

(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2005-296721

(P2005-296721A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005. 10. 27)

|                                     |                              |                     |
|-------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| (51) Int. Cl. <sup>7</sup>          | F 1                          | テーマコード (参考)         |
| CO2F 5/00                           | CO2F 5/00 61OE               | 4D011               |
| BO1D 19/00                          | CO2F 5/00 61OZ               | 4D037               |
| CO2F 1/20                           | CO2F 5/00 62OA               | 4K013               |
| C21C 7/10                           | CO2F 5/00 62OB               |                     |
|                                     | BO1D 19/00 F                 |                     |
| 審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁) 最終頁に続く |                              |                     |
| (21) 出願番号                           | 特願2004-112776 (P2004-112776) | (71) 出願人 000006655  |
| (22) 出願日                            | 平成16年4月7日 (2004. 4. 7)       | 新日本製鐵株式会社           |
|                                     |                              | 東京都千代田区大手町2丁目6番3号   |
|                                     |                              | (74) 代理人 100097995  |
|                                     |                              | 弁理士 松本 悦一           |
|                                     |                              | (74) 代理人 100074790  |
|                                     |                              | 弁理士 椎名 彊            |
|                                     |                              | (72) 発明者 村上 豪紀      |
|                                     |                              | 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製 |
|                                     |                              | 鐵株式会社大分製鐵所内         |
|                                     |                              | (72) 発明者 吉見 学       |
|                                     |                              | 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製 |
|                                     |                              | 鐵株式会社大分製鐵所内         |
| 最終頁に続く                              |                              |                     |

(54) 【発明の名称】 溶鋼の真空脱ガス設備冷却塔内充填材へのスケール付着防止方法

(57) 【要約】

【課題】 溶鋼脱ガス設備の駆動用蒸気凝縮水冷却のための冷却塔内充填材へのスケール付着に関して、C a系のスケール付着防止方法は提案されているが、溶鋼脱ガス設備特有のZ n系スケール抑制方法に関しては確立されていない。そこで本発明は、真空脱ガス設備の蒸気凝縮水系で発生するZ n系スケールの付着防止方法を提供する。

【解決手段】 溶鋼脱ガス設備の駆動用蒸気の凝縮水系において、凝縮水を冷却塔に送水する前に、空気を吹き込み凝縮水から炭酸ガスを放散させる。炭酸ガスの放散により、凝縮水のPHを吹き込み前に比べ0. 5以上上げ、冷却塔に送水する前に沈殿物を析出させることで、冷却塔内での充填材へのスケール付着を防止する。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

溶鋼の真空脱ガス設備駆動用蒸気の凝縮水系において、凝縮水を冷却塔に送水する前に、凝縮水の PH を 0.5 以上上げるように凝縮水から炭酸ガスを放散させることを特徴とする溶鋼の真空脱ガス設備冷却塔内の充填材へのスケール付着防止方法。

## 【請求項 2】

凝縮水に空気を吹き込み、凝縮水中の炭酸ガスを放散させることを特徴とする請求項 1 に記載の溶鋼の真空脱ガス設備冷却塔内の充填材へのスケール付着防止方法。

## 【請求項 3】

溶鋼の真空脱ガス設備駆動用蒸気の凝縮水系において、凝縮水を冷却塔に送水する前に、空気の吹き込み量を蒸気凝縮水の単位時間あたりに流れる体積の 0.5 倍以上とすることを特徴とする前記請求項 1 または請求項 2 に記載の溶鋼の真空脱ガス設備冷却塔内の充填材へのスケール付着防止方法。 10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、溶鋼の真空脱ガス設備駆動用蒸気の凝縮水を冷却する際に使用する冷却塔内の充填材へのスケール付着防止に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

溶鋼の清浄化や成分調整等の目的で真空・減圧精錬が実施されるが、この過程で一般的に採用される DH 法や RH 法に基づく真空・減圧精錬プロセスでは、かなりの高真空度（1 Torr 以下程度）が要求されるため、真空・減圧精錬プロセスに接続する真空排気設備としても、それに対応する規模のものが必要とされる。図 1 に一般的な真空脱ガスプロセスにおける真空排気系統の構成例を示す。 20

## 【0003】

図 1 において、溶鋼等の溶鋼精錬容器に接続する脱ガス槽 1 の排気ダクト下流側には、多段のブースター 2 A、2 B、2 C、多段のエゼクター 4 A、4 B、4 C を順次設置して構成した真空排気設備が設けられている。炉内発生ガス（排ガス）はこの真空排気設備で吸引されることになり、そのため炉内は要求される高真空度（1 Torr 以下）領域に保たれる。真空・減圧処理装置による真空精錬を実施する場合、ブースター 2 A、2 B、2 C およびエゼクター 4 A、4 B、4 C に駆動用蒸気を流し、コンデンサー 3 A、3 B、3 C、3 D で冷却凝縮する。凝縮した水は、ホットウェル 5 に全て集められ、沈殿池 6 へ送水される。沈殿池 6 では凝縮水中に含まれているダスト等の大型の粒子を沈殿除去する。沈殿池 6 でダストを除去した凝縮水は冷却塔 7 へ送水され、空気との熱交換を行うことで冷却され、冷却後は冷水槽 8 に溜められる。冷水槽 8 に溜められた水は、駆動用蒸気の凝縮に再利用するため、コンデンサー 3 A、3 B、3 C、3 D へ送水される。 30

## 【0004】

真空脱ガス処理においては、主に溶鋼の脱 C 処理を行うが、脱 C 処理を行う事で多量の炭酸ガスが発生する。発生した炭酸ガスは排ガスとして系外に排出されるが、その際に蒸気凝縮水と接触し、一部は蒸気凝縮水中に溶け込む。従って、蒸気凝縮水中には多量の炭酸ガスが溶け込み多量の炭酸イオンが存在している。 40

## 【0005】

真空脱ガス処理においては、溶鋼の脱 C 処理と合わせて溶鋼の脱酸、Mn、Si 等の成分調整も行う。特に脱酸は、連続鋳造を行う際のブレークアウト防止の観点から、ほとんど全ての処理において実施される。脱酸を行う際には、通常、酸素との親和力の強い Al を使用する。一般的に使用される Al には、2～3% の Zn が含まれているが、Zn は沸点が低いため溶鋼温度では蒸発する。従って、Al を投入すると、Al 中の Zn は蒸発し、排ガスと共に系外に排出される。その際に、蒸気凝縮水と接触し、一部は蒸気凝縮水中に溶け込み Zn イオンとなっている。さらに、蒸気凝縮水は循環使用しているため、蒸気 50

凝縮水にはZnイオンが飽和状態になっている。

【0006】

また、ホットウェルから出た蒸気凝縮水は、沈殿池で大型のダストを沈殿させた後に、熱交換のため冷却塔へ送られる。一般的な冷却塔の冷却原理は、上部から縦方向に流される温水に対して、下部から上部への通風が冷却ファンによりなされて、気液接触により熱交換される。冷却塔の気液接触部では、波板状や突起状の充填材が空気または水の流路を複雑化し、気液接触面積を大きくして冷却効果を高めている。

【0007】

冷却塔内で気液接触による熱交換を行う際に、蒸気凝縮水中に溶けていた炭酸イオンが炭酸ガスとして放出されるため、水のPHが上昇する。その結果、飽和濃度でとけ込んでいたZnイオンが過飽和となり水酸化物等のスケールが析出し、充填材に付着する。充填材へのスケール付着により、空気経路がふさがれたり、充填材表面での流路が短絡化されて熱交換機能が低下する。

【0008】

スケール付着防止対策はこれまでも実施されており、例えば特許文献1には、高炉、もしくは転炉ガス集塵水系にCa(OH)<sub>2</sub>またはMg(OH)<sub>2</sub>を発生させる物質を添加する方法が開示されている。しかし、この方法ではCaやMg系のスケールには効果があるが、Zn系スケールの付着抑制は困難である。さらに、前記方法ではPHを8.0以上に保つことが必要であるが、仮にPHが8.0以上であっても脱炭酸反応が発生すれば、PHがさらに上昇し、スケールは析出する。

【特許文献1】特開2002-126787号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記のように、Ca系スケール付着抑制方法は提案されているが、真空脱ガス処理設備特有のZn系スケール抑制方法に関しては確立されていない。そこで本発明は、真空脱ガス設備の蒸気凝縮水系で発生するZn系スケールの付着抑制方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は前記課題を解決するためになされた発明であり、その要旨は以下の通りである。

(1) 溶鋼の真空脱ガス設備駆動用蒸気の凝縮水系において、凝縮水を冷却塔に送水する前に、凝縮水のPHを0.5以上上げるように凝縮水から炭酸ガスを放散させることを特徴とする溶鋼の真空脱ガス設備冷却塔内の充填材へのスケール付着防止方法

(2) 凝縮水に空気を吹き込み、凝縮水中の炭酸ガスを放散させることを特徴とする(1)に記載の溶鋼の真空脱ガス設備冷却塔内の充填材へのスケール付着防止方法

(3) 溶鋼の真空脱ガス設備駆動用蒸気の凝縮水系において、凝縮水を冷却塔に送水する前に、空気の吹き込み量を蒸気凝縮水の単位時間あたりに流れる体積の0.5倍以上とすることを特徴とする(1)または(2)に記載の溶鋼の真空脱ガス設備冷却塔内の充填材へのスケール付着防止方法。

【発明の効果】

【0011】

本発明では、溶鋼脱ガス設備冷却塔内で発生する凝縮水からの脱炭酸反応を事前に強制的に行うことで、冷却塔内充填材へのスケール付着を防止でき、冷却能力を健全に保つことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

冷却塔での冷却能力を十分に発揮させるには、充填材へのスケール付着を防止することが重要である。特に、真空脱ガス設備の蒸気凝縮水系の冷却塔においては、Zn系スケール析出を防止することが重要である。そこで、Zn系スケール析出防止方法についての検

10

20

30

40

50

討を行った。

#### 【0013】

析出を防止する方法としては、以下の事が考えられる。冷却塔の前であらかじめPHを上げておけば、その時点で析出物を生じ、凝縮水中のZnイオン濃度は低下するが、上昇したPHにおけるZnイオン飽和溶液になっているので、冷却塔内で脱炭酸反応が起これば、水酸化亜鉛が析出してしまう。また逆に、冷却塔前でPHを低下させれば、溶解度が上昇し析出しにくくなるが、PHを上げた際と同様に、低下したPHにおけるZnイオン飽和溶液になる。さらに、PH7.0未満の酸性側になると、配管にダメージを与えてしまう。そこで本発明では、冷却塔前で、事前に脱炭酸反応させることで、冷却塔内で脱炭酸反応を抑制し、析出物生成を防止する。冷却塔内部での析出物発生が無くなれば、充填材への付着もなくなり、熱交換能力の低下を防止できる。 10

#### 【0014】

脱炭酸反応を起こすためには、蒸気凝縮水と気体を接触させれば分圧の差から炭酸ガスを放散させることができる。接触させる気体は炭酸ガス以外であれば、何でも構わないが、工業生産上、容易かつ安価に実施するには空気を用いる事が望ましい。空気と接触させる方法としては水車を回したり、滝のように上方から流すなど、どのような方法でも構わないが、空気を吹き込む事がよりよい。理由は、空気を吹き込むことで小さな気泡が大量に凝縮水中に入るため、気-液界面積が大きくなるからである。

#### 【0015】

脱炭酸反応は冷却塔へ送水する以前であれば、どこで実施してもかまわないが、前記のように空気と接触させるため凝縮水が強く攪拌される。従って、凝縮水中のダストが沈殿、除去させる沈殿池の上流で実施すると、沈殿池でのダスト除去効果が低下する可能性があるので、沈殿池より下流で実施することが望ましい。 20

#### 【0016】

空気吹き込みによる脱炭酸効果をラボ試験により確認した。冷却塔に入る前の凝縮水を100ml採取しビーカーに入れ、ガラス管からビーカー内へ1000mlの空気を吹き込んだ。試験に用いた凝縮水のPHは8.0であった。空気吹き込みによる炭酸イオン濃度およびPHの変化を図2、図3に示す。空気を吹き込んだことにより脱炭酸反応が起こり、炭酸イオン濃度が低下し、PHは上昇した。また、多量の空気を吹き込み続けても、脱炭酸反応が空気中の炭酸ガスと平衡状態になり停滞するため、PHは0.5程度しか上昇しなかった。次に、空気吹き込み中のPHの変化による炭酸イオン濃度、Znイオン濃度、沈殿物生成量の関係を図4、図5、図6に示す。PHの上昇に伴って、蒸気凝縮水中の炭酸イオン濃度、Znイオン濃度は低下した。一方、沈殿物生成量はPHの上昇に伴って増加した。PHの上昇と共にZn系の沈殿物が発生するため、Znイオン濃度が減少したと推定される。また、空気吹き込みによりPH上昇が0.5程度になると、PH上昇が止まるため炭酸イオン、Znイオン濃度の低下度合が鈍り、沈殿物析出が少なくなる。故に、PHを0.5上げるように脱炭酸反応を起こせばよい。 30

#### 【0017】

次に、蒸気凝縮水のPHを変化させ、同様の試験を行った。PHを変化させることで、凝縮水中に存在する炭酸イオン、Znイオン濃度は変化した、そのPHに応じた飽和濃度になっていた。そこへ、空気吹き込みを行うと脱炭酸反応が起こり、空気吹き込み前に比べて、PHが上昇し析出物が生じた。PH=8.0の凝縮水を使用したときと同様に、多量の空気を吹き込み続けても、脱炭酸反応が空気中の炭酸ガスと平衡状態になり停滞するため、PHは0.5程度しか上昇しなかった。従って、空気吹き込みによりPHを0.5上げるように脱炭酸反応を起こさせると、PH上昇が止まるため炭酸イオン、Znイオンの低下が鈍り沈殿物の析出量も低下した。従って、凝縮水PHが変化しても、凝縮水中の炭酸イオン、ZnイオンがそのPHに応じた飽和濃度で存在するため、脱炭酸反応が起これば析出物が生じた。 40

#### 【0018】

前記の通り、空気吹き込みによりPHが上昇するが、多量に空気を吹き込んでも空気中 50

炭酸ガスとの平衡に達するため脱炭酸反応が停滞し、PHは0.5程度しか上昇しない。そこで、空気吹き込み量の最適値の確認のため、空気吹き込み量とPH上昇値の関係を調査した。結果を図7に示す。空気吹き込み量が増加するに従ってPHも上昇し、吹き込み量が蒸気凝縮水体積の0.5倍の空気を吹き込んだ時点でPHは0.5上昇した。従って、蒸気凝縮水体積の0.5倍以上の空気を吹き込めばよい。吹き込み量を増加させていくと、蒸気凝縮水体積の0.55倍の時にPHが0.51まで上昇したが、それ以上吹き込んでも、PHは上昇しなかった。蒸気凝縮水体積の1.5倍以上吹き込むためには、大型のポンプが必要となり、電力消費量も増大するため、経済的な観点から、吹き込み量が蒸気凝縮水体積の1.5倍以下にすることが望ましい。

#### 【実施例】

#### 【0019】

真空脱ガス設備であるRHの冷却塔でのスケール付着に関して、試験冷却塔を用いて調査を行った。試験設備を図8に示す。沈殿池6に流入した蒸気凝縮水を通常使用している冷却塔7と並列に設置した試験用冷却塔12に送った。また試験冷却塔12の前には、ピット9を設置した。ピット9でCa(OH)<sub>2</sub>を添加後、試験冷却塔12に送る場合と、空気吹き込みを行った後に試験冷却塔12に送る場合の2種類の試験を行った。Ca(OH)<sub>2</sub>は単位時間当たり投入速度一定でホッパー11から切り出して添加した。空気吹き込みは、空気吹き込み用の配管10を設置し、ポンプを介し配管から種々の流量の空気を凝縮水に吹き込んだ。各条件で10日間、蒸気凝縮水を試験用冷却塔に流した。試験前後の冷却塔の冷却能力、風量、スケール付着による充填材重量変化を測定した。試験結果を表1に示す。

【表1】

|                     |                          |               | 従来例  | 比較例1 | 比較例2 | 本発明1 | 本発明2 | 本発明3 |
|---------------------|--------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
| 水酸化カルシウム添加量 (g / 分) |                          |               | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| PH                  | ピット入側 PH                 |               | 8.00 | 8.00 | 8.10 | 8.10 | 8.10 | 8.10 |
|                     | 水酸化カルシウム添加後 PH           |               | 9.00 | 8.00 | 8.10 | 8.10 | 8.10 | 8.10 |
|                     | ピットでの空気吹き込み後 PH          |               | 9.00 | 8.10 | 8.55 | 8.61 | 8.61 | 8.60 |
|                     | 空気吹込によるPH上昇値             |               | 0.00 | 0.10 | 0.45 | 0.51 | 0.51 | 0.51 |
|                     | 冷却塔出側 PH                 |               | 9.70 | 8.80 | 8.60 | 8.61 | 8.61 | 8.60 |
| 流量                  | 冷却塔行き蒸気凝縮水流量 (l / 分)     |               | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |
|                     | 空気吹き込み量 (l / 分)          |               | 0.0  | 0.5  | 4.5  | 5.5  | 9.5  | 16.0 |
|                     | 空気吹込比率 ( air-l / H2O-l ) |               | 0.00 | 0.05 | 0.45 | 0.55 | 0.95 | 1.60 |
| 水温                  | 試験前                      | 冷却塔入側水温 (°C)  | 36   | 37   | 37   | 36   | 37   | 38   |
|                     |                          | 冷却塔出側水温 (°C)  | 26   | 26   | 26   | 26   | 27   | 28   |
|                     |                          | 冷却効果 (°C)     | 10   | 11   | 11   | 10   | 10   | 10   |
|                     | 試験後                      | 冷却塔入側水温 (°C)  | 37   | 38   | 36   | 37   | 37   | 38   |
|                     |                          | 冷却塔出側水温 (°C)  | 34   | 35   | 28   | 27   | 27   | 28   |
|                     |                          | 冷却効果 (°C)     | 3    | 3    | 8    | 10   | 10   | 10   |
|                     | 冷却効果劣化率 (%)              |               | 70   | 73   | 27   | 0    | 0    | 0    |
| 風量                  | 試験前                      | 冷却塔風量 (l / 分) | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
|                     | 試験後                      | 冷却塔風量 (l / 分) | 60   | 60   | 90   | 100  | 100  | 100  |
| 充填材                 | 充填材重量増加量 (g)             |               | 240  | 250  | 50   | 10   | 10   | 10   |
| 評価                  |                          |               | ×    | ×    | ×    | ○    | ○    | ○    |

#### 【0020】

Ca(OH)<sub>2</sub>を添加した場合（従来例）は、ピット内でのPHは上昇したが空気吹き込みを行っていないため冷却塔内で脱炭酸反応が起こり、冷却塔内で更にPHが上昇した。そのため、冷却塔内でスケールが析出し、充填材へのスケール付着が起こった結果、風量が低下し、冷却効率劣化率が上昇した。（評価×）

#### 【0021】

次にピット 9 での空気を吹き込む試験を行った。空気吹き込みを行った場合でも、空気吹き込み前後で、PH 上昇が 0.5 未満の場合（比較例 1、2）は、脱炭酸反応が十分に起こっていないため、冷却塔内でも脱炭酸反応が起こり、冷却塔内で PH が上昇した。そのため、冷却塔内でスケールが析出し、充填材へのスケール付着が起こった結果、風量が低下し、冷却効率劣化率が上昇した。（評価×）

#### 【0022】

空気吹き込みを行い、空気吹き込み前後で PH が 0.5 以上上がった場合（本発明 1～3）は、脱炭酸反応が十分に起こっているため、冷却塔内での脱炭酸反応が起こらず、スケール析出は起こらなかった。そのため、風量の低下もなく、冷却効率の劣化もなかった（評価○）。しかしながら、大型のポンプを使用しなければならず、前記本発明 1、2 に比べ、電力消費量が 2 倍になった。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0023】

【図 1】溶鋼脱ガス設備の設備構成を示した図である。

【図 2】空気吹き込みによる炭酸イオン濃度の変化を示した図である。

【図 3】空気吹き込みによる PH の変化を示した図である。

【図 4】脱炭酸反応による PH 上昇値と炭酸イオン濃度との関係を示した図である。

【図 5】脱炭酸反応による PH 上昇値と Zn イオン濃度との関係を示した図である。

【図 6】脱炭酸反応による PH 上昇値と沈殿物量との関係を示した図である。

【図 7】凝縮水体積に対する空気吹き込み量比率と PH 変化との関係を示した図である。

【図 8】空気吹き込みによる脱炭酸反応試験を実施した際の設備構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

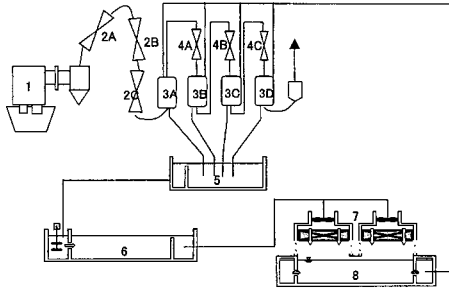
#### 【0024】

- 1 脱ガス槽
- 2 A 1 段目ブースター
- 2 B 2 段目ブースター
- 2 C 3 段目ブースター
- 3 A 1 段目コンデンサー
- 3 B 2 段目コンデンサー
- 3 C 3 段目コンデンサー
- 3 D 4 段目コンデンサー
- 4 A 1 段目エゼクター
- 4 B 2 段目エゼクター
- 4 C 3 段目エゼクター
- 5 ホットウェル
- 6 沈殿池
- 7 冷却塔
- 8 冷水槽
- 9 ピット
- 10 空気吹き込み配管
- 11 水酸化カルシウム添加ホッパー
- 12 試験用冷却塔
- 13 試験用冷水槽

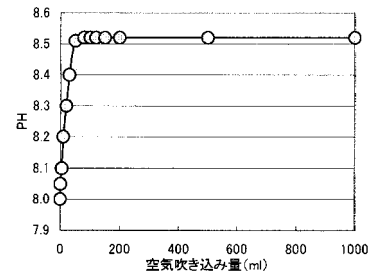
30

40

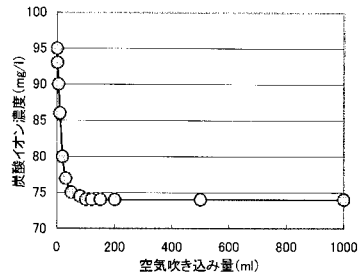
【図 1】



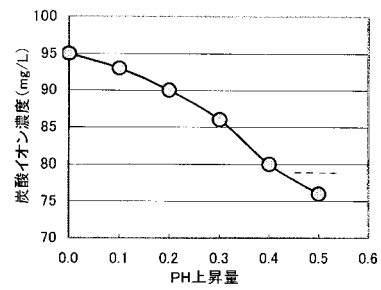
【図 3】



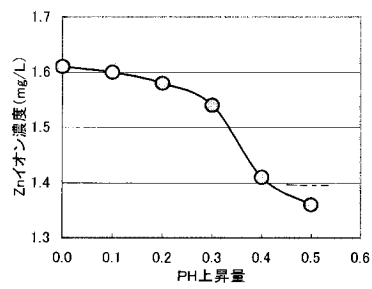
【図 2】



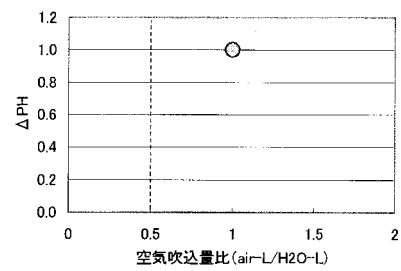
【図 4】



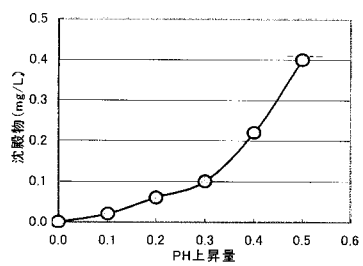
【図 5】



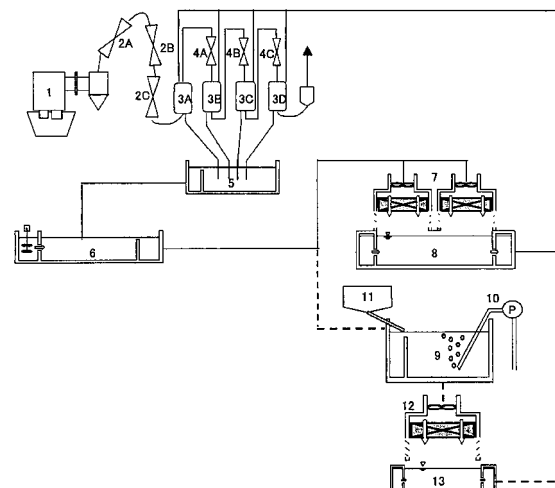
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

|                          |         |       |       |             |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------------|
| (51)Int.Cl. <sup>7</sup> | F I     |       |       | テーマコード (参考) |
|                          | B O 1 D | 19/00 | 1 0 1 |             |
|                          | C O 2 F | 1/20  | A     |             |
|                          | C 2 1 C | 7/10  | P     |             |

(72)発明者 工藤 勇喜  
大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内  
Fターム(参考) 4D011 AA15 AA16 AD03  
4D037 AA08 AB07 BA23 BB07  
4K013 CE01 CE02 CE03 CE09