

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4135986号

(P4135986)

(45) 発行日 平成20年8月20日 (2008. 8. 20)

(24) 登録日 平成20年6月13日 (2008. 6. 13)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 N 25/02 (2006. 01)

GO 1 N 25/02 B

B 2 2 D 1/00 (2006. 01)

B 2 2 D 1/00 G

B 2 2 D 2/00 (2006. 01)

B 2 2 D 2/00

C 2 2 C 33/08 (2006. 01)

C 2 2 C 33/08

GO 1 N 33/20 (2006. 01)

GO 1 N 33/20 E

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-525522
(86) (22) 出願日 平成9年12月4日 (1997. 12. 4)
(65) 公表番号 特表2001-507791 (P2001-507791A)
(43) 公表日 平成13年6月12日 (2001. 6. 12)
(86) 国際出願番号 PCT/SE1997/002031
(87) 国際公開番号 W01998/025133
(87) 国際公開日 平成10年6月11日 (1998. 6. 11)
審査請求日 平成16年11月9日 (2004. 11. 9)
(31) 優先権主張番号 9604478-9
(32) 優先日 平成8年12月4日 (1996. 12. 4)
(33) 優先権主張国 スウェーデン (SE)
(31) 優先権主張番号 9704276-6
(32) 優先日 平成9年11月21日 (1997. 11. 21)
(33) 優先権主張国 スウェーデン (SE)

(73) 特許権者
シンターカスト エービー
スウェーデン国 ストックホルム エスー 1
OO 55 ボックス 10203
(74) 代理人
弁理士 米澤 明
(74) 代理人
弁理士 阿部 龍吉
(74) 代理人
弁理士 蛭川 昌信
(74) 代理人
弁理士 内田 亘彦
(74) 代理人
弁理士 菅井 英雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱分析システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ある種のマグネシウムを含んでいる鋳鉄溶湯が球状黒鉛鋳鉄、コンパクト黒鉛鋳鉄、薄片群入り、またはねずみ鋳鉄として固化するときにとる微細構造を予測するための方法であって、

a) 選択された鋳造法について、テルルの量 A を較正するステップであって、量 A は、ねずみ鋳鉄に相当する原組成を有する量 W の鋳鉄サンプル中の活性マグネシウムを還元して前記量 W の鋳鉄サンプルを白鋳鉄として固化させるのに十分な量であるところのステップと、

b) 微細構造を予測すべき鋳鉄の、量 W のサンプルを採取するステップと、

c) 量 A のテルルを保有する第一のサンプル容器に、ステップ b) で採取された量 W のサンプルを加え、次いでサンプルの中心で冷却曲線を記録するステップと、

d) 微細構造を予測する溶融鋳鉄サンプルを、FeSi を塗布、あるいは FeSi 小塊を収納したカップに加え、サンプルの中心で冷却曲線を記録するステップと、

e) 微細構造を予測する溶融鋳鉄サンプルを何もコーティングされていないか、不活性のコーティングが施されたカップに加え、サンプルの中心で冷却曲線を記録するステップと、

f) ステップ c)、d) および e) で得られた冷却曲線の次の各パラメーターを決定するステップからなる方法、

(i) クリーンカップ中で記録された冷却曲線の再輝現象 (ΔT_{no})

10

20

(ii) テルルカップ中で記録された冷却曲線の再輝現象 (ΔT_e)
(iii) FeSi カップ中で記録された冷却曲線の再輝現象 (ΔT_{FeSi})
(iv) FeSi カップ中で記録された冷却曲線の最高共晶温度 ($T_{FeSi}(\max)$)
(v) クリーンカップ中で記録された冷却曲線の最高共晶温度 ($T_{no}(\max)$)
(vi) テルルカップ中で記録された冷却曲線の最高共晶温度 ($T_e(\max)$)
(vii) テルルカップ中で記録された冷却曲線の共晶温度の極小値 ($T_e(\min)$)
(viii) クリーンカップ中で記録された冷却曲線の共晶温度の極小値 ($T_{no}(\min)$)
(ix) FeSi カップ中で記録された冷却曲線の共晶温度の極小値 ($T_{FeSi}(\min)$)
(x) クリーンカップ曲線の再輝現象勾配 ($T_{no}(\text{勾配})$) (xi) テルルカップ曲線の再輝現象勾配 ($T_e(\text{勾配})$)
(xii) FeSi カップ曲線の再輝現象勾配 ($T_{FeSi}(\text{勾配})$) および、
g) f) で得られた情報を用いて、鑄鉄溶湯が、球状黒鉛鑄鉄、コンパクト黒鉛鑄鉄、薄片群入り、またはねずみ鑄鉄として固化するときにとる微細構造を予測する。

10

【請求項 2】

第一のサンプル容器が、鑄鉄サンプルの重量の少なくとも 0.01% の量のテルルを保有することを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

サンプル容器が、鑄鉄サンプルの重量の 0.05～0.2% の量のテルルを保有することを特徴とする請求項 2 記載の方法。

20

【請求項 4】

CGI 鑄物の製造方法において、

- a) 請求項 1～3 のいずれかによる予測方法を実行し、
 - b) ステップ a) で得られた情報を用いて、CGI を得るために溶融鑄鉄に加えるべき、マグネシウムおよび希土類元素の群から選ばれる構造改良剤の量を計算するステップと、
 - c) ステップ b) で計算された量を鑄鉄溶湯に加えるステップと、
 - d) それ自体既知の方法で鑄造作業を行うステップと、
- の各ステップからなる、CGI 鑄物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

本発明はある種の鑄鉄溶湯が固化するときにとる微細構造を予測するための、改良された方法に関する。本発明はまた、その方法を実施するための設備に関する。

30

発明の背景技術

WO 86/01755 は、熱分析を用いてコンパクト黒鉛鑄鉄を製造する方法を開示している。溶融鑄鉄の湯溜まりからサンプルを採取し、0.5 ないし 10 分間放置して固化させる。2 個の温度感応手段を、1 個はサンプルの中央に、他方は容器壁の直ぐ近傍に配置して、同時に温度を記録する。各々の温度感応手段について、温度を時間の関数として表した、いわゆる冷却曲線を記録する。この文献によれば、このようにして所望の微細構造を得るために溶湯に加えるべき構造改良剤の必要量を決定することが可能になる。

WO 92/06809 は、WO 86/01755 によって得られた冷却曲線を評価するための、特定の方法を記載している。この文献によれば、活性状態の構造改良剤を消費するような物質でコーティングされたサンプル容器中で熱分析が実施される。このような物質としては、Si、Mn、Fe、K、および Na の酸化物が挙げられる。冷却曲線の初期に現れる高原部（コーティング層の効果によってしばしば容器壁の近傍で見られる）は、曲線を記録している温度感応手段の近傍で薄片状黒鉛結晶が析出したことを意味する。熟練者ならば、校正データを用いながら曲線を検討することにより、コンパクト黒鉛鑄鉄を得るためになんらかの構造改良剤を溶湯に添加すべきかどうか、決定することができる。

40

WO 92/06810 は、WO 92/06809 と同じ物質でコーティングしたサンプル容器中で熱分析を実施して、球状黒鉛鑄鉄を製造する方法を記載している。

したがって、熱分析およびコーティングされたサンプル容器を用いて、鑄鉄溶湯の固化形態を予測する方法は公知である。しかしながら、ねずみ鑄鉄とコンパクト黒鉛鑄鉄の境界に近い、構造改良剤の濃度の低い領域については、予測を実施することが困難である。そ

50

れにも拘わらず、最少限度の構造改良剤を含む鑄鉄溶湯を用いて作業することが望ましいことがしばしばある。したがって、このような濃度領域においても正確で解釈の容易な結果を与えるような、予測方法が必要とされている。

E P 0 3 2 7 2 3 7 は、球状黒鉛鑄鉄の製造に関して、溶湯のマグネシウム含有量を試験する方法を開示している。マグネシウム処理鉄の溶融サンプルを、テルルと、硫黄またはセレンのいずれかの添加剤を入れたサンプル容器に入れる。次いでサンプルを放冷し、温度を連続的に記録する。

E P 0 3 2 7 2 3 7 の方法における一つの基本的な考え方は、熱分析を実施する前に、すべての活性のマグネシウムをサンプルから除去することである。こうすると溶湯は黒鉛型またはカーバイド型のいずれかの形態に固化する。

テルルとともに硫黄またはセレンを添加する理由は、テルルだけでは、マグネシウムの存在において鉄が黒鉛型の共晶構造に固化することを防止できないからである。したがって、セレンまたは硫黄の添加量は、マグネシウム含有率の一定のしきい値を完全に中和するのにちょうど十分な量とする。もしマグネシウム含量がこの含有率しきい値よりも高ければ、溶湯は黒鉛鑄鉄として固化する。

E P 0 3 2 7 2 3 7 はまた、この方法がコンパクト黒鉛鑄鉄のマグネシウム含量を管理するように修正され得ることを示唆している。この場合、文献は硫黄の添加量が異なる二つの、別個の熱分析が必要であると述べている。

G B 2 3 0 0 9 1 6 は、ねずみ鑄鉄におけるチル深さを予測する方法に関している。詳細な説明によれば、この方法は炭素、シリコン、マグネシウムおよびクロムを含む溶融鑄鉄のサンプルを用いて実施される。

G B 2 2 8 3 3 2 5 は、溶融鑄鉄の熱分析法を開示している。この方法は、

- a) 清浄なカップを用いて溶融鑄鉄の第一の冷却曲線を得るステップと、
- b) 少量の（例えば 0.05 g ないし 0.3 重量%）のテルルを入れた第二のカップを用いて溶融鑄鉄の第二の冷却曲線を得るステップと、
- c) 第一の冷却曲線を第二の冷却曲線と比較するステップと、

からなる。二つの曲線は再輝現象についてのみ比較される。ゼロより大きな再輝現象はコンパクト黒鉛鑄鉄（C G I）または球状黒鉛鑄鉄（S G I）に関している。このような比較は、S G I または C G I の製造において、注型に先だって構造改良剤が加えられたか否かをチェックしたいときは、満足すべきものである。しかしながら、この方法は C G I とねずみ鑄鉄の境界領域では十分に正確とは言えない。G B 2 2 8 3 3 2 5 に開示された不正確な方法による熱分析を実施して C G I を製造するときは、溶融鑄鉄中の構造改良剤の濃度がわずかに不足することによって、鑄造物中に薄片状黒鉛群が局部的に形成される危険性が大きい。微細構造中の薄片群の存在は鉄の引張り強さと弾性率を 20～50% も低下させるから、重大な問題である。

発明の概要

ある種の鑄鉄溶湯の固化後微細構造の予測において、次の方法を実施することによって、予期しない良好な予測が得られることがわかった。すなわち、

- a) 一定重量 W の鑄鉄溶湯のサンプルを採取するステップと、
- b) 重量 W の溶融ねずみ鑄鉄を白鑄鉄に変えるのことができる量の中和剤、好ましくはテルル、を保有するサンプル容器にサンプルを入れるステップと、
- c) かくして得られた処理鉄サンプルの中央で冷却曲線を記録するステップと、
- d) ステップ c) で得られた冷却曲線の最高共晶温度（ $T_e(\max)$ ）を決定するステップと、
- e) ステップ d) で得られた情報を用いて、鑄鉄溶湯が S G I、C G I、薄片群入りまたはねずみ鑄鉄のいずれに固化するかを予測するステップとの各ステップからなる方法。

発明の詳細な説明

本発明は、構造改良剤を中和する少なくとも 1 種類の物質の適量で処理した溶融鑄鉄を熱分析すれば、解釈の容易な結果が得られるという発見に基づいている。前記物質はテルル、硫黄、硼素およびセレンからなる群から選ばれ、好ましくはテルルである。したがって

10

20

30

40

50

本発明は高度な能力者を必要とせず、コンピューターによる自動化に適している。
ここに用いられる“冷却曲線”という用語は、鑄鉄溶湯の冷却中の温度を時間の関数として表したグラフを意味している。

ここに用いられる“サンプル容器”という用語は、熱分析に用いられ、熔融金属のサンプルで満たされるサンプル容器を意味している。次いで熔融金属の温度は適当な方法で記録される。本発明によるサンプル容器は基本的に不活性の材料でできているが、例えばテルル、硫黄、硼素およびセレンのような、あるいはさらにSi、Mn、Fe、KおよびNaの酸化物のような、鑄鉄の構造に影響する物質を入れてあるか、あるいはそれらでコーティングされていてもよい。また核形成を促進するために、従来の接種剤を入れてあるか、あるいはそれでコーティングされていてもよい。

10

ここに用いられる“構造改良剤”という用語は、鑄鉄の構造に影響する薬剤を意味し、この薬剤はマグネシウムおよび稀土類元素からなる群から選ばれる。マグネシウムが好ましい。

ここに用いられる“テルルカップ”という用語は、テルルでコーティングしてあるか、あるいはテルルの小塊を入れたサンプル容器を指す。テルルカップはあわせて従来の接種剤を保有してもよい。

ここに用いられる“FeSiカップ”という用語は、FeSiでコーティングしてあるか、あるいはFeSiの小塊を入れたサンプル容器を指す。FeSiカップはあわせて従来の接種剤を保有してもよい。

ここに用いられる“クリーンカップ”という用語は、なにもコーティングされていないか、あるいは不活性のコーティングをほどこされたサンプル容器を指す。

20

ここに用いられる“サンプリング装置”という用語は、少なくとも1個の熱分析のためのセンサーを備えたサンプル容器およびサンプル容器に熔融金属を満たす手段からなる装置を指し、前記センサー（単数または複数）は分析の経過中、固化しつつある金属サンプルに浸漬するためのものである。

ここに用いられる“中和剤”という用語は、活性状態の構造改良剤を中和する薬剤を指し、テルル、硫黄、硼素およびセレンからなる群から選ばれる。テルルが好ましい。

ここに用いられる“CGI”という用語は、コンパクト黒鉛鑄鉄を指す。

ここに用いられる“SGI”または“SG”という用語は、球状黒鉛鑄鉄を指す。

ここに用いられる“薄片群”および“薄片入り”という用語は、構造改良剤の不足に起因してCGIの微細構造中に局部的に生じ得る薄片状黒鉛に関している。

30

ここに用いられる“処理鉄サンプル”という用語は、サンプル容器中の鑄鉄のサンプルを指し、前記サンプル容器はサンプルの組成に影響する薬剤を保有しても、保有しなくてもよい。したがって、例えばテルルカップ中の処理鉄サンプルは、そのサンプルが採取された元の溶湯と比較して、マグネシウム含量が低減されている。

ここから本発明について、次に示す添付の図面を参照しつつ説明する：

第1図は本出願中に用いられるいろいろな名称の本質を画定している。

第2図はテルルを中和剤として用いて鑄鉄サンプルを処理することによって、熱分析の尺度を“引き延ばす”効果を概略説明している。

第3図はテルルカップ中の処理鉄サンプルを熱分析する場合の、鑄鉄の型と、測定された冷却曲線との対応を示している。

40

第4A図はクリーンカップの中央で記録された、CGI、SGI、薄片群入りおよびねずみ鑄鉄に対応する各冷却曲線を開示している。

第4B図は、第4A図と同じバッチの熔融鑄鉄について、同じ条件下でテルルカップ中で記録された各冷却曲線を示している。

第5A図と第5B図はいずれも、第3図に例示されるような熱分析から得られた曲線を解釈するためのフローチャートを開示している。第5A図はテルルカップに関するものであり、第5B図はテルルカップ、クリーンカップ、およびFeSiカップのセットに関するものである。

第6A図および第6B図は、本発明の方法に用いられるサンプル容器の例を示している。

50

第7図は本発明によってコンパクト黒鉛鑄鉄の製造を管理する設備の概念図である。

第8図はマグネシウム処理が不十分なために局在する薄片群を含むC G I 鑄物の顕微鏡写真である。

第9図は85～100%パーライト鑄鉄の極限引っ張り応力と0.2%降伏応力を、球状度および温度の関数として示している。

上記において、薄片群に関する問題に触れ、これらの薄片群がいかにC G I 鑄物の品質を損なうかについて簡単に述べた。実際的な観点から見れば、エンジン設計者は選択した材料の固有の強度及び剛性に基づいて壁の厚さを決める。C G I を用いて設計する場合は、400 Mpa という最低引っ張り強度に基づいて寸法を計算する。しかしながら、鑄造工程が管理されておらず、鑄物が薄片群を含んでしまった場合は、材料の強度は20～50%低下することがあり得る（第9図参照）。鑄造された寸法（良質のC G I に基づいて計算された）は運転負荷に耐えるだけの強度を持たないであろう。壁には割れが入り、エンジンは使用不能になる。こうして顧客の信用を失うという、非常に高く付く結果がもたらされる。このように、C G I 鑄物において薄片群を防止しなければならないのは明らかである。

伝統的に、冶金学者は鑄鉄の三つの型を挙げている。すなわち、ねずみ（薄片状）鑄鉄、C G I、およびダクタイル鑄鉄である。しかしながら、C G I の製造において形状改良剤（マグネシウム）の量が不十分であると、中間的な薄片群構造が形成され得る。共晶セルの中心部は薄片状黒鉛を含み、共晶セルの周辺部はコンパクト黒鉛粒子を含む。驚くべき事に、局在する薄片群が材料の強度を支配的に決定していることが示された（第8図参照）。少量の（10～20%）の薄片群でも、20～50%の機械的強度の損失をもたらす。したがって、単にC G I とねずみ鑄鉄を区別するだけでは十分ではなく、計測技術は、コンパクト黒鉛が大部分を占める材料の中に局在する薄片群の発生を、検知するだけの解析度を有しなくてはならない。

したがって、本発明は、ある種の鑄鉄溶湯が固化するときにとる微細構造を予測するための、熱分析法に指向されたものである。熱分析は中和剤、好ましくはテルルを保有するサンプル容器に溶融鑄鉄を加え、続いて固化する間の温度を記録することによって実施される。必要に応じて、FeSiなどの他のコーティング層を有するカップや、全く不活性のカップ（クリーンカップ）を、テルルカップとともに用いてもよい。

第6A図および第6B図は、本発明に使用されるサンプル容器の二つの例を示している。第6A図のサンプル容器（7）にはテルルの小塊（8）が入っており、これが溶融鑄鉄（9）に溶解する。温度は固化する間、例えば熱電対のような温度感応手段（1）によって監視される。第6B図はより複雑な容器を開示しており、このものは三つの部屋（4、5、6）に分かれている。一つの部屋（4）はテルルでコーティングしてあり、もう一つの部屋（5）はFeSiでコーティングしてあり、最後の部屋（6）はコーティング層を有しない。温度感応手段（1、2、3）は三つの部屋全部に配置されている。どちらのカップも通常の砂カップまたはセラミックカップであってもよく、またコーティングされた鋼またはその他の適当な材料でできていてもよい。

本発明を裏付ける基本原理は第2図及び第3図に示されている。現在の技術による予測法においては、S G I からA型ねずみ鑄鉄までの範囲の鑄鉄の型に相当する冷却曲線が記録される。本発明の方法においては、一定量の中和剤を加えることによって構造改良剤の含量が低減される。これによって、実際のサンプル組成を表す曲線ではなく、C G I から白鑄鉄までの範囲の鑄鉄の型に相当する冷却曲線が記録される。

第4A図及び第4B図は、本発明を実施することによって得られる感度の増加を図示している。第4A図はC G I、S G I、薄片群入りおよびねずみ鑄鉄に対応する4本の冷却曲線を開示している。中和剤は加えられていない。4本の曲線は互いに区別はできるが、それでも互いにかかなり接近して走っている。第4B図は一定量の中和剤を加えた後の、対応する各曲線を示している。第4A図においては、全ての共晶高原部は1140～1150℃の温度範囲に含まれている。これと対照的に、第4B図における共晶反応過程の最高成長温度は1115～1165℃の温度範囲に含まれる。この図から、既存技術に比較して

、本発明の方法によって、より高い正確さが得られることは明らかである。

上述の一定量の中和剤は、ねずみ鉄を白鉄に変えることができなくてはならない。テルルが好ましい中和剤であり、サンプル容器中の必要量は、サンプルの重量に対して少なくとも 0.01 重量%、好ましくは 0.05～0.2 重量%である。

最高共晶成長温度および再輝現象に基づいて、処理鉄サンプルから得られた結果は四つの類型に分類される。各類型の間の限界はそれぞれの鑄造工程に対して較正される。以下はある鑄造工程のための判断基準の例である。

類型 分析する鉄 最高共晶成長温度 処理試料の共晶反応

中の再輝現象 ΔT

10

1. **ねずみ鉄** <1130℃ <2℃

及び近傍

2. **薄片入りと** 1130℃ - 1150℃ >2℃

の境界

3. **CGI** >1150℃ >1℃

4. **低球状化** >1150℃ - 1155℃ <5℃

20

SGI

テルルカップ中で処理された鉄サンプルは、対応する未処理溶融鉄よりも低い活性マグネシウム濃度を有している。したがってこの処理のもたらす結果は、元の濃度領域に比較して、より明瞭な結果が得られる濃度領域で熱分析が行われるということである。

したがって、テルルカップ中で記録された冷却曲線は、CGIとして固化するのに十分な量の構造改良剤が鉄に含まれているかどうかを、非常に明瞭に示す。また、それは鉄が構造改良剤によって過剰に処理されているかどうかを示す。

本発明の方法は、他の種類のサンプル容器、例えば FeSi カップおよびクリーンカップ中で行われた他の熱分析工程を加えることによって、さらに改良され得る。

30

FeSi カップおよびクリーンカップ中の熱分析は、接種レベルおよび鉄の実際の状態についての情報を与える。最高および最低共晶温度と、曲線の最大勾配を決定することによって、接種レベルが計算される。もし FeSi 曲線の最低共晶温度がクリーン曲線の最低共晶温度よりはるかに高いならば、接種レベルは飽和よりはるかに低いから、接種剤を加える必要がある。この二つの温度がほぼ同じである時は、鉄は飽和レベルに達している。鉄が過度に処理されている時は、FeSi カップから得られた冷却曲線は再輝現象と最大勾配の値が小さい。

クリーンカップは鉄の実際の状態を計測し、構造改良および接種レベルを示す。ある範囲の（他の二つのカップと並べて評価して）高い再輝現象（低い最低共晶温度と高い最高共晶温度）と大きな最大勾配は良好な CGI を示す。一方、低い再輝現象と小さな勾配は鉄が構造改良剤および／または接種剤で過度に処理されていることを示す。

40

このように、テルルカップ中の熱分析は溶融鉄がねずみ鉄、薄片群入り、CGI および SGI のいずれに固化するかを示唆する。FeSi カップおよびクリーンカップを用いて熱分析を行い、三つの冷却曲線を比較することによって、接種および構造改良状態を、感度良くかつ正確に決定することが可能になる。

第 5 A 図はテルルカップを用いて、本発明による熱分析を行ったとき得られる冷却曲線の解釈法の例を概略説明している。第一ステップはテルルカップ曲線の最高共晶温度 T_e を決定することである。もしそれが 1130℃ より低ければ、鉄はねずみ鉄として固化するであろう。マグネシウムを加えなければならない。もし最高共晶温度が 1130℃ と 1150℃ の間にあるならば、鉄は薄片群を含む CGI として固化する可能性がある。少

50

量のマグネシウムを加えなければならない。もしテルル曲線の最高共晶温度が 1155°C より高ければ、サンプルは C G I として固化するであろう。そうでなければサンプルは S G I として固化するであろう。

第 5 B 図は三種類のカップのセット、すなわちテルルカップ、F e S i カップおよびクリーンカップを用いて、本発明による熱分析を行ったとき得られる冷却曲線の解釈法の例を概略説明している。第一ステップはテルルカップ曲線の最高共晶温度 T_e を決定することである。もしそれが 1130°C より低ければ、鑄鉄はねずみ鑄鉄として固化するであろう。マグネシウムを加えなければならない。

もし最高共晶温度が 1130°C と 1150°C の間にあるならば、鑄鉄は薄片群を含む C G I として固化するであろう。クリーンカップおよび F e S i カップ中で記録された冷却曲線の再輝現象の勾配、 T_{no} (勾配) および T_{FeSi} (勾配) を測定することによって、より多くの情報が得られる。もし T_{no} (勾配) $> 0.85^{\circ}\text{C}/\text{s}$ であり、かつ T_{FeSi} (勾配) $> 0.45^{\circ}\text{C}/\text{s}$ であれば、薄片群入りになる危険性は低い、したがって加えるマグネシウムはより少量でよい。

もしテルル曲線の最高共晶温度が 1150°C より高ければ、サンプルは C G I か S G I のどちらかに固化するであろう。C G I か S G I を区別するために、テルルカップ中の冷却曲線の再輝現象、 ΔT_e を決定する。もしこの値が 0.5°C より小であれば、クリーンカップおよび F e S i カップの対応する再輝現象値を決定する。もし $\Delta T_{no} > 6^{\circ}\text{C}$ かつ $\Delta T_{FeSi} > 3.5^{\circ}\text{C}$ であれば、鑄鉄は低球状度 S G として固化するであろう。そうでなければ、鑄鉄は S G 鑄鉄として固化するであろう。

もし ΔT_e が 0.5°C より大であれば、F e S i カップおよびクリーンカップ中で記録された冷却曲線の極小値が決定される。もし F e S i カップ曲線およびクリーンカップ曲線の極小値の差が 3°C より大であれば、溶融鑄鉄の接種は不十分である。

最後に、クリーンカップ曲線の再輝現象及び再輝現象勾配が考慮される。もし $\Delta T_{no} > 10^{\circ}\text{C}$ かつ ΔT_{no} (勾配) $> 1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ であれば、鑄鉄は C G I として固化するであろう。もし ΔT_{no} が 5°C から 10°C までの範囲にあり、かつ ΔT_{no} (勾配) が $0.8^{\circ}\text{C}/\text{s}$ から $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ までの範囲にあれば、鑄鉄は高球状度 C G I として固化するであろう。そうでなければ鑄鉄は S G 鑄鉄として固化するであろう。

第 5 A 図および第 5 B 図に用いられる略称は次の通りである。

T_{no}	=	クリーンカップで計測された共晶温度	30
T_e	=	テルルカップで計測された共晶温度	
T_{FeSi}	=	F e S i カップで計測された共晶温度	
$T_e (\text{max})$	=	極大値、テルルカップ曲線	
$T_{FeSi} (\text{max})$	=	極大値、F e S i カップ曲線	
$T_{no} (\text{max})$	=	極大値、クリーンカップ曲線	
$T_e (\text{min})$	=	極小値、テルルカップ曲線	
ΔT_e	=	再輝現象、テルルカップ曲線	
T_e (勾配)	=	再輝現象勾配、テルルカップ曲線	
T_{no} (勾配)	=	再輝現象勾配、クリーンカップ曲線	
T_{FeSi} (勾配)	=	再輝現象勾配、F e S i カップ曲線	40
ΔT_{no}	=	再輝現象、クリーンカップ曲線	
$\Delta T_{Fe}, \Delta T_{FeSi}$	=	再輝現象、F e S i カップ曲線	
$T_{FeSi} (\text{min})$	=	極小値、F e S i カップ曲線	
$T_{no} (\text{min})$	=	極小値、クリーンカップ曲線	
Cat. 1	=	ねずみ鑄鉄	
Cat. 2	=	薄片群入り鑄鉄	
Cat. 3	=	C G I	
Cat. 4	=	高球状度 C G I、S G I	

この方法は、特に多数の測定を実施する場合は、コンピューター制御されたシステムを用いて実施することが好ましい。この場合も、上述したものと同一種類のサンプリング装置

10

20

30

40

50

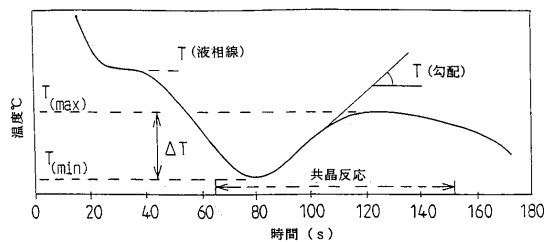
22（または3種類セットのカップを用いる場合は22、24、26）が用いられる。このようなコンピューター制御システムは第7図に概略説明されている。個別のサンプルの測定中において温度感応手段8（または3種類セットのカップを用いる場合は3個の別々の温度感応手段8、10、12）がコンピューター手段14に信号を送り、冷却曲線（複数または単数）を発生させる。

コンピューターはROMメモリー手段16中の校正データにアクセス可能であり、溶湯に加えるべき構造改良剤および／または接種剤の量を計算する。この量の信号は手段18に送られ、手段18はこれによって構造改良剤および／または接種剤を修正すべき溶湯20に投入して、適量のこれら薬剤が溶湯に与えられるようにする。サンプリング装置22はテルルカップを備えている。サンプリング装置24はFeSiカップを、サンプリング装置26はクリーンカップを備えている。

10

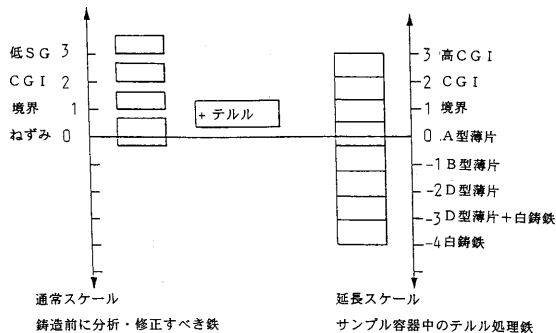
【図1】

共晶反応の定義



$T(\max)$ = 最高共晶（成長）温度
 $T(\min)$ = 最低共晶（開始）温度
 ΔT = 共晶反応の再輝現象
 $T(\text{勾配})$ = 共晶反応中の最大温度上昇率
 $T(\text{液相線})$ = 鉄の液相線温度

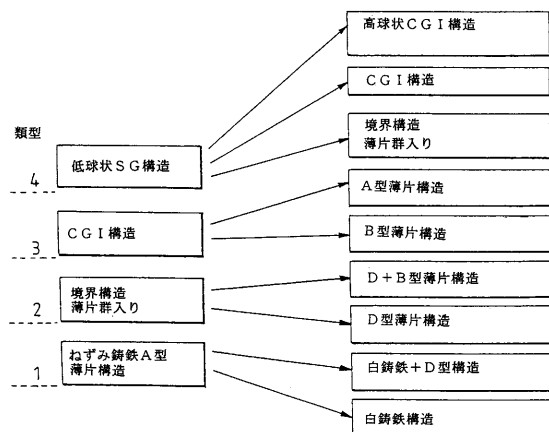
【図2】



【図3】

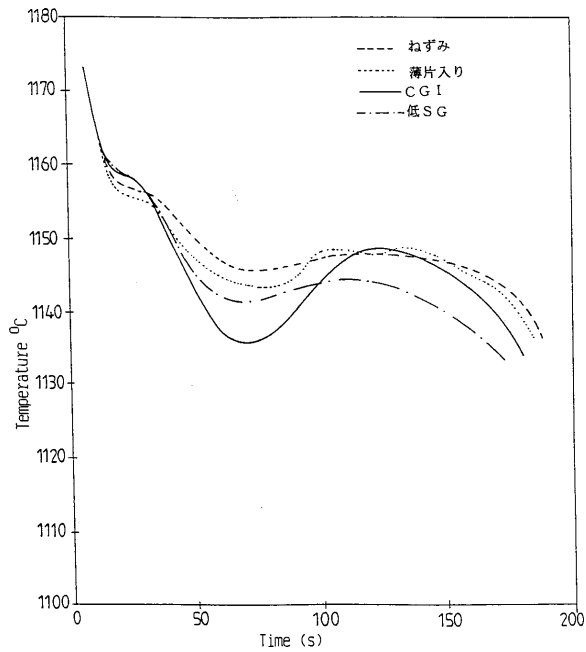
分析すべき鉄の構造

サンプル容器中のテルル処理鉄の構造



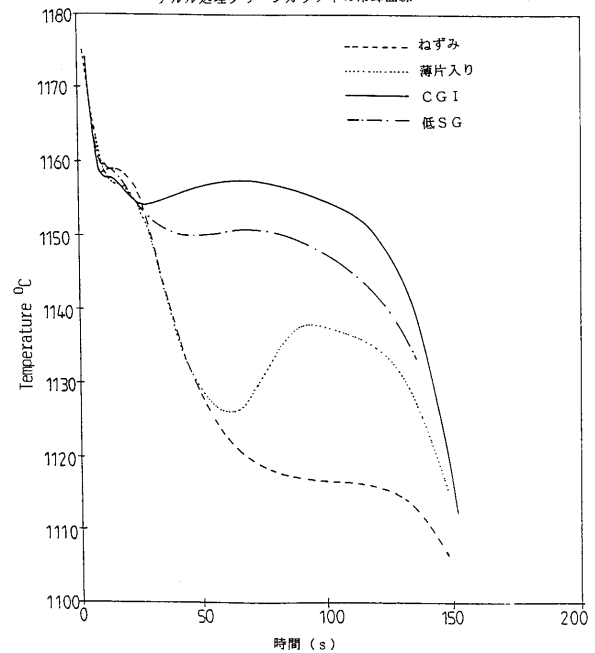
【図 4 A】

サンプル容器中心 処理なしクリーンカップ中の冷却曲線



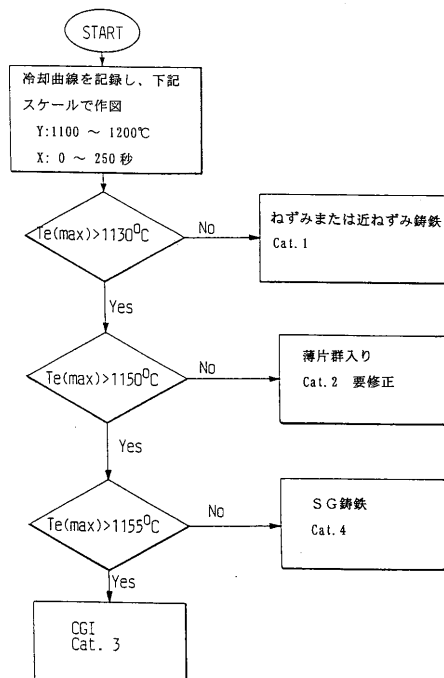
【図 4 B】

サンプル容器中心 テルル処理クリーンカップ中の冷却曲線



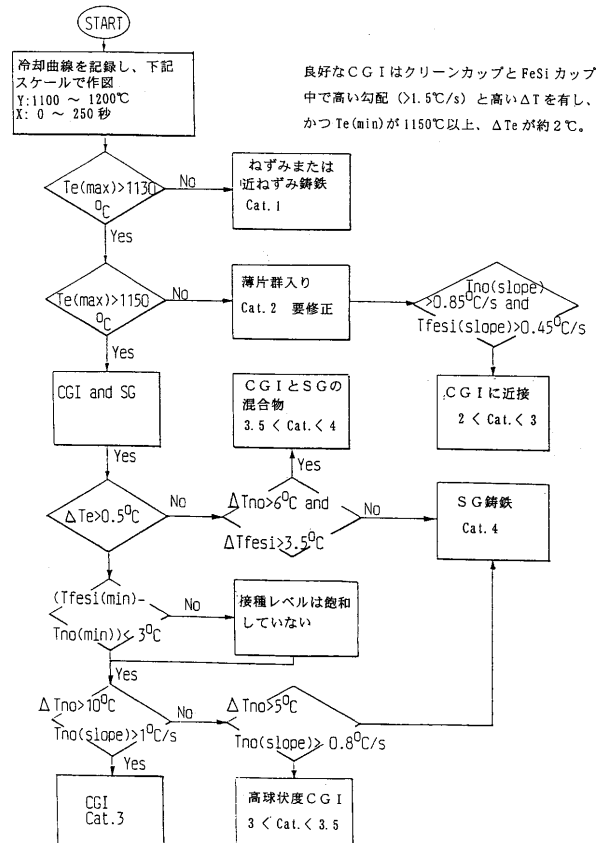
【図 5 A】

テルルカップ熱分析システムによるCGI工程管理

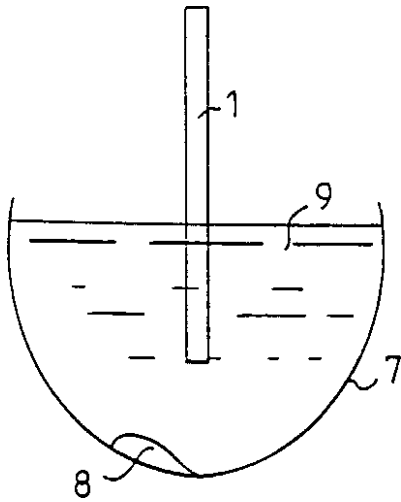


【図 5 B】

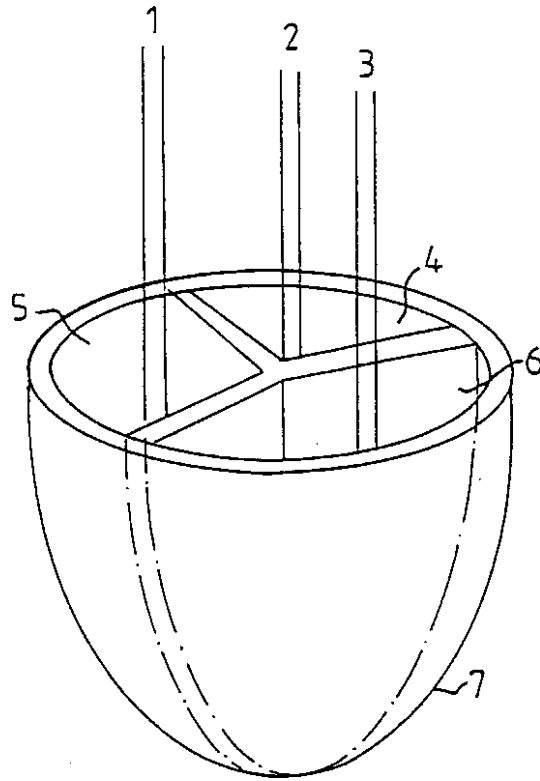
テルルカップ熱分析システムによるCGI工程管理



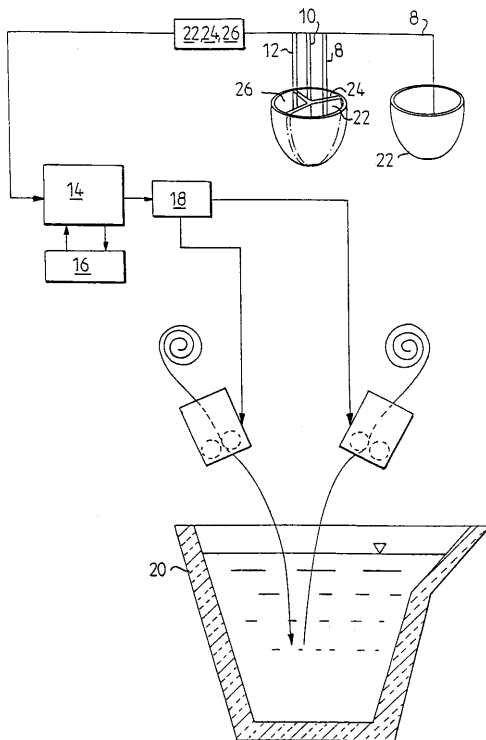
【図 6 A】



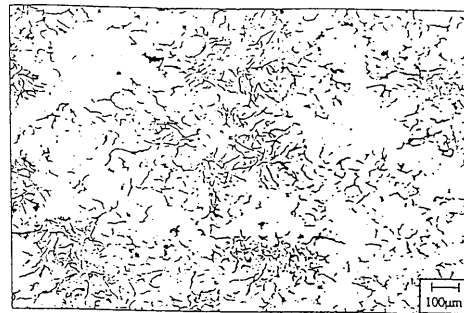
【図 6 B】



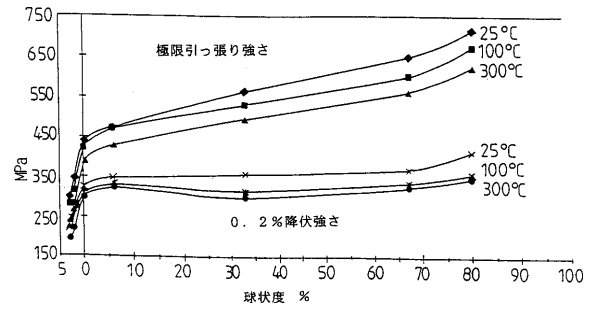
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(74)代理人

弁理士 青木 健二

(74)代理人

弁理士 荏澤 弘

(72)発明者 シャオ ステン

スエーデン国 カトリーヌ エスー641 30 カングスガータン 2 シンターカスト テク
ノロジーズ エービー

(72)発明者 ホリンガー ベルチル

スエーデン国 カトリーヌ エスー641 30 カングスガータン 2 シンターカスト テク
ノロジーズ エービー

審査官 ▲高▼見 重雄

(56)参考文献 特開平08-313464 (JP, A)

特開平07-113771 (JP, A)

特表平06-504319 (JP, A)

特開昭60-082861 (JP, A)

特表昭62-500181 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 25/02

B22D 1/00

B22D 2/00

C22C 33/08

G01N 33/20