

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第4区分

【発行日】平成18年6月8日(2006.6.8)

【公開番号】特開2005-96481(P2005-96481A)

【公開日】平成17年4月14日(2005.4.14)

【年通号数】公開・登録公報2005-015

【出願番号】特願2004-371243(P2004-371243)

【国際特許分類】

B 4 1 J 2/01 (2006.01)

B 4 1 J 2/21 (2006.01)

【F I】

B 4 1 J 3/04 1 0 1 Z

B 4 1 J 3/04 1 0 1 A

【手続補正書】

【提出日】平成18年4月18日(2006.4.18)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

利用可能な各色インクについて複数の独立したインク吐出機構を備えるとともに、印刷データの入力に基づいて所要のインク吐出機構に駆動パルスを印加することにより印刷媒体上に色インクを吐出させて元画像を再現して印刷する印刷装置であって、

上記印刷データに基づいて予め各インク吐出機構の駆動状況を検知する駆動状況検知手段と、

印刷モードを取得する印刷モード取得手段と、

上記駆動状況検知手段が検知した各インク吐出機構の駆動状況と、上記印刷モード取得手段が取得した印刷モードに基づいて上記駆動パルスを補正する駆動パルス補正手段とを具備することを特徴とする印刷装置。

【請求項2】

上記請求項1に記載の印刷装置において、上記駆動状況検知手段は、所定のバッファに上記印刷データを格納するとともに、同バッファに格納された印刷データに基づいて上記各インク吐出機構の駆動状況を検知することを特徴とする印刷装置。

【請求項3】

上記請求項1または請求項2のいずれかに記載の印刷装置において、当該印刷装置が上記複数のインク吐出機構を主走査方向に移動させつつ色インクを吐出させて印刷する場合に、上記駆動状況検知手段は、各インク吐出機構について主走査方向での印刷データに基づいて駆動状況を検知することを特徴とする印刷装置。

【請求項4】

上記請求項3に記載の印刷装置において、上記駆動状況検知手段は、各インク吐出機構について上記主走査方向での印刷データを所定データ長で区分しつつ、各区分データ単位で上記駆動状況を検知することを特徴とする印刷装置。

【請求項5】

利用可能な各色インクについて複数の独立したインク吐出機構を備えるとともに、印刷データの入力に基づいて所要のインク吐出機構に駆動パルスを印加することにより印刷媒体上に色インクを吐出させて元画像を再現して印刷する印刷装置のための印刷制御方法であ

つて、

上記印刷データに基づいて予め各インク吐出機構の駆動状況を検知する駆動状況検知工程と、

印刷モードを取得する印刷モード取得工程と、

上記駆動状況検知手段が検知した各インク吐出機構の駆動状況と、上記印刷モード取得手段が取得した印刷モードに基づいて上記駆動パルスを補正する駆動パルス補正工程を行ふことを特徴とする印刷制御方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】印刷装置および印刷制御方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、印刷装置および印刷制御方法に関し、特に、利用可能な各色インクについて複数の独立したインク吐出機構を備えるとともに、印刷データの入力に基づいて所要のインク吐出機構に駆動パルスを印加することにより印刷媒体上に色インクを吐出させて元画像を再現して印刷する印刷装置および当該印刷装置を利用して好適な印刷制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

インクジェットプリンタのようなカラー印刷装置では、シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)の三色の色インク、あるいはこれにブラック(K)を加えた四色の色インクでカラー画像を印刷する。これらの色インクを吐出するインク吐出機構としては、電歪素子たるピエゾ素子を利用してノズルから色インクを吐出する方式や、バブルの膨張圧力をを利用してノズルからインクを吐出する方式などを採用することができる。いずれの方式を採用するとしても、所定の駆動パルスをインク吐出機構に印加することにより色インクを吐出させることに相違はない。例えば、前者の場合にはピエゾ素子に駆動パルスを印加して結晶構造を歪ませ、その歪みを利用してインク室内の色インクをノズルから吐出させる。また、後者の場合にはノズル内壁に備えられたヒータに駆動パルスを印加して発熱させ、これによって生じるバブルの膨張圧力をを利用して色インクを吐出させる。

【0003】

多くの場合、一色の印刷ヘッドについて複数のノズルが備えられており、実際に色インクを吐出させるノズル数、すなわち色インクのドット密度によって濃淡を表現するように構成されている。従って、各ノズルから1ショットで吐出される色インク量は一定の基準値である必要がある。なぜなら、ドット密度によって濃淡を表現することを前提としているため、1ショットのインク吐出量が異なっていると、元画像の色が正しく再現されないことになる。このため、ある基準印刷環境において1ショットのインク吐出量が基準値となるように設計されているが、使用時の温度によってもインク粘度に依存してインク吐出量が変化することから、基準印刷環境からの温度差によって生じるインク吐出量の基準値からのずれを解消するように駆動パルスを調整していた。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述した従来の印刷装置においては次のような課題があった。

確かに、インク吐出量は使用時の温度差によって変化するが、この他、実際に付される色インクのドット密度差によっても変化する。すなわち、実際に付される色インクのドット密度が変化すると、印刷ヘッドの特性等に応じて駆動パルス自体が変化してインク吐出量

も変化する。従って、基準印刷環境からの温度差によって生じるインク吐出量の基準値からのずれを補正するというものの、ある基準となるドット密度で印刷する場合にそれが補正されるにとどまり、それ以外のドット密度で印刷する場合にはインク吐出量の基準値からのずれは生じるため、本来の色が忠実に再現されないことがあった。

【0005】

本発明は、上記課題にかんがみてなされたもので、利用可能な各色インクについて複数の独立したインク吐出機構を備えるとともに、印刷データの入力に基づいて所要のインク吐出機構に駆動パルスを印加することにより印刷媒体上に色インクを吐出させて元画像を再現して印刷する場合において、印刷時の状況に応じて変動する駆動パルスを補正することにより、元画像の色をより忠実に再現することが可能な印刷装置および印刷制御方法に関する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、請求項1にかかる発明は、利用可能な各色インクについて複数の独立したインク吐出機構を備えるとともに、印刷データの入力に基づいて所要のインク吐出機構に駆動パルスを印加することにより印刷媒体上に色インクを吐出させて元画像を再現して印刷する印刷装置であって、上記印刷データに基づいて予め各インク吐出機構の駆動状況を検知する駆動状況検知手段と、印刷モードを取得する印刷モード取得手段と、上記駆動状況検知手段が検知した各インク吐出機構の駆動状況と、上記印刷モード取得手段が取得した印刷モードに基づいて上記駆動パルスを補正する駆動パルス補正手段とを具備する構成としてある。

【0007】

上記のように構成した請求項1にかかる発明においては、印刷装置は利用可能な各色インクについて複数の独立したインク吐出機構を備えており、印刷データの入力に基づいて所要のインク吐出機構に駆動パルスを印加することによって印刷媒体上に色インクを吐出させて元画像を再現して印刷する。実際の印刷を行うにあたっては、駆動状況検知手段が印刷データに基づいて予め各インク吐出機構の駆動状況を検知する。印刷モード取得手段は印刷モードを取得する。そして、実際の印刷時には、駆動パルス補正手段が、上記駆動状況検知手段が検知した各インク吐出機構の駆動状況と、上記印刷モード取得手段が取得した印刷モードに基づいて上記駆動パルスを補正しつつ所要のインク吐出機構に対して印加する。

【0008】

すなわち、インク吐出機構の駆動状況に応じて実際に印加される駆動パルスに変動が生じるが、これを解消するように駆動パルス 자체を補正するので実際のインク吐出量が一定の基準値に保たれることになる。ここにおけるインク吐出機構としては、例えば、電歪素子たるピエゾ素子を利用する方式や、バブルの膨張圧力を利用する方式などを採用することができる。

【0009】

駆動状況検知手段は、実際の印刷を行う前に印刷データに基づいて各印刷ヘッドにおけるインク吐出機構の駆動状況を検知する必要がある。このため、駆動状況検知手段の具体的構成の一例として、請求項2にかかる発明は、請求項1に記載の印刷装置において、上記駆動状況検知手段は、所定のバッファに上記印刷データを格納するとともに、同バッファに格納された印刷データに基づいて上記各インク吐出機構の駆動状況を検知する構成としてある。

すなわち、最終的な印刷データは各インク吐出機構にて色インクを吐出するか否かの二値データとして与えられ、これを印刷前にバッファに格納し、バッファ上のデータを参照することによってインク吐出機構の駆動状況を検知することができる。

【0010】

また、ある駆動電源から各インク吐出機構に駆動パルスを印加する構成において、多くのインク吐出機構が同時に駆動すれば駆動電源に対する電圧降下が大きくなり、実際に印

加される駆動パルスの振幅が低下することになる。また、別の一例として、請求項3にかかる発明は、請求項1または請求項2のいずれかに記載の印刷装置において、当該印刷装置が上記複数のインク吐出機構を主走査方向に移動させつつ色インクを吐出させて印刷する場合に、上記駆動状況検知手段は、各インク吐出機構について主走査方向での印刷データに基づいて駆動状況を検知する構成としてある。

すなわち、一つのインク吐出機構に着目し、連続して駆動する場合と間欠的に駆動する場合とを比較すれば、残留振動の影響等によって駆動パルスが相互に異なってインク吐出量が変化することがある。そこで、印刷データの並び方向である主走査方向で各インク吐出機構の駆動状況を検知し、その駆動状況に基づく変動を解消するように駆動パルスを補正する。

【0011】

ここにおいて、主走査方向での駆動状況を検知する手法としては、各種の手法を適用可能であって特に限定されることはない。例えば、各インク吐出機構について主走査ライン単位で駆動する回数を計数するようにしてもよい。また、別の一例として、請求項4にかかる発明は、請求項3に記載の印刷装置において、上記駆動状況検知手段は、各インク吐出機構について上記主走査方向での印刷データを所定データ長で区分しつつ、各区分データ单位で上記駆動状況を検知する構成としてある。

すなわち、一つの主走査ラインにおける印刷データを所定のデータ長で区分し、各区分データ単位で駆動状況を検知する。例えば、各区分データにおいてインク吐出機構が駆動する回数を計数し、その計数値から同区分データに基づく印刷時の駆動状況を取得するようにしてもよい。また、上述したように印刷データは最終的には色インクを吐出するか否かの二値データの並びで表されるから、各ビットを区分データの一単位として、各ビットについて従前の数ビットを参照して駆動状況を判断するようにしてもよい。

【0012】

このように、各インク吐出機構の駆動状況を予め検知するとともに、その駆動状況に応じて実際に発生する駆動パルスの変動を解消すれば、各インク吐出機構からは一定量のインクが吐出されることになるが、その吐出量自体が基準量であるとは限らない。例えば、各インク吐出機構でインク吐出量が一定であっても、そのインク吐出量が全体的に基準量よりも多ければ、本来のものよりも濃いめの色で表現されることになる。例えば、温度が高くなるとインク粘度が低下して粘り気がなくなり、駆動パルスが一定であってもインク吐出量が多くなる傾向にあるし、温度が低くなるとその逆にインク吐出量が少なくなる傾向にある。

【0013】

【0014】

駆動パルス補正手段は、駆動パルスの変動を解消するように実際に印加する駆動パルスを補正するが、その具体的な構成としては各種のものを適用可能であって特に限定されるものではない。例えば、各インク吐出機構ごとに駆動パルスを動的に変化させることができ可能な電源手段を設けておき、駆動パルスをリアルタイムに変化させるなどしてもよい。また、別の一例として、上記駆動パルス補正手段は、互いに出力電圧が異なる複数の駆動電源を備え、駆動パルスの変動が解消される駆動電源の出力電圧を選択して上記所要のインク吐出機構に印加してもよい。

このようにすることにより、駆動パルス補正手段は、予め互いに出力電圧が異なる複数の駆動電源を備えており、駆動パルスの変動が解消される駆動電源の出力電圧を選択し、所要のインク吐出機構に対して印加する。すなわち、複数の駆動電源の中から適切な駆動電源を選択すればよいため、高速な処理を実現することができる。

【0015】

ところで、各インク吐出機構の駆動状況を予め検知するとともに、その駆動状況に応じて実際に印加する駆動パルスを補正する手法は、必ずしも実体のある装置に限られる必要もなく、その一例として、請求項5にかかる発明は、利用可能な各色インクについて複数の独立したインク吐出機構を備えるとともに、印刷データの入力に基づいて所要のインク

吐出機構に駆動パルスを印加することにより印刷媒体上に色インクを吐出させて元画像を再現して印刷する印刷装置のための印刷制御方法であって、上記印刷データに基づいて予め各インク吐出機構の駆動状況を検知する駆動状況検知工程と、印刷モードを取得する印刷モード取得工程と、上記駆動状況検知手段が検知した各インク吐出機構の駆動状況と、上記印刷モード取得手段が取得した印刷モードに基づいて上記駆動パルスを補正する駆動パルス補正工程とを行う構成としてある。

すなわち、必ずしも実体のある装置に限らず、その方法としても有効であることに相違はない。

【発明の効果】

【0016】

以上説明したように本発明は、利用可能な各色インクについて複数の独立したインク吐出機構を備えるとともに、印刷データの入力に基づいて所要のインク吐出機構に駆動パルスを印加することにより印刷媒体上に色インクを吐出させて元画像を再現して印刷する場合に、各インク吐出機構の駆動状況を予め検知するとともに、その駆動状況に応じて実際に発生する駆動パルスの変動を解消するようにしたため、インク吐出量が基準値となって元画像の色を忠実に再現することが可能な印刷装置を提供することができる。

【0017】

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、図面にもとづいて本発明の実施形態を説明する。

図1は、本発明の一実施形態にかかる印刷装置を適用した印刷システムの一例を概略プロック図により示している。この印刷システムはパソコン10と印刷装置としてのプリンタ50とから構成され、パソコン10はデジタルスチルカメラやスキャナなどから取り込んだ色画像データに基づき所定の印刷データを生成してプリンタ50に出力し、当該プリンタ50は同印刷データに基づいて色インクを印刷媒体上に付すことにより元の色画像を再現しつつ印刷する。ここにおいて、色画像データはカラー画像を所定の要素色ごとに色分解しつつその要素色毎に強弱を表したものである。

【0019】

図2は典型的なパソコン10の概略構成を示している。

パソコン10は演算処理の中核をなすCPU11を備えており、このCPU11にはCPUバス12を介して二次キャッシュ13やデータバスユニット14やシステムコントローラ15が接続されている。近年のパソコンでは処理効率を向上させるためにCPUバス12のクロックスピードを上げており、遅いメモリ16はデータバスユニット14やシステムコントローラ15を介してCPU11によってアクセスされるようになっている。なお、このメモリ16にはバイオスエリアなどのROMエリアとともにRAMエリアも含まれている。

【0020】

同様にインターフェイス類も速いCPUバス12と直に接続することはできず、データバスユニット14やシステムコントローラ15によって汎用高速バスであるPCIバス17が提供されている。このPCIバス17にはパソコン10自体が直接持つPS/2ポートやパラレルポートやシリアルポートなどの通信用インターフェイスとともにフレキシブルディスクを接続するための共通インターフェイス18が接続され、また、特に高速性を要求されるハードディスクやCD-ROMを接続してDMA転送させるためのバスマスター19も接続されている。

PCIバスには直にPCIデバイス21を接続できるほか、ISAブリッジ22を介してデータ幅の狭い旧式の汎用バスであるISAバス23を提供しており、このISAバス23を介してISAデバイス24を接続できるようになっている。

【0021】

図3はこのパソコン10に対する周辺機器を示しており、キーボード25とマウス26はPS/2ポートを介して、プリンタ50はパラレルポートを介して、モデム27はシリ

アルポートを介してそれぞれ共通インターフェイス 18 に接続されている。スキャナ 28 は P C I デバイス 21 としての S C S I カード 21 a を介して P C I バス 17 に接続され、この S C S I カード 21 a に対しては各種の外部機器を接続可能であり、光磁気記憶装置 31 などを接続したりすることができる。また、ディスプレイ 29 は、ディスプレイコントローラカード 21 b を介して接続され、ハードディスク 19 a と C D - R O M ドライブ 19 b はバスマスター 19 を介して P C I バス 17 に接続されている。

【 0 0 2 2 】

I S A デバイス 24 としてはさまざまな機器が提供されているが、P C M C I A カード 24 a を利用すれば P C M C I A カードソケット 32 を接続でき、画像データを記録したメモリカード 33 を装着してデータの入出力が容易になる。このメモリカード 33 はデジタルスチルカメラ 34 であるとか、他のモバイルパソコンなどからのデータを入力することも容易である。

パソコン 10 にはこれらの他にもビデオカードを介して外部ディスプレイを接続する他、L A N カードを接続してネットワークに接続することが可能であるし、赤外線通信装置を介して他の外部機器と接続したりすることも可能である。

【 0 0 2 3 】

以上がパソコンシステムのハードウェアの概略構成であり、かかるハードウェアを前提として、パソコン 10 上では図 4 に示す様でソフトウェアが実行されている。すなわち、上記ハードウェア 41 を基礎としてバイオス 42 が実行され、その上層にてオペレーティングシステム 43 とアプリケーション 44 が実行される。基本的にはオペレーティングシステム 43 がバイオス 42 を介するか直にハードウェア 41 とアクセスし、アプリケーション 44 はこのオペレーティングシステム 43 を介してハードウェア 41 とデータなどのやりとりを行う。例えば、ハードディスク 19 a からデータを読み込むには、オペレーティングシステム 43 を介してハードウェア 41 にアクセスする。この他、オペレーティングシステム 43 にはハードウェア 41 を制御するための各種のドライバを組み込むことが可能であり、組み込まれたドライバ類はオペレーティングシステム 43 の一部となって各種の制御を実行する。ドライバの類としてはビデオカードを介して外部のディスプレイへの表示を制御するディスプレイドライバであるとか、プリンタ 50 への印刷制御を実行するプリンタドライバなどが組み込まれている。

【 0 0 2 4 】

図 5 は、このプリンタドライバによる処理手順を概略フローチャートにより示している。同図において、ステップ S 110 ではラスタライズされた印刷データを入力して所定の色変換処理を実行する。すなわち、パソコン 10 においては R G B の階調データを取り扱うのに対して、プリンタ 50 においてはシアン (C) 、マゼンタ (M) 、イエロー (Y) 、ブラック (K) あるいはこれらに淡色系のライトシアン (c) 、ライトマゼンタ (m) を加えた各成分の階調データで取り扱うようになっており、表色空間が異なっているため R G B から C M Y K あるいは C c M m Y K の階調データに変換する。そして、次のステップ S 120 で 256 階調から 2 階調に二値化し、ステップ S 130 にて初期化、改ページ、改行等のコントロールコードを付加してスプールファイルを生成してプリンタ 50 に転送する。そして、このスプールファイルがプリンタ 50 に転送された後は、当該プリンタ 50 側に処理が移行して後述するように印刷が行われる。

【 0 0 2 5 】

一方、プリンタ 50 の概略構成を図 6 に示し、印刷ヘッドの構成とインク吐出原理を図 7 と図 8 に示している。本実施形態におけるプリンタ 50 はカラーインクジェットプリンタであり、C c M m Y K の六色の色インクを使用して印刷を行うものであるが、むろん、C M Y K の四色の色インクを使用するものであってもかまわない。

プリンタ 50 にはパソコン 10 のパラレルポートと接続するためのパラレル I / O 51 が備えられ、コマンドや印刷データの送受をパラレル通信で行う。このパラレル通信は、単方向通信のセントロニクス方式や、ニブル、E C B 、E P P といった双方向通信を実行可能なインターフェイスとなっている。パラレル I / O 51 はゲートアレイ 52 に接続され

、このゲートアレイ52を介してバス53に接続されている。バス53には、CPU54とともにシステムROM55とキャラジエネROM56とD-RAM57が相互に接続され、CPU54はD-RAM57をワークエリア等として使用しつつシステムROM55に書き込まれたプリンタ制御プログラムを実行し、キャラジエネROM56に書き込まれたフォントデータなどを利用しながら印刷を行わせる。

【0026】

具体的な印刷メカニズムはゲートアレイ52を介して電気的に制御されるようになっており、印刷用紙に対してキャリッジモータ58によって印刷ヘッド61を往復動作（主走査）させながら所要の色インクを吐出させつつ、ペーパーフィードモータ62によって印刷用紙を送る（副走査）ことにより、印刷用紙のほぼ全面上に印刷を行えるようになっている。また、印刷ヘッド61が接続されるゲートアレイ52には、これらの他にもシステムが利用するクロックなどを発生するタイマーカウンタ63や設定を記憶する不揮発性のEEPROM64や操作パネル65が備えられている。

【0027】

印刷ヘッド61はCcMmYKの各色インクに対応して六つの印刷ヘッドユニット61aから構成されており、各印刷ヘッドユニット61aには色インクタンク61a1からノズル61a2へと至る微細な管路61a3が形成されており、同管路61a3の終端部分にはインク室61a4が形成されている。このインク室61a4の壁面は可撓性を有する素材で形成され、この壁面に電歪素子であるピエゾ素子61a5が備えられている。このピエゾ素子61a5は電圧を印加することによって結晶構造が歪み、高速な電気・機械エネルギー変換を行うものであるが、図7に示すようにかかる結晶構造の歪み動作によって上記インク室61a4の壁面を押し、当該インク室61a4の容積を減少させる。すると、このインク室61a4に連通するノズル61a2からは所定量の色インク粒が勢いよく吐出し、印刷媒体上にドット状に付されることになる。このポンプ構造をマイクロポンプ機構と呼ぶことにする。

【0028】

一つの印刷ヘッドユニット61aには二列のノズル61a2が合計で64個形成され、これに対応するように一つの印刷ヘッドユニット61aには64個のマイクロポンプ機構が備えられている。このため、各ノズル61a2は独立して色インクを吐出可能となっている。ここにおいて、同時に多数のノズル61a2からインクを吐出させれば印刷媒体上に付される色インクのドット密度が高くなつて濃いめの色が表現されるし、より少数のノズル61a2から同時に色インクを吐出させれば印刷媒体上に付される色インクのドット密度が低くなつて薄めの色が表現されることになり、これによって各色の濃淡を表現可能となっている。なお、本実施形態においては、上述したマイクロポンプ機構を採用しているが、もちろん、色インクを吐出させる機構としてはこれに限られることはない。例えば、ノズル内壁に備えられたヒータを作動させて発熱させ、これによって生じるバブルの膨張圧を利用して色インクを吐出させる構成としてもよく適宜変更可能である。

【0029】

実際に個々のノズル61a2から色インクを吐出させるには、図9に示すような駆動パルスを発生し、その振幅たる印加電圧を対応するマイクロポンプ機構のピエゾ素子61a5に印加する。すると、同駆動パルスの1パルスにつき、1ショットの色インクがノズル61a2から吐出される。具体的な回路構成としては、プリンタ50の内部に所定のパルス電源を設けるとともに、このパルス電源と個々のマイクロポンプ機構との間に所定のスイッチング回路を介在させ、このスイッチング回路によって所要のマイクロポンプ機構に対して上記パルス電源から駆動パルスを印加するように構成することができる。

【0030】

もちろん、ここにおいては各ノズル61a2における1ショットのインク吐出量が一定の所定量であることが望まれる。なぜなら、上述したように色の濃淡は印刷媒体上に付される色インクのドット密度の差で表現することを前提としているため、1ショットのインク吐出量が変化してしまうと、色インクのドット密度が同じであっても印刷媒体上に付され

る色インクのドット面積に差が生じて色の濃淡が生じてしまうことになりかねない。ここで1ショットのインク吐出量に差異が生じる要因としては、印刷時の温度差が考えられる。すなわち、印刷時の温度が高くなると色インクの粘度が低くなつて粘り気がなくなるため、1ショットのインク吐出量が増加する傾向にあるし、逆に温度が低くなると1ショットのインク吐出量が減少する傾向にある。

【0031】

また、別の要因として、実際に付される色インクの主走査方向でのドット密度差が考えられる。すなわち、主走査方向でのドット密度が高いということは一つのマイクロポンプ機構が連続して駆動することを意味しており、残留振動の影響によって実際に印加される駆動パルスの振幅が変動してしまう。この駆動パルスの振幅はピエゾ素子61a5に対する印加電圧に相当するから、その歪み度合いに偏差が生じて各ノズル61a2における1ショットのインク吐出量が全体的に変動して色差が生じてしまうことになる。ここで、主走査方向でのドット密度は、ノズル61a2から色インクが吐出される頻度、すなわち周波数として捉えることができるため、以下、この主走査方向でのドット密度のことをノズル周波数と呼ぶことにする。

なお、印刷ヘッドユニット61aとして一度に付される色インクのドット密度が高くなると、上述したパルス電源に対する電圧降下の影響も考慮されるが、これについては同パルス電源の電圧と所定の基準電圧とを比較し、電源電圧の変動分を解消するような定電圧回路を組み込んでおけばよいため、かかる電圧降下の影響については考慮しないものとする。

【0032】

ところで、従来においては、温度に依存して駆動パルスの振幅を制御することにより1ショットのインク吐出量を補正しており、この場合の補正結果は図10および図11に示すようになる。

図10は、解像度が720dpiのノーマルドット印刷時において、1ショットのインク吐出量を縦軸にとるとともにノズル周波数を横軸にとり、温度とノズル周波数に依存して補正後のインク吐出量が変化することを示している。同図において、印刷ヘッドユニット61aの周波数特性や温度やノズル周波数に依存して1ショットのインク吐出量が変化するが、このノーマルドット印刷時においては温度が変化してもノズル周波数が最大（ベタ印刷）となる時にインク吐出量が一定の基準値となるように駆動パルスの振幅を制御している。このようにノズル周波数が最大となる時を基準とするのは、ベタ印刷時にドット抜けあるいはインク過剰とならないことを重視しているためである。従って、温度が一定であってもノズル周波数が低周波側に変化すると、1ショットのインク吐出量が基準値からずれる傾向にある。具体的には、温度が高い場合（40）にはノズル周波数の低下に伴って1ショットのインク吐出量が減少する傾向にあり、温度が低い場合（15）にはノズル周波数の低下に伴って1ショットのインク吐出量が増加する傾向にある。

【0033】

一方、図11は、解像度が1440dpiのマイクロドット印刷時における補正後のインク吐出量を同様に示している。このマイクロドット印刷時においても同様に温度とノズル周波数に依存してインク吐出量が変化するが、そもそも基準となる1ショットのインク吐出量がノーマルドット印刷時に比べて少ないため、温度やノズル周波数の差の影響が少なく、インク過剰といった不具合も生じにくいと言える。このため、実際に使用頻度の高いことが想定される低周波側のノズル周波数を基準として、温度が変化してもインク吐出量が一定の基準値となるように駆動パルスの振幅を制御している。従って、温度が一定であってもノズル周波数が高周波側に変化すると、同様に1ショットのインク吐出量が基準値からずれる傾向にある。具体的には、温度によってずれの程度は異なるもののノズル周波数の増加に伴って1ショットのインク吐出量が増加する傾向にある。

【0034】

従って、上記のようなずれを解消するには、温度に応じた駆動パルスの振幅制御に加えて、ノズル周波数に応じた駆動パルスの振幅制御を行えば良いことになる。そこで、本実

施形態においてはプリンタ50のゲートアレイ52にて図12に示すような回路構成を構築し、この回路構成によって温度とノズル周波数に基づく駆動パルスの振幅制御を行うようにしてある。

同図において、D/Aコンバータ(DAC)71a, 71b, 71c, 71dは駆動パルスを発生するためのものであり、それぞれに対して本回路構成の中核となるヘッドコントローラ72から同期用クロック等の制御データ(DACTRL)と駆動パルス生成用データ(DADATA)とが供給される。各D/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dは、ヘッドコントローラ72からの駆動パルス生成用データ(DADATA)をアナログ変換することによってアナログの信号電圧たる駆動パルスを生成する。なお、各D/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dは所定の基準電源を備え、この基準電源電圧と出力電圧を比較することにより出力を一定に保つように構成されているため、個々のD/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dにおける出力電圧の電圧降下が生じることはない。

【0035】

ここにおいて、D/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dは、それぞれ印刷時の温度に依存して異なるノズル周波数に対応した駆動パルスを生成するものであり、図13に示すようにD/Aコンバータ71a側が高周波側、D/Aコンバータ71d側が低周波側に対応している。すなわち、上述したように温度が一定であるとしてもノズル周波数に応じて1ショットのインク吐出量が異なるため、D/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dにて予め定義された四段階のノズル周波数に対応して、実際の印刷時の温度下における1ショットのインク吐出量が基準値となるような駆動パルスを生成させる。例えば、ノーマルドット印刷時において温度が40であったとすると、図10を参照すれば低周波側で1ショットのインク吐出量が減少するため、ヘッドコントローラ72はその減少分を補うように低周波側のD/Aコンバータ71dに対しては高周波側のD/Aコンバータ71aよりも駆動パルスの振幅を増加させる駆動パルス生成用データを送出する。

【0036】

ここで、ヘッドコントローラ72による上記振幅制御時の処理手順を図14に示す。同図において、ヘッドコントローラ72はステップS210にて所定のサーミスタ73から現時点での温度を取得する。そして、次のステップS220では取得した現時点での温度下で上記四種類のノズル周波数に対応して1ショットのインク吐出量が基準値となるような駆動パルス生成用データを取得し、それぞれD/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dに送出する。もちろん、図10および図11からも分かるように、ノズル周波数に応じたインク吐出量のずれはノーマルドット印刷やマイクロドット印刷の印刷モードによっても異なる。このため、プリンタドライバとの通信時に印刷モードを取得し、この印刷モードと実際の温度に応じた駆動パルス生成用データを送出することになる。より具体的には、温度と印刷モードに応じて送出すべきデータを予め実験により求めてテーブルとして保持させておき、適宜、該当するデータを取得して送出するようすればよい。

【0037】

すると、後述するようにキャリッジモータ58によって印刷ヘッド61が主走査方向に搬送されつつ、各印刷ヘッドユニット61aの該当ノズル61a2からインクが吐出されて実際の印刷が開始される。ヘッドコントローラ72は1ラインの印刷が完了するまでステップS230にて待機した後、ステップS240で最終ラインの印刷が完了したと判断するまで同様の処理を順繰りに実行する。従って、図15のタイミングチャートに示すように、各ラインの印刷を開始する直前に温度を検出し、温度差が生じている場合にはその温度差によるインク吐出量を解消するようにD/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dに駆動パルス生成用データを送出するため、それらの出力は概ねリアルタイムで補正されることになる。

【0038】

D/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dのそれぞれから出力された駆動パルスは、CcMmYkの各色インクに対応して配設されたセレクタ回路74a~74fにそ

れぞれ入力される。ここにおいて各セレクタ回路 74a～74f は互いに同一構成であるため、説明の便宜上、C の色インクに相当するセレクタ回路 74a に着目して説明することとする。

図 16 は、セレクタ回路 74a の構成を概念的に示した概略図である。同図において、D/A コンバータ 71a, 71b, 71c, 71d からの各駆動パルスはセレクタ回路 74a の内部で 64 本に分岐され、それぞれ内部に配設された 64 個のセレクタスイッチ SL1～SL64 に入力される。すなわち、各セレクタスイッチ SL1～SL64 に着目すれば、D/A コンバータ 71a, 71b, 71c, 71d からの四つの駆動パルスが入力されることになる。ここにおいて各セレクタスイッチ SL1～SL64 は、入力された四つの駆動パルスの中からいずれか一つの駆動パルスを選択して出力するものであり、セレクタ回路 74a としてみれば 64 個の独立した駆動パルスが出力されることになる。なお、各セレクタスイッチ SL1～SL64 にて D/A コンバータ 71a, 71b, 71c, 71d のいずれの出力を選択するかについては、後述する選択制御信号 (SLTINFO 信号) によって決定される。

【0039】

セレクタ回路 74a の後段には、カウンタ回路 75a を配設しており、セレクタ回路 74a からの 64 個の駆動パルスが入力される。ここにおいてカウンタ回路 75a は 64 個のカウンタユニット CT1～CT64 を備えており、それぞれセレクタスイッチ SL1～SL64 からの駆動パルスが入力される。そして、各カウンタユニット CT1～CT64 によって、それぞれ 64 個のマイクロポンプ機構に対して適宜駆動パルスが印加され、実際に駆動パルスが印加されたマイクロポンプ機構によって対応するノズル 61a2 から色インクが吐出されるようになっている。

【0040】

一方、カウンタ回路 75a にはヘッドコントローラ 72 から同期用クロック等の制御データ (HEADCTRL) と実際の印刷データ (HEADDATA) とが供給される。ここにおける印刷データは、CcMmYK の各色インクの印刷ヘッドユニット 61a においてドットを付すか否かの二値データとして与えられる。より詳しくは、上述したように各印刷ヘッドユニット 61a には 64 個のノズル 61a2 が備えられており、さらに印刷ヘッド 61 を主走査方向に移動させつつ所要のノズル 61a2 からインクを吐出させるものであるから、上記の印刷データとしては図 17 に示すように主走査方向の変位に対して各ノズル 61a2 からインクを吐出するか否かを示すビットデータとして与えられる。なお、同図に示すものにおいては、インクを吐出させるビットをオンビット、インクを吐出させないビットをオフビットとして示している。

【0041】

カウンタ回路 75a においては、このような印刷データを各ノズル 61a2 に対応するカウンタユニット CT1～CT64 に分配して入力する。ここで、各カウンタユニット CT1～CT64 は、入力されたノズル 61a2 ごとのビットデータを所定の印刷バッファに保持しつつ、先頭ビットから 8 ビット単位でビットデータを参照してそのオンビット数、すなわちノズル周波数を検知する。その結果、

オンビット 7, 8 / 8 ビットならば、D/A コンバータ 71a の出力

オンビット 5, 6 / 8 ビットならば、D/A コンバータ 71b の出力

オンビット 3, 4 / 8 ビットならば、D/A コンバータ 71c の出力

オンビット 1, 2 / 8 ビットならば、D/A コンバータ 71d の出力

というように判断し、各カウンタユニット CT1～CT64 の前段側のセレクタスイッチ SL1～SL64 にて D/A コンバータ 71a, 71b, 71c, 71d の中のいずれの出力を選択させるかを決定する。

【0042】

そして、カウンタ回路 75a 内の図示しない制御回路は、各カウンタユニット CT1～CT64 にて決定された選択内容に基づき、上述した選択制御信号を生成してセレクタ回路 74a に送出する。すると、セレクタ回路 74a においては図示しない制御回路がその

選択制御信号を受信し、同選択制御信号に基づいて各セレクタスイッチ S L 1 ~ S L 6 4 にて対応する D / A コンバータの出力を選択させる。

カウンタユニット C T 1 ~ C T 6 4 は、それぞれセレクタスイッチ S L 1 ~ S L 6 4 からの駆動パルスを出力 / 遮断するための制御機構を備えており、実際の印刷時においてそれぞれの印刷バッファに格納されたビットデータを所定のタイミングで順次参照しつつ、オンビットならば駆動パルスを出力し、オフビットならば駆動パルスを出力させないように動作する。すると、対応するマイクロポンプ機構に対して駆動パルスが適宜印加され、各駆動パルスに応じてノズル 6 1 a 2 から色インクが吐出される。このときに、各マイクロポンプ機構に印加される駆動パルスは、温度およびノズル周波数に依存するインク吐出量の偏差を打ち消すように振幅が調整されているため、各ノズル 6 1 a 2 からは基準量の色インクが吐出され、本来の色が忠実に再現されることになる。

【 0 0 4 3 】

各カウンタユニット C T 1 ~ C T 6 4 は 8 ビット分のビットデータについての処理を終了したら、次の 8 ビット分のビットデータにおけるオンビット数を取得する。そして、それぞれ取得したオンビット数に応じてセレクタスイッチ S L 1 ~ S L 6 4 の出力を選択し、その選択内容に基づく選択制御信号を生成して従前の信号から切り替えるようにセレクタ回路 7 4 a に送信する。すると、次の 8 ビット分のデータについてのノズル周波数に応じて、同様に適切な駆動パルスがマイクロポンプ機構に対して適宜印加されため、ノズル 6 1 a 2 から基準量の色インクが吐出される。以降、印刷バッファ上の全てのデータについての処理が完了するまで、8 ビット単位で同様の処理を実行する。なお、C の色インクについてのセレクタ回路 7 4 a およびカウンタ回路 7 5 a について説明したが、その他の c M m Y k の各色インクについてもセレクタ回路 7 4 b ~ 7 4 f およびカウンタ回路 7 5 b ~ 7 5 f を配設してあり、同様にして動作することは言うまでもない。

【 0 0 4 4 】

本実施形態においては、カウンタ回路 7 5 a にて 6 4 個のカウンタユニット C T 1 ~ C T 6 4 を設け、それぞれにてノズル 6 1 a 2 ごとのビットデータを参照してノズル周波数を検知する構成としてあるが、むろん、カウンタユニットの処理速度が高速であれば、一つのカウンタユニットで複数のノズル 6 1 a 2 ごとのビットデータを切り替えながら参照し、それぞれのノズル周波数を検知する構成としてもよい。

また、本実施形態においては、8 ビット単位でノズル周波数を検知する構成としてあるが、むろん、これ以外の手法によってノズル周波数を検知するようにしてもよい。例えば、図 18 に示すように、一つのカウンタユニットにおける印刷バッファ上のビットデータに着目し、各オンビットについて前 3 ビット分のオン / オフの状況に応じて D / A コンバータ 7 1 a , 7 1 b , 7 1 c , 7 1 d の出力を逐次切り替えるようにしてもよい。同図に示すものにおいては、各オンビットの前ビットがオンビット、前ビットがオフビット、前 2 ビットがオフビット、前 3 ビットがオフビットであるかによって、それぞれ D / A コンバータ 7 1 a , 7 1 b , 7 1 c , 7 1 d の出力を選択する。なお、先頭ビットについては前 3 ビットがオフビットであるものと仮定して D / A コンバータ 7 1 d の出力を選択する。すなわち、かかる構成においてもノズル周波数を検知していることに変わりはなく、適宜変更してもかまわない。

【 0 0 4 5 】

以上のように、本実施形態においては、実際の印刷を行うにあたりカウンタ回路 7 5 a ~ 7 5 f にて各ノズル 6 1 a 2 におけるノズル周波数を検知し、そのノズル周波数に応じて生じる駆動パルスの基準値からの振幅変動を解消するような駆動パルスを判断しており、前者の意味においてカウンタ回路 7 5 a ~ 7 5 f は駆動状況検知手段を構成するし、後者の意味において電圧変動取得手段を構成する。また、カウンタ回路 7 5 a ~ 7 5 f は、それぞれセレクタ回路 7 4 a ~ 7 4 f と共同して各駆動パルスの基準値からの振幅変動を解消するように D / A コンバータ 7 1 a , 7 1 b , 7 1 c , 7 1 d からの駆動パルスを選択して出力させ、実際の印刷データに応じて所要のマイクロポンプ機構に対して駆動パルスを印加することにより、各ノズル 6 1 a 2 から色インクを吐出させており、この意味に

おいてかかる回路構成が駆動パルス補正手段を構成する。

【0046】

次に、上記構成からなる本実施形態の動作を説明する。

パソコン10にてアプリケーションから印刷要求を発行すると、プリンタドライバが起動し、ラスタライズされた印刷データを入力してRGBの階調データからCMYKの階調データに変換するとともに(ステップS110)、256階調から2階調に二値化し(ステップS120)、所定のコントロールコードを付加してスプールファイルを生成して出力する(ステップS130)。かかる印刷データは、所定のパラレルインターフェイスを介してプリンタ50に転送され、プリンタ50はパラレルI/O51、ゲートアレイ52、バス53を順次介してD-RAM57に印刷データを格納する。そして、CPU54はD-RAM57をワークエリアとして使用しつつシステムROM55に書き込まれたプリンタ制御プログラムを実行し、キャラジエネROM56に書き込まれたフォントデータなどを利用しながら印刷処理を実行する。

【0047】

この印刷段階においては、各色の印刷ヘッドユニット61aごとにインクを付すか否かを示すビットデータがゲートアレイ52のヘッドコントローラ72に与えられ、このヘッドコントローラ72を介して各印刷ヘッドユニット61aごとのカウンタ回路75a～75fに上記ビットデータが与えられる。ここで、各カウンタ回路75a～75fにおいては、64個のノズル61a2に対応するカウンタユニットCT1～CT64のそれぞれにてビットデータを印刷バッファに格納するとともに、同ビットデータの先頭から8ビットを参照してオンビット数を計数することによってノズル周波数を検知する。そして、各カウンタ回路75a～75fにおいては、カウンタユニットCT1～CT64で検知したノズル周波数に基づいて所定の制御回路が選択制御信号を生成し、対応するセレクタ回路74a～74fに送信する。

【0048】

一方、ヘッドコントローラ72は、実際の印刷が開始される直前にサーミスタ73から温度を取得し(ステップS210)、その取得した温度とプリンタドライバとの通信時に取得した印刷モードとに基づいてD/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dのそれぞれに駆動パルス生成用データを供給する(ステップS220)。このD/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dは、駆動パルス生成用データをアナログ変換することにより実際の印刷時の温度下において予め定義された四段階のノズル周波数に対応した駆動パルスを生成するものであり、その出力を実際のノズル周波数に対応するマイクロポンプ機構に印加することによって各ノズル61a2から基準量のインクを吐出させることができる。より具体的には、ヘッドコントローラ72は予め温度と印刷モードに応じて予め実験により求めておいた駆動パルス生成用データを取得し、D/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dに個別に供給する。

【0049】

D/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dの各出力は、各セレクタ回路74a～74fに入力される。ここで、各セレクタ回路74a～74fは、対応するカウンタ回路75a～75fから送信された選択制御信号に基づき、各ノズル61a2ごとのノズル周波数に応じたD/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dの出力を選択し、それぞれ対応するカウンタ回路75a～75fに出力する。

各カウンタ回路75a～75fは、所定のタイミングで各ノズル61a2ごとのビットデータの先頭ビットから順に各ビットを参照ていき、オンビットであればセレクタ回路74a～74fからの駆動パルスを対応するマイクロポンプ機構に印加する。すると、駆動パルスの印加されたマイクロポンプ機構は1ショットの色インクを吐出せることになるが、このとき、上述したように各ノズル61a2からは基準量の色インクが吐出されることになる。そして、各カウンタ回路75a～75fは、8ビット分の印刷を完了したら、次の8ビット分のビットデータに基づいて同様にD/Aコンバータ71a, 71b, 71c, 71dの出力を選択し、その選択内容に基づく選択制御信号に切り替えてセレクタ回

路 7 4 a ~ 7 4 f に送信する。

【 0 0 5 0 】

すると、この選択制御信号を受けたセレクタ回路 7 4 a ~ 7 4 f においては、同様にして上記選択制御信号に基づいて D / A コンバータ 7 1 a , 7 1 b , 7 1 c , 7 1 d の出力を選択し、それぞれ対応するカウンタ回路 7 5 a ~ 7 5 f に出力する。以降、同様にして 8 ビット単位で印刷が完了するごとにカウンタ回路 7 5 a ~ 7 5 f には適切な駆動パルスが供給される。

そして、1 ライン分の印刷が完了すると、ヘッドコントローラ 7 2 は再度サーミスタ 7 3 から温度を取得し(ステップ S 2 3 0 , S 2 4 0 , S 2 1 0)、その取得した温度に応じて D / A コンバータ 7 1 a , 7 1 b , 7 1 c , 7 1 d に供給する駆動パルス生成用データを更新する(ステップ S 2 2 0)。その後、上述したものと同様にして 8 ビット分のビットデータ単位で駆動パルスを選択しながら印刷処理が行われ、全ラインについての処理が完了したところで印刷も完了する(ステップ S 2 4 0)。

【 0 0 5 1 】

このように、プリンタ 5 0 は C c M m Y K の各色の印刷ヘッドユニット 6 1 a について独立に色インクを吐出可能な 6 4 個のノズル 6 1 a 2 を備えており、実際の印刷を実行するにあたりカウンタ回路 7 5 a ~ 7 5 f が各色の印刷ヘッドユニット 6 1 a におけるノズル周波数を予め検知するとともに、印刷時の温度と同ノズル周波数に基づき D / A コンバータ 7 1 a ~ 7 1 d とセレクタ回路 7 4 a ~ 7 4 f とが共同して各ノズル 6 1 a 2 から基準量の色インクが吐出されるような駆動パルスを生成し、この駆動パルスを利用して色インクを吐出させるようにしたため、元画像の色をより忠実に再現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 2 】

【図 1】本発明の一実施形態にかかる印刷装置を適用した印刷システムの一例を示す概略プロック図である。

【図 2】パソコンの概略ブロック図である。

【図 3】パソコンへの周辺装置の接続状況を示す概略ブロック図である。

【図 4】パソコンのソフトウェアの構成を示す図である。

【図 5】プリンタドライバの処理手順を示すフローチャートである。

【図 6】プリンタの概略ブロック図である。

【図 7】同プリンタにおける印刷ヘッドの概略説明図である。

【図 8】同印刷ヘッドで色インクを吐出させる状況を示す概略説明図である。

【図 9】同印刷ヘッドのマイクロポンプ機構に印加する駆動パルスを示す波形図である。

【図 1 0】従来例にかかる駆動パルスの補正処理においてはノズル周波数の変化によってインク吐出量が変化することを示す図である(ノーマルドット印刷時)。

【図 1 1】従来例にかかる駆動パルスの補正処理においてはノズル周波数の変化によってインク吐出量が変化することを示す図である(マイクロドット印刷時)。

【図 1 2】温度とノズル周波数に基づく駆動パルスの振幅制御を行うための回路構成を示すブロック図である。

【図 1 3】ノズル周波数の高低によって対応づけられる D / A コンバータが異なることを示す説明図である。

【図 1 4】ヘッドコントローラによる駆動パルスの振幅制御手順を示すフローチャートである。

【図 1 5】一ラインの印刷ごとに温度に応じて駆動パルスの振幅が更新されることを示すタイミングチャートである。

【図 1 6】セレクタ回路とカウンタ回路の構成を示す概略図である。

【図 1 7】印刷データがノズルごとのビットデータで構成されることを示す図である。

【図 1 8】変形例にかかるノズル周波数の検知方法を説明するための図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 3 】

1 0 ... パソコン
1 1 ... C P U
1 2 ... C P U バス
1 3 ... ニセキヤッショウ
1 4 ... データバスユニット
1 5 ... システムコントローラ
1 6 ... メモリ
1 7 ... P C I バス
1 8 ... 共通インターフェイス
1 9 ... バスマスター
1 9 a ... ハードディスク
1 9 b ... C D - R O M ドライブ
2 1 ... P C I デバイス
2 1 a ... S C S I カード
2 2 ... I S A ブリッジ
2 3 ... I S A バス
2 4 ... I S A デバイス
2 4 a ... P C M C I A カード
2 5 ... キーボード
2 6 ... マウス
2 7 ... モデム
2 8 ... スキーナ
2 9 ... ディスプレイ
3 1 ... 光磁気記憶装置
3 2 ... P C M C I A カードソケット
3 3 ... メモリカード
3 4 ... デジタルスチルカメラ
4 1 ... ハードウェア
4 2 ... バイオス
4 3 ... オペレーティングシステム
4 3 a ... プリンタドライバ
4 4 ... アプリケーション
5 0 ... プリンタ
5 1 ... パラレル I / O
5 2 ... ゲートアレイ
5 3 ... バス
5 4 ... C P U
5 5 ... システム R O M
5 6 ... キャラジエネ R O M
5 7 ... D - R A M
5 8 ... キャリッジモータ
6 1 ... 印刷ヘッド
6 1 a ... 印刷ヘッドユニット
6 1 a 1 ... 色インクタンク
6 1 a 2 ... ノズル
6 1 a 3 ... 管路
6 1 a 4 ... インク室
6 1 a 5 ... ピエゾ素子
6 2 ... ペーパーフィードモータ
6 3 ... タイマーカウンタ

6 4 ... E E P R O M

6 5 ... 操作パネル

7 1 a ~ 7 1 d ... D / A コンバータ (D A C)

7 2 ... ヘッドコントローラ

7 3 ... サーミスター

7 4 a ~ 7 4 f ... セレクタ回路

7 5 a ~ 7 5 f ... カウンタ回路

S L 1 ~ S L 6 4 ... セレクタスイッチ

C T 1 ~ C T 6 4 ... カウンタユニット