

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7363638号
(P7363638)

(45)発行日 令和5年10月18日(2023.10.18)

(24)登録日 令和5年10月10日(2023.10.10)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 N 21/84 (2006.01)
G 0 9 G 5/00 (2006.01)
G 0 9 G 5/38 (2006.01)
B 2 2 C 9/00 (2006.01)
B 2 2 D 47/02 (2006.01)

G 0 1 N 21/84 Z
G 0 9 G 5/00 5 1 0 B
G 0 9 G 5/38
B 2 2 C 9/00 E
B 2 2 D 47/02

請求項の数 9 (全23頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-61043(P2020-61043)
(22)出願日 令和2年3月30日(2020.3.30)
(65)公開番号 特開2021-162330(P2021-162330
A)
(43)公開日 令和3年10月11日(2021.10.11)
審査請求日 令和4年3月7日(2022.3.7)

(73)特許権者 000191009
新東工業株式会社
愛知県名古屋市中村区名駅三丁目2番
12号
(74)代理人 110000338
弁理士法人 HARAKENZO WOR
LD PATENT & TRADEMA
RK
(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
(72)発明者 園原 猛史
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 小澤 瞬

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示制御装置及び制御プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コントローラを備え、
前記コントローラは、
鋳型を検査した検査結果により特定される当該鋳型の欠陥を示すマーカを、当該鋳型上に光学的に表示する第1の表示処理と、
前記第1の表示処理により前記マーカを表示している期間において、前記欠陥を表す画像を前記鋳型を表す基準画像に重畳した重畳画像をディスプレイに表示する第2の表示処理と、
を実行し、

前記基準画像は、当該鋳型を造型するための模型を用いて欠陥なしに造型された鋳型を撮影した画像データである、

ことを特徴とする表示制御装置。

【請求項2】

前記コントローラは、前記第1の表示処理において、プロジェクタを制御して前記鋳型の欠陥を示すマーカ画像を前記鋳型に投影する、
ことを特徴とする請求項1に記載の表示制御装置。

【請求項3】

前記コントローラは、前記第1の表示処理において、前記マーカ画像を前記鋳型の前記欠陥に対応する位置に投影する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の表示制御装置。

【請求項 4】

前記コントローラは、前記第 1 の表示処理において、レーザ光源を制御して前記鋳型にレーザ光を照射する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の表示制御装置。

【請求項 5】

前記コントローラは、前記第 1 の表示処理において、前記レーザ光を前記鋳型の前記欠陥に対応する位置に照射する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の表示制御装置。

【請求項 6】

前記コントローラは、前記第 1 の表示処理において、前記欠陥の態様に応じて前記レーザ光の照射態様を異ならせる、

ことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の表示制御装置。

【請求項 7】

前記コントローラは、

搬送路に沿って搬送される複数の鋳型の中から、表示対象とする鋳型を特定する特定処理、を更に実行し、

前記第 1 の表示処理において、前記特定処理において特定した鋳型を検査した検査結果により示される前記鋳型の欠陥を示すマーカを、前記搬送路に沿って搬送される前記複数の鋳型のうちの当該検査結果に対応する鋳型上に光学的に表示する、

請求項 1 ~ 6 までの何れか 1 項に記載の表示制御装置。

【請求項 8】

前記コントローラは、

予め定められたプログラムに従って前記各処理を実行する少なくとも 1 つのプロセッサと、

前記プログラムを格納した少なくとも 1 つのメモリと、を備えている、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 7 までの何れか 1 項に記載の表示制御装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の表示制御装置を制御する制御プログラムであって、前記コントローラに前記各処理を実行させることを特徴とする制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示制御装置及び制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

鋳造において、鋳型の不良を検査する技術が提案されている。例えば特許文献 1 には、隣接する砂型部品間の予想される間隙の幅、鋳型の膨張、及び鋳型の寸法を検出することにより、実際の状況が許容可能かを評価することが記載されている。また、製造される鋳物の不良を検査する技術も提案されている。特許文献 2 には、鋳型で凝固させる前の溶湯情報から鋳塊の異常鋳塊位置を算出し、後方の連続工程に伝達することが記載されている。また、特許文献 3 には、前工程である鋳造中の品名、型ばらし中の品名及びその形状に関する画像を、湯口切り等を行う後処理工程に設置した表示手段で表示することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特表 2018 - 520009 号公報

特開 2013 - 43185 号公報

特開平 05 - 169244 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

特許文献1～3に記載の技術では、鋳型のどの部分に不良が発生しているかを作業者が容易に把握できない場合があった。例えば、検出された鋳型の型落ち部分が小さい場合、検出された型落ちを表示する画像も小さくなるため、どの部分に型落ちがあるのかが作業者が一見して把握できない場合があった。

【0005】

本発明の一態様は、鋳型のどの部分に欠陥が検出されたかを作業者等が把握し易い技術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】**【0006】**

上記の課題を解決するために、本発明の態様1に係る表示制御装置は、コントローラを備え、前記コントローラは、鋳型を検査した検査結果により特定される当該鋳型の欠陥を示すマーカを、当該鋳型上に光学的に表示する表示処理、を実行することを特徴とする。

【0007】

上記の構成によれば、鋳型の欠陥を示すマーカが鋳型上に光学的に表示される。したがって、作業者は、作業対象である鋳型の検査結果をディスプレイ等により別途確認する必要がなく、作業対象である鋳型をみるだけでその鋳型の欠陥を把握することができる。

【0008】

本発明の態様2に係る表示制御装置は、前記態様1において、前記コントローラは、前記表示処理において、プロジェクタを制御して前記鋳型の欠陥を示すマーカ画像を前記鋳型に投影してもよい。

【0009】

上記の構成によれば、鋳型の欠陥を示すマーカ画像が鋳型上に投影される。したがって、作業者は、作業対象である鋳型の検査結果をディスプレイ等により別途確認する必要がなく、作業対象である鋳型をみるだけでその鋳型の検査結果を把握することができる。

【0010】

本発明の態様3に係る表示制御装置は、前記態様2において、前記コントローラは、前記表示処理において、前記マーカ画像を前記鋳型の前記欠陥に対応する位置に投影してもよい。

【0011】

上記の構成によれば、鋳型の欠陥を示すマーカ画像が鋳型の欠陥に対応する位置に投影される。したがって、作業者は、作業対象である鋳型の検査結果をディスプレイ等により別途確認する必要がなく、作業対象である鋳型をみるだけでその鋳型の欠陥の位置を把握することができる。

【0012】

本発明の態様4に係る表示制御装置は、前記態様1において、前記コントローラは、前記表示処理において、レーザー光源を制御して前記鋳型にレーザー光を照射してもよい。

【0013】

上記の構成によれば、鋳型に照射されるレーザー光により鋳型の欠陥が鋳型上に光学的に表示される。したがって、作業者は、作業対象である鋳型の検査結果をディスプレイ等により別途確認する必要がなく、作業対象である鋳型をみるだけでその鋳型の欠陥を把握することができる。

【0014】

本発明の態様5に係る表示制御装置は、前記態様4において、前記コントローラは、前記表示処理において、前記レーザー光を前記鋳型の前記欠陥に対応する位置に照射してもよい。

【0015】

上記の構成によれば、鋳型の欠陥に対応する位置にレーザー光が照射される。したがって

10

20

30

40

50

、したがって、作業者は、作業対象である鋳型の検査結果をディスプレイ等により別途確認する必要がなく、作業対象である鋳型をみるだけでその鋳型の欠陥の位置を把握することができる。

【0016】

本発明の態様6に係る表示制御装置は、前記態様4又は5において、前記コントローラは、前記表示処理において、前記欠陥の態様に応じて前記レーザー光の照射態様を異ならせてもよい。

【0017】

上記の構成によれば、検査結果により示される鋳型の欠陥の態様に応じて照射態様で鋳型上にレーザー光が照射される。したがって、作業者は、作業対象である鋳型の検査結果をディスプレイ等により別途確認する必要がなく、作業対象である鋳型を見るだけでその鋳型の欠陥の態様を把握することができる。

10

【0018】

本発明の態様7に係る表示制御装置は、前記態様1～6において、前記コントローラは、搬送路に沿って搬送される複数の鋳型の中から、表示対象とする鋳型を特定する特定処理、を更に実行し、前記表示処理において、前記特定処理において特定した鋳型を検査した検査結果により示される前記鋳型の欠陥を示すマーカを、前記搬送路に沿って搬送される前記複数の鋳型のうちの当該検査結果に対応する鋳型上に光学的に表示してもよい。

【0019】

上記の構成によれば、搬送路に沿って搬送される鋳型上に、その鋳型の欠陥を示すマーカが光学的に表示される。したがって、作業者は、搬送されている鋳型の検査結果をディスプレイ等により別途確認する必要がなく、搬送されている鋳型を視認するだけでその鋳型の欠陥を把握することができる。

20

【0020】

本発明の態様8に係る表示制御装置は、前記態様1～7において、前記コントローラは、予め定められたプログラムに従って前記各処理を実行する少なくとも1つのプロセッサと、前記プログラムを格納した少なくとも1つのメモリと、を備えていてもよい。

【0021】

上記の構成によれば、鋳型の欠陥を示すマーカが鋳型上に光学的に表示される。したがって、作業者は、作業対象である鋳型の検査結果をディスプレイ等により別途確認する必要がなく、作業対象である鋳型をみるだけでその鋳型の欠陥を把握することができる。

30

【0022】

本発明の態様9に係る制御プログラムは、前記態様1～8のいずれかに記載の表示制御装置を制御する制御プログラムであって、前記コントローラに前記各処理を実行させることを特徴とする。

【0023】

本発明の範疇には、態様9に係る制御プログラム及びそれを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体も含まれる。

【発明の効果】

【0024】

本発明の一態様によれば、鋳型のどの部分に欠陥が検出されたかを作業者等が容易に把握することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施形態1に係る鋳造システムを概略的に示す構成図である。

【図2】本発明の実施形態1に係る表示制御装置10の構成を概略的に示すブロック図である。

【図3】本発明の実施形態1に係る基準画像テーブルの内容を例示する図である。

【図4】本発明の実施形態1に係る基準画像を例示した図である。

【図5】本発明の実施形態1に係る検査結果テーブルの内容を例示する図である。

50

【図 6】 鋳型にマーカ画像が投影される様子を概略的に示す図である。

【図 7】 本発明の実施形態 1 に係る鋳型管理テーブルの内容を例示する図である。

【図 8】 本発明の実施形態 1 に係る鋳造システムによる鋳物の製造工程を示す工程図である。

【図 9】 本発明の実施形態 1 に係る表示制御装置による検査結果の投影処理の流れを例示するフローチャートである。

【図 10】 鋳型に投影されるマーカ画像を例示した図である。

【図 11】 本発明の実施形態 1 に係るラインコントローラが行う処理の流れを例示するフローチャートである。

【図 12】 本発明の実施形態 2 に係る表示制御装置 10 B の概略構成を示すブロック図である。

10

【図 13】 鋳型 2 に照射されるレーザ光を例示した図である。

【図 14】 本発明の実施形態 3 に係る鋳造システムの概略構成を示す図である。

【図 15】 本発明の実施形態 4 に係る鋳造システムの概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

〔実施形態 1〕

図 1 は、本発明の一実施形態に係る表示制御装置を含む鋳造システム 1 を概略的に示す構成図である。鋳造システム 1 は、搬送路にそって搬送される複数の鋳型 2 に注湯することによって鋳物を製造するシステムである。鋳造システム 1 は、表示制御装置 10、検査装置 20、入出力装置 30、造型機 40、ラインコントローラ 50、注湯機 60、搬送装置 70、型合わせ装置 110、及びプロジェクタ 80 を備える。

20

【0027】

表示制御装置 10 は、鋳造において鋳型 2 の不良を検査した検査結果をディスプレイ 31 に表示させたり、鋳型 2 上に光学的に表示したりする装置である。表示制御装置 10 は例えば、ラップトップ型やデスクトップ型のパーソナルコンピュータである。表示制御装置 10 は、作業により携帯されるスマートフォン又はタブレット端末であってもよい。

【0028】

検査装置 20 は、搬送路上の鋳型 2 を検査する装置である。検査装置 20 は、搬送路に沿って搬送される複数の鋳型 2 の各々を撮影するセンサ 21 を備える。センサ 21 は、例えばカメラである。センサ 21 は、搬送路に沿って搬送される上型と下型とが枠合わせされるまでに、抜粋鋳型の製品面（キャビティ面）を撮像する。

30

【0029】

表示制御装置 10 は、撮像された画像（以下「撮像画像」という）と基準画像とを比較することにより、鋳型の欠陥の検査を行い、検査結果を検査結果テーブルに蓄積する。上型と下型とは交互に中子セット場まで搬送される。

【0030】

図 2 は、表示制御装置 10 の構成を概略的に示すブロック図である。表示制御装置 10 は、コントローラ 106 を備える。コントローラ 106 は、プロセッサ 101、主メモリ 102、補助メモリ 103、入力インタフェース 104、及び出力インタフェース 105 を備える。プロセッサ 101 は、表示制御装置 10 を制御するプロセッサであり、例えば、マイクロプロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ、マイクロコントローラ、又はこれらの組み合わせ等である。主メモリ 102 及び補助メモリ 103（メモリの一例）は、例えば半導体 RAM（random access memory）である。主メモリ 102 と補助メモリ 103 は同じメモリを領域 / 又はアドレスで区別することで一体（物理的に同じひとつのメモリ）であってもよい。補助メモリ 103 には、表示制御装置 10 の動作をプロセッサ 101 に実行させるためのプログラムが格納されている。プロセッサ 101 は、補助メモリ 103 に格納された制御プログラムを主メモリ 102 上に展開し、展開した制御プログラムに含まれる各命令を実行する。

40

【0031】

50

主メモリ 102 には、主に型落ち判定のためのアプリケーション/ソフトが記憶される。補助メモリ 103 には、鋳型 2 の検査の際に参照される基準画像データ、入力された撮像画像、表示オブジェクトデータ、及びその他の各種データが記憶される。本実施形態では、補助メモリ 103 には、基準画像テーブル及び検査結果テーブルが記憶されている。基準画像テーブルは、鋳型 2 の検査を行う際に用いられる基準画像が模型毎に記憶されたテーブルである。検査結果テーブルは、鋳型 2 の欠陥検査の結果を、鋳型 2 を識別する識別情報と対応付けて記憶するテーブルである。

【0032】

入力インタフェース 104 は、検査装置 20 から撮像画像を取得する。取得された撮像画像は、鋳型 2 を識別する識別情報と紐付けて補助メモリ 103 に記憶される。出力インタフェース 105 は、入出力装置 30 及び/又はプロジェクタ 80 に画像を表すデータを出力する。なお、図 2 にはひとつの入力インタフェース 104 及びひとつの出力インタフェース 105 が図示されているが、表示制御装置 10 が複数の入力インタフェース及び/又は複数の出力インタフェースを備えていてもよい。この例で、プロセッサ 101 が補助メモリ 103 に記憶された制御プログラムを読み出して実行することにより、図 2 に示す表示制御部 11 及び特定部 12 が実現される。

【0033】

図 3 は、基準画像テーブルの内容を例示する図である。図 3 の例では、基準画像テーブルは、「パターンコード」及び「基準画像フォルダ No」の各項目を互いに関連付けて記憶する。これらの項目のうち、「パターンコード」の項目には、模型を識別する識別情報 (ID) が格納される。パターンコードは、或る造型に用いる模型、つまりその模型を用いて造型される鋳型に対応している。そのうち、例えば、「10」は或る模型で造型される下型の ID、「11」はその下型に合わせられる上型の ID となる。すなわち、パターンコードは、或る模型による上型と下型とを区別している。したがって、同じ模型で造型すると、造型ラインに流れる鋳型 ID が「10」、「11」といったように、上型の ID と下型の ID とが交互で連続する (図 5 参照)。

【0034】

「基準画像フォルダ No」の項目には、その模型に対応する基準画像のデータの格納場所を示す情報が格納される。なお、基準画像テーブルに含まれる項目は上述したものに限定されず、他の項目が基準画像テーブルに含まれていてもよい。基準画像は、鋳型 2 が欠陥なしに造型されたときの鋳型 2 を上面から撮影した画像データである。この基準画像と撮像画像とを比較することで造型する鋳型 2 の欠陥を確認する。或る模型に基づく造型のパターンコードが「10」(下型)の場合は、表示制御装置 10 は、「基準画像フォルダ No」が「S10」の基準画像と比較することで欠陥を判定する。その次にはパターンコードが「11」(上型)の鋳型 2 が搬送されるので、表示制御装置 10 は、「基準画像フォルダ No」が「S11」の基準画像フォルダに記憶した基準画像と撮像画像を比較することで、欠陥を判定する。図 3 の基準画像テーブルは、このような画像比較による欠陥判定をするためのデータ構造となっている。

【0035】

図 4 は、基準画像 G0 を例示した図である。基準画像 G0 は、予め用意され補助メモリ 103 に記憶される。基準画像 G0 は例えば、欠陥のない鋳型 2 を検査装置 20 が撮影した画像である。

【0036】

図 5 は、検査結果テーブルの内容を例示する図である。図 5 の例では、検査結果テーブルは、「鋳型 ID」、「パターンコード」、「検査日時」及び「検査結果」の各項目を互いに関連付けて記憶する。これらの項目のうち、「鋳型 ID」の項目には、鋳型 2 を識別する識別情報が格納される。「パターンコード」の項目に格納される ID は、上述の基準画像テーブルの「パターンコード」に格納される ID と同様である。「検査日時」の項目には、欠陥検査が行われた日時を示す情報が格納される。「検査結果」の項目には、欠陥検査の結果を示す情報が格納される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

「検査結果」の項目は、「判定」及び「検査結果画像フォルダNo」の項目を含む。「判定」の項目には、欠陥検査の判定結果を示す情報が格納される。欠陥検査の判定は、補助メモリ103に記憶された基準画像と撮像画像との比較により行われるもので、表示制御装置10のプログラムによって実行される。この図5のデータテーブルは、上述したように、表示制御装置10の補助メモリ103に記憶される。判定結果を示す情報は例えば、「OK」、「NG」、又は「Fail」である。「OK」は、鋳型2が正常であることを示す。「NG」は、鋳型2が異常である（欠陥を有する）ことを示す。「Fail」は、検査自体に失敗したことを示す。「検査結果画像フォルダNo」の項目には、鋳型2の欠陥検査の結果を示す画像（以下「検査結果画像」という）の格納場所を示す情報が格納される。このように、表示制御装置10の補助メモリ103には、鋳型2の検査結果が、鋳型2を識別する識別情報と対応付けて記憶される。なお、検査結果テーブルに含まれる項目は上述したものに限定されず、他の項目が検査結果テーブルに含まれていてもよい。例えば、検査結果は、鋳型の欠陥を表すデータを含んでもよい。鋳型の欠陥を表すデータは、例えば、欠陥の位置、形状及び大きさの少なくともいずれかを示すデータである。

10

【 0 0 3 8 】

図2の説明に戻る。表示制御装置10は、表示制御部11及び特定部12を備える。表示制御部11は、鋳型を検査した検査結果により特定される鋳型の欠陥を示すマーカを、鋳型上に光学的に表示する表示処理を実行する。光学的な表示は例えば、プロジェクタ80によるマーカ画像の表示、又は、レーザ光源によるレーザ光の照射である。

20

【 0 0 3 9 】

鋳型の検査は検査装置20の撮像画像と補助メモリ103に記憶されている基準画像とを比較することにより行われる。撮像画像は順次入力インタフェース104に入力されてプロセッサ101により補助メモリ103にストアされる。表示制御部11は、補助メモリ103に記憶されている基準画像と撮像画像を比較することで、欠陥の大きさの特定、及び、その大きさに伴う重畳画像の生成を行う。生成された重畳画像はディスプレイ31に表示される。そのようなプログラムは補助メモリ103に記憶されていて、プロセッサ101が補助メモリ103に或るプログラムに従って、一連の画像処理を行う。

【 0 0 4 0 】

特定部12は、搬送路に沿って搬送される複数の鋳型2を検査した検査結果の中から、表示対象とする鋳型2の検査結果を特定する特定処理を実行する。表示制御部11は、撮像画像を基準画像と比較して、比較結果に応じて欠陥箇所を特定し、その欠陥箇所の結果の大きさを閾値との関係で特定し、その結果に応じて画像に重畳するオブジェクトを決定してから、撮像画像にオブジェクトを重畳した合成画像を生成し、その生成した合成画像をメモリに一時ストアする（読み出し待ちの状態）。この読み出し待ちの合成画像が、表示すべきタイミング（具体的にはその画像を表示すべき鋳型が中子作業場に来たタイミング）でのラインコントローラ50のトリガーによりディスプレイ31に表示される。

30

【 0 0 4 1 】

上記の構成によれば、鋳型の欠陥を示すマーカが鋳型2上に光学的に表示される。したがって、作業員（例えば、中子をセットする作業を行う作業員）は、作業対象である鋳型の検査結果をディスプレイ31等により別途確認する必要がなく、作業対象である鋳型をみるだけでその鋳型の欠陥を把握することができる。

40

【 0 0 4 2 】

なお、この実施形態では、検査装置20と表示制御装置10とが別体の装置として記載されているが、検査装置20と表示制御装置10とが一体の装置として構成されていてもよい。すなわち、検査装置20が表示制御装置10に係る機能を備えていてもよい。また、上述の表示制御装置10が、複数の別体の装置が協働することにより実現されてもよい。例えば、表示制御部11特定部12を備える第1の装置と、特定部12を備える第2の装置とが別体の装置として構成されていてもよい。

【 0 0 4 3 】

50

図 1 の説明に戻る。造型機 40 は、鑄型 2 を製造する装置である。造型機 40 は、上型と下型とを交互に造型し、搬送装置 70 は上型と下型とを交互に搬送する。造型機 40 は、鑄型 2 に関する情報（以下「鑄型情報」という）をラインコントローラ 50 から受信し、受信した鑄型情報に含まれるパターンコードで示される鑄型 2 を製造する。パターンコードは、造型パターンを一意に示す情報である。造型機 40 は、模型（図示略）とともにセットされた鑄枠（図示略）内に砂を投入し、鑄枠内の砂を加圧して固める。造型機 40 は、固められた砂から模型を取り出すことにより鑄型 2 を造型する。造型機 40 は鑄型 2 を造型する毎に、型送り情報をラインコントローラ 50 に送信する。ラインコントローラ 50 は、造型機 40 から型送り情報を受信する毎に、後述する鑄型情報を生成し、生成した鑄型情報を鑄型管理テーブルに登録する。

10

【 0 0 4 4 】

入出力装置 30 は、作業者が各種の操作を行うための装置である。入出力装置 30 は、作業により操作される操作部（図示略）、及び、鑄型 2 の検査結果を表示するディスプレイ 31 を備える。入出力装置 30 には、ディスプレイ 31 のほか、この中子セット場に居る作業者がディスプレイ 31 に表示された画像検査結果を目視して、その欠陥が注湯を止めるべき程度の欠陥なのか、画像判定では欠陥とされながらも目視・作業者の経験として注湯 OK なのかを判断して注湯可否を指示する入力手段（例えば OK / NG のボタンや、ディスプレイ / タッチパネル上に表示された OK / NG ボタン等）もしくは音声で OK / NG を入力する入力装置が設けられている。図 1 の例では、入出力装置 30 は中子セット場 A1 に設置されている。

20

【 0 0 4 5 】

ディスプレイ 31 は、例えば液晶ディスプレイであり、表示制御装置 10 から供給されるデータに従い画面を表示する。ディスプレイ 31 は例えば、鑄型 2 の中子セット場に設置された表示装置であってもよく、また、例えば、作業者が携帯するスマートフォンやタブレット端末に含まれる液晶ディスプレイであってもよい。また、ディスプレイ 31 は、スマートグラス等のウェアラブルコンピュータであってもよい。なお、表示制御装置 10 がディスプレイ 31 を備える構成であってもよい。

【 0 0 4 6 】

ラインコントローラ 50 は、鑄造システム 1 を統括制御するコントローラである。この実施形態では、ラインコントローラ 50 は特に、造型機 40、注湯機 60、及び搬送装置 70 を制御する。ラインを流れる鑄型 2 の位置は、ラインコントローラ 50 による一括管理になっている。

30

【 0 0 4 7 】

注湯機 60 は、鑄型 2 に溶湯を流し込む装置である。注湯機 60 は、ラインコントローラ 50 から送信される制御信号に従い、注湯エリアに位置する鑄型 2 を注湯対象として、鑄型 2 に溶湯を流し込む（注湯を行う）。注湯機 60 は、ラインコントローラ 50 から受信される制御信号に従って注湯の可否を判定し、注湯が不可である場合は、鑄型 2 への注湯を行わない。

【 0 0 4 8 】

搬送装置 70 は、造型機 40 から注湯機 60 に鑄型 2 を搬送する装置である。搬送装置 70 は、例えばローラコンベヤ（図示略）又はレール（図示略）を有し、ローラコンベヤ又はレール上の搬送路に沿って複数の鑄型 2 を順次搬送する。搬送装置 70 は、ラインコントローラ 50 から送信される制御信号に従い、鑄型 2 を搬送する。

40

【 0 0 4 9 】

検査装置 20 と注湯機 60 の間には、中子セット場 A1 が設けられている。中子セット場 A1 には、作業者が駐留しており、鑄型 2 に中子をセットする作業を行う。

【 0 0 5 0 】

中子セット場 A1 を通過した鑄型（上型及び下型）は、注湯前に、上下枠を合わせる型合わせ装置 110 により、上下枠が型合わせされる。上下枠の型合わせの方法としては、例えば、上型を持ち上げ、反転させて下型に合わせる、といった方法が用いられる。

50

【 0 0 5 1 】

型合わせされた上下枠は、搬送装置 7 0 により注湯エリアに搬送される。型合わせされた上下枠が注湯エリアに入ったときに、注湯前にラインコントローラ 5 0 の後述する鑄型管理テーブルに基づいて注湯の可否が判定される。上型又は下型のいずれかが N G と目視判定されているものは、注湯が行われないように、ラインコントローラ 5 0 からの信号に基づいて注湯機 6 0 が制御される。

【 0 0 5 2 】

なお、本実施形態では、造型機 4 0 が上型と下型とを交互に造型する場合を説明するが、造型の方法はこれに限られない。造型機 4 0 が、上型と下型とを一度に造型し、鑄型 2 が 2 つずつ搬送される（すなわち、上型と下型とがセットとして搬送される）方式であってもよい。この場合、造型機 4 0、及び検査装置 2 0 はそれぞれ 2 台設けられる。また、搬送装置 7 0 は鑄型 2 を 2 つずつ搬送する。

10

【 0 0 5 3 】

この場合、上型と下型とが一度に撮像され、基準画像とも一度に 2 つ比較してディスプレイ 3 1 には上下枠の検査結果が表示される。中子の作業者は、その 2 つの画像をみたり、鑄型 2 上に光学的に表示された検査結果をみたりして、注湯可否を判断する。

【 0 0 5 4 】

プロジェクタ 8 0 は、鑄型 2 に画像を投影する装置である。図 1 の例では、プロジェクタ 8 0 は中子セット場 A 1 に設置されており、表示制御部 1 1 の制御の下、鑄型 2 の欠陥を示すマーカ画像を鑄型 2 に投影する。

20

【 0 0 5 5 】

図 6 は、プロジェクタ 8 0 により鑄型 2 にマーカ画像が投影される様子を概略的に示す図である。図において、プロジェクタ 8 0 は、中子セット場 A 1 の位置の上方の壁面 w 1 に、位置 P 9 に搬送されてくる鑄型 2 に画像を投影可能な位置に設置されている。図 6 の例では、プロジェクタ 8 0 は、位置 P 9 の鑄枠 3 内の鑄型 2 上に、鑄型 2 の欠陥を示すマーカ画像 m 1 及び m 2 を含む画像を投影する。

【 0 0 5 6 】

ラインコントローラ 5 0 は、鑄型情報を管理する鑄型管理テーブルを備えている。鑄型管理テーブルは例えば、ラインコントローラ 5 0 の補助メモリに記憶されている。鑄型情報は、鑄型 2 に関する情報であり、例えば、鑄型 2 を識別する識別情報、及び鑄型 2 の搬送路における位置を示す位置情報を含む。すなわち、鑄型管理テーブルには、鑄型 2 の識別情報が鑄型 2 の位置情報と対応付けて記憶される。図 7 は、鑄型管理テーブルの内容を例示する図である。鑄型管理テーブルは、「鑄型 I D」、「パターンコード」、「位置」、及び「鑄型検査結果」等の各項目が互いに関連付けられた鑄型情報を記憶している。これらの項目のうち、「鑄型 I D」の項目には、鑄型 2 を識別する識別情報が格納される。「パターンコード」の項目には、対応する鑄型 I D によって識別される鑄型 2 を製造するために用いられる造型パターンを識別する識別情報が格納される。

30

【 0 0 5 7 】

「位置」の項目には、対応する鑄型 I D によって識別される鑄型 2 の搬送路上の位置を示す情報（以下「位置情報」という）が格納される。この実施形態では、搬送路上における鑄型 2 の位置として、位置 P 1 ~ P 1 9 が設定されている。この位置情報 P は、造型機 4 0 でひとつの鑄型 2 が造型されて鑄型 2 が一つ分搬送されることで順次 P 1 から P 1 9 まで順にインクリメントされていく。位置 P 1 が搬送装置 7 0 の搬送方向の最上流に位置し、下流にいくに従って、位置 P 2、位置 P 3、... と位置情報が割り振られている。位置 P 1 は、造型機 4 0 による造型が行われる位置である。位置 P 2 ~ P 4 は、造型機 4 0 と検査装置 2 0 との間の位置である。位置 P 5 は、検査装置 2 0 による撮影が行われる位置である。位置 P 6 ~ P 1 7 は、検査装置 2 0 と注湯機 6 0 との間の位置である。位置 P 9 は、中子がセットされる位置である。位置 P 1 8 は、注湯機 6 0 による注湯が行われる位置である。位置 P 1 9 は、注湯された鑄型 2 を含む鑄枠が搬出される位置である。

40

【 0 0 5 8 】

50

搬送装置 70 は、複数の鋳型 2 を搬送路上で順次移動させ、鋳型 2 を移動させる毎に、移動が完了した旨を示す信号(以下、「枠送り完了信号」という)を出力する。ラインコントローラ 50 は、搬送路において複数の鋳型 2 が移動される度に、鋳型 2 の識別情報に対応付ける位置情報を更新する。この実施形態では、ラインコントローラ 50 は、搬送装置 70 から枠送り完了信号を受信するたびに、鋳型管理テーブルに記憶されている鋳型情報に含まれる「位置情報」を 1 つ進めるとともに、新たな鋳型情報を鋳型管理テーブルに追加する。追加された鋳型情報には「位置」に位置 P 1 を示す位置情報が格納される。なお、位置 P 19 にある鋳枠が枠送りされると、鋳造システム 1 から搬出されることになる。

【0059】

すなわち、ラインコントローラ 50 は、鋳型 2 を造型した際に新しい鋳型情報を生成する。また、鋳型 2 の造型が完了して鋳型 2 を排出するとき、搬送装置 70 が 1 つの鋳型 2 を移動させ、それに伴って、他のライン上の鋳型 2 もすべて型ひとつ分だけ移動し、各鋳型 2 の位置情報 (P 1、P 2、... P N) が順次インクリメントされていく。インクリメントされた位置情報は、ラインコントローラ 50 の鋳型情報テーブルに記憶される。ラインコントローラ 50 は、鋳型管理テーブルに記憶されている位置情報により、ラインのどこにどの鋳型 2 があるかを把握する。

【0060】

「鋳型検査結果」の項目は、「判定」及び「注湯可否」の項目を含む。「判定」の項目には、欠陥検査の判定結果を示す情報が格納される。「判定」の項目に格納される情報は、表示制御装置 10 の検査結果テーブルの「判定」の項目に格納される情報と同様である。

【0061】

「注湯可否」の項目には、注湯を行うか否かを示す情報(以下「注湯可否情報」という)が格納される。本実施形態では、中子をセットする作業者が、ディスプレイ 31 に表示される検査結果、又は鋳型 2 に光学的に表示された検査結果を視認することにより、鋳型 2 が注湯可能であるかを判断する。注湯可能であるかは、鋳型 2 に注湯することにより鋳造される鋳物に欠陥が発生しないかを、ディスプレイ 31 に表示される検査結果、又は鋳型 2 に光学的に表示された検査結果を作業者が目視することにより判断する。作業者は、入出力装置 30 を用いて判断結果を入力する。入出力装置 30 は、作業者の操作に応じて注湯可否情報をラインコントローラ 50 に送信する。ラインコントローラ 50 は、入出力装置 30 から受信した注湯可否情報を鋳型管理テーブルの「注湯可否」の項目に記憶する。ラインコントローラ 50 は、鋳型管理テーブルの「注湯可否」の項目に記憶されている情報に従い、注湯機 60 へ制御信号を送信する。なお、鋳型管理テーブルに含まれる項目は上述したものに限定されず、他の項目が鋳型管理テーブルに含まれていてもよい。

【0062】

(動作)

図 8 は、鋳造システム 1 における鋳物の製造工程を示す工程図である。造型工程 S 0 1 において、ラインコントローラ 50 は、造型機 40 に造型を指示する旨の制御信号及び位置 P の鋳型情報を送信する。造型機 40 は、ラインコントローラ 50 から受信される鋳型情報に含まれるパターンコードで示される種類の鋳型 2 を製造する。

【0063】

搬送工程 S 0 2 において、ラインコントローラ 50 は、搬送装置 70 に鋳型 2 の 1 ピッチ分の搬送を指示する制御信号(以下「搬送指示信号」という)を送信する。搬送装置 70 は、ラインコントローラ 50 から搬送指示信号を受信する毎に、搬送路上の鋳型 2 を 1 ピッチずつ搬送する制御を行う。鋳型 2 の搬送が完了すると、搬送装置 70 は、ラインコントローラ 50 に枠送り完了信号を送信する。ラインコントローラ 50 は、搬送装置 70 から枠送り完了信号を受信するたびに、搬送路上の鋳型 2 の鋳型情報に含まれる位置情報を更新する。搬送装置 70 により搬送路上の鋳型 2 が 1 ピッチずつ移動し、この移動が繰り返されることで、造型機 40 の位置にある鋳型 2 が検査装置 20 の位置まで移動する。

【0064】

検査工程 S 0 3 において、検査装置 20 のセンサ 21 は、検査エリア(位置 P 5)に位

10

20

30

40

50

置する鑄枠に形成された鑄型 2 を撮像（画像化）する。本実施形態では、センサ 2 1 は、位置 P 5 に移動してきた鑄型 2 の上方から鑄型 2 を撮像する。センサ 2 1 の撮像範囲は、少なくとも位置 P 5 にある鑄型 2 の表面（上面の全体）が撮像されるように予め設定されている。表示制御装置 1 0 は、位置 P 5 にある鑄型 2 の鑄型情報に含まれるパターンコードと、生成した撮影データとを用いて、鑄型 2 の検査を行う。

【 0 0 6 5 】

鑄型 2 の検査は、例えば以下のようにして行われる。表示制御装置 1 0 は、センサ 2 1 により撮影された撮像画像と予め登録された基準画像との差分を表す差分画像を生成し、生成した差分画像を粒子解析し、差分画像内の塊（プロブ）を検出することにより、欠陥部分を特定する処理を行う。

【 0 0 6 6 】

表示制御装置 1 0 は、検査結果を自装置の補助メモリ 1 0 3 に記憶する。検査結果は例えば、欠陥部分の位置を示すデータ、大きさを示すデータ、欠陥部分を表す画像データ、又は、欠陥を表す画像を基準画像に重畳した重畳画像データを含む。補助メモリ 1 0 3 への記憶処理が繰り返され、複数の鑄型 2 の検査結果が補助メモリ 1 0 3 に蓄積される。

【 0 0 6 7 】

搬送工程 S 0 4 において、ラインコントローラ 5 0 は、搬送工程 S 0 2 と同様の処理を行い、搬送路上の鑄型 2 を 1 ピッチずつ搬送する。搬送装置 7 0 により搬送路上の鑄型 2 が 1 ピッチずつ移動し、この移動が繰り返されることで、検査装置 2 0 の位置にある鑄型 2 が中子セット場 A 1 まで移動する。

【 0 0 6 8 】

中子セット工程 S 0 5 において、表示制御装置 1 0 は、位置 P 9 の鑄枠に形成された鑄型 2 の検査結果を示すマーカ画像を表す画像データを、プロジェクタ 8 0 に出力するとともに、欠陥を表す画像を基準画像に重畳した重畳画像を表す画像データを入出力装置 3 0 に出力する。プロジェクタ 8 0 は、表示制御装置 1 0 から取得した画像データに従い、鑄型 2 の検査結果を示すマーカ画像を鑄型 2 上に投影することにより、検査結果を示すマーカを鑄型 2 上に光学的に表示する。また、入出力装置 3 0 は、表示制御装置 1 0 から取得した重畳画像をディスプレイ 3 1 に表示する。

【 0 0 6 9 】

プロジェクタ 8 0 は、鑄型 2 が中子セット場 A 1 に停止している間、検査結果であるマーカ画像を鑄型 2 に投影し続ける。また、入出力装置 3 0 は、鑄型 2 が中子セット場 A 1 に停止している間、重畳画像をディスプレイ 3 1 に表示し続ける。中子セット場 A 1 の作業者は、鑄型 2 上に投影されるマーカ画像、又はディスプレイ 3 1 に表示された重畳画像を参照し、鑄型 2 に中子をセットするか否かを判断する。例えば、作業者は、検査結果が正常である鑄型 2 に中子をセットし、検査結果が異常である鑄型 2 に中子をセットしない、といった作業を行う。この中子セットの作業と併せて、作業者は、正常と目視判定した場合には注湯 OK、異常と目視判定した場合には NG の注湯可否操作を行う。

【 0 0 7 0 】

搬送工程 S 0 6 において、ラインコントローラ 5 0 は、搬送工程 S 0 2 と同様の処理を行い、搬送路上の鑄型 2 を 1 ピッチずつ搬送する。搬送装置 7 0 により搬送路上の鑄型 2 が 1 ピッチずつ移動し、この移動が繰り返されることで、中子セット場 A 1 の鑄型 2 が注湯機 6 0 の位置まで移動する。

【 0 0 7 1 】

注湯工程 S 0 7 において、ラインコントローラ 5 0 は、注湯を指示する制御信号及び鑄型情報を注湯機 6 0 に送信する。注湯機 6 0 は、ラインコントローラ 5 0 から受信される制御信号に従い、鑄型情報に含まれるパターンコードに基づいて注湯を行う。このとき、ラインコントローラ 5 0 は、鑄型 2 の検査結果が正常である場合、鑄型 2 への注湯を指示する制御信号を注湯機 6 0 に送信し、検査結果が異常である場合、鑄型 2 への注湯を行わない旨の制御信号を注湯機 6 0 に送信する。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

搬送工程 S 0 8 において、ラインコントローラ 5 0 は、搬送工程 S 0 2 と同様の処理を行い、搬送路上の鋳型 2 を 1 ピッチずつ搬送する。搬送装置 7 0 により搬送路上の鋳型 2 が 1 ピッチずつ移動し、この移動が繰り返されることで、注湯機 6 0 の位置で注湯が行われた鋳型が鋳造システム 1 から搬出される。

【 0 0 7 3 】

以上のように、鋳造システム 1 では、造型機 4 0 が鋳型 2 を製造し、表示制御装置 1 0 が鋳型 2 を検査する。そして、検査結果が正常である鋳型 2 に中子がセットされ、その後、中子がセットされた鋳型 2 に注湯機 6 0 が注湯を行う。また、鋳造システム 1 では、複数の鋳型 2 が搬送装置 7 0 により位置 P 1 ~ P 1 9 まで順に搬送される。すなわち、ひとつの鋳型 2 に対する造型工程 S 0 1 と、別の鋳型 2 に対する検査工程 S 0 3 と、さらに別の鋳型 2 に対する中子セット工程 S 0 5 と、またさらに別の鋳型 2 に対する注湯工程 S 0 7 とは、並行して行われる。

10

【 0 0 7 4 】

次いで、表示制御装置 1 0 及びラインコントローラ 5 0 が行う、鋳型 2 の検査結果の投影処理について図面を参照しつつ説明する。図 9 は、表示制御装置 1 0 及びラインコントローラ 5 0 が行う検査結果の投影処理の流れを例示するシーケンスチャートである。なお、一部のステップは並行して、又は、順序を替えて実行されてもよい。

【 0 0 7 5 】

本実施形態において、中子セット場 A 1 に在る、作業者の目の前にある鋳型 2 の識別情報は、その位置との関係でラインコントローラ 5 0 が把握している。中子セット場 A 1 に在る、作業者の目の前にある鋳型 2 の検査結果の画像を、中子セット場 A 1 に在るディスプレイ 3 1 に表示又はプロジェクタ 8 0 により投影するため、ラインコントローラ 5 0 は、表示制御装置 1 0 に、中子セット場 A 1 の作業者の目の前にある鋳型 2 の検査結果画像を読み出すよう、鋳型 2 の識別情報を表示制御装置 1 0 に送信する。

20

【 0 0 7 6 】

ステップ S 1 0 1 において、ラインコントローラ 5 0 は、表示対象とする鋳型 2 を特定する。表示対象とする鋳型 2 の特定方法としては、例えば、ラインコントローラ 5 0 は、特定の位置にある鋳型 2 を特定する。特定の位置は例えば、中子セット場 A 1 に対応する位置である。ラインコントローラ 5 0 は、特定した鋳型 2 の識別情報を表示制御装置 1 0 に送信する。表示制御装置 1 0 は、ラインコントローラ 5 0 から識別情報を受信する。表示制御装置 1 0 の特定部 1 2 は、受信した識別情報に対応する鋳型 2 を、表示対象とする鋳型 2 として特定する。

30

【 0 0 7 7 】

ステップ S 1 0 2 において、特定部 1 2 は、特定した鋳型 2 の検査結果画像を補助メモリ 1 0 3 から読み出すことにより、検査結果を取得する。補助メモリ 1 0 3 に記憶された検査結果は、搬送路に沿って搬送される複数の鋳型 2 の各々の検査結果である。本実施形態では、特定部 1 2 は、ラインコントローラ 5 0 からの識別情報に基づいて、補助メモリ 1 0 3 に記憶されている検査結果画像（撮像画像と基準画像とのその差分に基づいた型落ち部分のオブジェクト画像）を読み出す。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 1 0 3 において、表示制御部 1 1 は、検査結果を示す画像データをプロジェクタ 8 0 に出力することにより、取得された検査結果により示される鋳型 2 の欠陥を示すマーカ画像を鋳型 2 に投影する。マーカ画像は例えば、鋳型 2 の欠陥の部分を中心とした矩形の枠画像、又は楕円画像であってもよく、また、鋳型 2 の欠陥の部分を示す矢印画像であってもよい。また、マーカ画像は、センサ 2 1 により撮影された鋳型 2 の撮像画像において、基準画像との差異がある部分が強調された（例えば、色付けされた）画像であってもよい。また、マーカ画像は、鋳型 2 の欠陥の位置を記した文字列（「右上部に型落ちあり」といった文字列、等）の画像を含んでもよい。

40

【 0 0 7 9 】

図 1 0 は、鋳型 2 に投影されるマーカ画像を例示した図である。図 1 0 の例では、鋳枠

50

3内の鑄型2において、検出された欠陥に対応する領域に矩形画像f11～f13が投影される。すなわち、この実施形態では、表示制御部11は、プロジェクタ80を制御して、マーカ画像を鑄型2の欠陥に対応する位置に投影する。更に、図10の例では、欠陥が検出された部分の大きさに相当する矩形図形を投影することにより、どの位置にどの程度の大きさの欠陥が検出されたかが表される。鑄型2は例えば、黒、白又はクリーム色であり、マーカ画像は例えば青白色である。なお、鑄型2及びマーカ画像の色はこれに限られず、他の色であってもよい。

【0080】

ところで、検査装置20における画像判定で型落ちのOK/NGを判定しても、鑄型2の形状によっては、型落ちのNGにする必要のない部分、例えば湯道と呼ばれる鑄物製品から切り離されるような部分にも、NG判定がされることがある。これをそのままNGとして注湯不可とすると、ライン全体の歩留まりが悪くなる。

10

【0081】

逆に、検査装置20における画像での型落ち判定がOKとなるような比較的小さな鑄型上の欠陥であっても、実際の鑄物製品になったときの製品不良として容認できないような欠陥もあり、このような鑄型に注湯して鑄物を制作すると、不良率が高まりライン全体の歩留まりが悪くなる。

【0082】

従い、その鑄型に注湯してよいか否かは、機械的な画像判定だけでなく、最終的に作業者がその画像による判定情報を参考にしながら、目視により最終判定をする必要がある。

20

【0083】

鑄造ライン上に居る作業者は、基本的に中子セット場A1か、注湯機60の周辺のみであり、型落ちを目視確認できるのは、現状の鑄造ラインでは中子セット場A1の作業者となる。

【0084】

一方で、型落ちを画像判定するための検査装置20は、中子セット場A1より少し手前の位置で撮像し、OK/NG判定することになるので、中子セット場A1の作業者に、目の前にある鑄型2の判定結果の画像を表示して見せるには、先に検査して記憶した画像を、その鑄型2が中子セット場A1にきた時点で、ラインコントローラ50の位置制御信号により表示制御装置10の検査結果テーブルから読み出して、ディスプレイ31に表示する。

30

【0085】

中子セット場A1の作業者は、ディスプレイ31に表示された画像を見ながら、目の前にある鑄型の画像、特に型落ち(NG)であると表示された部分を目視し、画像判定通りにNGとするか、そのまま注湯しても問題ないかを判定する。作業者は、自身の判定結果(OK/NG)を入出力装置30の操作部を用いて入力する。

【0086】

作業者による目視判定結果の入力は、簡易な2つのボタンでもよいし、PCのキーでもよいし、音声による入力その他、各種の公知の入力手段が採用され得る。中子セット場A1の作業者は、中子セットのほか、型合わせ前の各種作業があり、型落ちの目視判定・結果の入力をゆっくり行う時間がない。そのため、簡易に目視による判定結果を入力できることが好ましい。

40

【0087】

作業者の入力した目視判定結果(OK/NG)は、ラインコントローラ50に送信され、鑄型管理テーブルの目視判定結果として記憶される。

【0088】

以下に、図11(a)にラインコントローラ50における鑄型管理テーブルの更新プロセスのフローチャートを示す。なお、一部のステップは並行して、又は、順序を替えて実行されてもよい。

【0089】

50

ステップ S 2 0 1 において、ラインコントローラ 5 0 は、入出力装置 3 0 から作業による判定結果を示す情報を受信する。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 2 0 2 において、ラインコントローラ 5 0 は、受信した判定結果を鑄型管理テーブルに登録する。

【 0 0 9 1 】

このように、中子セット場に居る作業者の目視による判定結果がラインコントローラ 5 0 に更新されることにより、図 7 に示すように、個々の鑄型ごとに、注湯可否の情報が鑄型管理テーブルに登録されていくことになる。

【 0 0 9 2 】

次に、上記のように注湯可否情報を更新登録した鑄型管理テーブルに基づき、ラインコントローラ 5 0 による注湯制御について、図 1 1 (b) を用いて説明する。

【 0 0 9 3 】

図 1 1 (b) はラインコントローラ 5 0 による注湯機 6 0 への注湯制御のフローチャートを示す。なお、一部のステップは並行して、又は、順序を替えて実行されてもよい。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 2 0 3 において、ラインコントローラ 5 0 は、注湯機 6 0 に到着している鑄型 2 を鑄型 I D にて特定する。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 2 0 4 において、注湯機 6 0 に到着している鑄型 2 を鑄型 I D に基づき、その鑄型の注湯可否を示す注湯可否信号を読み出す。

【 0 0 9 6 】

ステップ S 2 0 5 において、注湯可否信号が「注湯不可」の場合、ラインコントローラ 5 0 は、注湯機 6 0 に対し、注湯不可信号を出力する(ステップ S 2 0 6)。注湯機 6 0 は、この「注湯不可」の信号を受信すると、その鑄型には注湯を行わずに工程を進める。

【 0 0 9 7 】

一方、ステップ S 2 0 5 において、注湯可否信号が「注湯可」の場合、ラインコントローラ 5 0 は、注湯機 6 0 に対し、注湯可信号を出力する(ステップ S 2 0 7)。なお、この注湯機 6 0 に対するラインコントローラ 5 0 による「注湯可」信号の出力は、場合によっては無くても良い。これは、注湯機 6 0 が通常は到着した鑄型すべてに順次注湯することを基本に動作するため、注湯機 6 0 がラインコントローラ 5 0 から「注湯不可」の信号を受信しなければ、すべて注湯するように制御されることにより実現される。

【 0 0 9 8 】

このようにして、注湯機 6 0 は、注湯機 6 0 の位置に到着した鑄型 2 に対し、ラインコントローラ 5 0 から受信した注湯可否信号に基づき注湯制御を行う。受信した注湯可否信号が「可」を示す場合、もしくは何も信号を受信しない場合、注湯機 6 0 は鑄型 2 に対し注湯を行う。一方、受信した注湯可否信号が「不可」を示す場合、注湯機 6 0 は鑄型 2 に対し注湯を行わない。

【 0 0 9 9 】

本実施形態では、搬送路に沿って搬送される鑄型 2 上に、鑄型 2 の検査結果を示すマーカ画像が投影される。したがって、鑄型 2 の近くに居る作業(例えば、中子のセット作業を行う作業)は、作業対象である鑄型 2 の検査結果を、鑄型 2 を視認するだけで把握することができる。すなわち、作業は、作業対象である鑄型 2 の検査結果を、別途設けられたディスプレイ等により確認する必要がない。これにより、作業対象である鑄型 2 の検査結果の把握に要する時間が短縮される。

【 0 1 0 0 】

なお、この実施形態 1 では、表示制御装置 1 0 はラインコントローラ 5 0 とは別体の装置として構成されていた。これに代えて、ラインコントローラ 5 0 が表示制御装置 1 0 の機能を有していてもよい。すなわち、ラインコントローラ 5 0 と表示制御装置 1 0 とが一体の装置として構成されていてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 1 】

また、この実施形態 1 では、鋳型管理テーブルがラインコントローラ 5 0 の補助メモリに記憶されている構成を説明したが、鋳型管理テーブルは、表示制御装置 1 0 の補助メモリ 1 0 3 に記憶されていてもよく、また、他の装置に記憶されていてもよい。また、実施形態 2 では、鋳型 2 の検査結果が表示制御装置 1 0 の補助メモリ 1 0 3 に記憶されている構成を説明したが、鋳型 2 の検査結果が表示制御装置 1 0 に記憶されておらず、他の装置に記憶されていてもよい。

【 0 1 0 2 】

〔実施形態 2〕

本発明の他の実施形態について説明する。この実施形態が上述した実施形態 1 と異なる点は、表示制御装置 1 0 が行う鋳型 2 の検査結果の表示処理（図 9 のステップ S 1 0 3 の処理）の内容が異なる点である。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。

10

【 0 1 0 3 】

図 1 2 は、実施形態 2 に係る表示制御装置 1 0 B の概略構成を示すブロック図である。上述の実施形態 1 では、表示制御装置 1 0 の表示制御部 1 1 は、プロジェクタ 8 0 を制御して鋳型の欠陥を示すマーカ画像を鋳型 2 に投影した。それに対しこの実施形態では、表示制御部 1 1 は、レーザ光源 9 0 を制御して鋳型 2 にレーザ光を照射することにより、鋳型 2 上にマーカを光学的に表示する。

【 0 1 0 4 】

この例で、表示制御部 1 1 は、レーザ光源 9 0 を制御して、レーザ光を鋳型 2 の欠陥部分に対応する位置に照射する。より具体的には、表示制御部 1 1 は、所定の単位時間毎にレーザ光の照射方向を切り替えて鋳型 2 上の照射位置を単位時間毎に変化させ、その切り替え処理を繰り返すことにより、鋳型 2 の欠陥部分を囲む図形をレーザ光により鋳型 2 上に形成する。

20

【 0 1 0 5 】

図 1 3 は、鋳型 2 に照射されるレーザ光を例示した図である。図 1 3 の例では、鋳型 2 において、検出された欠陥部分を囲む図形 $f 2 1 \sim f 2 3$ が形成される。更に図 1 3 の例では、レーザ光により、欠陥が検出された部分の大きさに相当する矩形図形（マーカ画像）が形成される。これにより、どの位置にどの程度の大きさの欠陥が検出されたかが表される。鋳型 2 は例えば、黒、白又はクリーム色であり、マーカ画像は例えば青白色である。なお、鋳型 2 及びマーカ画像の色はこれに限られず、他の色であってもよい。

30

【 0 1 0 6 】

この実施形態において、表示制御部 1 1 は、欠陥の態様に応じてレーザ光の照射態様を異ならせてもよい。欠陥の態様は例えば、欠陥の位置、形状、又は大きさである。レーザ光の照射態様は例えば、レーザ光の照射位置、照射方向、光の強度、レーザ光の色、又は点灯パターンである。例えば、表示制御部 1 1 は、欠陥の大きさによってレーザ光の色又は強度を異ならせてもよい。

【 0 1 0 7 】

また、この実施形態において、表示制御部 1 1 は、複数のレーザ光源を制御し、鋳型 2 へのレーザ光の照射を制御してもよい。例えば、表示制御部 1 1 は、レーザ光の色がそれぞれ異なる複数のレーザ光源を制御し、鋳型 2 に照射するレーザ光の色を欠陥の大きさによって異ならせてもよい。

40

【 0 1 0 8 】

〔実施形態 3〕

図 1 4 は、本実施形態に係る鋳造システム 1 C の概略構成を示す図である。図 1 4 の例では、1 つの工場の中に複数の鋳造ライン L 1、L 2、L 3、... が併設されている。鋳造ライン L 1、L 2、L 3、... はそれぞれ、図 2 に示した鋳造システム 1 を含む。特に、鋳造ライン L 1、L 2、L 3、... はそれぞれ、表示制御装置 1 0、入出力装置 3 0、ラインコントローラ 5 0、及びゲートウェイ G W を含む。表示制御装置 1 0、入出力装置 3 0、

50

及びラインコントローラ 50 は、上述の実施形態 1 のそれらと同様である。

【0109】

表示制御装置 10、ラインコントローラ 50、及び入出力装置 30 に記憶されている各データは、ゲートウェイ GW、及びネットワーク 4 を通じてその工場の管理サーバ 5 に統合して整理及び管理される。

【0110】

統合・整理された管理サーバ 5 のデータは、現状の、あるいは過去データを含むトレーサビリティデータとして工場管理の PC 又はモバイル端末等の監視モニタ 6 に、その状況が表示される。監視モニタ 6 には、各ラインの稼働状況、型落ち状況（不良率、等）、不良原因の解析、対策アドバイス、等が表示される。例えば、その工場の各ラインでの全体の不良率のほか、型落ちの有無、どのラインでいつ型落ちが発生したか、といった内容がグラフィックで表示される。

10

【0111】

型落ちしているとの情報に関しては、その鑄型 2 に関する他の情報、例えば、その鑄型 2 に関する砂性状データ、造型時の制御データ、鑄型強度の特定結果データ、気温、温度等の外部情報、実際の検査結果画像、も表示される。

【0112】

トレーサビリティデータとしては、過去の不良率と、不良に占める型落ちによる不良発生率の表示、対策のアドバイス等を行えるようになっている。

【0113】

〔実施形態 4〕

図 15 は、本実施形態に係る鑄造システム 1D の概略構成を示す図である。鑄造システム 1D は、1つの工場 8 の中に複数の鑄造ラインが併設された鑄造システム 1C を、複数備える。各鑄造システム 1C では、鑄造ライン毎に管理が行われる。各鑄造システム 1C の管理サーバ 5 は、ネットワーク 4 を介して統合監視サーバ 7 と接続される。統合監視サーバ 7 は、複数の管理サーバ 5 からデータを受信し、データの整理及び管理を行う。

20

【0114】

本実施形態では、複数ラインを含む工場を、複数監視することができる。この場合、工場毎の管理は、上述の実施形態 3 のそれと同様である。

【0115】

多工場の管理においては、各工場の統合監視サーバ 7 に整理、記憶された各種データが、ネットワーク 4 を通じて、各工場 8 の管理サーバ 5 に集められる。集められた各種データは、実施形態 3 と同様に、整理及び記憶され、各工場 8 において、不良率や、型落ちの状況を画面等で監視できるようになっている。

30

【0116】

〔変形例〕

上述の実施形態 1 において、表示制御部 11 が、搬送装置 70 により搬送される鑄型 2 の位置に追従させて、マーカ画像の投影方向（又はレーザ光の照射方向）を変更してもよい。この場合、表示制御部 11 は、ラインコントローラ 50 から鑄型 2 の位置に関する情報を取得し、取得した情報に従って投影方向（又は照射方向）を制御する。位置に関する情報は例えば、プロジェクタ 80 に対する鑄型 2 の相対的な位置を示す情報、鑄型 2 の絶対位置を示す情報、搬送装置 70 による鑄型 2 の搬送速度である。この態様によれば、鑄型 2 が移動する場合であっても、マーカを鑄型 2 の位置に追従させて鑄型 2 上にマーカを光学的に表示することができる。これにより、鑄型 2 の作業者は、作業対象である鑄型 2 の検査結果を、鑄型 2 を視認するだけで把握することができる。

40

【0117】

上述の各実施形態では、鑄型 2 の検査結果を鑄型 2 上に光学的に表示する場合の構成を説明した。本発明に係る表示制御装置は、上述した実施形態で示したシステム以外のシステムにも適用され得る。例えば、本発明に係る表示制御装置は、鑄型を用いて製造された鑄物の欠陥を検査した検査結果を、その鑄物上に光学的に表示してもよい。

50

【 0 1 1 8 】

上述の実施形態 1 では、表示制御装置 1 0 は、ディスプレイ 3 1 に鑄型 2 の検査結果を表示させる制御を行った。鑄造システム 1 がディスプレイ 3 1 を備えない構成であってもよい。この場合、作業者は、鑄型 2 上に光学的に表示される検査結果を目視することにより、鑄型 2 の検査結果を把握する。

【 0 1 1 9 】

上述の各実施形態における表示制御装置 1 0 が実装する機能が、複数の装置により分担されて実装されてもよい。例えば、上記実施形態 1 に係る表示制御装置 1 0 の少なくとも一部の機能が、クラウド上のサーバに実装されていてもよい。この場合、表示制御装置 1 0 とサーバがネットワークを介して通信することにより、上記実施形態 1 に係る表示制御装置 1 0 が実現される。

10

【 0 1 2 0 】

この場合、サーバは、型落ち検出装置として演算と画像データの保管機能に加えて、型落ちが発生しないようにするために砂性状や造型時のデータとの関連を分析して、対策などをアドバイスする。

【 0 1 2 1 】

サーバには例えば、鑄型 2 の検査に関するデータ、及び、ライン上の各装置から得られる分析用データが蓄積される。鑄型 2 の検査に関するデータは例えば、検査装置 2 0 で撮影した画像と検査に使用した基準画像、検査結果画像に型落ち部分をマーキングした合成画像、検査処理に関するパラメータである。分析用データは例えば、造型前の砂性状（C B、水分、砂温、圧縮強度、通気度、等）、造型時の制御データ（エアレーション波形、スクイズ圧力波形、離型剤の塗布量、等）、造型後の鑄型強度測定データ、工場の環境データ（気温、湿度、等）、である。ライン上の分析用データは、検査データと紐付けされて保管される。

20

【 0 1 2 2 】

サーバが提供する機能は例えば、過去の不要発生状況の推移確認（年／月／日別や製品別の見える化など）、過去の蓄積データから不良率予測や対策のアドバイス、である。

【 0 1 2 3 】

〔ソフトウェアによる実現例〕

表示制御装置 1 0、検査装置 2 0、入出力装置 3 0、及びラインコントローラ 5 0 の制御ブロック（特に表示制御部 1 1 及び特定部 1 2）は、集積回路（ICチップ）等に形成された論理回路（ハードウェア）によって実現してもよいし、ソフトウェアによって実現してもよい。

30

【 0 1 2 4 】

後者の場合、表示制御装置 1 0、検査装置 2 0、入出力装置 3 0、及び／又はラインコントローラ 5 0 は、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するコンピュータを備えている。このコンピュータは、例えば 1 つ以上のプロセッサを備えていると共に、上記プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を備えている。そして、上記コンピュータにおいて、上記プロセッサが上記プログラムを上記記録媒体から読み取って実行することにより、本発明の目的が達成される。上記プロセッサとしては、例えば CPU（Central Processing Unit）を用いることができる。上記記録媒体としては、「一時的でない有形の媒体」、例えば、ROM（Read Only Memory）等の他、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、プログラマブルな論理回路などを用いることができる。また、上記プログラムを展開する RAMなどをさらに備えていてもよい。また、上記プログラムは、該プログラムを伝送可能な任意の伝送媒体（通信ネットワークや放送波等）を介して上記コンピュータに供給されてもよい。なお、本発明の一態様は、上記プログラムが電子的な伝送によって具現化された、搬送波に埋め込まれたデータ信号の形態でも実現され得る。

40

【 0 1 2 5 】

〔付記事項〕

50

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。上述した実施形態に含まれる個々の技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても、本発明の技術的範囲に含まれる。

【符号の説明】

【 0 1 2 6 】

1	鑄造システム	
2	鑄型	
3	鑄枠	
10、10B	表示制御装置	
11	表示制御部	10
12	特定部	
20	検査装置	
21	センサ	
30	入出力装置	
40	造型機	
50	ラインコントローラ	
60	注湯機	
70	搬送装置	
80	プロジェクタ	
90	レーザ光源	20
101	プロセッサ	
102	主メモリ	
103	補助メモリ	
104	入力インタフェース	
105	出力インタフェース	
A1	中子セット場	
f11 ~ f13	矩形画像	
f21 ~ f23	図形	
m1 ~ m2	マーカ画像	
P1 ~ P19	位置	30
w1	壁面	

【図面】
【図 1】

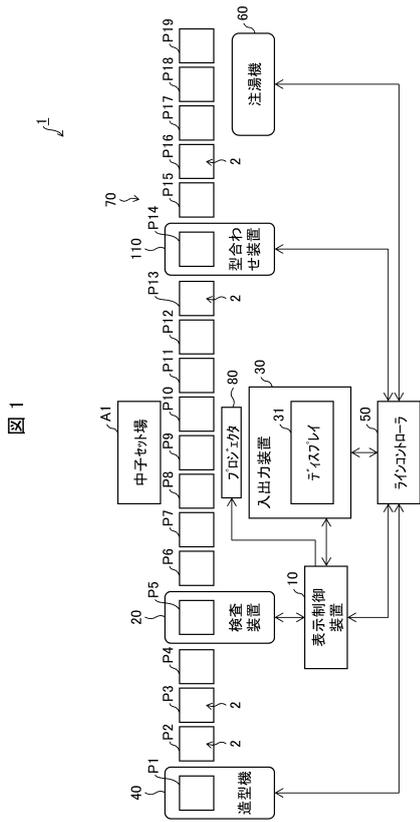


図 1

【図 3】

図 3

パターンコード	基準画像 フィルタNo
...	...
10	S10
11	S11
...	...
...	...

【図 2】

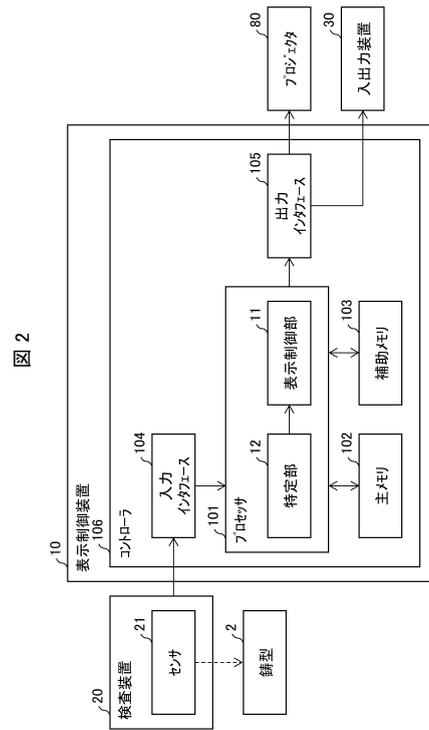
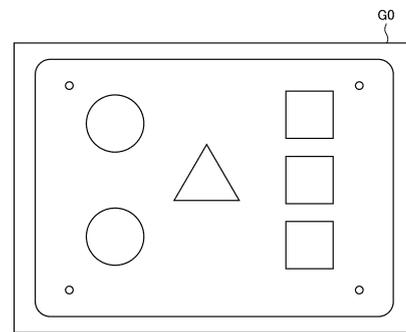


図 2

【図 4】

図 4



10

20

30

40

50

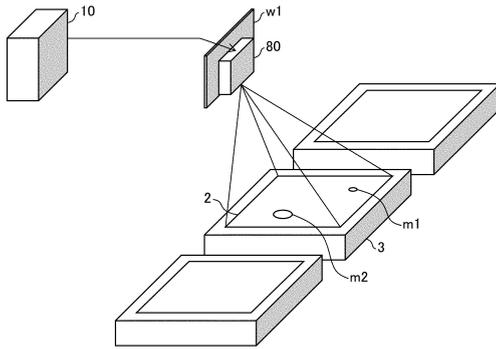
【図 5】

図 5

鑄型 ID	パターンコード	検査日時		検査結果	
				判定	検査結果画像 フォルト No
1001	10	2019.12.01	10:30:00	OK	K1
1002	11	2019.12.01	10:30:30	OK	K2
1003	10	2019.12.01	10:31:00	OK	K3
1004	11	2019.12.01	10:31:30	NG	K4
...
...

【図 6】

図 6



10

【図 7】

図 7

鑄型 ID	パターンコード	位置	鑄型検査結果		...
			判定	注湯可否	
1001	10	P19	OK	可	...
1002	11	P18	OK	可	...
1003	10	P17	OK	可	...
1004	11	P16	NG	不可	...
...
...

【図 8】

図 8



20

30

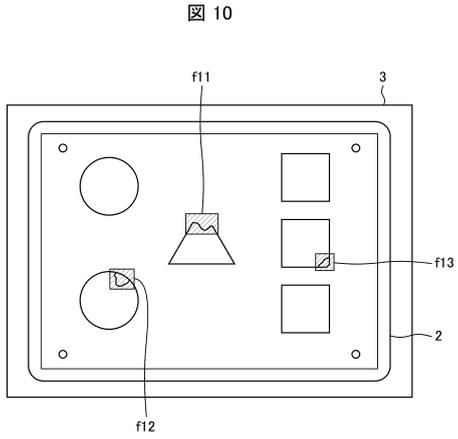
40

50

【図 9】

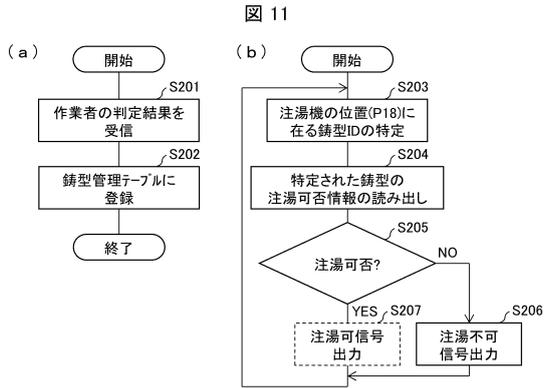


【図 10】



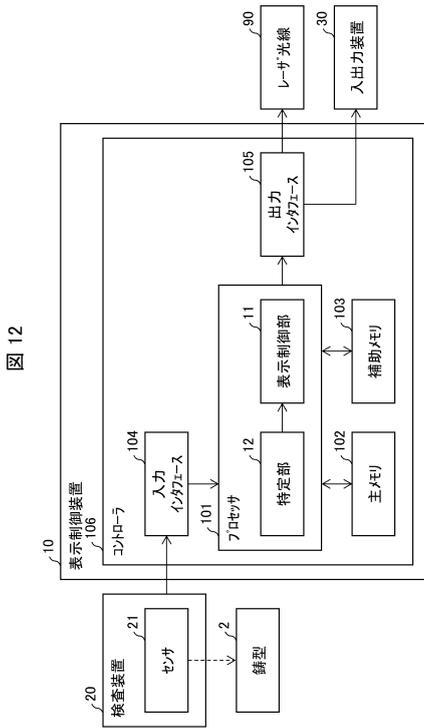
10

【図 11】



20

【図 12】

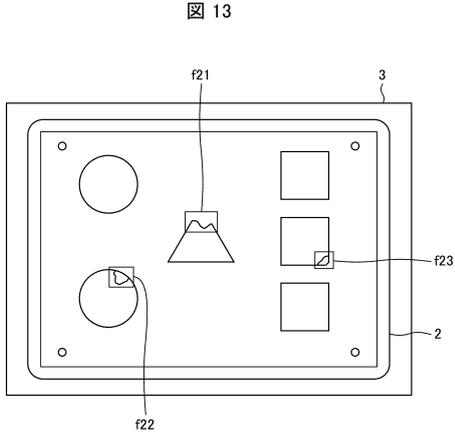


30

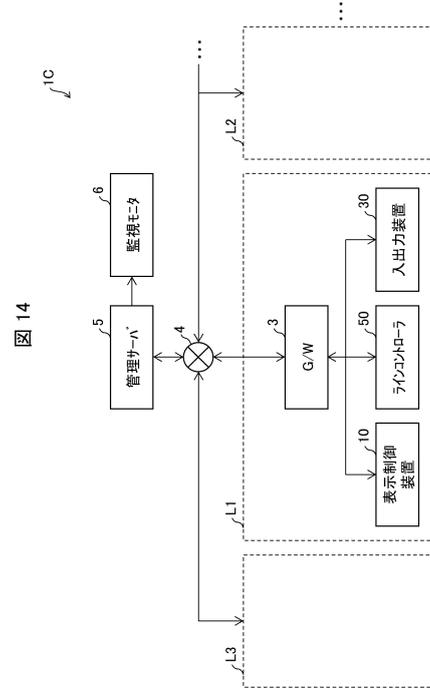
40

50

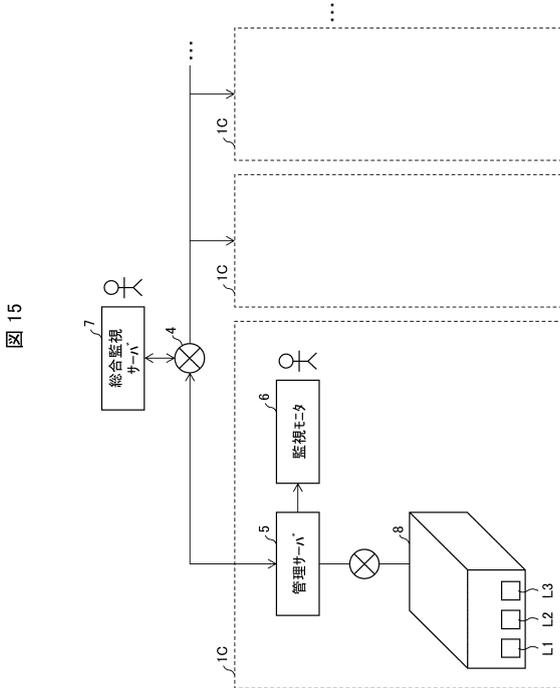
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (51)国際特許分類
- | | | | | |
|--------------------------------|---------|-------|--|---|
| | F I | | | |
| G 0 1 N 21/88 (2006.01) | G 0 1 N | 21/88 | | J |
- (56)参考文献
- 特開 2 0 1 8 - 0 4 0 7 6 7 (J P , A)
 - 国際公開第 2 0 1 8 / 2 1 6 4 9 5 (W O , A 1)
 - 特開 2 0 1 0 - 1 3 9 4 6 1 (J P , A)
 - 特表 2 0 0 7 - 5 3 2 9 1 0 (J P , A)
 - 特開 2 0 1 9 - 1 4 8 4 9 7 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)
- B 2 2 D 4 7 / 0 2
 - G 0 1 N 2 1 / 8 4 - G 0 1 N 2 1 / 9 5 8
 - G 0 9 G 5 / 0 0