

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6472899号  
(P6472899)

(45) 発行日 平成31年2月20日(2019.2.20)

(24) 登録日 平成31年2月1日(2019.2.1)

(51) Int.Cl. F 1  
**B 2 2 D 47/02 (2006.01)**  
**B 2 2 D 46/00 (2006.01)**

B 2 2 D 47/02  
 B 2 2 D 46/00

請求項の数 20 (全 28 頁)

|               |                              |           |                       |
|---------------|------------------------------|-----------|-----------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2017-551408 (P2017-551408) | (73) 特許権者 | 000191009             |
| (86) (22) 出願日 | 平成27年11月16日 (2015.11.16)     |           | 新東工業株式会社              |
| (86) 国際出願番号   | PCT/JP2015/082127            |           | 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目2番12号  |
| (87) 国際公開番号   | W02017/085765                | (73) 特許権者 | 391020492             |
| (87) 国際公開日    | 平成29年5月26日 (2017.5.26)       |           | 藤和電気株式会社              |
| 審査請求日         | 平成30年2月7日 (2018.2.7)         |           | 愛知県名古屋市中村区大幸4丁目15番10号 |
|               |                              | (74) 代理人  | 100071010             |
|               |                              |           | 弁理士 山崎 行造             |
|               |                              | (74) 代理人  | 100118647             |
|               |                              |           | 弁理士 赤松 利昭             |
|               |                              | (74) 代理人  | 100123892             |
|               |                              |           | 弁理士 内藤 忠雄             |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋳造設備および鋳造設備における鋳型の造型データと溶湯の溶湯状態データの管理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鋳型を造型し、該鋳型を注湯位置まで搬送するとともに、該鋳型に注湯して鋳物を得る鋳造設備であって、

鋳型砂から鋳型を造型する造型ユニットと、

造型された鋳型を搬送する鋳型搬送ユニットと、

前記鋳型搬送ユニットで搬送された前記鋳型に注湯する注湯ユニットと、

前記鋳造設備を制御する鋳造設備管理コンピュータとを備え、

前記造型ユニットは、前記鋳型を造型する造型装置と、該造型装置の動作を制御する造型ユニット制御装置とを有し、

前記造型ユニット制御装置は、前記鋳造設備管理コンピュータから造型計画データを受け取り、該造型計画データに対応する造型計画で鋳型の造型を行うよう前記造型装置を制御するとともに、造型が完了した鋳型に対して鋳型連番を発行し、該鋳型連番には前記鋳型に関する造型データを関連付け、

前記鋳型搬送ユニットは、前記鋳型を1鋳型分ずつ搬送する搬送機構と、鋳型が搬送されたことを検出する鋳型位置検出センサと、該鋳型搬送ユニットの動作を制御する鋳型搬送ユニット制御装置とを有し、

前記鋳型搬送ユニット制御装置は、鋳型を間欠的に搬送するよう前記搬送機構を制御し、前記造型装置で造型され前記搬送機構で搬送可能な状態とされた鋳型の鋳型連番を受信し、前記鋳型位置検出センサで検出される鋳型の動きに合わせて前記鋳型が停止する鋳型

10

20

位置に割り当てられる前記鋳型連番をずらすことにより、前記鋳型位置と当該鋳型位置にある鋳型の前記鋳型連番を対応させ、

前記注湯ユニットは、注湯取鍋から鋳型に溶湯を注湯する注湯機と、該注湯機の動作を制御する注湯ユニット制御装置とを有し、

前記注湯ユニット制御装置は、前記注湯取鍋内の溶湯の溶湯状態データと関連付けられた取鍋連番を受け取り、前記鋳型搬送ユニット制御装置から前記注湯位置にある鋳型の鋳型連番を受け取り、該鋳型連番に対応する注湯計画データに対応する注湯計画で注湯を行うよう前記注湯機を制御するとともに、注湯した注湯取鍋の前記取鍋連番を前記鋳型連番に関連付けて前記鋳造設備管理コンピュータに送信する、

鋳造設備。

10

#### 【請求項 2】

炉から前記注湯機に溶湯を搬送する溶湯搬送ユニットをさらに備え、

前記溶湯搬送ユニットは、

前記炉から溶湯を受け取り、該溶湯を前記注湯取鍋に空け替える処理取鍋と、

前記処理取鍋に合金材を投入する合金材投入装置と、

前記処理取鍋から前記合金材と反応した前記溶湯を空け替えられ、前記注湯機に移送される注湯取鍋と、

前記合金材投入装置から前記処理取鍋に合金材を投入する投入位置と、前記処理取鍋が前記炉から溶湯を受け取る受湯位置と、前記処理取鍋から前記注湯取鍋へ前記溶湯を空け替える空替位置とに前記処理取鍋を搬送する空替機能付受湯台車と、

20

前記空替位置と、前記注湯取鍋を前記注湯機に移送するための移送位置とに前記注湯取鍋を搬送する注湯取鍋搬送台車と、

搬送される前記処理取鍋および前記注湯取鍋の取鍋位置に設けられて前記処理取鍋または前記注湯取鍋が搬送されたことを検出する取鍋位置検出センサと、

所定の量の所定の合金材を前記処理取鍋に投入するように前記合金材投入装置を制御するとともに、前記合金材が投入された処理取鍋に対して前記取鍋連番を発行し、該取鍋連番に合金材投入データを関連付ける、合金材投入制御装置と、

所定の取鍋搬送計画で前記処理取鍋および前記注湯取鍋を搬送し、また前記溶湯を空け替えるよう前記空替機能付受湯台車および前記注湯取鍋搬送台車を制御するとともに、前記取鍋位置検出センサで検出される処理取鍋および注湯取鍋の動きに合わせて前記取鍋位置に割り当てられる前記取鍋連番をずらすことにより、前記取鍋位置と該取鍋位置にある処理取鍋または注湯取鍋の前記取鍋連番を対応させ、さらに該取鍋連番に該処理取鍋内の溶湯の溶湯状態データを関連付ける、溶湯搬送ユニット制御装置とを有し、

30

前記溶湯搬送ユニット制御装置は、前記注湯機に移送された注湯取鍋に対応する取鍋連番を前記注湯ユニット制御装置に送信する、

請求項 1 に記載の鋳造設備。

#### 【請求項 3】

炉から前記注湯機に溶湯を搬送する溶湯搬送ユニットをさらに備え、

前記溶湯搬送ユニットは、

前記炉から溶湯を受け取り、前記注湯機に移送される注湯取鍋と、

40

前記注湯取鍋に合金材を投入する合金材投入装置と、

前記合金材投入装置から前記注湯取鍋に合金材を投入する投入位置と、前記注湯取鍋が前記炉から溶湯を受け取る受湯位置と、前記注湯取鍋を前記注湯機に移送するための移送位置とに前記注湯取鍋を搬送する注湯取鍋搬送台車と、

搬送される前記注湯取鍋の取鍋位置に設けられて前記注湯取鍋が搬送されたことを検出する取鍋位置検出センサと、

所定の量の所定の合金材を前記注湯取鍋に投入するように前記合金材投入装置を制御するとともに、前記合金材が投入された注湯取鍋に対して前記取鍋連番を発行し、該取鍋連番に合金材投入データを関連付ける、合金材投入制御装置と、

所定の取鍋搬送計画で前記注湯取鍋を搬送するよう前記注湯取鍋搬送台車を制御すると

50

ともに、前記取鍋位置検出センサで検出される注湯取鍋の動きに合わせて前記取鍋位置に割り当てられる前記取鍋連番をずらすことにより、前記取鍋位置と該取鍋位置にある注湯取鍋の前記取鍋連番を対応させ、さらに前記取鍋連番に該注湯取鍋内の溶湯の溶湯状態データを関連付ける、溶湯搬送ユニット制御装置とを有し、

前記溶湯搬送ユニット制御装置は、前記注湯機に移送された注湯取鍋に対応する取鍋連番を前記注湯ユニット制御装置に送信する、

請求項 1 に記載の鑄造設備。

【請求項 4】

前記鑄型搬送ユニットは、前記造型された鑄型を処理し完成鑄型とする装置をさらに備え、

前記鑄型搬送ユニット制御装置は、前記完成鑄型とするための処理を制御し、また処理に関するデータを収集して前記鑄型連番に関連付ける、

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の鑄造設備。

【請求項 5】

前記造型ユニットは、前記造型装置に供給される鑄型砂の性状を計測する砂性状計測機を有し、

前記造型ユニット制御装置は、前記砂性状計測機で計測した前記砂性状情報を対応する鑄型連番に関連付ける、

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の鑄造設備。

【請求項 6】

前記造型計画データには、模型番号、砂投入重量、離型剤塗布時間、スクイズ圧、鑄型高さ、鑄型厚みおよび圧縮率のうちの少なくとも 1 つを含む、

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の鑄造設備。

【請求項 7】

前記注湯計画データには、鑄込重量、鑄込時間、鑄込材質、注湯パターン、カップ位置、鑄型高さおよび許容フェーディング時間のうちの少なくとも 1 つを含む、

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の鑄造設備。

【請求項 8】

前記注湯機は、前記注湯取鍋毎にテストピースを採取するテストピース採取ユニットを備え、

前記注湯ユニット制御装置は、該テストピース採取ユニットで採取されたテストピースに対してテストピース連番を発行し、前記取鍋連番に該テストピース連番を関連付ける、

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の鑄造設備。

【請求項 9】

試験した結果が不良であるテストピースに対応するテストピース連番に対して、材質が不良であるとの信号を関連付け、

該不良信号が関連付けられたテストピース連番に関連付けられた取鍋連番を識別し、

該取鍋連番に関連付けられた鑄型連番を識別し、

前記鑄型搬送機構は、前記識別された鑄型連番に対応する鑄型を他の鑄型と区別して処理をする、

請求項 8 に記載の鑄造設備。

【請求項 10】

前記注湯取鍋搬送台車は、前記注湯取鍋を昇降する昇降機能を有する、

請求項 3 に記載の鑄造設備。

【請求項 11】

前記溶湯搬送ユニットは、前記炉から受け取った前記溶湯の重量を計測する第 1 の重量計を備え、

前記注湯ユニットは、前記溶湯搬送ユニットから移送された注湯取鍋内の溶湯の重量を計測する第 2 の重量計を備え、

前記注湯ユニット制御装置は、前記取鍋連番が同じであって、前記第 1 の重量計で計測

10

20

30

40

50

された重量と前記第2の重量計で計測された重量との差が所定の許容重量差を越える場合に、エラー信号を発する、

請求項2または3に記載の鑄造設備。

【請求項12】

前記合金材にはマグネシウムを含み、

前記溶湯搬送ユニットは、前記炉から受け取った前記溶湯の重量を計測する第1の重量計を備え、

前記溶湯搬送ユニット制御装置は、前記第1の重量計で計測する重量の変動量からフェーディングの開始を検知して、フェーディングの開始を知らせるフェーディング開始信号またはフェーディングの開始からの経過時間であるフェーディングタイマ信号を前記注湯ユニット制御装置に送信し、

前記注湯ユニット制御装置は、前記フェーディング開始信号または前記フェーディングタイマ信号に基づき認識したフェーディングの開始からの経過時間が許容フェーディング時間を越え、前記取鍋連番が同じである注湯取鍋からの注湯が終了していない場合にエラー信号を発する、

請求項2に記載の鑄造設備。

【請求項13】

前記鑄型の造型データには、模型番号、離型剤塗布時間、造型時の静圧、スクイズ圧、砂投入量、鑄型高さ、鑄型厚み、圧縮率、ガス穴明け情報、湯口穴明け情報、中子情報の少なくとも1つを含む、

請求項4に記載の鑄造設備。

【請求項14】

前記溶湯の溶湯状態データには溶湯の材質、出湯時刻、出湯炉の番号、炉におけるチャージ番号、受湯重量、受湯温度、フェーディング経過時間、及び前記合金材投入データのうちの少なくとも1つを含む、

請求項2または3に記載の鑄造設備。

【請求項15】

前記取鍋位置には、投入位置、受湯位置、空替位置および移送位置のうちの少なくとも1つを含む、

請求項2または3に記載の鑄造設備。

【請求項16】

前記注湯ユニット制御装置は、前記鑄型連番に対応する溶湯計画データに基づく溶湯の材質と、前記取鍋連番に関連付けられた溶湯の溶湯状態データに基づく溶湯の材質とを比較し、前記2つの材質が不一致の場合にはエラー信号を発する、

請求項1ないし3のいずれか1項に記載の鑄造設備。

【請求項17】

前記造型ユニットまたは前記鑄型搬送ユニットは、前記造型された鑄型の空間毎の面に刻印する刻印装置を有し、

前記造型ユニット制御装置または前記鑄型搬送ユニット制御装置は、前記刻印装置で刻印すると、刻印された鑄型の空間毎に個体識別連番を発行して、前記鑄型の鑄型連番に関連付ける、

請求項1ないし3のいずれか1項に記載の鑄造設備。

【請求項18】

鑄型を造型し、該鑄型を注湯位置まで搬送するとともに、該鑄型に注湯機の注湯取鍋より注湯して鑄物を得る鑄造設備における鑄型の造型データと溶湯の溶湯状態データの管理方法であって、

造型した鑄型毎に鑄型連番を発行する工程と、

前記鑄型連番を該鑄型連番が発行された鑄型の位置に対応させる工程と、

前記鑄型連番に鑄型の造型データを関連付ける工程と、

前記鑄型が1鑄型分ずつ搬送されたことを検出すると、前記鑄型が搬送される位置の前

10

20

30

40

50

記鋳型連番をずらす工程と、

注湯機の注湯取鍋に付された取鍋連番であって、該注湯取鍋内の溶湯の履歴を表わす溶湯状態データと関連付けられる取鍋連番を認識する工程と、

前記注湯取鍋から前記鋳型に前記溶湯が注湯されると、該鋳型の鋳型連番に該注湯取鍋の取鍋連番を関連付ける工程とを備える、

管理方法。

【請求項 19】

前記合金材が処理取鍋に投入されると、該処理取鍋に対して取鍋連番を発行する工程と

、  
前記取鍋連番を該取鍋連番が発行された処理取鍋の位置に対応させる工程と 10

前記取鍋連番に該処理取鍋内の溶湯の溶湯状態データを関連付ける工程と、

前記処理取鍋が搬送されると、前記処理取鍋が搬送される位置の前記取鍋連番をずらす工程と、

前記溶湯が前記処理取鍋から前記注湯取鍋に空け替えられると、前記取鍋連番を該注湯取鍋に関連付ける工程と、

前記注湯取鍋が搬送されると、前記注湯取鍋が搬送される位置の前記取鍋連番をずらす工程とを備える、

請求項 18 に記載の管理方法。

【請求項 20】

前記合金材が前記注湯取鍋に投入されると、該注湯取鍋に対して取鍋連番を発行する工程と、 20

前記取鍋連番を該取鍋連番が発行された注湯取鍋の位置に対応させる工程と、

前記取鍋連番に該注湯取鍋内の溶湯の溶湯状態データを関連付ける工程と、

前記注湯取鍋が搬送されると、前記注湯取鍋が搬送される位置の前記取鍋連番をずらす工程とを備える、

請求項 18 に記載の管理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、より良い鋳物を作るための鋳造設備および鋳造設備における鋳型の造型データと溶湯の溶湯状態データの管理方法に関する。 30

【背景技術】

【0002】

鋳物は、鋳型を造型し、該鋳型を注湯位置まで搬送して、該鋳型に注湯することにより得られる。そのために、鋳造工場には、造型砂を調整し、鋳型を造型して、鋳型送りをする設備がある。また、溶解炉で溶解した高温の溶湯を取鍋に受湯し、受湯した取鍋を注湯場まで運搬し、注湯場において鋳型に注湯する設備がある。さらに、鋳型内の溶湯を冷却し、鋳物製品と鋳型砂を分離する設備がある。これらの設備は、鋳物ごとに要求される性能も異なれば、各設備の配置も異なる。

【0003】

そのために、設備ごとに設計・製作され、設備ごとに専用の制御装置を備えている。しかしながら、それらの制御装置で管理する情報は、互いに有機的に結びついていない。したがって、それらの情報が、より良い鋳物を作るために十分に利用されていないのが現状である。 40

【0004】

たとえば、特許文献 1 には、造型装置で造型された鋳型数に従って、自動注湯機への溶湯の供給を制御する溶湯供給方法が開示されている。この方法は、鋳型の数と取鍋の溶湯残量とに基づき、高速の造型速度によって造型された鋳型群に、注湯すべき溶湯を注湯するのは適した方法ではある。しかし、より良い鋳物を作るための鋳造設備や情報管理としては不十分である。一方、鋳造設備では、高速、かつ、多品種少量生産の要求が増え 50

る中で、より良い鋳物を作る必要性が増している。

【0005】

そこで、本発明は、高速、かつ、多品種少量生産の要求が増える中で、より良い鋳物を作るための鋳造設備や情報管理方法を提供することを目的とする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第5586115号

【発明の開示】

【0007】

上記の課題を解決するために、本発明の第1の態様に係る鋳造設備は、たとえば図1、図2、図3および図7に示すように、鋳型Mを造型し、鋳型Mを注湯位置P6まで搬送するとともに、鋳型Mに注湯して鋳物を得る鋳造設備1であって、鋳型砂から鋳型Mを造型する造型ユニット10と、造型された鋳型Mを搬送する鋳型搬送ユニット30と、鋳型搬送ユニット30で搬送された鋳型Mに注湯する注湯ユニット70と、鋳造設備1を制御する鋳造設備管理コンピュータ91とを備える。造型ユニット10は、鋳型Mを造型する造型装置14と、造型装置14の動作を制御する造型ユニット制御装置11とを有する。造型ユニット制御装置11は、鋳造設備管理コンピュータ91から造型計画データを受け取り、該造型計画データに対応する造型計画で鋳型Mの造型を行うよう造型装置14を制御するとともに、造型が完了した鋳型Mに対して鋳型連番を発行し、該鋳型連番には鋳型Mに関するデータを関連付ける。鋳型搬送ユニット30は、鋳型Mを1鋳型分ずつ搬送する搬送機構38と、鋳型Mが搬送されたことを検出する鋳型位置検出センサ39と、鋳型搬送ユニット30の動作を制御する鋳型搬送ユニット制御装置31とを有する。鋳型搬送ユニット制御装置31は、鋳型Mを間欠的に搬送するよう搬送機構38を制御し、造型装置14で造型され搬送機構38で搬送可能な状態とされた鋳型Mの鋳型連番を受信し、鋳型位置検出センサ39で検出される鋳型Mの動きに合わせて鋳型Mが停止する鋳型位置に割り当てられる鋳型連番をずらすことにより、鋳型位置と当該鋳型位置にある鋳型Mの鋳型連番を対応させる。注湯ユニット70は、注湯取鍋L2から鋳型Mに溶湯を注湯する注湯機72と、注湯機72の動作を制御する注湯ユニット制御装置71とを有する。注湯ユニット制御装置71は、注湯取鍋L2内の溶湯の溶湯状態データと関連付けられた取鍋連番を受け取り、鋳型搬送ユニット制御装置31から注湯位置P6にある鋳型Mの鋳型連番を受け取り、鋳型連番に対応する注湯計画データに対応する注湯計画で注湯を行うよう注湯機72を制御するとともに、注湯した注湯取鍋L2の取鍋連番を鋳型連番に関連付けて鋳造設備管理コンピュータ91に送信する。

【0008】

このように構成すると、鋳型についての情報は、鋳型毎に発行された鋳型連番に関連付けられ、また、鋳型が停止する位置の鋳型連番を、鋳型が搬送される度に鋳型連番をずらすことにより、把握する。また、溶湯についての情報は、取鍋毎の取鍋連番に関連付けられる。そして、注湯機で鋳型に溶湯が注湯されると、注湯位置にある鋳型の鋳型連番と注湯した取鍋の取鍋連番を関連付けて、鋳造設備管理コンピュータに送付する。すなわち、鋳型に関するデータと溶湯の溶湯状態データとを、鋳型連番と鋳型連番に関連付けられた取鍋連番とを用いて、組み合わせて管理することができる。従来、鋳造工場は、造型装置、鋳型搬送装置、溶湯搬送装置、注湯機などが、上述のように、個別に制御されて、運転者が各装置を制御して、鋳造設備全体が運転されていた。特に、鋳型は、連続的に多数の鋳型が造型されて搬送されるので、個々の鋳型が搬送されている状況を把握し、その位置を特定して管理するのが難しかった。そこで、搬送される個々の鋳型の位置を特定して管理することに着目した。また、溶湯についても、溶湯を搬送する取鍋毎に管理することに着目した。さらに、鋳造設備の情報管理における、鋳型の造型データと溶湯の溶湯状態データの管理方法は、鋳型についての情報は、鋳型毎に鋳型が搬送される状況を把握しつつ収集し、溶湯についての情報は、取鍋毎に取鍋が搬送される状況を把握しつつ収集し、鋳

10

20

30

40

50

型に溶湯が注湯されると、その鑄型の情報と溶湯の情報を組み合わせて管理できる。本発明の第１の態様に係る鑄造設備によれば、造型装置に関するデータを、造型装置で造型された鑄型と関連付けて管理することもできる、さらに、造型ライン上の個別の鑄型を識別して管理することもできる。

#### 【０００９】

また、本発明の第２の態様に係る鑄造設備は、たとえば図１、図２、図４、図５および図７に示すように、本発明の第１の態様に係る鑄造設備１において、炉Ｆから注湯機７２に溶湯を搬送する溶湯搬送ユニット５０をさらに備える。溶湯搬送ユニット５０は、炉Ｆから溶湯を受け取り、該溶湯を注湯取鍋Ｌ２に空け替える処理取鍋Ｌ１と、処理取鍋Ｌ１に合金材を投入する合金材投入装置６０と、処理取鍋Ｌ１から合金材と反応した溶湯を空け替えられ、注湯機７２に移送される注湯取鍋Ｌ２と、合金材投入装置６０から処理取鍋Ｌ１に合金材を投入する投入位置Ｐ１と、処理取鍋Ｌ１が炉Ｆから溶湯を受け取る受湯位置Ｐ２と、処理取鍋Ｌ１から注湯取鍋Ｌ２へ溶湯を空け替える空替位置Ｐ４とに処理取鍋Ｌ１を搬送する空替機能付受湯台車５２と、空替位置Ｐ４と、注湯取鍋Ｌ２を注湯機７２に移送するための移送位置Ｐ５とに注湯取鍋Ｌ２を搬送する注湯取鍋搬送台車５４と、搬送される処理取鍋Ｌ１および注湯取鍋Ｌ２の取鍋位置に設けられて処理取鍋Ｌ１または注湯取鍋Ｌ２が搬送されたことを検出する取鍋位置検出センサ５９、５２３、５４３と、所定の量の所定の合金材を処理取鍋Ｌ１に投入するように合金材投入装置６０を制御するとともに、合金材が投入された処理取鍋Ｌ１に対して取鍋連番を発行し、該取鍋連番に合金材投入データを関連付ける、合金材投入制御装置６１と、所定の取鍋搬送計画で処理取鍋Ｌ１および注湯取鍋Ｌ２を搬送し、また溶湯を空け替えるよう空替機能付受湯台車５２および注湯取鍋搬送台車５４を制御するとともに、取鍋位置検出センサ５９、５２３、５４３で検出される処理取鍋Ｌ１および注湯取鍋Ｌ２の動きに合わせて取鍋位置に割り当てられる取鍋連番をずらすことにより、取鍋位置と該取鍋位置にある処理取鍋Ｌ１または注湯取鍋Ｌ２の取鍋連番を対応させ、さらに該取鍋連番に該処理取鍋内の溶湯の溶湯状態データを関連付ける、溶湯搬送ユニット制御装置５１とを有する。溶湯搬送ユニット制御装置５１は、注湯機７２に移送された注湯取鍋Ｌ２に対応する取鍋連番を注湯ユニット制御装置７１に送信する。

#### 【００１０】

このように構成すると、合金材が投入された取鍋に対して取鍋連番を発行するので、取鍋連番が溶湯の性質に影響の大きな投入された合金材毎に発行される。また、取鍋内の溶湯の情報である溶湯状態データは、取鍋連番に関連付けられ、また、処理取鍋から溶湯を空け替えられた注湯取鍋を注湯機に移送すると、取鍋連番を注湯ユニット制御装置に送信する。よって、注湯ユニット制御装置が認識する取鍋連番と溶湯の情報が確実に対応する。

#### 【００１１】

また、本発明の第３の態様に係る鑄造設備は、たとえば図７、図１１、図１２および図１３に示すように、本発明の第１の態様に係る鑄造設備２において、炉Ｆから注湯機７２に溶湯を搬送する溶湯搬送ユニット７０をさらに備える。溶湯搬送ユニット７０は、炉Ｆから溶湯を受け取り、注湯機７２に移送される注湯取鍋Ｌ２と、注湯取鍋Ｌ２に合金材を投入する合金材投入装置６０と、合金材投入装置６０から注湯取鍋Ｌ２に合金材を投入する投入位置Ｐ１と、注湯取鍋Ｌ２が炉Ｆから溶湯を受け取る受湯位置Ｐ２と、注湯取鍋Ｌ２を注湯機７２に移送するための移送位置Ｐ５とに注湯取鍋Ｌ２を搬送する注湯取鍋搬送台車５４と、搬送される注湯取鍋Ｌ２の取鍋位置に設けられて注湯取鍋Ｌ２が搬送されたことを検出する取鍋位置検出センサ５９、８４３と、所定の量の所定の合金材を注湯取鍋Ｌ２に投入するように合金材投入装置６０を制御するとともに、合金材が投入された注湯取鍋Ｌ２に対して取鍋連番を発行し、取鍋連番に合金材投入データを関連付ける、合金材投入制御装置６１と、所定の取鍋搬送計画で注湯取鍋Ｌ２を搬送するよう注湯取鍋搬送台車５４を制御するとともに、取鍋位置検出センサ５９、８４３で検出される注湯取鍋Ｌ２の動きに合わせて取鍋位置Ｐ１、Ｐ２、Ｐ５に割り当てられる前記取鍋連番をずらすこと

により、前記取鍋位置と該取鍋位置にある注湯取鍋の取鍋連番を対応させ、さらに取鍋連番に該注湯取鍋L 2内の溶湯のデータを関連付ける、溶湯搬送ユニット制御装置51とを有する。溶湯搬送ユニット制御装置51は、注湯機72に移送された注湯取鍋L 2に対応する取鍋連番を注湯ユニット制御装置71に送信する。

#### 【0012】

このように構成すると、合金材が投入された注湯取鍋に対して取鍋連番を発行するので、取鍋連番が溶湯の性質に影響の大きな投入された合金材毎に発行される。また、注湯取鍋内の溶湯の情報は、取鍋連番に関連付けられ、また、注湯取鍋を注湯機に移送すると、取鍋連番を注湯ユニット制御装置に送信する。よって、注湯ユニット制御装置が認識する取鍋連番と溶湯の情報が確実に対応する。

10

#### 【0013】

また、本発明の第4の態様に係る鑄造設備は、たとえば図1および図7に示すように、本発明の第1ないし第3の態様のいずれかに係る鑄造設備1において、鑄型搬送ユニット30は、造型された鑄型Mを処理し完成鑄型とする装置40～47をさらに備え、鑄型搬送ユニット制御装置31は、完成鑄型とするための処理を制御し、また処理に関するデータを収集して鑄型連番に関連付ける。このように構成すると、造型した鑄型を搬送しながら注湯可能な状態の完成鑄型とするので、鑄造設備の作業効率が高くなる。また、完成鑄型とするための処理に関するデータを鑄型連番に関連付けることができるので、鑄型についての情報をまとめて管理できる。

#### 【0014】

20

また、本発明の第5の態様に係る鑄造設備は、たとえば図1に示すように、本発明の第1ないし第3の態様のいずれかに係る鑄造設備1において、造型ユニット10は、造型装置14に供給される鑄型砂の性状を計測する砂性状計測機12を有し、造型ユニット制御装置11は、砂性状計測機12で計測した砂性状情報を対応する鑄型連番に関連付ける。このように構成すると、鑄型を造型するのに用いられた鑄型砂の性状も鑄型連番に関連付けられるので、鑄型の造型データがより詳しくなる。また、特定の砂性状の鑄物砂で造型された鑄型を追跡し、管理することができる。

#### 【0015】

また、本発明の第6の態様に係る鑄造設備は、たとえば図7に示すように、本発明の第1ないし第3の態様のいずれかに係る鑄造設備1において、造型計画データには、模型番号、砂投入重量、離型剤塗布時間、スクイズ圧、鑄型高さ、鑄型厚みおよび圧縮率のうちの少なくとも1つを含む。このように構成すると、造型計画データに従って、鑄型を造型することができる。

30

#### 【0016】

また、本発明の第7の態様に係る鑄造設備は、たとえば図7に示すように、本発明の第1ないし第3の態様のいずれかに係る鑄造設備1において、注湯計画データには、鑄込重量、鑄込時間、鑄込材質、注湯パターン、カップ位置、鑄型高さおよび許容フェーディング時間のうちの少なくとも1つを含む。このように構成すると、注湯計画データに従って、鑄型に溶湯を注湯することができる。

#### 【0017】

40

また、本発明の第8の態様に係る鑄造設備は、たとえば図6および図7に示すように、本発明の第1ないし第3の態様のいずれかに係る鑄造設備1において、注湯機72は、注湯取鍋毎にテストピースを採取するテストピース採取ユニット76を備え、注湯ユニット制御装置71は、テストピース採取ユニット76で採取されたテストピースに対してテストピース連番を発行し、取鍋連番に該テストピース連番を関連付ける。このように構成すると、注湯取鍋の溶湯からテストピースを採取し、取鍋連番にテストピース連番を介してテストピースを関連付けることができる。

#### 【0018】

また、本発明の第9の態様に係る鑄造設備は、たとえば図10に示すように、本発明の第8の態様に係る鑄造設備1において、試験した結果が不良であるテストピースに対応す

50



るテストピース連番に対して、材質が不良であるとの信号を関連付け、不良信号が関連付けられたテストピース連番に関連付けられた取鍋連番を識別し、該取鍋連番に関連付けられた鋳型連番を識別し、鋳型搬送機構は、識別された鋳型連番に対応する鋳型を他の鋳型と区別して処理をする。このように構成すると、不良な溶湯で鋳造された鋳物を確実に除外することができる。

#### 【0019】

また、本発明の第10の態様に係る鋳造設備は、たとえば図13に示すように、本発明の第3の態様に係る鋳造設備2において、注湯取鍋搬送台車84は、注湯取鍋L2を昇降する昇降機能848を有する。このように構成すると、受湯レベルと注湯レベルとが異なっているとしても、レベル合わせが容易にでき、利便性の高い鋳造設備となる。

10

#### 【0020】

また、本発明の第11の態様に係る鋳造設備は、たとえば図4および図6に示すように、本発明の第2または第3の態様に係る鋳造設備2において、溶湯搬送ユニット50は、炉Fから受け取った溶湯の重量を計測する第1の重量計525を備え、注湯ユニット70は、溶湯搬送ユニット50から移送された注湯取鍋L2内の溶湯の重量を計測する第2の重量計725を備え、注湯ユニット制御装置71は、取鍋連番が同じであって、第1の重量計525で計測された重量と第2の重量計725で計測された重量との差が所定の許容重量差を越える場合に、エラー信号を発する。このように構成すると、搬送途中でこぼれたり漏れたりすることにより減少した溶湯の量を確認して、減少した溶湯の量が閾値以上の場合にエラー信号を発することができる。よって、安全確実に溶湯の搬送が行われていることを確認することができる。

20

#### 【0021】

また、本発明の第12の態様に係る鋳造設備は、たとえば図4および図7に示すように、本発明の第2の態様に係る鋳造設備2において、合金材にはマグネシウムを含み、溶湯搬送ユニット50は、炉Fから受け取った溶湯の重量を計測する第1の重量計525を備え、溶湯搬送ユニット制御装置51は、第1の重量計525で計測する重量の変動量からフェーディングの開始を検知して、フェーディングの開始を知らせるフェーディング開始信号またはフェーディングの開始からの経過時間であるフェーディングタイマ信号を注湯ユニット制御装置71に送信し、注湯ユニット制御装置71は、フェーディング開始信号または前記フェーディングタイマ信号に基づき認識したフェーディングの開始からの経過時間が許容フェーディング時間を越え、取鍋連番が同じである注湯取鍋L2からの注湯が終了していない場合にエラー信号を発する。このように構成すると、自動でフェーディング時間の開始を検知することができ、作業者が処理取鍋の近くで監視している必要がなくなり安全である。また、正確なフェーディング経過時間に基づき、球状化不良が発生する時間が経過していないことを確認でき、フェーディングによる球状化不良を防止することができる。

30

#### 【0022】

また、本発明の第13の態様に係る鋳造設備は、たとえば図7に示すように、本発明の第4の態様に係る鋳造設備1において、鋳型の造型データには、模型番号、離型剤塗布時間、造型時の静圧、スクイズ圧、砂投入量、鋳型高さ、鋳型厚み、圧縮率、ガス穴明け情報、湯口穴明け情報、中子情報の少なくとも1つを含む。このように構成すると、造型データに基づいて、鋳型の性質を判断することができる。

40

#### 【0023】

また、本発明の第14の態様に係る鋳造設備は、たとえば図7に示すように、本発明の第2または第3の態様に係る鋳造設備1において、溶湯の溶湯状態データには溶湯の材質、出湯時刻、出湯炉の番号、炉におけるチャージ番号、受湯重量、受湯温度、フェーディング経過時間、及び前記合金材投入データのうちの少なくとも1つを含む。このように構成すると、溶湯状態データに基づいて、溶湯の性質を判断することができる。

#### 【0024】

また、本発明の第15の態様に係る鋳造設備は、たとえば図9に示すように、本発明の

50

第2または第3の態様に係る鑄造設備1において、取鍋位置には、投入位置P1、受湯位置P2、空替位置P4および移送位置P5のうちの少なくとも1つを含む。このように構成すると、取鍋の位置を把握し、注湯機に移送された注湯取鍋の取鍋連番を正確に認識することができる。

#### 【0025】

また、本発明の第16の態様に係る鑄造設備は、たとえば図7に示すように、本発明の第2または第3の態様に係る鑄造設備1、2において、注湯ユニット制御装置71は、鑄型連番に対応する溶湯計画データに基づく溶湯の材質と、前記取鍋連番に関連付けられた溶湯の溶湯状態データに基づく溶湯の材質とを比較し、2つの材質が不一致の場合にはエラー信号を発する。このように構成すると、計画とは異なる溶湯から鑄造された製品を見

10

#### 【0026】

また、本発明の第17の態様に係る鑄造設備は、たとえば図1および図7に示すように、本発明の第1ないし第3のいずれかの態様に係る鑄造設備1、2において、造型ユニット10または鑄型搬送ユニット30は、造型された鑄型Mの空間毎の面に刻印する刻印装置16を有し、造型ユニット制御装置11または鑄型搬送ユニット制御装置31は、刻印装置16で刻印すると、刻印された鑄型の空間毎に個体識別連番を発行して、鑄型の鑄型連番に関連付ける。このように構成すると、刻印装置で鑄型の空間毎の面に刻印するので、鑄造された鑄物毎に刻印が付けられる。そして、鑄型の空間毎に、すなわち鑄物毎に個体識別連番が発行されるので、鑄物毎の管理が容易になる。また、鑄物毎の個体識別連番が鑄型連番に関連付けられるので、鑄物毎に鑄型の造型データと溶湯の溶湯状態データとを組み合わせ管理することができる。

20

#### 【0027】

上記課題を解決するために、本発明の第18の態様に係る鑄型の造型データと溶湯の溶湯状態データの管理方法は、たとえば図1、図2および図7に示すように、鑄型Mを造型し、鑄型Mを注湯位置P6まで搬送するとともに、鑄型Mに注湯機72の注湯取鍋L2より注湯して鑄物を得る鑄造設備1における鑄型Mの造型データと溶湯の溶湯状態データの管理方法であって、造型した鑄型M毎に鑄型連番を発行する工程と、鑄型連番を該鑄型連番が発行された鑄型Mの位置に対応させる工程と、鑄型連番に鑄型Mの造型計画データを関連付ける工程と、鑄型Mが1鑄型分ずつ搬送されたことを検出すると、鑄型Mが搬送される位置の鑄型連番をずらす工程と、注湯機72の注湯取鍋L2に付された取鍋連番であって、注湯取鍋L2内の溶湯の履歴を表わす溶湯状態データと関連付けられる取鍋連番を認識する工程と、注湯取鍋L2から鑄型Mに溶湯が注湯されると、鑄型Mの鑄型連番に注湯取鍋L2の取鍋連番を関連付ける工程とを備える。

30

#### 【0028】

このように構成すると、鑄型に関する情報は、鑄型毎に発行された鑄型連番に関連付けられ、また、鑄型が搬送される位置の鑄型連番を、鑄型が搬送される度に鑄型連番をずらすことにより、把握する。また、溶湯に関する情報は、取鍋毎の取鍋連番に関連付けられる。そして、鑄型や取鍋が搬送されてもその位置を把握でき、注湯機で鑄型に溶湯が注湯されると、注湯機にある鑄型の鑄型連番と取鍋の取鍋連番を関連付けて、鑄型の造型データと溶湯の溶湯状態データとを組み合わせ管理することができる。

40

#### 【0029】

また、本発明の第19の態様に係る管理方法は、たとえば図1、図2および図7に示すように、本発明の第18の態様に係る管理方法において、合金材が処理取鍋L1に投入されると、処理取鍋L1に対して取鍋連番を発行する工程と、取鍋連番を該取鍋連番が発行された処理取鍋L1の位置に対応させる工程と、取鍋連番に該処理取鍋L1内の溶湯の溶湯状態データを関連付ける工程と、処理取鍋L1が搬送されると、処理取鍋L1が搬送される位置の取鍋連番をずらす工程と、溶湯が処理取鍋L1から注湯取鍋L2に空け替えられると、取鍋連番を該注湯取鍋L2に関連付ける工程と、注湯取鍋L2が搬送されると、注湯取鍋L2が搬送される位置の取鍋連番をずらす工程とを備える。

50

## 【0030】

このように構成すると、取鍋連番が溶湯の性質に影響の大きな投入された合金材毎に発行される。取鍋内の溶湯の情報は、取鍋連番に関連付けられ、注湯取鍋が搬送されると、取鍋連番をずらす。よって、取鍋連番と溶湯の情報が確実に対応する。

## 【0031】

また、本発明の第20の態様に係る管理方法は、たとえば図7、図11および図12に示すように、本発明の第18の態様に係る管理方法において、合金材が注湯取鍋L2に投入されると、注湯取鍋L2に対して取鍋連番を発行する工程と、取鍋連番を取鍋連番が発行された注湯取鍋L2の位置に対応させる工程と、取鍋連番に注湯取鍋L2内の溶湯の溶湯状態データを関連付ける工程と、注湯取鍋L2が搬送されると、注湯取鍋L2が搬送される位置の取鍋連番をずらす工程とを備える。

10

## 【0032】

このように構成すると、取鍋連番が溶湯の性質に影響の大きな投入された合金材毎に発行される。取鍋内の溶湯の情報は、取鍋連番に関連付けられ、注湯取鍋が搬送されると、取鍋連番をずらす。よって、取鍋連番と溶湯の情報が確実に対応する。

## 【0033】

本発明の鑄造設備あるいは鑄型の造型データと溶湯の溶湯状態データの管理方法によれば、鑄型や取鍋が搬送されてもその位置を把握でき、最終的に鑄型の造型データと溶湯の溶湯状態データとを組み合わせることで管理することができるので、高速、かつ、多品種少量生産の要求に対しても、製品の信頼性を高めることができる。

20

## 【0034】

本発明は以下の詳細な説明により更に完全に理解できるであろう。しかしながら、詳細な説明および特定の実施例は、本発明の望ましい実施の形態であり、説明の目的のためのみ記載されているものである。この詳細な説明から、種々の変更、改変が、当業者にとって明らかなからである。

出願人は、記載された実施の形態のいずれをも公衆に献上する意図はなく、開示された改変、代替案のうち、特許請求の範囲内に文言上含まれないかもしれないものも、均等論下での発明の一部とする。

本明細書あるいは請求の範囲の記載において、名詞及び同様な指示語の使用は、特に指示されない限り、または文脈によって明瞭に否定されない限り、単数および複数の両方を含むものと解釈すべきである。本明細書中で提供されたいずれの例示または例示的な用語（例えば、「等」）の使用も、単に本発明を説明し易くするという意図であるに過ぎず、特に請求の範囲に記載しない限り本発明の範囲に制限を加えるものではない。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0035】

【図1】図1は、鑄造設備の構成を示す平面図で、炉から処理取鍋で受湯し、注湯取鍋に空け替えて、注湯取鍋から造型した鑄型に注湯する鑄造設備を示す。

【図2】図2は、図1のA部拡大図である。

【図3】図3は、鑄型を搬送する鑄型送りプッシャとその動作を検知するセンサを示す図である。

40

【図4】図4は、空替機能付き受湯台車の側面図である。

【図5】図5は、注湯取鍋搬送台車の側面図である。

【図6】図6は、注湯機の側面図である。

【図7】図7は、鑄造設備の各ユニットで取得するデータと、ユニット間でのデータの通信を示すブロック図である。

【図8】図8は、鑄型連番をずらす様子を説明する模式図である。

【図9】図9は、取鍋の位置と取鍋連番と取鍋連番に関連付けられる溶湯状態データを説明する模式図である。

【図10】図10は、鑄造設備でのデータの流れを示すフローチャートである。

【図11】図11は、鑄造設備の構成を示す平面図で、炉から注湯取鍋に受湯し、注湯取

50

鍋から造型した鑄型に注湯する鑄造設備を示す。

【図１２】図１２は、図１１のＢ部拡大図である。

【図１３】図１３は、昇降機能付き注湯取鍋搬送台車の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【００３６】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において、互いに同一または相当する装置には同一符号を付し、重複した説明は省略する。

【００３７】

まず、図１および図２を参照して、鑄造設備１の構成について説明する。図１は、鑄造設備の構成を示す平面図であり、図２は、図１のＡ部拡大図である。鑄造設備１は、造型ユニット１０と鑄型搬送ユニット３０と溶湯搬送ユニット５０と注湯ユニット７０を備える。造型ユニット１０は、鑄型砂から鑄型Ｍを造型する。鑄型搬送ユニット３０は、造型された鑄型Ｍを造型ユニット１０から注湯ユニット７０へ搬送し、そして注湯ユニット７０で注湯された鑄型Ｍを搬送しつつ冷却して溶湯を冷却・固化して鑄物とし、鑄型ばらし装置４８で鑄型から鑄物を取り出す。溶湯搬送ユニット５０は、処理取鍋Ｌ１に合金材を投入し、炉Ｆから処理取鍋Ｌ１に受湯し、溶湯と合金材とを反応させ、反応後の溶湯を注湯取鍋Ｌ２に空け替えて、注湯取鍋Ｌ２を注湯ユニット７０の注湯機７２に移送する。注湯ユニット７０は、注湯取鍋Ｌ２から鑄型Ｍに注湯する。

【００３８】

造型ユニット１０は、造型前の鑄型砂の性状を計測する造型前砂特性計測器１２を有する。造型前の鑄型砂は、たとえば、生砂や鑄型ばらし装置４８から排出された砂を砂回収装置で処理した砂に、粘結剤、添加剤、硬化剤、水分などを配合して混錬した砂である。鑄型砂の性状は、鑄型の品質に大きく影響するので、造型前に計測する。

【００３９】

造型ユニット１０は、鑄型砂から鑄型を造型する造型装置１４を有する。造型装置１４では、製品の形状を模した模型の回りに鑄物砂を込めて、１製品に対して上下２つの鑄型を成形する。鑄型には、型枠の中に作られる枠付き鑄型と、型枠のない枠無し鑄型とがある。造型装置１４は、造型時の砂投入重量、圧縮率、静圧またはスクイズ圧力、スクイズ時間、昇圧速度、スクイズストローク、鑄型厚み、造型時刻等の造型履歴データを計測する計測器（不図示）を有する。

【００４０】

造型ユニット１０は、模型により鑄型に形成される空間、すなわち溶湯が注がれ、固化して鑄物とする空間の面、すなわち内面に、空間毎に識別可能な刻印を付ける刻印装置１６を有してもよい。刻印装置１６は、たとえば、ドリルなどの治具で鑄型の空間の面に複数の穴状の印を、相互の位置関係を変えながら切削加工してもよいし、レーザなどで穴や溝を刻印してもよい。鑄型の空間毎の内面にたとえば穴が形成されると、鑄造された鑄物の表面には穴に対応する位置に突起が形成され、鑄物毎に識別することが可能になる。ここで、鑄型の空間毎というのは、１つの鑄型で複数の鑄物を作ることがあるからである。すなわち、１つの鑄型が複数の空間を有するからである。すなわち、造型された鑄物の空間毎の面に刻印することにより、得られる鑄物毎に対応して刻印が形成されることになる。なお、刻印装置１６は、鑄型搬送ユニット３０に設けられてもよい。ただし、鑄型を造型した直後に刻印する方が、たとえば自硬性砂型の場合に完全に硬化する前に刻印でき、鑄型を崩すことなく刻印し易い。特に、枠無し鑄型の場合には、鑄型が造型装置１４内にある間に刻印装置１６で刻印する。

【００４１】

鑄型搬送ユニット３０は、造型ユニット１０から注湯ユニット７０へ、および、鑄型Ｍを搬送しつつ冷却して鑄型ばらし装置４８へと搬送するための鑄型レールＲｆを有する。なお、鑄型レールＲｆは、たとえば図１に示すように、並列され、鑄型ＭはレールＲｆ間を横移動させられて、複数のレールＲｆで交互に逆方向に搬送される。そのために、注湯された後の鑄型Ｍは時間を掛けて冷却され、溶湯は鑄型ばらし装置４８に至る前に固化し

10

20

30

40

50

て鋳物となる。すなわち、鋳型搬送ユニット30の搬送路は、造型装置14で造型された鋳型を注湯可能な状態の完成鋳型に処理する造型ライン32と、注湯機72から注湯されるために搬送される鋳型搬送ユニット注湯ゾーン33と、注湯された鋳型Mが時間を掛けて搬送されて冷却される鋳型搬送ユニット冷却ゾーン34とに大別される。

#### 【0042】

鋳型搬送ユニット30は、図3に示す搬送機構としての鋳型送りプッシャ38をレールRfの一直線の端部に有する。プッシャ38は、鋳型を押すためにロッドが伸び縮みする装置で、たとえばエアシリンダ、油圧シリンダまたは電動シリンダである。プッシャ38は、ロッドの伸び縮みを検知するセンサであって、鋳型Mが搬送されることを検知する鋳型位置センサ39を有する。鋳型位置センサ39は、リミットスイッチ、近接スイッチ、光電スイッチなどでよい。プッシャ38は、同期注湯させたり、鋳型の厚みが変わっても注湯位置を正しく検出したりするために、鋳型位置検出用エンコーダ37を有するのが好ましい。プッシャ38は一直線のレールRf上に並べられた後端の鋳型を1枠分だけ押し、並べられた鋳型を1枠分ずつ間欠的に搬送する。一直線のレールRfの反対側（前端）にもプッシャ38を設置して、後端で押されるのに合わせて、ロッドを縮めるのが好ましい。このように構成すると、搬送中にも一列の鋳型Mを両端から抑えることができ、搬送中にも鋳型Mが安定する。鋳型Mが前端に至ると、トラバーサTで隣のレールRf上に移送され、そこの鋳型ラインでの後端とされる。トラバーサTにも鋳型位置センサ39を備えてもよい。

10

#### 【0043】

鋳型搬送ユニット30の造型ライン32はさらに、ガス穴明け装置40を有し、注湯した際に発生するガスを抜くための穴を鋳型に明ける。造型ライン32はさらに、上下鋳型反転機41を有し、たとえば、上型および下型を反転して、鋳型の空間を上方に向ける。造型ライン32はさらに、サンドカッタ42を有し、上型の上面および下型の下面の余分な砂を取り除き、平らにする。造型ライン32はさらに、湯口カッタ43を有し、上型に湯口を明ける。

20

#### 【0044】

造型ライン32はさらに、定盤台車セット装置44を有し、鋳型を定盤台車に載置する。造型ライン32はさらに、コアセッタ45を有し、上型および下型に中子をセットする。造型ライン32はさらに、上鋳型再反転機46を有し、上型を反転して上下2つの鋳型を重ねたときに1つの鋳型を形成する向きに合わせる。造型ライン32はさらに、鋳型合わせ・鋳型移換装置47を有し、上型と下型を合わせて、注湯可能な状態の上下完成鋳型とする。なお、ガス穴明け装置40からコアセッタ45までの装置の並び順は、上記に限られず、適宜入れ替え可能である。

30

#### 【0045】

鋳型が枠付き鋳型の場合には、鋳型搬送ユニット30は、たとえば図1に示すように、ガス穴明け装置40、上下鋳型反転機41、サンドカッタ42、湯口カッタ43、定盤台車セット装置44、コアセッタ45、上鋳型再反転機46、鋳型合わせ・鋳型移換装置47を備えて、造型装置14で造型された鋳型Mを処理し、注湯可能な状態の上下完成鋳型とする。鋳型が枠無し鋳型の場合には、ガス抜き穴の形成、中子セット、鋳型合わせなどの処理を造型装置14で行ってもよく、その場合には、鋳型搬送ユニット30は、鋳型を処理するための装置40～47のいくつか若しくは全部を備えなくてよい。

40

#### 【0046】

鋳型搬送ユニット30は、鋳型ばらし装置48を有する。鋳型ばらし装置48では、鋳型を分解して鋳物を取り出し、鋳物と砂とを分離する。鋳物は、その後に後工程を経て、製品として出荷される。中子も分離される。砂は、砂回収装置（不図示）で、混在する鉄粉や、粘結剤等を砂回収装置で除去して、鋳型用に用いられる。

#### 【0047】

溶湯搬送ユニット50は、溶湯と反応させる合金材を処理取鍋Fに投入する合金材投入ユニット60を備える。合金材ユニット60は、複数の合金材ホッパ62を有し、1種ま

50

たは複数種の合金材を処理取鍋 L 1 に投入する。あるいは、処理取鍋 L 1 に穴付きの蓋をし、合金材が充填された細いパイプを蓋の穴を通して処理取鍋 L 1 内の溶湯に挿入するワイヤ接種装置（不図示）で合金材と溶湯を反応させてもよい。合金材ユニット 6 0 は、各合金材ホッパ 6 2 から処理取鍋 L 1 へ投入された合金材の重量を計測する計測器（不図示）やタイマ（不図示）を有する。

#### 【0048】

溶湯搬送ユニット 5 0 は、処理取鍋 L 1 に合金材投入ユニット 6 0 から合金材を投入される投入位置 P 1 と、炉 F から受湯する受湯位置 P 2 と、溶湯を注湯取鍋 L 2 に空け替える空替位置 P 4 とに処理取鍋 L 1 を搬送する空替機能付受湯台車 5 2 と、空替機能付受湯台車 5 2 が走行するレール R とを有する。ワイヤ接種で合金材と溶湯を反応させる場合には、ワイヤ接種される位置が投入位置 P 1 となる。その他、以降で「合金材を投入されたとき」という記載は、「ワイヤ接種されるとき」と読み替えるものとする。なお、合金材とは、鋳鉄の強度や靱性、あるいは耐食性、耐熱性、耐摩耗性などを高めるために溶湯に添加される Mg、Ce、Ca、Ni、Cr、Cu、Mo、V、Tiなどをいう。合金材には、黒鉛球状化剤を含む。また、合金材投入ユニット 6 0 で、カルシウムシリコン、フェロシリコン、黒鉛などの接種剤を添加してもよい。

#### 【0049】

図 4 に示すように、空替機能付受湯台車 5 2 は、レール R 上を走行する走行台車 5 2 0 と、走行台車 5 2 0 を走行させるための走行モータ 5 2 2 を備える。走行台車 5 2 0 の車輪にはエンコーダ 5 2 3 を備え、車輪の回転、すなわち、走行台車 5 2 0 の走行を計測する。すなわち、エンコーダ 5 2 3 は、処理取鍋 L 1 の位置を検出でき、取鍋位置検出センサである。なお、空替機能付受湯台車 5 2 は、後述する光電センサなどの取鍋位置検出センサ 5 9 を備えてもよい。空替機能付受湯台車 5 2 は、溶湯を空け替えるために処理取鍋 L 1 を傾動する傾動装置 5 2 6 と、傾動装置 5 2 6 を用いて処理取鍋 L 1 を傾動するための傾動モータ 5 2 7 を備える。傾動装置 5 2 6 および処理取鍋 L 1 は、走行台車 5 2 0 上でシザーリフタ 5 2 4 に載置され、昇降される。空替機能付受湯台車 5 2 が、処理取鍋 L 1 を昇降する機能を有することで、処理取鍋 L 1 から注湯取鍋 L 2 への空け替えが容易になる。空替機能付受湯台車 5 2 は、炉 F から受湯した溶湯の重量を計測するロードセル（第 1 重量計） 5 2 5 を有する。また、受湯した溶湯の温度を計測する非接触温度計（不図示）を有する。

#### 【0050】

空替機能付受湯台車 5 2 では、外部から電源を受電するケーブルリール 5 2 8 や制御盤 5 2 1 を、処理取鍋 L 1 とは離れた位置に設置することにより、万一、処理取鍋 L 1 から溶湯が漏れた場合に、これらの機器に影響しないようにしている。なお、制御盤 5 2 1 は、走行台車 5 2 0 上ではなく、走行台車 5 2 0 が走行するレール R に沿った位置に設置されてもよい。

#### 【0051】

合金材が投入された処理取鍋 L 1 に溶湯が入れられて、合金材と溶湯が反応すると、溶湯の液滴が飛散したり粉じんやガスが発生したりする。そこで、処理取鍋 L 1 内の合金材と溶湯とが反応するときは、処理取鍋 L 1 を反応位置 P 3 に搬送する。反応位置 P 3 には、反応室（不図示）を設けるのがよい。反応室は、処理取鍋 L 1 の上方を囲み、ダクトで空気を排出する。よって、溶湯の液滴が周囲に飛散するのを防止し、また、粉じんやダストを排出することができる。

#### 【0052】

図 5 に示すように、溶湯搬送ユニット 5 0 は、処理取鍋 L 1 から溶湯を空け替えられる空替位置 P 4（厳密には処理取鍋 L 1 の空替位置 P 4 とは異なるが、便宜的に同符号を用いる）と、注湯機 7 2 に注湯取鍋 L 2 を移送する移送位置 P 5 とに注湯取鍋 L 2 を搬送する注湯取鍋搬送台車 5 4 と、注湯取鍋搬送台車 5 4 が走行するレール R とを有する。注湯取鍋搬送台車 5 4 は、レール上を走行する走行台車 5 4 0 と、走行台車 5 4 0 に設置され、注湯取鍋 L 2 を水平方向に移動するローラコンベア 5 4 4 とローラコンベアモータ 5 4

10

20

30

40

50

6とを有する。走行台車540の車輪にはエンコーダ543を備え、車輪の回転、すなわち、走行台車540の走行を計測する。すなわち、エンコーダ543は、注湯取鍋L2の位置を検出でき、取鍋位置検出センサである。注湯取鍋搬送台車54では、外部から電源を受電するケーブルリール548や制御盤541を、注湯取鍋L2とは離れた位置に設置することにより、万一、注湯取鍋L2から溶湯が漏れた場合に、これらの機器に影響しないようにしている。なお、制御盤541は、走行台車540上ではなく、走行台車540が走行するレールRに沿った位置に設置されてもよい。また、移送位置P5と注湯機72との間に、注湯取鍋L2を注湯取鍋搬送台車54の走行方向と直交する方向に搬送する注湯取鍋搬送機構58が設置されてもよい。注湯取鍋搬送機構58は、ローラコンベア等でよい。なお、処理取鍋L1の容量を注湯取鍋L2の容量のたとえば2倍にして、1台の処理取鍋L1から2台の注湯取鍋L2に空け替えてもよい。

10

#### 【0053】

処理取鍋L1から注湯取鍋L2へ空け替えられる溶湯に接種剤を添加する空替接種装置56を空替位置P4の近くに有してもよい。空替接種装置56の構成は、基本的に、合金材投入ユニット60と同じである。処理取鍋L1から注湯取鍋L2へ溶湯を空け替えるときに接種剤を投入することにより、短時間で均一に接種剤を投入できる。

#### 【0054】

溶湯搬送ユニット50は、処理取鍋L1の取鍋位置としての投入位置P1、受湯位置P2、反応位置P3、および空替位置P4に処理取鍋L1が搬送されたこと、並びに、注湯取鍋L2の取鍋位置としての空替位置P4および移送位置P5に注湯取鍋L2が搬送されたことを検出する取鍋位置検出センサ59を有する。取鍋位置検出センサ59は、たとえば図2に示すように、注湯取鍋搬送機構58のローラコンベアの下に設置された近接スイッチ若しくはレーザセンサであってもよい。あるいは、図4に示す空替機能付受湯台車52や図5に示す注湯取鍋搬送台車54に設置されたエンコーダ523、543であってもよく、あるいは、空替機能付受湯台車52や注湯取鍋搬送台車54に設置された光電センサであってもよい。なお、空替機能付受湯台車52に処理取鍋L1が搭載されていること、および、注湯取鍋搬送台車54に注湯取鍋L2が搭載されていることを確認する光電センサを有することが好ましい。

20

#### 【0055】

注湯ユニット70は、図6に示すように、注湯取鍋L2から鋳型Mに注湯する注湯機72を有する。注湯機72は、注湯される鋳型Mが搬送されるのと平行して走行する注湯機台車720と、注湯機台車720上に設置される昇降機構722と、昇降機構722に支持され、搭載した注湯取鍋L2を傾動させる傾動機構724と、注湯機台車720が走行する注湯機レールRpと、注湯取鍋L2の溶湯重量を計測するロードセル（第2重量計）725を有する。昇降機構722は、注湯機台車720が走行する方向と直交する方向に移動する前後移動機構728上に設置される。また、注湯する溶湯の温度を計測する非接触温度計（不図示）を有する。非接触温度計は、温度計測部を調整できるように、たとえばファイバー型とするのが好ましい。

30

#### 【0056】

注湯機72は、鋳型Mの湯口の湯面レベルを検知するための湯面検知カメラ726を有することが好ましい。この場合、湯口の注湯カップにテーパを設けることにより、湯面検知カメラ726で撮影した湯面の面積から湯面レベルを検知する。湯面検知カメラ726は、イメージセンサでよい。湯面検知カメラはアームで支持（吊下）され、水平方向に移動可能として、湯口の位置が変化しても湯面を撮影できるようにすることが好ましい。

40

#### 【0057】

図6に示すように、注湯ユニット70は、注湯取鍋L2からテストピース（TP）用に溶湯を受け取るテストピース（TP）採取ユニット76を有することが好ましい。TP採取ユニット76では、材質検査のために注湯取鍋L2毎の溶湯からTPを採取する。

#### 【0058】

鋳造設備1では、図7に示すように、鋳造設備1全体を管理する鋳造設備管理コンピュ

50

ータ91を備え、かつ、各ユニットに制御装置を備える、すなわち、造型ユニット10には造型ユニット制御装置11を、鑄型搬送ユニット30には鑄型搬送ユニット31を、溶湯搬送ユニット50には溶湯搬送ユニット制御装置51を、注湯ユニット70には注湯ユニット制御装置71を備える。さらに、合金材投入ユニット60には合金材投入ユニット制御装置61を備える。TP採取ユニット76にTP採取ユニット制御装置を備えてもよい。これらの制御装置は、各ユニットに設置されるが、設置される場所は限定されない。たとえば、溶湯搬送ユニット制御装置51は、空替機能付受湯台車52の制御盤521と注湯取鍋搬送台車54の制御盤541とで構成されてもよい。また、注湯ユニット制御装置71は、図6に示すように注湯機台車720上に設置されてもよいし、注湯機レールRpに沿った位置に設置されてもよい。なお、物理的には複数の制御装置11、31、51、61、71が同一の制御装置内にあってもよく、鑄造設備管理コンピュータ91と同一のコンピュータ内にあってもよい。鑄造設備管理コンピュータ91は、データ管理を行えるコンピュータであればよく、その構成は特に限定されない。あるいは、クラウドコンピューティングを利用して、各制御装置および鑄造設備管理コンピュータ91の動作が、鑄造設備1とは異なる場所のコンピュータで行われてもよい。これらの場合にも、各ユニットが各制御装置を備え、鑄造設備1が鑄造設備管理コンピュータ91を備えるものとする。

10

#### 【0059】

次に、図1、図2および図7を参照して、鑄造設備1での鑄造方法とデータ管理方法について説明する。製品計画、ユーザ入力等に基づき、造型ユニット10で鑄型Mを造型する計画を示す造型計画データ、鑄型搬送ユニット30で造型した鑄型Mを搬送し、また、鑄型Mに穴明けなどの加工をする計画を示す搬送計画データ、溶湯搬送ユニット50で溶湯の搬送計画や空け替え計画を示す溶湯搬送計画データ、合金材投入ユニット60で投入する合金材および接種剤の計画を示す合金材計画データ、および、注湯ユニット70で注湯取鍋L2から鑄型Mへの注湯計画を示す注湯計画データが、鑄造設備管理コンピュータ91に入力され、または、鑄造設備管理コンピュータ91で演算される。なお、造型計画データ、搬送計画データ、溶湯搬送計画データ、合金材計画データ、および注湯計画データは、2つ以上が組み合わされて、一まとまりのデータとして扱われてもよい。溶湯搬送計画データと合金材計画データを合わせて溶湯計画データという。

20

#### 【0060】

造型計画データには、模型番号、離型剤塗布時間、造型時の静圧またはスクイズ圧、砂投入量、鑄型高さ、鑄型厚み、圧縮率等のデータを含む。搬送計画データには、ガス穴明け、湯口の形状と位置、中子セット、間欠的な鑄型搬送のサイクル時間等のデータを含む。溶湯搬送計画データには、材質番号、受湯重量計画値等のデータが含まれる。合金材計画データには、ホッパ番号、ホッパからの投入重量等のデータが含まれる。注湯計画データには、注湯重量、カップ位置、注湯可能温度、許容フェーディング時間および鑄型に対応する溶湯の材質等のデータが含まれる。

30

#### 【0061】

造型ユニット10では、造型計画データに基づき、鑄型Mを造型する。まず、造型前砂特性計測機12で造型前の鑄型砂の性状を計測する。計測する性状は、コンパクタビリティ(CB)、水分、砂温度、通気度、鑄型強度(抗圧力)などである。鑄型砂の性状は鑄型の品質に大きく影響する。計測された鑄型砂の性状は、造型履歴データとして造型ユニット制御装置11に記憶される。

40

#### 【0062】

性状を計測した鑄型砂を用いて、造型装置14で鑄型(この段階では、上型と下型)を造型する。所定の模型に離型剤を塗布し、所定量の鑄型砂を込めて、所定の静圧またはスクイズ圧で所定の圧縮率になるまで加圧し、所定の厚みおよび高さの鑄型を造型する。鑄型を造型すると、造型ユニット制御装置11は、この鑄型に対して鑄型連番を発行する。鑄型連番を発行すると、計測した鑄型砂の性状等の造型計画データを、当該鑄型連番に関連付ける。また、造型装置14で砂投入重量、圧縮率、静圧またはスクイズ圧力、スクイ

50



ズ時間、昇圧速度、スクイズストローク、鋳型厚み、造型時刻等の造型履歴データを計測して、造型履歴データとして鋳型連番に関連付ける。造型ユニット制御装置 11 は、鋳型連番と造型履歴データを鋳造設備管理コンピュータ 91 に送信する。造型計画データと造型履歴データとをまとめて造型データという。また、造型ユニット制御装置 11 は、鋳型搬送ユニット制御装置 31 に鋳型連番と鋳型連番に関連付けられた造型データを送信する。

#### 【0063】

造型装置 14 で鋳型を造型すると、鋳型における鋳物を製造するための空間の内面にその空間を識別するためのマークを刻印装置 16 で刻印する。上型または下型のいずれか一方に刻印すればよい。また、1つの鋳型に複数の空間がある場合、すなわち、1つの鋳型で複数の鋳物を製造する場合には、各空間に識別可能なマークを刻印する。すなわち、得られる鋳物（製品）ごとに識別可能なマークが付される。刻印装置 16 で刻印すると、造型ユニット制御装置 11 は、各刻印に対応して個体識別連番を発行する。また、造型ユニット制御装置 11 は、発行した個体識別連番を鋳型連番に関連付ける。なお、刻印装置 16 が鋳型搬送ユニット 30 に設置されている場合には、個体識別連番は、鋳型搬送ユニット制御装置 31 で発行され、鋳型搬送ユニット制御装置 31 により鋳型連番に関連付けられる。

10

#### 【0064】

鋳型搬送ユニット 30 では、鋳型搬送計画データに基づき、鋳型 M を搬送すると共に、鋳型 M を注湯できる状態にし、また、注湯された鋳型、すなわち溶湯を冷却し、鋳物と砂とを分離する。鋳型搬送ユニット 30 では、プッシャ 38 で鋳型を 1 枠分ずつ間欠的に送る。トラバーサ T でも鋳型を 1 つずつ隣の鋳型列に移送する。また、ガス穴明け装置 40 で穴を鋳型に明け、上下鋳型反転機 41 で上型および下型を反転して鋳型の空間を上方向に向け、サンドカッタ 42 で上型の上面の余分な砂を取り除き、湯口カッタ 43 で上型に湯口を明ける。さらに、定盤台車セット装置 44 で鋳型を定盤台車に載置し、コアセッタ 45 で上型および下型に中子をセットし、上鋳型再反転機 46 で上型を反転し、鋳型合わせ・鋳型移換装置 47 で上型と下型を合わせて、1つの鋳型 M を形成する。これらの処理における履歴データ、たとえば、ガス穴明け情報、湯口穴明け情報、中子情報などを、造型データ（鋳型履歴データ）として収集し、鋳型連番に関連付ける。このように、鋳型搬送ユニット 30 では、鋳型を搬送しながら、造型データを収集する。これらの処理で不具合が発生したときには、鋳型搬送ユニット制御装置 31 は、その不具合の情報を鋳型 M の鋳型連番に関連付ける。なお、枠無し鋳型の場合には、上記のガス穴明け情報、湯口穴明け情報、中子情報などの一部若しくは全部が造型ユニット 10 で得られ、造型ユニット制御装置 11 により鋳型連番に関連付けられてもよい。

20

30

#### 【0065】

図 8 に示すように、鋳型搬送ユニット制御装置 31 は、鋳型を搬送する度に、鋳型位置センサ 39 で鋳型の搬送を検知して鋳型連番をずらす。造型装置 14 で造型された鋳型に鋳型連番「n」が発行される。鋳型搬送ユニット 30 にて鋳型が 1 枠分搬送されたことが検知されると、次の位置に鋳型連番「n」がずらされる。鋳型の間欠的搬送における停止位置全てに鋳型連番が割り当てられて、全ての鋳型連番をずらすことにより、鋳型の位置と鋳型連番が正しく対応する。

40

#### 【0066】

溶湯搬送ユニット 50 では、溶湯搬送計画データに基づき、空替機能付き受湯台車 52 と注湯取鍋搬送台車 54 を動作させる。空の処理取鍋 L1 は、空替機能付き受湯台車 52 により、先ず投入位置 P1 へ搬送される。処理取鍋 L1 が投入位置 P1 へ搬送されると、合金材投入ユニット 60 から処理取鍋 L1 へ合金材が投入される。なお、合金材には接種剤を含んでもよい。

#### 【0067】

合金材投入ユニット 60 では、合金材投入計画データに基づき、合金材を処理取鍋 L1 へ投入する。合金材が処理取鍋 L1 へ投入されると、合金材投入ユニット制御装置 61 は

50

、この処理取鍋L 1に対して取鍋連番を発行する。また、合金材投入ユニット6 0から処理取鍋L 1へ投入された合金材の種類、重量、投入時刻等の合金材投入履歴データを取鍋連番に関連付ける。取鍋連番と合金材投入履歴データが揃うと、それらのデータを鑄造設備管理コンピュータ9 1に送信する。また、溶湯搬送ユニット制御装置5 1に少なくとも取鍋連番を送信する。なお、取鍋連番と合金材投入履歴データを鑄造設備管理コンピュータ9 1に送信せずに、溶湯搬送ユニット制御装置5 1に送信してもよい。その場合には、溶湯搬送ユニット制御装置5 1が、それらのデータを含めて溶湯履歴データとしての溶湯状態データとして鑄造設備管理コンピュータ9 1に送信する。溶湯状態データには、溶湯計画データを含んでもよい。なお、合金材投入ユニット6 0での合金材の処理取鍋L 1への投入において不具合が発生した場合には、その不具合の情報を取鍋連番に関連付けて鑄造設備管理コンピュータ9 1に送信する。

10

#### 【0068】

溶湯搬送ユニット5 0の空替機能付き受湯台車5 2により、合金材の投入された処理取鍋L 1は、受湯位置P 2へ搬送される。処理取鍋L 1は、炉Fから溶湯を受湯する。溶湯を受湯すると、第1重量計としてのロードセル5 2 5で受湯した溶湯の重量、非接触温度計で計測した温度を計測する。溶湯搬送ユニット制御装置5 1は、計測した重量、温度、出湯炉番号やチャージ番号、材質番号、受湯した時刻等を、溶湯状態データとして処理取鍋L 1の取鍋連番に関連付ける。さらに、炉Fで溶解した溶湯の性状に関するデータを受信し、そのデータを溶湯状態データに含めてもよい。なお、炉で溶解した溶湯も、処理取鍋で受湯した溶湯も、合金材と反応した溶湯も、本書では単に「溶湯」という。

20

#### 【0069】

受湯した処理取鍋L 1は、空替機能付き受湯台車5 2により反応位置P 3へ搬送される。溶湯と合金材との反応が激しい場合には、合金材投入ユニット6 0で処理取鍋L 1に合金材を投入した後、合金材にスチールスクラップなどのカバー剤を被せ、溶湯と合金材の接触を抑える。そのために、処理取鍋L 1で受湯した直後には激しい反応は起こらず、その間に処理取鍋L 1を反応位置P 3へ移動できる。また、合金材にMg等の球状化元素を含む場合には、反応が始まると激しいバブリングを生ずる。そのために、ロードセル5 2 5での計測値が大きく変動する。そこで、ロードセル5 2 5での計測値が大きく変動し、その後所定値より小さくなった時点を、フェーディング開始と認識することができる。溶湯搬送ユニット制御装置5 1は、フェーディング開始時刻またはフェーディング開始時刻からの経過時間であるフェーディング経過時間を溶湯状態データとして取鍋連番に関連付けてもよい。取鍋連番に関連付けたフェーディング開始時刻または経過時間は、注湯ユニット制御装置7 1に送信される。このように、溶湯搬送ユニット制御装置7 1では、処理取鍋L 1および注湯取鍋L 2を搬送しながら、溶湯状態データを収集し、取鍋連番に関連付ける。

30

#### 【0070】

溶湯と合金材の反応が終了すると、処理取鍋L 1は、空替機能付き受湯台車5 2により空替位置P 4へ搬送される。空替位置P 4では、空の注湯取鍋L 2が、注湯取鍋搬送台車5 4により搬送されて、待機している。そこで、処理取鍋L 1から注湯取鍋L 2へ溶湯を空け替える。ここで、空替機能付き受湯台車5 2では、処理取鍋L 1をシザーリフタ5 2 4で所望の高さとし、処理取鍋L 1を傾動して空け替えるので、安全に効率的に空け替えることができる。なお、処理取鍋L 1の搬送中には、処理取鍋L 1を下げて、かつ、走行台車5 2 0の中心に近い位置に移動し、走行台車5 2 0の揺れによる影響を小さくすることができる。

40

#### 【0071】

空け替えが終了すると、処理取鍋L 1に関連付けられていた取鍋連番は、注湯取鍋L 2に関連付けられる。その後、空替機能付き受湯台車5 2は処理取鍋L 1を投入位置P 1へ搬送し、合金材の投入から繰り返される。なお、注湯取鍋L 2および注湯機7 2を2台備え、1台の処理取鍋L 1から2台の注湯取鍋L 2へ溶湯を空け替えてもよい。注湯に時間が掛かる場合に、複数の注湯機7 2を用いて注湯取鍋L 2から鑄型Mへ注湯することで、

50

鑄造設備 1 の効率を向上させることができる。1 台の処理取鍋 L 1 から 2 台の注湯取鍋 L 2 に空け替えされるときには、2 台目の注湯取鍋 L 2 には、処理取鍋 L 1 の取鍋連番と、2 台目に空け替えられた注湯取鍋であることを示すデータが、取鍋連番として関連付けられる。なお、処理取鍋 L 1 から注湯取鍋 L 2 へ空け替えられる溶湯に、空替接種装置 5 6 から接種剤を添加してもよい。溶湯搬送ユニット制御装置 5 1 は、添加した接種剤の種類と重量と添加時刻を、溶湯状態データとして、取鍋連番に関連付ける。

#### 【0072】

注湯取鍋 L 2 に溶湯が空け替えられると、注湯取鍋搬送台車 5 4 は、注湯取鍋 L 2 を移送位置 P 5 に搬送する。注湯取鍋 L 2 は、移送位置 P 5 から注湯取鍋搬送機構 5 8 により注湯位置 P 6 に移送され、注湯機 7 2 に保持される。溶湯搬送ユニット制御装置 5 1 は、取鍋連番と、取鍋連番に関連付けられた溶湯状態データを鑄造設備管理コンピュータ 9 1 に送信する。なお、注湯搬送ユニット 5 0 での溶湯搬送において不具合が発生した場合には、その不具合の情報を取鍋連番に関連付けて鑄造設備管理コンピュータ 9 1 に送信する。

10

#### 【0073】

図 9 に示すように、溶湯搬送ユニット 5 0 は、投入位置 P 1、受湯位置 P 2、反応位置 P 3、空替位置 P 4、移送位置 P 5 にある処理取鍋 L 1 または注湯取鍋 L 2 を取鍋位置検出センサ 5 9（またはエンコーダ 5 2 3、5 4 3）にて検知して、取鍋連番をずらす。そして、取鍋連番に溶湯状態データに関連付けていく。よって、処理取鍋 L 1 または注湯取鍋 L 2 の位置と取鍋連番が正しく対応し、別々の装置からの溶湯状態データが正しく取鍋連番に関連付けられる。

20

#### 【0074】

鑄型搬送ユニット制御装置 3 1 は、鑄型 M が注湯機 7 2 の前に搬送されると、注湯ユニット制御装置 7 1 に鑄型 M の鑄型連番を送信する。そして、注湯ユニット制御装置 7 1 は、鑄造設備管理コンピュータ 9 1 から、注湯計画データを受信し、さらに、溶湯搬送ユニット制御装置 5 1 から注湯取鍋 L 2 の取鍋連番、受湯重量、許容フェーディング時間、フェーディング開始時刻、フェーディング経過時間等を受信する。なお、注湯ユニット制御装置 7 1 は、フェーディング経過時間を受信せず、フェーディング開始時刻を受信して、フェーディング経過時間を計測してもよい。

#### 【0075】

注湯ユニット制御装置 7 1 は、鑄型 M の鑄型連番に対応する注湯計画データによる溶湯の材質、すなわち、合金材の種類、重量、溶湯の重量等を、注湯取鍋 L 2 の取鍋連番に対応する溶湯状態データによる溶湯の材質と比較する。これら 2 つの材質が不一致であるときには、注湯ユニット制御装置 7 1 はエラー信号を発する。この場合、注湯せずに、溶湯を溶解炉 F に戻す。注湯取鍋 L 2 をクレーンなどで吊り出し、溶解炉 F に戻してもよい。あるいは、溶解炉 F に溶湯を戻す搬送装置（不図示）を設け、溶解炉 F に戻してもよい。

30

#### 【0076】

注湯機 7 2 で注湯取鍋 L 2 を受け取ると、第 2 重量計としてのロードセル 7 2 5 で注湯取鍋 L 2 内の溶湯の重量を計測する。ロードセル 7 2 5 で計測した重量と同じ取鍋連番に関連付けられているロードセル 5 2 5 で計測した重量との差を算定し、その差が所定値より大きいときには、注湯ユニット制御装置 7 1 はエラー信号を発する。搬送中に溶湯がこぼれたり漏れたりした可能性が高いからである。

40

#### 【0077】

注湯ユニット制御装置 7 1 は、注湯計画データに基づき、溶湯を注湯取鍋 L 2 から鑄型 M に注湯する。そこでまず、鑄型連番に関連付けられた鑄型の高さや湯口の位置に基づき、注湯取鍋 L 2 を前後移動機構 7 2 8 により鑄型 M 側に移動し、昇降機構 7 2 2 により昇降する。そして、昇降機構 7 2 2 および前後移動機構 7 2 8 により注湯取鍋 L 2 の注湯口を動かしつつ、傾動機構 7 2 4 により注湯取鍋 L 2 を傾動して、鑄型 M に注湯する。

#### 【0078】

注湯ユニット制御装置 7 1 は、注湯パターンを記憶しており、鑄型連番に関連付けられ

50

た鋳型に適用される注湯パターンで注湯する。注湯中は、湯面検知カメラ 7 2 6 で湯口の画像データを取得する。注湯ユニット制御装置 7 1 は、画像データに基づき、湯面レベルを演算し、傾動機構 7 2 4 での注湯取鍋 L 2 の傾動を制御する。また、注湯中もロードセル 7 2 5 で注湯取鍋 L 2 内の溶湯重量を計測し、注湯ユニット制御装置 7 1 は、鋳型 M に注湯した溶湯の量を演算する。注湯した溶湯の重量が目標値に近づいたところで、湯切りをする。なお、鋳型 M は、注湯機 7 2 の前でも、他の場所と同様に間欠的に搬送される。そのために、停止している時間で鋳型 M への注湯が完了しない場合には、注湯機台車 7 2 0 が搬送される鋳型 M と同じ速さで走行して、鋳型 M への注湯を続けることができる。また、注湯機 7 2 から注湯する時間が、鋳型が間欠的に搬送される間隔より長いときには、2 台の注湯機 7 2 を用いる。すなわち、2 台の注湯取鍋 L 2 を用いる。

10

**【0079】**

注湯ユニット制御装置 7 1 は、フェーディング経過時間と許容フェーディング時間を適宜比較する。フェーディング経過時間が許容フェーディング時間を超えると、エラー信号を発し、注湯取鍋 L 2 に溶湯が残っていても注湯取鍋 L 2 からの注湯を中止する。よって、フェーディングによる球状化不良を防止することができる。注湯取鍋 L 2 に残った溶湯は、溶解炉 F に溶湯を戻す搬送装置を用いて、溶解炉 F に戻され、再利用される。

**【0080】**

T P 採取ユニット 7 6 は、注湯取鍋 L 2 から溶湯を受け取り、T P として固化する。溶湯を受け取るのは、処理取鍋 L 2 から最初の鋳型に注湯する前でも、一の鋳型に注湯し終わり、次の鋳型に注湯し始める間でも、注湯取鍋 L 2 からの最後の鋳型に注湯した後でもよい。T P を採取すると、注湯ユニット制御装置 7 1 は、テストピース (T P) 連番を発行する。T P 連番は、取鍋連番に関連付けられる。T P は、その後、材質検査をされて、検査結果が T P 連番に関連付けられ、鋳造設備管理コンピュータ 9 1 に送信される。なお、T P 採取ユニット 7 6 が、T P 採取ユニット制御装置を有し、T P 連番を発行してもよい。その場合、T P 連番は、注湯ユニット制御装置 7 1 に送信され、そこで取鍋連番に関連付けられる。この場合、T P 採取ユニット制御装置は、注湯ユニット制御装置 7 1 の一部とみなされる。T P の検査結果で材質不良があった場合は、その T P 連番を鋳造設備管理コンピュータ 9 1 に送信する。T P 連番から取鍋連番が分かり、鋳型連番に関連付けられ、後述する鋳型ばらし装置 4 8 は、鋳型連番にエラー信号が関連付けられている場合には不良品として処理する。

20

30

**【0081】**

注湯ユニット制御装置 7 1 では、同一の注湯取鍋 L 2 から注湯された鋳型の番号である取鍋内回数、注湯 (鋳込) 時刻、注湯パターン番号、注湯 (鋳込) 重量および時間、注湯温度等を計測して、これらのデータを溶湯状態データとして取鍋連番に関連付ける。また、鋳型 M の鋳型連番に、鋳型 M に注湯した注湯取鍋 L 2 の取鍋連番を関連付ける。注湯ユニット制御装置 7 1 は、これらの関連付けを終えると、データを鋳造設備管理コンピュータ 9 1 に送信する。なお、注湯ユニット 7 0 での注湯取鍋 L 2 から鋳型 M への注湯において不具合が発生した場合には、その不具合の情報を鋳型連番に関連付けて鋳造設備管理コンピュータ 9 1 に送信する。

**【0082】**

40

鋳型搬送ユニット 3 0 では、注湯された鋳型 M を冷却ゾーン 3 4 で搬送させる。冷却ゾーン 3 4 ではレール R f が長く、搬送されるのに時間が掛かる。その時間で鋳型 M 内の溶湯は冷却固化される。冷却ゾーン 3 4 の下流の鋳型ばらし装置 4 8 に鋳型 M が搬送されると、鋳型 M が分解され、鋳物と砂とが分離される。鋳物は製品とするための後工程に送られる。砂は、砂回収装置 (不図示) を経て、造型ゾーン 1 0 に送られる。鋳型搬送ユニット制御装置 3 1 は、鋳型ばらし装置 4 8 に搬送された鋳型 M の鋳型連番に関連付けられたエラー信号および T P 検査結果が不良品である場合には、分離した鋳物を後工程に送らないように区別する。よって、不良品が製品として出荷されることを防止できる。鋳型搬送ユニット制御装置 3 1 は、後工程に送られる鋳物に対し、鋳型連番を関連付ける。また、鋳型連番と造型履歴データを鋳造設備管理コンピュータ 9 1 に送信する。

50

## 【0083】

鑄造設備管理コンピュータ91では、鑄型連番、造型データ、取鍋連番、溶湯状態データ、TP検査結果を記憶する。鑄造設備1で製造した鑄型には、鑄型連番が関連付けられる。鑄型連番には、取鍋連番が関連付けられる。よって、鑄物製品から鑄型連番および取鍋連番が分かる。そして、鑄型連番には鑄型の造型データが、取鍋連番には溶湯状態データが関連付けられる。したがって、鑄物製品には、全ての履歴データが関連付けられる。よって、製品不良があったときに、製造履歴を確認することができる。ここで、データ量の多い溶湯状態データを取鍋毎に管理し、鑄型毎の鑄型連番から取鍋毎に管理されているデータを引き出せるので、記憶するデータ量を少なくすることができる。

## 【0084】

なお、鑄型の各空間に対応して個体識別連番が発行されている場合には、鑄物製品を個体識別連番で特定することができる。そのため、たとえば製品検査により不具合が見つかった場合には、その鑄物製品の個体識別連番を用いて、鑄型連番を引き出し、鑄型連番に基づき、鑄型の履歴データおよび溶湯状態データを知ることができる。よって、不具合を生じた原因の究明を容易に行うことができる。

## 【0085】

ここで、図10をも参照して、鑄型単位 of データ処理を行う作業と、取鍋単位 of データ処理を行う作業とをまとめて説明する。砂処理をして造型前砂特性で性状を計測された鑄型砂を用いて造型装置14で造型する。ここで造型された鑄型に鑄型連番が発行され、以降その鑄型連番を用いて鑄型単位 of データ処理が行われる。なお、鑄型の形状等の交換は、造型装置14で用いる鑄枠、模型等を交換することにより行われる。造型した鑄型に加工する工程としてのガス穴明け、上げ枠反転、サンドカット、湯口カット、定盤台車セット、中子セット、上鑄型再反転、鑄型合わせなどは、鑄型単位 of データを用い、履歴は鑄型単位に記録される。

## 【0086】

空替機能付き受湯台車52に載置された処理取鍋L1に合金材を投入すると、処理取鍋L1に取鍋連番が発行される。以降その取鍋連番を用いて取鍋単位 of データ処理が行われる。受湯位置P2、反応位置P3、空替位置P4への処理取鍋L1の移動、溶解炉Fからの溶湯の受湯、注湯取鍋搬送台車54に載置された注湯取鍋L2への空け替え、移送位置P5への注湯取鍋L2の移動、注湯機72への注湯取鍋L2の移送、注湯機72での鑄型への注湯、TP採取ユニット76でのTP採取などは、取鍋単位 of データを用い、履歴（状態データ）も取鍋単位に記録される。

## 【0087】

注湯機72により鑄型に注湯されると、取鍋連番が鑄型連番に関連付けられ、鑄型連番から取鍋連番に関連付けられたデータを引き出すことができるようになる。すなわち、冷却ゾーンでの鑄型の冷却時間は、たとえば溶湯の注湯重量により変わり得るので、鑄型毎に、鑄型連番から注湯重量を引き出し冷却ゾーンで搬送される長さを変えてもよい。具体的には、鑄型を隣の鑄型レールRfに移すのにどのトラバーサTで移すか、あるいは、トラバーサTでどの鑄型レールRfに移すか、を変えればよい。また、鑄型ばらし装置48で鑄型ばらしをする際に、鑄型連番から引き出される溶湯状態データに不良であることが含まれていれば、ばらした鑄物を製品としての鑄物と区別し、たとえば廃棄処分することもできる。

## 【0088】

次に、図11および図12を参照して、図1の鑄造設備1とは異なる鑄造設備2について説明する。鑄造設備2では、炉Fから注湯取鍋L2に受湯し、空け替えなしで、注湯機72に移送する。その他の点は、鑄造設備1と同様であるので、重複する説明は省略し、異なる点のみを説明する。溶湯と合金材との反応があまり激しくないときには、処理取鍋L1で反応させる必要はなく、注湯取鍋L2で受湯して反応させることができる。

## 【0089】

溶湯搬送ユニット50は、合金材投入ユニット60と、注湯取鍋L2を投入位置P1、

10

20

30

40

50

受湯位置 P 2、反応位置 P 3、移送位置 P 4 に搬送する注湯取鍋搬送台車 8 4 と、注湯取鍋搬送台車 8 4 が走行するレール R と、移送位置 P 4 から注湯取鍋 L 2 を注湯機 7 2 に搬送する注湯取鍋搬送機構 5 8 を有する。反応が穏やかな場合には、反応位置 P 3 を特に定めず、搬送中に溶湯と反応合金材とを反応させてもよい。

#### 【0090】

図 1 3 に示すように、注湯取鍋搬送台車 8 4 は、レール R 上を走行する走行台車 8 4 0 と、走行台車 8 4 0 上に設置されるガイド柱 8 4 2 と、ガイド柱 8 4 2 から水平方向に延び、台車上で昇降可能な昇降フレーム 8 4 4 と、昇降フレーム 8 4 4 に設置され、注湯取鍋 L 2 を水平方向に移動する取鍋移動機構 8 4 6 と、昇降フレーム 8 4 4 を昇降する昇降フレーム昇降装置 8 4 8 とを有する。昇降フレーム昇降装置 8 4 8 は、モータ 8 4 8 M の回転によりチェーン 8 4 8 C を巻き上げて昇降フレーム 8 4 4 を昇降する。たとえば、溶解炉 F と注湯ユニット 7 0 との建設時期が異なり、設置高さに差があっても、注湯取鍋搬送台車 8 4 が注湯取鍋 L 2 を昇降する機能を有することで、設置高さの差を吸収することができる。注湯取鍋搬送台車 8 4 は、炉 F から受湯した溶湯の重量を計測するロードセル（第 1 重量計） 8 4 5 を有する。また、受湯した溶湯の温度を計測する非接触温度計（不図示）を有する。

10

#### 【0091】

注湯取鍋搬送台車 8 4 は、外部から電源を受電する受電装置 8 4 9 やモータ 8 4 8 M を高い位置、かつ、注湯取鍋 L 2 とは離れた位置に設置することにより、万一、注湯取鍋 L 2 から溶湯が漏れた場合に、これらの機器に影響しないようにしている。高い位置とは、注湯取鍋搬送台車 8 4 が走行するとき、すなわち、昇降フレームを下げたときの注湯取鍋 L 2 の底部より高い位置である。注湯取鍋 L 2 とは離れた位置とは、ガイド柱 8 4 2 を挟んで反対側の位置である。

20

#### 【0092】

鑄造設備 2 においても、注湯取鍋 L 2 に合金材投入ユニット 6 0 から合金材を投入したら、注湯取鍋 L 2 に対して取鍋連番を発行する。溶湯状態データを取鍋連番に関連付け、注湯機 7 2 から鑄型 M に注湯したら、取鍋連番を鑄型連番に関連付ける。よって、鑄造設備 1 と同様の効果を得ることができる。

#### 【0093】

本明細書で説明した各ユニット制御装置 1 1、3 1、5 1、6 1、7 1 および鑄造設備管理コンピュータ 9 1 間のデータの受け渡しは、上記に限られず、適宜変更してもよい。各計画データ、鑄型履歴データ、溶湯状態データとして示したデータは一例であって、他のデータを用いてもよい。

30

#### 【0094】

本明細書および図面で用いた主な符号を以下にまとめる。

- 1、2 鑄造設備
- 1 0 造型ユニット
- 1 1 造型ユニット制御装置
- 1 2 造型前砂特性計測機
- 1 4 造型装置
- 1 6 刻印措置
- 3 0 鑄型搬送ユニット
- 3 1 鑄型搬送ユニット制御装置
- 3 2 造型ライン
- 3 3 鑄型搬送ユニット注湯ゾーン
- 3 4 鑄型搬送ユニット冷却ゾーン
- 3 6 鑄型搬送レーン
- 3 7 鑄型位置検出用エンコーダ
- 3 8 鑄型送りプッシャ（搬送機構）
- 3 9 鑄型位置センサ

40

50

|         |                          |    |
|---------|--------------------------|----|
| 4 0     | ガス穴明け装置                  |    |
| 4 1     | 上下鑄型反転機                  |    |
| 4 2     | サンドカッタ                   |    |
| 4 3     | 湯口カッタ                    |    |
| 4 4     | 定盤台車セット装置                |    |
| 4 5     | コアセッタ                    |    |
| 4 6     | 上鑄型再反転機                  |    |
| 4 7     | 鑄型合わせ・鑄型移換装置             |    |
| 4 8     | 鑄型ばらし装置                  |    |
| 5 0     | 溶湯搬送ユニット                 | 10 |
| 5 1     | 溶湯搬送ユニット制御装置             |    |
| 5 2     | 空替機能付受湯台車                |    |
| 5 4、8 4 | 注湯取鍋搬送台車                 |    |
| 5 6     | 空替接種装置                   |    |
| 5 8     | 注湯取鍋搬送機構                 |    |
| 5 9     | 取鍋位置検出センサ                |    |
| 6 0     | 合金材投入ユニット                |    |
| 6 1     | 合金材投入ユニット制御装置（合金材投入制御装置） |    |
| 6 2     | 合金材ホッパ                   |    |
| 7 0     | 注湯ユニット（溶湯搬送ユニット）         | 20 |
| 7 1     | 注湯ユニット制御装置               |    |
| 7 2     | 注湯機                      |    |
| 7 6     | テストピース（T P）採取ユニット        |    |
| 9 1     | 鑄造設備管理コンピュータ             |    |
| 5 2 0   | 走行台車                     |    |
| 5 2 1   | 制御盤                      |    |
| 5 2 2   | 走行モータ                    |    |
| 5 2 3   | エンコーダ（位置検出センサ）           |    |
| 5 2 4   | シザリリフタ（昇降機能）             |    |
| 5 2 5   | ロードセル（第 1 重量計）           | 30 |
| 5 2 6   | 傾動装置                     |    |
| 5 2 7   | 傾動モータ                    |    |
| 5 2 8   | ケーブルリール                  |    |
| 5 4 0   | 走行台車                     |    |
| 5 4 1   | 制御盤                      |    |
| 5 4 2   | 走行モータ                    |    |
| 5 4 3   | エンコーダ（取鍋位置検出センサ）         |    |
| 5 4 4   | ローラコンベア                  |    |
| 5 4 6   | ローラコンベアモータ               |    |
| 5 4 8   | ケーブルリール                  | 40 |
| 7 2 0   | 注湯機台車                    |    |
| 7 2 2   | 昇降機構                     |    |
| 7 2 4   | 傾動機構                     |    |
| 7 2 5   | ロードセル（第 2 重量計）           |    |
| 7 2 6   | 湯面検知カメラ                  |    |
| 7 2 8   | 前後移動機構                   |    |
| 8 4 0   | 走行台車                     |    |
| 8 4 2   | ガイド柱                     |    |
| 8 4 3   | エンコーダ                    |    |
| 8 4 4   | 昇降フレーム                   | 50 |

- 8 4 5 ロードセル (第 1 重量計)
- 8 4 6 取鍋移動機構
- 8 4 8 昇降フレーム昇降装置
- 8 4 9 受電装置
- F 溶解炉
- L 1 処理取鍋
- L 2 注湯取鍋
- M 鋳型
- P 1 投入位置
- P 2 受湯位置
- P 3 反応位置
- P 4 空替位置
- P 5 移送位置
- P 6 注湯位置
- R レール
- R f 鋳型レール
- R p 注湯機レール
- T トラバーサ

【図 1】

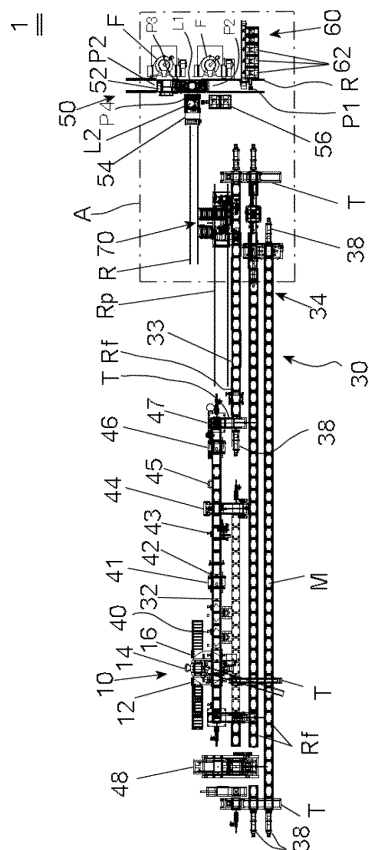


図 1

【図 2】

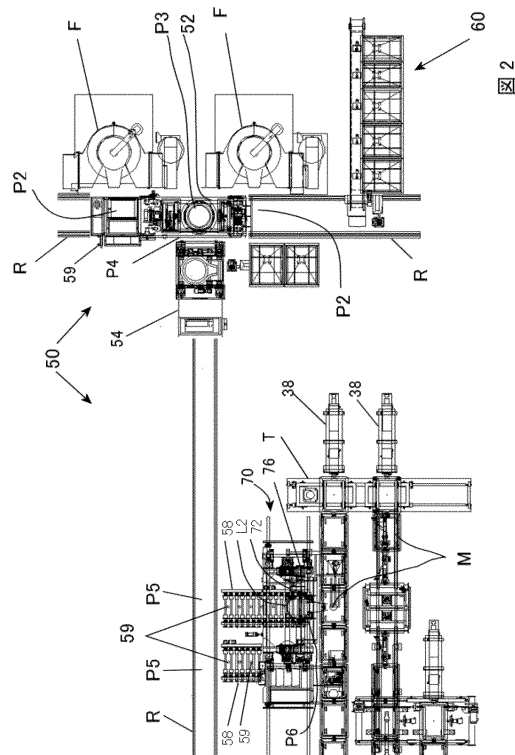


図 2



【図 3】

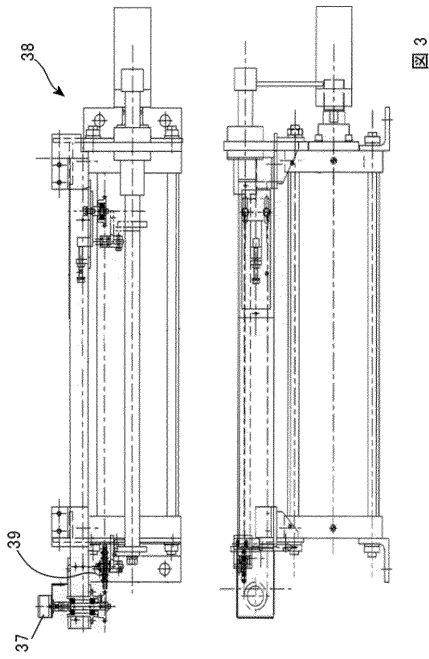


図 3

【図 4】

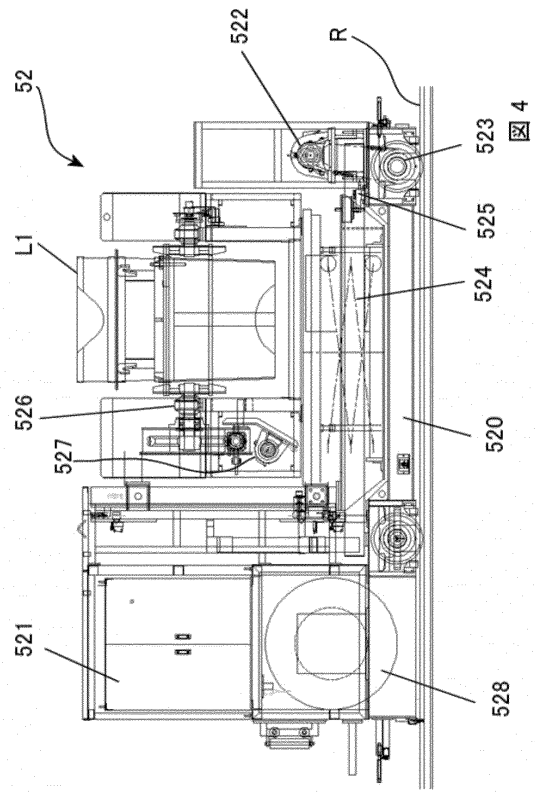


図 4

【図 5】

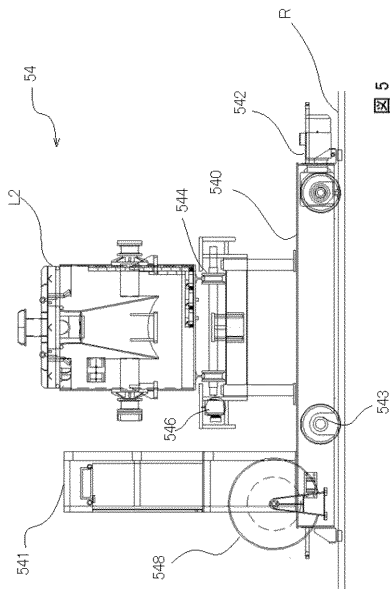


図 5

【図 6】

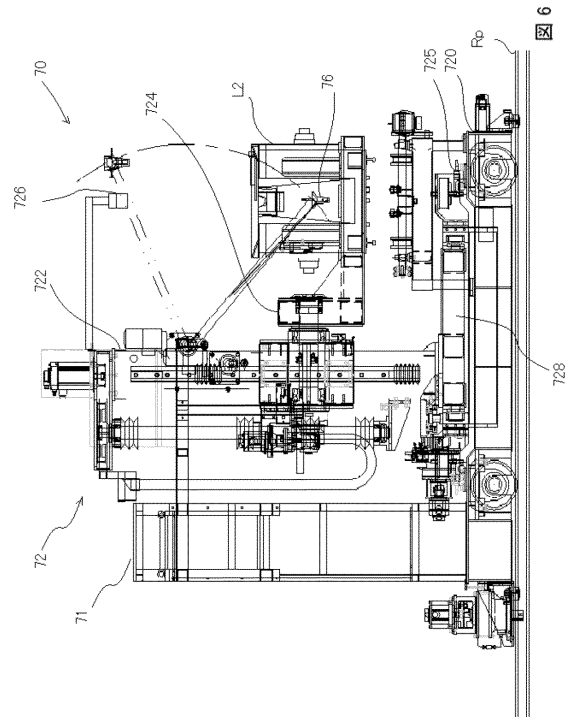


図 6

【図 7】

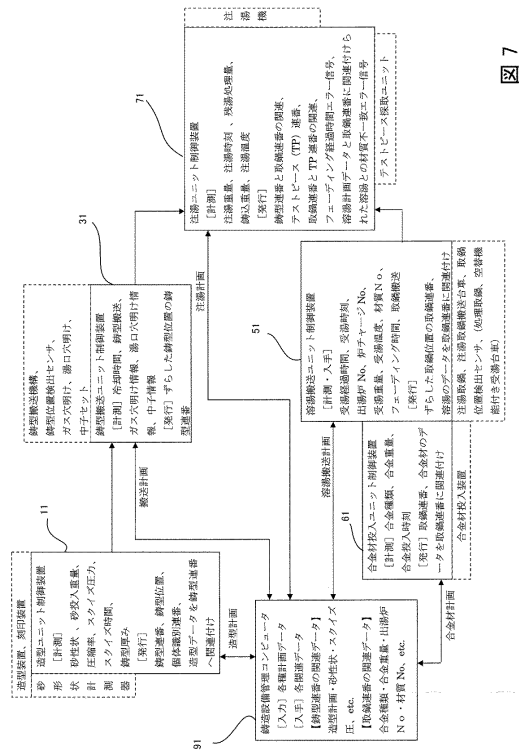


図 7

【図 8】

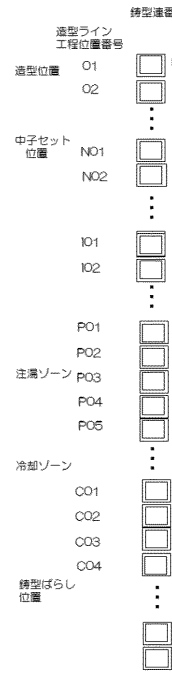


図 8

【図 9】

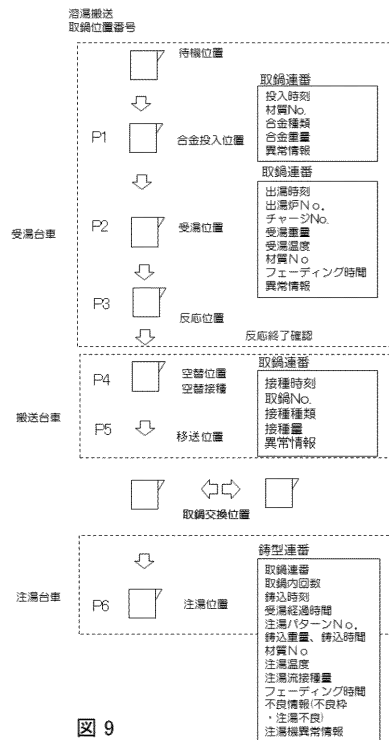


図 9

【図 10】

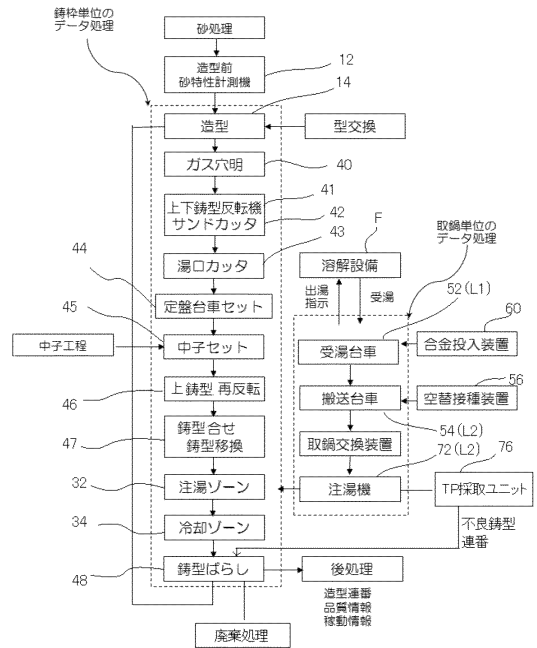


図 10

【図 1 1】

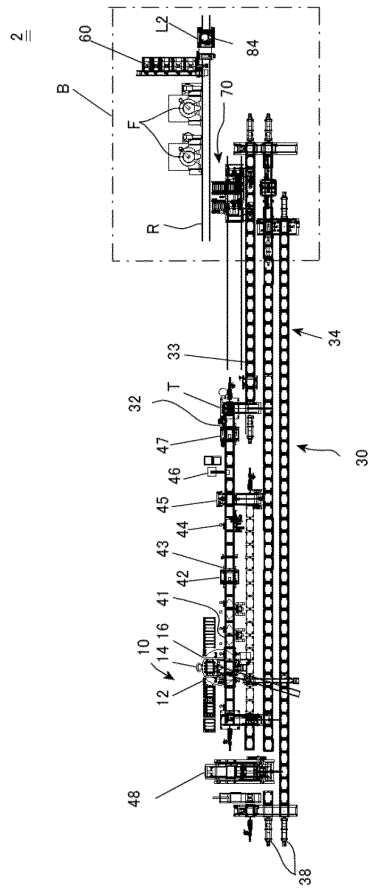


図 11

【図 1 2】

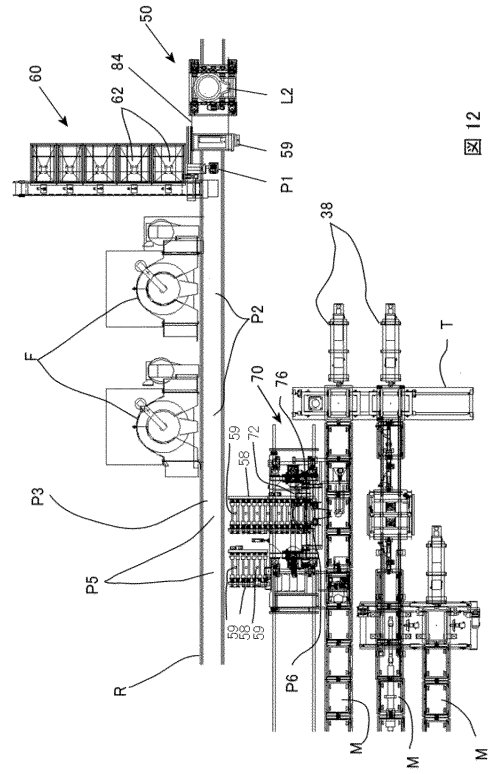


図 12

【図 1 3】

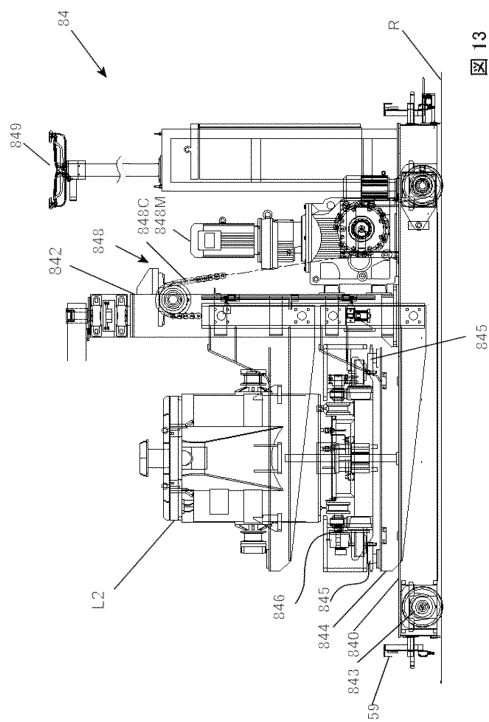


図 13

---

フロントページの続き

- (74)代理人 100169993  
弁理士 今井 千裕
- (72)発明者 西田 理  
愛知県名古屋市東区大幸四丁目15番10号 藤和電気株式会社内
- (72)発明者 兵藤 利幸  
愛知県名古屋市東区大幸四丁目15番10号 藤和電気株式会社内
- (72)発明者 加藤 晃一  
愛知県豊川市穂ノ原3丁目1番地 新東工業株式会社豊川製作所内
- (72)発明者 太田 和弘  
愛知県豊川市穂ノ原3丁目1番地 新東工業株式会社豊川製作所内

審査官 荒木 英則

- (56)参考文献 特開平1-262064 (JP, A)  
特開2015-33712 (JP, A)  
国際公開第2011/030618 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B22D 46/00-47/02