 友康                      |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋳造用ノズルの予熱方法

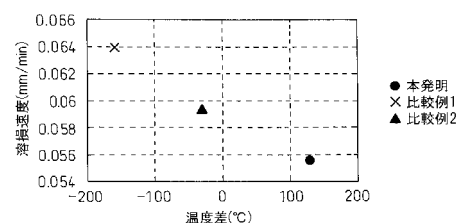
(57) 【要約】

【課題】 浸漬ノズル表面に微細な亀裂が発生することによる浸漬ノズルの寿命劣化を改善する予熱方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 連続鋳造工程における鋳造用ノズルを予熱する方法において、鋳造用ノズルの外側の全体または一部に該ノズルを囲むようにコイルを配置した誘導加熱装置を有し、鋳造用ノズルの内側に向けて燃焼ガスにより予熱するバーナーを有し、外側の予熱温度を内側より高く設定して予熱する。

【選択図】 図3

図 3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

連続鋳造設備における鋳造用ノズルを予熱する方法において、

鋳造用ノズルの外側の全体または一部に該ノズルを囲むように誘導加熱コイルを配置した誘導加熱装置を用い、該誘導加熱装置によってノズルの外側を加熱すると同時に、誘導加熱装置以外の加熱手段によって鋳造用ノズルの内側を加熱し、その際、外側の予熱温度を内側の予熱温度より高く設定したことを特徴とする鋳造用ノズルの予熱方法。

**【請求項 2】**

前記鋳造用ノズルの内側を、バーナーにより予熱することを特徴とする請求項 1 に記載の鋳造用ノズルの予熱方法。

10

**【請求項 3】**

前記鋳造用ノズルが浸漬ノズルであり、浸漬ノズルをタンディッシュに接続した状態で、前記バーナーが浸漬ノズルの内側上部および上部に配置する耐火物を予熱することを特徴とする請求項 2 に記載の鋳造用ノズルの予熱方法。

**【請求項 4】**

前記鋳造用ノズルが浸漬ノズルであり、タンディッシュをバーナーで加熱する際の排ガスを浸漬ノズル内に引き込み、該ノズルの内側を予熱することを特徴とする請求項 1 に記載の鋳造用ノズルの予熱方法。

**【請求項 5】**

前記鋳造用ノズルがロングノズルであり、タンディッシュをバーナーで加熱する際の排ガスをロングノズル内面に引き込み、該ノズルの内側を予熱することを特徴とする請求項 1 に記載の鋳造用ノズルの予熱方法。

20

**【請求項 6】**

前記鋳造用ノズルの外直径が高さ方向に対し変化するノズルであり、該ノズルの外直径が相対的に大きい範囲に位置する前記誘導加熱コイルの巻き数を、外直径が相対的に小さい範囲に位置するコイルの巻き数より小さくすることを特徴とする請求項 1 ～ 5 に記載の鋳造用ノズルの予熱方法。

**【請求項 7】**

前記外側の予熱温度を前記内側の予熱温度より 50 ～ 400 高く設定して予熱することを特徴とする請求項 1 ～ 6 に記載の鋳造用ノズルの予熱方法。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、鉄鋼の連続鋳造設備において、溶鋼を注入する際に使用される鋳造用ノズルの予熱方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

連続鋳造設備における鋳造用ノズルには、溶鋼鍋からタンディッシュに溶鋼を注入する際に用いられるロングノズルや、タンディッシュから鋳型へ溶鋼を注入する際に用いられる浸漬ノズルがある。

40

**【0003】**

鋳造用ノズルは、鋳造用ノズル内での溶鋼の凝固の防止と、鋳造用ノズルが受ける熱衝撃の緩和を目的として、連続鋳造の開始前に予熱して使用される。

鋳造用ノズルを予熱することで、鋳造用ノズルに高温の溶鋼が接触した際、溶鋼が冷却されて凝固することを防止でき、鋳造用ノズルの閉塞を回避できる。

また、鋳造用ノズルが急激な温度変化を受けることによる熱衝撃を緩和することにより、鋳造用ノズルの亀裂の生成を抑制でき、鋳造用ノズルの寿命が短くなることも防止できる。

これらの効果を得るためには、予熱温度は溶鋼温度に近いほど好ましい。

**【0004】**

50

一般的な予熱手段としては、ガスバーナーによる予熱が知られている。例えば、特許文献 1 に開示された方法は、鑄造用ノズルを耐熱性の炉に挿入し、炉の中でコークス炉ガス（COG）などの燃料ガスをガスバーナーで燃焼させて、発生する高温の燃焼ガスにより鑄造用ノズルを予熱するものである。

ガスバーナーによる予熱では、鑄造用ノズルを 800 ～ 1200 程度まで予熱することがきる。しかしながら、ガスバーナーによる予熱方法では、加熱に時間がかかるため、加熱中に浸漬ノズルの耐火物が劣化してしまい、予熱後の鑄造中にスポーリング等のトラブルが発生する場合があった。

#### 【0005】

ガスバーナー予熱に比べ鑄造用ノズルをより高温にかつ短時間で予熱する手段として、誘導加熱方式がある。誘導加熱方式は、加熱対象物が導電性を有するものであれば適用できる。鑄造用ノズルは、一般的に黒鉛を含有したアルミナなどで形成されていることから導電性を有している。

誘導加熱方式による鑄造用ノズルの予熱は、鑄造用ノズル自体を発熱させる予熱方法なので、熱損失が小さく、エネルギー効率が高い。また、鑄造用ノズルの予熱設定温度に対する制御性も良好である。

#### 【0006】

このような誘導加熱方式により予熱するものとしては、例えば特許文献 2 に示すものがある。特許文献 2 に開示された方法は、浸漬ノズルの外周面に浸漬ノズルと直交したコイルを配置し、浸漬ノズルの外周面の形状に沿わせたコイル形状とすることで、浸漬ノズル全体を均一かつ高温に予熱することを達成している。

#### 【0007】

【特許文献 1】特開昭 61 - 262455 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 185682 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

浸漬ノズルは、鑄型内の湯面保護材（以下、パウダーと称する。）による浸食で寿命が決定されるため、浸漬ノズルの外側のパウダーとの接触部（以下、パウダーラインと称する。）の亀裂の生成を抑制することを目的とした予熱が重要となる。

#### 【0009】

特許文献 2 に開示されているように、予熱時に鑄造用ノズル内に発生する温度分布を極力小さくして鑄造用ノズルを均一に予熱することが、従来から、鑄造用ノズルの亀裂防止などによる損傷防止に有利であるとされてきた。

#### 【0010】

しかしながら、均一に予熱しても、浸漬ノズル表面に微細な亀裂が発生する場合があります、必ずしも浸漬ノズルの寿命は改善できていなかった。

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたもので、鑄造用ノズルの寿命を改善する予熱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】

#### 【0011】

本発明は、鑄造用ノズルの内側と外側の予熱温度に差を設けることにより上記課題を解決するもので、その要旨は以下の通りである。

（１） 連続鑄造設備における鑄造用ノズルを予熱する方法において、

鑄造用ノズルの外側の全体または一部に該ノズルを囲むように誘導加熱コイルを配置した誘導加熱装置を用い、該誘導加熱装置によってノズルの外側を加熱すると同時に、誘導加熱装置以外の加熱手段によって鑄造用ノズルの内側を加熱し、その際、外側の予熱温度を内側の予熱温度より高く設定したことを特徴とする鑄造用ノズルの予熱方法。

#### 【0012】

（２） 前記鑄造用ノズルの内側を、バーナーにより予熱することを特徴とする（１）に

10

20

30

40

50

記載の鑄造用ノズルの予熱方法。

(3) 前記鑄造用ノズルが浸漬ノズルであり、浸漬ノズルをタンディッシュに接続した状態で、前記バーナーが浸漬ノズルの内側上部および上部に配置する耐火物を予熱することを特徴とする(2)に記載の鑄造用ノズルの予熱方法。

【0013】

(4) 前記鑄造用ノズルが浸漬ノズルであり、タンディッシュをバーナーで加熱する際の排ガスを浸漬ノズル内に引き込み、該ノズルの内側を予熱することを特徴とする(1)に記載の鑄造用ノズルの予熱方法。

(5) 前記鑄造用ノズルがロングノズルであり、タンディッシュをバーナーで加熱する際の排ガスをロングノズル内面に引き込み、該ノズルの内側を予熱することを特徴とする(1)に記載の鑄造用ノズルの予熱方法。

10

【0014】

(6) 前記鑄造用ノズルの外直径が高さ方向に対し変化するノズルであり、該ノズルの外直径が相対的に大きい範囲に位置する前記誘導加熱コイルの巻き数を、外直径が相対的に小さい範囲に位置するコイルの巻き数より小さくすることを特徴とする(1)~(5)に記載の鑄造用ノズルの予熱方法。

(7) 前記外側の予熱温度を前記内側の予熱温度より50~400 高く設定して予熱することを特徴とする(1)~(6)に記載の鑄造用ノズルの予熱方法。

【発明の効果】

【0015】

20

本発明によれば、誘導加熱を用いて鑄造用ノズルを効率的に予熱できるとともに、鑄造用ノズルの外面に圧縮応力を発生させることにより、亀裂の発生を抑制でき、鑄造用ノズルの寿命を向上できる。特に、浸漬ノズルの場合、パウダーラインに沿って効果的に圧縮応力を発生させることにより、亀裂の発生を抑制でき、また、ロングノズルの場合でも、ノズル外面に圧縮応力を発生させ、タンディッシュ内の溶融スラグによる侵食を改善でき、それぞれのノズルの寿命を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明者らは、前述の鑄造用ノズルの外側の損傷に着目し、ノズルを均一に予熱した場合にノズルの寿命が改善されない原因について検討した。その結果、均一な予熱をした場合、ノズルの予熱終了から鑄造開始までの間にノズルの温度は外側から低下していき、その際にノズルの外面に微細な亀裂が発生する場合があることがわかった。

30

【0017】

このことから、均一な予熱を目指すのではなく、鑄造用ノズルの外側を内側より高温になるように加熱温度を制御するようにして、冷却後、鑄造用ノズルの外側に圧縮応力を発生させるようにすれば鑄造用ノズルの寿命を改善できることを見出した。

【0018】

そこで、誘導加熱装置を用いて鑄造用ノズルを高温に予熱する場合において、予熱後にパウダーライン部などの損傷する部分に圧縮応力を発生させ、かつ、鑄造用ノズルの上部および上部に配置する耐火物全体を高温まで加熱するために有効な加熱手段の配置を検討し、本発明の予熱方法に至った。

40

以下、本発明の実施の態様を詳細に説明する。

【0019】

まず、本発明の第一の実施の形態について説明する。

本発明では、連続鑄造設備における鑄造用ノズルの外側を誘導加熱装置で加熱し、同時に内側も誘導加熱以外の加熱手段により加熱する。第一の実施の形態では、内側の加熱に、鑄造用ノズルの内側に向けて燃焼ガスを発生させるバーナーを用いたものである。

【0020】

図1に、鑄造用ノズルのうち、浸漬ノズルを予熱する場合の例を示す。タンディッシュ2に接続された浸漬ノズル1の周囲を囲うように誘導加熱コイル3が配置され、該コイル

50

側面から、浸漬ノズル 1 の吐出口 4 を通して、内側加熱用のバーナー 5 がノズル内に挿入される。

ロングノズルを加熱する場合も、同様に、誘導加熱コイルとバーナーが配置される。

【 0 0 2 1 】

誘導加熱コイル 3 は、らせん状または渦巻き状の導電体であり、高周波電流を通電することでその内部に磁束を発生させ、誘導電流を浸漬ノズル 1 に発生させて予熱するものである。

バーナー 5 は、浸漬ノズルの内部で C O G などの燃料を燃焼させて高温の燃焼ガスを発生させ、コイル 3 より上部に位置する耐火物を予熱するものである。

これらの加熱装置を用いて、浸漬ノズル 1 を外側と内側から同時に予熱する。その際に、外側の温度を内側より高くなるように加熱温度を制御する。

【 0 0 2 2 】

浸漬ノズル 1 の場合は、タンディッシュ 2 に接続せず単体で予熱することも可能である。ただし、その場合は予熱後に浸漬ノズルをタンディッシュに接続する必要があるため、予熱後から鑄造開始に至るために時間を要し、その間に冷える可能性がある。そのため、浸漬ノズルの予熱の場合は、タンディッシュに接続した状態で予熱するほうが効率の点で好ましい。

【 0 0 2 3 】

鑄造用ノズル（浸漬ノズルおよびロングノズル）の外側の温度を内側より高く制御する方法としては、まず、高周波電流の出力とバーナーの出力を調整する方法がある。この時の各加熱手段の出力の決定は、事前に熱電対や放射温度計を使用して外側と内側の温度差を測定することで行う。

【 0 0 2 4 】

また、電流出力ではなく、高周波電流の周波数を高く設定することで加熱温度を制御する方法もある。誘導加熱は、高周波電流の周波数が高いほど、加熱がコイル側すなわち外側に集中する特性があるためである。

周波数により調整する場合は、好ましくは 3 0 kHz ~ 1 0 0 kHz、さらに好ましくは 5 0 kHz ~ 3 0 kHz に設定する。なお、周波数で鑄造用ノズルの外側と内側の温度制御を行わない場合は、1 0 kHz ~ 3 0 kHz の周波数でも可能である。

【 0 0 2 5 】

ノズルの外側の加熱温度は、下限が好ましくは 1 2 0 0 、さらに好ましくは 1 3 5 0 であり、上限は、溶鋼の温度である 1 5 3 0 ~ 1 6 0 0 程度である。ただし、ノズルの表面に酸化防止剤が塗布されている場合、酸化防止剤の機能を保持できる温度が上限となり、酸化防止剤の性能によって選ばれる。1 4 0 0 ~ 1 5 0 0 が例示される。

【 0 0 2 6 】

また、鑄造用ノズルの外側と内側の温度差は、ノズルの材質にもよるが、好ましくは 5 0 ~ 4 0 0 、さらに好ましくは 5 0 ~ 2 0 0 である。温度差の下限は、予熱時の温度のバラツキを十分に許容でき、予熱の間絶えず表面に圧縮応力が発生する温度が選ばれる。温度差の上限は、鑄造用ノズルの内側の耐火物に微細な亀裂が入らない温度が選ばれる。

【 0 0 2 7 】

コイルは、導電体の短絡を防ぐため周囲を絶縁され、さらに予熱される鑄造用ノズルから受ける熱による熱変形を防止する点で断熱されることが好ましく、水冷されることが更に好ましい。導電体は銅製のパイプが例示され、パイプ内部に冷却水が流されることが例示される。

【 0 0 2 8 】

コイルの内径は、鑄造用ノズルの形状に応じて設計され、鑄造用ノズル外面とコイル内面を 1 0 mm ~ 1 0 0 mm の間隔にすることが好ましい。鑄造用ノズル外面とコイル内面の間隔は小さいほど磁束の漏洩が小さく、加熱効率が高くなる点で好ましいが、コイルが受ける熱が増加しコイルの寿命を低下させたり、鑄造用ノズルをコイル内に挿入すること

10

20

30

40

50

が困難になったりするため、これらを考慮して決定することが必要である。

【 0 0 2 9 】

コイルの巻き数は高周波電源の容量や鑄造用ノズルの形状、熱容量によって決定される。コイルの巻き数とは、単位長さ（高さ）あたりの巻き数のことである。

鑄造用ノズルの外直径が高さ方向に対し変化がある場合には、鑄造用ノズルの外直径が相対的に大きい範囲に位置するコイルの巻き数を、鑄造用ノズルの外直径が相対的に小さい範囲に位置するコイルの巻き数より小さくすることが好ましい。巻き数を小さくすることで、鑄造用ノズルの高さ方向に対し温度分布を小さくすることができる。

【 0 0 3 0 】

コイルの長さ（高さ）は、鑄造用ノズルの長さ（高さ）にあわせて設計され、極力、鑄造用ノズルの全てを囲うようにするが、上部は鑄造用ノズルを溶鋼鍋やタンディッシュなどに接続するための機械装置などが配置されるため、コイルの長さは物理的に制限される。

【 0 0 3 1 】

コイルには、ノズルの内側に燃焼ガスを導入するためのバーナー 5 を挿入する穴（以下、バーナー孔と称する）6 が形成されている。バーナー孔 6 の大きさや形状は、バーナーを挿入するのに十分な大きさの円形や矩形のものでよく、特に限定されない。バーナー 5 は、鑄造用ノズルの吐出口に合わせて配置される。このため、図 1 のように吐出口 4 が側面にある場合は、コイル 3 の側面にバーナー孔 6 を配置し、ロングノズルのように吐出口が底面にある場合はコイルの底面にバーナー孔が配置される。

【 0 0 3 2 】

使用する高周波電流の出力は、25 kg ~ 40 kg の鑄造用ノズルを予熱する場合には 10 kW ~ 50 kW が例示されるが、鑄造用ノズルの熱容量や予熱時間によって選択されるものである。同一の鑄造用ノズルで予熱時間を半分にする際は、出力を 2 倍に選択すればよい。

【 0 0 3 3 】

バーナーは、誘導加熱されない鑄造用ノズルのコイルで囲われた範囲以外を予熱することを主目的とする。浸漬ノズルをタンディッシュに接続して予熱する場合はその上に配置されている下ノズル、スライディングノズル、上ノズルを予熱することも目的とする。

バーナーによりノズル内側は予熱されるが、温度の上限をノズル外側より 50 ~ 400 低くなるよう、800 ~ 1150 に調整する。温度の調整はバーナーの燃焼量により調整する。浸漬ノズルをタンディッシュに接続して予熱する場合はその上に配置されている耐火物を予熱するためバーナーの炎を長炎とするのが好ましい。

【 0 0 3 4 】

バーナーは、その目的を達成すべく任意に設計されるものであり、その能力や形状などは特に限定されないが、その材質は、耐熱性および磁場の影響を受けにくい点で、オーステナイト系ステンレス鋼（例えば、SUS304 や SUS310）が好ましい。

【 0 0 3 5 】

次に、本発明の第二の形態について説明する。この形態は、浸漬ノズルをタンディッシュに接続した状態で、タンディッシュと浸漬ノズルを同時に予熱する場合に好適な態様である。

連続鑄造設備では、タンディッシュ 2 に溶鋼を注湯する前にタンディッシュも予熱される。その予熱は、図 2 に示すように、カバー 7 の貫通孔に挿入したバーナー 8 によって行われる。この態様では、そのバーナーの排ガスを浸漬ノズルに引き込んで、該ノズルの内側を加熱する。

【 0 0 3 6 】

バーナー 8 の排ガスを浸漬ノズルに引き込むために、第一の態様で用いたバーナーの位置に、前記バーナーに替えてエジェクターを配置するのがよい。このエジェクターは、浸漬ノズルを通してガスを吸引して排気するものであり、そのときのエジェクター効果により、タンディッシュ加熱の排ガスは浸漬ノズルに引き込まれ、その際に、特に、浸漬ノズルの上部および上部に配置する耐火物を内側から予熱することができる。この態様では、

タンディッシュ加熱の排ガスを利用することでエネルギー効率に優れる。

【0037】

この態様でも、誘導加熱装置による加熱は、第一の態様と同様に行う。内側の加熱温度の調整は、エジェクターによって引き込むガス量の調整によって行うか、タンディッシュ加熱のバーナーの配置の調整や燃焼量の調整によって行い、第一の態様と同様に外側よりも低い温度に制御する。

【0038】

さらに、本発明の第三の形態について説明する。この形態は、タンディッシュ加熱を利用してロングノズルを同時に予熱する場合に好適な態様である。

この形態では、図2に示すように、ロングノズル9の外側を誘導加熱コイル3によって予熱するとともに、タンディッシュ加熱の排ガスをロングノズル9の内面に引き込み、ロングノズルの内側を予熱するものである。排ガスをロングノズルに引き込む方法は、前記第二の形態と同様に、エジェクター（図示せず）をロングノズルの上側に配置して行う等の方法がある。

この態様でも第二の形態と同様に、タンディッシュ加熱の排ガスを利用することでエネルギー効率に優れる。

【実施例】

【0039】

本発明例として、誘導加熱コイルとバーナーを、図1に示したように配置して、浸漬ノズルの予熱を行い、その後鑄造を行った。

ここで用いた浸漬ノズルの形状は、概略で140mm、内径が80mm、長さが780mmの円筒形状で、下端は閉じており、下端から50mmの位置の側面に1対の吐出口を有するものである。

【0040】

また、浸漬ノズル本体の耐火物には、 $Al_2O_3$ が50～60質量%、 $SiO_2$ が15～25質量%、Cが15～30質量%の組成のものを、パウダーラインには、 $ZrO_2$ が80～90質量%、Cが5～15質量%の耐火物を配置した。なお、これは一般的な浸漬ノズルの組成である。

【0041】

浸漬ノズルのパウダーラインは高さ方向で下から230mmから380mmに配置される。

浸漬ノズルには側面に、厚みが25mmのセラミックファイバーブランケットを巻いた。これは予熱時および予熱から鑄造を開始する間に浸漬ノズルが外気により冷却するのを抑制するためである。

【0042】

使用したコイルは、内径が220mmで、高さが580mmのものとした。内径は加熱効率の許容範囲で浸漬ノズルを挿入する作業性を考慮して決定した。また高さは、浸漬ノズルをタンディッシュに固定する金物に影響がない位置までとした。

【0043】

コイルとして、周囲をシリコンゴムにより絶縁された銅パイプをらせん状に成形したものを、それを定型の断熱材で固定したあと、周囲を不定形の断熱材で施工した。断熱材はコイルを熱から保護するものである。

【0044】

またコイルの巻き方は、浸漬ノズルの本体部分を加熱対象とする範囲を25mm～28mmピッチ、パウダーラインを加熱対象とする範囲を30mm～35mmピッチとした。このようにしたのは、パウダーラインの耐火物は本体部と比べCの含有量が小さく、電気抵抗が高いため、同じ電流を流した場合には発熱量が大きくなるので、コイルの巻くピッチ（巻き数）を調整し、高さ方向で均一に予熱されるようにするためである。コイルの巻くピッチは小さいほど巻き数が大きくなり誘導電流が大きくなり、また、巻くピッチが大きいほど巻き数が小さくなり誘導電流が小さくなる。

## 【 0 0 4 5 】

バーナーは、12Aのパイプを用い、その先端を上方に10mm曲げたものとし、COG配管を接続した。材質はSUS310とした。

高周波電源は、最大出力が20kW、周波数が20～40kHzのものを用いた。高周波電源はケーブルでコイルと接続され、高周波電流を供給する。

## 【 0 0 4 6 】

これらの装置を所定の位置に配置し予熱を開始した。このとき浸漬ノズルの下端から300mm位置（パウダーライン）の外側と内側にRタイプの熱電対を配置し、温度測定を行った。

## 【 0 0 4 7 】

まず、バーナーに1m<sup>3</sup>N/hrのCOGを流し、着火して所定の位置に配置した。燃烧空気は自然吸気とし特段の制御はしなかった。

次に出力が20kW、周波数が25kHzの高周波電流をコイルに流した。10分後、バーナーのCOG流量を5m<sup>3</sup>N/hrに上げた。さらに40分後、浸漬ノズルのパウダーラインの外側の温度が1450 となったため高周波電流の出力を15kWとし、1450 の温度を保持した。このとき内側の温度は1300 であった。

その状態で40分保持し、合計90分で予熱を完了し、コイルから浸漬ノズルを抜いた。鑄造開始までは7分あり、その間に浸漬ノズルは冷却されるため、外側の温度は1380 、内側の温度は1260 に下がった。

## 【 0 0 4 8 】

予熱後、鑄造を行った。鑄造は3チャージで180分であった。鑄造の間は、絶えずモールド内にパウダーが供給され、パウダーは溶鋼の上面で溶融しており、浸漬ノズルのパウダーラインと接触している。なおパウダーの塩基度は1.0であった。

## 【 0 0 4 9 】

比較例1として、同じ形状の浸漬ノズルを用いてCOGバーナーによる予熱を行った。これは一般的な予熱方法と同様、耐熱性の炉の中でCOGを燃烧させて浸漬ノズルを予熱するものである。COG流量は25m<sup>3</sup>N/hr一定とし、90分間予熱した。本発明と同様の部位の温度を測定しており、鑄造前の温度は外側で1020 、内側で1180 であった。鑄造は、本発明と同等の条件で行った。

## 【 0 0 5 0 】

比較例2として本発明と同じ構成を用いて、浸漬ノズルの内側と外側の温度を均一にする予熱を行った。まず、バーナーに着火したあと、10m<sup>3</sup>N/hrのCOGを流し燃烧させた。燃烧空気は自然吸気とした。次に出力が20kW、周波数が25kHzの高周波電流をコイルに流した。その状態で40分後、外側が1400 、内側が1450 になったので、高周波電流の出力を15kWとし、50分保持した。鑄造前の温度は外側で1350 、内側で1380 であった。鑄造は、本発明と同等の条件で行った。

## 【 0 0 5 1 】

本発明例、比較例1、比較例2それぞれの鑄造完了後の浸漬ノズルを回収しパウダーラインでもっとも溶損している部分の溶損量を測定した。さらに溶損量を鑄造時間で除したものを溶損速度とした。溶損速度が小さいほど良い。

## 【 0 0 5 2 】

本発明例、比較例1および比較例2について、それぞれの溶損速度を縦軸に、鑄造直前の浸漬ノズルのパウダーラインの外側と内側の温度差（外側が高温のほうがプラスである。）を横軸に整理し、図3に示す。

図3から分かるように、本発明例では、比較例1に比べ溶損速度を15%改善でき、比較例2に対し溶損速度を7%改善できた。この結果、本発明の効果を確認できた。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 5 3 】

【 図 1 】 本発明の第一の形態である、浸漬ノズルの予熱装置を示す図である。

【 図 2 】 本発明の第三の形態である、ロングノズルの予熱装置を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3】実施例の本発明、比較例 1、比較例 2 の予熱を適用した場合の浸漬ノズルの溶損速度と外側と内側の温度差の関係を示す図である。

【符号の説明】

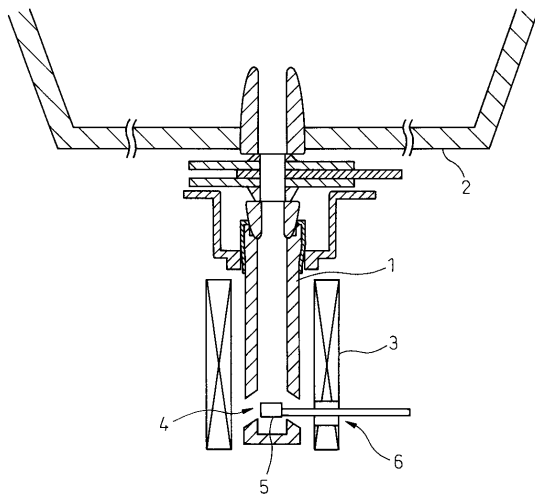
【 0 0 5 4 】

- 1 浸漬ノズル
- 2 タンディッシュ
- 3 誘導加熱コイル
- 4 浸漬ノズルの吐出口
- 5 ノズル内側加熱用のバーナー
- 6 バーナー孔
- 7 タンディッシュカバー
- 8 タンディッシュ加熱用のバーナー
- 9 ロングノズル

10

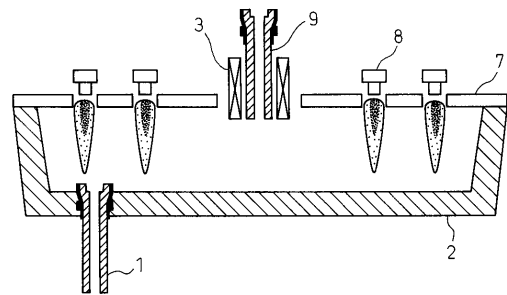
【図 1】

図 1



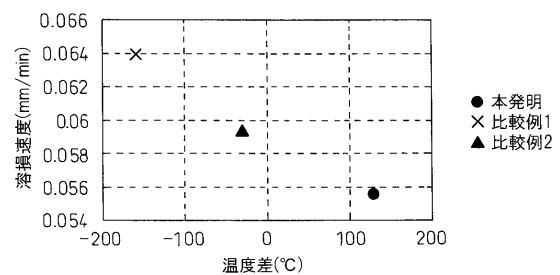
【図 2】

図 2



【図 3】

図 3



---

フロントページの続き

- (72)発明者 佐藤 正治  
東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 松井 泰次郎  
東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 田村 佳洋  
東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 伊藤 智  
東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号 新日本製鐵株式会社内
- F ターム(参考) 4E014 DC01