

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6086276号
(P6086276)

(45) 発行日 平成29年3月1日(2017.3.1)

(24) 登録日 平成29年2月10日(2017.2.10)

(51) Int.Cl.	F 1		
F 2 7 B 14/08 (2006.01)	F 2 7 B	14/08	
F 2 7 D 1/00 (2006.01)	F 2 7 D	1/00	D
F 2 7 D 11/06 (2006.01)	F 2 7 D	1/00	N
H 0 5 B 6/24 (2006.01)	F 2 7 D	11/06	A
H 0 5 B 6/06 (2006.01)	H 0 5 B	6/24	

請求項の数 3 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-275611 (P2011-275611)	(73) 特許権者	000002059
(22) 出願日	平成23年12月16日(2011.12.16)		シンフォニアテクノロジー株式会社
(65) 公開番号	特開2013-124849 (P2013-124849A)		東京都港区芝大門一丁目1番30号
(43) 公開日	平成25年6月24日(2013.6.24)	(74) 代理人	100074332
審査請求日	平成26年11月11日(2014.11.11)		弁理士 藤本 昇
		(74) 代理人	100138416
			弁理士 北田 明
		(72) 発明者	中井 泰弘
			東京都港区芝大門一丁目1番30号 シン
			フォニアテクノロジー株式会社内
		(72) 発明者	津田 正徳
			東京都港区芝大門一丁目1番30号 シン
			フォニアテクノロジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コールドクルーシブル溶解炉

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被溶解金属を收容する收容凹部を有する炉本体と、前記炉本体の外周側に配置され、前記收容凹部に收容された被溶解金属を誘導加熱して溶湯とする誘導加熱コイルとを備え、前記炉本体の内面の少なくとも一部は、前記被溶解金属より融点の高い耐火物によって形成された熱緩衝部材で覆われたコールドクルーシブル溶解炉であって、

前記收容凹部内の溶湯の温度を測定する温度測定手段と、

前記誘導加熱コイルに供給した電力量を割り出す電力量割出手段と、

前記温度測定手段により測定された溶湯の温度が設定値に達した場合、または、前記電力量割出手段により割り出された電力量が設定値に達した場合に、次工程処理を行う制御部と、を備え、

前記電力量割出手段により割り出された電力量の設定値は、前記温度測定手段により測定された溶湯の温度の設定値に対応する電力量の値よりも大きく設定されるコールドクルーシブル溶解炉。

【請求項 2】

前記次工程処理は、前記溶湯を前記收容凹部から取り出す処理、または、前記誘導加熱コイルに供給する電力を低下させる処理である請求項 1 に記載のコールドクルーシブル溶解炉。

【請求項 3】

前記電力量の設定値は、前記收容凹部に收容される被溶解金属の種類及び量と、当該量

の被溶解金属が溶湯となるまでに前記誘導加熱コイルに供給される電力量との関係により定められる請求項1に記載のコールドクルーシブル溶解炉。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、誘導加熱により被溶解金属を溶解する溶解炉に関し、特に、冷却によってスカルを形成しながら誘導加熱溶解を行うコールドクルーシブル溶解炉に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、被溶解金属を誘導加熱により溶解する装置としては、例えば、銅などの金属で形成され、内部に冷却水路を有する炉本体と、炉本体の周囲に配置された誘導加熱コイルとを備えたコールドクルーシブル溶解炉がある。このコールドクルーシブル溶解炉で炉本体に収容された被溶解金属を溶解する場合、誘導加熱コイルによって被溶解金属を誘導加熱するとともに、冷却水路に冷却水を通すことによって炉本体を冷却する。これにより、炉本体に収容された被溶解金属は、外周側において炉本体に抜熱されるため、この外周側で被溶解金属が冷却されて凝固したスカルが形成され、内部のみが溶融することとなる。このため、被溶解金属が溶解した溶湯は、スカルによって炉本体と隔離されることにより炉本体からの汚染が防止される。また、炉本体は、上記のように金属で形成されていることから、急速溶解したとしても割れなどの損傷が生じる恐れがない。このため、コールドクルーシブル溶解炉では、高純度の溶湯を高速で生成することが可能である。

【0003】

ところで、近年、前記コールドクルーシブル溶解炉により生成される溶湯を、鋳型への湯流れ良好なものとし、これにより製品品質及び歩留まりの向上を図ることを目的として、被溶解金属の融点に対して+100以上、望ましくは+150以上まで過昇温させることが望まれている。しかしながら、従来のコールドクルーシブル溶解炉では、炉本体に収容された被溶解金属は、炉本体を形成する材質（銅など）の熱伝導率に応じた抜熱量で炉本体に抜熱されてしまうことにより、被溶解金属の融点に対して+100未満でしか過昇温できなかった。

【0004】

前記事情に鑑み、特許文献1に係る発明がなされた。この発明に係るコールドクルーシブル溶解炉は、被溶解金属を収容する収容凹部を有する炉本体と、前記炉本体を冷却する冷却手段と、前記炉本体の外周側に配置され、前記炉本体の収容凹部に収容された被溶解金属を誘導加熱する誘導加熱コイルとを備えたコールドクルーシブル溶解炉であって、前記収容凹部を構成する前記炉本体の内面のうち少なくとも底面は、前記被溶解金属より融点の高い耐火物によって形成された熱緩衝部材で覆われている。

【0005】

この発明によれば、収容凹部に収容された被溶解金属は、誘導加熱コイルによって誘導加熱されるとともに、冷却手段によって冷却された炉本体から抜熱され、これにより外周部でスカルの形成しつつ、内部に溶湯を生成することができる。ここで、炉本体による抜熱は、被溶解金属に面する炉本体の内面から行われるが、耐火物で形成された熱緩衝部材で覆われた底面については、この熱緩衝部材を介して抜熱が行われることとなり、直接抜熱が行われるのと比較して抜熱量を低減できる。このため、被溶解金属を効果的に加熱でき、被溶解金属を急速溶解できる。これにより、被溶解金属の融点に対して+150以上の過昇温が可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-85525号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

ところで、このようなコールドクルーシブル溶解炉は、収容凹部内の溶湯の温度を測定する温度測定手段を備える。この温度測定手段の一例として、放射温度計が炉本体の上方に離れて設けられている（特許文献1には明記なし、図3を参照）。この放射温度計による測温により、溶湯が出湯に適する所望の温度に昇温されたことを検知し、次工程処理、具体的には出湯処理（溶湯を前記収容凹部から取り出す処理）、または、誘導加熱コイルに供給する電力を低下させる処理などを行っている。

【 0 0 0 8 】

しかし、この温度測定手段による測温は、時に、正常に行われず事態が発生する。この事態は、放射温度計の場合では、溶湯から生じる煙の影響、放射温度計のレンズの汚れまたは曇りの影響、遮蔽物の影響、炉本体との位置関係による測温位置のずれ等により引き起こされる。このような事態が発生すると、前記熱緩衝部材の存在によって、炉本体の底面からの抜熱量が低減されていることから、炉本体における熱の残留量が大きくなり、従来の、底面が熱緩衝部材で覆われていないコールドクルーシブル溶解炉と比較して、溶湯が急速に昇温する。もし、所望の温度を超えて溶湯が急速に昇温した場合、炉本体は冷却水が通されて冷却されていることから、当該炉本体が熔融する程に過熱することはない。しかしながら、熱緩衝部材は炉本体のような冷却がなされていないため、前記急速な昇温による異常な過熱に耐えられなくなって破損したり、過熱でスカルが減少（あるいは消失）して熱緩衝部材が溶湯に直接接触すること等に起因し、溶湯に溶出した耐火物により溶湯が汚染されたりする可能性があり、鑄造に支障をきたすことがある。よって、温度測定手段による測温が正常に行われなかった等の場合でも、熱緩衝部材が異常な過熱をされないように、溶湯が所望の温度に昇温した時点で適切に次工程処理を行うことができるコールドクルーシブル溶解炉が望まれていた。

【 0 0 0 9 】

そこで本発明は、溶湯が所望の温度に昇温された時点で適切に次工程処理を行うことで、熱緩衝部材が過熱して破損することを回避できるコールドクルーシブル溶解炉を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明に関連する参考例は、被溶解金属を収容する収容凹部を有する炉本体と、前記炉本体の外周側に配置され、前記収容凹部に収容された被溶解金属を誘導加熱して溶湯とする誘導加熱コイルとを備え、前記炉本体の内面の少なくとも一部は、前記被溶解金属より融点の高い耐火物によって形成された熱緩衝部材で覆われたコールドクルーシブル溶解炉であって、前記誘導加熱コイルに供給した電力量を割り出す電力量割出手段と、前記電力量割出手段により割り出された電力量に基づいて次工程処理を行う制御部と、を備えるコールドクルーシブル溶解炉である。

【 0 0 1 1 】

これによれば、電力量割出手段により割り出された電力量に基づいて、制御部が適切に次工程処理を行うため、熱緩衝部材の過熱を回避できる。

【 0 0 1 2 】

そして、本発明に関連する参考例の更なる態様として、前記制御部は、前記電力量割出手段により割り出された電力量が設定値に達した場合に、前記次工程処理を行う。

【 0 0 1 3 】

この態様によれば、電力量の設定値を適切に定めておくことにより、熱緩衝部材の過熱回避が確実にされる。

【 0 0 1 4 】

そして、本発明に関連する参考例の更なる態様として、前記制御部は、前記電力量割出手段により割り出された電力量が前記収容凹部内の溶湯の温度に対応する設定値に達した場合に、前記次工程処理を行う。

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

この態様によれば、溶湯の温度に対応した電力量の設定値に基づいて、制御部が次工程処理を行うため、熱緩衝部材の過熱回避が確実になされる。

【0016】

そして、本発明は、被溶解金属を収容する収容凹部を有する炉本体と、前記炉本体の外周側に配置され、前記収容凹部に収容された被溶解金属を誘導加熱して溶湯とする誘導加熱コイルとを備え、前記炉本体の内面の少なくとも一部は、前記被溶解金属より融点の高い耐火物によって形成された熱緩衝部材で覆われたコールドクルーシブル溶解炉であって、前記収容凹部内の溶湯の温度を測定する温度測定手段と、前記誘導加熱コイルに供給した電力量を割り出す電力量割出手段と、前記温度測定手段により測定された溶湯の温度が設定値に達した場合、または、前記電力量割出手段により割り出された電力量が設定値に達した場合に、次工程処理を行う制御部と、を備え、前記電力量割出手段により割り出された電力量の設定値は、前記温度測定手段により測定された溶湯の温度の設定値に対応する電力量の値よりも大きく設定されるコールドクルーシブル溶解炉である。

10

【0017】

これによれば、温度測定手段により測定された溶湯の温度が設定値に達した場合か、電力量割出手段により割り出された電力量が設定値に達した場合のいずれかにより、制御部が次工程処理を行う。このため、各手段のいずれかが正常に動作しない場合であっても、熱緩衝部材の過熱を回避できる。

【0019】

また、温度測定手段により測定された溶湯の温度に基づく次工程処理のタイミングよりも、電力量割出手段により割り出された電力量に基づく次工程処理のタイミングが後になる。このため、電力量割出手段が温度測定手段を補完して次工程処理を行うこととなり、温度測定手段による測温が正常に行われず事態が発生しても、熱緩衝部材の過熱回避が確実になされる。

20

【0020】

そして、本発明の更なる態様として、前記次工程処理は、前記溶湯を前記収容凹部から取り出す処理、または、前記誘導加熱コイルに供給する電力を低下させる処理である。

【0021】

この態様によれば、制御部が溶湯を前記収容凹部から取り出す処理、または、誘導加熱コイルに供給する電力を低下させる処理を行うことで、熱緩衝部材の過熱を回避できる。

30

【0022】

そして、本発明の更なる態様として、前記電力量の設定値は、前記収容凹部に収容される被溶解金属の種類及び量と、当該量の被溶解金属が溶湯となるまでに前記誘導加熱コイルに供給される電力量との関係により定められる。

【0023】

この態様によれば、電力量の設定値を適切に定めることができる。

【発明の効果】

【0024】

本発明によると、制御部が電力量に基づいて適切に次工程処理を行うことができるため、熱緩衝部材が過熱して破損することを回避できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】第1実施形態のコールドクルーシブル溶解炉の概要を示す、一部を断面視表示した側面図である。

【図2】第1実施形態のコールドクルーシブル溶解炉を用い、被溶解金属を溶解する場合を示す、一部を断面視表示した側面図である。

【図3】第1実施形態のコールドクルーシブル溶解炉の、炉本体の周囲を含めた構成を示す説明図である。

【図4】第1実施形態のコールドクルーシブル溶解炉の、誘導加熱時の溶湯の温度及び供給電力の時間変化を示すグラフである。

50

【図5】第2実施形態のコールドクルーシブル溶解炉の概要を示す、一部を断面視表示した側面図である。

【図6】第2実施形態のコールドクルーシブル溶解炉の、炉本体の周囲を含めた構成を示す説明図である。

【図7】第2実施形態のコールドクルーシブル溶解炉の、誘導加熱時の溶湯の温度等の時間変化を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0026】

- 第1実施形態 -

図1及び図2は、第1実施形態のコールドクルーシブル溶解炉を示している。このコールドクルーシブル溶解炉の基本的な構成は特許文献1記載のものと同じである。つまり、図1に示すように、このコールドクルーシブル溶解炉1は、被溶解金属Wを収容する炉本体10と、炉本体10を冷却する冷却手段20と、炉本体10の外周側に配置された誘導加熱コイル30とを備える。被溶解金属Wとしては、例えば鋳鉄や酸化鉄が挙げられるが、その他様々な金属を適用可能である。なお、本実施形態のコールドクルーシブル溶解炉1は、大気中に設置されて被溶解金属Wの溶解を行うものとしても良いし、真空槽(図示しない)内部に設置されて真空雰囲気中で被溶解金属Wの溶解を行うものとしても良い。

【0027】

炉本体10は、底面壁を構成するように形成されたベース体11と、側面壁を構成するようにベース体11上に平面視略円形状に配設された複数の導電性セグメント12とを有する。そして、互いに固定されたベース体11と導電性セグメント12とによって、上部が開口して被溶解金属Wを収容する収容凹部10aが形成されている。

【0028】

前記ベース体11は、略円柱状に形成された柱状部13と、柱状部13の下端部から外周側へ張り出したフランジ部14とを有する。柱状部13の上面は、収容凹部10aを構成する内面15のうち底面15aを形成していて、この底面15aは熱緩衝部材40(後述)によって覆われている。また、フランジ部14には、各導電性セグメント12に対応する位置で、それぞれ上下方向に連通する複数の締結孔11aと、冷却水路11bとが形成されている。

【0029】

前記導電性セグメント12は、上下方向に立設された側壁部16と、側壁部16の下端から曲折された取付部17とによって、縦断面略L字形に形成されている。導電性セグメント12の材質としては、熱衝撃に強く、必要な機械的強度を有するとともに、冷却手段20による冷却によってスカルを形成するのに必要な高熱伝導率を有するもの、例えば、銅、クロム銅、ベリリウム銅などが選択される。

【0030】

側壁部16は、内側面が下部においてベース体11の柱状部13に当接するとともに、上部が柱状部13から上方へ突出し、収容凹部10aを構成する内面15のうち壁面15bを形成している。また、取付部17には、ベース体11のフランジ部14の締結孔11a及び冷却水路11bとそれぞれ連通するようにして複数の締結孔12a及び冷却水路12bが形成されている。そして、互いに連通するベース体11のフランジ部14及び導電性セグメント12の取付部17の締結孔11a、12aには、固定ボルト18が挿通され、ナット18aによって締め付けられていて、これにより導電性セグメント12とベース体11とは一体となっている。

【0031】

ここで、ベース体11に固定された各導電性セグメント12は、隣接するもの同士が隙間を有して配置されている。これにより、各導電性セグメント12は電氣的に絶縁されている。また、各導電性セグメント12において、幅方向略中央部には厚さ方向に連通するスリット12cが形成されている。スリット12cは、図示しないが、取付部17にも形成されているとともに、側壁部16において、下端部から上方まで(ただし、上端部には

10

20

30

40

50

至らない)形成されている。そして、側壁部16においてスリット12cを挟む幅方向の両側には、それぞれ冷却水路12bが形成されている。この側壁部16における一方と他方の冷却水路12b, 12bは、側壁部16の上端部に形成された連通孔12dによって互いに接続されている。そして、各冷却水路12bは、それぞれベース体11の冷却水路11bと連通している。

【0032】

これにより、冷却水供給源(図示しない)から冷却水をベース体11の冷却水路11bに供給すれば、供給された冷却水は、ベース体11の冷却水路11b、導電性セグメント12の一方の冷却水路12b、連通孔12d、導電性セグメント12の他方の冷却水路12b、ベース体11の冷却水路11bを順次通って外部に排出される。このため、導電性セグメント12及びベース体11は、この冷却水によって冷却される。すなわち、冷却水供給源、冷却水路11b, 12b、連通孔12dによって冷却手段20が構成されている。この冷却手段20による冷却能力としては、炉本体10の全体を被溶解金属Wの溶解温度以下とする冷却能力が要求され、これにより、後述のように内面15にスカルW1を形成することが可能となっている。

10

【0033】

熱緩衝部材40は、ベース体11の柱状部13の形状と対応した略円板状の部材で、底面15aの全体を覆っている。熱緩衝部材40は、被溶解金属Wより融点の高い耐火物によって形成されており、炉本体10を形成する材質よりも熱伝導率が低く、炉本体10と同等の機械的強度を有するとともに、被溶解金属Wを加熱溶解する際に要求される耐熱衝撃性を有するものが選択される。より具体的には、熱緩衝部材40を形成する耐火物は、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ケイ素、酸化ジルコニウムなどの酸化物からなるものが好ましい。また、炭化ケイ素などを含むものとしても良い。また、この熱緩衝部材40は、底面15aに加え、壁面15bの一部を覆っても良い。

20

【0034】

誘導加熱コイル30は、炉本体10の外周側に巻回されており、図3に示す溶解電源装置50によって、所定の高周波交流電力が供給される。この交流電力により交番磁場を発生させ、収容凹部10aに収容された被溶解金属Wを誘導加熱することが可能である。

【0035】

前記構成のコールドクルーシブル溶解炉1は、図3に示すように、架台部71に支持されることで高所に配置される。そして、架台部71には出湯機構72が設けられている。この出湯機構72は、モータにより駆動される駆動軸72aを備え、これにより、矢印及び二点鎖線で図示したように、コールドクルーシブル溶解炉1を架台部71に対して傾けることができる。これにより、傾けられた収容凹部10aから鑄型Mに溶湯を流し込むことが可能である。出湯機構72に対する出湯の制御は出湯制御部62(後述)によりなされる。また、本実施形態では、コールドクルーシブル溶解炉1における収容凹部10aの上方に温度測定手段としての放射温度計73が位置しており、この放射温度計73が収容凹部10a内の溶湯を测温する。なお、温度測定手段としては、放射温度計以外に、熱電対等の温度センサーを使用することができる。

30

【0036】

溶解電源装置50は、溶解電源装置制御部51と電力量割出手段としての電力量算出部52とを備える。溶解電源装置制御部51は、誘導加熱コイル30へ供給する高周波交流電力を制御する。この制御としてはサイリスタ位相制御が例示できるが、その他、高周波交流電力を増減させる種々の制御を採用できる。電力量算出部52は、溶解電源装置制御部51に接続されており、溶解電源装置50における誘導加熱コイル30への供給電力の指令値を検出し、当該供給電力と供給累積時間とを用いて誘導加熱コイル30に供給した電力量を算出する。本実施形態の電力量算出部52は、図3に示すように、溶解電源装置制御部51とは別で溶解電源装置50に備えられているが、溶解電源装置制御部51と一体であっても良い。また、電力量算出部52は、前記のほか、溶解電源装置50から誘導加熱コイル30までの経路上で電流、電圧のうち少なくとも一つを測定することにより電

40

50

力量を算出しても良く、電力量算出部 5 2 の態様は限定されない。また、算出以外の種々の方法を用いて電力量を割り出して良い。

【 0 0 3 7 】

制御部 6 0 は、判断部 6 1 と出湯制御部 6 2 とを備える。判断部 6 1 は、放射温度計 7 3 による溶湯の測温値と、電力量算出部 5 2 により算出された電力量とを基に、出湯に関する判断をなす。出湯制御部 6 2 は、出湯可能な状態に対応した所定条件（後述する）に達していると判断部 6 1 が判断した場合に出湯機構 7 2 を動作させて、次工程処理としての出湯作業を行う。なお、この制御部 6 0 は導電性セグメント 1 2 の冷却水路 1 2 b へ冷却水を供給する制御も行う（詳細な説明は省略する）。

【 0 0 3 8 】

本実施形態の判断部 6 1 には、放射温度計 7 3 の測温値についての出湯温度設定値が設定されている。この出湯温度設定値とは、判断部 6 1 が出湯作業の判断をなすための放射温度計 7 3 の測温値の閾値のことである。判断部 6 1 は、放射温度計 7 3 の測温値が出湯温度設定値以上か否かを判断し、当該測温値が出湯温度設定値以上であると判断した場合には、出湯制御部 6 2 を介して出湯機構 7 2 を動作させる。

【 0 0 3 9 】

また、予め把握されている、誘導加熱コイル 3 0 に供給する電力量と溶湯温度との相関（被溶解金属 W の種類が同じで量が等しい場合、電力量と溶湯温度との関係はほぼ一定となる）を基に、制限電力量（図 4 中の時刻 t 2 における電力量 / 図 4 の斜線部分の面積に相当）が設定されている。この制限電力量は、判断部 6 1 が出湯作業の判断をなすための誘導加熱コイル 3 0 に供給した電力量の閾値であり、放射温度計 7 3 の測温値とは直接の関係はない。また、この制限電力量は、本実施形態では、被溶解金属 W の種類及び量と、当該量の被溶解金属 W が溶湯となるまでに誘導加熱コイル 3 0 に供給される電力量との関係により定められる。この制限電力量は、前記関係を基にしたテーブルあるいは数式により定められる。なお、場合によっては制限電力量を変化させず、固定しておいても良い。

【 0 0 4 0 】

本実施形態における制限電力量は、溶湯の温度が出湯温度設定値に達する時の電力量（図 4 中の時刻 t 1 における電力量）に更にマージン（余裕電力量）を持たせた設定値である。つまり、制限電力量の設定値は、出湯温度設定値に対応する電力量よりもマージンの分大きく定められる。なお、前記マージンは、熱緩衝部材 4 0 の耐熱温度を基に定められる。

【 0 0 4 1 】

ここで、図 4 は、誘導加熱時における溶湯の温度（測温値）の時間変化及び供給電力の時間変化を示すグラフである。縦軸は温度と電力を示し、横軸は時刻を示している。温度に関しては、出湯温度設定値（図上における水平線）、放射温度計測温値（図上における右上がりの実線）、放射温度計測温値（測温不良時）（図上における右上がりの二点鎖線）を示している。また、電力に関しては、供給電力（図上における右上がりの実線及びこの右方に連続する水平線）を示している。なお、放射温度計測温値は、説明を簡略化するために図上では直線表記しているが、実際の測温値の時刻変化は、溶解条件が変化するため、直線状とはならず、複雑に変動する（測温が良好な場合も不良な場合も同様である）。また、放射温度計測温値（測温不良時）の図上表記も、あくまでも一例を示したに過ぎず、図示した時刻変化に限定されるものではない。

【 0 0 4 2 】

コールドクルーシブル溶解炉 1 の通常作業時には、図 4 上のポイント A、つまり、放射温度計 7 3 による測温値（図 4 の「放射温度計測温値」）が出湯温度設定値に達した場合に、出湯制御部 6 2 により出湯がなされる。

【 0 0 4 3 】

ところが、溶湯から生じる煙の影響などにより、放射温度計 7 3 による測温が正常に行われなかった場合には、溶湯が実際には出湯温度設定値に達しているにもかかわらず、放射温度計 7 3 による測温値（図 4 の「放射温度計測温値（測温不良時）」）が図 4 上のポ

10

20

30

40

50

イントBにあり、測温値としては出湯温度設定値に達していないことから出湯がなされない。この場合には誘導加熱が継続するため、この誘導加熱の継続により、溶湯が出湯に適した温度を超えて昇温されてしまう。

【0044】

本実施形態では、供給電力が図4上のポイントCに達した場合、つまり、電力量算出部52により算出された電力量が前記制限電力量に達した場合には、放射温度計73による測温値にかかわらず、出湯が行われる。つまり、放射温度計73の測温値に基づいた出湯機構72の動作がなされなかった場合であっても、判断部61は、電力量算出部52で算出された電力量が制限電力量以上か否かを判断し、当該算出された電力量が制限電力量以上であると判断した場合には、出湯制御部62を介して出湯機構72を動作させる。このため、前記電力量のマージン分を超えて溶湯が異常に過熱されることを防止できる。なお、電力量算出部52により算出された電力量が前記制限電力量に達した場合に、制御部60が出湯を行うと共に警報の報知を行っても良い。

10

【0045】

次に、本実施形態のコールドクルーシブル溶解炉1の作用について図2及び図3を参照しつつ説明する。まず、塊状や粉状である被溶解金属Wを炉本体10の収容凹部10a内に投入する。次に、冷却手段20を駆動して炉本体10を冷却しながら、誘導加熱コイル30に高周波交流電力を供給する。これにより誘導加熱コイル30の周囲に交番磁場が発生する。発生した交番磁場は、炉本体10を介して収容凹部10aに透過することで被溶解金属Wに達し、これにより被溶解金属Wは誘導加熱され昇温する。このため、被溶解金属Wは、溶融温度に昇温した表面側から溶解が開始されて溶湯となり、炉本体10の内面15に触れることとなる。そして、溶湯は、冷却手段20による冷却によって被溶解金属Wの融点以下となっている炉本体10に抜熱され、外周部において冷却されて凝固し、図3に示すように、底面15a側及び壁面15b側の一部を覆うようにスカルW1が形成される。このスカルW1が所定以上の厚みとなって、炉本体10による冷却能力よりも誘導加熱による加熱能力が上回ると、スカルW1より内周側で溶湯が滞留することとなる。そして、収容凹部10aにおける溶湯の滞留量が増大すると、溶湯は、前記交番磁場と誘導電流との相互作用及び重力の作用を受けることによって、外周部から内周部に向かって盛り上がったドーム形状に形成されつつ攪拌される。

20

【0046】

被溶解金属Wは、スカルW1によって炉本体10と隔てられることから、当該被溶解金属Wに炉本体10の不純物が移行してしまうことなく、溶湯として生成される。ここで、炉本体10による抜熱は、前記のように被溶解金属Wに面する炉本体10の内面15から行われるが、耐火物で形成された熱緩衝部材40で覆われた底面15aについては、溶湯と熱緩衝部材40とがスカルW1を介して接することから、この熱緩衝部材40を介して抜熱が行われることとなり、直接抜熱が行われるのと比較して、抜熱量を低減させることができる。このため、スカルW1を形成して炉本体10による汚染を防止しつつ誘導加熱によって生成された溶湯を、さらに加熱して効果的に過昇温状態にできる。すなわち、生成された溶湯を被溶解金属Wの融点に対して+150以上となるまで急速に(例えば10/秒)昇温させることができ、鑄型への湯流れを良好なものとし、鑄造品の品質及び歩留まりの向上を図ることができる。また、精密鑄造に適した溶湯を生成できる。

30

40

【0047】

そして、本実施形態では、出湯制御部62が、放射温度計73の測温値に基づいて出湯の制御を行うことに加え、電力量算出部52により算出された電力量にも基づいて出湯の制御を行う。つまり、電力量算出部52を用いた制御がバックアップ的な制御として、放射温度計73を用いた基本的な制御を補完する。このバックアップ的な制御とは、放射温度計73の測温が正常に行われなかった場合(異常時)に、放射温度計73の測温値に基づくことなく、電力量算出部52により算出された電力量に基づいて出湯を行う制御である。このため、出湯を行うための制限電力量を予め設定しておくことにより、仮に、放射温度計73の測温が正常に行われなかった場合でも、溶湯が出湯に適した温度を大幅に超

50

えて過熱することがなく、適切に出湯を行うことができる。よって、熱緩衝部材40が過熱して破損することを回避できる。また、異常に高温な溶湯が流し込まれることによる鑄型Mの破損も防止できる。このため、安定した操業をでき、鑄造品の品質を安定させることができる。

【0048】

- 第2実施形態 -

次に、第2実施形態について説明する。なお、第1実施形態と重複する構成については説明を省略する。

【0049】

本実施形態は、温度センサーとしての熱電対80を熱緩衝部材40に備える。具体的には、図5に示すように、熱電対80における測温部（測温接点）が熱緩衝部材40の内部に位置するように、熱緩衝部材40に熱電対80が埋め込まれている。熱緩衝部材40内における測温部の位置は特に限定されないが、熱緩衝部材40内における温度分布あるいは温度勾配（熱緩衝部材40の上面が最も高温となる）との関係より、熱緩衝部材40の上面に近い位置が望ましい。ただし、側温部の位置が熱緩衝部材40の底面に近い位置とされ、例えば制御部60にて演算を行うことにより、熱緩衝部材40の上面における温度を求めても良い。

10

【0050】

本実施形態の制御部60は、図6に示すように、第1実施形態と同様の判断部61と出湯制御部62とを備える。判断部61は、放射温度計73による溶湯の測温値（第1出湯温度設定値）と、熱電対80により得られた熱緩衝部材40の測温値（第2出湯温度設定値）とを基に、出湯に関する判断をなす。具体的には、前記各測温値のうち一方が出湯可能な状態に対応した所定条件（後述する）に達していると判断部61が判断した場合、出湯制御部62は、第1実施形態と同様、出湯機構72を動作させて、次工程処理としての出湯作業を行う。

20

【0051】

本実施形態の判断部61に設定されている、放射温度計73に関する第1出湯温度設定値は、第1実施形態の出湯温度設定値と同一である。そして、熱電対80に関する第2出湯温度設定値は、熱緩衝部材40の耐熱温度を基に定められており、同一時刻における熱緩衝部材40の測温値は放射温度計73による溶湯の測温値（測温が良好な場合）よりも低くなるため、第2出湯温度設定値は第1出湯温度設定値よりも低く設定されている（図7参照）。ただし、場合によっては、第2出湯温度設定値が第1出湯温度設定値よりも高く設定されていても良い。そして、第1実施形態と同様、この判断部61には制限電力量が定められている。

30

【0052】

図7は、誘導加熱時における溶湯及び熱緩衝部材40の温度（測温値）の時間変化等を示すグラフである。図4と同様、縦軸は温度と電力を示し、横軸は時刻を示している。温度に関しては、第1及び第2出湯温度設定値（図上における水平線）、放射温度計測温値（図上における原点から伸びる右上がりの実線）、放射温度計測温値（測温不良時）（図上における右上がりの二点鎖線）、熱電対測温値（前記放射温度計測温値よりも下側を伸びる右上がりの実線）を示している。また、電力に関しては、供給電力（図上における右上がりの実線及びこの右方に連続する水平線）を示している。なお、放射温度計測温値及び熱電対測温値は、説明を簡略化するために図上では直線表記しているが、実際の測温値の時刻変化は、溶解条件が変化するため、直線状とはならず、複雑に変動する。

40

【0053】

図7上のポイントA～Cについては図4と同様である。本実施形態では、これに加え、図7上のポイントD、つまり、熱電対80による測温値（図7の「熱電対測温値」）が第2出湯温度設定値に達した場合に、放射温度計73による測温値、及び、電力量算出部52で算出された電力量にかかわらず、出湯が行われる。このため、溶湯が異常に過熱されることを防止できる。

50

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態では、出湯制御部 6 2 が、放射温度計 7 3 の測温値に基づいて出湯の制御を行うことに加え、電力量算出部 5 2 により算出された電力量、及び、熱電対 8 0 の測温値にも基づいて出湯の制御を行う。つまり、電力量算出部 5 2 を用いた制御と熱電対 8 0 とを用いた制御が共にバックアップ的な制御として、放射温度計 7 3 を用いた基本的な制御を補完する。つまり、本実施形態では 2 系統のバックアップがなされるため、第 1 実施形態よりも更に信頼性を向上したコールドクルーシブル溶解炉とできる。なお、電力量算出部 5 2 により算出された電力量と熱電対 8 0 の測温値の一方を他方よりも優先させて前記バックアップ的な制御をなすようにしても良い。

【 0 0 5 5 】

なお、この第 2 実施形態における温度センサーは、前記熱電対に限らず、種々の形式の温度センサーを用いることができる。また、本実施形態のように測温部を熱緩衝部材 4 0 内に位置させ、温度を直接測定する構成に限られず、温度センサーとしてサーモグラフィ等を用い、熱緩衝部材 4 0 から離れた位置にて熱緩衝部材 4 0 を測温しても良い。

【 0 0 5 6 】

以上、本発明につき実施形態を二つ取り上げて説明してきたが、本発明は、前記各実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【 0 0 5 7 】

例えば、前記各実施形態では、制御部 6 0 は出湯制御部 6 2 により出湯処理を行うものとしているが、出湯処理に代え、溶解電源装置制御部 5 1 により、誘導加熱コイル 3 0 に供給する電力を、例えば溶湯の状態（ドーム形状に形成されつつ攪拌されている状態）を保持できる最小値まで低下させる保温処理など、前述した以外の他の次工程処理を行っても良い。

【 0 0 5 8 】

また、電力量割出手段（例えば第 1 実施形態における電力量算出部 5 2 ）を備えず、放射温度計 7 3 の測温値及び温度センサー（例えば第 2 実施形態における熱電対 8 0 ）の測温値により、判断部 6 1 が出湯に関する判断をなす構成としても良い。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

1	コールドクルーシブル溶解炉
1 0	炉本体
1 0 a	収容凹部
1 5	炉本体の内面
3 0	誘導加熱コイル
4 0	熱緩衝部材
5 2	電力量割出手段、電力量算出部
6 0	制御部
7 3	温度測定手段、放射温度計
W	被溶解金属

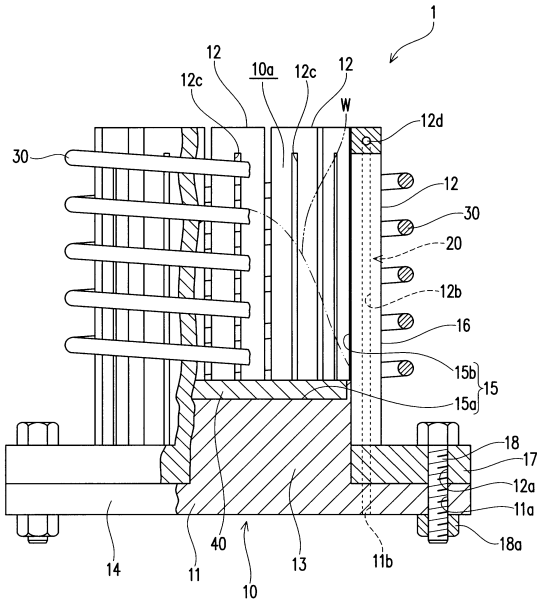
10

20

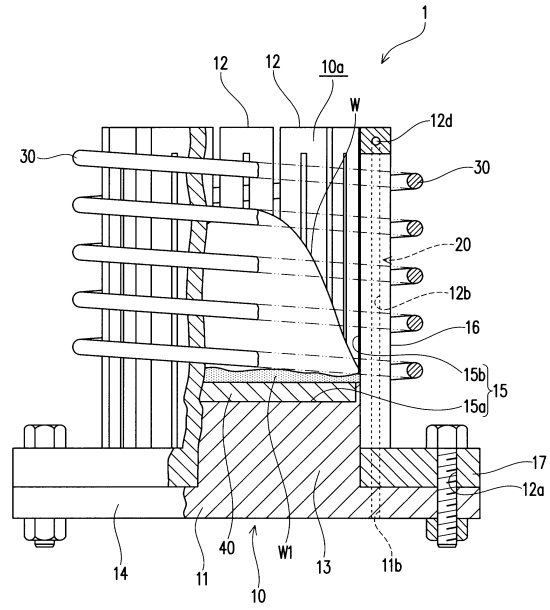
30

40

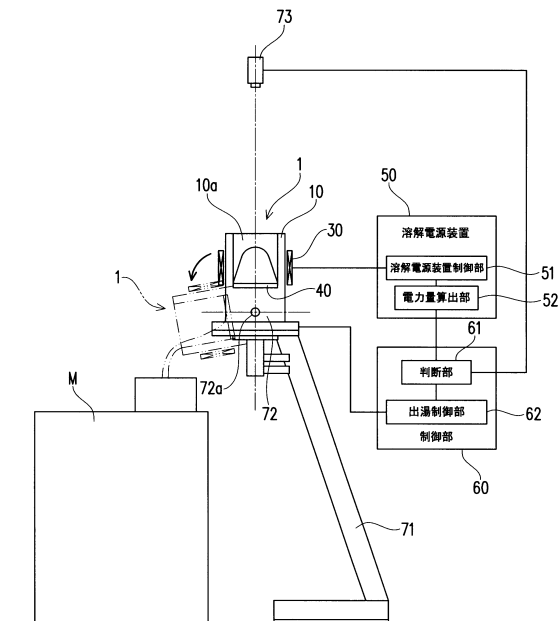
【図1】



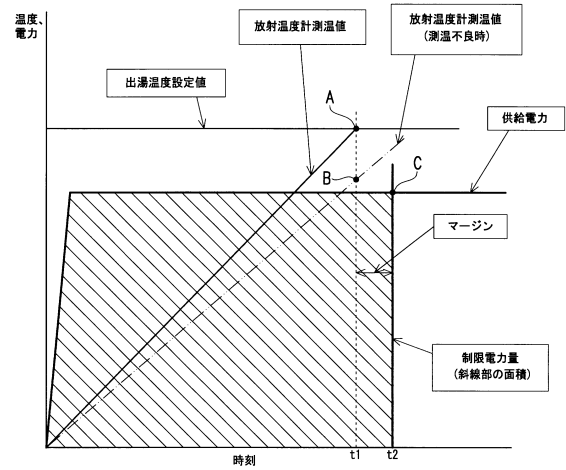
【図2】



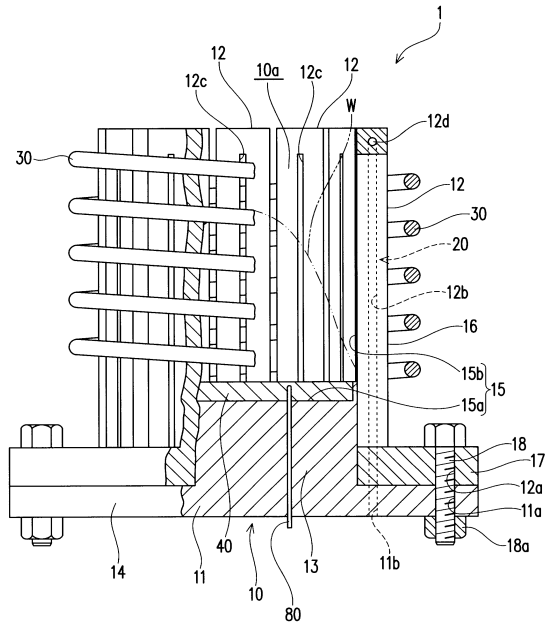
【図3】



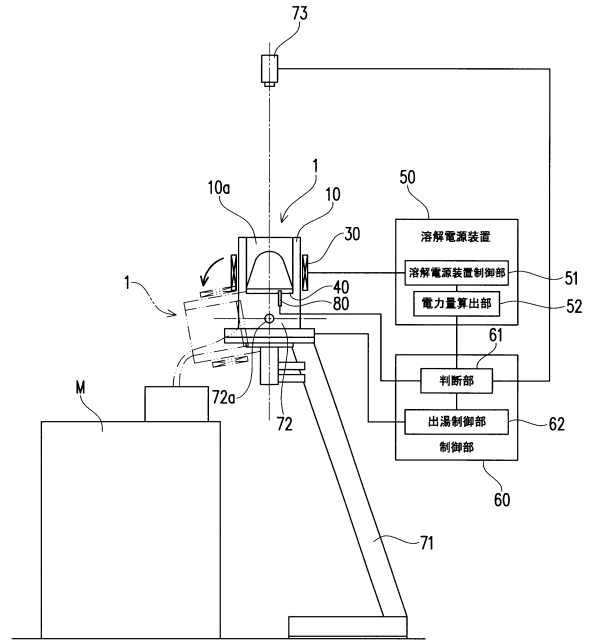
【図4】



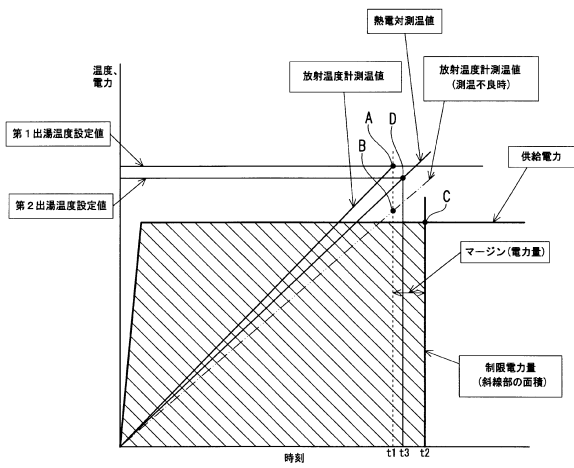
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 5 B 6/06 3 0 1
H 0 5 B 6/06 3 9 3

(72)発明者 米虫 悠
東京都港区芝大門一丁目1番30号 シンフォニアテクノロジー株式会社内

審査官 市川 篤

(56)参考文献 特開2009-085525(JP,A)
特開平03-152390(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 2 7 B 1 1 / 0 6 - 1 5 / 2 0
F 2 7 D 1 / 0 0 - 1 / 1 8
F 2 7 D 7 / 0 0 - 1 5 / 0 2
C 2 2 B 1 / 0 0 - 6 1 / 0 0