

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7559488号
(P7559488)

(45)発行日 令和6年10月2日(2024.10.2)

(24)登録日 令和6年9月24日(2024.9.24)

(51)国際特許分類		F I	
B 4 1 J	2/01 (2006.01)	B 4 1 J	2/01 1 0 9
B 0 5 C	5/00 (2006.01)	B 4 1 J	2/01 4 0 1
B 0 5 B	12/00 (2018.01)	B 4 1 J	2/01 4 5 1
B 0 5 C	11/10 (2006.01)	B 0 5 C	5/00 1 0 1
B 0 5 D	7/00 (2006.01)	B 0 5 B	12/00 A
請求項の数 32 (全29頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2020-171064(P2020-171064)	(73)特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区新宿四丁目 1 番 6 号
(22)出願日	令和2年10月9日(2020.10.9)	(74)代理人	100179475 弁理士 仲井 智至
(65)公開番号	特開2022-62885(P2022-62885A)	(74)代理人	100216253 弁理士 松岡 宏紀
(43)公開日	令和4年4月21日(2022.4.21)	(74)代理人	100225901 弁理士 今村 真之
審査請求日	令和5年9月12日(2023.9.12)	(72)発明者	望月 建寿 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイ コーエプソン株式会社内
		審査官	小宮山 文男
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 立体物印刷装置および立体物印刷方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、
N（ただし、Nは、2以上の自然数である）個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、
前記N個の可動部について各可動部に対応して設けられ、各可動部の動作量を計測するN個のエンコーダーと、を有し、
前記N個のエンコーダーのうちの1つのエンコーダーを第1エンコーダーとするととき、前記ロボットの動作中における前記第1エンコーダーからの出力と時間との対応関係に関する対応情報を記憶し、
前記ロボットを動作させつつ、前記第1エンコーダーからの出力と前記対応情報とに基づいて、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、
ことを特徴とする立体物印刷装置。

【請求項 2】

立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、
N（ただし、Nは、2以上の自然数である）個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、
前記N個の可動部について各可動部に対応して設けられ、各可動部の動作量を計測するN個のエンコーダーと、を有し、
前記N個のエンコーダーのうちの1つのエンコーダーを第1エンコーダーとするととき、

前記ロボットの動作中における前記第 1 エンコーダーからの出力と前記相対的な位置との対応関係に関する対応情報を記憶し、

前記ロボットを動作させつつ、前記第 1 エンコーダーからの出力と前記対応情報とに基づいて、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、

ことを特徴とする立体物印刷装置。

【請求項 3】

前記 N 個のエンコーダーからのすべての出力を用いた演算により取得される位置情報を用いずに、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の立体物印刷装置。

【請求項 4】

前記 N 個のエンコーダーのうちの前記第 1 エンコーダーとは異なる 1 つのエンコーダーを第 2 エンコーダーとするとき、

前記第 2 エンコーダーからの出力を用いずに、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 5】

前記ロボットの動作は前記第 1 エンコーダーと、前記第 2 エンコーダーと、の出力に基づいて制御される、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の立体物印刷装置。

【請求項 6】

前記 N 個のエンコーダーのうちの前記第 1 エンコーダー以外の N - 1 個のエンコーダーからの出力を用いずに、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 7】

前記第 1 エンコーダーは、前記 N 個の可動部のうち、前記ロボットの動作中に最も動作量の大きい可動部に設けられる、

ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 8】

前記対応情報は、前記ロボットが前記液体吐出ヘッドを印刷経路に沿って移動させる予備動作における前記第 1 エンコーダーからの出力に基づいて生成される、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 の何れか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 9】

立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、

N (ただし、N は、2 以上の自然数である) 個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、

前記 N 個の可動部について各可動部に対応して設けられ、各可動部の動作量を計測する N 個のエンコーダーと、

前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する制御モジュールと、

第 1 処理回路と、

第 2 処理回路と、

を有し、

前記第 1 処理回路は、前記液体吐出ヘッドの移動すべき経路を示す経路情報に基づいて、前記 N 個の可動部のそれぞれの動作量を演算し、

前記 N 個のエンコーダーのうちの 1 つのエンコーダーである第 1 エンコーダーは、前記第 2 処理回路を介して前記第 1 処理回路と電氣的に接続し、

前記制御モジュールは、前記第 2 処理回路と電氣的に接続する、

ことを特徴とする立体物印刷装置。

【請求項 10】

前記制御モジュールは前記第 2 処理回路を介して前記第 1 処理回路と電氣的に接続する、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の立体物印刷装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記第 2 処理回路は、前記 N 個のエンコーダーからのすべての出力を用いた演算を行わない、

ことを特徴とする請求項 9 または 1 0 に記載の立体物印刷装置。

【請求項 1 2】

前記第 2 処理回路の制御周期は、前記第 1 処理回路の制御周期に比べて短い、

ことを特徴とする請求項 9 から 1 1 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 1 3】

前記ロボットの動作中における前記第 1 エンコーダーからの出力と時間との対応関係に関する対応情報を記憶し、

前記ロボットを動作させつつ、前記第 1 エンコーダーからの出力と前記対応情報とに基づいて、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、

ことを特徴とする請求項 9 から 1 2 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 1 4】

前記ロボットの動作中における前記第 1 エンコーダーからの出力と前記相対的な位置との対応関係に関する対応情報を記憶し、

前記ロボットを動作させつつ、前記第 1 エンコーダーからの出力と前記対応情報とに基づいて、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、

ことを特徴とする請求項 9 から 1 2 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 1 5】

前記 N 個のエンコーダーのうちの前記第 1 エンコーダーとは異なる 1 つのエンコーダーを第 2 エンコーダーとすると、

前記第 2 処理回路は、前記制御モジュールに入力する信号を前記第 2 エンコーダーからの出力を用いずに生成する、

ことを特徴とする請求項 9 から 1 4 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 1 6】

前記ロボットの動作は前記第 1 エンコーダーと、前記第 2 エンコーダーと、の出力に基づいて制御される

ことを特徴とする請求項 1 5 に記載の立体物印刷装置。

【請求項 1 7】

前記第 2 処理回路は、前記制御モジュールに入力する信号を前記 N 個のエンコーダーのうちの前記第 1 エンコーダー以外の N - 1 個のエンコーダーからの出力を用いずに生成する、

ことを特徴とする請求項 9 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 1 8】

前記第 1 エンコーダーは、前記 N 個の可動部のうち、前記ロボットの動作中の期間にわたる動作量の最も大きい可動部に設けられる、

ことを特徴とする請求項 9 から 1 7 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 1 9】

前記第 2 処理回路は、前記ロボットの駆動中の期間における前記第 1 エンコーダーから出力されるパルス数が閾値を超えるタイミングで、前記制御モジュールに入力する信号を変化させる、

ことを特徴とする請求項 9 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 2 0】

前記第 2 処理回路の処理内容を設定する設定部をさらに有し、

前記設定部は、

前記ロボットを動作させつつ、前記第 1 エンコーダーからの出力に関する出力情報と、前記相対的な位置に関する位置情報と、を取得し、

前記出力情報と前記位置情報とに基づいて、前記第 2 処理回路の処理内容を設定する、ことを特徴とする請求項 1 9 に記載の立体物印刷装置。

10

20

30

40

50

【請求項 2 1】

前記設定部は、前記第 2 処理回路の処理内容として前記閾値を設定する、
ことを特徴とする請求項 2 0 に記載の立体物印刷装置。

【請求項 2 2】

前記位置情報は、前記 N 個のエンコーダーからの出力を用いた前記第 1 処理回路での演算により得られる、

ことを特徴とする請求項 2 0 または 2 1 に記載の立体物印刷装置。

【請求項 2 3】

前記相対的な位置を測定するセンサーをさらに有し、

前記位置情報は、前記センサーによる測定結果を用いて得られる、

ことを特徴とする請求項 2 0 または 2 1 に記載の立体物印刷装置。

【請求項 2 4】

前記第 2 処理回路から前記制御モジュールに入力する信号は、前記液体吐出ヘッドの駆動を開始するためのトリガー信号を含む、

ことを特徴とする請求項 9 から 2 3 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 2 5】

前記第 2 処理回路から前記制御モジュールに入力する信号は、前記液体吐出ヘッドの駆動タイミングを規定するためのタイミング信号を含む、

ことを特徴とする請求項 9 から 2 3 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 2 6】

立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、N（ただし、N は、2 以上の自然数である）個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、前記 N 個の可動部について各可動部に対応して設けられ、各可動部の動作量を計測する N 個のエンコーダーと、を用いて前記ワークに印刷を行う立体物印刷方法であって、

前記 N 個のエンコーダーのうちの 1 つのエンコーダーを第 1 エンコーダーとするとき、前記ロボットの動作中における前記第 1 エンコーダーからの出力と時間との対応関係に関する対応情報を記憶し、

前記ロボットを動作させつつ、前記第 1 エンコーダーからの出力と前記対応情報とに基づいて、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、

ことを特徴とする立体物印刷方法。

【請求項 2 7】

立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、N（ただし、N は、2 以上の自然数である）個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、前記 N 個の可動部について各可動部に対応して設けられ、各可動部の動作量を計測する N 個のエンコーダーと、を用いて前記ワークに印刷を行う立体物印刷方法であって、

前記 N 個のエンコーダーのうちの 1 つのエンコーダーを第 1 エンコーダーとするとき、前記ロボットの動作中における前記第 1 エンコーダーからの出力と前記相対的な位置との対応関係に関する対応情報を記憶し、

前記ロボットを動作させつつ、前記第 1 エンコーダーからの出力と前記対応情報とに基づいて、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、

ことを特徴とする立体物印刷方法。

【請求項 2 8】

立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、

N（ただし、N は、2 以上の自然数である）個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、

前記可動部の動作を検出する検出手段と、を有し、

前記ロボットが前記液体吐出ヘッドを印刷経路に沿って移動させる予備動作において前記可動部の動作を前記検出手段により検出し、

10

20

30

40

50

前記ロボットが前記液体吐出ヘッドを前記印刷経路に沿って移動させつつ前記液体吐出ヘッドが前記液体を吐出する印刷動作において、前記予備動作における前記検出手段の検出結果に基づいて前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、
ことを特徴とする立体物印刷装置。

【請求項 29】

前記検出手段は、前記可動部の動作量を計測するエンコーダーを有し、
前記予備動作において、前記可動部の動作を前記エンコーダーにより検出し、
前記印刷動作において、前記予備動作における前記エンコーダーの検出結果に基づいて前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、
ことを特徴とする請求項 28 に記載の立体物印刷装置。

10

【請求項 30】

前記相対的な位置を測定する測定手段を有する、
ことを特徴とする請求項 28 または 29 に記載の立体物印刷装置。

【請求項 31】

前記ロボットの駆動を制御する機能と、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を前記ロボットの駆動に同期させるための信号を生成する機能と、を有するコントローラーを有する、
ことを特徴とする請求項 28 から 30 のいずれか 1 項に記載の立体物印刷装置。

【請求項 32】

立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、N（ただし、Nは、2以上の自然数である）個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、前記可動部の動作を検出する検出手段と、を用いて前記ワークに印刷を行う立体物印刷方法であって、
前記ロボットが前記液体吐出ヘッドを印刷経路に沿って移動させる予備動作と、
前記ロボットが前記液体吐出ヘッドを前記印刷経路に沿って移動させつつ前記液体吐出ヘッドが前記液体を吐出する印刷動作と、を含み、
前記予備動作において、前記可動部の動作を前記検出手段により検出し、
前記印刷動作において、前記予備動作における前記検出手段の検出結果に基づいて前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する、
ことを特徴とする立体物印刷方法。

20

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、立体物印刷装置および立体物印刷方法に関する。

【背景技術】

【0002】

立体物の表面にインクジェット方式により印刷を行う立体物印刷装置が知られている。例えば、特許文献 1 には、凹面状に湾曲した基板にインクジェット方式により塗布液を塗布する装置が記載される。特許文献 1 に記載の装置は、当該基板を一方向に搬送する移動機構と、インクジェット方式の塗布ヘッドを昇降させる昇降装置と、を有する。ここで、塗布ヘッドは、移動機構に設けられたリニアエンコーダーの出力に基づく時間間隔で液滴を吐出する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2015 - 196123 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

印刷対象である立体物とインクジェットヘッドとの相対的な位置を変化させる機構としては、前述の特許文献 1 のように 1 つの軸に沿って動作する移動機構および昇降機構を用

50

いる構成のほか、多軸ロボットが挙げられる。多軸ロボットでは、一般に、各関節に設けられたエンコーダーからのすべての出力に基づく演算により、TCP (Tool Center Point) の位置をロボットのベース座標系の座標値として算出可能である。そこで、多軸ロボットを用いる場合、この座標値に基づいてインクジェットヘッドからの吐出タイミングを規定することが考えられる。しかし、このように吐出タイミングを規定すると、座標値の算出に要する時間に起因して、印刷位置または印刷タイミングにずれが生じてしまうという課題がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

以上の課題を解決するために、本発明に係る立体物印刷装置の一態様は、立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、N (ただし、Nは、2以上の自然数である) 個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、前記N個の可動部について各可動部に対応して設けられ、各可動部の動作量を計測するN個のエンコーダーと、を有し、前記N個のエンコーダーのうちの1つのエンコーダーを第1エンコーダーとすると、前記ロボットの動作中における前記第1エンコーダーからの出力と時間との対応関係に関する対応情報を記憶し、前記ロボットを動作させつつ、前記第1エンコーダーからの出力と前記対応情報とに基づいて、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する。

10

【0006】

本発明に係る立体物印刷装置の他の一態様は、立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、N (ただし、Nは、2以上の自然数である) 個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、前記N個の可動部について各可動部に対応して設けられ、各可動部の動作量を計測するN個のエンコーダーと、を有し、前記N個のエンコーダーのうちの1つのエンコーダーを第1エンコーダーとすると、前記ロボットの動作中における前記第1エンコーダーからの出力と前記相対的な位置との対応関係に関する対応情報を記憶し、前記ロボットを動作させつつ、前記第1エンコーダーからの出力と前記対応情報とに基づいて、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する。

20

【0007】

本発明に係る立体物印刷装置の他の一態様は、立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、N (ただし、Nは、2以上の自然数である) 個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、前記N個の可動部について各可動部に対応して設けられ、各可動部の動作量を計測するN個のエンコーダーと、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する制御モジュールと、第1処理回路と、第2処理回路と、を有し、前記第1処理回路は、前記液体吐出ヘッドの移動すべき経路を示す経路情報に基づいて、前記N個の可動部のそれぞれの動作量を演算し、前記N個のエンコーダーのうちの1つのエンコーダーである第1エンコーダーは、前記第2処理回路を介して前記第1処理回路と接続し、前記制御モジュールは、前記第2処理回路と接続する。

30

【0008】

本発明に係る立体物印刷方法の一態様は、立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、N (ただし、Nは、2以上の自然数である) 個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、前記N個の可動部について各可動部に対応して設けられ、各可動部の動作量を計測するN個のエンコーダーと、を用いて前記ワークに印刷を行う立体物印刷方法であって、前記N個のエンコーダーのうちの1つのエンコーダーを第1エンコーダーとすると、前記ロボットの動作中における前記第1エンコーダーからの出力と時間との対応関係に関する対応情報を記憶し、前記ロボットを動作させつつ、前記第1エンコーダーからの出力と前記対応情報とに基づいて、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する。

40

【0009】

50

本発明に係る立体物印刷方法の他の一態様は、立体的なワークに対して液体を吐出する液体吐出ヘッドと、 N （ただし、 N は、2以上の自然数である）個の可動部を有し、前記ワークに対する前記液体吐出ヘッドの相対的な位置を変化させるロボットと、前記 N 個の可動部について各可動部に対応して設けられ、各可動部の動作量を計測する N 個のエンコーダーと、を用いて前記ワークに印刷を行う立体物印刷方法であって、前記 N 個のエンコーダーのうちの1つのエンコーダーを第1エンコーダーとすると、前記ロボットの動作中における前記第1エンコーダーからの出力と前記相対的な位置との対応関係に関する対応情報を記憶し、前記ロボットを動作させつつ、前記第1エンコーダーからの出力と前記対応情報とに基づいて、前記液体吐出ヘッドの吐出動作を制御する。

【図面の簡単な説明】

10

【0010】

【図1】第1実施形態に係る立体物印刷装置の概略を示す斜視図である。

【図2】第1実施形態に係る立体物印刷装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図3】第1実施形態における液体吐出ユニットの概略構成を示す斜視図である。

【図4】第2処理回路の具体的な構成例を説明するための図である。

【図5】第1実施形態に係る立体物印刷方法の流れを示すフローチャートである。

【図6】第1実施形態における印刷動作を説明するための図である。

【図7】各エンコーダーから出力される信号の一例を示す図である。

【図8】対応情報の一例を示す図である。

【図9】第1実施形態におけるタイミング信号生成回路の動作を説明するためのタイミングチャートである。

20

【図10】スイッチ回路の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図11】第2実施形態に係る立体物印刷装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図12】第2実施形態におけるタイミング信号生成回路の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図13】第3実施形態に係る立体物印刷装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図14】第3実施形態におけるタイミング信号生成回路の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

30

以下、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施形態を説明する。なお、図面において各部の寸法または縮尺は実際と適宜に異なり、理解を容易にするために模式的に示している部分もある。また、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られない。

【0012】

以下の説明は、互いに交差する X 軸、 Y 軸および Z 軸を適宜に用いて行う。また、 X 軸に沿う一方向を $X1$ 方向といい、 $X1$ 方向と反対の方向を $X2$ 方向という。同様に、 Y 軸に沿って互いに反対の方向を $Y1$ 方向および $Y2$ 方向という。また、 Z 軸に沿って互いに反対の方向を $Z1$ 方向および $Z2$ 方向という。

【0013】

40

ここで、 X 軸、 Y 軸および Z 軸は、後述のワーク W および基台210が設置される空間に設定されるベース座標系の座標軸である。典型的には、 Z 軸が鉛直な軸であり、 $Z2$ 方向が鉛直方向での下方向に相当する。なお、 Z 軸は、鉛直な軸でなくともよい。また、 X 軸、 Y 軸および Z 軸は、典型的には互いに直交するが、これに限定されず、直交しない場合もある。例えば、 X 軸、 Y 軸および Z 軸が 80° 以上 100° 以下の範囲内の角度で互いに交差すればよい。

【0014】

1. 第1実施形態

1-1. 立体物印刷装置の概略

図1は、第1実施形態に係る立体物印刷装置100の概略を示す斜視図である。立体物

50

印刷装置 100 は、立体的なワーク W の表面にインクジェット方式により印刷を行う装置である。

【0015】

ワーク W は、印刷対象となる面 W F を有する。図 1 に示す例では、ワーク W が直方体であり、面 W F が Z 1 方向を向く平面である。なお、印刷対象は、ワーク W が有する複数の面のうち面 W F 以外の面でもよい。また、ワーク W の大きさ、形状または設置姿勢は、図 1 に示す例に限定されず、任意である。

【0016】

図 1 に示す例では、立体物印刷装置 100 は、垂直多関節ロボットを用いるインクジェットプリンターである。具体的には、図 1 に示すように、立体物印刷装置 100 は、ロボット 200 と液体吐出ユニット 300 と液体供給ユニット 400 とコントローラ 600 とを有する。以下、まず、図 1 に示す立体物印刷装置 100 の各部を順次簡単に説明する。

【0017】

ロボット 200 は、ワーク W に対する液体吐出ユニット 300 の位置および姿勢を変化させる移動機構である。図 1 に示す例では、ロボット 200 は、いわゆる 6 軸の垂直多関節ロボットである。具体的には、ロボット 200 は、基台 210 とアーム 220 とを有する。

【0018】

基台 210 は、アーム 220 を支持する台である。図 1 に示す例では、基台 210 は、Z 1 方向を向く床面等の設置面にネジ止め等により固定される。なお、基台 210 が固定される設置面は、いかなる方向を向く面でもよく、図 1 に示す例に限定されず、例えば、壁、天井、移動可能な台車等が有する面でもよい。

【0019】

アーム 220 は、基台 210 に取り付けられる基端と、当該基端に対して 3 次元的に位置および姿勢を変化させる先端と、を有する 6 軸のロボットアームである。具体的には、アーム 220 は、アーム 221、222、223、224、225 および 226 を有し、これらがこの順に連結される。

【0020】

アーム 221 は、基台 210 に対して第 1 回転軸 O 1 まわりに回転可能に関節部 230 __ 1 を介して連結される。アーム 222 は、アーム 221 に対して第 2 回転軸 O 2 まわりに回転可能に関節部 230 __ 2 を介して連結される。アーム 223 は、アーム 222 に対して第 3 回転軸 O 3 まわりに回転可能に関節部 230 __ 3 を介して連結される。アーム 224 は、アーム 223 に対して第 4 回転軸 O 4 まわりに回転可能に関節部 230 __ 4 を介して連結される。アーム 225 は、アーム 224 に対して第 5 回転軸 O 5 まわりに回転可能に関節部 230 __ 5 を介して連結される。アーム 226 は、アーム 225 に対して第 6 回転軸 O 6 まわりに回転可能に関節部 230 __ 6 を介して連結される。なお、以下では、関節部 230 __ 1 ~ 230 __ 6 のそれぞれを関節部 230 という場合がある。

【0021】

関節部 230 __ 1 ~ 230 __ 6 のそれぞれは、「可動部」の一例である。図 1 では、当該可動部の数 N が 6 個である場合が例示される。図 1 に示す例では、関節部 230 __ 1 ~ 230 __ 6 のそれぞれは、隣り合う 2 つのアームの一方を他方に対して回転可能に連結する機構である。図 1 では図示しないが、関節部 230 __ 1 ~ 230 __ 6 のそれぞれには、隣り合う 2 つのアームの一方を他方に対して回転させる駆動機構が設けられる。当該駆動機構は、例えば、当該回転のための駆動力を発生させるモーターと、当該駆動力を減速して出力する減速機と、当該回転の角度等の動作量を検出するロータリーエンコーダー等のエンコーダーと、を有する。なお、当該駆動機構の集合体は、後述の図 2 に示すアーム駆動機構 240 に相当する。また、当該エンコーダーは、後述の図 2 等に示すエンコーダー 241 に相当する。

【0022】

第 1 回転軸 O 1 は、基台 210 が固定される図示しない設置面に対して垂直な軸である

10

20

30

40

50

。第2回転軸O2は、第1回転軸O1に対して垂直な軸である。第3回転軸O3は、第2回転軸O2に対して平行な軸である。第4回転軸O4は、第3回転軸O3に対して垂直な軸である。第5回転軸O5は、第4回転軸O4に対して垂直な軸である。第6回転軸O6は、第5回転軸O5に対して垂直な軸である。

【0023】

なお、これらの回転軸について、「垂直」とは、2つの回転軸のなす角度が厳密に90°である場合のほか、2つの回転軸のなす角度が90°から±5°程度の範囲内でずれる場合も含む。同様に、「平行」とは、2つの回転軸が厳密に平行である場合のほか、2つの回転軸の一方が他方に対して±5°程度の範囲内で傾斜する場合も含む。

【0024】

以上のアーム220の先端、すなわち、アーム226には、エンドエフェクターとして、液体吐出ユニット300が装着される。

【0025】

液体吐出ユニット300は、液体の一例であるインクをワークWに向けて吐出する液体吐出ヘッド310を有する機構である。本実施形態では、液体吐出ユニット300は、液体吐出ヘッド310のほか、液体吐出ヘッド310に供給されるインクの圧力を調整する圧力調整弁320と、ワークWに対する液体吐出ヘッド310の相対的な位置関係を検出するセンサー330と、を有する。これらは、ともにアーム226に固定されるので、互いの位置および姿勢の関係が固定される。

【0026】

図1では図示しないが、液体吐出ヘッド310は、複数の圧電素子と、インクを収容する複数のキャビティと、複数のノズルと、を有する。ここで、当該ノズルは、キャビティごとに設けられており、当該キャビティに連通する。当該圧電素子は、キャビティごとに設けられており、当該キャビティの圧力を変化させることにより、当該キャビティに対応するノズルからインクを吐出させる。このような液体吐出ヘッド310は、例えば、エッチング等により適宜に加工したシリコン基板等の複数の基板を接着剤等により貼り合わせることで得られる。なお、当該圧電素子は、後述の図2に示す圧電素子311に相当する。また、ノズルからインクを吐出させるための駆動素子として、当該圧電素子に代えて、キャビティ内のインクを加熱するヒーターを用いてもよい。

【0027】

圧力調整弁320は、液体吐出ヘッド310内のインクの圧力に応じて開閉する弁機構である。この開閉により、液体吐出ヘッド310内のインクの圧力が所定範囲内の負圧に維持される。このため、液体吐出ヘッド310のノズルNに形成されるインクのメニスカスの安定化が図られる。この結果、ノズルN内に気泡が入り込んだり、ノズルNからインクが溢れ出したりすることが防止される。

【0028】

なお、図1に示す例では、液体吐出ユニット300が有する液体吐出ヘッド310および圧力調整弁320のそれぞれが1個であるが、当該数は、図1に示す例に限定されず、2個以上でもよい。また、圧力調整弁320およびセンサー330の設置位置は、アーム226に限定されず、例えば、他のアーム等でもよいし、基台210に対して固定の位置でもよい。

【0029】

センサー330は、所定方向におけるワークWに対する液体吐出ヘッド310の相対的な位置関係を検出する。具体的には、センサー330は、ワークWに対して相対的な位置が固定される図示しない基準面との間の距離を計測する光学式変位計等の距離センサーである。なお、当該基準面は、ワークWの表面でもよいし、ワークWとは別の物体の表面でもよい。また、当該基準面の向く方向は、あらかじめワークWの面WFに対する位置および姿勢が把握されていればよく、任意である。

【0030】

液体供給ユニット400は、インクを液体吐出ヘッド310に供給するための機構であ

10

20

30

40

50

る。液体供給ユニット４００は、液体貯留部４１０と供給流路４２０とを有する。

【００３１】

液体貯留部４１０は、インクを貯留する容器である。液体貯留部４１０は、例えば、可撓性のフィルムで形成された袋状のインクパックである。液体貯留部４１０に貯留されるインクは、例えば、染料または顔料等の色材を含むインクである。なお、液体貯留部４１０に貯留されるインクの種類は、色材を含むインクに限定されず、例えば、金属粉末等の導電材料を含むインクでもよい。また、インクが紫外線硬化性等の硬化性を有してもよい。インクが紫外線硬化性等の硬化性を有する場合、例えば、液体吐出ユニット３００に紫外線照射機構が搭載される。

【００３２】

図１に示す例では、液体貯留部４１０は、常に液体吐出ヘッド３１０よりもＺ１方向に位置するように、壁、天井または柱等に固定される。すなわち、液体貯留部４１０は、液体吐出ヘッド３１０の移動領域よりも鉛直方向での上方に位置する。このため、ポンプ等の機構を用いなくても、液体貯留部４１０から液体吐出ヘッド３１０に所定の加圧力でインクを供給することができる。

【００３３】

なお、液体貯留部４１０の設置場所は、液体貯留部４１０から液体吐出ヘッド３１０に所定の圧力でインクを供給することができればよく、液体吐出ヘッド３１０よりも鉛直方向での下方に位置してもよい。この場合、例えば、ポンプを用いて、液体貯留部４１０から液体吐出ヘッド３１０に所定の圧力でインクを供給すればよい。

【００３４】

供給流路４２０は、液体貯留部４１０から液体吐出ヘッド３１０にインクを供給する流路である。供給流路４２０の途中には、圧力調整弁３２０が設けられる。このため、液体吐出ヘッド３１０と液体貯留部４１０との位置関係が変化しても、液体吐出ヘッド３１０内のインクの圧力の変動を低減することができる。

【００３５】

供給流路４２０は、例えば、管体の内部空間で構成される。ここで、供給流路４２０に用いる管体は、例えば、ゴム材料またはエラストマー材料等の弾性材料で構成されており、可撓性を有する。このように、可撓性を有する管体を用いて供給流路４２０を構成することにより、液体貯留部４１０と圧力調整弁３２０との相対的な位置関係の変化が許容される。したがって、液体貯留部４１０の位置および姿勢を固定したまま、液体吐出ヘッド３１０の位置または姿勢が変化しても、液体貯留部４１０から圧力調整弁３２０へインクを供給することができる。

【００３６】

なお、供給流路４２０の一部が可撓性を有しない部材で構成されてもよい。また、供給流路４２０の一部は、インクを複数箇所に分配する分配流路を有する構成でもよいし、液体吐出ヘッド３１０または圧力調整弁３２０と一体で構成されてもよい。

【００３７】

コントローラー６００は、ロボット２００の駆動を制御するロボットコントローラーである。図１では図示しないが、コントローラー６００は、液体吐出ユニット３００における吐出動作を制御する制御モジュールが電氣的に接続される。コントローラー６００および当該制御モジュールには、コンピューターが通信可能に接続される。なお、当該制御モジュールは、後述の図２に示す制御モジュール５００に相当する。当該コンピューターは、後述の図２に示すコンピューター７００に相当する。

【００３８】

１－２．立体物印刷装置の電氣的な構成

図２は、第１実施形態に係る立体物印刷装置１００の電氣的な構成を示すブロック図である。図２では、立体物印刷装置１００の構成要素のうち、電氣的な構成要素が示される。また、図２では、エンコーダー２４１―１～２４１―６を含むアーム駆動機構２４０が示される。アーム駆動機構２４０は、関節部２３０―１～２３０―６を動作させる前述の

10

20

30

40

50

駆動機構の集合体である。エンコーダー 2 4 1 __ 1 ~ 2 4 1 __ 6 は、関節部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 に対応して設けられたロータリーエンコーダーであり、関節部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 の回転角度等の動作量を計測する。なお、以下では、エンコーダー 2 4 1 __ 1 ~ 2 4 1 __ 6 のそれぞれをエンコーダー 2 4 1 という場合がある。

【 0 0 3 9 】

図 2 に示すように、立体物印刷装置 1 0 0 は、前述のロボット 2 0 0 と液体吐出ユニット 3 0 0 とコントローラー 6 0 0 のほか、制御モジュール 5 0 0 とコンピューター 7 0 0 とを有する。なお、以下に述べる電氣的な各構成要素は、適宜に分割されてもよいし、一部が他の構成要素に含まれてもよいし、他の構成要素と一体で構成されてもよい。例えば、制御モジュール 5 0 0 またはコントローラー 6 0 0 の機能の一部または全部は、コントローラー 6 0 0 に接続されるコンピューター 7 0 0 により実現されてもよいし、LAN (Local Area Network) またはインターネット等のネットワークを介してコントローラー 6 0 0 に接続される PC (personal computer) 等の他の外部装置により実現されてもよい。

10

【 0 0 4 0 】

コントローラー 6 0 0 は、ロボット 2 0 0 の駆動を制御する機能と、液体吐出ヘッド 3 1 0 の吐出動作をロボット 2 0 0 の動作に同期させるための信号 D 3 を生成する機能と、を有する。コントローラー 6 0 0 は、第 1 記憶回路 6 1 0 と第 2 記憶回路 6 2 0 と第 1 処理回路 6 3 0 と第 2 処理回路 6 4 0 とを有する。

【 0 0 4 1 】

20

第 1 記憶回路 6 1 0 は、第 1 処理回路 6 3 0 が実行する各種プログラムと、第 1 処理回路 6 3 0 が処理する各種データと、を記憶する。第 1 記憶回路 6 1 0 は、例えば、RAM (Random Access Memory) 等の揮発性のメモリーと ROM (Read Only Memory) 、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) または PROM (Programmable ROM) 等の不揮発性メモリーとの一方または両方の半導体メモリーを含む。なお、第 1 記憶回路 6 1 0 の一部または全部は、第 1 処理回路 6 3 0 に含まれてもよい。

【 0 0 4 2 】

第 1 記憶回路 6 1 0 には、経路情報 D a が記憶される。経路情報 D a は、液体吐出ヘッド 3 1 0 の移動すべき経路を示す情報である。例えば、経路情報 D a は、ベース座標系の座標値を用いて表される。経路情報 D a は、ワーク W の位置および形状を示すワーク情報に基づいて決められる。当該ワーク情報は、ワーク W の 3 次元形状を示す CAD (computer-aided design) データ等の情報を前述のベース座標系に対応付けることにより得られる。以上の経路情報 D a は、コンピューター 7 0 0 から第 1 記憶回路 6 1 0 に入力される。

30

【 0 0 4 3 】

第 2 記憶回路 6 2 0 は、第 2 処理回路 6 4 0 が実行する各種プログラムと、第 2 処理回路 6 4 0 が処理する各種データと、を記憶する。第 2 記憶回路 6 2 0 は、例えば、RAM (Random Access Memory) 等の揮発性のメモリーと ROM (Read Only Memory) 、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) または PROM (Programmable ROM) 等の不揮発性メモリーとの一方または両方の半導体メモリーを含む。なお、第 2 記憶回路 6 2 0 の一部または全部は、第 2 処理回路 6 4 0 に含まれてもよいし、第 1 記憶回路 6 1 0 と一体で構成されてもよい。

40

【 0 0 4 4 】

第 2 記憶回路 6 2 0 には、対応情報 D b が記憶される。対応情報 D b は、エンコーダー 2 4 1 __ 1 ~ 2 4 1 __ 6 のうちの 1 つのエンコーダー 2 4 1 からの出力と時間または位置との対応関係に関する情報である。以上の対応情報 D b は、コンピューター 7 0 0 から第 2 記憶回路 6 2 0 に入力される。対応情報 D b については、後に詳述する。

【 0 0 4 5 】

第 1 処理回路 6 3 0 は、経路情報 D a に基づいて、関節部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 のそれぞれの動作量を演算する。具体的には、第 1 処理回路 6 3 0 は、経路情報 D a を各関節

50

部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 の回転角度および回転速度等の動作量に変換する演算である逆運動学計算を行う。

【 0 0 4 6 】

以上の第 1 処理回路 6 3 0 は、例えば、1 個以上の C P U (Central Processing Unit) 等のプロセッサを含む。なお、第 1 処理回路 6 3 0 は、C P U に代えて、または、C P U に加えて、F P G A (field-programmable gate array) 等のプログラマブルロジックデバイスを含んでもよい。

【 0 0 4 7 】

第 2 処理回路 6 4 0 は、第 1 処理回路 6 3 0 での演算結果に基づいて関節部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 の動作を制御するとともに、信号 D 3 を生成する。具体的には、第 2 処理回路 6 4 0 は、各関節部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 の実際の回転角度および回転速度等の動作量が第 1 処理回路 6 3 0 での演算結果となるように、ロボット 2 0 0 のアーム駆動機構 2 4 0 に含まれるエンコーダー 2 4 1 __ 1 ~ 2 4 1 __ 6 からの出力 D 1 __ 1 ~ D 1 __ 6 に基づいて、各関節部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 に対して制御信号 S k __ 1 ~ S k __ 6 を出力するフィードバック制御を行う。制御信号 S k __ 1 ~ S k __ 6 は、関節部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 に対応しており、対応する関節部 2 3 0 に設けられるモーターの駆動を制御する。つまり、コントローラ 6 0 0 は、アーム駆動機構 2 4 0 に含まれるエンコーダー 2 4 1 __ 1 ~ 2 4 1 __ 6 からの出力 D 1 __ 1 ~ D 1 __ 6 に基づいて、ロボット 2 0 0 の動作を制御する。なお、出力 D 1 __ 1 ~ D 1 __ 6 は、エンコーダー 2 4 1 __ 1 ~ 2 4 1 __ 6 に対応する。以下では、出力 D 1 __ 1 ~ D 1 __ 6 のそれぞれを出力 D 1 という場合がある。

【 0 0 4 8 】

また、第 2 処理回路 6 4 0 は、エンコーダー 2 4 1 __ 1 ~ 2 4 1 __ 6 のうちの 1 つのエンコーダー 2 4 1 からの出力 D 1 に基づいて、信号 D 3 を生成する。この生成には、対応情報 D b が用いられる。第 2 処理回路 6 4 0 および信号 D 3 については、後に詳述する。

【 0 0 4 9 】

以上の第 2 処理回路 6 4 0 は、前述の第 1 処理回路 6 3 0 とは個別の回路で構成される。このため、第 1 処理回路 6 3 0 での処理負荷が第 2 処理回路 6 4 0 の処理負荷に影響することが防止される。ここで、第 2 処理回路 6 4 0 は、例えば、第 1 処理回路 6 3 0 と同様、1 個以上の C P U (Central Processing Unit) 等のプロセッサを含んでもよいが、第 1 処理回路 6 3 0 よりも制御周期の短い回路であることが好ましい。第 2 処理回路 6 4 0 の制御周期を短くすることで、各関節部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 に対するフィードバック制御の周期を短くすることができ、ロボット 2 0 0 の動作精度を高めることができる。さらに、第 2 処理回路 6 4 0 の制御周期が長い場合に比べて、エンコーダー 2 4 1 からの出力 D 1 が第 2 処理回路 6 4 0 に入力されてから、信号 D 3 を出力するまでに要する時間を短くすることができるため、信号の遅延を抑制できる。また、第 2 処理回路 6 4 0 は、立体物印刷装置 1 0 0 の使用環境に適した信号 D 3 の生成を容易にする観点から、F P G A (Field - Programmable Gate Array) や D S P (Digital Signal Processor) 等の演算を実行可能なデバイスを含むことが好ましい。

【 0 0 5 0 】

制御モジュール 5 0 0 は、コントローラ 6 0 0 から出力される信号 D 3 とコンピューター 7 0 0 からの印刷データとに基づいて、液体吐出ヘッド 3 1 0 の吐出動作を制御する回路である。制御モジュール 5 0 0 は、タイミング信号生成回路 5 1 0 と電源回路 5 2 0 と制御回路 5 3 0 と駆動信号生成回路 5 4 0 とを有する。

【 0 0 5 1 】

タイミング信号生成回路 5 1 0 は、信号 D 3 を契機としてタイミング信号 P T S を生成する。つまり、信号 D 3 はタイミング信号 P T S の生成を開始するためのトリガー信号である。本実施形態のタイミング信号生成回路 5 1 0 は、信号 D 3 に含まれるパルス P S の検出を契機としてタイミング信号 P T S の生成を開始するタイマーで構成される。信号 D 3 の波形については、後に詳述する。なお、詳細については後述するが、タイミング信号 P T S は、液体吐出ヘッド 3 1 0 の動作のタイミングを規定する信号、いわゆる Pulse Ti

10

20

30

40

50

ming Signalである。

【 0 0 5 2 】

電源回路 5 2 0 は、図示しない商用電源から電力の供給を受け、所定の各種電位を生成する。生成した各種電位は、立体物印刷装置 1 0 0 の各部に適宜に供給される。例えば、電源回路 5 2 0 は、電源電位 V H V とオフセット電位 V B S とを生成する。オフセット電位 V B S は、液体吐出ユニット 3 0 0 に供給される。また、電源電位 V H V は、駆動信号生成回路 5 4 0 に供給される。

【 0 0 5 3 】

制御回路 5 3 0 は、タイミング信号 P T S に基づいて、制御信号 S I と波形指定信号 d C o m とラッチ信号 L A T とクロック信号 C L K とチェンジ信号 C N G とを生成する。これらの信号は、タイミング信号 P T S に同期する。これらの信号のうち、波形指定信号 d C o m は、駆動信号生成回路 5 4 0 に入力され、それ以外の信号は、液体吐出ユニット 3 0 0 のスイッチ回路 3 4 0 に入力される。

10

【 0 0 5 4 】

制御信号 S I は、液体吐出ヘッド 3 1 0 が有する圧電素子 3 1 1 の動作状態を指定するためのデジタルの信号である。具体的には、制御信号 S I は、圧電素子 3 1 1 に対して後述の駆動信号 C o m を供給するか否かを指定する。この指定により、例えば、圧電素子 3 1 1 に対応するノズルからインクを吐出するか否かを指定したり、当該ノズルから吐出されるインクの量を指定したりする。波形指定信号 d C o m は、駆動信号 C o m の波形を規定するためのデジタル信号である。ラッチ信号 L A T およびチェンジ信号 C N G は、制御信号 S I と併用され、圧電素子 3 1 1 の駆動タイミングを規定することにより、ノズルからのインクの吐出タイミングを規定する。クロック信号 C L K は、タイミング信号 P T S に同期した基準となるクロック信号である。以上の信号のうち、液体吐出ユニット 3 0 0 のスイッチ回路 3 4 0 に入力される信号については、後に詳述する。

20

【 0 0 5 5 】

駆動信号生成回路 5 4 0 は、液体吐出ヘッド 3 1 0 が有する各圧電素子 3 1 1 を駆動するための駆動信号 C o m を生成する回路である。具体的には、駆動信号生成回路 5 4 0 は、例えば、D A 変換回路と増幅回路とを有する。駆動信号生成回路 5 4 0 では、当該 D A 変換回路が制御回路 5 3 0 からの波形指定信号 d C o m をデジタル信号からアナログ信号に変換し、当該増幅回路が電源回路 5 2 0 からの電源電位 V H V を用いて当該アナログ信号を増幅することで駆動信号 C o m を生成する。ここで、駆動信号 C o m に含まれる波形のうち、圧電素子 3 1 1 に実際に供給される波形の信号が駆動パルス P D である。駆動パルス P D は、スイッチ回路 3 4 0 を介して、駆動信号生成回路 5 4 0 から圧電素子 3 1 1 に供給される。スイッチ回路 3 4 0 は、制御信号 S I に基づいて、駆動信号 C o m に含まれる波形のうちの少なくとも一部を駆動パルス P D として供給するか否かを切り替える。

30

【 0 0 5 6 】

コンピューター 7 0 0 は、コントローラー 6 0 0 に経路情報 D a を供給する機能と、制御モジュール 5 0 0 に印刷データを供給する機能と、を有する。これらの機能のほか、本実施形態のコンピューター 7 0 0 は、第 2 処理回路 6 4 0 の処理内容を設定する機能を有する。本実施形態では、当該処理内容は、対応情報 D b の内容と信号 D 3 の開始タイミングのための閾値とを含む。

40

【 0 0 5 7 】

また、本実施形態のコンピューター 7 0 0 は、前述のセンサー 3 3 0 に電氣的に接続されており、センサー 3 3 0 からの信号 D 2 に基づいて、ワーク W に対する液体吐出ヘッド 3 1 0 の相対的な位置を検出可能である。

【 0 0 5 8 】

1 - 3 . 液体吐出ユニット

図 3 は、第 1 実施形態における液体吐出ユニット 3 0 0 の概略構成を示す斜視図である。

【 0 0 5 9 】

以下の説明は、互いに交差する a 軸、b 軸および c 軸を適宜に用いて行う。また、a 軸

50

に沿う一方向を a 1 方向といい、a 1 方向と反対の方向を a 2 方向という。同様に、b 軸に沿って互いに反対の方向を b 1 方向および b 2 方向という。また、c 軸に沿って互いに反対の方向を c 1 方向および c 2 方向という。

【0060】

ここで、a 軸、b 軸および c 軸は、液体吐出ユニット 300 に設定されるツール座標系の座標軸であり、前述のロボット 200 の動作により前述の X 軸、Y 軸および Z 軸との相対的な位置および姿勢の関係が変化する。図 3 に示す例では、c 軸が前述の第 6 回転軸 O6 に平行な軸である。なお、a 軸、b 軸および c 軸は、典型的には互いに直交するが、これに限定されず、例えば、80°以上 100°以下の範囲内の角度で交差すればよい。

【0061】

液体吐出ユニット 300 は、前述のように、液体吐出ヘッド 310 と圧力調整弁 320 とセンサー 330 とを有する。これらは、図 3 中の二点鎖線で示される支持体 350 に支持される。

【0062】

支持体 350 は、例えば、金属材料等で構成されており、実質的な剛体である。なお、図 3 では、支持体 350 が扁平な箱状をなすが、支持体 350 の形状は、特に限定されず、任意である。

【0063】

以上の支持体 350 は、前述のアーム 220 の先端、すなわちアーム 226 に装着される。このため、液体吐出ヘッド 310 と圧力調整弁 320 とセンサー 330 とのそれぞれは、アーム 226 に固定される。

【0064】

図 3 に示す例では、圧力調整弁 320 は、液体吐出ヘッド 310 に対して c 1 方向に位置する。センサー 330 は、液体吐出ヘッド 310 に対して a 2 方向に位置する。

【0065】

供給流路 420 は、圧力調整弁 320 により上流流路 421 と下流流路 422 とに区分される。すなわち、供給流路 420 は、液体貯留部 410 と圧力調整弁 320 とを連通させる上流流路 421 と、圧力調整弁 320 と液体吐出ヘッド 310 とを連通させる下流流路 422 と、を有する。図 3 に示す例では、供給流路 420 の下流流路 422 の一部が流路部材 422a で構成される。流路部材 422a は、圧力調整弁 320 からのインクを液体吐出ヘッド 310 の複数箇所に分配する流路を有する。流路部材 422a は、例えば、樹脂材料で構成される複数の基板の積層体であり、各基板には、インクの流路のための溝または孔が適宜に設けられる。

【0066】

液体吐出ヘッド 310 は、ノズル面 F と、ノズル面 F に開口する複数のノズル N と、を有する。図 3 に示す例では、ノズル面 F の法線方向が c 2 方向であり、当該複数のノズル N は、a 軸に沿う方向に互いに間隔をあけて並ぶ第 1 ノズル列 L1 と第 2 ノズル列 L2 とに区分される。第 1 ノズル列 L1 および第 2 ノズル列 L2 のそれぞれは、「ノズル列」の一例であり、b 軸に沿う方向に直線状に配列される複数のノズル N の集合である。ここで、液体吐出ヘッド 310 における第 1 ノズル列 L1 の各ノズル N に関連する要素と第 2 ノズル列 L2 の各ノズル N に関連する要素とが a 軸に沿う方向で互いに略対称な構成である。

【0067】

ただし、第 1 ノズル列 L1 における複数のノズル N と第 2 ノズル列 L2 における複数のノズル N との b 軸に沿う方向での位置が互いに一致してもよいし異なってもよい。また、第 1 ノズル列 L1 および第 2 ノズル列 L2 のうちの一方の各ノズル N に関連する要素が省略されてもよい。以下では、第 1 ノズル列 L1 における複数のノズル N と第 2 ノズル列 L2 における複数のノズル N との b 軸に沿う方向での位置が互いに一致する構成が例示される。

【0068】

1 __ 4 . 第 2 処理回路 640

10

20

30

40

50

図 4 は、第 2 処理回路 6 4 0 の具体的な構成例を説明するための図である。第 2 処理回路 6 4 0 は、例えば、図 4 に示すように、関節部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 に対応して設けられた第 2 処理回路 6 4 0 __ 1 ~ 6 4 0 __ 6 を有する。

【 0 0 6 9 】

第 2 処理回路 6 4 0 __ 1 は、関節部 2 3 0 __ 1 の実際の回転角度等の動作量が第 1 処理回路 6 3 0 での演算結果となるように、エンコーダー 2 4 1 __ 1 からの出力 D 1 __ 1 に基づいて、制御信号 S k __ 1 を出力し、関節部 2 3 0 __ 1 の動作量を制御する。同様に、第 2 処理回路 6 4 0 __ 2 ~ 6 4 0 __ 6 は、対応する関節部 2 3 0 __ 2 ~ 2 3 0 __ 6 の実際の回転角度等の動作量が第 1 処理回路 6 3 0 での演算結果となるように、エンコーダー 2 4 1 __ 2 ~ 2 4 1 __ 6 からの出力 D 1 __ 2 ~ D 1 __ 6 に基づいて、制御信号 S k __ 2 ~ 6 を出力し、関節部 2 3 0 __ 2 ~ 2 3 0 __ 6 の動作量を制御する。

10

【 0 0 7 0 】

また、第 2 処理回路 6 4 0 __ 1 ~ 6 4 0 __ 6 のうち、第 2 処理回路 6 4 0 __ 1 は、コンピュータ 7 0 0 による処理内容の設定後、対応情報 D b を用いて信号 D 3 を出力する。ここで、第 2 処理回路 6 4 0 __ 1 は、対応情報 D b を用いて、エンコーダー 2 4 1 __ 1 からの出力 D 1 __ 1 を信号 D 3 に変換する。

【 0 0 7 1 】

1 - 5 . 立体物印刷装置の動作および立体物印刷方法

図 5 は、第 1 実施形態に係る立体物印刷方法の流れを示すフローチャートである。当該立体物印刷方法は、立体物印刷装置 1 0 0 を用いて行われる。まず、立体物印刷装置 1 0 0 は、図 5 に示すように、ステップ S 1 1 0 において、予備動作を行う。この予備動作では、ロボット 2 0 0 が経路情報 D a の示す経路で液体吐出ヘッド 3 1 0 を移動させつつ、エンコーダー 2 4 1 __ 1 からの出力に関する出力情報と、ワーク W に対する液体吐出ヘッド 3 1 0 の相対的な位置に関する位置情報と、を取得する。この取得は、コンピュータ 7 0 0 の設定部 7 1 0 により行われる。設定部 7 1 0 は、図示しないプログラムをコンピュータ 7 0 0 が実行することにより実現される。当該位置情報は、予備動作中におけるセンサー 3 3 0 による測定結果を用いて取得してもよいし、予備動作中におけるエンコーダー 2 4 1 __ 1 ~ 2 4 1 __ 6 からの出力を用いて第 1 処理回路 6 3 0 での演算により取得してもよい。また、当該位置情報は、予備動作中にワーク W に対してテストパターンを印刷し、図示しないカメラによって当該テストパターンを撮像することによって取得してもよい。この場合、例えばカメラをアーム 2 2 6 に固定することで、液体吐出ユニット 3 0 0 とカメラとの互いの位置および姿勢の関係を固定し、カメラによる撮像情報に基づいて当該位置情報を取得する。またはテストパターンの印刷はワーク W を用いずともよく、テストパターンの印刷領域がワーク W と同一の形状である物体を用いることもできる。

20

30

【 0 0 7 2 】

次に、立体物印刷装置 1 0 0 は、ステップ S 1 2 0 において、対応情報 D b を記憶する。具体的には、前述のステップ S 1 1 0 で得られた位置情報および出力情報を用いて対応情報 D b を生成した後、対応情報 D b を第 2 記憶回路 6 2 0 に記憶させる。

【 0 0 7 3 】

次に、立体物印刷装置 1 0 0 は、ステップ S 1 3 0 において、信号 D 3 のタイミングに関する閾値 t を設定する。具体的には、前述のステップ S 1 1 0 で得られた位置情報および出力情報に基づいて、印刷時における信号 D 3 のタイミングが所望のタイミングとなるように、閾値 t が設定される。この設定は、コンピュータ 7 0 0 の設定部 7 1 0 により行われる。

40

【 0 0 7 4 】

次に、立体物印刷装置 1 0 0 は、ステップ S 1 4 0 において、印刷動作を行う。この印刷動作では、ロボット 2 0 0 が経路情報 D a の示す経路で液体吐出ヘッド 3 1 0 を移動させつつ、液体吐出ヘッド 3 1 0 が吐出動作を行う。当該吐出動作は、信号 D 3 に同期した状態で、コンピュータ 7 0 0 からの印刷データに基づいて行われる。このように、当該吐出動作は、エンコーダー 2 4 1 __ 1 からの出力と対応情報 D b とに基づいて制御される。

50

【 0 0 7 5 】

図 6 は、第 1 実施形態における印刷動作を説明するための図である。図 6 では、立体物印刷装置 1 0 0 がワーク W の面 W F に対して印刷を行う状態が例示される。図 6 に示すように、立体物印刷装置 1 0 0 は、ロボット 2 0 0 が液体吐出ヘッド 3 1 0 を所定の走査方向 D S に移動させながら、液体吐出ヘッド 3 1 0 からインクを吐出させることにより、面 W F に対して印刷を行う。走査方向 D S は、前述の経路情報 D a の示す経路に沿う方向である。図 6 に示す例では、走査方向 D S が X 1 方向である。また、ツール座標系における a 1 方向が走査方向 D S を向く。

【 0 0 7 6 】

このような印刷動作において、ロボット 2 0 0 が液体吐出ヘッド 3 1 0 を走査方向 D S に移動させるには、関節部 2 3 0 __ 1 ~ 2 3 0 __ 6 の動作量を適宜に組み合わせる必要がある。したがって、各エンコーダー 2 4 1 からの出力 D 1 は、液体吐出ヘッド 3 1 0 の走査方向 D S での位置と線形的な関係とはならない。エンコーダー 2 4 1 からの出力 D 1 は対応する関節部の回転を示す信号である。

【 0 0 7 7 】

図 7 は、各エンコーダー 2 4 1 から出力される信号の一例を示す図である。エンコーダー 2 4 1 は、図示しないが、例えば、スケールと発光素子と受光素子とを有する。ここで、発光素子は、スケールに向けて光を出射する。受光素子は、当該光のうちスケールの反射光または透過光を受光することにより、図 7 に示すように、エンコーダー 2 4 1 から出力される信号として、信号 E N C __ A および E N C __ B を出力する。なお、エンコーダー 2 4 1 は、アブソリュート型でもよいし、インクリメンタル型でもよい。また、信号の波形は、図 7 に示す例に限定されない。

【 0 0 7 8 】

信号 E N C __ A および E N C __ B のそれぞれは、関節部の回転に伴って出現するパルス P E を含む。パルス P E が出現する時間間隔 T d は、関節部の回転速度が速くなるに従い、短くなる。このため、時間間隔 T d に基づいて、関節部の回転速度を計測することができる。また、信号 E N C __ A および E N C __ B の時間間隔 T d は、互い等しい。ただし、信号 E N C __ A および E N C __ B の位相は、ずれ量 T として、9 0 度ずれる。ここで、関節部の回転方向によって、信号 E N C __ A および E N C __ B の位相のずれる方向が異なる。このため、当該方向に基づいて、関節部の回転方向を識別することができる。

【 0 0 7 9 】

図 8 は、対応情報 D b を説明する図である。図 8 中の上段は、印刷動作中において、ロボット 2 0 0 が経路情報 D a の示す経路で液体吐出ヘッド 3 1 0 を移動させた際のエンコーダー 2 4 1 __ 1 からの出力 D 1 __ 1 の推移 A を示し、図 8 の下段はワーク W の面 W F 上の X 軸方向において、液体吐出ヘッド 3 1 0 による印刷が可能な位置の推移 B を示す。

【 0 0 8 0 】

液体吐出ユニット 3 0 0 がワーク W の面 W F 上を走査方向 D S に沿って通過する途中において、最初の印刷を施すべき液体吐出ユニット 3 0 0 の位置を印刷開始位置 X s とする。また、ロボット 2 0 0 が駆動を開始してから、当該印刷開始位置 X s に印刷を施すために、液体吐出ユニット 3 0 0 による液体の吐出開始に適切な位置に到達する時間を吐出開始時間 T s とする。つまり、ワーク W の面 W F 上において印刷開始位置 X s から適切に印刷を施すためには、吐出開始時間 T s のタイミングで液体吐出ユニット 3 0 0 からインクの吐出を開始する必要がある。

【 0 0 8 1 】

本実施形態では、前述の予備動作に基づき、印刷開始位置 X s に適切に印刷を施すことが可能な吐出開始時間 T s と、吐出開始時間 T s におけるエンコーダー 2 4 1 __ 1 の出力 D 1 __ 1 s との対応関係を対応情報 D b としてあらかじめ把握しておく。これにより、エンコーダー 2 4 1 __ 1 からの出力 D 1 __ 1 に基づき、適切な吐出開始時間 T s のタイミングで液体吐出ユニット 3 0 0 からインクを吐出し、印刷開始位置 X s から適切に印刷を施すことができる。なお、図 8 の例では、液体吐出ヘッド 3 1 0 の走査方向 D S が X 軸方向

であるため、X軸方向の位置のみを用いて説明したが、走査方向によってはY軸方向やZ軸方向の位置を用いることもできる。

【0082】

また、本実施形態では、前述の予備動作に基づき、印刷開始位置 X_s におけるエンコーダー241__1の出力 $D1_1s$ との対応関係を対応情報 D_b としてあらかじめ把握しておくこともできる。これにより、エンコーダー241__1からの出力 $D1_1$ に基づき、適切な吐出開始時間 T_s のタイミングで液体吐出ユニット300からインクを吐出し、印刷開始位置 X_s から適切に印刷を施すことができる。

【0083】

図9は、第1実施形態におけるタイミング信号生成回路510の動作を説明するためのタイミングチャートである。信号 $D3$ は、パルス PS を含む。このパルス PS は、エンコーダー241から出力される信号 ENC_A のパルス PE_t の出現に伴って出現する。パルス PE_t は、所定の閾値 t により設定されるタイミングに出現するパルス PE である。ここで、図9中に示すパルス $PE_t + 1$ は、パルス PE_t に後続するパルス PE である。なお、パルス PS は、エンコーダー241から出力される信号 ENC_B 等の他のパルスの出現に伴って出現させてもよい。

【0084】

図9に示すように、タイミング信号 PTS は、前述のパルス PS の出現を契機としてタイミング信号生成回路510を構成するタイマーから出力される。タイミング信号 PTS は、制御回路530および駆動信号生成回路540に入力される。制御回路530および駆動信号生成回路540は、タイミング信号 PTS の入力を契機として、スイッチ回路340に対し、液体の吐出を制御するための信号を出力する。つまり、信号 $D3$ に含まれるパルスは、液体吐出ヘッド310が液体の吐出を開始するためのトリガー信号である。図9では、パルス PS の立ち上がりタイミングでタイミング信号 PTS の出力が開始される場合が例示される。ここで、パルス PS の立ち上がりタイミングは、信号 ENC_A のパルス PE_t の立下りタイミングに一致することから、図9に示す例では、パルス PE_t の立ち下がりタイミングでタイミング信号 PTS の出力が開始される。なお、パルス PS の立ち下がりタイミングでタイミング信号 PTS の出力が開始されてもよい。

【0085】

タイミング信号 PTS は、期間 T ごとに n 個のパルス $PlsP$ を含む。ただし、 n は、1以上の自然数である。図9に示す例では、 n が7個である場合が示される。図9では、 n 個のパルス $PlsP$ がパルス $PlsP_1 \sim PlsP_n$ で表記される。なお、 n は、図9に示す例に限定されず、例えば、好ましくは、1以上20以下の範囲内であり、より好ましくは、5以上10以下の範囲内である。

【0086】

期間 T は、例えば、後述の単位期間 T_u に相当する。ただし、パルス $PlsP$ は、後述のラッチ信号 LAT のパルス $PlsL$ に対してずれたタイミングでもよい。なお、期間 T の長さは、単位期間 T_u の長さと同じでも異なってもよい。期間 T の長さが単位期間 T_u の長さと同じである場合、前述の制御回路530は、タイミング信号 PTS をそのままラッチ信号 LAT として出力してもよいし、タイミング信号 PTS をずれたタイミングでラッチ信号 LAT として出力してもよい。期間 T の長さが単位期間 T_u の長さとは異なる場合、制御回路530は、タイミング信号 PTS をラッチ信号 LAT に変換する処理を行う。

【0087】

図10は、スイッチ回路340の動作を説明するためのタイミングチャートである。図10に示すように、ラッチ信号 LAT は、単位期間 T_u を規定するためのパルス $PlsL$ を含む。単位期間 T_u は、例えば、パルス $PlsL$ の立ち上がりから次のパルス $PlsL$ の立ち上がりまでの期間として規定される。また、チェンジ信号 CNG は、単位期間 T_u を制御期間 T_{u1} と制御期間 T_{u2} とに区分するためのパルス $PlsC$ を含む。制御期間 T_{u1} は、例えば、パルス $PlsL$ の立ち上がりからパルス $PlsC$ の立ち上がりまでの期間である。制御期間 T_{u2} は、例えば、パルス $PlsC$ の立ち上がりからパルス $PlsL$

10

20

30

40

50

の立ち上がりまでの期間である。

【 0 0 8 8 】

また、制御信号 $S I$ は、各単位期間 $T u$ における圧電素子 $3 1 1 [1] \sim 3 1 1 [M]$ の動作の種類を指定する個別指定信号 $S d [1] \sim S d [M]$ を含む。個別指定信号 $S d [1] \sim S d [M]$ は、単位期間 $T u$ に先立って、クロック信号 $C L K$ に同期してスイッチ回路 $3 4 0$ に供給される。スイッチ回路 $3 4 0$ は、当該単位期間 $T u$ において、個別指定信号 $S d [m]$ に基づいて、オンオフを切り替える。なお、 M は、圧電素子 $3 1 1$ の数であり、 m は、 1 以上 M 以下の自然数である。添え字 $[M]$ または $[m]$ は、 M 個の圧電素子 $3 1 1$ を区別するための表記である。また、以下では、 M 個の他の要素についても、添え字 $[m]$ を用いて、圧電素子 $3 1 1 [m]$ との対応関係を示すことがある。

10

【 0 0 8 9 】

図 10 に示すように、駆動信号 $C o m$ は、制御期間 $T u 1$ に設けられる波形 $P X$ と、制御期間 $T u 2$ に設けられる波形 $P Y$ と、を有する。図 10 に示す例では、波形 $P X$ における最高電位 $V H X$ と最低電位 $V L X$ との電位差が、波形 $P Y$ における最高電位 $V H Y$ と最低電位 $V L Y$ との電位差よりも大きい。なお、駆動信号 $C o m$ の波形は、図 10 に示す例に限定されず、例えば、波形 $P Y$ を省略してもよい。

【 0 0 9 0 】

個別指定信号 $S d [m]$ が中ドットの形成を指定する値である場合、スイッチ回路 $3 4 0$ は、制御期間 $T u 1$ においてオンとなるとともに制御期間 $T u 2$ においてオフとなる。このため、駆動信号 $C o m$ における波形 $P X$ のみが駆動パルス $P D$ として圧電素子 $3 1 1$ に供給される。この結果、その圧電素子 $3 1 1$ に対応するノズルから中ドットに相当する量のインクが吐出される。

20

【 0 0 9 1 】

個別指定信号 $S d [m]$ が小ドットの形成を指定する値である場合、スイッチ回路 $3 4 0$ が制御期間 $T u 1$ においてオフとなるとともに制御期間 $T u 2$ においてオンとなる。このため、駆動信号 $C o m$ における波形 $P Y$ のみが駆動パルス $P D$ として圧電素子 $3 1 1$ に供給される。この結果、その圧電素子 $3 1 1$ に対応するノズルから小ドットに相当する量のインクが吐出される。

【 0 0 9 2 】

個別指定信号 $S d [m]$ が大ドットの形成を指定する値である場合、スイッチ回路 $3 4 0$ が制御期間 $T u 1$ および $T u 2$ の両期間においてオンとなる。このため、駆動信号 $C o m$ における波形 $P X$ および $P Y$ が駆動パルス $P D$ として圧電素子 $3 1 1$ に供給される。この結果、その圧電素子 $3 1 1$ に対応するノズルから大ドットに相当する量のインクが吐出される。

30

【 0 0 9 3 】

個別指定信号 $S d [m]$ がインクの非吐出を指定する値である場合、スイッチ回路 $3 4 0$ が制御期間 $T u 1$ および $T u 2$ の両期間においてオフとなる。このため、駆動信号 $C o m$ における波形 $P X$ および $P Y$ のいずれも圧電素子 $3 1 1$ に供給されない。この結果、その圧電素子 $3 1 1$ に対応するノズルからインクが吐出されない。

【 0 0 9 4 】

40

以上の立体物印刷装置 100 は、前述のように、液体吐出ヘッド 310 とロボット 200 と N 個のエンコーダー 241 とを有する。ただし、 N は、 2 以上の自然数である。ここで、液体吐出ヘッド 310 は、立体的なワーク W に対して、「液体」の一例であるインクを吐出する。ロボット 200 は、「 N 個の可動部」の一例である N 個の関節部 230 を有し、ワーク W に対する液体吐出ヘッド 310 の相対的な位置を変化させる。 N 個のエンコーダー 241 は、 N 個の関節部 230 について各関節部 230 に対応して設けられ、各関節部 230 の動作量を計測する。

【 0 0 9 5 】

本実施形態では、 N 個のエンコーダー 241 のうちの 1 つのエンコーダー 241 __ 1 が「第 1 エンコーダー」として例示される。立体物印刷装置 100 は、対応情報 $D b$ を記憶

50

し、ロボット200を動作させつつ、エンコーダー241__1からの出力と対応情報Dbとに基づいて液体吐出ヘッド310の吐出動作を制御する。対応情報Dbは、ロボット200の動作中におけるエンコーダー241__1からの出力と時間との対応関係に関する情報である。なお、前述のように、対応情報Dbは、当該時間に代えて、ワークWに対する液体吐出ヘッド310の相対的な位置を用いてもよい。

【0096】

本実施形態では、立体物印刷装置100がN個の可動部の動作量を計測するN個のエンコーダーを有し、少なくとも2個のエンコーダーからの出力に基づいてロボット200の動作を制御することができる。つまり、コントローラ600は、少なくとも2個のエンコーダーからの出力を用いた演算を行うことより、液体吐出ヘッドユニットの位置情報を取得する。また、コントローラ600は、取得した位置情報に基づき、少なくとも2個の可動部に対して動作量を指定する制御信号を送るフィードバック制御を行う。この結果、コントローラ600は、ロボット200の動作を適切に制御することができる。なお、立体物印刷装置100がN個すべてのエンコーダーからの出力に基づいてロボット200の動作を同様に制御することもできる。また、ロボット200の動作時に動作する関節に対応するエンコーダーからの出力に基づいてロボット200の動作を同様に制御することもできる。

【0097】

以上の立体物印刷装置100では、N個のエンコーダー241からのすべての出力を用いなくても、エンコーダー241__1からの出力と対応情報Dbを用いることにより、液体吐出ヘッド310の吐出動作をロボット200の動作に所望のタイミングで同期させることができる。ここで、当該タイミングの算出にN個のエンコーダー241からのすべての出力を用いる構成に比べて、当該算出の処理負荷が小さいので、当該算出による信号遅延を低減することができ、この結果、印刷位置または印刷タイミングのずれを低減することができる。このように、ロボット200を用いて立体的なワークWに対する印刷の画質を高めることができる。

【0098】

このように、立体物印刷装置100は、N個のエンコーダー241からのすべての出力を用いた演算により取得される位置情報を用いずに、液体吐出ヘッド310の吐出動作を制御することにより、印刷位置または印刷タイミングのずれを低減することができる。

【0099】

ここで、前述のように、N個のエンコーダー241のうちエンコーダー241__1を除く少なくとも1つのエンコーダー241を用いずに、液体吐出ヘッド310の吐出動作が制御される。すなわち、N個のエンコーダー241のうちのエンコーダー241__1とは異なる1つのエンコーダー241を「第2エンコーダー」とするとき、当該第2エンコーダーからの出力を用いずに、液体吐出ヘッド310の吐出動作が制御される。

【0100】

また、前述のように、N個のエンコーダー241のうちのエンコーダー241__1以外のN-1個のエンコーダー241からの出力を用いずに、液体吐出ヘッド310の吐出動作が制御される。このため、液体吐出ヘッド310の吐出制御に2個以上のエンコーダー241を用いる構成に比べて、当該相対的な位置の算出の処理負荷を小さくすることができる。なお、液体吐出ヘッド310の吐出制御に用いるエンコーダー241の数は、N-1個以下であればよく、1個に限定されない。

【0101】

液体吐出ヘッド310の吐出動作の制御に用いるエンコーダー241は、N個の関節部230のうち、ロボット200の動作中に最も動作量の大きい関節部230に設けられることが好ましい。本実施形態では、エンコーダー241__1は、N個の関節部230のうち、ロボット200の動作中に最も動作量の大きい関節部230__1に設けられる。このため、ロボット200の動作中の広範囲にわたり1個のエンコーダー241__1からの出力を用いて液体吐出ヘッド310の吐出動作を制御することができる。なお、本実施形態

10

20

30

40

50

では、信号D3の生成にエンコーダー241__1からの出力を用いたが、エンコーダー241__1からの出力に代えて、または、エンコーダー241__1からの出力に加えて、他のエンコーダー241からの出力を用いて信号D3を生成してもよい。

【0102】

本実施形態の立体物印刷装置100は、液体吐出ヘッド310とロボット200とエンコーダー241__1～241__6とのほか、前述のように、制御モジュール500と第1処理回路630と第2処理回路640とを有する。制御モジュール500は、液体吐出ヘッド310の吐出動作を制御する。第1処理回路630は、液体吐出ヘッド310の移動すべき経路を示す経路情報Daに基づいて、関節部230__1～230__6のそれぞれの動作量を演算する。エンコーダー241__1は、第2処理回路640を介して第1処理回路630と接続し、制御モジュール500は、第2処理回路640と接続する。また、制御モジュールは前記第2処理回路を介して前記第1処理回路と接続する。第2処理回路640は、エンコーダー241__1からの出力に基づいて、液体吐出ヘッド310の吐出動作をロボット200の動作に同期させるための信号D3を生成する。また、第2処理回路640は、制御モジュール500に電氣的に接続される。一方、第1処理回路630は、第2処理回路640を介して制御モジュール500と電氣的に接続される。

10

【0103】

このように、制御モジュール500は、第1処理回路630とエンコーダー241__1との間に設けられた第2処理回路640と接続し、第2処理回路640が信号D3を生成することにより、第1処理回路630が信号D3を生成する構成に比べて、第2処理回路640の処理負荷を低減することができる。また、第1処理回路630が信号D3を生成する構成に比べて、エンコーダー241__1から制御モジュール500に至るまでの信号の伝搬経路を短縮できる。この結果、印刷位置または印刷タイミングのずれを低減することができる。

20

【0104】

また、第2処理回路640が第1処理回路630とは別の回路であるため、これらの回路の制御周期を互いに異ならせることができる。ここで、第2処理回路640の制御周期は、第1処理回路630の制御周期に比べて短いことが好ましい。この場合、そうでない場合に比べて、第2処理回路640において信号D3の生成に必要な算出を迅速に行うことができる。

30

【0105】

本実施形態では、N個のエンコーダー241のうちの1個のエンコーダー241__1からの出力のみを用いて信号D3が生成される。すなわち、第2処理回路640は、制御モジュール500に入力する信号D3をN個のエンコーダー241のうちのエンコーダー241__1以外のN-1個のエンコーダー241からの出力を用いずに生成する。したがって、N個のエンコーダー241のうちのエンコーダー241__1とは異なる1つのエンコーダーを第2エンコーダーとすると、第2処理回路640は、制御モジュール500に入力する信号D3を当該第2エンコーダーからの出力を用いずに生成する。

【0106】

第2処理回路640は、ロボット200の駆動中の期間におけるエンコーダー241__1から出力されるパルスPEの数が閾値tを超えるタイミングで、制御モジュール500に入力する信号D3を変化させる。このため、制御モジュール500が信号D3の変化を契機として液体吐出ヘッド310の吐出動作をロボット200の動作に同期させることができる。

40

【0107】

本実施形態では、前述のように、第2処理回路640は、FPGAやDSP等の演算を実行可能なデバイスである。また、立体物印刷装置100は、第2処理回路640の処理内容を設定する設定部710をさらに有する。設定部710は、ロボット200を動作させつつ、エンコーダー241__1からの出力に関する出力情報と、ワークWに対する液体吐出ヘッド310の相対的な位置に関する位置情報と、を取得し、当該出力情報と当該位

50

置情報とに基づいて、第２処理回路６４０の処理内容を設定する。

【０１０８】

ここで、設定部７１０は、第２処理回路６４０の処理内容として前述の閾値ｔを設定する。このため、ロボット２００の動作条件に適した閾値ｔを設定することができる。

【０１０９】

当該位置情報は、前述のように、例えば、Ｎ個のエンコーダー２４１からの出力を用いた第１処理回路６３０Ａでの演算により得られる。このため、当該位置情報を第２処理回路６４０で行う構成に比べて、第２処理回路６４０における処理負荷が低減される。

【０１１０】

また、本実施形態のように、立体物印刷装置１００ＡがワークＷに対する液体吐出ヘッド３１０の相対的な位置を測定するセンサー３３０を有する場合、当該位置情報は、センサー３３０による測定結果を用いて得られてもよい。この場合、Ｎ個のエンコーダー２４１からの出力を用いた演算により位置情報を得る構成に比べて、精度の高い位置情報を得ることができる。

【０１１１】

また、第２処理回路６４０から制御モジュール５００に入力する信号Ｄ３は、液体吐出ヘッド３１０の駆動を開始するためのトリガー信号を含む。このため、印刷開始位置のずれを好適に防止し、この結果、印刷位置のずれを好適に防止することができる。

【０１１２】

２．第２実施形態

以下、本発明の第２実施形態について説明する。以下に例示する形態において作用や機能が第１実施形態と同様である要素については、第１実施形態の説明で使用した符号を流用して各々の詳細な説明を適宜に省略する。

【０１１３】

図１１は、第２実施形態に係る立体物印刷装置１００Ａの電気的な構成を示すブロック図である。立体物印刷装置１００Ａは、コントローラー６００および制御モジュール５００に代えて、コントローラー６００Ａおよび制御モジュール５００Ａを有する以外は、前述の第１実施形態の立体物印刷装置１００と同様である。

【０１１４】

コントローラー６００Ａは、第２処理回路６４０に代えて第２処理回路６４０Ａを有する以外は、前述のコントローラー６００と同様である。第２処理回路６４０Ａは、信号Ｄ３に代えて信号Ｄ４を生成する以外は、前述の第２処理回路６４０と同様である。

【０１１５】

信号Ｄ４は、走査方向ＤＳにおけるワークＷに対する液体吐出ヘッド３１０の相対的な位置の単位変化ごとに出現するパルスＰＥを含む信号である。信号Ｄ４は、印刷動作中における関節部２３０＿１の動作量に応じたエンコーダー２４１＿１からの出力Ｄ１＿１と対応情報Ｄｂとに基づいて生成する信号である。ここで、本実施形態における対応情報Ｄｂとは、図８の上段で示す印刷動作中におけるエンコーダー２４１＿１からの出力Ｄ１＿１の推移、つまりはエンコーダーの出力と時間の関係である。もしくは、本実施形態における対応情報Ｄｂとは、エンコーダー２４１＿１からの出力Ｄ１＿１とワークＷに対する液体吐出ヘッド３１０の相対的な位置との関係である。このような対応情報Ｄｂをコントローラー６００Ａがあらかじめ記憶しておくことで、液体吐出ヘッド３１０の移動時間もしくは位置に応じた信号Ｄ４をエンコーダー２４１の出力から生成することが可能である。

【０１１６】

制御モジュール５００Ａは、タイミング信号生成回路５１０に代えてタイミング信号生成回路５１０Ａを有する以外は、前述の制御モジュール５００と同様である。タイミング信号生成回路５１０Ａは、信号Ｄ４に基づいてタイミング信号ＰＴＳを生成する。本実施形態のタイミング信号生成回路５１０Ａは、信号Ｄ４をタイミング信号ＰＴＳに変換するように逡倍する逡倍回路で構成される。

【０１１７】

10

20

30

40

50

図 1 2 は、第 2 実施形態におけるタイミング信号生成回路 5 1 0 A の動作を説明するためのタイミングチャートである。信号 D 4 は、複数のパルス P T を含む。走査方向 D S における液体吐出ヘッド 3 1 0 の移動速度が一定である場合、パルス P T が出現する時間間隔は、一定である。図 1 2 では、この時間間隔が期間 T である場合が例示される。

【 0 1 1 8 】

図 1 2 に示すように、タイミング信号 P T S は、前述のパルス P T の出現を契機として出力を開始する。つまり、第 1 実施形態と同様に、信号 D 4 に含まれるパルスは、液体吐出ヘッド 3 1 0 が液体の吐出を開始するためのトリガー信号である。図 1 2 では、パルス P T の立ち上がりタイミングでタイミング信号 P T S の出力が開始される場合が例示される。なお、パルス P T の立ち下がりタイミングでタイミング信号 P T S の出力が開始されてもよい。第 1 実施形態におけるタイミング信号 P T S は、タイミング信号生成回路 5 1 0 を構成するタイマーから出力される。これに対し、第 2 実施形態におけるタイミング信号 P T S は、タイミング信号生成回路 5 1 0 A が信号 D 4 を変換して出力される。

【 0 1 1 9 】

以上の立体物印刷装置 1 0 0 A によっても、前述の第 1 実施形態の立体物印刷装置 1 0 0 と同様、ロボット 2 0 0 を用いて立体的なワーク W に対する印刷の画質を高めることができる。本実施形態では、第 2 処理回路 6 4 0 A から制御モジュール 5 0 0 A に入力される信号 D 4 は、液体吐出ヘッド 3 1 0 の駆動タイミングを規定するためのタイミング信号を含む。このため、印刷タイミングのずれを好適に防止することができる。

【 0 1 2 0 】

3 . 第 3 実施形態

以下、本発明の第 3 実施形態について説明する。以下に例示する形態において作用や機能が第 1 実施形態と同様である要素については、第 1 実施形態の説明で使用した符号を流用して各々の詳細な説明を適宜に省略する。

【 0 1 2 1 】

図 1 3 は、第 3 実施形態に係る立体物印刷装置 1 0 0 B の電氣的な構成を示すブロック図である。立体物印刷装置 1 0 0 B は、コントローラー 6 0 0 および制御モジュール 5 0 0 に代えて、コントローラー 6 0 0 B および制御モジュール 5 0 0 B を有する以外は、前述の第 1 実施形態の立体物印刷装置 1 0 0 と同様である。

【 0 1 2 2 】

コントローラー 6 0 0 B は、第 2 処理回路 6 4 0 に代えて第 2 処理回路 6 4 0 B を有する以外は、前述のコントローラー 6 0 0 と同様である。第 2 処理回路 6 4 0 B は、信号 D 3 に代えて信号 D 5 を生成する以外は、前述の第 2 処理回路 6 4 0 と同様である。

【 0 1 2 3 】

信号 D 5 は、エンコーダー 2 4 1 __ 1 からの出力そのものの信号であるか、または、エンコーダー 2 4 1 __ 1 からの出力に基づく信号である。

【 0 1 2 4 】

制御モジュール 5 0 0 B は、タイミング信号生成回路 5 1 0 に代えてタイミング信号生成回路 5 1 0 B を有する以外は、前述の制御モジュール 5 0 0 と同様である。タイミング信号生成回路 5 1 0 B は、信号 D 5 に基づいてタイミング信号 P T S を生成する。本実施形態のタイミング信号生成回路 5 1 0 B は、対応情報 D b を用いて信号 D 5 をタイミング信号 P T S に変換する。ここで、本実施形態における対応情報 D b とは、例えば図 8 の上段で示す印刷動作中におけるエンコーダー 2 4 1 __ 1 からの出力 D 1 __ 1 の推移、つまりはエンコーダーの出力と時間の関係である。もしくは、本実施形態における対応情報 D b とは、エンコーダー 2 4 1 __ 1 からの出力 D 1 __ 1 とワーク W に対する液体吐出ヘッド 3 1 0 の相対的な位置との関係である。このような対応情報 D b を制御モジュール 5 0 0 A があらかじめ記憶しておくことで、液体吐出ヘッド 3 1 0 の移動時間もしくは位置に応じた信号 D 5 をエンコーダー 2 4 1 の出力から生成することが可能である。

【 0 1 2 5 】

図 1 4 は、第 3 実施形態におけるタイミング信号生成回路 5 1 0 B の動作を説明するた

めのタイミングチャートである。信号 D 5 は、複数のパルス P T を含む。図 1 4 では、信号 D 5 としてエンコーダー 2 4 1 からの信号 E N C _ A そのものを用いる場合が例示される。したがって、図 1 4 に示す例では、パルス P T の出現する時間間隔は、エンコーダー 2 4 1 からの信号 E N C _ A のパルス P E の出現する時間間隔に等しい。

【 0 1 2 6 】

図 1 4 に示すように、タイミング信号 P T S は、前述のパルス P T の出現を契機として出力を開始する。図 1 4 では、パルス P T の立ち下がりタイミングでタイミング信号 P T S の出力が開始される場合が例示される。なお、パルス P T の立ち上がりタイミングでタイミング信号 P T S の出力が開始されてもよい。

【 0 1 2 7 】

以上の第 3 実施形態によっても、前述の第 1 実施形態または第 2 実施形態と同様、ロボット 2 0 0 を用いて立体的なワーク W に対する印刷の画質を高めることができる。本実施形態では、制御モジュール 5 0 0 B で対応情報 D b を用いるので、第 2 実施形態に比べて、第 2 処理回路 6 4 0 B の処理負荷を低減することができる。

【 0 1 2 8 】

4 . 変形例

以上の例示における各形態は多様に変形され得る。前述の各形態に適用され得る具体的な変形の態様を以下に例示する。なお、以下の例示から任意に選択される 2 以上の態様は、互いに矛盾しない範囲で適宜に併合され得る。

【 0 1 2 9 】

4 - 1 . 変形例 1

前述の形態では、移動機構として 6 軸の垂直多軸ロボットを用いる構成が例示されるが、当該構成に限定されない。移動機構は、ワークに対して液体吐出ヘッドの相対的な位置および姿勢を 3 次元的に変化させることができればよい。したがって、移動機構は、例えば、6 軸以外の垂直多軸ロボットでもよいし、水平多軸ロボットでもよい。また、ロボットアームが有する可動部は、回動機構のみに限定されず、例えば、伸縮機構等を有してもよい。

【 0 1 3 0 】

4 - 2 . 変形例 2

前述の形態では、ロボットアームの先端に対する液体吐出ヘッドの固定方法としてネジ止め等を用いる構成が例示されるが、当該構成に限定されない。例えば、ロボットアームの先端に装着されるハンド等の把持機構により液体吐出ヘッドを把持することにより、ロボットアームの先端に対して液体吐出ヘッドを固定してもよい。

【 0 1 3 1 】

4 - 3 . 変形例 3

また、前述の形態では、液体吐出ヘッドを移動させる構成の移動機構が例示されるが、当該構成に限定されず、例えば、液体吐出ヘッドの位置が固定されており、移動機構がワークを移動させ、液体吐出ヘッドに対してワーク相対的な位置および姿勢を 3 次元的に変化させる構成でもよい。この場合、例えば、ロボットアームの先端に装着されるハンド等の把持機構によりワークが把持される。

【 0 1 3 2 】

4 - 4 . 変形例 4

前述の形態では、1 種類のインクを用いて印刷を行う構成が例示されるが、当該構成に限定されず、2 種以上のインクを用いて印刷を行う構成にも本発明を適用することができる。

【 0 1 3 3 】

4 - 5 . 変形例 5

本発明の立体物印刷装置の用途は印刷に限定されない。例えば、色材の溶液を吐出する立体物印刷装置は、液晶表示装置のカラーフィルターを形成する製造装置として利用される。また、導電材料の溶液を吐出する立体物印刷装置は、配線基板の配線や電極を形成す

10

20

30

40

50

る製造装置として利用される。また、立体物印刷装置は、接着剤等の液体をワークに塗布するジェットディスペンサーとしても利用できる。

【符号の説明】

【 0 1 3 4 】

1 0 0 ...立体物印刷装置、1 0 0 A ...立体物印刷装置、1 0 0 B ...立体物印刷装置、2 0 0 ...ロボット、2 3 0 ...関節部（可動部）、2 3 0 _ 1 ...関節部（可動部）、2 3 0 _ 2 ...関節部（可動部）、2 3 0 _ 3 ...関節部（可動部）、2 3 0 _ 4 ...関節部（可動部）、2 3 0 _ 5 ...関節部（可動部）、2 3 0 _ 6 ...関節部（可動部）、2 4 1 ...エンコーダー、2 4 1 _ 1 ~ 2 4 1 _ 6 ...エンコーダー、3 1 0 ...液体吐出ヘッド、3 3 0 ...センサー、5 0 0 ...制御モジュール、5 0 0 A ...制御モジュール、5 0 0 B ...制御モジュール、6 3 0 ...第1処理回路、6 3 0 A ...第1処理回路、6 4 0 ...第2処理回路、6 4 0 A ...第2処理回路、6 4 0 B ...第2処理回路、6 4 0 _ 1 ...第2処理回路、6 4 0 _ 2 ...第2処理回路、7 1 0 ...設定部、D 1 ...エンコーダーからの出力、D 3 ...信号、D 4 ...信号、D 5 ...信号、D a ...経路情報、D b ...対応情報、E N C _ A ...信号（エンコーダーからの出力）、P E ...パルス、P E _ t ...パルス、S 1 1 0 ...ステップ（予備動作）、W ...ワーク、t ...閾値。

10

20

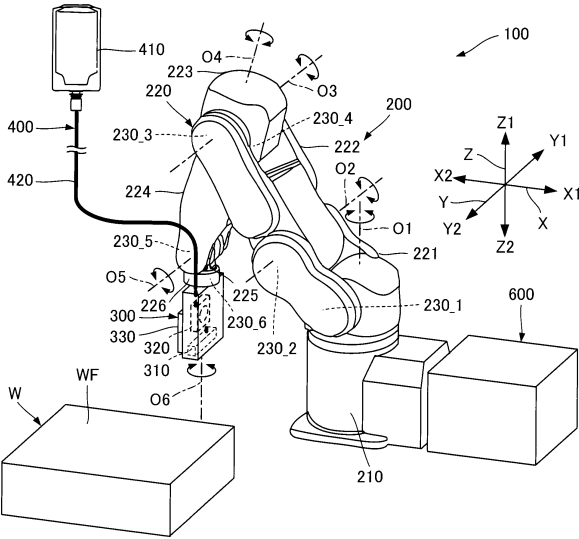
30

40

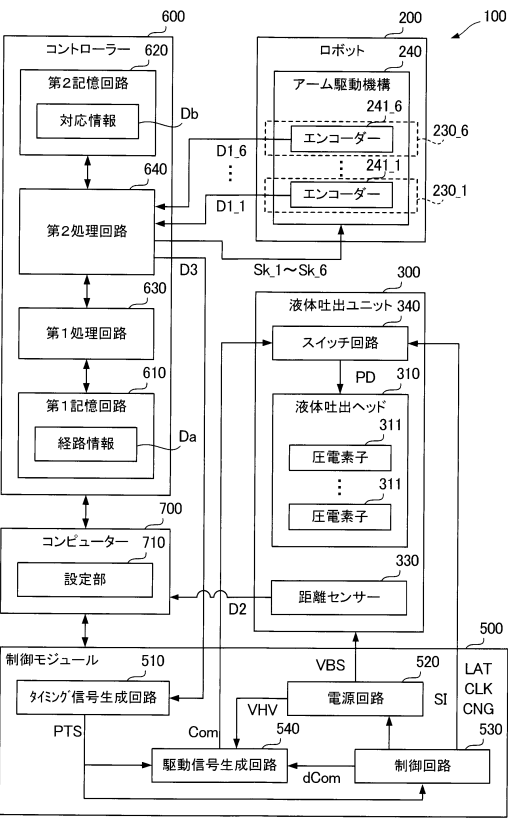
50

【図面】

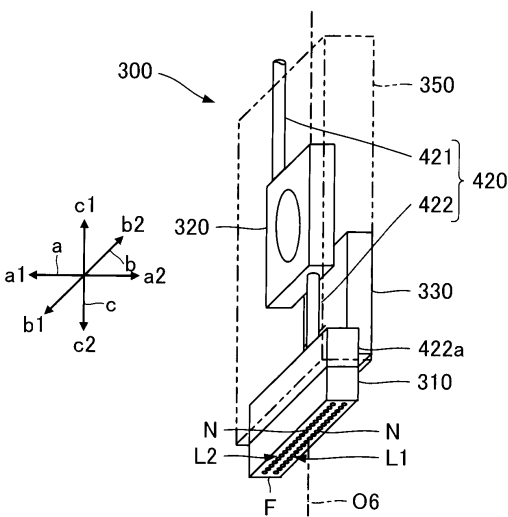
【図 1】



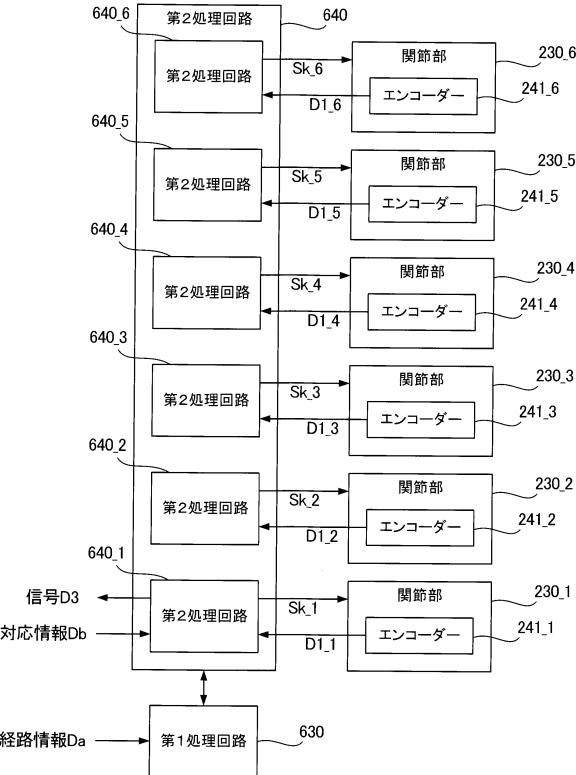
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

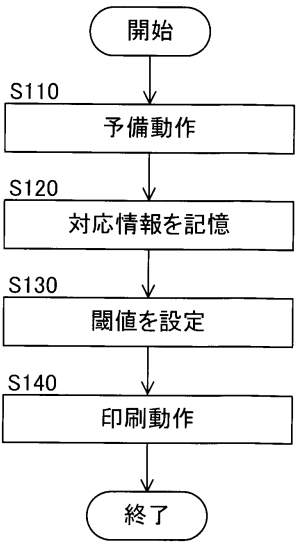
20

30

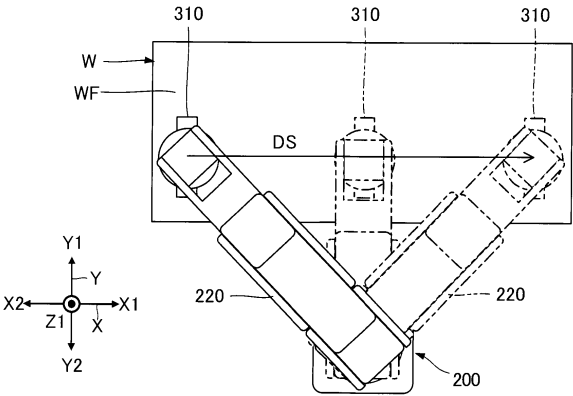
40

50

【図 5】

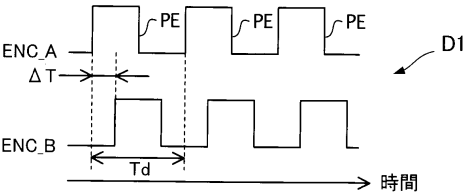


【図 6】

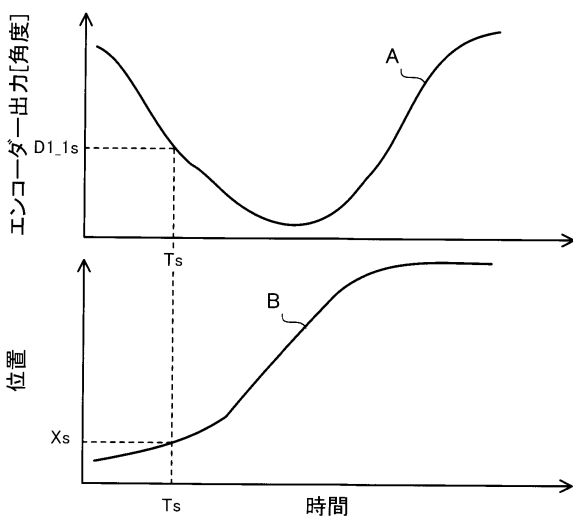


10

【図 7】



【図 8】



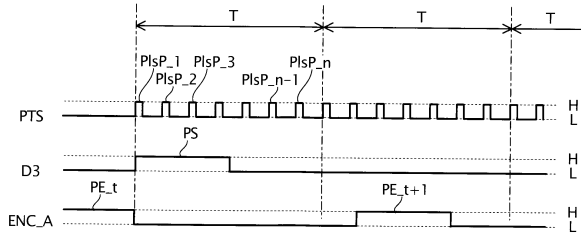
20

30

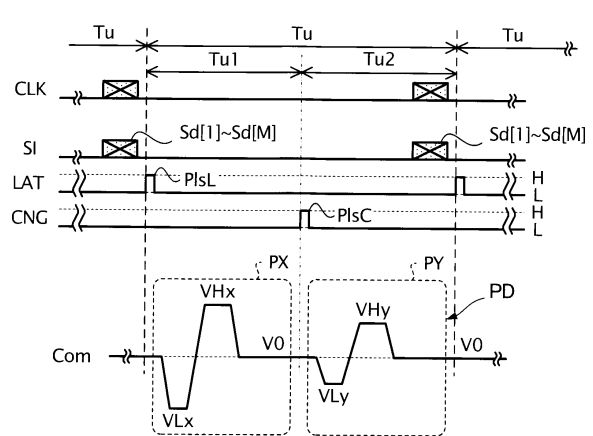
40

50

【図 9】

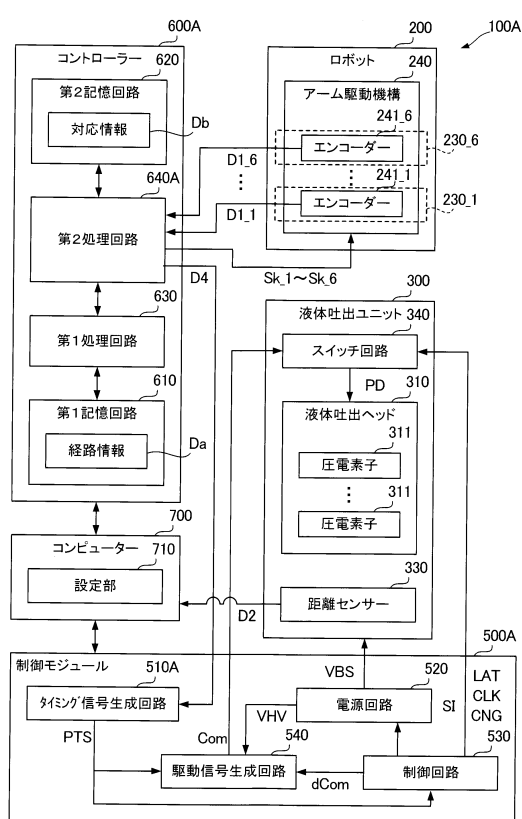


【図 10】

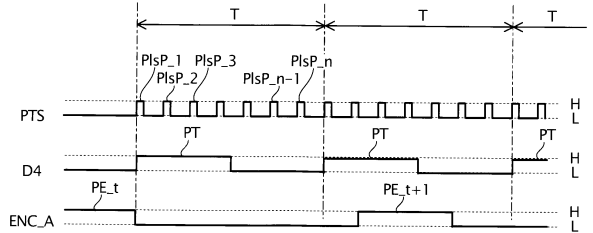


10

【図 11】



【図 12】



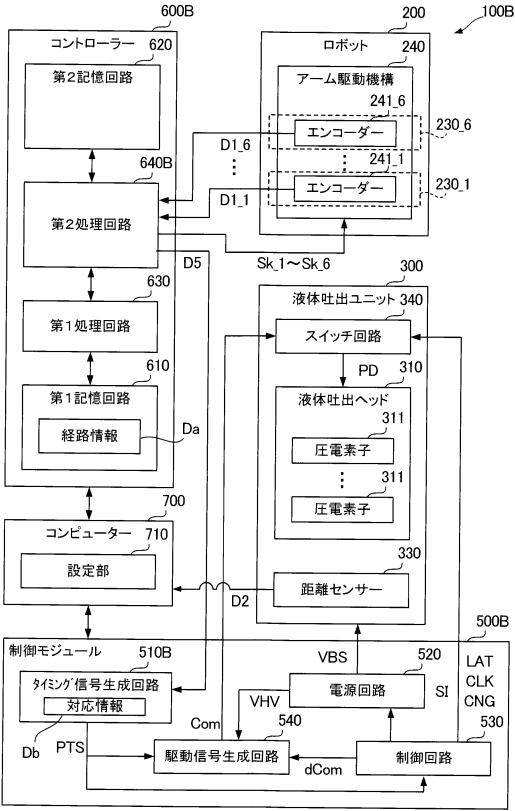
20

30

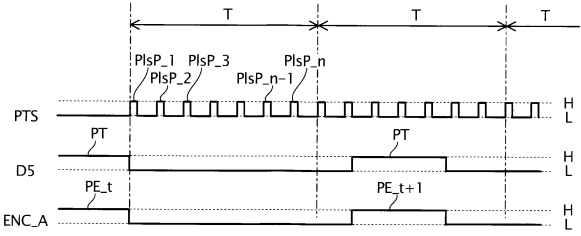
40

50

【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I			
B 0 5 D	1/26 (2006.01)	B 0 5 C	11/10		
B 0 5 D	3/00 (2006.01)	B 0 5 D	7/00		K
		B 0 5 D	1/26		Z
		B 0 5 D	3/00		D
(56)参考文献		特開 2 0 1 9 - 0 4 2 6 9 6 (J P , A)			
		特開 2 0 1 8 - 1 9 2 5 5 1 (J P , A)			
		特開 2 0 1 7 - 0 7 1 1 7 3 (J P , A)			
		特開 2 0 1 6 - 1 7 2 3 7 9 (J P , A)			
		特開 2 0 1 6 - 0 4 3 4 3 9 (J P , A)			
		特開 2 0 0 7 - 1 3 6 4 3 1 (J P , A)			
		国際公開第 2 0 1 0 / 0 3 2 6 1 5 (W O , A 1)			
		国際公開第 2 0 1 7 / 1 4 1 4 8 3 (W O , A 1)			
		国際公開第 2 0 1 8 / 1 9 8 8 3 2 (W O , A 1)			
		米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 1 7 6 1 1 5 (U S , A 1)			
(58)調査した分野		(Int.Cl. , D B 名)			
		B 4 1 J 2 / 0 1 - 2 / 2 1 5			
		B 0 5 C 5 / 0 0			
		B 0 5 B 1 2 / 0 0			
		B 0 5 C 1 1 / 1 0			
		B 0 5 D 7 / 0 0			
		B 0 5 D 1 / 2 6			
		B 0 5 D 3 / 0 0			