

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年12月12日(12.12.2024)

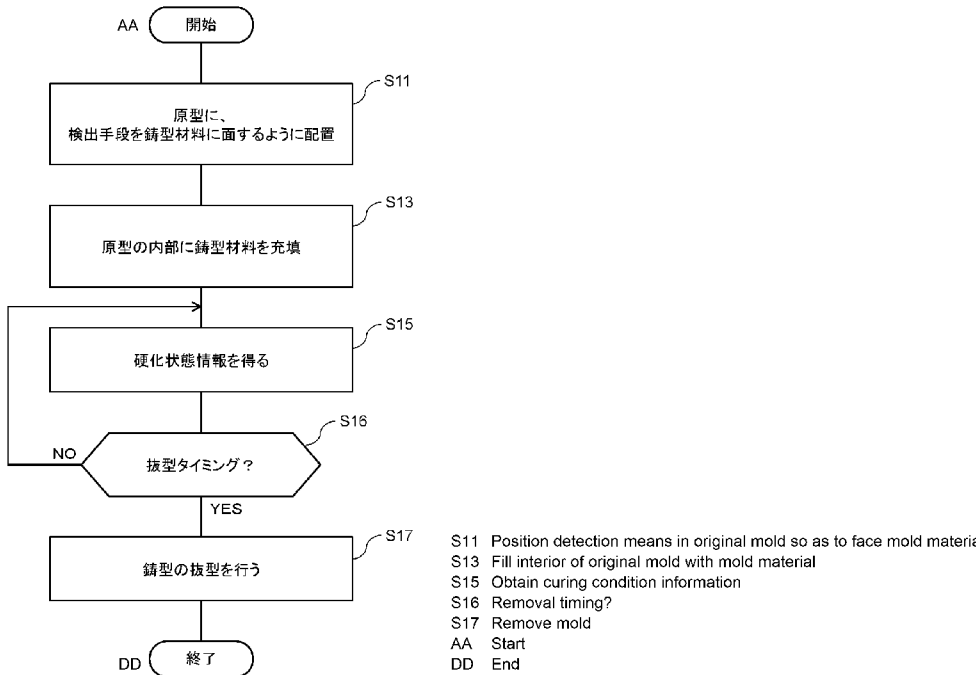


(10) 国際公開番号
WO 2024/253072 A1

- (51) 国際特許分類:
B22C 9/02 (2006.01) *B22C 1/22* (2006.01)
B22C 1/18 (2006.01) *B22C 9/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/020267
- (22) 国際出願日: 2024年6月3日(03.06.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-094089 2023年6月7日(07.06.2023) JP
- (71) 出願人: 花王株式会社(**KAO CORPORATION**)
[JP/JP]; 〒1038210 東京都中央区日本橋茅場町一丁目14番10号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松尾 俊樹 (**MATSUO Toshiki**);
〒1038210 東京都中央区日本橋茅場町1-14-10 花王株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 速水 進治(**HAYAMI Shinji**); 〒1410031
東京都品川区西五反田7丁目9番2号 KDX五反田ビル9階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ,

(54) **Title:** MOLD PRODUCTION METHOD, MOLD PRODUCTION SYSTEM, INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING SYSTEM, INFORMATION PROCESSING METHOD, COMPUTER PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 鋳型作製方法、鋳型作製システム、情報処理装置、情報処理システム、情報処理方法、コンピュータプログラム、および記録媒体



(57) **Abstract:** This mold production method includes positioning (step S11) a detection means in advance in an original mold for producing a mold, prior to filling the same with a mold material, such that the detection means, which generates curing condition information capable of specifying the curing condition of the mold material, will face the mold material



NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

when the original mold has been filled with the mold material, then filling (step S13) the interior of the original mold with the mold material, using the curing condition information during curing of the mold material to determine (step S16) the removal timing at which the mold should be removed, and removing (step S17) the mold at the removal timing.

(57) 要約: 鋳型作製方法は、鋳型を作製するための原型に、鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を生成する検出手段を、鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置し(ステップS11)、その後、原型の内部に鋳型材料を充填し(ステップS13)、鋳型材料の硬化中に、硬化状態情報を用いて、鋳型を抜型すべき抜型タイミングを判断し(ステップS16)、当該抜型タイミングで鋳型の抜型を行う(ステップS17)、ことを含む。

明 細 書

発明の名称：

鋳型作製方法、鋳型作製システム、情報処理装置、情報処理システム、情報処理方法、コンピュータプログラム、および記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、鋳造用の鋳型作製方法、鋳型作製システム、情報処理装置、情報処理システム、情報処理方法、コンピュータプログラム、および記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 鋳造用の鋳型として、砂型は広く用いられており、一般には、原型に鋳型材料を充填し、鋳型を硬化させた後には、抜型工程が必ず含まれる。抜型工程では、鋳型を慎重に原型から取り出すことが必要であるが、抜型時の鋳型の強度が十分でないと、鋳型の破損や変形、寸法変化が生じ適正な鋳型が得られない。一方で、鋳型の生産性の面ではより早く抜型することが求められるため、抜型時、強度が不十分なまま抜型してしまうことがある。このような事態を防ぐため、鋳型の製造に使用した混錬砂を用いて別取りでテストピースを造型し強度を測定することが行われている。しかしながら、実際の製品鋳型とは形状が異なるため、参考にはなるものの必ずしも実鋳型の強度とは一致していない。

[0003] そこで、抜型前の鋳型の強度を測定し、抜型による鋳型の崩れや歪みの発生を抑制する技術の一例が特許文献1に記載されている。特許文献1に記載の鋳型強度計測装置は、製品面及び製品面の反対側の背面を有する鋳型の強度に関する情報を取得する。この鋳型強度計測装置は、切削工具とプローブとを備える。切削工具は、鋳型に背面から製品面に向けて延びる有底の穴を形成する。測定プローブは、穴に挿入可能であり、穴の底部から受けた反力を計測する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 2 3 － 3 8 4 7 2 号公報

発明の概要

[0005] 本発明の各側面では、上述した課題を解決するために、それぞれ以下の構成を採用する。

[0006] 第一の側面は、鋳型作製方法に関する。

第一の側面の鋳型作製方法は、

鋳型を作製するための原型に、鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を生成する検出手段を、前記鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置し、

その後、前記原型の内部に前記鋳型材料を充填し、

前記鋳型材料の硬化中に、前記硬化状態情報を得て、

得られた前記硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであると判定した後、前記鋳型の抜型を行う、ことを含む。

[0007] 第二の側面は、情報処理装置に関する。

第二の側面に係る情報処理装置は、

鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する受信部と、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定部と、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力部と、を有する。

[0008] 第三の側面は、1 以上のコンピュータにより実行される情報処理方法に関する。

第三の側面に係る情報処理方法は、

1 以上のコンピュータが、

鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に

面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信し、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定し、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する、ことを含む。

[0009] 第四の側面は、鋳型作製システムに関する。

第四の側面に係る鋳型作製システムは、

鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を生成する検出手段を、前記鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように有する原型と、
情報処理装置と、を備え、

前記情報処理装置は、

前記検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する受信部と、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定部と、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力部と、を有し、

前記原型の内部への前記鋳型材料の充填後、

前記情報処理装置が、

前記鋳型材料の硬化中に、前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を生成する検出手段から、前記硬化状態情報を得て、

得られた前記硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定し、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する。

[0010] なお、本発明の他の側面としては、上記第三の側面の方法を少なくとも1つのコンピュータに実行させるプログラムであってもよいし、このようなプ

プログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記録媒体であってもよい。この記録媒体は、非一時的な有形の媒体を含む。

このコンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されたとき、コンピュータに、情報処理装置上で、その制御方法を実施させるコンピュータプログラムコードを含む。

[0011] なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

[0012] また、本発明の各種の構成要素は、必ずしも個々に独立した存在である必要はなく、複数の構成要素が一個の部材として形成されていること、一つの構成要素が複数の部材で形成されていること、ある構成要素が他の構成要素の一部であること、ある構成要素の一部と他の構成要素の一部とが重複していること、等でもよい。

[0013] また、本発明の方法およびコンピュータプログラムには複数の手順を順番に記載してあるが、その記載の順番は複数の手順を実行する順番を限定するものではない。このため、本発明の方法およびコンピュータプログラムを実施するときには、その複数の手順の順番は内容的に支障のない範囲で変更することができる。

[0014] さらに、本発明の方法およびコンピュータプログラムの複数の手順は個々に相違するタイミングで実行されることに限定されない。このため、ある手順の実行中に他の手順が発生すること、ある手順の実行タイミングと他の手順の実行タイミングとの一部ないし全部が重複していること、等でもよい。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]鋳物製造工程を説明するための図である。

[図2]実施形態に係る鋳型作製方法の手順を示すフローチャートである。

[図3]実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の第1の配置例を示す図である。

[図4]図3の第1の配置例の変形例を示す図である。

[図5]実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の第2の配置例を示す図である。

[図6]実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の第3の配置例を示す図である。

[図7]実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の第4の配置例を示す図である。

[図8]図7の第4の配置例の変形例を示す図である。

[図9]本実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の第5の配置例を示す図である。

[図10]実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の第6の配置例を示す図である。

[図11]鋳型製造装置を模式的に示す概略図である。

[図12]実施形態に係る鋳物製造工程を説明するための図である。

[図13]実施形態に係る情報処理システムのシステム構成を概念的に示す図である。

[図14]情報処理装置を実現するコンピュータのハードウェア構成を例示するブロック図である。

[図15]実施形態に係る情報処理装置の論理的な構成を示す機能ブロック図である。

[図16]センサ情報のデータ構造例を示す図である。

[図17]鋳型情報のデータ構造例を示す図である。

[図18]センサ設置情報のデータ構造例を示す図である。

[図19]硬化状態情報のデータ構造例を示す図である。

[図20]出力画面の一例を示す図である。

[図21]実施形態に係る情報処理装置の動作例を示すフローチャートである。

[図22]図21のステップS105の出力処理の詳細を示すフローチャートである。

[図23]実施形態に係る情報処理装置の論理的な構成を示す機能ブロック図で

ある。

[図24]抜型履歴情報のデータ構造例を示す図である。

[図25]実施形態に係る情報処理装置の動作例を示すフローチャートである。

[図26]他の実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の配置例を示す図である。

[図27]図9の第5の配置例で配置されるセンサの具体的な設置例を示す図である。

[図28]図27の設置例で使用する容器の他の形状の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 上記した特許文献1に記載の技術においては、鋳型の製品面と反対側の背面から製品面に向けて測定プローブを挿入して鋳型の強度を測定している。また、特許文献1には、穴の深さが、前記背面と前記製品面との間の距離の $1/2$ 以上にする事で、鋳型の性能に影響する鋳型の製品面に「近い部分」の強度を計測することができることが記載されている。このため、特許文献1に記載の技術では、鋳型の製品面側の強度は測定できない。そのため、鋳型の形状においてサイズや厚みや高さが大きい場合に、鋳型の製品面側の硬化が外側に比較して遅れることにより鋳型内部の製品面側の強度が不足し、抜型時に製品面側の鋳型が崩れたり変形したりすることを防ぐことができない。

[0017] 特に、混錬砂を原型に充填後、時間と共に鋳型の強度が上昇し、抜型可能な鋳型強度となった時点で抜型する自硬性鋳型や、硬化ガスを通気させて硬化反応させるガス硬化鋳型の場合、製品面側の強度を把握し、抜型可能かどうかを判断することは鋳型の破損、変形を防ぐ意味で重要である。

[0018] さらに、鋳型内部の水分の揮発や粘結剤中に含まれる水や溶剤の揮発が鋳型の硬化を促進させるタイプの粘結剤を用いた場合、製品面側が最も水分、溶剤の揮発に不利であり、通常最も硬化がしにくい。さらには、様々な鋳型大きさ、形状があった場合、水分、溶剤の揮発は、個々の鋳型形状により変わってくるため、同一の硬化条件で設定しても個々の製品面の硬化状態がそ

れぞれの鋳型で異なる上、場所によっても異なることがある。

[0019] このような中、抜型の際には、最も強度が低い部分が破損、変形することが多いため、製品面側の強度を把握し、適切なタイミングで抜型できるか判断できることは、不良低減や鋳型の生産性向上に寄与できる。

[0020] 特に、自硬性鋳型の中でも、脱水縮合反応で硬化が進む酸硬化性フラン樹脂や、酸硬化性フェノール樹脂、エステル硬化型のアルカリフェノール樹脂を用いた場合、水が揮発しにくい製品面での硬化が特に遅い一方、外気と接していて水が揮発しやすい背面（製品面と反対側）の硬化が早いため、外部から測定可能な背面の硬さのみで硬化を判断してしまい製品面が未硬化であったという事が発生し、抜型までの時間に余裕を持つことが多かった。また更に、背面と製品面での硬化度合の差は、鋳型の高さが高いほど差が大きいいため、様々な高さの鋳型を製造する自硬性鋳型の場合、抜型可能な時間の見極めは更に難しかった。

[0021] 本開示は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、鋳型の形状やサイズにかかわらず、鋳型の外側からは判断しにくい鋳型内部の製品面側の強度が抜型に最適なタイミングを特定できる技術を提供することにある。

[0022] 上記各側面によれば、鋳型の形状やサイズにかかわらず、鋳型の外側からは判断しにくい鋳型内部の製品面側の強度が抜型に最適なタイミングを特定できる技術を提供できる。

[0023] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。また、以下の各図において、本発明の本質に関わらない部分の構成については省略してあり、図示されていない。

[0024] 実施形態において「取得」とは、自装置が他の装置や記憶媒体に格納されているデータまたは情報を取りに行くこと（能動的な取得）、および、自装置に他の装置から出力されるデータまたは情報を入力すること（受動的な取得）の少なくとも一方を含む。能動的な取得の例は、他の装置にリクエスト

または問い合わせしてその返信を受信すること、及び、他の装置や記憶媒体にアクセスして読み出すこと等がある。また、受動的な取得の例は、配信（または、送信、プッシュ通知等）される情報を受信すること等がある。さらに、「取得」とは、受信したデータまたは情報の中から選択して取得すること、または、配信されたデータまたは情報を選択して受信することであってもよい。

[0025] （第 1 実施形態）

＜鋳型の製造工程＞

図 1 は、鋳物製造工程を説明するための図である。

鋳物製造工程は、鋳型の造型工程 S 1 と、鋳型の抜型工程 S 2 と、注湯工程 S 3 と、を含む。

まず、造型工程 S 1 は、珪砂または人工砂などの耐火性粒子を、ホッパ 210 から混練機 220 に投入する。混練機 220 には、さらに、粘結剤と硬化剤が投入される。

[0026] 耐火性粒子と、粘結剤と、硬化剤が混練された鋳型材料 30 は、混練機 220 から、底板 22、製品部 24、および鋳枠 26 を組んだ原型 20 に充填され、砂型が造型される。なお、底板 22、製品部 24、および鋳枠 26 は例えば木型である。

[0027] 耐火性粒子としては、例えば珪砂、ジルコン、クロマイト、オリビン、アルミナ、合成ムライト等の単独砂あるいは混合砂を用いることができ、新砂および再生砂のいずれであってもよい。なお、再生砂とは、鋳型に使用されたことのある耐火性粒子を機械研磨や焙焼などの再生処理を行った耐火性粒子である。

[0028] 粘結剤としては、特に限定されないが、自硬性樹脂を用いた場合、経時で強度が上昇し所定の抜型強度になった時点で抜型でき、鋳型の生産性を高めることが出来るため、有用である。特に水や溶剤等の存在が硬化反応の進行を妨げる脱水縮合反応で硬化が進む酸硬化性樹脂であるフラン樹脂、フェノール樹脂やエステル硬化性樹脂であるアルカリフェノール樹脂といった有機

自硬性樹脂や水ガラス等の無機自硬性樹脂に対して有用である。

[0029] 硬化剤は、粘結剤に硬化反応を生じさせる触媒や反応成分である。粘結剤が有機自硬性樹脂の場合、硬化剤は、通常液状の硬化剤を用いる。フラン樹脂、フェノール樹脂の場合、硫酸、リン酸、有機スルホン酸を含む酸性の硬化触媒が用いられ、アルカリフェノール樹脂の場合は、加水分解度及び相溶性の大小によって硬化速度が調節できる有機エステルを硬化剤として用いることができる。粘結剤が無機自硬性樹脂の場合、硬化剤は、加水分解度及び相溶性の大小によって硬化速度が調節できる有機エステルを用いることができる。これらは、単独で用いられることもあるが、硬化速度の異なる２種、３種の硬化剤を、砂の温度や気温、湿度等に応じて、それぞれの添加量を調節し、自動的に添加されることもある。

[0030] 造型工程Ｓ１にて砂型が造型された後、鑄型材料３０に含まれる粘結剤が硬化剤によって重合反応を起こし、造型砂３２が硬化し、抜型工程Ｓ２に進む。抜型工程Ｓ２では、抜型装置２４０により、原型２０から造型砂３２を抜くことで、鑄型１０（例えば、上型１０ａと下型１０ｂ）が作製される。作製された上型１０ａと下型１０ｂは組み合わせられて鑄型１０として次の注湯工程Ｓ３で使用される。ただし、抜型工程Ｓ２は、必ずしも抜型装置２４０を用いなくてもよく、作業者が手動で抜型を行ってもよい。

[0031] 次に、注湯工程Ｓ３では、上型１０ａと下型１０ｂを型合わせした鑄型１０に熔融金属２５０を注入する。そして、熔融された金属が冷却し、固化した後、それを製品２６０として鑄型１０から取り出す。なお、鑄型１０の砂は再生処理され、再生砂２７０として再び造型工程Ｓ１で利用することができる。

[0032] ＜鑄型作製方法＞

上記した図１の造型工程Ｓ１で原型２０に鑄型材料３０が充填された造型砂３２の粘結剤が硬化剤によって重合反応を起こし、造型砂３２が硬化していく。脱水縮合反応においては、鑄型中から水分・溶剤が揮発していくことによりさらに硬化が促進される。そして、硬化が進み抜型可能な強度に到達し

た後、原型 20 から造型砂 32 が抜型されて鑄型 10 が作製される。本実施形態に係る鑄型作製方法は、原型 20 から造型砂 32 を抜型すべき適切なタイミングを特定する方法を提供する。

[0033] 図 2 は、本実施形態に係る鑄型作製方法の手順を示すフローチャートである。

本実施形態に係る鑄型作製方法は、鑄型 10 を作製するための原型 20 に検出手段を、鑄型材料 30 が充填された場合に当該鑄型材料 30 に面するように、前記鑄型材料を充填する前までに予め配置し（ステップ S 11）、その後、原型 20 の内部に鑄型材料 30 を充填し（ステップ S 13）、鑄型材料 30 からなる造型砂 32 の硬化中に、検出手段が生成した硬化状態情報を得て（ステップ S 15）、得られた硬化状態情報を用いて、鑄型 10 を抜型すべき抜型タイミングであると判定された場合（ステップ S 16 の YES）、造型砂 32 の抜型を行い鑄型 10 を作製する（ステップ S 17）、ことを含む。なお、ステップ S 16 において、鑄型 10 を抜型すべき抜型タイミングであると判定されない場合（ステップ S 16 の NO）、ステップ S 15 に戻る。

[0034] 原型 20 は、底板 22 と、製品部 24 と、鑄枠 26 とから構成されることもあるし、一体の場合もある。また、他の実施形態で後述するように、中子を作製するための原型は、向かい合わせに組み合わせて中央に中子の形状を有する空間を形成する、2つの型から構成されてもよい。製品部 24 は、鑄造対象となる鑄物の製品 260 の外側の形状を形づくる、例えば、木製の模型である。製品部 24 は、底板 22 と鑄枠 26 により構成される、鑄型材料 30 が充填される空間内の、底板 22 の上に配置される。

[0035] <検出手段と硬化状態情報>

以下、検出手段と生成される硬化状態情報について説明する。

検出手段は、原型 20 の空間内に充填された鑄型材料 30 の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を生成する。鑄型材料 30 は、上記したように、耐火性粒子、硬化剤、および粘結剤の混合物である。

[0036] 一例として、検出手段は、例えば、鋳型材料 30 からなる造型砂 32 の表面に当接し、硬化中の造型砂 32 の強度（例えば、抗圧力、硬度等）を計測する強度センサである。当該強度センサが生成する硬化状態情報は、センサの設置場所の鋳型材料の硬さを示す値である。強度センサは、鋳型材料 30 が原型 20 に充填される前に、底板 22 および鋳枠 26 の少なくとも一方に、少なくとも一つ配置される。

[0037] 強度センサは、様々なものを利用できる。強度センサの例として、ロードセル（ひずみ計）付きアクチュエータ等の硬度センサが挙げられる。これらの強度センサを用いて直接強度を測定することができる。または、ロードセルのみを強度センサとして設置し、何らかの外力を付与し、その反力をこのロードセルを用いて測定しても良い。あるいは、強度を直接計測するセンサではなく、位置センサ（接触式変位センサ）を用いて硬化状態情報を生成することもできる。位置センサの場合、測定圧を一定に設定して造型砂 32 の表面にセンサヘッドを当接させ、造型砂 32 の硬化に伴う一定以上の変位を検出して造型砂 32 の強度を判定した結果を硬化状態情報として用いることができる。

[0038] 他の例として、検出手段は、鋳型材料 30 からなる造型砂 32 の電気伝導度や誘電率または温度を計測するセンサを用いて硬化状態情報を生成してもよい。センサで計測された電気伝導度、誘電率および温度の少なくとも一つを用いて、硬化中の造型砂 32 の鋳型材料 30 の硬化状態を特定できる。具体的には、検出手段は、センサで検出された電気伝導度、誘電率および温度の少なくとも一つの変化に基づいて、硬化状態を特定し、硬化状態情報を生成する。特に硬化反応が発熱反応であるフラン樹脂においては有効である。

[0039] さらに、他の例として、検出手段は、超音波または音波センサを用いてもよい。例えば、反射波の伝導速度や強度を測定し、予め得た硬化時の伝導速度や強度と比較することで強度を特定してもよい。この場合、少なくとも鋳型材料 30 に含まれるバインダの強度が特定できる。

[0040] < S 1 1 : 検出手段の配置 >

ステップS 1 1において、検出手段は、底板2 2および鑄枠2 6の少なくとも一方の内側面上に配置される。このため、造型砂3 2の原型の製品側内面の硬化状態情報に基づいて抜型タイミングを判断できる。ステップS 1 1における、検出手段の配置方法について、以下具体例を挙げて説明する。

[0041] <第1の配置例>

図3は、本実施形態に係る鑄型作製方法における検出手段の第1の配置例を示す図である。図3は、ステップS 1 3で原型2 0の内部に鑄型材料3 0が充填された造型砂3 2の底板2 2に対して垂直方向の断面図である。

[0042] 第1の配置例では、検出手段は、その少なくとも一部が底板2 2および鑄枠2 6の少なくとも一方の内部に内蔵される。

[0043] 検出手段は、例えば、鑄型材料3 0からなる造型砂3 2の表面に当接するセンサ先端部4 2を有し、硬化中の造型砂3 2の強度を計測し、造型砂3 2の硬さを示す値を出力するセンサ4 0である。センサ4 0は、造型砂3 2の表面にセンサ先端部4 2が面するように、底板2 2または鑄枠2 6に内蔵される。

[0044] このように、検出手段は、その少なくとも一部が底板2 2および鑄枠2 6の少なくとも一方の内部に内蔵されるので、造型砂3 2に検出手段が当接または埋蔵する部分を必要最小限にすることができる。このため、鑄型1 0を高品質に保つことができる。

[0045] センサ4 0の計測値は、有線または無線で情報処理装置1 0 0に後述する通信装置2 0 2を介して送信されてよい。

[0046] センサ4 0の少なくとも一部は、底板2 2に埋め込んで配置される。図3の例では、センサ先端部4 2は、底板2 2の上面2 2 aと面一または、上面2 2 aより上方になるように配置される。ただし、センサ4 0が非接触で造型砂3 2の硬化状態情報を生成可能な検出手段の場合、センサ先端部4 2は、底板2 2の上面2 2 aより下方になるように配置されてもよい。この場合、検出手段は、センサ先端部4 2の上面と底板2 2の上面2 2 aとの間のセンサ先端部4 2の鉛直上向き部分も含む。

[0047] センサ40の設置位置は、例えば、製品部24の外端からセンサ40のセンサ先端部42の中心までの距離L1で示すことができる。ただし、センサ40の設置位置は、距離L1以外でも示すことができる。

[0048] 図4は、図3の第1の配置例の変形例を示す図である。

図4に示すように、鑄枠26にセンサ40を内蔵する例では、底板22の上面22aからセンサ40の中心までの高さ方向の距離L2でセンサ40の設置位置を示してもよい。

[0049] センサ40の少なくとも一部は、鑄枠26に埋め込んで配置される。図4の例では、センサ先端部42は、鑄枠26の内側面26aと面一または、内側面26aより造型砂32側になるように配置される。ただし、センサ40が非接触で造型砂32の硬化状態情報を生成可能な検出手段の場合、センサ先端部42は、鑄枠26の内側面26aより外側、つまり造型砂32の表面から離隔するように配置されてもよい。

[0050] さらに、センサ40の位置として、センサ40の中心位置を、底板22を平面視した上面22aにおける2次元座標で示すことができる。あるいは、センサ40の位置として、センサ40の中心位置を、底板22と鑄枠26によって形成される空間における3次元座標で示してもよい。

[0051] センサ40の設置位置を示す位置情報は、後述する実施形態の情報処理装置100の記憶装置120に記憶され、情報処理装置100による情報処理に使用される。センサ40の位置情報は、例えば、情報処理装置100のユーザ操作を受け付けるUI (User Interface) を含む操作画面上でユーザ操作により入力することができる。センサ40の設置位置は、設計時に予め設定された値でもよいし、現場で作業者が設置したセンサ40の設置位置を計測した値でもよい。

[0052] 設計時に予め設定された値の場合、例えば、情報処理装置100の記憶装置120に記憶されているセンサ40の位置情報を、作業者が利用している携帯端末282（後述する）のディスプレイに表示させてもよい。作業者は、センサ40の位置情報を確認しながら底板22または鑄枠26にセンサ4

0を配置することができる。

[0053] 検出手段として複数のセンサ40を設置する場合、例えば、各センサ40は異なる距離L1または距離L2の位置に配置するのが好ましい。鑄型材料30は、脱水縮合系の粘結剤を含む場合、鑄型材料30から水分が抜けることで硬化するため、造型砂32の内部側と外部側で硬化状態が異なる。また、造型砂32の形状によって、造型砂32の厚さが厚い場所と薄い場所では硬化状態が異なる。そのため、異なる位置の硬化状態情報を取得するため、異なる位置（異なる距離L1や異なる距離L2の位置）にセンサ40を複数配置するのが好ましい。

[0054] <第2の配置例>

図5は、本実施形態に係る鑄型作製方法における検出手段の第2の配置例を示す図である。図5は、ステップS13で原型20の内部に鑄型材料30が充填された造型砂32の底板22に対して垂直方向の断面図である。

第2の配置例では、検出手段を収容可能かつ移動可能な孔を底板22または鑄枠26に配置する。詳細には、底板22および鑄枠26の少なくとも一方に、検出手段（センサ40）を収容可能かつ検出手段が移動可能な孔50を少なくとも一つ形成する。そして、ステップS11において、少なくとも硬化状態情報を生成すべきタイミングで当該孔50から検出手段（センサ40）の少なくとも一部（センサ先端部42）を露出させる。この方法によれば、底板および鑄枠が一体化している型の場合、多数ある底板および鑄枠のすべてにセンサーを埋め込む必要がなく、穴加工を施すだけで計測可能となる。

[0055] センサ先端部42は、底板22の上面22aと面一または、上面22aより上方になるように配置される。ただし、センサ40が非接触で造型砂32の硬化状態情報を生成可能な検出手段の場合、センサ先端部42は、底板22の上面22aより下方になるように配置されてもよい。

[0056] センサ40の設置位置は、例えば、製品部24の外端から孔50の中心までの距離L1で示すことができる。上記第1の配置例で説明したように、セ

ンサ４０の設置位置は、底板２２の上面２２ａからセンサ４０の中心までの高さ方向の距離Ｌ２で示してもよい。あるいは、センサ４０の位置として、センサ４０の中心位置を、底板２２を平面視した上面２２ａにおける２次元座標で示すことができる。あるいは、センサ４０の位置として、センサ４０の中心位置を、底板２２と鑄枠２６によって形成される空間における３次元座標で示してもよい。

[0057] 上記第１の配置例と同様、異なる位置の硬化状態情報を取得するため、異なる位置（異なる距離Ｌ１または異なる距離Ｌ２の位置）に孔５０をそれぞれ形成し、当該孔５０にセンサ４０を配置するのが好ましい。

[0058] この構成によれば、複数の孔５０を底板２２または鑄枠２６に予め形成しておき、検出手段は、計測時に当該孔５０に挿入すればよい。ため、複数箇所の計測値を少なくとも一つの検出手段で計測できることになる。また、各箇所について、異なる検出手段を用いて計測することもできるので、硬化状態情報の精度を向上させることができる。

[0059] ＜第３の配置例＞

図６は、本実施形態に係る鑄型作製方法における検出手段の第３の配置例を示す図である。図６（ａ）は、ステップＳ１３で原型２０の内部に鑄型材料３０が充填された造型砂３２の底板２２に対して垂直方向の断面図である。図６（ｂ）は、造型砂３２を上方から平面視した、底板２２の上面２２ａにおける水平方向の断面図である。

この例では、複数のセンサ４０を底板２２に内蔵している。

[0060] 底板２２は、鑄枠２６の内側に、製品部２４が形成される製品領域６０（図中、ハッチングで示される領域）と、製品部２４以外の領域である非製品領域６２（図中、ドットで示される領域）とを含む。

[0061] ステップＳ１１において、センサ４０は、原型のうち、鑄型１０で製造される鑄物製品に対応する製品部２４（製品領域６０）とは異なる部分（非製品領域６２）に設置される。

図６の例では、４つのセンサ４０が、Ｌ１１、Ｌ１２、Ｌ１３、Ｌ１４で

示される位置に配置されている。各センサ４０の位置は、センサ４０の中心位置を、図示されるように、底板２２を平面視した上面２２aにおける２次元座標でそれぞれ示すことができる。

[0062] <第４の配置例>

図７は、本実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の第４の配置例を示す図である。図７は、ステップＳ１３で原型２０の内部に鋳型材料３０が充填された造型砂３２の底板２２に対して垂直方向の断面図である。

第４の配置例では、検出手段は、底板２２の上面２２aの上に載置される。詳細には、ステップＳ１１において、底板２２の上面２２aに、少なくともセンサ４０のセンサ先端部４２が造型砂３２に当接するように配置される。センサ４０は、製品部２４の外端からセンサ４０の中心までが距離Ｌ１となる位置に設置される。

[0063] この場合、センサ４０は、原型に特別な加工をせず載置でき、載置する場所も自由度が高い。更に造型ライン毎に一定数のセンサを準備するだけでよいので安価に導入できる。また、原型に強固な固定をせず、鋳型の抜型時に鋳型側に抜型されるようにすれば、抜型後も継続して計測することが出来る。

[0064] 図８は、図７の第４の配置例の変形例を示す図である。

他の例では、図８に示すように、センサ４０は、鋳枠２６の内側面２６aに、少なくともセンサ先端部４２が造型砂３２に当接するように取り付けられてもよい。この例では、センサ４０は、底板２２の上面２２aからセンサ４０の中心までが高さ方向の距離Ｌ２となる位置に設置される。

[0065] <第５の配置例>

図９は、本実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の第５の配置例を示す図である。図９は、ステップＳ１３で原型２０の内部に鋳型材料３０が充填された造型砂３２の底板２２に対して垂直方向の断面図である。

[0066] この例では、検出手段は、鋳型材料３０からなる造型砂３２の電気伝導度、誘電率または温度を計測するセンサ４４を含む。図９の例では、センサ４

4は、底板22の上面22aに設けられる。センサ44で計測された電気伝導度、誘電率および温度の少なくとも一方を用いて、硬化中の造型砂32の鑄型材料30の硬化状態を特定する。具体的には、検出手段は、センサ44で計測された電気伝導度、誘電率および温度の少なくとも一方の変化に基づいて、硬化状態を特定し、硬化状態情報を生成する。

[0067] 電気伝導度や誘電率の変化と硬化状態の関係は、テストピース等で電気伝導度や誘電率の変化と硬化状態の関係を示すデータを予め取得しておき硬化状態を判断できるようにしておく。砂の種類や温度、使用する粘結剤、硬化剤により電気伝導度や誘電率の変化と硬化状態の関係を示すデータは変わるため、それらを加味して当該データを予め特定しておくことが好ましい。

[0068] 温度を計測するセンサ44を用いた場合、鑄型材料30の温度変化に基づいて、硬化の進行状況を特定することができる。鑄型材料30は、粘結剤の種類にもよるが、硬化反応が発熱反応の場合、硬化反応が進むにつれて発熱し、さらにその熱で水分が蒸発および乾燥し、硬化を促進する。この発熱反応による鑄型材料30の温度変化により、鑄型材料30の硬化状態を特定することができる。例えば、鑄込み当初は、鑄型材料30の発熱反応により鑄型材料30の温度が上昇傾向となるが、時間経過とともに発熱反応が収まってくると、鑄型材料30の温度が一定となり、さらに、時間経過とともに低下する。このように鑄型材料30の温度変化を観測することで、鑄型材料30の硬化状態を特定することができる。この際に、混錬前の鑄物砂温度や、気温、混錬直後の鑄型材料の温度を測定することが好ましい。これら温度と鑄型材料の温度変化を共に観測することでより精度高く硬化状態を特定することができる。原型の材料、熱物性値、砂の熱物性値によっても鑄型の温度変化の状態が変わるため、これらの物性値を入力もしくは測定して、硬化状態を把握することが好ましい。

[0069] 図27は、図9の第5の配置例で配置されるセンサ44の例として、ロードセル付きアクチュエータの硬度センサの設置例を示す図である。

センサ44は、センサ先端部42と、ロードセル46と、アクチュエータ

4 8 とを含む。センサ 4 4 は、容器 4 5 に收容され、容器 4 5 の上面 4 5 a にセンサ 4 4 のセンサ先端部 4 2 が露出している。

[0070] また、図 2 8 は、図 2 7 の容器 4 5 の他の形式の例を示す図である。容器 4 5 は、底板 2 2 側から造型砂 3 2 の方向に向かって細くなるテーパ形状であるのが好ましい。このような形状にすることで、作製された鋳型 1 0 から容器 4 5 を取り出し易くすることができる。

[0071] <第 6 の配置例>

図 1 0 は、本実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の第 6 の配置例を示す図である。図 1 0 は、ステップ S 1 3 で原型 2 0 の内部に鋳型材料 3 0 が充填された造型砂 3 2 の底板 2 2 に対して垂直方向の断面図である。

[0072] 1 つの造型砂 3 2 に配置される複数のセンサ 4 0 は、上記した複数の配置例のうち少なくとも 2 つを組み合わせ配置されてもよい。

図 1 0 の例では、上記した第 1 の配置例と同様に底板 2 2 および鋳枠 2 6 にそれぞれセンサ 4 0 a およびセンサ 4 0 b を内蔵するとともに、さらに、造型砂 3 2 の上面 3 2 a にセンサ 4 0 c を載置する。センサ 4 0 c は、造型砂 3 2 の上面 3 2 a にセンサ先端部 4 2 を当接させるように載置される。

[0073] 各センサ 4 0 の位置は、例えば、センサ先端部 4 2 の中心の位置 L a、L b、L c を、底板 2 2 と鋳枠 2 6 によって形成される空間における 3 次元座標でそれぞれ示すことができる。ただし、上記した他の位置情報（例えば、製品部 2 4 の外端からの距離 L 1、底板 2 2 の上面 2 2 a からの高さ方向の距離 L 2、および底板 2 2 を平面視した上面 2 2 a における 2 次元座標など）で示してもよい。また、各センサ 4 0 は、異なる位置情報を用いて設置位置をそれぞれ示してもよい。

[0074] <S 1 5：抜型タイミングの判断>

検出手段（センサ 4 0 またはセンサ 4 4）から取得した硬化状態情報を用いた抜型タイミングの判断は、作業者が硬化状態情報を確認して判断してもよいし、硬化状態情報を用いて情報処理装置 1 0 0 が判断してもよい。本実施形態において、硬化状態情報を用いて、鋳型 1 0 の内部の硬度を判断する

ことができる。硬化状態情報を用いて、情報処理装置１００または作業者は、鋳型１０の硬度が抜型タイミングに適した硬度か否かを判断することができる。なお、情報処理装置１００による判定処理の詳細については後述する実施形態で説明する。

[0075] 硬化状態情報が、造型砂３２の硬さ（硬度、抗圧力等）を示す場合、当該硬さが基準値以上になった場合に、抜型タイミングであると判断することができる。硬化状態情報が、造型砂３２の水分量、電気伝導率、誘電率を示す場合、当該物性値が基準値未満、または基準値以上になった場合に、抜型タイミングであると判断することができる。硬化状態情報が、鋳型材料３０の温度の場合、温度変化が基準を満たした場合に、抜型タイミングであると判断することができる。温度変化の基準は、例えば、所定時間経過後（所定時間は、硬化剤の種類や配分比、気温、および砂温などから推定される抜型時間に基づいて設定される）の温度変化が一定であること、または降下状態を示していること、さらには温度変化の最大値を得た時間を記録しておき、その時間に応じた係数を掛けて計算で求める等である。

[0076] 抜型タイミングの判定に用いる基準値は、後述する利用者が、適宜設定および変更できる。また、前記基準値は、硬化状態情報を後述する情報処理装置１００に学習させた、学習モデルにより算出した基準値を用いてもよい。この基準値および学習モデルは、後述する実施形態の情報処理装置１００の記憶装置１２０に記憶される。

[0077] ＜Ｓ１７：抜型＞

抜型タイミングであると判断された場合、抜型タイミングである旨を示す情報が出力される。当該出力処理の詳細については後述する実施形態で詳細に説明する。出力情報は、例えば、作業者が視認できるディスプレイや表示器等の出力装置に出力されて、表示されてもよいし、スピーカ等の出力装置に音声出力されてもよい。あるいは、出力情報は、抜型装置２４０に抜型を指示または許可する信号であってもよい。

[0078] ただし、抜型タイミングであるか否かの判断は、後述する実施形態で説明

する情報処理装置１００が行ってもよいが、作業者が判断してもよい。この場合、検出手段が生成した硬化状態情報を、作業者が認識できるディスプレイや表示器等の出力装置に出力する。詳細については後述する。

[0079] 実施形態に係る鋳型作製方法によれば、鋳型１０を作製するための原型２０に検出手段を、鋳型材料３０が充填された場合に当該鋳型材料３０に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置し（ステップＳ１１）、その後、原型２０の内部に鋳型材料３０を充填し（ステップＳ１３）、鋳型材料３０からなる造型砂３２の硬化中に、検出手段が生成した硬化状態情報を用いて、造型砂３２を抜型すべき抜型タイミングを判断し（ステップＳ１６）、当該抜型タイミングで造型砂３２の抜型を行い鋳型１０を作製する（ステップＳ１７）、ことを含む。

[0080] このように、本実施形態によれば、鋳型１０の形状やサイズにかかわらず、鋳型の外側からは判断しにくい鋳型内部の製品面側の強度が抜型に最適なタイミングを特定できる。その理由は、鋳型材料３０を充填する前までに原型２０（底板２２および鋳枠２６の少なくとも一方）に予め検出手段を配置しておき、鋳型材料３０の充填後に検出手段から硬化状態情報が取得される、造型砂３２の上面や製品側から充填の距離離れた位置ではなく、造型砂３２の製品側面に位置する、硬化状態情報を用いて、抜型タイミングを判断できるからである。

[0081] また、検出手段は、原型のうち、製品部２４とは異なる部分に配置されるため、鋳型１０の製品部分に検出手段の影響が及ばないため、鋳型１０の品質を低下させない。

[0082] （第２実施形態）

本実施形態は、情報処理装置１００を用いて抜型タイミングを判定する構成を有する点で上記実施形態と相違する。また、本実施形態は、鋳造作業現場において、コントローラ２００を用いて鋳型製造装置を制御する。

[0083] ＜鋳型製造装置の構成＞

鋳造工場の鋳型製造装置について説明する。

図 1 1 は、鋳型製造装置を模式的に示す概略図である。

鋳型製造装置は、硬化剤 A タンク 2 3 0 a、硬化剤 B タンク 2 3 0 b、硬化剤 A 供給部 2 3 2 a、硬化剤 B 供給部 2 3 2 b、粘結剤タンク 2 3 6、粘結剤供給部 2 3 8、ホッパ 2 1 0、砂温センサ 2 1 2、混練機 2 2 0、および制御盤 2 2 2 を有する。

[0084] 硬化剤 A 供給部 2 3 2 a、硬化剤 B 供給部 2 3 2 b、および粘結剤供給部 2 3 8 は、コントローラ 2 0 0 にそれぞれ接続され、硬化剤および粘結剤の供給量（以下添加量とも呼ぶ）を制御条件に従い制御する。例えば、硬化剤 A と硬化剤 B は、酸濃度が異なり、硬化速度が異なる。コントローラ 2 0 0 は、砂温に応じて、2 種類の硬化剤 A および B の配合比を調整することで、硬化速度を一定に保つ。

[0085] 本実施形態では、異なる 2 種類の硬化剤 A および硬化剤 B が所定の配合で硬化剤 A タンク 2 3 0 a および硬化剤 B タンク 2 3 0 b から配管 2 3 5 を通って混練機 2 2 0 に供給される。

[0086] 配管 1 1 4 内を流れる硬化剤 A および硬化剤 B の流量はそれぞれ流量計（不図示）により計測されて、コントローラ 2 0 0 に計測値が送信される。

[0087] ホッパ 2 1 0 は、珪砂または人工砂などの耐火性粒子のタンクであり、混練機 2 2 0 に耐火性粒子を投入する。砂温センサ 2 1 2 は、ホッパ 2 1 0 の耐火性粒子の投入口付近に設けられ、耐火性粒子の温度を検出し、コントローラ 2 0 0 に砂温を送信する。

[0088] 混練機 2 2 0 は、耐火性粒子と、粘結剤と、硬化剤を混練し、得られた混練物を原型 2 0 に流し込む。混練機 2 2 0 の制御盤 2 2 2 は、コントローラ 2 0 0 と接続され、混練機 2 2 0 の攪拌動作が制御される。

[0089] 粘結剤供給部 2 3 8 は、粘結剤タンク 2 3 6 から粘結剤を混練機 2 2 0 に投入する。粘結剤タンク 2 3 6 から混練機 2 2 0 に供給される粘結剤の流量も、流量計（不図示）により計測され、コントローラ 2 0 0 に送信されてもよい。粘結剤の供給量はコントローラ 2 0 0 により制御される。コントローラ 2 0 0 は、流量計（不図示）による流量計測値をさらに用いて粘結剤の供

給量を調整することもできる。

[0090] <鋳型の製造工程>

図 1 2 は、本実施形態に係る鋳物製造工程を説明するための図である。本実施形態の鋳物製造工程は、上記実施形態の図 1 と同じ鋳型の造型工程 S 1 と、鋳型の抜型工程 S 2 と、注湯工程 S 3 と、を含む。

[0091] ただし、造型工程 S 1 において、混練機 2 2 0 には、制御盤 2 2 2 が設けられ、混練機 2 2 0 の攪拌が制御される。また、混練機 2 2 0 に投入される硬化剤は、その組成および供給量が、コントローラ 2 0 0 により調整される。図 1 1 を用いて説明したように、例えば、硬化剤は、異なる 2 種類以上が砂温に応じて所定の配合比の供給量に調整されて供給される。砂温センサ 2 1 2 は、ホッパ 2 1 0 の出口付近に設けられる。コントローラ 2 0 0 は、砂温センサ 2 1 2 から砂温を受信し、硬化剤の調整時に制御条件として用いたり、砂温を監視したりする。さらに、コントローラ 2 0 0 は、制御盤 2 2 2 の信号を受信し、混練機 2 2 0 の動作状態を監視する。

[0092] 硬化剤の組成および供給量とは、例えば、硬化剤の種類と、配合比と、供給量のことである。コントローラ 2 0 0 により、例えば、各硬化剤 A タンク 2 3 0 a および硬化剤 B タンク 2 3 0 b から配管に供給する硬化剤の出力量（例えば、ポンプの周波数設定）を制御することで、供給される硬化剤の種類が選択され、複数種類の硬化剤の配合比、各硬化剤の供給量等が調整される。

[0093] <システム概要>

図 1 3 は、実施形態に係る情報処理システム 1 のシステム構成を概念的に示す図である。

情報処理システム 1 は、情報処理装置 1 0 0 と、コントローラ 2 0 0 と、を含む。情報処理装置 1 0 0 は、鋳型 1 0 を作製するための底板 2 2 および鋳枠 2 6 の少なくとも一方に検出手段を、鋳型材料 3 0 が充填された場合に当該鋳型材料 3 0 に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から鋳型材料 3 0 の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を

受信する受信部と、受信した硬化状態情報を用いて、鋳型 10 を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定部と、抜型タイミングであると判定された場合、抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力部と、を備える。

[0094] コントローラ 200 は、通信装置 202 を介して抜型装置 240 と接続され、抜型装置 240 を制御する機能を有してもよい。また、コントローラ 200 は、制御盤 222 と接続され、配管上の各ポンプや各バルブ、あるいは、各タンクの攪拌機のモータを制御する機能も有してもよい。本実施形態では、情報処理装置 100 は、サーバとして機能する。

[0095] 情報処理装置 100 は、記憶装置 120 を含む。記憶装置 120 は、情報処理装置 100 の内部に設けられてもよいし、外部に設けられてもよい。つまり記憶装置 120 は、情報処理装置 100 と一体のハードウェアであってもよいし、情報処理装置 100 とは別体のハードウェアであってもよい。

[0096] 情報処理システム 1 は、さらに、端末装置 280 および携帯端末 282 の少なくとも一方を有してもよい。情報処理装置 100 は、端末装置 280 および携帯端末 282 と通信ネットワーク 3 を介して接続される。情報処理装置 100 は、端末装置 280 および携帯端末 282 に、通知を受信させる、あるいは、鋳型 10 の硬化状態情報を示す画面を端末装置 280 および携帯端末 282 のディスプレイに表示させる。

[0097] 例えば、端末装置 280 は、鋳造工場の現場を管理している管理者などが使用するパーソナルコンピュータ、スマートフォン、タブレット端末、PHS (Personal Handyphone System)、PDA (Personal Digital Assistants) 等である。携帯端末 282 は、例えば、鋳造工場の現場で鋳型製造の作業を行う作業員などが使用するパーソナルコンピュータ、スマートフォン、タブレット端末、PHS、PDA 等などである。以下、管理者および作業員は利用者とも呼ぶ。

[0098] 利用者は、情報処理装置 100 からの通知を受信するため、あるいは、鋳型 10 の硬化状態情報を示す画面をディスプレイに表示させるために、事前

に利用者のアカウント情報の登録を行う。アカウント情報は、例えば、ユーザ名とパスワード等の認証情報を含む。認証情報は、利用者の生体認証情報（顔、指紋、虹彩、耳介等）であってもよい。その場合、各端末は、生体認証情報を読み取る装置（例えば、カメラ等）を備える。

[0099] そして、利用者は、端末装置 280 および携帯端末 282 を用いて、各端末に所定のアプリケーションをインストールして起動するか、またはブラウザなどを起動して所定のウェブサイトアクセスする。そして、端末装置 280 または携帯端末 282 を用いて、登録済みのアカウント情報を用いて情報処理装置 100 にログインする。端末装置 280 および携帯端末 282 は、ログイン後に、アプリケーションまたはウェブサイトで、鋳型 10 の硬化状態情報を示す画面を表示したり、抜型タイミングの通知を受信することが可能になる。

[0100] コントローラ 200 は、各種設定情報を記憶部（メモリ 1030 またはストレージデバイス 1040）に記憶している。

[0101] 例えば、粘結剤の種類に対する硬化剤 A と硬化剤 B の配合比を、硬化剤配合パターン情報としては、砂温、温度、および湿度等の条件にごとに記憶していてもよい。

[0102] また、作業者がコントローラ 200 の操作パネル（不図示）上の操作により各種設定値を設定できてもよい。例えば、コントローラ 200 では、使用する砂種（新砂、再生砂、特殊砂などの中から選択）、原型の材質種、鋳型の形状や大きさにより設定される硬化速度、可使時間、および抜型時間、ならびに、それらの値を補正（例えば、硬化速度を速め／遅め、各時間を長め／短めなど、段階的に設定）する設定ができてもよい。

[0103] <ハードウェア構成例>

図 14 は、情報処理装置 100 を実現するコンピュータ 1000 のハードウェア構成を例示するブロック図である。図 13 のコントローラ 200、通信装置 202、端末装置 280、および携帯端末 282 も、コンピュータ 1000 によって実現される。また、抜型装置 240 もコンピュータ 1000

を含んでもよい。また、情報処理装置１００の少なくとも一部の機能（例えば、受信部１０２、判定部１０４等）はコントローラ２００に含まれてもよい。

[0104] コンピュータ１０００は、バス１０１０、プロセッサ１０２０、メモリ１０３０、ストレージデバイス１０４０、入出力インタフェース１０５０、およびネットワークインタフェース１０６０を有する。

[0105] バス１０１０は、プロセッサ１０２０、メモリ１０３０、ストレージデバイス１０４０、入出力インタフェース１０５０、およびネットワークインタフェース１０６０が、相互にデータを送受信するためのデータ伝送路である。ただし、プロセッサ１０２０などを互いに接続する方法は、バス接続に限定されない。

[0106] プロセッサ１０２０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）やＧＰＵ（Graphics Processing Unit）などで実現されるプロセッサである。

[0107] メモリ１０３０は、ＲＡＭ（Random Access Memory）などで実現される主記憶装置である。

[0108] ストレージデバイス１０４０は、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、ＳＳＤ（Solid State Drive）、メモリカード、又はＲＯＭ（Read Only Memory）などで実現される補助記憶装置である。ストレージデバイス１０４０は情報処理装置１００の各機能（例えば、受信部１０２、判定部１０４、出力部１０６、処理部１０８など）を実現するプログラムモジュールを記憶している。プロセッサ１０２０がこれら各プログラムモジュールをメモリ１０３０上に読み込んで実行することで、そのプログラムモジュールに対応する各機能が実現される。また、ストレージデバイス１０４０は情報処理装置１００の記憶装置１２０の各データも記憶してもよい。

[0109] プログラムモジュールは、記録媒体に記録されてもよい。プログラムモジュールを記録する記録媒体は、非一時的な有形のコンピュータ１０００が使用可能な媒体を含み、その媒体に、コンピュータ１０００（プロセッサ１０２０）が読み取り可能なプログラムコードが埋め込まれてよい。

- [0110] 入出力インタフェース 1050 は、コンピュータ 1000 と各種入出力機器とを接続するためのインタフェースである。入出力インタフェース 1050 は、ブルートゥース（登録商標）、NFC（Near Field Communication）などの近距離無線通信を行う通信インタフェースとしても機能する。
- [0111] ネットワークインタフェース 1060 は、コンピュータ 1000 を通信ネットワーク 3 に接続するためのインタフェースである。この通信ネットワーク 3 は、例えば LAN（Local Area Network）や WAN（Wide Area Network）である。ネットワークインタフェース 1060 が通信ネットワーク 3 に接続する方法は、無線接続であってもよいし、有線接続であってもよい。
- [0112] そして、コンピュータ 1000 は、入出力インタフェース 1050 またはネットワークインタフェース 1060 を介して、必要な機器（例えば、ディスプレイ、コードリーダー、IC タグリーダー、操作ボタン、表示器、カメラ、スピーカ、マイクロフォン、キーボード、マウス、プリンタ等）に接続する。
- [0113] 図 15 および図 23 の各実施形態の情報処理装置 100 の各構成要素は、図 14 のコンピュータ 1000 のハードウェアとソフトウェアの任意の組合せによって実現される。そして、その実現方法、装置にはいろいろな変形例があることは、当業者には理解されるところである。各実施形態の情報処理装置 100 を示す機能ブロック図は、ハードウェア単位の構成ではなく、論理的な機能単位のブロックを示している。
- [0114] 図 15 は、実施形態に係る情報処理装置 100 の論理的な構成を示す機能ブロック図である。情報処理装置 100 は、受信部 102 と、判定部 104 と、出力部 106 と、を備えている。
- [0115] 受信部 102 は、鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段（センサ 40）から鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する。
- 判定部 104 は、受信した硬化状態情報を用いて、鋳型を抜型すべき抜型

タイミングであるか否かを繰り返し判定する。

出力部１０６は、抜型タイミングであると判定された場合、抜型タイミングになったことを示す情報を出力する。

[0116] 上記したように、検出手段は、一例として、鑄型材料３０からなる造型砂３２の表面に当接し、硬化中の造型砂３２の強度を計測し、造型砂３２の硬さを示す値を出力する強度センサである。他の例として、検出手段は、鑄型材料３０からなる造型砂３２の電気伝導度、誘電率または温度を計測するセンサである。

[0117] また、各センサと情報処理装置１００との間は、アナログ接続でもよいし、デジタル接続でもよい。また、センサは、無線通信機能を備えてもよい。無線通信機能は、例えば、無線ＬＡＮ（Local Area Network）、又は近距離無線通信のブルートゥース（登録商標）等でもよい。無線通信機能を備えている場合は、センサは、情報処理装置１００に計測値を送信してもよいし、通信装置２０２に計測値を送信してもよい。あるいは、センサは、コントローラ２００に計測値を送信してもよい。そしてコントローラ２００から情報処理装置１００に通信装置２０２を介して計測値が送信されてもよい。センサから情報処理装置１００に直接計測値を送信する場合は、情報処理装置１００は、センサのＩＰアドレス等の識別情報をセンサ情報１３０に記憶しておき、センサから硬化状態情報を受信する際に使用する。あるいは、センサから通信装置２０２経由で情報処理装置１００に計測値を送信する場合は、情報処理装置１００は、センサのＩＰアドレス等の識別情報と通信装置２０２のＩＰアドレス等の識別情報とを紐付けて記憶装置１２０に記憶しておき、通信装置２０２を経由してセンサから硬化状態情報を受信する際に使用する。

[0118] 計測値は、逐次、又は、定期的に、あるいは、随時リクエストに応じて、センサから出力される。また、各センサは、計測値を所定期間分保持するメモリを有していてもよい。この構成により、通信環境が悪くなった場合に、所定期間分の計測値をメモリに記憶し、通信環境が良好になった時に送信す

ることができる。

[0119] 図 16 は、センサ情報 130 のデータ構造例を示す図である。

センサ情報 130 は、センサ 40 ごとに、センサ 40 を特定可能な識別情報（図中、「センサ ID」と示す）と、当該センサ 40 の種別を示す情報（強度センサ（圧力センサ、位置センサ、ロードセル等）、電気伝導度センサ、誘電率センサ、温度センサ等）と、当該センサ 40 から出力される計測データを特定可能な情報と、を少なくとも含む。

[0120] 計測データを特定可能な情報は、例えば、硬度センサの場合、硬さ試験の方法を特定可能な情報（ビッカース硬さの場合、硬さ記号「HV」、ブリネル硬さの場合、硬さ記号「HBW」等）であり、電気伝導度センサや誘電率センサの場合、造型砂 32 の水分量（％：液体／固体）であり、温度センサの場合、造型砂 32 の温度（℃）などであることを示す情報である。

[0121] 図 17 は、鋳型情報 140 のデータ構造例を示す図である。

鋳型情報 140 は、鋳型 10 ごとに、鋳型 10 を特定可能な識別情報（図中、「鋳型 ID」と示す）と、当該鋳型 10 により製造される鋳物製品に関する情報（例えば、製品種別、製品名など）と、当該鋳型 10 の鋳型材料 30 に関する情報（例えば、鋳物砂の種類、硬化剤の種類と配合比と添加量、粘結剤の種類と添加量、造型時の砂温、気温、および湿度等）と、を少なくとも含む。

[0122] 鋳型 10 の識別情報は、例えば、識別情報を記録した IC タグ、バーコード、または 2 次元コードなどを原型 20 の外側に予め取り付け。ただし、識別情報を表記したラベルが取り付けられていてもよい。そして、造型工程 S1 で鋳型材料 30 を充填するときに、当該 IC タグやバーコード等を読取装置を用いて識別情報を読み取る。情報処理装置 100 は、鋳型 10 の識別情報を受信すると、鋳型情報 140 を参照し、鋳型材料 30、造型条件などを読み出し、コントローラ 200 に送信してもよい。あるいは、ラベルに記載されている識別情報を作業者が入力画面から UI を操作して入力してもよい。入力画面は、作業者が操作する端末装置 280 または携帯端末 282 の

ディスプレイに、上記したアプリケーションまたはウェブサイトの設定メニューなどから表示されてよい。

[0123] 図18は、センサ設置情報150のデータ構造例を示す図である。

センサ設置情報150は、鋳型10ごとに、鋳型10を特定可能な識別情報（図中、「鋳型ID」と示す）と、当該鋳型10に設置されたセンサ40を特定可能な識別情報（図中、「センサID」と示す）と、当該センサ40ごとに、設置された位置を示す情報と、当該センサ40の硬化状態情報から抜型タイミングを判定する基準値に関する情報とを少なくとも含む。

[0124] 上記したように、抜型タイミングを判定する基準値は、利用者が適宜設定および変更できるのが好ましい。例えば、ユーザ操作を受け付けるUIを含む操作画面をディスプレイに表示させ、ユーザ操作により基準値の設定または変更を受け付けることができる。設定または変更を受け付けると、センサ設置情報150の基準値が設定または更新されて記憶装置120に記憶される。

[0125] センサ40を配置する方法は以下に例示されるが、これに限定されない。

センサ40の配置を予め決めてセンサ設置情報150に記憶しておき、センサ設置情報150を参照してセンサ40の設置位置情報に基づいて、センサ40を配置する。

[0126] 詳細には、センサ40を底板22または鋳枠26に配置する際、上記した鋳型10の識別情報をICタグやバーコード等から読取装置を用いて読み取る。情報処理装置100は、鋳型10の識別情報を受信すると、センサ設置情報150を参照し、センサ40の識別情報と、設置位置情報とを読み出す。例えば、情報処理装置100は、読み出したセンサ40の識別情報と、設置位置情報を、端末装置280のディスプレイに表示してもよい。

[0127] 作業者は、当該表示を確認しながらセンサ40を配置することができる。例えば、配置位置が座標で示されている場合、底板22または鋳枠26には予め座標目盛りを記しておくのが好ましい。目盛りに従い、センサ40を配置することができる。

[0128] ただし、作業者が製品部 24 以外の底板 22 に配置したセンサ 40 の位置を、作業者が端末装置 280 または携帯端末 282 を用いて入力画面から UI を操作して入力してもよい。例えば、センサ 40 ごとに、センサ 40 の識別情報と、センサ 40 の配置位置（底板 22、鑄枠 26）と、を入力する。センサ 40 の識別情報は、例えば、センサ 40 に鑄型 10 と同様、IC タグまたはバーコードが取り付けられていてもよいし、ラベルが取り付けられていてもよい。

[0129] さらに、原型 20 に取り付けられている IC タグまたはバーコードを読取装置で読み取り、鑄型 10 の識別情報を取得する。あるいは、ラベルに表記されている識別情報を作業者が上記した入力画面を操作して入力してもよい。情報処理装置 100 は、入力された位置情報を、取得した鑄型 10 の識別情報に関連付けてセンサ設置情報 150 に記録してもよい。

[0130] 作業者が設置したセンサ 40 の位置情報をセンサ設置情報 150 に記録する場合、抜型タイミングの判定処理に用いる基準値は、例えば、センサ 40 の種別ごとに予め定められた基準値を用いてもよい。この場合、センサ情報 130 に基準値が記憶されていてよい。情報処理装置 100 の判定部 104 は、センサ情報 130 を参照し、設置されたセンサ 40 の識別情報に紐付けられた基準値を取得し、判定処理に用いることができる。

[0131] センサ 40 の設置位置を示す情報は、第 1 実施形態で説明したように、様々な例が考えられ、下記に例示されるが、これらに限定されない。また、1 つの造型砂 32 に複数のセンサ 40 が設置される場合、センサ 40 ごとに設置位置を示す情報は異なってもよい。

（a1）底板 22 に配置されたセンサ 40 の場合、製品部 24 の外縁からセンサ 40 のセンサ先端部 42 の中心までの距離 L1（図 3 等）で示す。

（a2）鑄枠 26 に配置されたセンサ 40 の場合、底板 22 の上面 22a からセンサ 40 のセンサ先端部 42 の中心までの高さ方向の距離 L2（図 4 等）で示す。

（a3）底板 22 に配置されたセンサ 40 の場合、底板 22 の上面 22a 上

の２次元座標位置で示す。

（a 4）鑄枠 2 6 に配置されたセンサ 4 0 の場合、鑄枠 2 6 の内側面 2 6 a の２次元座標位置（図 6）で示す。

（a 5）センサ 4 0 が配置された場所が底板 2 2、鑄枠 2 6、および造型砂 3 2 の上面 3 2 a のうち少なくともいずれかであることで示す。

[0132] 上記した（a 5）は、詳細な位置までは特定しない場合の例、あるいは、詳細な設置位置は、予め場所ごとに決まっている場合の例である。例えば、上記した距離 L 1 や距離 L 2 が予め定められている場合、設置した場所が、底板 2 2 か、鑄枠 2 6 か、底板 2 2 と鑄枠 2 6 の両方かを示す情報であればよい。あるいは、鑄枠 2 6 は 4 面存在しているため、どの面（例えば、一定の方向から鑄枠 2 6 を見た場合の前面、左側面、右側面、後面など）に設置したかを示す情報であってもよい。

[0133] センサ 4 0 の硬化状態情報から抜型タイミングを判定する基準値に関する情報は、センサ 4 0 の種類や設置位置、鑄型材料 3 0 の条件、造型の条件などに応じて設定されてもよいし、一定の基準を用いてもよい。後述する実施形態で説明するように、履歴情報を用いて、この基準値を適正化してもよい。

[0134] 受信部 1 0 2 は、センサ 4 0 から鑄型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報として、造型砂 3 2 の硬さを示す値、造型砂 3 2 の電気伝導度、誘電率または温度の計測値を受信する。受信部 1 0 2 は、センサ 4 0 から出力される計測値を、通信装置 2 0 2 を介して受信する。受信部 1 0 2 は、センサ 4 0 から計測値を定期的に繰り返し受信する。

[0135] ただし、センサ 4 0 からの計測値の受信は、随時であってもよい。例えば、図 5 の第 2 の配置例の場合、センサ 4 0 を測定位置に挿入し、計測を行っている間の所定のタイミングであってもよい。また、造型砂 3 2 に直接当接させて強度を測定するセンサを用いる場合、一度計測を行うと、次の計測は場所を移動する必要がある。そのため、例えば、複数のセンサを異なる場所に予め配置しておき（または孔 5 0 を複数形成しておき）、時間間隔をおい

てセンサを一つずつ使用（または孔50を移動）して計測するのが好ましい。

[0136] 自硬性鋳型などの鋳型10の硬化速度、可使時間、および抜型時間は、気温および砂温、および砂の種類、硬化剤の種類と配合比と供給量、粘結剤の種類と供給量などの造型条件に基づいて、推定することができる。また、造型条件または抜型時間（設定値）は、コントローラ200から取得することができる。そこで、受信部102は、鋳型材料30の充填が開始された時刻から抜型時間を推定または取得し、抜型時間の所定時間前からセンサ40の計測値の受信を開始して、抜型タイミングの判定処理を行ってもよい。

[0137] 受信部102は、原型のうち、製品部24とは異なる部分に配置されたセンサ40から、硬化状態情報を受信する。つまり、センサ40は、製品部24とは異なる部分に配置される。このようにセンサ40は、原型のうち、製品部24とは異なる部分に配置されるため、鋳型10の製品部分にセンサ40の影響が及ばないため、鋳型10の品質を低下させない。

[0138] 図19は、硬化状態情報160のデータ構造例を示す図である。

硬化状態情報160は、センサ40ごとに、センサ40を特定可能な識別情報（図中、「センサID」と示す）と、当該センサ40による計測日時を示す情報と、センサ40から受信した計測データと、を少なくとも含む。さらに、鋳型情報140は、計測データから算出される硬化状態を示す情報とを含んでもよい。

[0139] 例えば、センサ40が強度センサの場合、硬化状態情報160には、計測データとして強度を示す値が記憶される。一方、センサ40が電気伝導度センサや誘電率センサの場合、測定データは、それらの物性値、および測定値が記憶される。超音波センサーの場合は、反射波の応答時間、および強度が記憶される。

[0140] 硬化状態情報は、後述する判定部104による判定結果を示す情報である。硬化状態情報は、例えば、抜型タイミングと判定される基準を満たしたか否かを示す情報である。一例としてフラグで示すことができ、抜型タイミン

グの基準を満たした場合、「１」がセットされ、基準を満たしていない場合、「０」がセットされる。

[0141] 受信部１０２は、センサ４０から受信した硬化状態情報を硬化状態情報１６０として記憶装置１２０に記憶する。

[0142] 受信部１０２が造型砂３２の強度を計測するセンサ４０から造型砂３２の硬さを示す値を受信した場合、判定部１０４は、当該硬さを示す値が、基準値以上か否かを判定する。判定部１０４は、当該硬さを示す値が基準値以上になったとき、抜型タイミングであると判定する。

[0143] 受信部１０２が造型砂３２の水分量を計測するセンサ４０から造型砂３２の水分量を受信した場合、判定部１０４は、当該水分量が基準値未満か否かを判定する。判定部１０４は、当該水分量が基準値未満になったとき、抜型タイミングであると判定する。

[0144] 受信部１０２が鋳型材料３０の温度を計測するセンサ４０から鋳型材料３０の温度を受信した場合、判定部１０４は、当該温度変化を算出し、温度変化が基準を満たすか否かを判定する。温度変化の基準は、例えば、所定時間経過後（所定時間は、硬化剤の種類や配分比、気温、および砂温などから推定される抜型時間に基づいて設定される）の温度変化が一定であること、または降下状態を示していること、あるいは、ピーク値を得た時間等である。判定部１０４は、温度変化が基準を満たしたとき、または基準を満たした時間から演算される時間を抜型タイミングであると判定する。

[0145] 底板２２および鋳枠２６の内部には複数のセンサ４０（検出手段）が配置されてもよい。

この場合、判定部１０４は、複数のセンサ４０それぞれが生成した硬化状態情報を用いて抜型タイミングを判定する。複数のセンサ４０の情報を用いて判定する方法は以下に例示されるがこれらに限定されない。複数のセンサ４０を用いて抜型タイミングを判定できるので、例えば、鋳型１０のサイズや形状にかかわらず、抜型タイミングの判定精度を維持することができる。

[0146] ＜判定方法例１＞

判定部 104 は、所定数のセンサ 40 の硬化状態情報が基準を満たした場合、抜型タイミングであると判定する。所定数は、例えば、配置されているセンサ 40 の全数である。

この構成によれば、複数配置されたセンサ 40 の硬化状態情報のうち所定数（例えば、全数）のセンサ 40 の情報を用いて抜型タイミングを判定するので、より厳密に抜型タイミングを特定できる。

[0147] <判定方法例 2>

判定部 104 は、所定数のセンサ 40 の硬化状態情報が第 1 の基準を満たし、かつ、複数のセンサ 40 の硬化状態情報のばらつきが第 2 の基準を満たした場合、抜型タイミングであると判定する。

[0148] 第 1 の基準は、硬化状態情報が抜型に適切な強度を示すことであり、所定数は、例えば、全数または全数の所定割合（例えば、9 割）の数である。第 2 の基準は、複数のセンサ 40（例えば、全数）の硬化状態情報のばらつきが閾値未満であることである。

[0149] この構成によれば、複数のセンサ 40 を配置した場合に、硬化状態情報にばらつきが少なくい状態で抜型タイミングを特定することが可能になる。そのため、鋳型 10 の形状によって硬化状態にばらつきが生じやすい場合であっても、造型砂 32 が均等に適切な硬さになったときに抜型タイミングであると判定することができる。

[0150] 出力部 106 は、判定部 104 により抜型タイミングになったと判定されると、抜型タイミングになったことを示す情報を出力する。

[0151] <画面表示>

出力部 106 は、パトライト（登録商標）等、鋳物工場内で判別できる方法で当該情報を表示してもよい。または、出力部 106 は、当該情報をディスプレイに出力してもよい。具体的には、出力部 106 は、通信ネットワーク 3 を介して端末装置 280 または携帯端末 282 のディスプレイに当該情報を出力させてもよい。抜型タイミングになったことを示す情報がディスプレイに出力されるので、作業員または管理者は、出力された情報に基づいて

、鋳型１０ごとに抜型タイミングになったことを確認することができる。これにより、適切なタイミングで抜型動作を行うことが可能になる。

[0152] 図２０は、出力画面３００の一例を示す図である。

出力画面３００は、抜型工程を管理する画面である。出力画面３００は、作製中の鋳型１０ごとに、当該鋳型１０の鋳型ＩＤを表示する表示欄３１０と、硬化状態に基づいて抜型タイミングになったか否か示す情報を表示する表示欄３２０とを含む。

図２０の例では、複数の鋳型１０の情報を１画面に含んでいるが、鋳型１０ごとに、１画面（例えば、ポップアップ画面や通知画面など）としてもよい。

[0153] 表示欄３２０は、抜型タイミングになったことを示す表記「抜型可能」または、抜型タイミングになっていないことを示す表記「抜型不可」などが表示される。ただし、表記は一例であり、これに限定されない。

[0154] また、抜型タイミングになったことを示す場合、例えば、表示欄３２０には、当該抜型タイミングになったことを示す表記が強調表示３２２されてもよい。強調表示３２２は、例えば、ハイライト表示、反転表示、ブリンク表示、アニメーション表示、文字の太字化、文字サイズの拡大、文字または背景の色替え（例えば、黒から赤など）等が考えられるが、これらに限定されない。

[0155] また、抜型タイミングになったか否か示す情報は、文字による表記の他、記号（抜型可能な場合は、「チェック」や「ＯＫ」、抜型不可な場合は、「－（バー）」や「ＮＧ」など）、絵文字、アイコンで示してもよいし、色（抜型可能な場合は緑、抜型不可な場合は赤など）で示してもよい。

[0156] また、出力部１０６は、まもなく抜型タイミングとなることを表示してもよい。例えば、抜型タイミングの判定基準を二段階設定しておき、判定部１０４は、判定処理を行う。判定部１０４は、第一段階の基準を満たしたときに、まもなく抜型タイミングとなることを判別し、第二段階の基準を満たしたときに、抜型タイミングとなったことを判別してもよい。

[0157] 出力画面３００は、さらに、確認ボタン３３０を含んでもよい。例えば、出力画面３００において、抜型タイミングとなったことを示す強調表示３２２において、ブリンク表示されている場合などに、確認ボタン３３０の押下を受け付けると、出力部１０６は、当該ブリンク表示を停止する処理を行ってもよい。この場合、確認ボタン３３０は、鑄型１０ごとに設けられていてもよい。あるいは、出力部１０６は、確認ボタン３３０の押下を受け付けると、当該出力画面３００を閉じる処理を行ってもよい。

[0158] ＜抜型指示信号出力＞

他の例として、出力部１０６から出力される情報は、抜型指示信号であってもよい。あるいは、出力部１０６から出力される情報は、抜型許可信号であってもよい。抜型指示信号は、通信装置２０２を介して抜型装置２４０に送信される。抜型装置２４０は、当該情報を受信すると、抜型動作を行い、鑄型１０を取り出す。なお、抜型動作は、例えば、対応する鑄型１０を抜型する位置に搬送する動作を含んでもよい。

[0159] また、上記したように、抜型タイミングであるか否かの判断は、作業者が行うこともできる。その場合、情報処理装置１００において、出力部１０６は、作業者が抜型タイミングであるか否かの判断を行うための情報を出力する。

[0160] 具体的には、出力部１０６は、硬化状態情報と、抜型タイミングの判定に用いる基準値とをディスプレイに出力する。抜型タイミングであると判断すると、作業者は抜型装置２４０の操作盤に設けられた抜型稼働スイッチ等を押下する。稼働スイッチの押下を受け付けると、抜型装置２４０は、抜型動作を行う。また、抜型装置２４０に抜型許可信号が出力された場合にも、作業者が抜型稼働スイッチ等を押下することで抜型装置２４０に抜型動作を実行させてもよい。このようにすると、抜型タイミングになった後、人が確認した後に抜型動作を行わせることができる。

＜動作例＞

図２１は、実施形態に係る情報処理装置１００の動作例を示すフローチャ

ートである。

このフローは、所定のタイミングで開始される。所定のタイミングは下記に例示されるが、これらに限定されない。

(b 1) 制御盤 2 2 2 において、混練機 2 2 0 から原型 2 0 に鑄型材料 3 0 の充填を開始する指示する操作を受け付けたとき、制御盤 2 2 2 からコントローラ 2 0 0 が充填開始を示す信号を受信する。そして、情報処理装置 1 0 0 は、コントローラ 2 0 0 から充填開始を示す情報を受信すると、本フローを開始する。

(b 2) 上記 (b 1) の充填開始を示す情報を受信した後、第 1 所定時間経過後に本フローを開始する。第 1 所定時間は、例えば、鑄型材料 3 0 の可使用時間経過後または可使用時間から第 2 所定時間後 (第 1 所定時間 = 可使用時間 + 第 2 所定時間) である。

(b 3) 鑄型から製造される鑄物製品の製品情報 (形状、サイズなど) と、鑄型材料 3 0 に関する情報と、造型条件とに基づいて、推定される可使用時間および硬化時間から推定される抜型タイミングの第 3 所定時間前である。

[0161] フローが開始すると、受信部 1 0 2 は、鑄型 1 0 を作製するための底板 2 2 および鑄枠 2 6 の少なくとも一方に鑄型材料 3 0 が充填された場合に当該鑄型材料 3 0 に面するように、前記鑄型材料を充填する前までに予め配置された検出手段 (センサ 4 0) から鑄型材料 3 0 の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する (ステップ S 1 0 1)。

[0162] 判定部 1 0 4 は、受信した硬化状態情報を用いて、鑄型 1 0 を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを判定する (ステップ S 1 0 3)。抜型タイミングではないと判定された場合 (ステップ S 1 0 3 の NO)、ステップ S 1 0 1 に戻る。受信部 1 0 2 は、センサ 4 0 から硬化状態情報を受信し (ステップ S 1 0 1)、判定部 1 0 4 は、判定処理 (ステップ S 1 0 3) を抜型タイミングになるまで繰り返す。上記したように、受信部 1 0 2 は、所定の時間間隔を空けて受信処理を実行してよい。

[0163] そして、抜型タイミングであると判定された場合 (ステップ S 1 0 3 の Y

ES)、出力部106は、抜型タイミングになったことを示す情報を出力する(ステップS105)。

[0164] 図22は、ステップS105の出力処理の詳細を示すフローチャートである。ステップS111およびステップS113は、少なくとも一方が実行される。

[0165] <抜型指示信号出力>

出力部106は、抜型指示信号を出力する(ステップS111)。

抜型指示信号の出力先は、例えば、抜型装置240、またはコントローラ200である。

[0166] 抜型指示信号を受信したときの抜型装置240またはコントローラ200の動作は様々考えられ、以下に例示されるがこれらに限定されない。

(c1) 抜型装置240は、抜型動作を開始する。

(c2) 抜型装置240は、抜型動作の許可状態に移行する。その後、下記の(c3)または(c4)の処理を実行する。さらに、後述する作業者の抜型動作を指示する操作スイッチの押下に呼応して、抜型動作を開始してもよい。

(c3) 抜型装置240またはコントローラ200の操作盤(不図示)に設けられた抜型タイミングになったことを示す表示器を点灯または点滅させて作業者に通知する。

(c4) 操作盤にもうけられたスピーカから抜型タイミングになったことを示すブザー音、音声、音楽などを出力させて作業者に通知する。

[0167] <ディスプレイに表示>

出力部106は、抜型タイミングになったことを示す情報をディスプレイに表示させる(ステップS113)。当該情報の出力先は、端末装置280および携帯端末282の少なくとも一方である。出力部106は、端末装置280または携帯端末282のディスプレイに図20の出力画面300を表示させる。ただし、端末装置280または携帯端末282のディスプレイに表示される情報は、図20の出力画面300に限定されない。例えば、出力

部１０６は、抜型タイミングになったことをポップアップウィンドウまたは通知画面に出力してもよい。

[0168] 作業者は、当該表示、音声、または通知された情報を確認し、抜型装置２４０の操作盤に設けられた抜型動作を指示する操作スイッチを押下して、抜型装置２４０に抜型動作を実行させてもよい。あるいは、作業者が抜型を行ってもよい。

[0169] 実施形態に係る情報処理装置１００によれば、受信部１０２と、判定部１０４と、出力部１０６と、を備えている。受信部１０２は、鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段（センサ４０）から鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する。判定部１０４は、受信した硬化状態情報を用いて、鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する。出力部１０６は、抜型タイミングであると判定された場合、抜型タイミングになったことを示す情報を出力する。

[0170] このように、本実施形態によれば、上記実施形態と同様、鋳型１０の形状やサイズにかかわらず、鋳型の外側からは判断しにくい鋳型内部の製品面側の強度が抜型に最適なタイミングを特定できる。その理由は、鋳型材料３０を充填する前までに底板２２および鋳枠２６の少なくとも一方に予め検出手段を配置しておき、受信部１０２により鋳型材料３０の充填後に検出手段から硬化状態情報が受信される、造型砂３２の上面や製品側から充填の距離離れた位置ではなく、造型砂３２の製品側面に位置する、硬化状態情報を用いて、判定部１０４により抜型タイミングを判定できるからである。

[0171] さらに、本実施形態によれば、抜型タイミングになった場合に、出力部１０６により、抜型タイミングになったことを示す情報を出力させることができるので、抜型装置２４０に当該情報に基づいて抜型動作を行わせることができる。あるいは、作業者が利用する端末装置２８０または携帯端末２８２に当該情報を出力させることができるので、作業者が鋳型１０の抜型タイミングを確認して、抜型動作を行うことができる。

[0172] (第3実施形態)

図23は、実施形態に係る情報処理装置100の論理的な構成を示す機能ブロック図である。図23の情報処理装置100は、図15の情報処理装置100と同じ構成を有するとともに、さらに、処理部108を有する。

本実施形態の情報処理装置100は、抜型時間に基づいて造型条件および検出手段の配置位置を最適化する処理を行う構成を有する点以外は上記いずれかの実施形態と同様である。本実施形態の構成は他のいずれかの実施形態の構成と矛盾を生じない範囲で組み合わせることができる。

[0173] 処理部108は、鑄型10ごとに抜型時間を計測し、設定抜型時間と比較を行い、実測値と設定値に差がある場合、造型条件の変更を受け付ける処理を行う。処理部108は、造型開始時刻を取得するとともに、抜型タイミン
グになったことを示す抜型指示信号を取得すると当該信号を受信した時刻を取得する。そして処理部108は、造型開始時刻と、受信時刻から鑄型材料30の充填開始から抜型までにかかった抜型時間（実測値）を算出する。

[0174] 一方、鑄型10の抜型時間は、鑄型10の造型条件などから推定される可使時間と硬化時間から基準値として算出することができる。処理部108は、抜型時間の実測値と、基準値とを比較し、その差が閾値以上か否かを判定する。

[0175] 出力部106は、造型開始時刻から抜型タイミングまでを計測した時間（抜型時間の実測値）と、基準値との差が閾値以上の場合、鑄型10の造型条件の調整に関する情報を出力する。

[0176] 鑄型10の造型条件は、上記したように、砂の種類、硬化剤の種類と配合比と供給量、粘結剤の種類と供給量などを含む。調整に関する情報は、例えば、造型条件の変更が必要である旨を示す情報を含む。例えば、当該情報は、鑄型10の識別情報とともに、「鑄型10（鑄型ID）の抜型時間の実測値が基準値からずれています。造型条件を調整してください。」などのメッセージを含んでもよい。

[0177] さらに、出力部106は、ユーザ操作を受け付けるUIを含む操作画面を

ディスプレイに表示させ、ユーザ操作により造型条件の変更を受け付けることができる。変更を受け付けて、処理部１０８は、鋳型情報１４０の造型条件を更新して記憶装置１２０に記憶する。

[0178] さらに、処理部１０８は、鋳型１０ごとに、上記した造型開始時刻と、算出した抜型時間の実測値と、鋳型１０に関する情報とを関連付けて抜型履歴情報１７０として記憶装置１２０に記憶する。

[0179] 図２４は、抜型履歴情報１７０のデータ構造例を示す図である。

抜型履歴情報１７０は、鋳型１０ごとに、鋳型１０の識別情報と、造型開始時刻と、算出した抜型時間の実測値と、鋳型１０に関する情報とを関連付けて含む。

[0180] 鋳型１０に関する情報は、例えば、完成した鋳型１０の状態を示す情報である。鋳型１０に関する情報は、例えば、鋳型１０の変形や崩れや欠けの有無、鋳型１０の硬度、鋳型１０の品質の善し悪しを示す情報を含む。さらに、鋳型１０に関する情報は、当該鋳型１０を利用して製造された鋳物製品の精度を示す情報（設計の寸法および形状との誤差など）を含んでもよい。さらに、抜型履歴情報１７０は、鋳型１０について、鋳物製品の製造に利用した回数を記録してもよい。

[0181] さらに、処理部１０８は、抜型履歴情報１７０を統計処理し、鋳型１０に関する情報に基づいて、品質の高い鋳型１０を製造できる造型条件、および検出手段の配置位置などを調整できてもよい。

[0182] 例えば、情報処理装置１００は、鋳型１０の形状（サイズ、高さ、厚さ）と、検出手段を配置した位置と、どの位置に配置した検出手段の硬化状態情報が、適切な抜型タイミングの判断に用いることができたか否かをフィードバックする構成を有してもよい。これにより、抜型タイミングの判定に用いる基準値を適正化することができる。

[0183] ＜動作例＞

図２５は、実施形態に係る情報処理装置１００の動作例を示すフローチャートである。

まず、造型開始指示を受信すると、本フローは開始する。処理部１０８は、造型開始時刻を取得し、記憶装置１２０に記録する（ステップＳ２０１）。さらに、処理部１０８は、鋳型１０の識別情報を取得するとともに、当該鋳型１０の造型条件を鋳型情報１４０から取得する（ステップＳ２０３）。そして、情報処理装置１００は、図２１の処理フロー（抜型タイミング監視処理）を実行する（ステップＳ２０５）。

[0184] そして、ステップＳ２０５で抜型指示信号が出力されると、処理部１０８は、当該信号を取得する（ステップＳ２０７）。そして、処理部１０８は、当該信号を受信した時刻と当該鋳型１０の造型開始時刻に基づいて抜型時間の実測値を算出する（ステップＳ２０９）。

[0185] そして、処理部１０８は、抜型時間の実測値と、基準値とを比較し、その差が閾値以上か否かを判定する（ステップＳ２１１）。差が閾値以上の場合（ステップＳ２１１のＹＥＳ）、出力部１０６は、造型開始時刻から抜型タイミングまでを計測した時間（抜型時間の実測値）と、基準値との差が閾値以上の場合、鋳型１０の造型条件の調整に関する情報を出力する（ステップＳ２１３）。そして、処理部１０８は、変更を受け付けて、鋳型情報１４０の造型条件を更新して記憶装置１２０に記憶する（ステップＳ２１５）。一方、ステップＳ２１１の判定において、差が閾値以上でない場合（ステップＳ２１１のＮＯ）、ステップＳ２１３～ステップＳ２１５をバイパスして、本処理を終了する。

[0186] 以上説明したように、本実施形態によれば、上記実施形態と同様な効果を奏するとともに、さらに、抜型時間に基づいて造型条件および検出手段の配置位置を最適化する処理を行うことができる。この理由は、出力部１０６は、造型開始時刻から抜型タイミングまでを計測した時間（抜型時間の実測値）と、基準値との差が閾値以上の場合、鋳型１０の造型条件の調整に関する情報を出力するためである。

[0187] 以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

たとえば、上記実施形態では、上型 10a と下型 10b を用いる鋳型 10 を作製する方法について説明した。他の実施形態では、さらに、鋳型 10 の中子を作製する方法が提供される。

[0188] 図 26 は、他の実施形態に係る鋳型作製方法における検出手段の配置例を示す図である。

図 26 (a) の例は、中子の原型 70a および 70b を組み合わせて形成される空間内部に鋳型材料 30 が充填された造型砂 32 を含む断面図である。

中子となる造型砂 32 は、製品部分となる製品部 34 と、製品部 34 を両側で固定する部分となる幅木部 36 と、を含む。

[0189] この例では、センサ 40 (検出手段) は、その少なくとも一部が原型 70a および 70b の少なくとも一方の内部に内蔵されている。センサ 40 は、例えば、鋳型材料 30 からなる造型砂 32 の表面に当接するセンサ先端部 (不図示) を有し、硬化中の造型砂 32 の強度を計測し、造型砂 32 の硬さを示す値を出力するセンサ 40 である。センサ 40 は、造型砂 32 の表面にセンサ先端部が面するように、中子の原型 70a および 70b に内蔵される。

[0190] そして、センサ 40 は、原型 70a および 70b のうち、鋳型 10 で製造される鋳物製品に対応する製品部 34 とは異なる部分 (図 26 (a) の例では、幅木部 36) に設置される。

[0191] 図 26 (b) の例では、図 26 (a) の原型 70b にさらに押し出しピン 76 がそれぞれ製品部 34 と幅木部 36 に設けられている。この例では、センサ 40 は、幅木部 36 に設けられた押し出しピン 76 の造型砂 32 側の先端位置に設けられている。つまり、センサ 40 は、押し出しピン 76 が挿入される孔 78 に挿入され、造型砂 32 の幅木部 36 の表面にセンサ 40 のセンサ先端部が当接するように配置される。

[0192] なお、上記例では、原型 70a または 70b にセンサ 40 を内蔵しているが、上記実施形態と同様に、センサは、原型 70a または 70b の幅木部 36 に相当する部分の表面に設置されてもよい。

[0193] また、上記実施形態では、鋳型 10 は、耐火性粒子と、粘結剤と、硬化剤が混練された鋳型材料 30 を用いて作製していた。ただし、他の実施形態として、鋳型 10 は、砂を圧力で押し固める生型製法、あるいは、硬化剤としてガスを用いるガス硬化製法で作製する場合にも、同様に鋳型を作製する方法を提供することができる。

[0194] 他の実施形態として、上記実施形態の情報処理装置 100 を用いて鋳型の造型条件に応じたセンサ 40 の設置位置を最適化する方法が提供されてもよい。

また、他の実施形態として、当該方法を用いて最適化された設置位置にセンサ 40 を設置して判別した抜型タイミングで鋳型を作製する方法が提供されてもよい。

[0195] 以上、実施形態を参照して本発明を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、本発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

なお、本発明において利用者に関する情報を取得、利用する場合は、これを適法に行うものとする。

[0196] 以下、参考形態の例を付記する。

1. 鋳型を作製するための原型に、鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を生成する検出手段を、前記鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置し、

その後、前記原型の内部に前記鋳型材料を充填し、

前記鋳型材料の硬化中に、前記硬化状態情報を得て、前記鋳型の抜型を行う、鋳型作製方法。

2. 1. に記載の鋳型作製方法において、

前記検出手段を、前記原型のうち、製品部以外の領域に配置する、鋳型作製方法。

3. 1. または 2. に記載の鋳型作製方法において、

前記検出手段の少なくとも一部を、前記原型に埋め込んで配置する、鋳型

作製方法。

4. 1. から3. のいずれか一つに記載の鋳型作製方法において、
前記原型の内側面上に、前記検出手段を配置する、鋳型作製方法。

5. 1. から4. のいずれか一つに記載の鋳型作製方法において、
前記原型に、前記検出手段を収容可能かつ前記検出手段が移動可能な孔を形成し、少なくとも前記硬化状態情報を生成すべきタイミングで当該孔から前記検出手段の少なくとも一部を露出させる、鋳型作製方法。

6. 1. から5. のいずれか一つに記載の鋳型作製方法において、
前記硬化状態情報を用いて、前記鋳型の内部の硬度を判断する、鋳型作製方法。

7. 1. から6. のいずれか一つに記載の鋳型作製方法において、
前記鋳型は、自硬性鋳型である、鋳型作製方法。

8. 1. から7. のいずれか一つに記載の鋳型作製方法において、
前記鋳型材料に含まれる粘結剤は、フラン樹脂、フェノール樹脂、アルカリフェノール樹脂、および水ガラスのうちいずれか1つである、鋳型作製方法。

9. 1. から8. のいずれか一つに記載の鋳型作製方法において、
前記原型は、底板、製品部および鋳枠からなる、鋳型作製方法。

[0197] 10. 鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する受信部と、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定部と、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力部とを備える、情報処理装置。

11. 10. に記載の情報処理装置において、

前記出力部は、前記情報をディスプレイに出力する、情報処理装置。

12. 10. または11. に記載の情報処理装置において、

前記受信部は、前記原型のうち、製品部以外の領域に配置された前記検出手段から、前記硬化状態情報を受信する、情報処理装置。

13. 10. から12. のいずれか一つに記載の情報処理装置において、

前記原型の内部には複数の前記検出手段が配置されており、

前記判定部は、前記複数の検出手段それぞれが生成した前記硬化状態情報を用いて前記抜型タイミングを判定する、情報処理装置。

14. 13. に記載の情報処理装置において、

前記判定部は、所定数の前記検出手段の前記硬化状態情報が基準を満たした場合、前記抜型タイミングであると判定する、情報処理装置。

15. 14. に記載の情報処理装置において、

前記判定部は、所定数の前記検出手段の前記硬化状態情報が第1の基準を満たし、かつ、前記複数の前記検出手段の前記硬化状態情報のばらつきが第2の基準を満たした場合、前記抜型タイミングであると判定する、情報処理装置。

16. 10. から15. のいずれか一つに記載の情報処理装置において、

前記出力部は、造型開始時刻から前記抜型タイミングまでを計測した時間と、基準値との差が閾値以上の場合、前記鋳型の造型条件の調整に関する情報を出力する、情報処理装置。

[0198] 17. 1以上のコンピュータが、

鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信し、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定し、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する、情報処理方法。

18. 17. に記載の情報処理方法において、

前記 1 以上のコンピュータが、

前記情報をディスプレイに出力する、情報処理方法。

19. 17. または 18. に記載の情報処理方法において、

前記 1 以上のコンピュータが、

前記原型のうち、製品部以外の領域に配置された前記検出手段から、前記硬化状態情報を受信する、情報処理方法。

20. 18. から 19. のいずれか一つに記載の情報処理方法において、

前記原型の内部には複数の前記検出手段が配置されており、

前記 1 以上のコンピュータが、

前記複数の検出手段それぞれが生成した前記硬化状態情報を用いて前記抜型タイミングを判定する、情報処理方法。

21. 20. に記載の情報処理方法において、

前記 1 以上のコンピュータが、

所定数の前記検出手段の前記硬化状態情報が基準を満たした場合、前記抜型タイミングであると判定する、情報処理方法。

22. 21. に記載の情報処理方法において、

前記 1 以上のコンピュータが、

所定数の前記検出手段の前記硬化状態情報が第 1 の基準を満たし、かつ、前記複数の前記検出手段の前記硬化状態情報のばらつきが第 2 の基準を満たした場合、前記抜型タイミングであると判定する、情報処理方法。

23. 17. から 22. のいずれか一つに記載の情報処理方法において、

前記 1 以上のコンピュータが、

造型開始時刻から前記抜型タイミングまでを計測した時間と、基準値との差が閾値以上の場合、前記鋳型の造型条件の調整に関する情報を出力する、情報処理方法。

[0199] 24. コンピュータに、

鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段か

ら前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する受信処理と、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定処理と、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力処理と、を実行させるためのコンピュータプログラム。

25. 24. に記載のコンピュータプログラムにおいて、

前記出力処理において、前記情報をディスプレイに出力する、コンピュータプログラム。

26. 24. または25. に記載のコンピュータプログラムにおいて、

前記受信処理において、前記原型のうち、製品部以外の領域に配置された前記検出手段から、前記硬化状態情報を受信する、コンピュータプログラム。

27. 24. から26. のいずれか一つに記載のコンピュータプログラムにおいて、

前記原型の内部には複数の前記検出手段が配置されており、

前記判定処理において、前記複数の検出手段それぞれが生成した前記硬化状態情報を用いて前記抜型タイミングを判定する、コンピュータプログラム。

28. 27. に記載のコンピュータプログラムにおいて、

前記判定処理において、所定数の前記検出手段の前記硬化状態情報が基準を満たした場合、前記抜型タイミングであると判定する、コンピュータプログラム。

29. 28. に記載のコンピュータプログラムにおいて、

前記判定処理において、所定数の前記検出手段の前記硬化状態情報が第1の基準を満たし、かつ、前記複数の前記検出手段の前記硬化状態情報のばらつきが第2の基準を満たした場合、前記抜型タイミングであると判定する、

コンピュータプログラム。

30. 24. から29. のいずれか一つに記載のコンピュータプログラムにおいて、

前記出力処理において、造型開始時刻から前記抜型タイミングまでを計測した時間と、基準値との差が閾値以上の場合、前記鋳型の造型条件の調整に関する情報を出力する、コンピュータプログラム。

[0200] 31. コンピュータに、

鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する受信処理と、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定処理と、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力処理と、を実行させるためのコンピュータプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

32. 31. に記載の記録媒体において、

前記出力処理において、前記情報をディスプレイに出力する、コンピュータプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

33. 31. または32. に記載の記録媒体において、

前記受信処理において、前記原型のうち、製品部以外の領域に配置された前記検出手段から、前記硬化状態情報を受信する、コンピュータプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

34. 31. から33. のいずれか一つに記載の記録媒体において、

前記原型の内部には複数の前記検出手段が配置されており、

前記判定処理において、前記複数の検出手段それぞれが生成した前記硬化状態情報を用いて前記抜型タイミングを判定する、コンピュータプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

35. 34. に記載の記録媒体において、

前記判定処理において、所定数の前記検出手段の前記硬化状態情報が基準を満たした場合、前記抜型タイミングであると判定する、コンピュータプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

36. 35. に記載の記録媒体において、

前記判定処理において、所定数の前記検出手段の前記硬化状態情報が第1の基準を満たし、かつ、前記複数の前記検出手段の前記硬化状態情報のばらつきが第2の基準を満たした場合、前記抜型タイミングであると判定する、コンピュータプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

37. 31. から36. のいずれか一つに記載の記録媒体において、

前記出力処理において、造型開始時刻から前記抜型タイミングまでを計測した時間と、基準値との差が閾値以上の場合、前記鋳型の造型条件の調整に関する情報を出力する、コンピュータプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

符号の説明

[0201] 1 情報処理システム

3 通信ネットワーク

10 鋳型

10a 上型

10b 下型

20 原型

22 底板

24 製品部

26 鋳枠

30 鋳型材料

32 造型砂

40、40a、40b、40c センサ

- 4 2 センサ先端部
- 4 4 センサ
- 5 0 孔
- 6 0 製品領域
- 6 2 非製品領域
- 1 0 0 情報処理装置
- 1 0 2 受信部
- 1 0 4 判定部
- 1 0 6 出力部
- 1 0 8 処理部
- 1 2 0 記憶装置
- 1 3 0 センサ情報
- 1 4 0 鋳型情報
- 1 5 0 センサ設置情報
- 1 6 0 硬化状態情報
- 1 7 0 抜型履歴情報
- 2 0 0 コントローラ
- 2 0 2 通信装置
- 2 1 0 ホッパ
- 2 1 2 砂温センサ
- 2 2 0 混練機
- 2 2 2 制御盤
- 2 3 0 a 硬化剤Aタンク
- 2 3 0 b 硬化剤Bタンク
- 2 3 2 a 硬化剤A供給部
- 2 3 2 b 硬化剤B供給部
- 2 3 5 配管
- 2 3 6 粘結剤タンク

2 3 8 粘結剤供給部
2 4 0 抜型装置
2 5 0 溶融金属
2 6 0 製品
2 7 0 再生砂
2 8 0 端末装置
2 8 2 携帯端末
3 0 0 出力画面
1 0 0 0 コンピュータ
1 0 1 0 バス
1 0 2 0 プロセッサ
1 0 3 0 メモリ
1 0 4 0 ストレージデバイス
1 0 5 0 入出力インタフェース
1 0 6 0 ネットワークインタフェース

請求の範囲

- [請求項1] 鋳型を作製するための原型に、鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を生成する検出手段を、前記鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置し、
- その後、前記原型の内部に前記鋳型材料を充填し、
- 前記鋳型材料の硬化中に、前記硬化状態情報を得て、
- 得られた前記硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであると判定した後、前記鋳型の抜型を行う、鋳型作製方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の鋳型作製方法において、
- 前記検出手段を、前記原型のうち、製品部以外の領域に配置する、鋳型作製方法。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の鋳型作製方法において、
- 前記検出手段の少なくとも一部を、前記原型に埋め込んで配置する、鋳型作製方法。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか一項に記載の鋳型作製方法において、
- 前記原型の内側面上に、前記検出手段を配置する、鋳型作製方法。
- [請求項5] 請求項1から4のいずれか一項に記載の鋳型作製方法において、
- 前記原型に、前記検出手段を収容可能かつ前記検出手段が移動可能な孔を形成し、少なくとも前記硬化状態情報を生成すべきタイミングで当該孔から前記検出手段の少なくとも一部を露出させる、鋳型作製方法。
- [請求項6] 請求項1から5のいずれか一項に記載の鋳型作製方法において、
- 前記硬化状態情報を用いて、前記鋳型の内部の硬度を判断する、鋳型作製方法。
- [請求項7] 請求項1から6のいずれか一項に記載の鋳型作製方法において、
- 前記鋳型は、自硬性鋳型である、鋳型作製方法。

- [請求項8] 請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の鋳型作製方法において、
前記鋳型材料が、耐火性粒子、粘結剤および硬化剤を含む、鋳型作製方法。
- [請求項9] 請求項 8 に記載の鋳型作製方法において、
前記鋳型材料に含まれる粘結剤は、フラン樹脂、フェノール樹脂、アルカリフェノール樹脂、および水ガラスのうちいずれか 1 つである、鋳型作製方法。
- [請求項10] 請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の鋳型作製方法において、
前記原型は、底板、製品部および鋳枠から構成される、鋳型作製方法。
- [請求項11] 鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する受信部と、
受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定部と、
前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力部とを備える、情報処理装置。
- [請求項12] 請求項 11 に記載の情報処理装置において、
前記出力部は、前記情報をディスプレイに出力する、情報処理装置。
- [請求項13] 請求項 11 または 12 に記載の情報処理装置において、
前記受信部は、前記原型のうち、製品部以外の領域に配置された前記検出手段から、前記硬化状態情報を受信する、情報処理装置。
- [請求項14] 請求項 11 から 13 のいずれか一項に記載の情報処理装置において、
前記原型の内部には複数の前記検出手段が配置されており、

前記判定部は、前記複数の検出手段それぞれが生成した前記硬化状態情報を用いて前記抜型タイミングを判定する、情報処理装置。

[請求項15]

請求項14に記載の情報処理装置において、

前記判定部は、所定数の前記検出手段の前記硬化状態情報が基準を満たした場合、前記抜型タイミングであると判定する、情報処理装置。

[請求項16]

請求項15に記載の情報処理装置において、

前記判定部は、所定数の前記検出手段の前記硬化状態情報が第1の基準を満たし、かつ、前記複数の前記検出手段の前記硬化状態情報のばらつきが第2の基準を満たした場合、前記抜型タイミングであると判定する、情報処理装置。

[請求項17]

請求項11から16のいずれか一項に記載の情報処理装置において、

前記出力部は、造型開始時刻から前記抜型タイミングまでを計測した時間と、基準値との差が閾値以上の場合、前記鋳型の造型条件の調整に関する情報を出力する、情報処理装置。

[請求項18]

情報処理装置と、

コントローラと、を備え、

前記情報処理装置は、

鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する受信部と、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定部と、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力部と、を含む、情報処理システム。

[請求項19]

1 以上のコンピュータが、

鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信し、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定し、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する、情報処理方法。

[請求項20]

コンピュータに、

鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する受信処理と、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定処理と、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力処理と、を実行させるためのコンピュータプログラム。

[請求項21]

コンピュータに、

鋳型を作製するための原型に鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように、前記鋳型材料を充填する前までに予め配置された検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する受信処理と、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定処理と、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力処理と、を実行させるための

コンピュータプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

[請求項22] 鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を生成する検出手段を、前記鋳型材料が充填された場合に当該鋳型材料に面するように有する原型と、

情報処理装置と、を備え、

前記情報処理装置は、

前記検出手段から前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を受信する受信部と、

受信した硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定する判定部と、

前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する出力部と、を有し、

前記原型の内部への前記鋳型材料の充填後、

前記情報処理装置が、

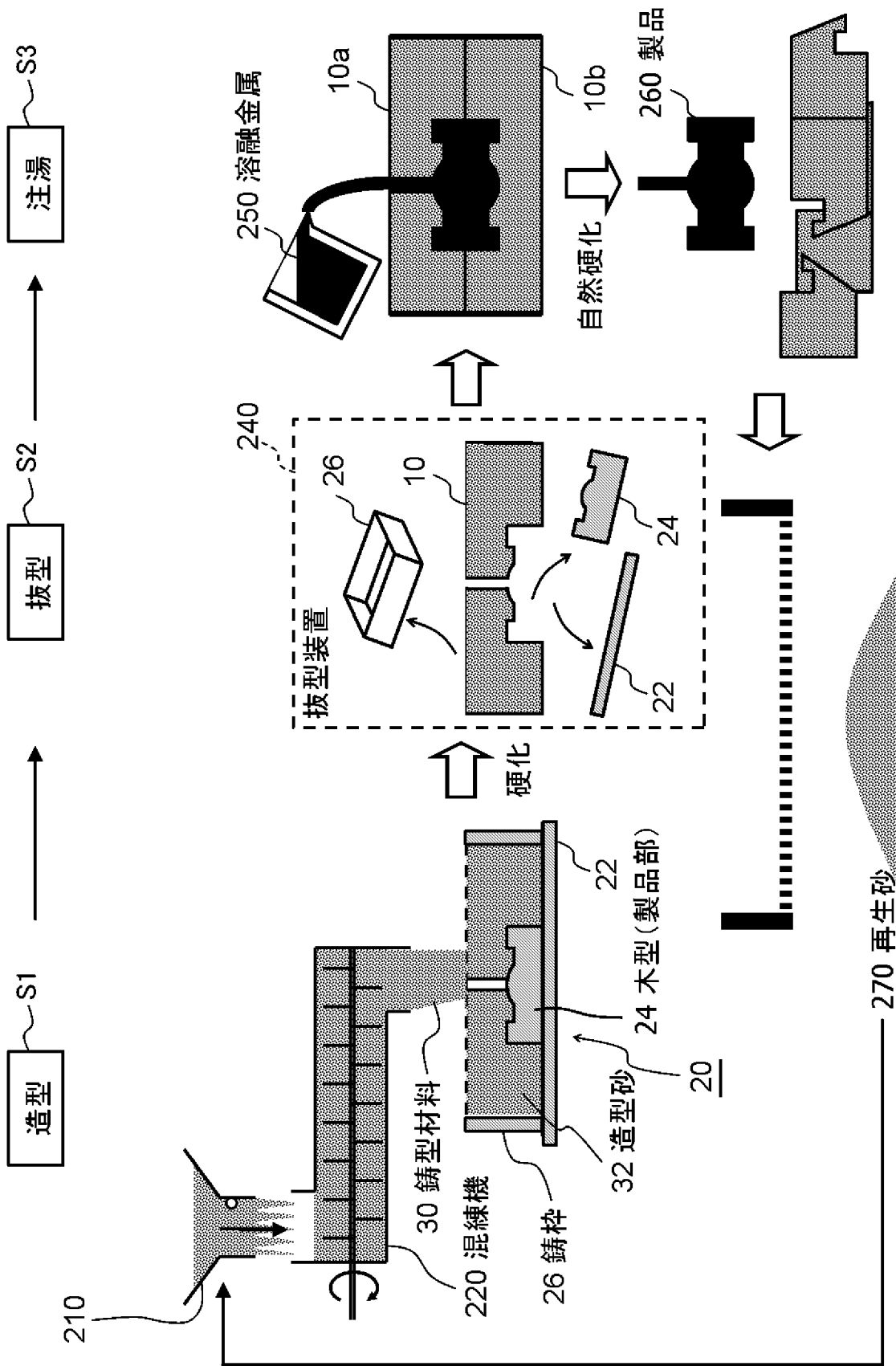
前記鋳型材料の硬化中に、前記鋳型材料の硬化状態を特定可能な硬化状態情報を生成する検出手段から、前記硬化状態情報を得て、

得られた前記硬化状態情報を用いて、前記鋳型を抜型すべき抜型タイミングであるか否かを繰り返し判定し、

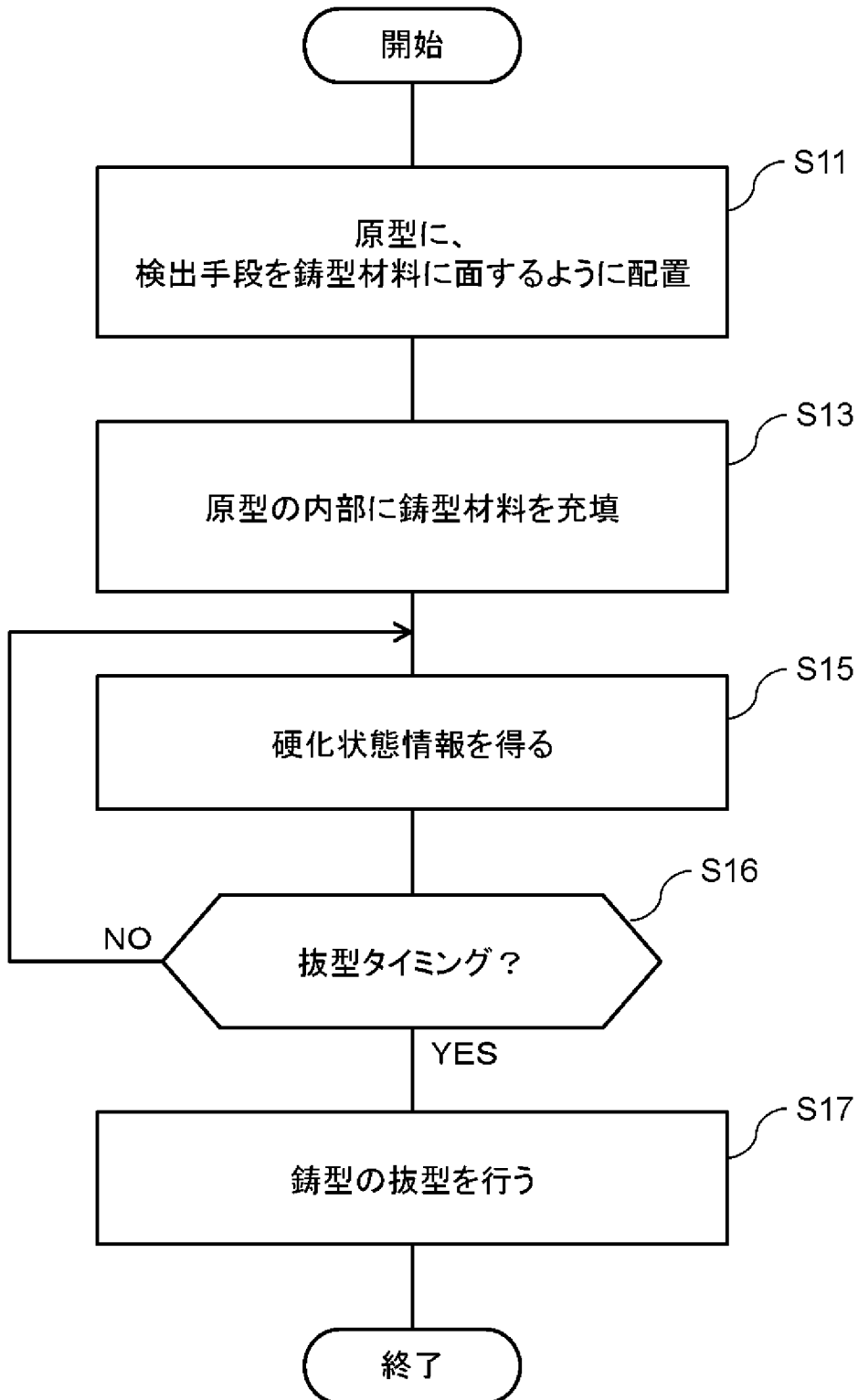
前記抜型タイミングであると判定された場合、前記抜型タイミングになったことを示す情報を出力する、鋳型作製システム。

[請求項23] 前記鋳型材料が、耐火性粒子、粘結剤及び硬化剤を含む、請求項2に記載の鋳型作製システム。

[図1]

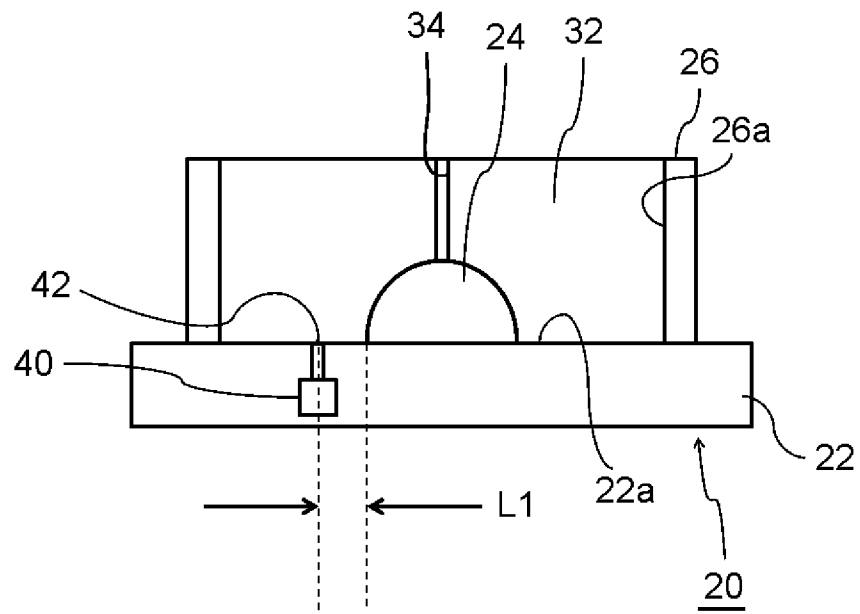


[図2]



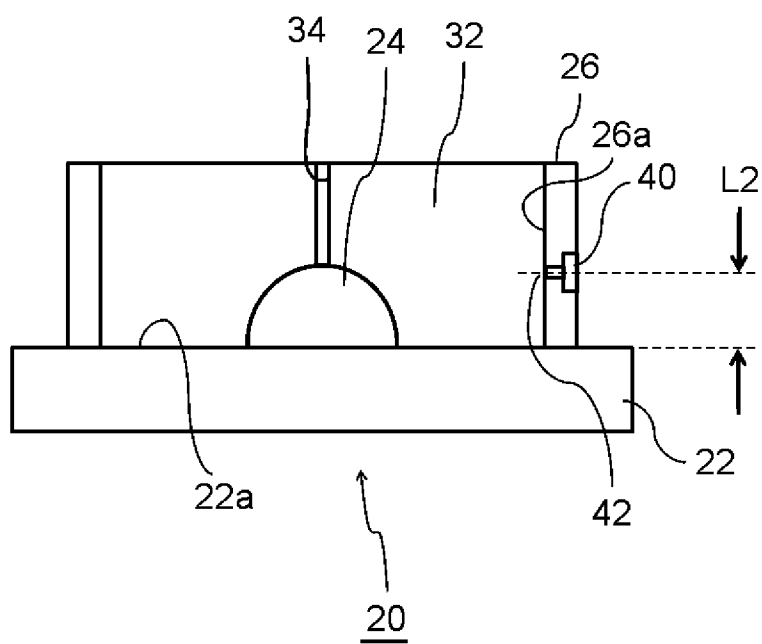
[図3]

<第1の配置例>



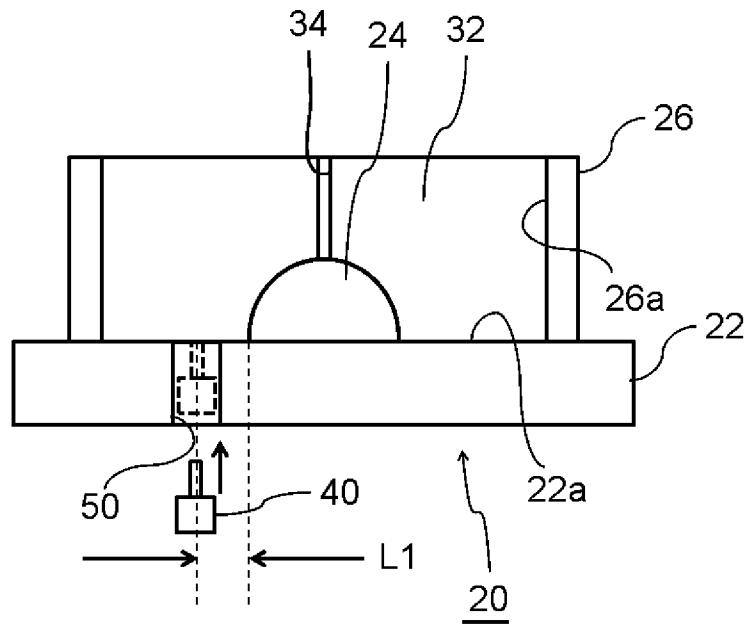
[図4]

<第1の配置例のバリエーション>



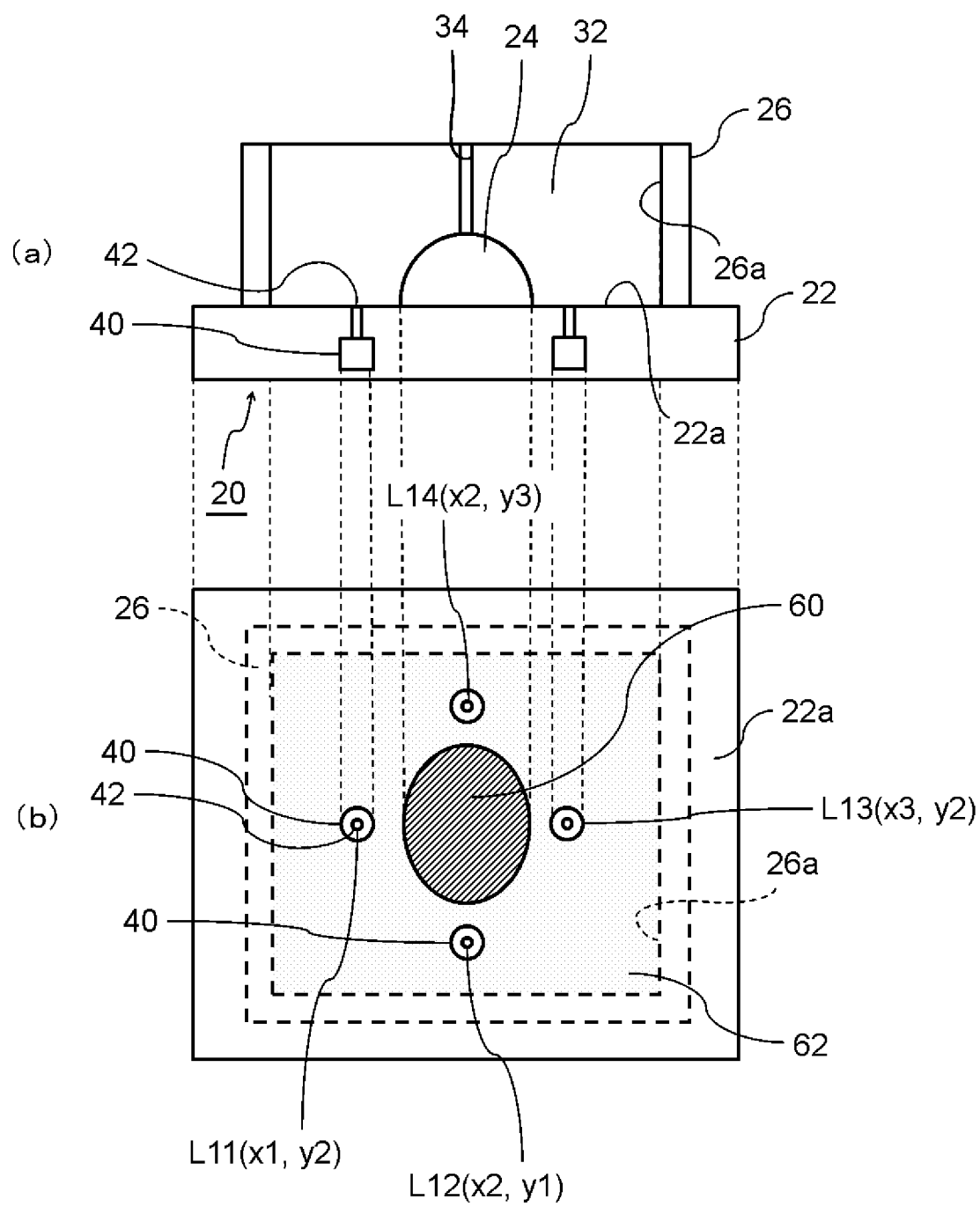
[図5]

<第2の配置例>



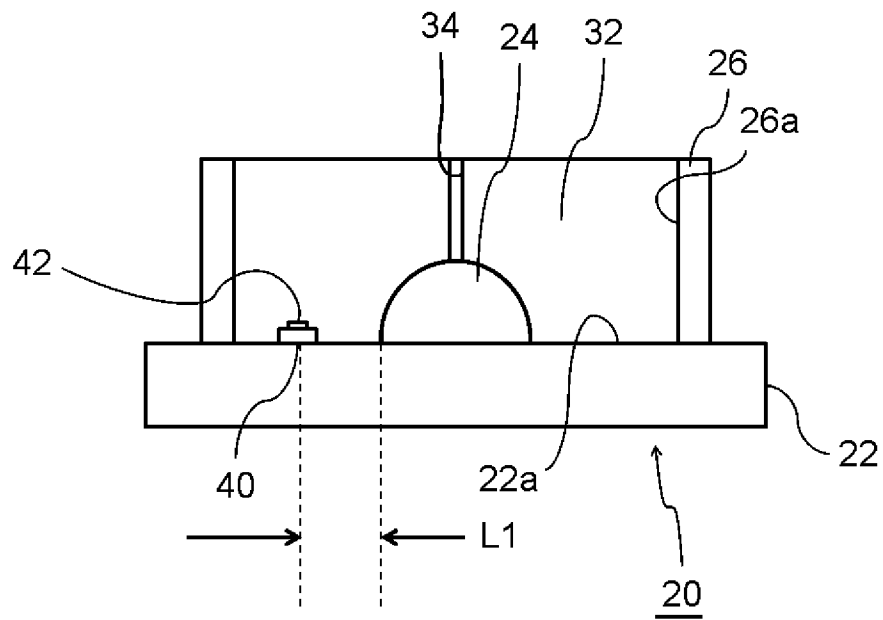
[図6]

<第3の配置例>



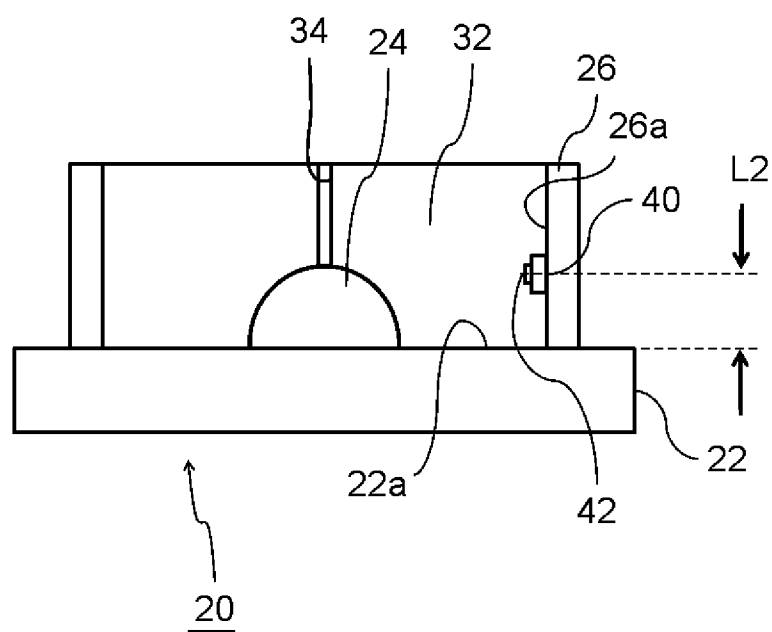
[図7]

<第4の配置例>



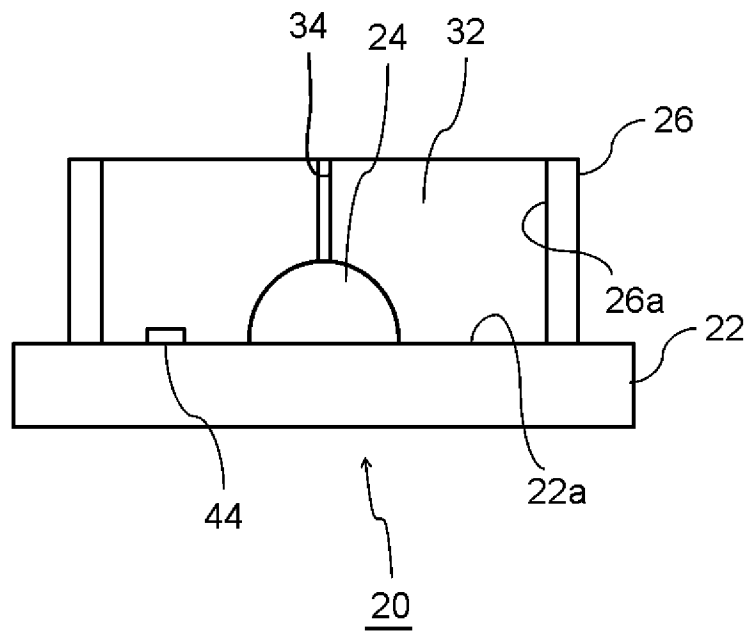
[図8]

<第4の配置例のバリエーション>



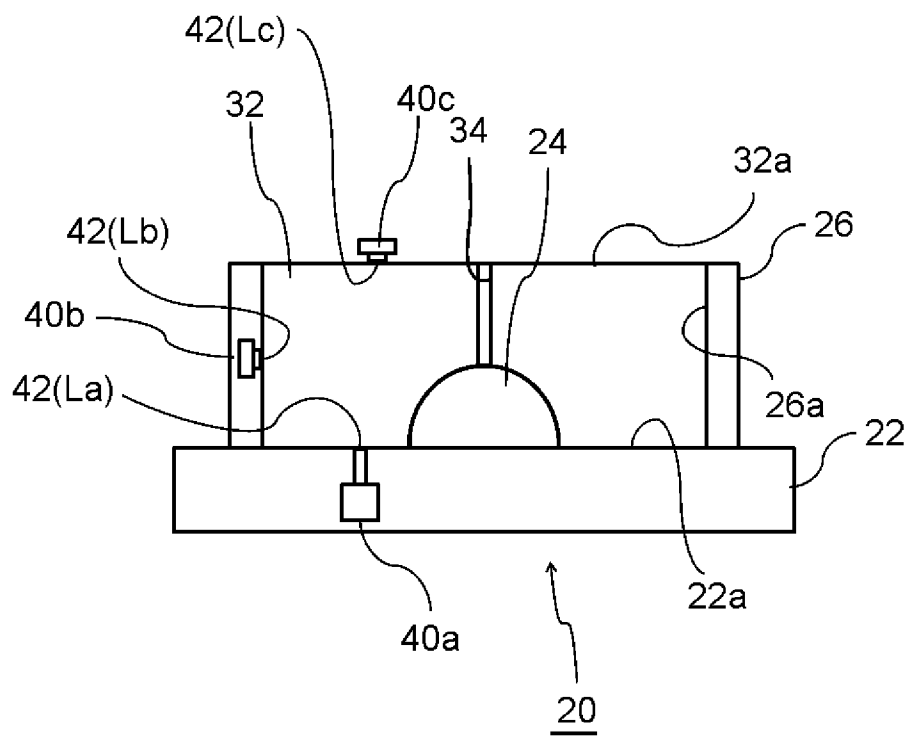
[図9]

<第5の配置例>

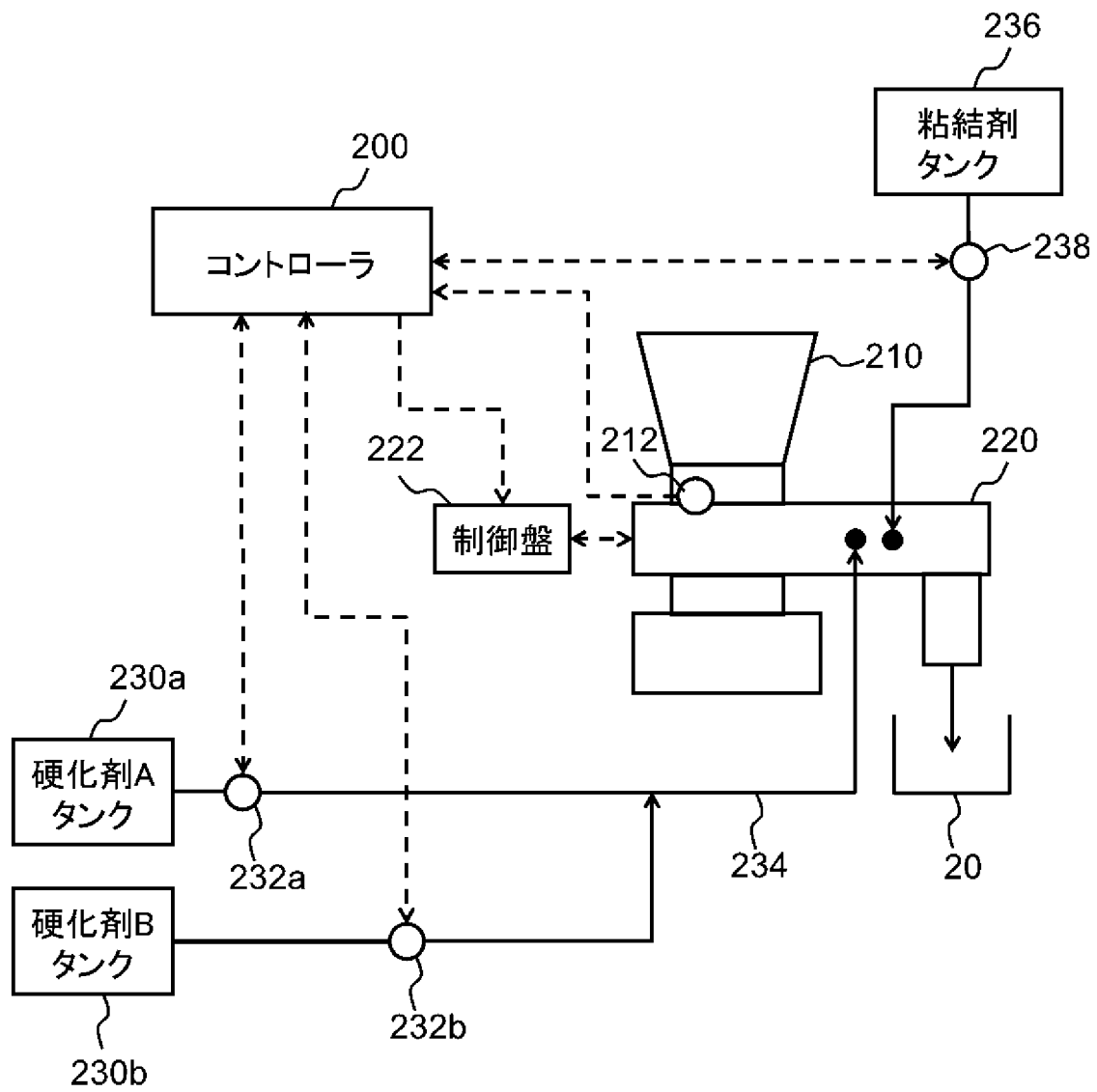


[図10]

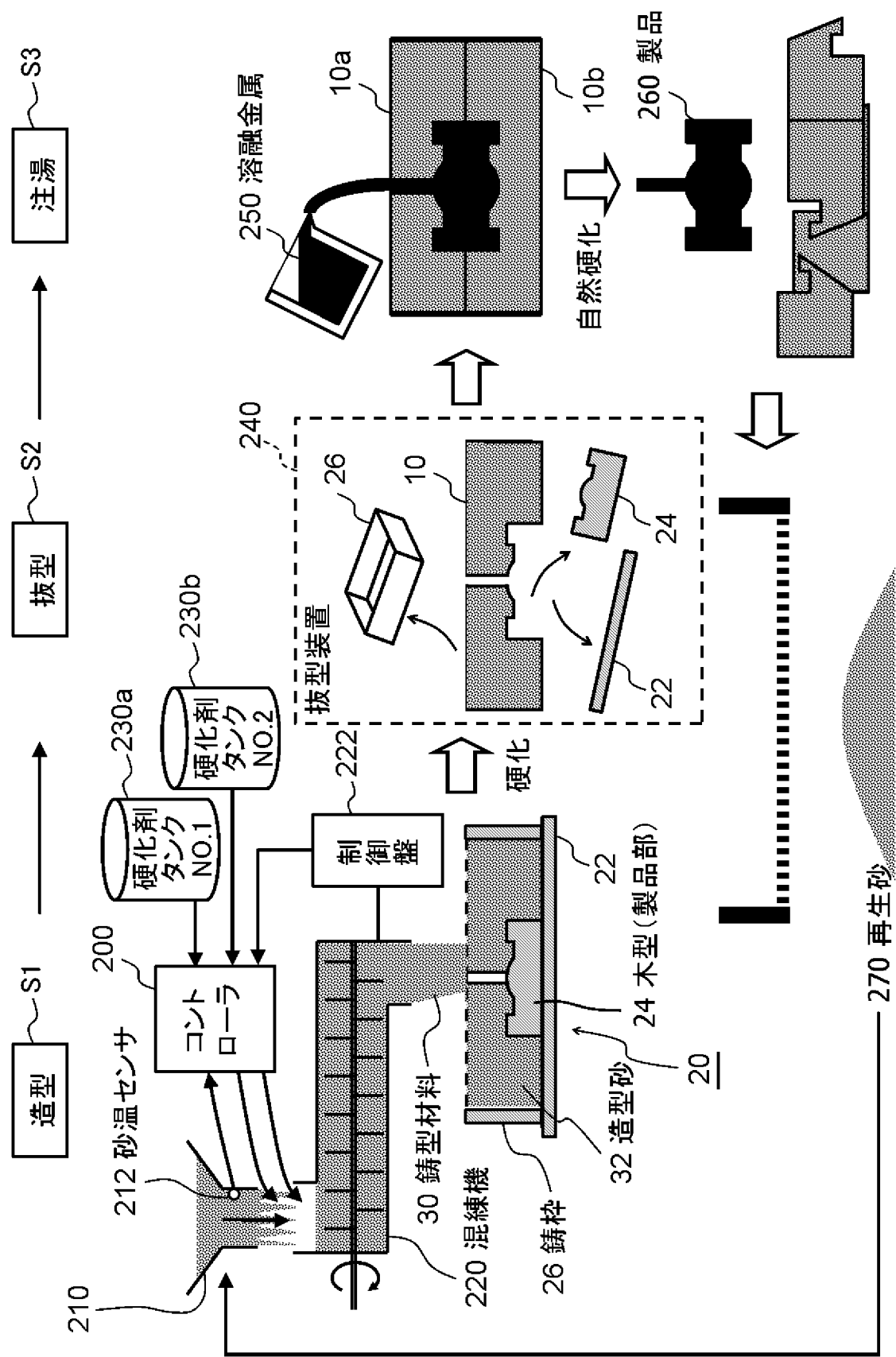
<第6の配置例>



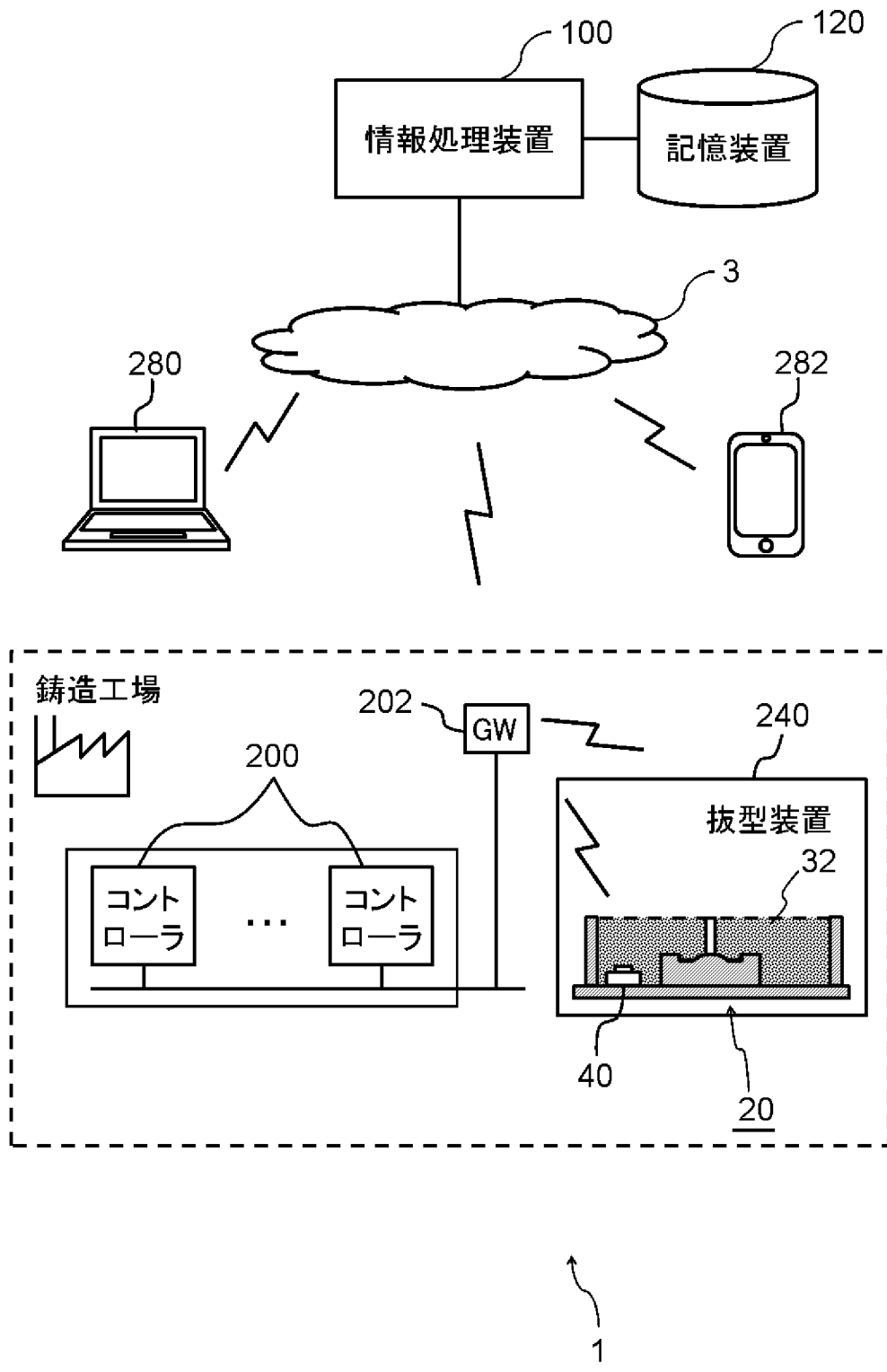
[図11]



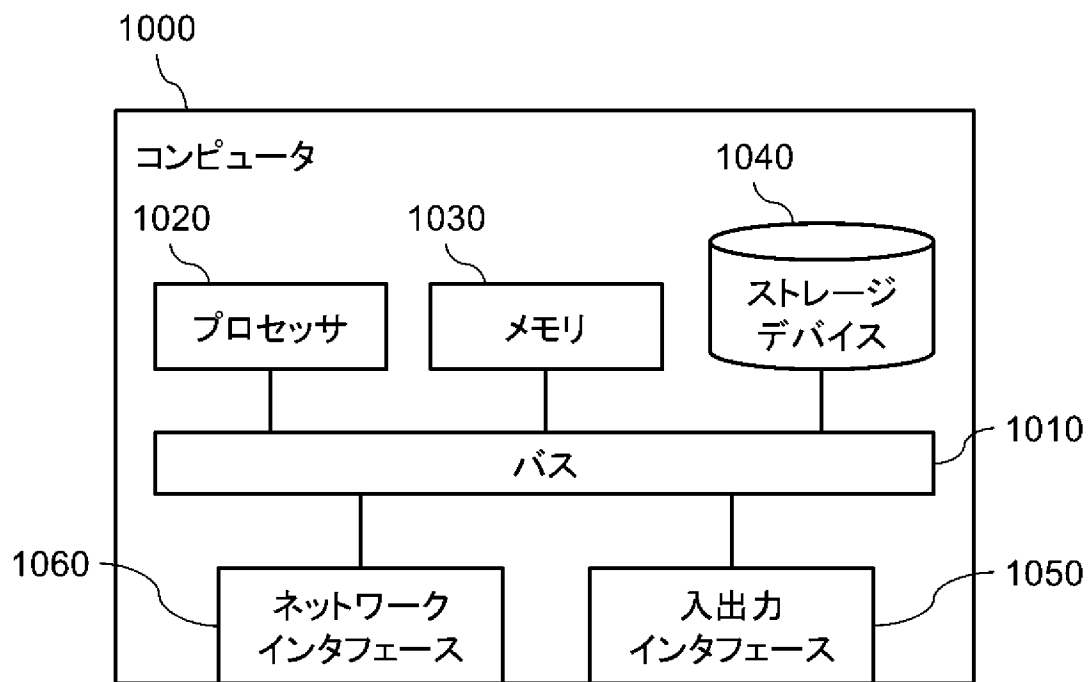
[図12]



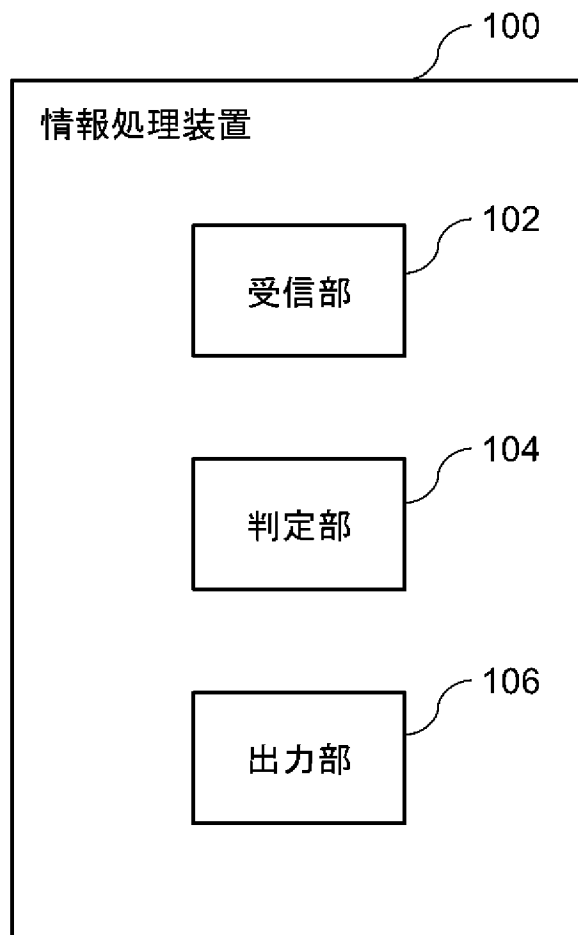
[図13]



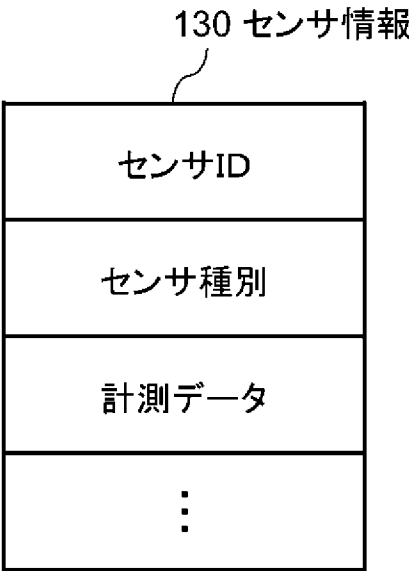
[図14]



[図15]



[図16]



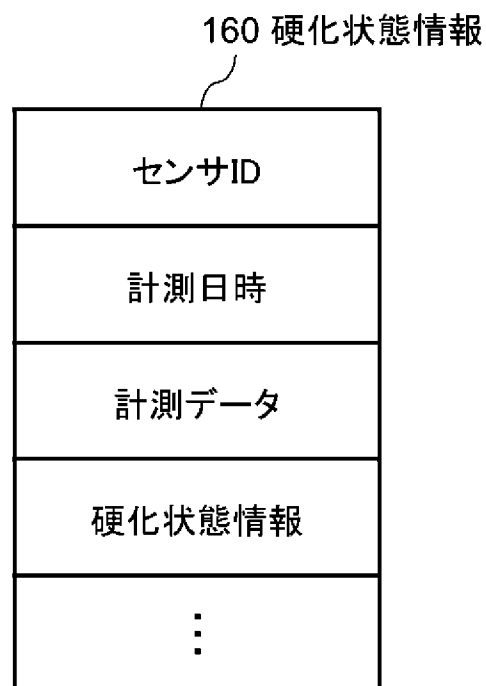
[図17]



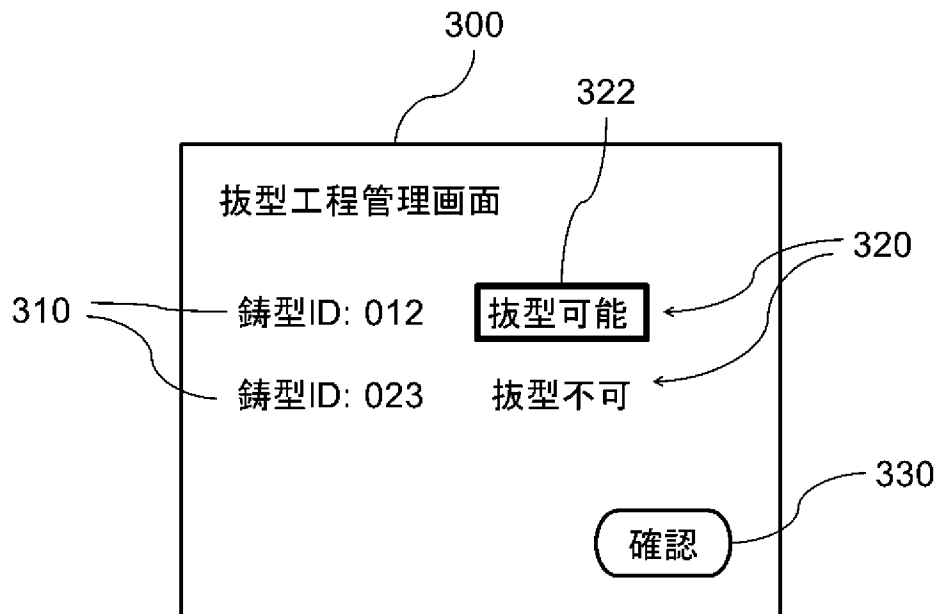
[図18]



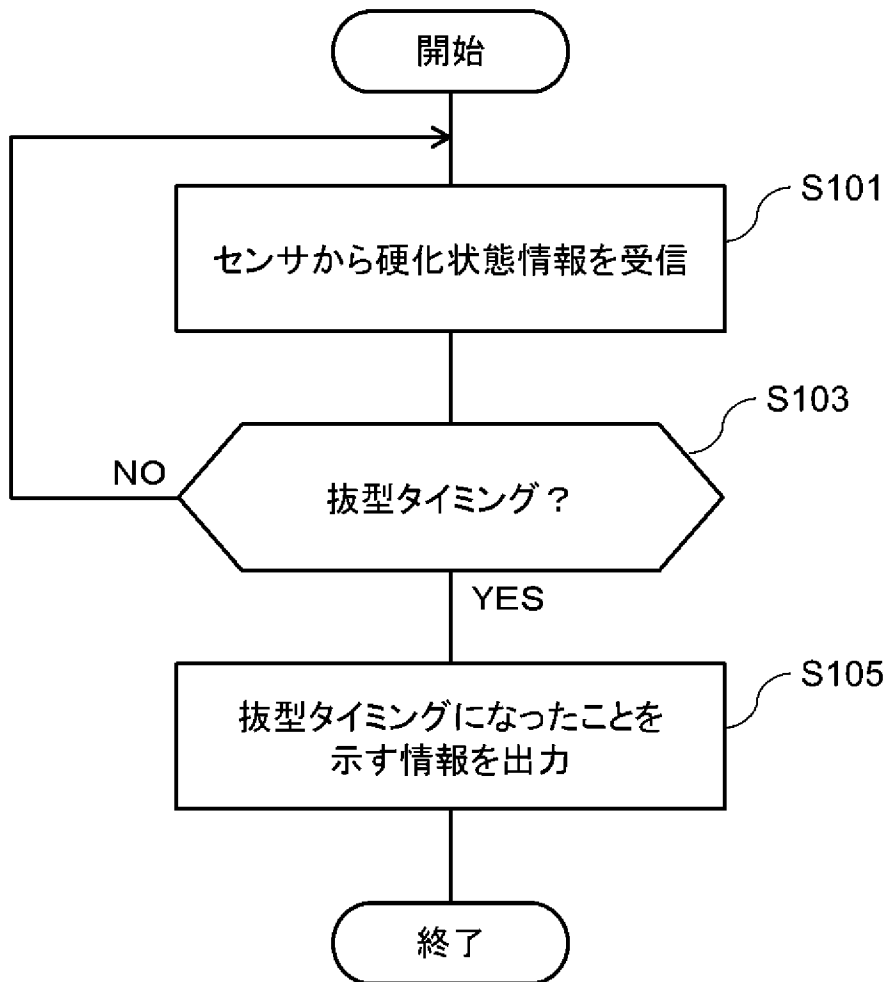
[図19]



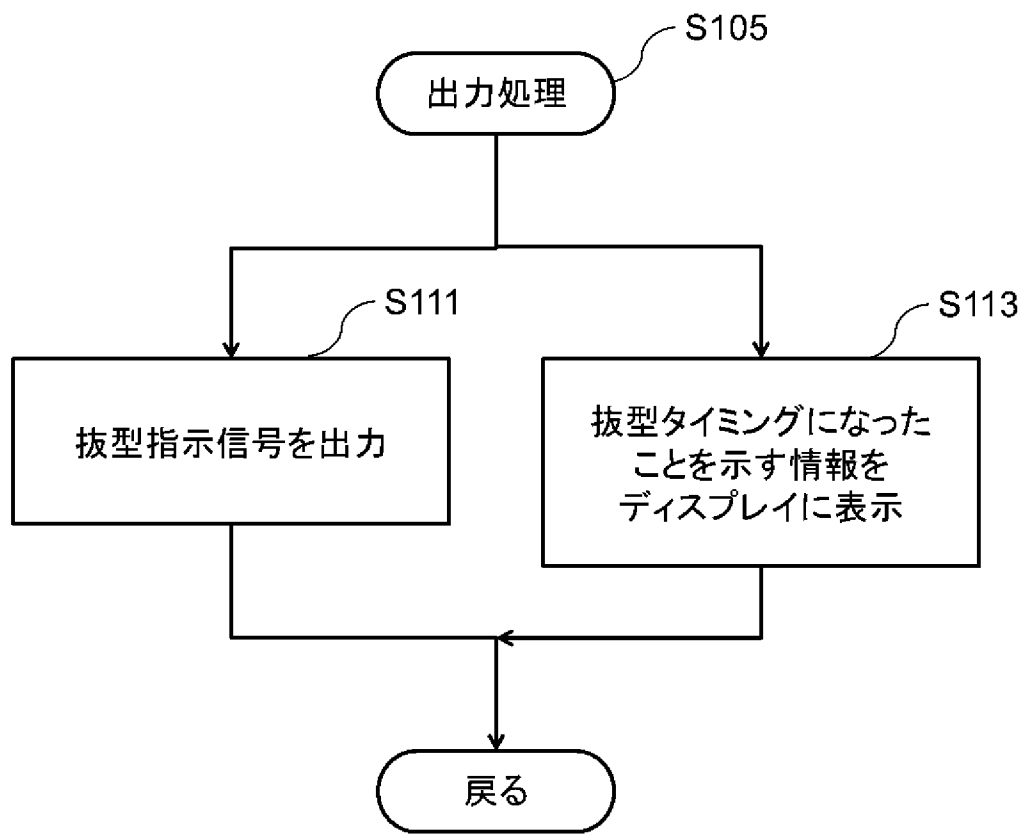
[図20]



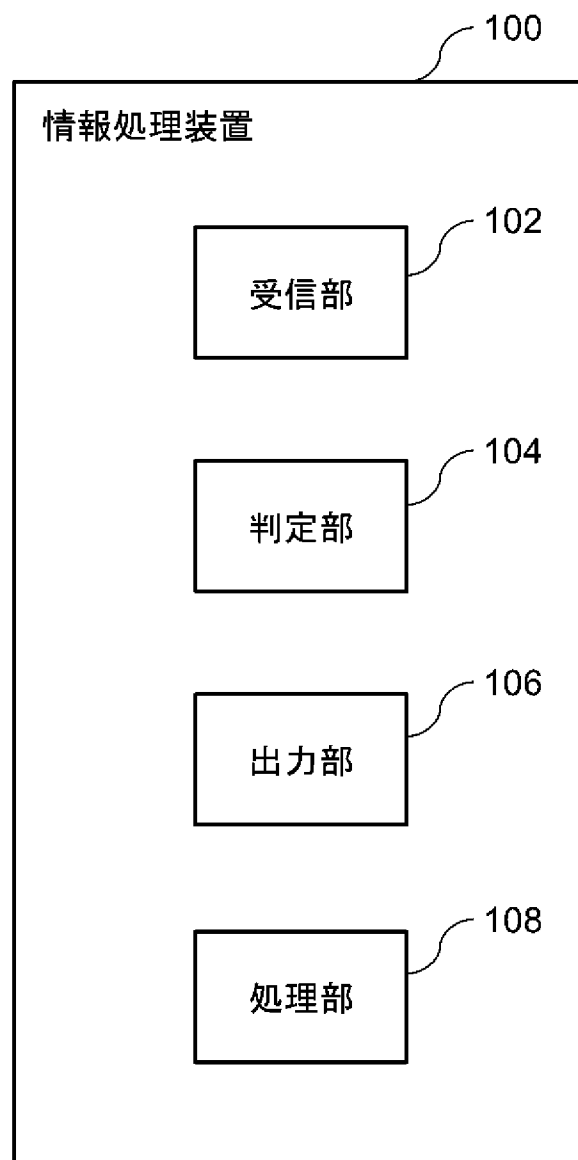
[図21]



[図22]



[図23]



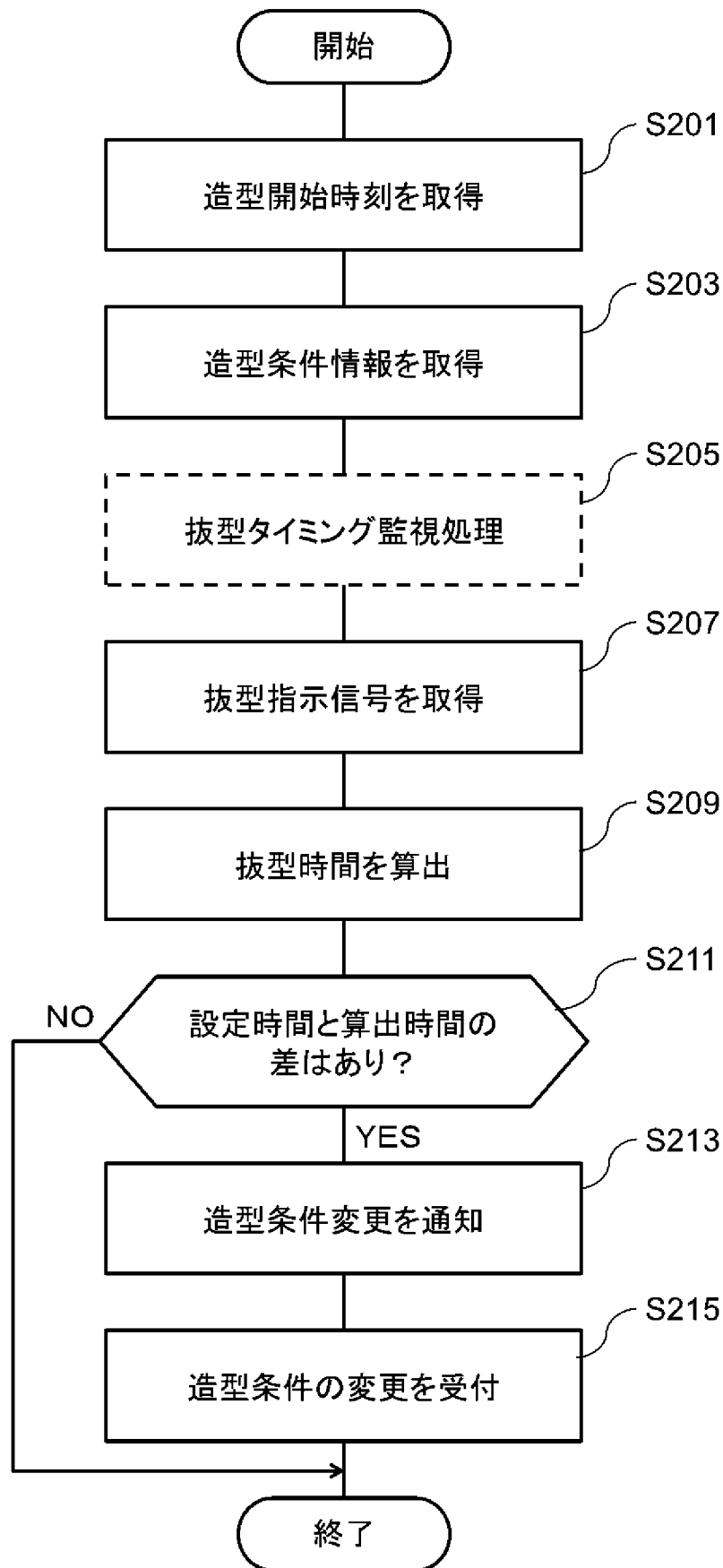
[図24]

170 抜型履歴情報



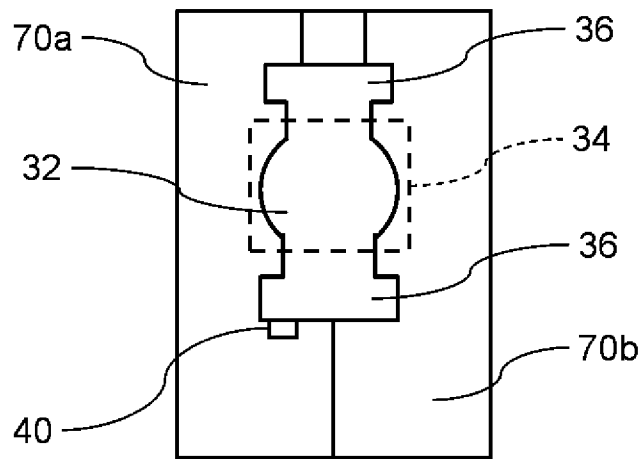
鑄型ID
造型開始時刻
抜型時間
鑄型情報
⋮

[図25]

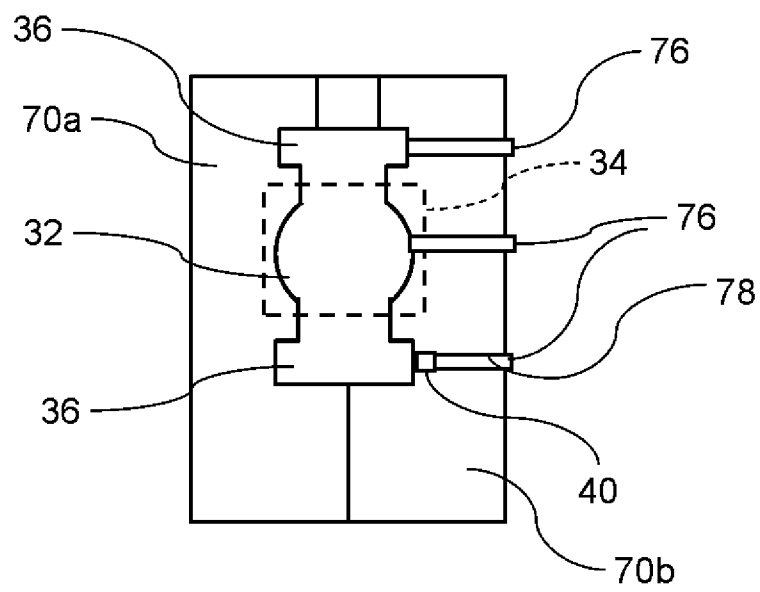


[図26]

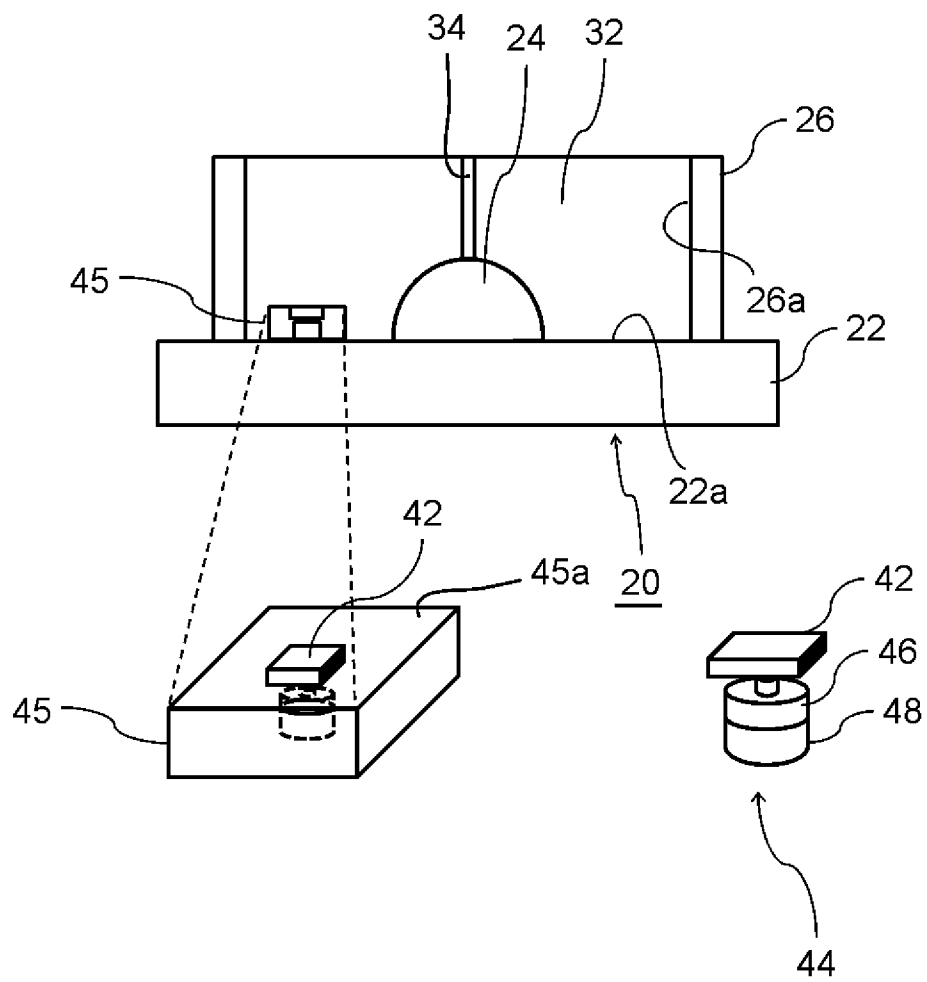
(a)



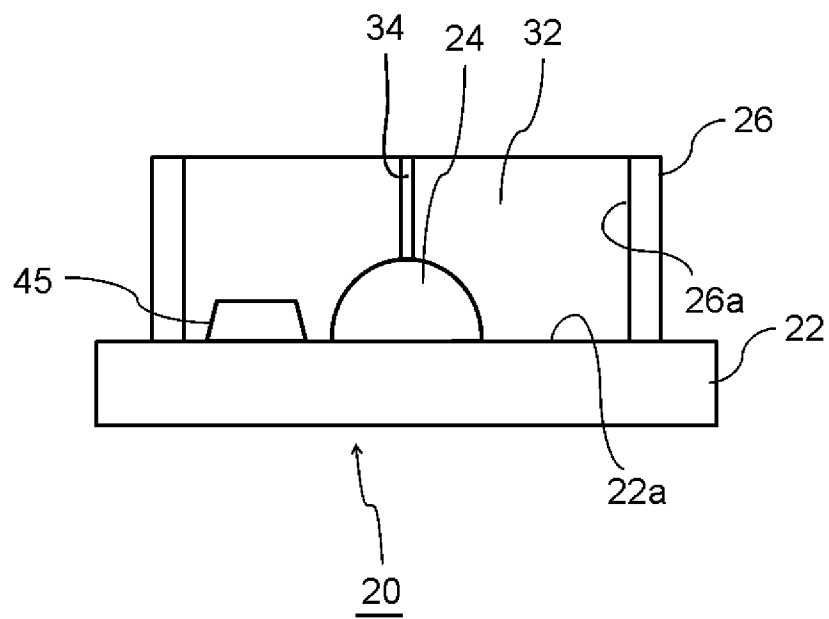
(b)



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/020267

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B22C 9/02 (2006.01)i; B22C 1/18 (2006.01)i; B22C 1/22 (2006.01)i; B22C 9/00 (2006.01)i FI: B22C9/02 101Z; B22C1/18 B; B22C1/22 B; B22C1/22 C; B22C9/00 E According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B22C1/18; B22C1/22; B22C9/00-9/02 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 57-502050 A (BELORUSSKY POLITEKHN INST) 18 November 1982 (1982-11-18) p. 3, lower right column, line 9, p. 6, upper left column, line 20 to upper right column, line 4, lower left column, lines 1-3, p. 11, upper right column, line 13, fig. 1-2, 10	1-10
Y		11-15, 18-23
A		16-17
Y	WO 2019/216230 A1 (SINTOKOGIO, LTD.) 14 November 2019 (2019-11-14) paragraphs [0029]-[0046]	11-15, 18-23
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 174809/1984 (Laid-open No. 92439/1986) (KYOURITSU-SETSUBI-KOGYO) 14 June 1986 (1986-06-14)	1-23
A	CN 114850403 A (HENAN GOLDEN SUN PRECISION CASTING CO., LTD.) 05 August 2022 (2022-08-05)	1-23
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 05 August 2024		Date of mailing of the international search report 20 August 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/020267

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	57-502050	A	18 November 1982	WO	1981/003449	A1	
				DE	3152073	A	
				FR	2483815	A	
				SU	1003999	A	

WO	2019/216230	A1	14 November 2019	US	2020/0376541	A1	
				paragraphs [0052]-[0070]			
				CN	112088056	A	

JP	61-92439	U1	14 June 1986	(Family: none)			

CN	114850403	A	05 August 2022	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

B22C 9/02(2006.01)i; B22C 1/18(2006.01)i; B22C 1/22(2006.01)i; B22C 9/00(2006.01)i

FI: B22C9/02 101Z; B22C1/18 B; B22C1/22 B; B22C1/22 C; B22C9/00 E

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

B22C1/18; B22C1/22; B22C9/00-9/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報1922-1996年

日本国公開実用新案公報1971-2024年

日本国実用新案登録公報1996-2024年

日本国登録実用新案公報1994-2024年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 57-502050 A（ペロルススキー・ポリチエフニチエスキー・インスチツト） 18.11.1982（1982-11-18） 第3頁右下欄第9行、第6頁左上欄第20行-右上欄第4行、左下欄第1-3行、第11頁右上 欄第13行、図1-2, 10	1-10
Y		11-15, 18-23
A		16-17
Y	WO 2019/216230 A1（新東工業株式会社）14.11.2019（2019-11-14） 段落[0029]-[0046]	11-15, 18-23
A	日本国実用新案登録出願59-174809号（日本国実用新案登録出願公開61-92439号）の願 書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（共立設備工業株式 会社）14.06.1986（1986-06-14）	1-23
A	CN 114850403 A（HENAN GOLDEN SUN PRECISION CASTING CO., LTD.）05.08.2022 （2022-08-05）	1-23

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に
公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若し
くは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を
付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の
後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵
触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引
用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性
又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献
との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がな
いと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.08.2024

国際調査報告の発送日

20.08.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

隅川 佳星 4E 1965

電話番号 03-3581-1101 内線 3423

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/020267

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	57-502050	A	18.11.1982	WO	1981/003449	A1	
				DE	3152073	A	
				FR	2483815	A	
				SU	1003999	A	

WO	2019/216230	A1	14.11.2019	US	2020/0376541	A1	
				段落[0052]-[0070]			
				CN	112088056	A	

JP	61-92439	U1	14.06.1986	(ファミリーなし)			

CN	114850403	A	05.08.2022	(ファミリーなし)			
