

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7314871号
(P7314871)

(45)発行日 令和5年7月26日(2023.7.26)

(24)登録日 令和5年7月18日(2023.7.18)

(51)国際特許分類		F I			
B 2 2 C	9/00 (2006.01)	B 2 2 C	9/00	E	
B 2 2 D	45/00 (2006.01)	B 2 2 D	45/00	A	
G 0 1 N	3/40 (2006.01)	G 0 1 N	3/40	F	

請求項の数 9 (全17頁)

(21)出願番号	特願2020-118431(P2020-118431)	(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
(22)出願日	令和2年7月9日(2020.7.9)	(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(65)公開番号	特開2022-15526(P2022-15526A)	(74)代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(43)公開日	令和4年1月21日(2022.1.21)	(74)代理人	100161425 弁理士 大森 鉄平
審査請求日	令和4年8月10日(2022.8.10)	(72)発明者	石井 誉人 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目2番 12号 新東工業株式会社内
		(72)発明者	松岡 宏樹 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目2番 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 強度計測装置及び強度計測方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

鋳型を搬送する搬送ラインに設けられ、前記搬送ライン上の前記鋳型の強度を計測する強度計測装置であって、

鋳型から受ける反力に基づいて前記鋳型の強度を計測する強度計測器と、

前記強度計測器を移動させる移動部と、

前記搬送ライン上の物体までの距離を測定する距離センサと、

前記移動部を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、前記距離センサにより検出された距離に基づいて、前記搬送ラインの搬送方向と直交する方向かつ水平方向における前記強度計測器の計測位置を決定し、前記移動部を制御して前記強度計測器を前記計測位置の上方へ移動させる、強度計測装置。

10

【請求項2】

前記距離センサは、高さ方向の距離を測定するように配置され、

前記距離センサを前記搬送ラインと直交する方向かつ水平方向に移動させるセンサ移動部をさらに備え、

前記制御部は、前記距離センサにより検出された前記距離の変化に基づいて前記搬送ライン上の物体の外縁位置を認識し、当該外縁位置に基づいて前記計測位置を決定する、請求項1に記載の強度計測装置。

20

【請求項 3】

前記距離センサは、高さ方向の距離を測定するように配置され、

前記移動部は、前記距離センサを前記強度計測器とともに前記搬送ラインと直交する方向かつ水平方向に移動させ、

前記制御部は、前記距離センサにより検出された前記距離の変化に基づいて前記搬送ライン上の物体の外縁位置を認識し、当該外縁位置に基づいて前記計測位置を決定する、請求項 1 に記載の強度計測装置。

【請求項 4】

前記距離センサは、前記搬送ラインの搬送方向と直交する方向かつ水平方向の距離を測定するように配置される、請求項 1 に記載の強度計測装置。

10

【請求項 5】

前記搬送ライン上の前記鋳型を所定の作業位置において静止させる位置決め部をさらに備える、請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の強度計測装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記強度計測器により計測された前記鋳型の強度に基づいて、前記鋳型に係る所定の工程の実施可否を判定する、請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の強度計測装置。

【請求項 7】

前記所定の工程は抜型工程であり、

前記鋳型に係る前記抜型工程が実施可能と判定された場合には、前記制御部は抜型可能信号を出力し、

20

前記鋳型に係る前記抜型工程が実施不可と判定された場合には、前記強度計測器は所定の時間が経過した後に前記鋳型の強度を再計測する、請求項 6 に記載の強度計測装置。

【請求項 8】

前記強度計測器により計測された前記鋳型の強度と前記鋳型とを関連付ける記憶部をさらに備える、請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の強度計測装置。

【請求項 9】

搬送ライン上の鋳型の強度を強度計測器で計測する強度計測方法であって、

距離センサによって前記搬送ライン上の物体までの距離を測定する工程と、

前記距離センサにより検出された前記距離に基づいて前記搬送ラインの搬送方向と直交する方向かつ水平方向における前記強度計測器の計測位置を決定し、前記強度計測器を前記計測位置の上方へ移動させる工程と、

30

前記強度計測器によって前記計測位置における前記鋳型の強度を計測する工程と、を含む、強度計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、強度計測装置及び強度計測方法に関する。

【背景技術】

【0002】

40

特許文献 1 は、連続的に搬送される鋳型の強度を計測する装置を開示する。この装置は、鋳型の強度を計測する力センサと、力センサを移動させる移動手段とを備える。鋳型がこの装置に搬入されると、力センサは、移動手段によって、鋳型の強度を計測すべき位置の上方に移動し、続いて所定の高さまで下降する。力センサは、鋳型の表面に接触し、鋳型の表面の強度を計測する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平 7 - 2 3 2 2 3 5 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

製造する製品に応じて、鑄型の大きさが変更されることがある。一般的に、鑄型の強度を計測すべき位置は製品の品質に影響を与えないように鑄型の外縁に近い部分に設定される。このため、鑄型の大きさに応じて鑄型の強度を計測すべき位置を変更する必要がある。本開示は、鑄型の大きさに関わらず鑄型の強度を適切な位置で計測できる技術を提供する。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本開示の一側面に係る強度計測装置は、鑄型を搬送する搬送ラインに設けられ、搬送ライン上の鑄型の強度を計測する装置である。この装置は、鑄型から受ける反力に基づいて鑄型の強度を計測する強度計測器と、強度計測器を移動させる移動部と、搬送ライン上の物体までの距離を測定する距離センサと、移動部を制御する制御部と、を備え、制御部は、距離センサにより検出された距離に基づいて、搬送ラインの搬送方向と直交する方向かつ水平方向における強度計測器の計測位置を決定し、移動部を制御して強度計測器を計測位置の上方へ移動させる。

10

【0006】

この強度計測装置では、距離センサによって搬送ライン上の物体までの距離が測定され、測定された距離に基づいて搬送ラインの搬送方向と直交する方向かつ水平方向における強度計測器の計測位置が制御部により決定される。そして、強度計測器は、計測位置の上方へ移動部により移動する。このように、搬送ライン上の物体までの距離を考慮して計測位置が決定されるため、強度計測装置は、鑄型の大きさに関わらず鑄型の強度を適切な位置で計測できる。

20

【0007】

一実施形態においては、距離センサは、高さ方向の距離を測定するように配置されてもよい。そして、強度計測装置は、距離センサを搬送ラインと直交する方向かつ水平方向に移動させるセンサ移動部をさらに備え、制御部は、距離センサにより検出された距離の変化に基づいて搬送ライン上の物体の外縁位置を認識し、当該外縁位置に基づいて計測位置を決定してもよい。この場合、距離センサは、搬送ラインに直交する方向かつ水平方向に移動しながら高さ方向の距離を測定する。これにより、搬送ラインに直交する方向に沿った位置ごとの高さ方向の距離が得られる。高さ方向の距離において例えば距離が大きく変化する位置が搬送ライン上の物体の外縁位置とされ、当該外縁位置に基づいて計測位置が決定される。このように、強度計測装置は、高さ方向の距離の変化に基づいて鑄型の強度を適切な位置で計測できる。

30

【0008】

一実施形態においては、距離センサは、高さ方向の距離を測定するように配置され、移動部は、距離センサを強度計測器とともに搬送ラインと直交する方向かつ水平方向に移動させ、制御部は、距離センサにより検出された距離の変化に基づいて搬送ライン上の物体の外縁位置を認識し、当該外縁位置に基づいて計測位置を決定してもよい。この場合、強度計測装置は、センサ単体を移動させるセンサ移動部を備えることなく、高さ方向の距離の変化に基づいて鑄型の強度を適切な位置で計測できる。

40

【0009】

一実施形態においては、距離センサは、搬送ラインの搬送方向と直交する方向かつ水平方向の距離を測定するように配置されてもよい。この場合、制御部は、距離センサにより検出された距離に基づいて搬送ライン上の物体の外縁位置を認識し、当該外縁位置に基づいて計測位置を決定できる。

【0010】

一実施形態においては、強度計測装置は、搬送ライン上の鑄型を所定の作業位置において静止させる位置決め部をさらに備えてもよい。この場合、強度計測装置は、位置決め部によって鑄型を所定の作業位置に静止させた後に鑄型の強度を計測できる。よって、この

50

強度計測装置は、鋳型の位置ずれによる計測誤差を抑制できる。

【0011】

一実施形態においては、制御部は、強度計測器により計測された鋳型の強度に基づいて、鋳型に係る所定の工程の実施可否を判定してもよい。この場合、強度計測装置は、例えば、強度が十分でない鋳型に対して所定の工程を実施したり、強度が既に十分な鋳型に対して硬化のための待ち時間を設けたりすることを回避できる。

【0012】

一実施形態においては、所定の工程は抜型工程であり、鋳型に係る抜型工程が実施可能と判定された場合には、制御部は抜型可能信号を出力し、鋳型に係る抜型工程が実施不可と判定された場合には、強度計測器は所定の時間が経過した後に鋳型の強度を再計測して

10

【0013】

一実施形態においては、強度計測装置は、強度計測器により計測された鋳型の強度と鋳型とを関連付ける記憶部を備えてもよい。

【0014】

本開示の他の側面に係る強度計測方法は、搬送ライン上の鋳型の強度を強度計測器で計測する方法であって、距離センサによって搬送ライン上の物体までの距離を測定する工程と、距離センサにより検出された距離に基づいて搬送ラインの搬送方向と直交する方向か

20

【0015】

この強度計測方法では、距離センサによって搬送ライン上の物体までの距離が測定される。距離センサにより検出された距離に基づいて搬送ラインの搬送方向と直交する方向かつ水平方向における強度計測器の計測位置が決定される。強度計測器は計測位置の上方へ移動する。そして、強度計測器によって計測位置における鋳型の強度が計測される。このように、搬送ライン上の物体までの距離を考慮して計測位置が決定されるため、この強度計測方法では、鋳型の大きさに関わらず鋳型の強度を適切な位置で計測できる。

【発明の効果】

30

【0016】

本開示の技術によれば、鋳型の大きさに関わらず鋳型の強度を適切な位置で計測できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施形態に係る強度計測装置が備わる鋳造システムの一部の一例を示す構成図である。

【図2】実施形態に係る強度計測装置の一例を示す上面図である。

【図3】実施形態に係る強度計測装置の一例を示す断面図である。

【図4】強度計測装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図5】水平方向に距離センサを移動させるロボットをさらに備える強度計測装置の一例を示す断面図である。

40

【図6】垂直方向に距離センサを移動させるロボットをさらに備える強度計測装置の一例を示す断面図である。

【図7】水平方向の距離センサを複数備える強度計測装置の一例を示す断面図である。

【図8】垂直方向及び水平方向の距離センサを備える強度計測装置の一例を示す断面図である。

【図9】水平方向の距離センサを一つ備える強度計測装置の一例を示す断面図である。

【図10】他の位置決め部を備える強度計測装置の上面図である。

【図11】強度計測装置が備わる鋳造システムの一部の他の例を示す構成図である。

【図12】鋳型Mを環状に搬送する搬送ライン3の一例を示す構成図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照して、本開示の実施形態について説明する。なお、以下の説明において、同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明は繰り返さない。図面の寸法比率は、説明のものとは必ずしも一致していない。「上」「下」「左」「右」の語は、図示する状態に基づくものであり、便宜的なものである。

【0019】

[鑄造システムの一部]

図1は、実施形態に係る強度計測装置が備わる鑄造システムの一部の一例を概略的に示す構成図である。図1に示される鑄造システム1（鑄造システムの一部）は、自硬性鑄型である鑄型Mを用いて鑄物を製造するためのシステムである。図1に示されるように、鑄造システム1は、造型場2、搬送ライン3、強度計測装置4、注湯機5、ライン制御部6、及び、枠合わせ装置7を備える。図中のX方向及びY方向が水平方向であり、Z方向が鉛直方向である。X方向、Y方向及びZ方向は、3次元空間の直交座標系における互いに直交する軸方向である。

10

【0020】

造型場2では、定盤B上に載置される鑄枠Fに混練砂が充填されて鑄型Mが製造される。鑄型Mは、例えば上型又は下型である。混練砂は薬液（樹脂、硬化剤）と鑄物砂とを含み、時間経過に応じて硬化する。造型場2で製造された鑄型Mは、搬送ライン3に送り出される。

20

【0021】

搬送ライン3は、鑄型Mを上流から下流に搬送する設備である。搬送ライン3は、造型場2から鑄型Mを受け取り、下流の注湯機5に向けて定盤B上に載置される鑄型Mを搬送する。搬送ライン3は、例えば、駆動ローラ、ローラコンベヤ、レール、レール上を走行する台車、造型場2側に配置されたプッシャ装置、及び、注湯機5側に配置されたクッション装置などを有してもよい。搬送ライン3が駆動ローラを有する場合、定盤Bにはローラ走行面が設けられる。搬送ライン3は、造型場2から注湯機5に向けて直線状に延びる。搬送ライン3は、直線状に延びる場合に限定されず、例えば階段状に延びていてもよい。搬送ライン3は、造型場2と注湯機5との間で一筆書き状に延びていてもよい。搬送ライン3は、駆動ローラに等間隔で配列された複数の定盤B上に載置される鑄型Mを造型場2から注湯機5に向けて順次搬送する。搬送ライン3は、間欠駆動され、鑄型Mを所定の枠分ずつ搬送する。所定の枠分は1枠でもよいし複数枠でもよい。搬送ライン3は、ライン制御部6と通信可能に接続される。搬送ライン3は、ライン制御部6から枠送り信号を受信すると、複数の鑄型Mを所定の枠分搬送する。搬送ライン3は、所定の枠分の搬送を完了すると、ライン制御部6に枠送り完了信号を送信する。搬送ライン3は、搬送された鑄型Mの位置決めを完了したときに、ライン制御部6に枠送り完了信号を送信してもよい。

30

【0022】

強度計測装置4は、搬送ライン3に設けられ、搬送ライン3上の鑄型Mに対して強度の計測を行う。強度計測装置4は、ライン制御部6と通信可能に接続され得る。強度計測装置4、搬送ライン3及びライン制御部6は、協働して動作してもよい。強度計測装置4の詳細は後述する。

40

【0023】

抜型機Wは、鑄型Mから模型P（図3参照）を抜型する装置である。鑄型Mから模型Pを抜型するとは、鑄型Mから模型Pを取り外すことである。鑄型Mから模型Pが抜型された箇所、模型Pから製品形状が転写された製品部が形成される。抜型機Wは、造型場2と注湯機5との間に設けられる。鑄型Mから模型Pが抜型されることによって、溶湯が流れ込む空間が、鑄型Mに画成される。抜型機Wは、作業者によって操作されてもよい。抜型機Wは、鑄型Mから模型P及び鑄枠Fを抜型してもよい。

【0024】

枠合わせ装置7は、一対の上型及び下型を枠合わせする装置である。枠合わせ装置7は

50

、扱型機Wと注湯機5の間に設けられる。枠合わせ装置7は、上型と下型との間に中子をセットしてもよい。枠合わせ装置7は、作業者によって操作されてもよい。

【0025】

注湯機5は、鑄型Mに溶湯を流し込む装置である。注湯機5は、ライン制御部6と通信可能に接続される。注湯機5は、ライン制御部6から枠送り完了信号を受信した場合、注湯エリアに位置する鑄型Mを注湯対象として、当該鑄型Mに溶湯を流し込む。注湯機5は、ライン制御部6から鑄型情報を受信し、鑄型情報に基づいた条件で注湯を行う。注湯機5は、駐留する作業者の操作によって注湯を行ってもよい。注湯された鑄型Mは、搬送ライン3により後工程を行うエリアへと搬送される。

【0026】

ライン制御部6は、鑄造システム1を統括制御するコントローラである。ライン制御部6は、例えばPLC(Programmable Logic Controller)として構成される。ライン制御部6は、CPU(Central Processing Unit)などのプロセッサと、RAM(Random Access Memory)及びROM(Read Only Memory)などのメモリと、タッチパネル、マウス、キーボード、ディスプレイなどの入出力装置と、ネットワークカードなどの通信装置とを含むコンピュータシステムとして構成されてもよい。ライン制御部6は、メモリに記憶されているコンピュータプログラムに基づくプロセッサの制御のもとで各ハードウェアを動作させることにより、ライン制御部6の機能を実現する。

【0027】

ライン制御部6は、搬送ライン3を制御して所定の静止時間で間欠的に鑄型Mを搬送する。静止時間は、鑄型Mが搬送ライン3上で静止している時間であり、鑄型Mが移動する時間と交互になるように予め定められる。例えば、搬送ライン3は、駆動ローラ上の鑄型Mを、1枠分だけ下流へ搬送し、静止させる。搬送ライン3は、所定の静止時間が経過した後、駆動ローラ上の鑄型Mを、1枠分だけ下流へ搬送し、静止させる。搬送ライン3は、鑄型Mの搬送と静止とを、所定の静止時間に基づいて繰り返し行う。

【0028】

[強度計測装置の詳細]

図2及び図3は、実施形態に係る強度計測装置の一例を示す。図2は、実施形態に係る強度計測装置の一例を示す上面図である。図2に示されるように、強度計測装置4は、鑄型Mを搬送する搬送ライン3に設けられ、搬送ライン3上の鑄型Mの強度を計測する。強度計測装置4には、定盤Bの上に載置された鑄枠F及び鑄型Mが順次搬入される。鑄枠F及び鑄型Mの大きさは鑄物製品の大きさに依存する。図2の例では、大きさの異なる鑄枠F及び鑄型Mが、搬送ライン3によって強度計測装置4へ搬送される。鑄枠F及び鑄型Mが載置される定盤Bは、最大の鑄枠Fに合わせた大きさを有する。鑄枠F及び鑄型Mは、それらの中央と定盤Bの中央とが略一致するように位置決めされて、定盤B上に載置される。

【0029】

強度計測装置4は、位置決め部41を備えてもよい。位置決め部41は、搬送ライン3上の鑄型Mを、所定の作業位置において静止させる。作業位置は、強度計測装置4が鑄型Mの強度を計測する位置であり、強度計測装置4の配置位置に対応して搬送ライン上に予め設定される。位置決め部41は、ライン制御部6と通信可能に接続される。ライン制御部6は、位置決め部41に基づいて搬送ライン3を静止させる。位置決め部41は、一例として、二つの近接スイッチから構成される。二つの近接スイッチは、搬送ライン3の搬送方向(X方向)に沿って配置される。位置決め部41は、例えば、上流に配置される第1近接スイッチ及び下流に配置される第2近接スイッチから構成される。

【0030】

第1近接スイッチは、搬送ライン3上を搬送される定盤Bが第1近接スイッチに近接したことを検知する。ライン制御部6は、第1近接スイッチが定盤Bを検知したことを基

10

20

30

40

50

第2近接スイッチが定盤Bを検知したこと、及び第1近接スイッチが定盤Bを検知していることに基づいて、搬送ライン3を静止させる。二つの近接スイッチから構成される位置決め部41は、搬送ライン3が鋳型Mを搬送する速度を低速に変更させたのちに、搬送ライン3を静止させることで、鋳型Mを正確に作業位置へ静止させることができる。

【0031】

図3は、実施形態に係る強度計測装置の一例を示す断面図である。図3に示されるように、強度計測装置4は、強度計測器10、距離センサ20、ロボット30（移動部の一例）、及び、制御装置40を備える。

【0032】

強度計測器10は、鋳型Mと接触する計測部11を有する。強度計測器10は、計測部11が鋳型Mから受ける反力に基づいて、鋳型Mの強度を計測する。計測部11は、例えば針部材である。強度計測器10は、計測部11を鋳型Mへ所定の深さまで挿入させ、計測部11が受ける反力を計測する。計測された反力は、鋳型Mの強度を示す情報となる。例えば、鋳型Mが十分に硬化している場合に計測部11が鋳型Mから受ける反力は、鋳型Mが十分に硬化していない場合に計測部11が鋳型Mから受ける反力より大きい。鋳型Mから受ける反力は、鋳型Mの圧縮強度又は鋳型強度に換算されてもよい。

10

【0033】

距離センサ20は、搬送ライン3上の物体までの距離を測定する。距離センサ20は、計測方向に存在する物体までの距離を測定するセンサであり、一例として、レーザセンサ、超音波センサ又は接触センサである。距離センサ20は、高さ方向（Z方向）の距離を測定するように配置される。つまり、距離センサ20は、搬送ライン3の上方に、搬送ライン3に向けて配置される。これにより、距離センサ20の下方に物体が存在する場合には、距離センサ20は、高さ方向における物体までの距離を測定し、距離センサ20の下方に物体が存在しない場合には、距離センサ20は、高さ方向における搬送ライン3までの距離を測定する。

20

【0034】

ロボット30は、強度計測器10及び距離センサ20を移動させる。ロボット30は、強度計測器10及び距離センサ20を支持し、搬送ライン3の搬送方向（X方向）、搬送ライン3の搬送方向と直交する方向かつ水平方向（Y方向）、及び高さ方向（Z方向）に沿って強度計測器10及び距離センサ20を移動させる。ロボット30は、強度計測器10及び距離センサ20をX方向、Y方向及びZ方向へ一体的に移動させる三軸の直交ロボットである。ロボット30は、例えばフレーム31に支持され、搬送ライン3及び鋳型Mの上方に配置される。

30

【0035】

制御装置40は、強度計測装置4を統括制御するコントローラである。制御装置40は、例えばPLCとして構成される。制御装置40は、CPUなどのプロセッサと、RAM及びROMなどのメモリと、タッチパネル、マウス、キーボード、ディスプレイなどの入力装置と、ネットワークカードなどの通信装置とを含むコンピュータシステムとして構成されてもよい。制御装置40は、メモリに記憶されているコンピュータプログラムに基づくプロセッサの制御のもとで各ハードウェアを動作させることにより、制御装置40の機能を実現する。制御装置40は、フレーム31の外側に配置されてもよいし、フレーム31の内側に配置されても構わない。制御装置40は、強度計測器10及び距離センサ20及びロボット30と通信可能に接続される。制御装置40は、ライン制御部6と通信可能に接続されてもよい。

40

【0036】

制御装置40は、制御部50及び記憶部60を備える。制御部50は、ロボット30を制御して、搬送ライン3の搬送方向と直交する方向かつ水平方向（Y方向）に強度計測器10及び距離センサ20を移動させる。制御部50は、例えば搬送ライン3のY方向における2つの側端部のうち一方の側端部近傍を原位置として、強度計測器10及び距離センサ20を原位置から他方の側端部へ向かって搬送ライン3を横断するように移動させる。

50

Y方向へ移動する距離センサ20は、移動中に高さ方向の距離を連続的に測定する。これにより、Y方向に沿った高さ方向の距離が得られる。測定された高さ方向の距離は、距離センサ20から制御部50へと出力される。

【0037】

制御部50は、距離センサ20により検出された距離に基づいて、Y方向における強度計測器10の計測位置C1を決定する。計測位置C1とは、鋳型Mの上面上の位置であって、強度が計測される位置である。例えば、制御部50は、距離センサ20により検出された距離の変化に基づいて搬送ライン3上の物体の外縁位置を認識する。制御部50は、例えばY方向に沿って連続的に測定された高さ方向の距離の変化が閾値以上となる位置を、搬送ライン3上の物体の外縁位置と認識する。あるいは、制御部50は、高さ方向の距離が閾値以下となったY方向の位置を、物体の外縁位置として認識してもよい。図中の例では、物体の外縁位置として鋳枠Fの外縁位置が認識される。鋳枠Fの外縁位置が認識された場合、鋳型Mの計測位置C1は適宜決定することができる。例えば、計測位置C1は、鋳枠Fの外縁位置から所定距離分、Y方向かつ鋳型Mの中央に向けて移動させた位置とすることができる。所定距離は、鋳枠Fの既知の厚さよりも大きく設定される。計測位置C1は、鋳型Mの湯口又は製品部と干渉する場合、X方向にずらして設定されてもよい。

10

【0038】

制御部50は、ロボット30を制御して強度計測器10及び距離センサ20を計測位置C1の上方へ移動させる。制御部50は、上述した物体の外縁位置を検出したときにロボット30を制御して強度計測器10及び距離センサ20を一旦停止させ、その後、強度計測器10及び距離センサ20を計測位置C1の上方へ移動させる。制御部50は、上述した物体の外縁位置を検出したときに停止をすることなく、強度計測器10及び距離センサ20をそのまま移動させて計測位置C1の上方へ位置させてもよい。

20

【0039】

制御部50は、計測位置C1の上方において距離センサ20により検出された高さ方向の距離を取得する。これにより、制御部50は、鋳型Mの表面近傍までの距離を認識する。制御部50は、ロボット30を制御して強度計測器10を下降させる。ロボット30は、強度計測器10の下部に設けられる計測部11を、鋳型Mの表面から鋳型Mの内部へ挿入させる。強度計測器10は、計測部11が受ける反力を計測する。これにより、強度計測器10は、計測位置C1において鋳型Mの強度を計測できる。強度計測器10の計測が完了すると、制御部50は、ロボット30を制御して強度計測器10及び距離センサ20を原位置へ移動させる。

30

【0040】

このように、制御部50は、距離センサ20の検出結果に基づいてY方向の計測位置C1を決定するだけでなく、距離センサ20の検出結果に基づいて強度計測器10のZ方向の位置を制御する。よって、制御部50は、単一の距離センサの検出結果に基づいて、強度計測器10のYZ方向を調整できる。

【0041】

さらに、制御部50は、強度計測器10により計測された鋳型Mの強度に基づいて、鋳型Mに係る所定の工程の実施可否を判定してもよい。所定の工程は、搬送ライン3上において強度計測装置4よりも下流で実施される工程である。例えば、制御部50は、強度計測器10により計測された鋳型Mの強度と閾値とを比較して、鋳型Mに対して所定の工程の実施可否を判定する。閾値は、所定の工程を正常に行うことができた鋳型の強度に基づいて予め設定される。所定の工程の一例は、抜型工程である。抜型工程は、搬送ライン3上において強度計測装置4の下流に設けられた抜型機Wによって行われる作業であり、鋳型Mから模型Pを取り外す作業である。鋳型Mは、強度が不足する場合には抜型工程によって破損することがある。制御部50は、鋳型Mの強度が閾値以下の場合、鋳型Mの強度が十分でないとして、抜型工程の実施不可と判定する。

40

【0042】

制御部50は、鋳型Mに係る抜型工程が実施不可と判定された場合には、所定の時間が

50

経過した後に強度計測器 10 に鑄型 M の強度を再計測させてもよい。自硬性鑄型である鑄型 M は時間経過に応じて硬化するため、抜型工程が実施不可とされた鑄型 M に対して硬化のための待ち時間を設ける。制御部 50 は、ライン制御部 6 へ信号を出力し、再計測が終了するまで搬送ライン 3 を停止させる。あるいは、制御部 50 は、ライン制御部 6 へ信号を出力し、抜型工程が実施不可と判定された鑄型 M を搬送ライン 3 から外れた待機場所に待機させ、所定時間経過後に再搬送させてもよい。

【0043】

制御部 50 は、再計測する場合、計測位置 C1 とは異なる位置を計測位置に設定することができる。計測部 11 が挿入された計測位置 C1 において強度を再計測する場合、強度計測器 10 は鑄型 M の強度を正確に計測できないおそれがあるためである。制御部 50 は、新たな計測位置として、鑄型 M の中心を挟んで計測位置 C1 と対称な位置に計測位置 C2 を設定してもよい。あるいは、制御部 50 は、新たな計測位置として、計測位置 C1 から X 方向にずらした位置に計測位置を設定してもよい。

10

【0044】

制御部 50 は、鑄型 M に対して抜型工程が実施可能と判定されるまで、強度計測器 10 を制御して待ち時間の設定と再計測とを所定回数繰り返してもよい。制御部 50 は、鑄型 M に対して抜型工程が実施可能と判定された場合、抜型可能信号をライン制御部 6 へ出力する。抜型可能信号は、抜型工程を実行可能であることを示す信号である。ライン制御部 6 は、抜型可能信号を受け取ると鑄型 M を下流の抜型機 W へ搬送する。制御部 50 は、再計測しても抜型工程が実施不能と判定される場合、当該鑄型 M を不良鑄型として登録してもよい。

20

【0045】

記憶部 60 は、強度計測器 10 により計測された強度と鑄型 M とを関連付ける。記憶部 60 は、例えば、強度計測器 10 により計測された強度の情報を物理的に鑄型 M に付与する。記憶部 60 は、強度計測器 10 により計測された強度の情報を含む R F I D (Radio Frequency Identifier) を鑄型 M に付与してもよい。あるいは、記憶部 60 は、当該情報を含むバーコード、2次元バーコード、数字、文字列もしくは記号を鑄型 M に付与又は刻印してもよい。情報が付与される箇所は、鑄型 M に限定されず、模型 P、定盤 B 又は鑄枠 F でも構わない。鑄型 M には他の情報が関連付けられてもよい。他の情報は、例えば、不良情報、鑄型 M の製造番号、造型時刻、及び造型条件などを含む。造型条件は、混練時における薬液の添加量、薬液の種類、サンドメタル比、気温、湿度、混練前の砂温、造型時間などである。

30

【0046】

[強度計測装置の動作]

図 4 は、強度計測装置の動作の一例を示すフローチャートである。図 4 に示されるフローチャートは、例えば、鑄型 M が強度計測装置 4 の作業位置に位置決めされたときに開始される。最初に、測定工程 (ステップ S10) として、強度計測装置 4 の制御部 50 は、ロボット 30 を制御して強度計測器 10 及び距離センサ 20 を Y 方向へ移動させながら、高さ方向の距離を距離センサ 20 に測定させる。

【0047】

次に、移動工程 (ステップ S20) として、最初に、制御部 50 は、距離センサ 20 により検出された距離に基づいて、Y 方向における強度計測器 10 の計測位置 C1 を決定する。例えば、制御部 50 は、例えば Y 方向に沿って連続的に測定された高さ方向の距離の変化が閾値以上となる位置を、搬送ライン 3 上の物体の外縁位置と認識する。そして、制御部 50 は、外縁位置から所定距離分、Y 方向かつ鑄型 M の中央に向けて移動させた位置を計測位置 C1 とする。そして、制御部 50 は、ロボット 30 を制御して強度計測器 10 及び距離センサ 20 を計測位置 C1 の上方へ移動させる。

40

【0048】

最後に、計測工程 (ステップ S30) として、制御部 50 は、ロボット 30 を制御して強度計測器 10 を下降させる。ロボット 30 は、強度計測器 10 の下部に設けられる計測

50

部 1 1 を、鋳型 M の表面から鋳型 M の内部へ挿入させる。強度計測器 1 0 は、計測部 1 1 が受ける反力を計測し、鋳型 M の強度とする。強度計測器 1 0 の計測が完了すると、制御部 5 0 は、ロボット 3 0 を制御して強度計測器 1 0 及び距離センサ 2 0 を原位置へ移動させる。以上で図 4 に示されるフローチャートが終了する。

【 0 0 4 9 】

[実施形態のまとめ]

強度計測装置 4 及び強度計測方法によれば、距離センサ 2 0 によって搬送ライン 3 上の鋳枠 F までの距離が測定され、測定された距離に基づいて Y 方向における強度計測器 1 0 の計測位置 C 1 が制御部 5 0 により決定される。そして、強度計測器 1 0 は、計測位置 C 1 の上方へロボット 3 0 により移動する。このように、搬送ライン 3 上の鋳枠 F までの距離を考慮して計測位置 C 1 が決定されるため、強度計測装置 4 及び強度計測方法は、鋳型 M の大きさに関わらず鋳型 M の強度を適切な位置で計測できる。

10

【 0 0 5 0 】

強度計測装置 4 及び強度計測方法によれば、ロボット 3 0 が強度計測器 1 0 及び距離センサ 2 0 を一体的に移動させるため、強度計測器 1 0 及び距離センサ 2 0 を移動させる複数の移動部を備える必要がない。さらに、強度計測装置 4 及び強度計測方法は、距離センサ 2 0 の検出結果に基づいて Y 方向の計測位置 C 1 を決定するだけでなく、距離センサ 2 0 の検出結果に基づいて強度計測器 1 0 の Z 方向の位置を制御できる。よって、強度計測装置 4 及び強度計測方法によれば、単一の距離センサの検出結果に基づいて、強度計測器 1 0 の Y Z 方向を調整できる。

20

【 0 0 5 1 】

強度計測装置 4 及び強度計測方法は、鋳型 M を位置決め部 4 1 によって所定の作業位置に静止させた後に鋳型 M の強度を計測できる。よって、強度計測装置 4 及び強度計測方法は、製品部又は湯口などの鋳造方案部に計測部 1 1 を誤って挿入することを防止できる。強度計測装置 4 及び強度計測方法は、抜型工程の実施を鋳型 M の強度に基づいて判定できるとともに、抜型工程が実施不可とされた鋳型 M に対して硬化のための待ち時間を設けた上で、鋳型 M の強度を再計測できる。強度計測装置 4 及び強度計測方法は、強度が十分でない鋳型 M に対して抜型工程を実施したり、強度が既に十分な鋳型 M に対して硬化のための待ち時間を設けたりすることを回避できる。つまり、鋳型 M の硬度不足による抜型不良を回避できるとともに生産効率が低下することを回避できる。強度計測装置 4 及び強度計測方法は、鋳型 M とその鋳型 M の強度とを関連付けることができる。

30

【 0 0 5 2 】

[変形例]

以上、種々の例示的实施形態について説明してきたが、上記の例示的实施形態に限定されることなく、様々な省略、置換、及び変更がなされてもよい。下では、上述の実施形態との相違点を中心に説明し、共通する説明は省略する。

【 0 0 5 3 】

鋳型 M は、自硬性鋳型に限定されず、例えば、生砂型、ガス硬化性鋳型、又は熱硬化性鋳型であってもよい。

【 0 0 5 4 】

強度計測装置 4 は、記憶部 6 0 を備えなくてもよい。記憶部 6 0 は、制御部 5 0 と分離して設けられてもよい。制御部 5 0 は、抜型工程を実施不可と判定した場合に鋳型 M の搬送を停止させなくてもよい。

40

【 0 0 5 5 】

強度計測器 1 0 は、鋳型 M と接触する計測部 1 1 を有さなくてもよい。強度計測器 1 0 は、鋳型 M から取得した試験片に基づいて、鋳型 M の強度を計測してもよい。

【 0 0 5 6 】

強度計測器 1 0 を移動させるロボット 3 0 は、距離センサ 2 0 を移動させなくてもよい。例えば、強度計測装置は、距離センサを Y 方向に移動させるセンサ移動部を更に備えてもよい。図 5 は、水平方向に距離センサを移動させるロボットをさらに備える強度計測装

50

置の一例を示す断面図である。図 5 に示されるように、強度計測装置 4 A は、強度計測器 1 0 を移動させるロボット 3 0 及び距離センサ 2 0 A を移動させるロボット 3 0 A (センサ移動部の一例) を備える。ロボット 3 0 A は、ロボット 3 0 と同様に三軸の直交ロボットである。強度計測装置 4 A のその他の構成は、強度計測装置 4 と同一である。強度計測装置 4 A は、最初にロボット 3 0 A を制御して距離センサ 2 0 A を Y 方向に移動させて鑄枠 F の外縁位置を認識し、計測位置 C 1 を決定する。次に、強度計測装置 4 A は、ロボット 3 0 を制御して強度計測器 1 0 を計測位置 C 1 の上方へ移動させる。強度計測装置 4 A は、距離センサ 2 0 A の検出結果に基づいてロボット 3 0 を制御して強度計測器 1 0 を鑄型 M の表面近傍まで下降させる。このように、センサ用の移動手段を備えた強度計測装置 4 A は、鑄型 M の大きさに関わらず鑄型 M の強度を適切な位置で計測できる。

10

【 0 0 5 7 】

強度計測装置は、距離センサを Z 方向に移動させるセンサ移動部を更に備えてもよい。図 6 は、垂直方向に距離センサを移動させるロボットをさらに備える強度計測装置の一例を示す断面図である。図 6 に示されるように、強度計測装置 4 B は、強度計測器 1 0 を移動させるロボット 3 0 及び距離センサ 2 0 B を移動させるロボット 3 0 B を備える。ロボット 3 0 B は、ロボット 3 0 と同様に三軸の直交ロボットである。強度計測装置 4 B のその他の構成は、強度計測装置 4 と同一である。強度計測装置 4 B は、最初に距離センサ 2 0 B の検出結果に基づいて物体 (鑄枠 F) の外縁位置を認識し、計測位置 C 1 を決定する。次に、強度計測装置 4 B は、ロボット 3 0 を制御して強度計測器 1 0 を計測位置 C 1 の上方へ移動させる。続いて、強度計測装置 4 B は、ロボット 3 0 B を制御して距離センサ 2 0 B を Z 方向に移動させ、Y 方向の距離が閾値以上の変化があった箇所を物体 (鑄枠 F 及び鑄型 M) の高さ位置として認識する。強度計測装置 4 B は、鑄型 M の高さ位置に基づいてロボット 3 0 を制御して強度計測器 1 0 を鑄型 M の表面近傍まで下降させる。このように、センサ用の移動手段を備えた強度計測装置 4 B は、鑄型 M の大きさに関わらず鑄型 M の強度を適切な位置で計測できる。

20

【 0 0 5 8 】

ロボットは、距離センサを移動させなくてもよい。この場合、強度計測装置は、複数の距離センサを備える。図 7 は、水平方向の距離センサを複数備える強度計測装置の一例を示す断面図である。図 7 に示されるように、強度計測装置 4 C は、距離センサ 2 0 B、距離センサ 2 0 C、距離センサ 2 0 D、距離センサ 2 0 E の順番で高い位置から配置される複数の距離センサを備える。これらの距離センサは、水平方向の距離を測定する。強度計測装置 4 C のその他の構成は、ロボットが距離センサを移動させない点を除き、強度計測装置 4 B と同一である。複数の距離センサは、水平方向の距離をそれぞれ測定することで、搬送ライン 3 上における物体 (鑄枠 F 及び鑄型 M) のおおよその高さを測定する。例えば、最も高い位置に配置される距離センサ 2 0 B が測定する水平方向の距離は所定の値よりも大きく、距離センサ 2 0 C ~ 2 0 E が測定する水平方向の距離は所定の値よりも小さい場合、鑄型 M の高さは、距離センサ 2 0 B と距離センサ 2 0 C との間に位置する。また、距離センサ 2 0 C ~ 2 0 E の何れか一つの検出結果は、物体 (鑄枠 F) の外縁位置となる。このように、センサ用の移動手段を備えていない強度計測装置 4 C は、複数の距離センサを備えることで鑄型 M の大きさに関わらず鑄型 M の強度を適切な位置で計測できる。

30

40

【 0 0 5 9 】

図 7 の例では、複数の距離センサを高さ方向に並べて配置したが、複数の距離センサの例は図 7 に限定されない。図 8 は、垂直方向及び水平方向の距離センサを備える強度計測装置の一例を示す断面図である。図 8 に示されるように、強度計測装置 4 D は、高さ方向の距離センサ 2 0 A 及び水平方向の距離センサ 2 0 B を備える。強度計測装置 4 D のその他の構成は、強度計測装置 4 C と同一である。強度計測装置 4 D では、距離センサ 2 0 B によって物体 (鑄枠 F) の外縁位置が認識され、高さ方向の距離センサ 2 0 A によって鑄型 M までの高さ距離を取得できる。このため、強度計測装置 4 D は、垂直方向及び水平方向の距離センサを備えることで鑄型 M の大きさに関わらず鑄型 M の強度を適切な位置で計測できる。

50

【 0 0 6 0 】

距離センサは、鋳型 M の高さを測定しなくてもよい。強度計測器 1 0 は距離センサが測定した鋳型 M の高さに基づいて計測部 1 1 を鋳型 M と接触させなくてもよい。図 9 は、水平方向の距離センサ 2 0 を一つ備える強度計測装置の一例を示す断面図である。図 9 に示されるように、強度計測装置 4 E は、水平方向の距離センサ 2 0 を備える。強度計測装置 4 E のその他の構成は、高さ方向の距離センサ 2 0 A を備えていない点を除き、強度計測装置 4 D と同一である。強度計測装置 4 E では、距離センサ 2 0 によって物体（鋳枠 F）の外縁位置が認識され、計測位置 C 1 が決定される。鋳型 M の高さが距離センサによって測定されない場合、ロボット 3 0 は、強度計測器 1 0 を計測部 1 1 が鋳型 M と接触するまで低速で下降させる。計測部 1 1 と鋳型 M とが接触すると、ロボット 3 0 は、強度計測器 1 0 の下降を停止する。強度計測器 1 0 は、ロボット 3 0 による下降が停止すると、鋳型 M の強度の計測を開始する。このように、強度計測装置 4 E は、水平方向の距離センサのみを備えることで鋳型 M の大きさに関わらず鋳型 M の強度を適切な位置で計測できる。

10

【 0 0 6 1 】

図 1 0 は、他の位置決め部を備える強度計測装置の上面図である。図 1 0 に示されるように、強度計測装置 4 F は、強度計測装置 4 と比べて、位置決め部 4 1 に替えて位置決め部 4 1 A を備える点で相違し、その他は同一である。位置決め部 4 1 A は、搬送ライン 3 上の鋳型 M を、所定の作業位置において機械的に静止させる。例えば、位置決め部 4 1 A は定盤 B と機械的に接触するストッパとして構成される。ストッパは、搬送ライン 3 に対して突出して、定盤 B の搬送方向と相対するように接触する。ストッパは、搬送ライン 3 に対して垂直方向、水平方向又はストッパが回転するように突出する。突出したストッパと定盤 B が接触すると、ライン制御部 6 は、搬送ライン 3 を静止させる。強度計測器 1 0 が鋳型 M の強度の計測を終えると、ストッパと定盤 B との接触は解除される。鋳型 M は、ストッパと定盤 B との接触が解除された後に、搬送ライン 3 によって搬送される。ストッパは、定盤 B に設けられるブッシュ（又はピン）と係合する、ピン（又はブッシュ）であってもよい（不図示）。

20

【 0 0 6 2 】

強度計測装置は、抜型工程の実施可否を判定する装置に限定されない。例えば、強度計測装置は、注湯工程の実施可否を判定してもよい。図 1 1 は、強度計測装置 4 が注湯機 5 の前に備わる鋳造システム 1（鋳造システムの一部）の他の例を示す構成図である。図 1 1 に示されるように、強度計測装置 4 は、搬送ライン 3 において抜型機 W の下流であって注湯機 5 の上流に配置される。制御部 5 0 は、強度に基づいて注湯工程の実施可否を判定する。鋳型 M の強度が不足する場合、製品が製造できないおそれがある。制御部 5 0 は、鋳型 M の強度が閾値以下である場合、注湯工程の実施不可と判定する。この場合、制御部 5 0 は、抜型工程の実施可否の判定と同様に、鋳型 M を静止させ、所定の時間が経過した後に強度計測器 1 0 に鋳型 M の強度を計測させてもよい。

30

【 0 0 6 3 】

上述したロボットは、直交ロボットに限定されない。ロボットは、例えば、1 軸又は 2 軸方向へ移動させるロボットであってもよいし、多関節ロボット、パラレルリンクロボット及びスカラーロボットであってもよい。

40

【 0 0 6 4 】

図 1 2 は、鋳型 M を環状に搬送する搬送ライン 3 の一例を示す構成図である。この場合、搬送ライン 3 は、例えばターンテーブルとして構成される。以下では、図 1 との相違点を中心に説明し、共通する説明は省略する。ターンテーブルは、円盤状の搬送装置であって円盤の中心を回転軸として反時計回りに回転する。ターンテーブル上に載置される定盤 B、模型 P、鋳枠 F 及び鋳型 M は、ターンテーブルの回転とともに搬送される。ターンテーブルは、間欠駆動され、鋳型 M を所定の枠分ずつ搬送するように回転する。

【 0 0 6 5 】

造型場 2、強度計測装置 4 及び抜型機 W は、ターンテーブル上を搬送される定盤 B、模型 P、鋳枠 F 及び鋳型 M に対応する位置に、それぞれ配置される。例えば、造型場 2、強

50

度計測装置 4 及び抜型機 W は、ターンテーブルの外周に配置されてもよい。この場合、ターンテーブルの中央には、定盤 B、模型 P、鑄枠 F 及び鑄型 M をターンテーブルの外周に押し出すシリンダ（不図示）が設けられてもよい。

【 0 0 6 6 】

造型場 2 では、定盤 B 上に載置される鑄枠 F 及び模型 P に混練砂が充填されて鑄型 M が製造される。造型場 2 で製造された鑄型 M は、ターンテーブルに送り出される。以下では、鑄型 M を製造する造型場 2 が配置される位置を、ターンテーブルの搬送位置の中で最も上流の位置として説明する。

【 0 0 6 7 】

強度計測装置 4 は、造型場 2 の下流に配置される。強度計測装置 4 は、造型場 2 から見て反時計回りの円周方向に向かって位置する。強度計測装置 4 は、ターンテーブルの径方向に向けて配置された水平方向の距離センサ 20（例えば図 9 参照）を備える。造型場 2 から搬入された鑄型 M は、距離センサ 20 によって物体（鑄枠 F）の外縁位置が認識され、計測位置 C1 が決定される。鑄型 M がシリンダによってターンテーブルの外周に押し出される場合、水平方向の距離センサ 20 は、鑄型 M が押し出される方向と直交するように配置されてもよい。強度計測装置 4 に強度を計測された鑄型 M は、ターンテーブルに送り出される。

10

【 0 0 6 8 】

抜型機 W は、強度計測装置 4 の下流に配置される。抜型機 W は、搬入された鑄型 M から模型 P 及び鑄枠 F を抜型する。模型 P 及び鑄枠 F と分離された鑄型 M は、ターンテーブルの外部に搬出される。模型 P 及び鑄枠 F は、定盤 B の上に載置され再びターンテーブルに搬出される。抜型機 W から搬出された模型 P 及び鑄枠 F は、再び造型場 2 へ搬入される。

20

【 0 0 6 9 】

以上、図 12 に示されるように、鑄型 M が環状に搬送される場合でも、強度計測装置 4 及び強度計測方法は、抜型工程の実施を鑄型 M の強度に基づいて判定できるとともに、抜型工程が実施不可とされた鑄型 M に対して硬化のための待ち時間を設けた上で、鑄型 M の強度を再計測できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

1 ... 鑄造システム、2 ... 造型場、3 ... 搬送ライン、4 ... 強度計測装置、5 ... 注湯機、6 ... ライン制御部、M ... 鑄型、F ... 鑄枠、B ... 定盤、P ... 模型、10 ... 強度計測器、11 ... 計測部、20, 20A, 20B, 20C, 20D, 20E ... 距離センサ、30, 30A, 30B ... ロボット、40 ... 制御装置、41, 41A ... 位置決め部、50 ... 制御部、60 ... 記憶部。

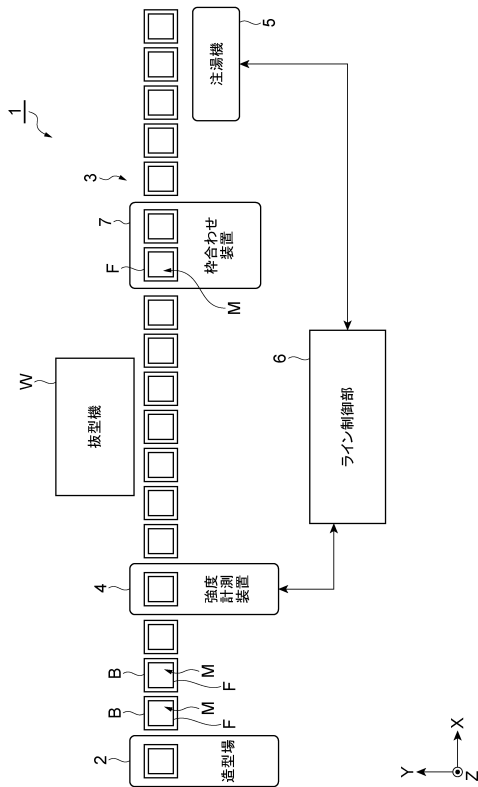
30

40

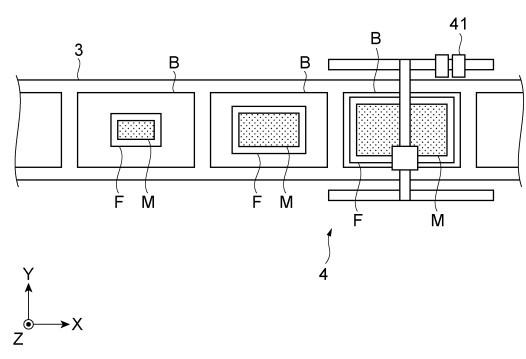
50

【図面】

【図 1】



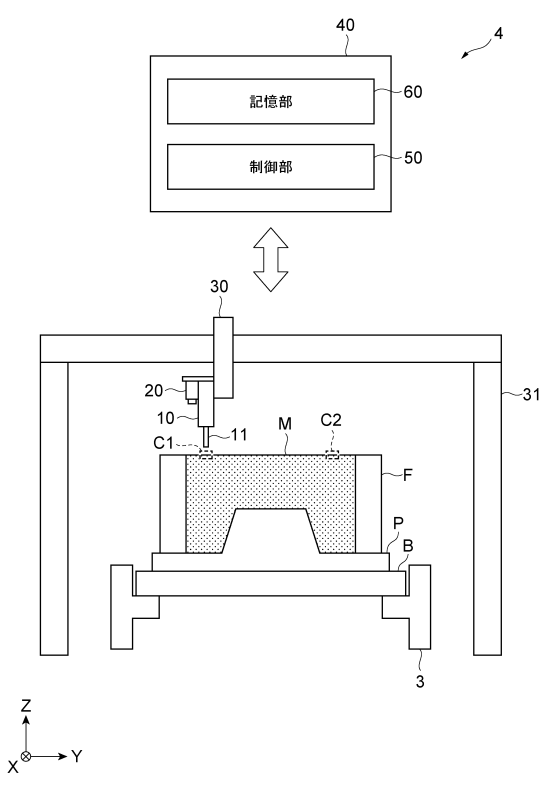
【図 2】



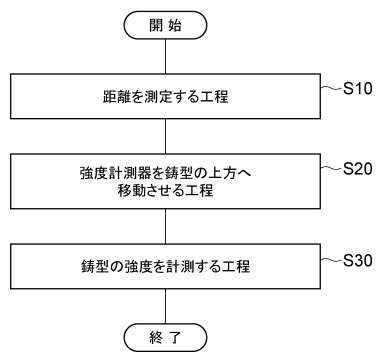
10

20

【図 3】



【図 4】

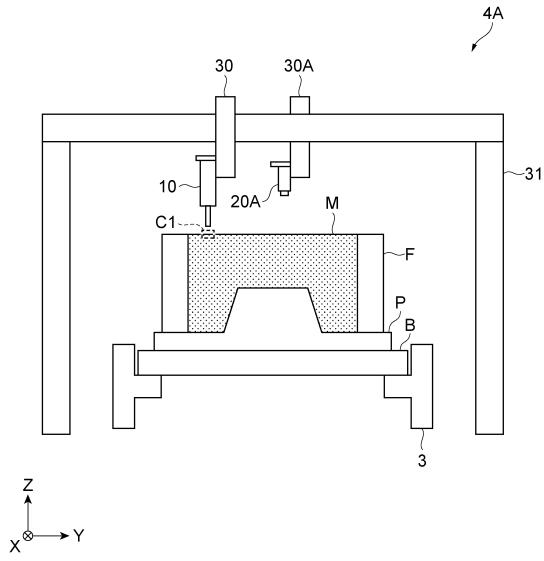


30

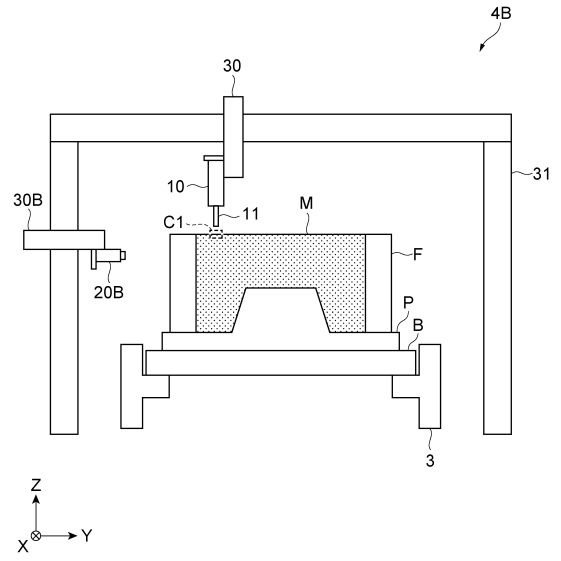
40

50

【 図 5 】



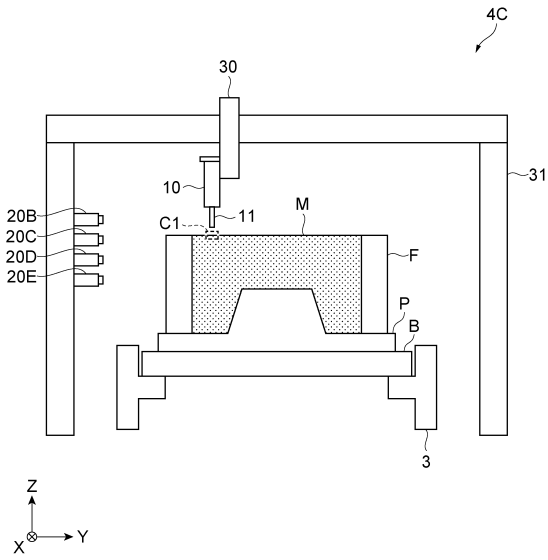
【 図 6 】



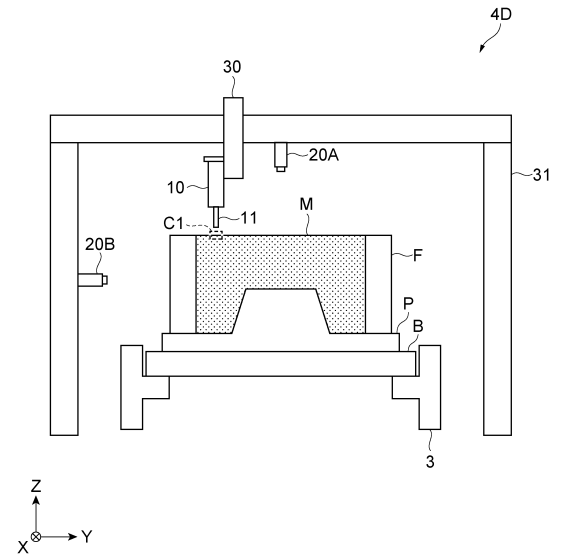
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

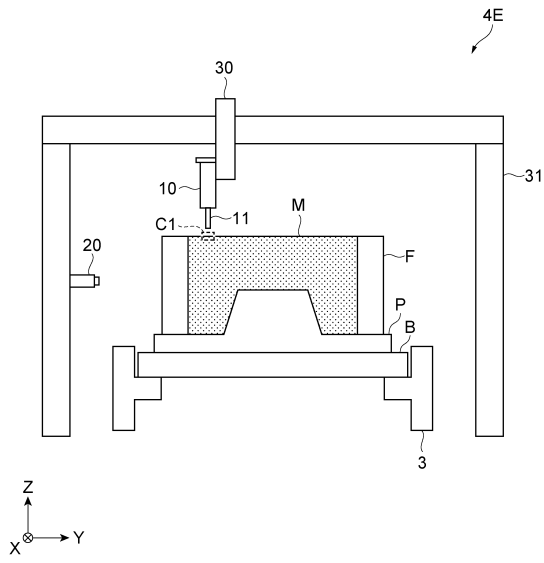


30

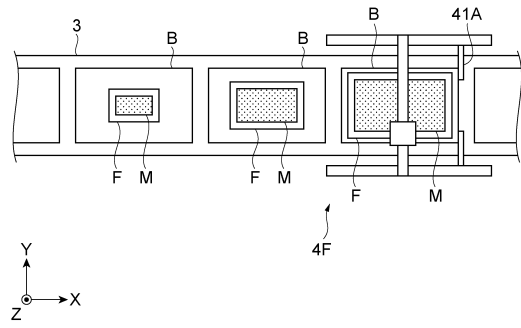
40

50

【図 9】



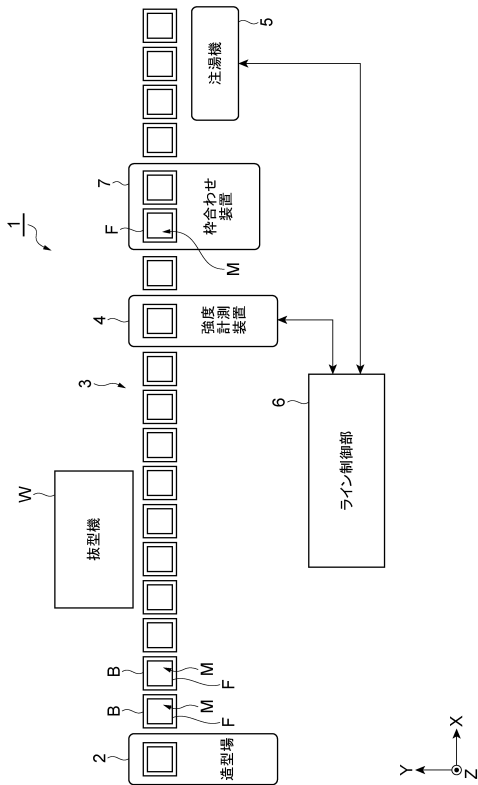
【図 10】



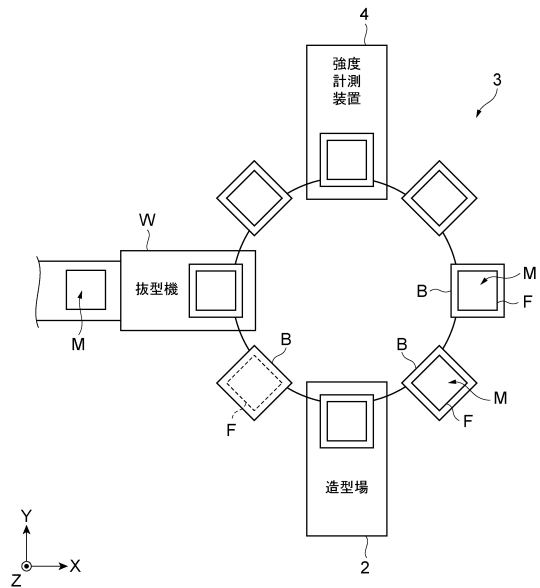
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

フロントページの続き

1 2 号 新東工業株式会社内

(72)発明者 杉野 剛大

愛知県名古屋市中村区名駅三丁目 2 8 番 1 2 号 新東工業株式会社内

審査官 瀧口 博史

(56)参考文献 特開平 7 - 2 3 2 2 3 5 (J P , A)

特開平 7 - 2 1 8 3 5 9 (J P , A)

特開平 8 - 4 3 2 8 6 (J P , A)

特開 2 0 1 8 - 3 9 0 3 3 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

B 2 2 C 9 / 0 0

B 2 2 D 4 5 / 0 0

G 0 1 N 3 / 4 0

G 0 1 L 1 / 2 6

G 0 1 L 5 / 0 0