

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

多関節ロボットを用いて被印刷体とプリントヘッドとの相対位置を変化させながら印刷を行う印刷装置であって、

前記多関節ロボットの移動方向および移動量を制御するロボット制御手段と、

前記多関節ロボットの移動軸毎に設けられ、それぞれの前記移動軸に沿った移動量を測定する複数の移動量測定手段と、

複数の前記移動量測定手段で測定された複数の前記移動量に基づいて、前記多関節ロボットの作業点の 3 次元空間上の移動距離を算出する移動距離算出手段と、

前記移動距離算出手段で算出された前記作業点の移動距離に応じたパルス信号を出力するパルス出力手段と、

印刷図形の形状情報と、前記被印刷体における印刷位置情報を含む印刷指示情報と、前記パルス信号とに基づいて、前記プリントヘッドによる印刷動作を制御するプリント制御手段と、

を備えることを特徴とする印刷装置。

【請求項 2】

前記パルス出力手段は、前記作業点の位置が所定の単位距離変化するごとに前記パルス信号を出力し、

前記プリント制御手段は、前記パルス信号に基づいて前記プリントヘッドに対する前記被印刷体の位置を検出する、

ことを特徴とする請求項 1 記載の印刷装置。

【請求項 3】

前記移動距離算出手段および前記パルス出力手段は、単一の専用集積回路により構成される、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の印刷装置。

【請求項 4】

前記プリントヘッドは、前記印刷図形を形成するインクを前記被印刷体に対して吐出するインク吐出口を備え、

前記プリント制御手段は、前記プリントヘッドによる前記インクの吐出タイミングおよび吐出量を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の印刷装置。

【請求項 5】

前記プリントヘッドは移動不能に配置されており、

前記多関節ロボットは、前記被印刷体を前記作業点に固定して保持しながら前記作業点を移動させることにより前記被印刷体とプリントヘッドとの相対位置を変化させる、

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の印刷装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、多関節ロボットを用いて被印刷体とプリントヘッドとの相対位置を変化させながら印刷を行う印刷装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、被印刷物、特に曲面形状を有する被印刷物に対して印刷を行う際に、多関節ロボットを用いて 3 次元的に被印刷体とプリントヘッドとの相対位置を変化させて印刷をおこなう技術が知られている。

たとえば、下記特許文献 1 には、プリントヘッドを多関節ロボットにツールとして持たせ、物体の湾曲した表面上に印刷をおこなう技術が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特表 2 0 1 1 - 5 1 4 2 3 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

印刷紙などの平面に印刷を行う印刷装置では、一般に被印刷体およびプリントヘッドの移動方向がそれぞれ一方向であるため、印刷の位置決めや用紙送りの状態などの把握が容易である。

一方、多関節ロボットを用いた印刷装置では、多関節ロボットの各移動軸に沿った移動量をエンコーダで検出して座標を算出しているものの、被印刷体が実際にどのような動きをしているのかは特定できていない。この場合、印刷初期位置に被印刷体またはプリントヘッドが移動したことを作業者が確認して印刷開始信号を出力し、その後は一定（設定通り）の移動速度で多関節ロボットおよびこれに保持された被印刷体が移動するものとしてプリントヘッドの印刷動作が実行される。

よって、被印刷体の実際の動き（位置および移動スピード）と多関節ロボットの移動設定に沿った計算上の動き（位置および移動スピード）に誤差が生じる場合があり、印刷精度および再現性に改善の余地がある。

特に、多関節ロボットの移動距離（送り方向）が長いパターンを印刷する場合などは誤差が大きくなる可能性がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、多関節ロボットを用いて被印刷体に画像を印刷する際の印刷品質を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上述した問題を解決し、目的を達成するため、請求項 1 の発明にかかる印刷装置は、多関節ロボットを用いて被印刷体とプリントヘッドとの相対位置を変化させながら印刷を行う印刷装置であって、前記多関節ロボットの移動方向および移動量を制御するロボット制御手段と、前記多関節ロボットの移動軸毎に設けられ、それぞれの前記移動軸に沿った移動量を測定する複数の移動量測定手段と、複数の前記移動量測定手段で測定された複数の前記移動量に基づいて、前記多関節ロボットの作業点の 3 次元空間上の移動距離を算出する移動距離算出手段と、前記移動距離算出手段で算出された前記作業点の移動距離に応じたパルス信号を出力するパルス出力手段と、印刷図形の形状情報と、前記被印刷体における印刷位置情報を含む印刷指示情報と、前記パルス信号とに基づいて、前記プリントヘッドによる印刷動作を制御するプリント制御手段と、を備えることを特徴とする。

請求項 2 の発明にかかる印刷装置は、前記パルス出力手段は、前記作業点の位置が所定の単位距離変化するごとに前記パルス信号を出力し、前記プリント制御手段は、前記パルス信号に基づいて前記プリントヘッドに対する前記被印刷体の位置を検出する、ことを特徴とする。

請求項 3 の発明にかかる印刷装置は、前記移動距離算出手段および前記パルス出力手段は、単一の専用集積回路により構成される、ことを特徴とする。

請求項 4 の発明にかかる印刷装置は、前記プリントヘッドは、前記印刷図形を形成するインクを前記被印刷体に対して吐出するインク吐出口を備え、前記プリント制御手段は、前記プリントヘッドによる前記インクの吐出タイミングおよび吐出量を制御する、ことを特徴とする。

請求項 5 の発明にかかる印刷装置は、前記プリントヘッドは移動不能に配置されており、前記多関節ロボットは、前記被印刷体を前記作業点に固定して保持しながら前記作業点を移動させることにより前記被印刷体とプリントヘッドとの相対位置を変化させる、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

請求項 1 の発明によれば、印刷開始後の作業点の実際の移動量に基づいてプリントヘッドによる印刷動作を制御するので、従来簡易的に（設定通りに多関節ロボットが動くことを前提に）決定していた印刷動作のタイミングをより正確に決定することができる。これにより、印刷品質の向上を図るとともに、同一条件下での印刷の再現性を向上させることができる。

請求項 2 の発明によれば、作業点の位置が所定の単位距離変化するごとにパルス信号を出力するので、3次元空間内を移動する作業点に対して疑似的なエンコーダとして機能させることができる。

請求項 3 の発明によれば、移動距離算出手段およびパルス出力手段を単一の専用集積回路により構成したので、処理負荷の上昇による遅延を防止し、印刷精度を向上させる上で有利となる。

請求項 4 の発明によれば、印刷装置がインクジェット式プリンタであるので、インクとして特殊な材質を用いることが可能であり、例えば基板上に回路を形成するなど図面印刷以外の用途に用いることが可能となる。

請求項 5 の発明によれば、プリントヘッドを固定し、被印刷体を動かしながら印刷するため、インクの吐出方向を安定させることができ、印刷品質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】実施の形態にかかる印刷装置 10 の構成を示す説明図である。

【図 2】印刷装置 10 の制御系統を示すブロック図である。

【図 3】多関節ロボット 104 の構成例を示す説明図である。

【図 4】エンコーダ 50 の構成例を示す説明図である。

【図 5】多関節ロボット 104 の移動経路の算出方法を説明する説明図である。

【図 6】プリントヘッドドライバ 124 による制御を模式的に示す説明図である。

【図 7】印刷装置 10 における印刷処理の流れを示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に添付図面を参照して、本発明にかかる印刷装置の好適な実施の形態を詳細に説明する。

本実施の形態では、多関節ロボットを用いて被印刷体とプリントヘッドとの相対位置を変化させながら印刷を行う印刷装置の例として、プリントヘッドを固定設置するとともに、被印刷体を多関節ロボットで移動させながら印刷を行う場合について説明する。

また、本実施の形態では印刷装置がインクジェット式プリンタであるものとする。

【0010】

図 1 は、実施の形態にかかる印刷装置 10 の構成を示す説明図である。

印刷装置 10 は、曲面形状を有する基材 20 の表面に配線パターンを印刷する。

一般的に、配線パターンは、平面状のフレキシブル基板をエッチングしてパターンを作成する。しかしながら、このような方法では曲面形状を有する基材 20 に配線パターンを形成するのは困難である。

一方で、実施の形態にかかる印刷装置 10 は、多関節ロボットを用いて被印刷体とプリントヘッドとの相対位置を変化させながら印刷を行うので、曲面形状を有する基材 20 に自由に配線パターンを配置することができる。

【0011】

印刷装置 10 は、プリントヘッド 102、被印刷体移動手段としての多関節ロボット 104、インク硬化手段 108 および図 2 に示す各種制御手段によって構成され、曲面形状を有する被印刷体の表面に画像を印刷する。本実施の形態では、被印刷体（ワーク）の一例として、半球状の基材 20 を用いている。

【0012】

プリントヘッド 102 は、第 1 の支持部材 22 に支持され、移動不能に配置されるとともに、画像を形成するインクを基材 20 に対して吐出するインク吐出口 102A を備える

10

20

30

40

50

。プリントヘッド 102 は、たとえばインク吐出口 102 A からのインク吐出方向が重力方向と一致するように下向きに支持されている。インク吐出口 102 A は、プリントヘッド 102 に複数備えられていてもよい。

【0013】

また、プリントヘッド 102 は、基材 20 に対するインク吐出口 102 A の位置を調整する位置調整機構を備えていてもよい。位置調整機構としては、たとえば多関節ロボット（被印刷体移動手段としての多関節ロボット 104 と別個に設けたプリントヘッド移動手段としての多関節ロボット）を用いることができる。このような位置調整機構を設けることによって、被印刷体とプリントヘッド 102 との相対位置変化の自由度を高めることができ、印刷効率を向上させることができる。

10

【0014】

プリントヘッド 102 から吐出されるインクは、たとえば、エネルギー照射によって硬化する硬化型インクである。例えば、導体素材を用いた硬化型インクによって周波数選択素子（FSS）のパターンを描画し、後述するインク硬化手段 108 を用いてインクを硬化させることによって、曲面形状を有する基材 20 の表面に周波数選択素子を形成することが可能となる。

【0015】

インク硬化手段 108 は、第 2 の支持部材 23 に支持され、インクが吐出された基材 20 にエネルギー照射をおこなう。インク硬化手段 108 は、硬化型インクの種類に合わせて、たとえばレーザ、熱源、フラッシュ光、UV 光などを照射することにより、基材 20 の表面に吐出された硬化型インクを硬化させる。インク硬化手段 108 は、多関節ロボットにツールとして持たせず、図 1 に示すように第 2 の支持部材 23 に設置することによって安全性を向上させることができる。

20

【0016】

多関節ロボット 104 は、基材 20 を作業点に固定して保持しながら作業点を移動させることにより基材 20 とプリントヘッド 102 との相対位置を変化させる。

図 1 では、多関節ロボット 104 で基材 20 を保持した状態を図示している。多関節ロボット 104 は、具体的には軸方向に移動可能なロボットであり、望ましくは 4 軸以上の移動方向を有する多軸ロボットである。

本実施の形態では、多関節ロボット 104 として 6 軸多関節ロボットを用いる。

30

【0017】

図 3 は、多関節ロボット 104 の構成例を示す説明図である。

図 3 に示した多関節ロボット 104 は 6 軸多関節ロボットであり、主に体部 104 A、腕部 104 B、手首部 104 C によって構成される。

本実施の形態では、基材 20 は治具を介して手首部 104 C に支持され、多関節ロボット 104 の移動に追従して移動される。

本実施の形態では、多関節ロボット 104 の作業点は、手首部 104 C に支持される治具の先端部（多関節ロボット 104 と基材 20 との接触点）とする。

【0018】

多関節ロボット 104 の体部 104 A は、S 軸を中心として回転可能であり、また、L 軸を中心として前後方向に揺動可能である。

40

多関節ロボット 104 の腕部 104 B は、R 軸を中心に回転可能であり、また、U 軸を中心として上下方向に揺動可能である。

多関節ロボット 104 の手首部 104 C は、T 軸を中心に回転可能であり、また、B 軸を中心に上下方向に揺動可能である。

より詳細には、多関節ロボット 104 の各部（体部 104 A、腕部 104 B、手首部 104 C）には、それぞれの移動軸（S 軸、L 軸、R 軸、U 軸、T 軸、B 軸）に沿った支軸、および各支軸を回転させるモータ 105（図 2 参照）が設けられている。各モータ 105 は、後述するロボットコントローラ 106 により回転量が制御される。

【0019】

50

多関節ロボット 104 の位置や姿勢を規定する座標系として、体部 104 A の接地中心を原点とするベース座標系 (X, Y, Z) と、作業点 (手首部 104 C に支持される治具の先端部) を原点とするメカニカルインターフェース座標系 (X_m, Y_m, Z_m) とがある。ベース座標系は他の座標系の基準となり変化しないが、メカニカルインターフェース座標系は各軸の角度変化により変化する。

多関節ロボット 104 の位置や姿勢を変化させるには、各座標系に対して移動量 (位置偏差や回転偏差) および変位速度を入力する。

【0020】

また、多関節ロボット 104 の移動軸 (S 軸、L 軸、R 軸、U 軸、T 軸、B 軸) には、それぞれの移動軸に沿った各部 (体部 104 A、腕部 104 B、手首部 104 C) の移動量を測定する移動量測定手段が設けられている。

移動量測定手段とは、具体的には図 4 に示すようなエンコーダ 50 である。エンコーダ 50 は、物体が回転移動や直線移動する際に、移動方向や移動量、角度を検出する。

図 4 A に一般的な光学透過型のエンコーダ 50 の概略図を示す。

エンコーダ 50 は、LED 発光素子 502、レンズ 504、コードホイール 506、受光 IC 508 を含んで構成される。

LED 発光素子 502 およびレンズ 504 は、円板状のコードホイール 506 の一方の表面と対向するように設置される。また、受光 IC 508 は、コードホイール 506 の他方の表面と対向するように設置される。

【0021】

コードホイール 506 は、移動軸を回転させるモータ 105 の出力軸に取り付けられ、モータ 105 の回転に連動して回転する。また、コードホイール 506 には、長方形の穴が開いたスリット部 506 A と、穴が開いていない平板部 506 B とが設けられている。スリット部 506 A は、円板状のコードホイール 506 の外周に沿って、1 周にわたり等間隔で開口している。

このコードホイール 506 の一方の表面に対して、LED 発光素子 502 から検出用の光を照射する。LED 発光素子 502 から照射光は錯乱光であるため、レンズ 504 で集光して平行光に近づける。

上述のように、コードホイール 506 にはスリット部 506 A と平板部 506 B とが設けられているため、スリット部 506 A が通過するタイミングでのみ、コードホイール 506 の他方の表面側にある受光 IC 508 に到達する。

受光 IC 508 上にはフォトダイオードが配置されており、信号変換回路部で処理されて、図 4 B に示すような 1/4 周期の位相差をもつ 2 相のパルス列をモータ 105 の出力軸の角変位に応じて出力する。この 2 相パルス列 (A 相および B 相) の位相関係は回転方向に対応して反転する。

このようなパルス列を用いることによって、モータ 105 の回転方向、回転位置および回転速度を検出することができる。

【0022】

より詳細には、A 相と B 相のどちらが先に立ち上がるかを検出することによって、コードホイール 506 を取り付けた回転軸の回転方向を判別することができる。

例えば、コードホイール 506 が正転 (時計方向) へ回転している時、A 相よりも B 相が遅れて立ち上がることになる。コードホイール 506 が反転 (反時計方向) へ逆回転すると、物理的な回転円板の回転方向が反転するので、B 相が A 相よりも先に立ち上がることになる。またこのような構成は、回転方向だけではなく、水平 (リニア) 駆動時の移動方向の判別にも用いることができる。

【0023】

また、コードホイール 506 には、スリット部 506 A が 1 周にわたり、等間隔で設けられている。例えば、コードホイール 506 の 1 周に 360 個のスリット部 506 A が設けられているとすると、1 つのスリット部 506 A 当たり 1 つのパルスが出力されるので、1 パルス当たり 1 度の回転位置を検出することができる。同様に、1 周に 3600 個の

10

20

30

40

50

スリットを設ければ、0.1度単位で回転角度を検出することができる。

さらに、A相とB相のそれぞれの波形の立ち上がり/立ち下がり位置をカウントすることで、物理的に設けたスリット部506Aの数よりも細かい角度位置を検出することができる。

【0024】

また、エンコーダ50から出力される1周期のパルス時間と1周期当たりの出力パルス数を測定し、下記式(1)を適用することで、モータ105の出力軸の回転速度を算出することができる。

$$\text{回転速度 (r/min)} = (1 / (1 \text{ 周期の時間 (秒)} \times \text{パルス数})) \times 60 \cdots (1)$$

10

【0025】

つぎに、印刷装置10の制御系統について説明する。

図2は、印刷装置10の制御系統を示すブロック図である。

印刷装置10は、ロボットコントローラ106、コンピュータ120、距離算出用チップ122、プリントヘッドドライバ124を備えている。

コンピュータ120は、CPU、ROM、RAM、ハードディスク装置、キーボード、マウス、ディスプレイ等を有し、作業者が印刷図形の設定や多関節ロボット104およびプリントヘッド102への指示等を行うインターフェースとして機能する。

【0026】

ロボットコントローラ106は、多関節ロボット104の移動方向および移動量を制御して、基材20をプリントヘッド102に対して所望の位置に移動させる。多関節ロボット104の移動方向および移動量は、コンピュータ120から出力される制御情報(基材20上の領域の印刷順序など)に基づいて決定する。

20

より詳細には、ロボットコントローラ106は、コンピュータ120からの制御情報に基づいて、多関節ロボット104の各移動軸に設けられたモータ105に対して制御信号を出力する。多関節ロボット104は、制御信号に基づいて各軸のモータ105を駆動させることにより指示された動きを実行する。

このとき、各モータ105の出力軸に付いているエンコーダ50からパルス信号が出力される。ロボットコントローラ106は、このパルス信号をエンコーダカウンタで処理して、上記制御信号との差動比較を行い、各移動軸が指示された動きを実行しているかを確認する。

30

また、ロボットコントローラ106は、各移動軸のエンコーダ50から出力されたパルス信号を用いて、多関節ロボット104の座標(X, Y, ZおよびXm, Ym, Zm)を算出する。そして、算出した座標をコンピュータ120を介して距離算出用チップ122に出力する。

なお、多関節ロボット104の座標の算出を距離算出用チップ122で行ってもよい。この場合、ロボットコントローラ106から距離算出用チップ122に対して、各移動軸のエンコーダ50から出力されたパルス信号をそのまま出力する。

また、基材20の形状や作業点に対する基材20の設置状態は既知であるため、作業点の位置(座標)が特定できれば、基材20の任意の点の位置(座標)も算出することができる。

40

【0027】

距離算出用チップ122は、多関節ロボット104の作業点の移動軌跡を算出する専用チップであり、本実施の形態ではField Programmable Gate Array (FPGA)を用いている。

FPGAはチップ上に専用のソフトウェアを用いて生成した回路を実装したものであり、回路は再定義可能である。FPGAはコンピュータのCPUと異なり、オペレーションシステム(OS)を介していないので、処理を高速化することが可能である。

より詳細には、距離算出用チップ122で作業点の移動軌跡を計算している間にも多関節ロボット104は移動していくので、いかに計算を早くして移動軌跡を算出するかが重

50

要となる。ここで、ロボットコントローラ 106 は、予め指示された動きに沿って多関節ロボット 104 の各モータ（各軸）の角度を動かしているので、多関節ロボット 104 の座標の算出は比較的負荷が少ない。一方で、各座標から移動軌跡を計算する処理は、リアルタイム性が要求されるため負荷が大きくなる。

このように、コンピュータの CPU と別個に距離算出用チップ 122 を設けることによって、処理負荷の上昇による遅延を防止し、印刷装置 10 の印刷精度を向上させる上で有利となる。

【0028】

距離算出用チップ 122 は、距離算出回路 122 A と、パルス生成回路 122 B とを備えている。

距離算出回路 122 A は、移動距離算出手段として機能し、多関節ロボット 104 の座標から作業点の移動軌跡および移動距離を算出する。すなわち、距離算出回路 122 A は、複数のエンコーダ 50（移動量測定手段）で測定された複数の移動量に基づいて、多関節ロボット 104 の作業点の 3 次元空間上の移動距離を算出する。

図 5 は、多関節ロボット 104 の移動経路の算出方法を説明する説明図である。

図 5 では、説明の便宜上、紙面上に X 軸および Z 軸を取り、この X - Z 平面上を作業点が移動するものとする。

図 5 A に示すように、距離算出回路 122 A には、所定のサンプリング間隔で多関節ロボット 104 の座標情報が入力される。例えば、時刻 T1 における多関節ロボット 104 の座標は (X1, Z1) であり、この位置を P1 とする。また、時刻 T2（時刻 T1 から単位サンプリング時間後）における多関節ロボット 104 の座標は (X2, Z2) であり、この位置を P2 とする。以下同様に、図 5 A には時刻 T3 ~ T5 における座標を示している。

図 5 B に示すように、時刻 T1 から時刻 T2 の間における多関節ロボット 104 の移動量 L1 は、ピタゴラスの定理を用いて算出することができる。

また、三次元空間に適合させ、より一般化した形での移動量 L1 は、下記式 (2) で与えられる。

【0029】

【数 1】

$$L_1 = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2} \quad \dots (2)$$

【0030】

また、各時刻間ごとの移動量を累計することによって、多関節ロボット 104 の移動距離を算出することができる。移動経路は、各時刻の座標から特定される位置（図 5 A の P1 ~ P5）をつないだ線となる。

【0031】

図 2 の説明に戻り、パルス生成回路 122 B は、パルス出力手段として機能し、距離算出回路 122 A で算出された作業点の位置に応じたパルス信号を出力する。

パルス生成回路 122 B は、作業点の位置が所定の単位距離変化するごとにパルス信号を出力するよう構成される。

パルス生成回路 122 B は、作業点の移動量を検出する疑似的なエンコーダとして機能する。

【0032】

プリントヘッドドライバ 124 は、プリント制御手段として機能し、印刷図形の形状情報と、基材 20 における印刷位置情報を含む印刷指示情報と、パルス生成回路 122 B で生成されたパルス信号とに基づいて、プリントヘッド 102 による印刷動作を制御する。

本実施の形態では、印刷装置 10 がインクジェット式プリンタであるため、プリントヘ

10

20

30

40

50

ッドドライバ 124 は、パルス信号に基づいてプリントヘッド 102 に対する基材 20 の位置を検出しながら、プリントヘッド 102 によるインクの吐出タイミングおよび吐出量を制御する。

【0033】

図 6 は、プリントヘッドドライバ 124 による制御を模式的に示す説明図である。

図 6 A に示す図案 F1 は、印刷装置 10 での印刷図形の例であり、基材 20 上に等間隔（距離 X_i ）に描かれた 2 色の縞模様である。

図 6 A 下段に示すパルス信号は、多関節ロボット 104 による基材 20 の移動速度を示す。図 6 A 下段のパルス信号は、時間 $T = 4t$ （ t は単位時間）で距離 $X_i \times 2$ だけ基材 20 を移動させることを示す。すなわち、単位時間（ t ）当たりの移動距離は $2X_i / 4$ であり、この速度が標準移動速度であるものとする。

この場合、プリントヘッドドライバ 124 は、時間 $4t$ 内に距離 $X_i \times 2$ 分の印刷を行う。

【0034】

ここで、何らかの理由で基材 20 の移動速度が速くなり、時間 $3t$ で距離 $X_i \times 2$ だけ基材 20 が移動したとする。この場合、単位時間（ t ）当たりの移動距離、すなわち移動速度は $2X_i / 3$ （＜標準速度）となる。

従来のように基材 20 の移動速度が一定（標準速度）であるものとして印刷を行うと、時間 $4t$ 内に距離 $X_i \times 2$ 分の印刷を行うことになり、印刷速度に対して基材 20 の移動速度が速すぎてしまい、図 6 B の図案 F2 のように縞模様の間隔が広がる。なお、図案 F2 には単に縞模様の間隔が広がったように図示しているが、実際には例えば印刷のムラなどが生じると考えられる。

【0035】

一方、印刷装置 10 のプリントヘッドドライバ 124 は、作業点の移動距離に応じたパルス信号に基づいて印刷動作を制御するので、基材 20 の実際の移動速度に合わせて印刷範囲等を変更することができる。

すなわち、図 6 C 下段に示すように何らかの理由で基材 20 の移動速度が速くなった場合（移動速度 $2X_i / 3$ ）、プリントヘッドドライバ 124 は、時間 $3t$ 内に距離 $X_i \times 2$ 分の印刷を行う。これにより、図 6 C 上段の図案 F3 のように、誤差なく印刷図形を印刷することができる。

【0036】

図 7 は、印刷装置 10 における印刷処理の流れを示すフロー図である。

図 7 のフロー図は一例であり、例えば図 7 でロボットコントローラ 106 またはプリントヘッドドライバ 124 が行っている処理を、コンピュータ 120 が行うように構成してもよい。

コンピュータ 120 は、作業者から印刷指示情報が入力されると（ステップ S700）、ロボットコントローラ 106 に対しては多関節ロボット 104 の動きに関する制御情報を、プリントヘッドドライバ 124 に対しては印刷図形の形状情報や基材 20 における印刷位置情報などを含む制御情報（印刷指示情報）を、それぞれ出力する（ステップ S702）。

ロボットコントローラ 106 は、制御情報が入力されると（ステップ S704）、多関節ロボット 104 を作動させ、基材 20 を印刷開始位置に移動させる（ステップ S706）。印刷開始位置への移動が完了すると、ロボットコントローラ 106 はプリントヘッドドライバ 124 に対して移動完了信号を出力する（ステップ S708）。

【0037】

プリントヘッドドライバ 124 は、コンピュータ 120 からの制御情報（ステップ S709）および移動完了信号が入力されると（ステップ S710）、ロボットコントローラ 106 に対して印刷開始信号を出力する（ステップ S712）。

ロボットコントローラ 106 は、印刷開始信号が入力されると（ステップ S714）、多関節ロボット 104 をステップ S704 で入力された制御情報に沿って移動させる（ス

10

20

30

40

50

テップ S 7 1 6)。そして、各移動軸のモータ 1 0 5 に取り付けられたエンコーダ 5 0 から出力される移動量情報に基づいてベース座標およびメカニカルインターフェース座標を算出し、算出した座標情報を距離算出用チップ 1 2 2 に出力する（ステップ S 7 1 8）。

【 0 0 3 8 】

距離算出用チップ 1 2 2 は、座標情報が入力されると（ステップ S 7 2 0）、作業点の移動距離を算出し（ステップ S 7 2 2）、作業点の移動量に合わせたパルス信号を生成し、プリントヘッドドライバ 1 2 4 に出力する（ステップ S 7 2 4）。

プリントヘッドドライバ 1 2 4 は、ステップ S 7 0 9 で入力された制御情報およびパルス信号に基づいてプリントヘッド 1 0 2 からのインクの吐出を制御する（ステップ S 7 2 6）。なお、印刷開始からごく短時間の間はパルス信号が入力されないので、制御情報のみを用いてプリントヘッド 1 0 2 を制御する。

10

【 0 0 3 9 】

以上説明したように、実施の形態にかかる印刷装置 1 0 は、印刷開始後の作業点の実際の移動量に基づいてプリントヘッド 1 0 2 による印刷動作を制御するので、従来簡易的に（設定通りに多関節ロボット 1 0 4 が動くことを前提に）決定していた印刷動作のタイミングをより正確に決定することができる。これにより、印刷品質の向上を図るとともに、同一条件下での印刷の再現性を向上させることができる。

また、印刷装置 1 0 は、作業点の位置が所定の単位距離変化するごとにパルス信号を出力するので、3次元空間内を移動する作業点に対して疑似的なエンコーダとして機能させることができる。

20

また、印刷装置 1 0 は、距離算出回路 1 2 2 A およびパルス生成回路 1 2 2 B を単一の専用集積回路により構成したので、処理負荷の上昇による遅延を防止し、印刷精度を向上させる上で有利となる。

また、印刷装置 1 0 は、インクジェット式プリンタであるので、インクとして特殊な材質を用いることが可能であり、例えば基板上に回路を形成するなど図面印刷以外の用途に用いることが可能となる。

また、印刷装置 1 0 は、プリントヘッド 1 0 2 を固定し、基材 2 0 を動かしながら印刷するため、インクの吐出方向を安定させることができ、印刷品質を向上させることができる。

【 0 0 4 0 】

30

なお、本発明の適用は印刷装置に限られない。すなわち、多関節ロボットを用いて被作業対象体と作業具との相対位置を変化させながら作業を行う装置であれば、本発明の適用が可能である。

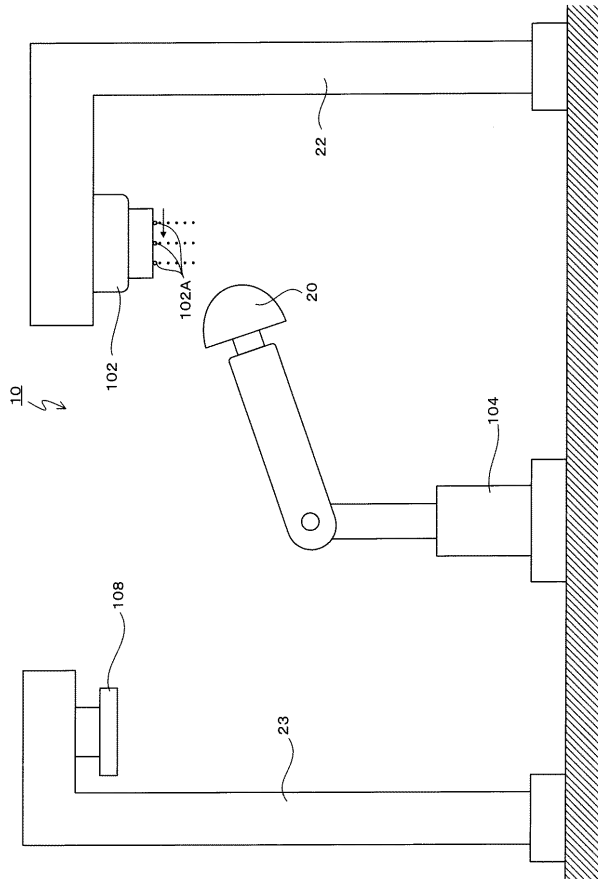
また、本実施の形態では、プリントヘッド 1 0 2 を移動不能に配置し、多関節ロボット 1 0 4 で基材 2 0 を移動させながら印刷を行ったが、これに限らず、基材 2 0 を移動不能に配置し、多関節ロボット 1 0 4 でプリントヘッド 1 0 2 を移動させながら印刷を行う、または基材 2 0 およびプリントヘッド 1 0 2 の両方を多関節ロボット 1 0 4 で移動させながら印刷を行うようにしてもよい。

【 0 0 4 1 】

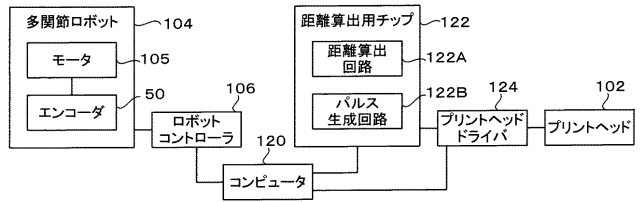
1 0 ... 印刷装置、2 0 ... 基材、2 2 , 2 3 ... 支持部材、5 0 ... エンコーダ、5 0 2 ... 発光素子、5 0 4 ... レンズ、5 0 6 ... コードホイール、5 0 6 A ... スリット部、5 0 6 B ... 平板部、5 0 8 ... 受光 IC、1 0 2 ... プリントヘッド、1 0 2 A ... インク吐出口、1 0 4 ... 多関節ロボット、1 0 4 A ... 体部、1 0 4 B ... 腕部、1 0 4 C ... 手首部、1 0 5 ... モータ、1 0 6 ... ロボットコントローラ、1 0 8 ... インク硬化手段、1 2 0 ... コンピュータ、1 2 2 ... 距離算出用チップ、1 2 2 A ... 距離算出回路、1 2 2 B ... パルス生成回路、1 2 4 ... プリントヘッドドライバ。

40

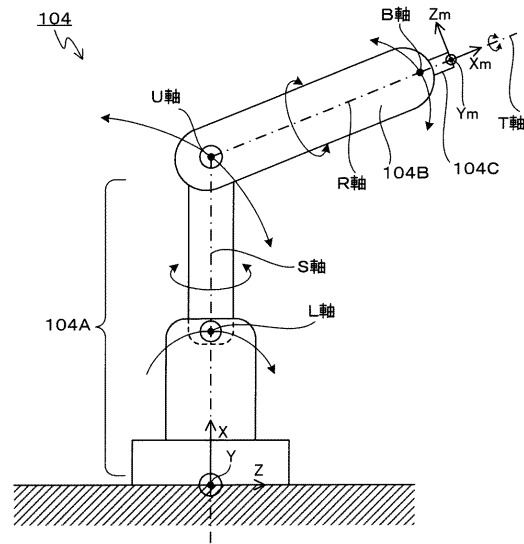
【図 1】



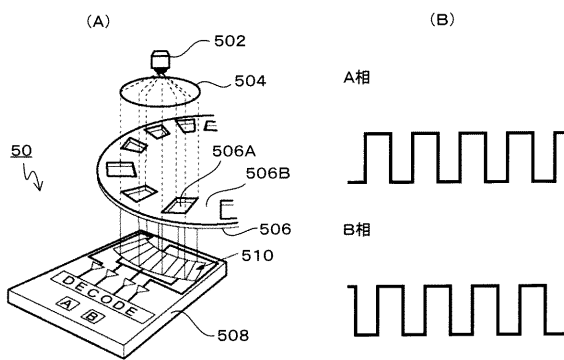
【図 2】



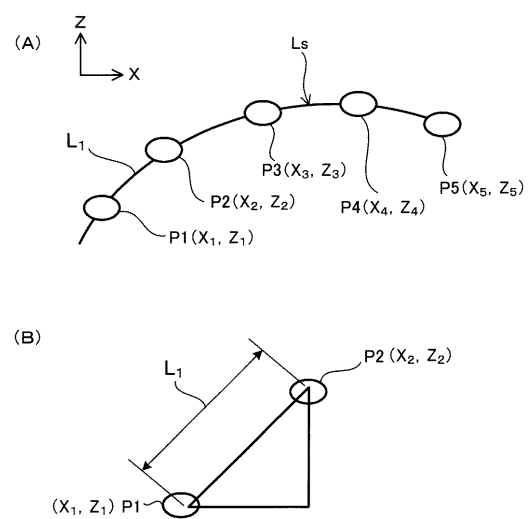
【図 3】



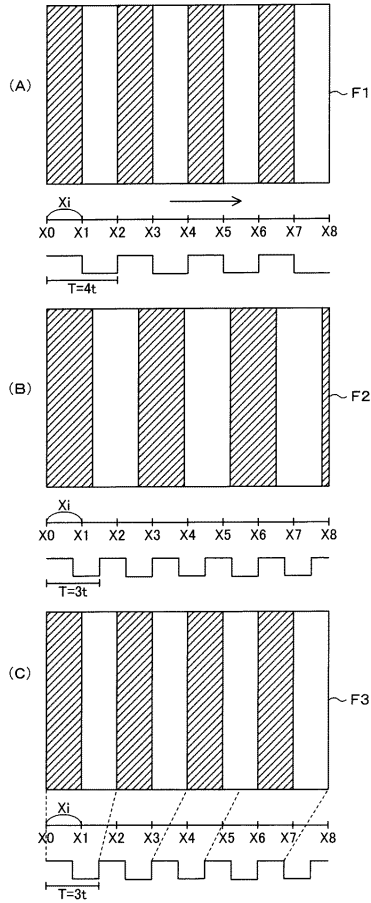
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

