

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報(A)**

(11) 特許出願公開番号

特開2010-114711

(P2010-114711A)

(43) 公開日 平成22年5月20日(2010.5.20)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

H03F 3/217 (2006.01)

H03F 3/217

2C057

B 4 1 J 2/045 (2006.01)

B 4 1 J 3/04

103A

5 J 500

B 4 1 J 2/055 (2006.01)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-286223 (P2008-286223)

(22) 出願日 平成20年11月7日 (2008.11.7)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅彦

(74) 代理人 100107261

弁理士 須澤 修

(74) 代理人 100127661

弁理士 宮坂 一彦

(72) 發明者 大島 敦

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

(72) 発明者 田端 邦夫

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

一エプソン株式会社内

[最終頁に続く](#)

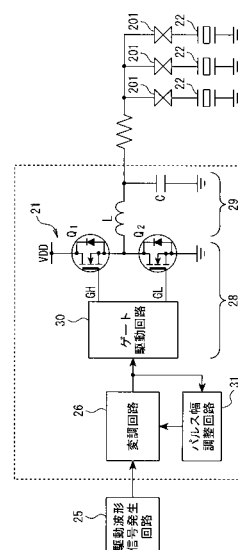
(54) 【発明の名称】 電力増幅装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】駆動信号の歪みを抑制防止すると共に、スイッチングロスも低減可能な電力増幅装置を提供する。

【解決手段】出力する駆動信号の基準となる駆動波形信号の振幅値をパルスデューティからなる変調信号にパルス変調し、そのパルス変調された変調信号をデジタル電力増幅回路 28 で電力増幅し、その電力増幅された電力増幅変調信号を平滑化して駆動信号として出力するにあたり、パルス密度変調回路 26 による変調信号のパルス幅を調整することにより、パルスデューティ比が 50 % 付近で周波数が高くなるときの、変調信号のパルス幅を所定の時間長さ以上に制御する。具体的には、変調信号のエッジを検出したら、変調を許可する制御信号をオフにする。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

出力する駆動信号の基準となる駆動波形信号の振幅値をパルスデューティからなる変調信号にパルス変調する変調回路と、

前記変調回路でパルス変調された変調信号を電力増幅するデジタル電力増幅回路と、

前記デジタル電力増幅回路で電力増幅された電力増幅変調信号を平滑化し、前記駆動信号として出力する平滑フィルタと、

前記変調回路による変調信号のパルス幅を調整するパルス幅調整回路と、
を備えたことを特徴とする電力増幅装置。

【請求項 2】

前記パルス幅調整回路は、前記パルス変調された変調信号のパルス幅を所定の時間長さ以上に制御する制御信号を変調回路に入力することを特徴とする請求項 1 に記載の電力増幅装置。

【請求項 3】

前記変調回路が、変調回路であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電力増幅装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えばアクチュエータを駆動するための駆動信号の基準となる駆動波形信号をパルス変調し、その変調信号を電力増幅して駆動信号として出力する電力増幅装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

プッシュプル接続されたトランジスタ対をリニア駆動するアナログ電力増幅器に比べて、プッシュプル接続されたスイッチング素子をスイッチ動作、つまりデジタル駆動させて電力増幅するデジタル電力増幅器、所謂 D 級アンプは、効率に優れ、広い範囲で使用されている。例えば、このデジタル電力増幅器を用いて駆動信号を出力する場合、駆動信号の基準となる駆動波形信号の振幅値を変調回路でパルスデューティからなる変調信号にパルス変調し、その変調信号をデジタル電力増幅器で電力増幅し、その電力増幅された電力増幅変調信号を平滑フィルタで平滑化して、駆動信号として出力する。平滑フィルタは、パルス変調の周波数成分を減衰する。パルス変調には、周知のパルス幅変調を始めとして、種々の変調方法があるが、下記特許文献 1 に記載される電力増幅装置では、変調方式によるパルス密度変調、所謂 P D M (Pulse Density Modulation) を用いてパルス変調を行っている。周知のように、パルス密度変調を用いると、パルス幅変調に比して、少し波形精度が高くなる。

【特許文献 1】特開平 11 - 204850 号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

しかしながら、パルス密度変調では、パルスデューティ比が 50 % 付近で、変調信号の周波数が高くなるため、高速スイッチングによって駆動信号に歪みが生じる恐れがある上に、シュートスルーなどのスイッチングロスの増大にも繋がる。

本発明は、これらの諸問題に着目して開発されたものであり、駆動信号の歪みを抑制防止すると共に、スイッチングロスも低減可能な電力増幅装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】**【0004】**

上記諸問題を解決するため、本発明の電力増幅装置は、出力する駆動信号の基準となる駆動波形信号の振幅値をパルスデューティからなる変調信号にパルス変調する変調回路と

10

20

30

40

50

、前記変調回路でパルス変調された変調信号を電力増幅するデジタル電力増幅回路と、前記デジタル電力増幅回路で電力増幅された電力増幅変調信号を平滑化し、前記駆動信号として出力する平滑フィルタと、前記変調回路による変調信号のパルス幅を調整するパルス幅調整回路とを備えたことを特徴とするものである。

この電力増幅装置によれば、変調回路による変調信号のパルス幅を調整する構成としたため、例えば変調回路が 変調回路などのパルス密度変調回路である場合に、パルスデューティ比が50%付近で周波数が高くなると、変調信号のパルス幅を所定の時間長さ以上に制御することで、変調信号の周波数が低下し、駆動信号の歪みを抑制防止することができると共に、スイッチングロスも低減することが可能となる。

【0005】

また、本発明の電力増幅装置は、前記パルス幅調整回路は、前記パルス変調された変調信号のパルス幅を所定の時間長さ以上に制御する制御信号を変調回路に入力することを特徴とするものである。

この電力増幅装置によれば、駆動信号の歪みを抑制防止すると共に、スイッチングロスも低減することができる。

また、本発明の電力増幅装置は、前記変調回路が、 変調回路であることを特徴とするものである。

この電力増幅装置によれば、変調回路に 変調回路を用いることにより、駆動信号の波形精度を向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

次に、本発明の電力増幅装置の一実施形態として、液体噴射型印刷装置に用いられたものについて説明する。

図1は、本実施形態の印刷装置の概略構成図であり、図において、印刷媒体1は、図の左から右に向けて矢印方向に搬送され、その搬送途中の印刷領域で印刷される、ラインヘッド型印刷装置である。

液体噴射型印刷装置のうち、液体噴射ノズルの形成された液体噴射ヘッドをキャリッジと呼ばれる移動体に載せて印刷媒体の搬送方向と交差する方向に移動させるものを一般に「マルチパス型印刷装置」と呼んでいる。これに対し、印刷媒体の搬送方向と交差する方向に長尺な液体噴射ヘッドを配置して、所謂1パスでの印刷が可能なものを一般に「ラインヘッド型印刷装置」と呼んでいる。

【0007】

図1中の符号2は、印刷媒体1の搬送ライン上方に設けられた複数の液体噴射ヘッドであり、印刷媒体搬送方向に2列になるように且つ印刷媒体搬送方向と交差する方向に並べて配設されて、夫々、ヘッド固定プレート11に固定されている。各液体噴射ヘッド2の最下面には、多数のノズルが形成されており、この面がノズル面と呼ばれている。ノズルは、図2に示すように、噴射する液体の色毎に、印刷媒体搬送方向と交差する方向に列状に配設されており、その列をノズル列と呼んだり、その列方向をノズル列方向と呼んだりする。そして、印刷媒体搬送方向と交差する方向に配設された全ての液体噴射ヘッド2のノズル列によって、印刷媒体1の搬送方向と交差する方向の幅全長に及ぶラインヘッドが形成されている。印刷媒体1は、これらの液体噴射ヘッド2のノズル面の下方を通過するときに、ノズル面に形成されている多数のノズルから液体が噴射され、印刷が行われる。

【0008】

液体噴射ヘッド2には、例えばイエロー(Y)、マゼンタ(M)、シアン(C)、ブラック(K)の4色のインクなどの液体が、図示しない各色の液体タンクから液体供給チューブを介して供給される。そして、各液体噴射ヘッド2に形成されているノズルから同時に必要箇所に必要量の液体を噴射することにより、印刷媒体1上に微小なドットを出力する。これを各色毎に行うことにより、搬送部4で搬送される印刷媒体1を一度通過させるだけで、所謂1パスによる印刷を行うことができる。

液体噴射ヘッドの各ノズルから液体を噴射する方法としては、静電方式、ピエゾ方式、

10

20

30

40

50

膜沸騰液体噴射方式などがあり、本実施形態ではピエゾ方式を用いた。ピエゾ方式は、ノズルアクチュエータである圧電素子に駆動信号を与えると、キャビティ内の振動板が変位してキャビティ内に圧力変化を生じ、その圧力変化によって液滴がノズルから噴射されるというものである。そして、駆動信号の波高値や電圧増減傾きを調整することで液滴の噴射量を調整することが可能となる。なお、本発明は、ピエゾ方式以外の液体噴射方法にも、同様に適用可能である。

【0009】

液体噴射ヘッド2の下方には、印刷媒体1を搬送方向に搬送するための搬送部4が設けられている。搬送部4は、駆動ローラ8及び従動ローラ9に搬送ベルト6を巻回して構成され、駆動ローラ8には図示しない電動モータが接続されている。また、搬送ベルト6の内側には、当該搬送ベルト6の表面に印刷媒体1を吸着するための図示しない吸着装置が設けられている。この吸着装置には、例えば負圧によって印刷媒体1を搬送ベルト6に吸着する空気吸引装置や、静電気力で印刷媒体1を搬送ベルト6に吸着する静電吸着装置などが用いられる。従って、給紙ローラ5によって給紙部3から印刷媒体1を一枚だけ搬送ベルト6上に送給し、電動モータによって駆動ローラ8を回転駆動すると、搬送ベルト6が印刷媒体搬送方向に回転され、吸着装置によって搬送ベルト6に印刷媒体1が吸着されて搬送される。この印刷媒体1の搬送中に、液体噴射ヘッド2から液体を噴射して印刷を行う。印刷の終了した印刷媒体1は、搬送方向下流側の排紙部10に排紙される。なお、前記搬送ベルト6には、例えばリニアエンコーダなどで構成される印刷基準信号出力装置が取り付けられている。この印刷基準信号出力装置は、例えば搬送ベルト6とそれに吸着されて搬送される印刷媒体1とが同期して移動されることに着目し、印刷媒体1が搬送経路中の所定位置を通過した後は、搬送ベルト6の移動に伴って要求される印刷解像度相当のパルス信号を出力し、このパルス信号に応じて、後述する駆動回路から駆動信号をノズルアクチュエータに出力することで印刷媒体1上の所定位置に所定の色の液体を噴射し、そのドットによって印刷媒体1上に所定の画像を描画する。

【0010】

この印刷装置内には、自身を制御するための制御装置が設けられている。この制御装置は、例えば図3に示すように、例えばパーソナルコンピュータ、デジタルカメラ等のホストコンピュータ60から入力された印刷データに基づいて、印刷装置や給紙装置等を制御することにより印刷媒体に印刷処理を行うものである。そして、ホストコンピュータ60から入力された印刷データ読込むための入力インタフェース61と、この入力インタフェース61から入力された印刷データに基づいて印刷処理等の演算処理を実行する例えばマイクロコンピュータで構成される制御部62と、前記給紙ローラ5に接続されている給紙ローラモータ17を駆動制御する給紙ローラモータドライバ63と、各液体噴射ヘッド2を駆動制御するヘッドドライバ65と、前記駆動ローラ8に接続されている電動モータ7を駆動制御する電動モータドライバ66と、各ドライバ63、65、66と外部の給紙ローラモータ17、液体噴射ヘッド2、3、電動モータ7とを接続するインタフェース67とを備えて構成される。

【0011】

制御部62は、印刷処理等の各種処理を実行するCPU (Central Processing Unit) 62aと、入力インタフェース61を介して入力された印刷データ或いは当該印刷データ印刷処理等を実行する際の各種データを一時的に格納し、或いは印刷処理等のプログラムを一時的に展開するRAM (Random Access Memory) 62cと、CPU 62aで実行する制御プログラム等を格納する不揮発性半導体メモリで構成されるROM (Read-Only Memory) 62dを備えている。この制御部62は、インタフェース61を介してホストコンピュータ60から印刷データ(画像データ)を入手すると、CPU 62aが、この印刷データに所定の処理を実行して、何れの液体噴射ヘッド2の何れのノズルから液体を噴射するか或いはどの程度の液体を噴射するかというノズル選択データ(駆動信号選択データ)を算出し、この印刷データや駆動信号選択データ及び各種センサからの入力データに基づいて、各ドライバ63、65、66に制御信号を出力する。各ドライバ63、65、66が

らはアクチュエータを駆動するための駆動信号が出力され、給紙ローラモータ１７、電動モータ７、液体噴射ヘッド２内のノズルアクチュエータなどが夫々作動して、印刷媒体１の給紙及び搬送及び排紙、並びに印刷媒体１への印刷処理が実行される。なお、制御部６２内の各構成要素は、図示しないバスを介して電氣的に接続されている。

【００１２】

図４には、本実施形態の印刷装置の制御装置から液体噴射ヘッド２に供給され、圧電素子からなるノズルアクチュエータを駆動するための駆動信号ＣＯＭの一例を示す。本実施形態では、中間電位を中心に電位が変化する信号とした。この駆動信号ＣＯＭは、ノズルアクチュエータを駆動して液体を噴射する単位駆動信号としての駆動パルスＰＣＯＭを時系列的に接続したものであり、各駆動パルスＰＣＯＭの立上がり部分がノズルに連通するキャピティ（圧力室）の容積を拡大して液体を引込む（液体の噴射面を考えればメニスカスを引き込むとも言える）段階であり、駆動パルスＰＣＯＭの立下がり部分がキャピティの容積を縮小して液体を押出す（液体の噴射面を考えればメニスカスを押出すとも言える）段階であり、液体を押出した結果、液滴がノズルから噴射される。

【００１３】

この電圧台形波からなる駆動パルスＰＣＯＭの電圧増減傾きや波高値を種々に変更することにより、液体の引込量や引込速度、液体の押出量や押出速度を変化させることができ、これにより液滴の噴射量を変化させて異なる大きさのドットを得ることができる。従って、複数の駆動パルスＰＣＯＭを時系列的に連結する場合でも、そのうちから単独の駆動パルスＰＣＯＭを選択してアクチュエータに供給し、液滴を噴射したり、複数の駆動パルスＰＣＯＭを選択してアクチュエータに供給し、液滴を複数回噴射したりすることで種々の大きさのドットを得ることができる。即ち、液体が乾かないうちに複数の液滴を同じ位置に着弾すると、実質的に大きな液滴を噴射するのと同じことになり、ドットの大きさを大きくすることができるのである。このような技術の組合せによって多階調化を図ることが可能となる。なお、図４の左端の駆動パルスＰＣＯＭ１は、液体を引込むだけで押出していない。これは、微振動と呼ばれ、液滴を噴射せずに、例えばノズルの増粘を抑制防止したりするのに用いられる。

【００１４】

各液体噴射ヘッド２には、前記駆動信号ＣＯＭの他、前記図３の制御装置から制御信号として、印刷データに基づいて噴射するノズルを選択すると共に圧電素子などのノズルアクチュエータの駆動信号ＣＯＭへの接続タイミングを決定する駆動信号選択データＳＩ＆ＳＰ、全ノズルにノズル選択データが入力された後、駆動信号選択データＳＩ＆ＳＰに基づいて駆動信号ＣＯＭと液体噴射ヘッド２のノズルアクチュエータとを接続させるラッチ信号ＬＡＴ及びチャンネル信号ＣＨ、駆動信号選択データＳＩ＆ＳＰをシリアル信号として液体噴射ヘッド２に送信するためのクロック信号ＣＬＫが入力されている。なお、これ以後、ノズルアクチュエータを駆動する駆動信号の最小単位を駆動パルスＰＣＯＭとし、駆動パルスＰＣＯＭが時系列的に連結された信号全体を駆動信号ＣＯＭと記す。即ち、ラッチ信号ＬＡＴで一連の駆動信号ＣＯＭが出力され始め、チャンネル信号ＣＨ毎に駆動パルスＰＣＯＭが出力されることになる。

【００１５】

図５には、駆動信号ＣＯＭ（駆動パルスＰＣＯＭ）をノズルアクチュエータ２２に供給するために各液体噴射ヘッド２内に構築されたスイッチングコントローラの具体的な構成を示す。このスイッチングコントローラは、液体を噴射させるべきノズルに対応した圧電素子などのノズルアクチュエータ２２を指定するための駆動信号選択データＳＩ＆ＳＰを保存するシフトレジスタ２１１と、シフトレジスタ２１１のデータを一時的に保存するラッチ回路２１２と、ラッチ回路２１２の出力をレベル変換して選択スイッチ２０１に供給することにより、駆動信号ＣＯＭをピエゾ素子などのノズルアクチュエータ２２に接続するレベルシフタ２１３を備えて構成されている。

【００１６】

シフトレジスタ２１１には、駆動信号選択データ信号ＳＩ＆ＳＰが順次入力されると共

10

20

30

40

50

に、クロック信号CLKの入力パルスに応じて記憶領域が初段から順次後段にシフトする。ラッチ回路212は、ノズル数分の駆動信号選択データSI&SPがシフトレジスタ211に格納された後、入力されるラッチ信号LATによってシフトレジスタ211の各出力信号をラッチする。ラッチ回路212に保存された信号は、レベルシフタ213によって次段の選択スイッチ201をオンオフできる電圧レベルに変換される。これは、駆動信号COMが、ラッチ回路212の出力電圧に比べて高い電圧であり、これに合わせて選択スイッチ201の動作電圧範囲も高く設定されているためである。従って、レベルシフタ213によって選択スイッチ201が閉じられる圧電素子などのノズルアクチュエータは駆動信号選択データSI&SPの接続タイミングで駆動信号COM（駆動パルスPCOM）に接続される。また、シフトレジスタ211の駆動信号選択データSI&SPがラッチ回路212に保存された後、次の印刷情報をシフトレジスタ211に入力し、液体の噴射タイミングに合わせてラッチ回路212の保存データを順次更新する。なお、図中の符号HGNNDは、圧電素子などのノズルアクチュエータのグランド端である。また、この選択スイッチ201によれば、圧電素子などのノズルアクチュエータを駆動信号COM（駆動パルスPCOM）から切り離れた後も、当該ノズルアクチュエータ22の入力電圧は、切り離す直前の電圧に維持される。

【0017】

図6には、ノズルアクチュエータの駆動回路の具体的な構成を示す。本実施形態の駆動回路は、予め記憶されている駆動波形データDWCOMに基づいて、駆動信号COMの元、つまりノズルアクチュエータ22の駆動を制御する信号の基準となる駆動波形信号WCOMを生成する駆動波形信号発生回路25と、駆動波形信号発生回路25で生成された駆動波形信号WCOMをパルス変調する変調回路26と、変調回路26でパルス変調された変調信号を電力増幅するデジタル電力増幅器、所謂D級アンプ28と、デジタル電力増幅器28で電力増幅された電力増幅変調信号を平滑化して、駆動信号COM（駆動パルスPCOM）として選択スイッチ201からノズルアクチュエータ22に供給する平滑フィルタ29と、変調回路26からの変調信号を読み込んで当該変調回路26による変調信号のパルス幅を調整するパルス幅調整回路31を備えて構成される。

【0018】

駆動波形信号発生回路25は、CPU62aから出力された駆動波形データDWCOMを電圧信号に変換して所定サンプリング周期分ホールドすると共に、それをD/A変換器でアナログ変換して駆動波形信号WCOMとして出力する。本実施形態では、この駆動波形信号WCOMをパルス変調する変調回路26にパルス密度変調（PDM）回路として

変調回路を用いた。変調を行うパルス密度変調は、入力信号の量子化誤差を遅延させて入力側にフィードバックし、それを再び量子化して、パルスデューティとして出力する。パルス密度変調回路の詳細は、後段に説明する。デジタル電力増幅器28は、実質的に電力を増幅するためのハイサイドのスイッチング素子Q1及びローサイドのスイッチング素子Q2からなるハーフブリッジD級出力段21と、変調回路26からの変調信号に基づいて、それらのスイッチング素子Q1、Q2のゲート・ソース間信号GH、GLを調整するためのゲート駆動回路30とを備えて構成されている。また、平滑フィルタ29は例えばコイルLとコンデンサCの組合せからなるローパスフィルタ（低域通過フィルタ）で構成され、このローパスフィルタによって電力増幅変調信号の変調周期成分、この場合は基準信号の周波数成分が除去される。

【0019】

デジタル電力増幅器28では、変調信号がハイレベルであるとき、ハイサイド側スイッチング素子Q1のゲート・ソース間信号GHはハイレベルとなり、ローサイド側スイッチング素子Q2のゲート・ソース間信号GLはローレベルとなるので、ハイサイド側スイッチング素子Q1はオン状態となり、ローサイド側スイッチング素子Q2はオフ状態となり、その結果、ハーフブリッジD級出力段21の出力は、供給電圧VDDとなる。一方、変調信号がローレベルであるとき、ハイサイド側スイッチング素子Q1のゲート・ソース間信号GHはローレベルとなり、ローサイド側スイッチング素子Q2のゲート・ソース間信

10

20

30

40

50

号 G L はハイレベルとなるので、ハイサイド側スイッチング素子 Q 1 はオフ状態となり、ローサイド側スイッチング素子 Q 2 はオン状態となり、その結果、ハーフブリッジ出力段 2 1 の出力は 0 となる。

【 0 0 2 0 】

このようにハイサイド及びローサイドのスイッチング素子がデジタル駆動される場合には、オン状態のスイッチング素子に電流が流れるが、ドレイン - ソース間の抵抗値は非常に小さく、損失は殆ど発生しない。また、オフ状態のスイッチング素子には電流が流れないので損失は発生しない。従って、このデジタル電力増幅器 2 8 の損失そのものは極めて小さく、小型の M O S F E T 等のスイッチング素子を使用することができる。

【 0 0 2 1 】

図 7 a には、前記変調回路 2 6 として用いられたパルス密度変調回路の機能ブロック図を、図 7 b には、当該パルス密度変調回路の論理回路図を示す。このパルス密度変調回路は、所謂 変調回路であり、機能回路としては、入力信号である駆動波形信号 W C O M を量子化する量子化器 3 2、原信号である駆動波形信号 W C O M から量子化信号を減じて量子化誤差を算出する加減算器 3 3、量子化誤差を遅延する遅延器 3 4、遅延された量子化誤差を原信号である駆動波形信号 W C O M に加算する加算器 3 5 を備えて構成される。具体的な論理回路としては、クロック信号 C L K の反転値の立上がり時に前記遅延された量子化誤差 D o u t を原信号である駆動波形信号 W C O M に加算する加算器 3 6、クロック信号 C L K の立上がり時に加算器 3 6 の出力 Q i n と例えば “ 1 0 ” に設定された定数 A を比較し、出力 Q i n が定数 A 以上であるときにハイレベルとなるパルス密度変調信号 P D M を出力する比較器 3 7、比較器 3 7 の出力であるパルス密度変調信号 P D M を例えば 1 0 倍の値にレベルシフトするレベルシフタ 3 8、クロック信号 C L K の立上がり時にレベルシフタ 3 8 の出力を加算器 3 6 の出力 Q i n から減じて遅延された量子化誤差を出力する遅延・加減算器 3 9 を備えて構成される。なお、本実施形態では、前記機能回路としての量子化器 3 2、論理回路としての比較器 3 7 は、後述する制御信号 E n a b l e 信号がハイレベルにあるときだけ、量子化、或いは比較を行う。

【 0 0 2 2 】

図 8 a には、前記パルス幅調整回路 3 1 の機能ブロック図を、図 8 b には、当該パルス幅調整回路 3 1 の論理回路図を示す。このパルス幅調整回路 3 1 は、機能回路としては、パルス密度変調信号 P D M のエッジ、即ちローレベルからハイレベルへの転換期及びハイレベルからローレベルへの転換期を検出してクロック信号の周期分のリセット信号 r e s e t を出力するエッジ検出部 4 0、リセット信号 r e s e t の立上がり時にリセットされ、クロック信号 C L K をカウントするカウンタ 4 1、カウンタ 4 1 の出力と例えば “ 1 ” に設定された定数 c o n s t を比較し、カウンタ 4 1 の出力が定数 c o n s t よりも大きいときにハイレベルとなる制御信号 E n a b l e を出力する比較器 4 2 とを備えて構成される。論理回路としては、パルス密度変調信号 P D M にクロック信号 C L K の周期分の遅れを与える遅延器 4 3、遅延器 4 3 で遅延された遅延クロック信号 d C L K とクロック信号 C L K の排他的論理和を算出し、遅延クロック信号 d C L K 又は通常のクロック信号 C L K の何れか一方のみがハイレベルにあるときにハイレベルとなる、つまりパルス密度変調信号 P D M の立上がり及び立下がりのエッジ検出からクロック信号 C L K の周期分のリセット信号 r e s e t を出力する排他的論理和器 4 4、リセット信号 r e s e t の立上がり時にリセットされ、クロック信号 C L K の立上がり時にカウントアップするカウンタ 4 5 と、クロック信号 C L K の反転値の立上がり時にカウンタ 4 5 の出力と例えば “ 1 ” に設定された定数 c o n s t を比較し、カウンタ 4 5 の出力が定数 c o n s t 以上であるときにハイレベルとなる制御信号 E n a b l e を出力する比較器 4 6 を備えて構成される。

【 0 0 2 3 】

本実施形態のパルス密度変調回路 2 6、パルス幅調整回路 3 1 によれば、図 9 a に示すように、パルス幅調整回路 3 1 のカウンタ 4 5 の初期値が “ 0 ” であり、制御信号 E n a b l e はローレベルにあり、パルス密度変調信号 P D M の初期値がローレベルにあり、例えば入力信号である駆動波形信号 W C O M が “ 4 ” 一定であるとする、クロック信号 C

10

20

30

40

50

L Kの立下がり時に出力されるパルス密度変調回路26の加算器36の出力Q_{in}は“4”であるが、制御信号E_{nable}がローレベルにあるので、比較器37は“10”である定数Aと出力Q_{in}との比較演算を行わず、次のクロック信号の立上がりで出力されるパルス密度変調信号PDMはローレベルのままとなり、遅延・加減算器39の入力Bは“0”、一方の入力Aは“4”であるから当該遅延・加減算器39の出力D_{out}は“4”となる。

【0024】

同じクロック信号CLKの立下がり時には、パルス密度変調回路26の加算器36の出力Q_{in}は“8”となるが、パルス幅調整回路31のカウンタ45がインクリメントされて“1”となるので、そのタイミングで比較器46から出力される制御信号E_{nable}は10
 ハイレベルとなり、次のクロック信号の立上がり時に比較器37は定数Aと出力Q_{in}を比較するが、出力Q_{in}が“10”より小さいのでパルス密度変調信号PDMはローレベルのままとなり、遅延・加減算器39の出力D_{out}は“8”となる。

同じクロック信号CLKの立下がり時には、パルス幅調整回路31のカウンタ45がインクリメントされて“2”となると共に、パルス密度変調回路26の加算器36の出力Q_{in}は“12”となり、制御信号E_{nable}は10
 ハイレベルのままであるから、次のクロック信号の立上がりで比較器37の出力、つまりパルス密度変調信号PDMが10
 ハイレベルとなり、遅延・加減算器39の入力Bは“10”となり、一方の入力Aは“12”なので、出力D_{out}は“2”となる。

【0025】

前記パルス密度変調信号PDMの立上がりと共にリセット信号r_{eset}も立上がるため、パルス幅調整回路31のカウンタ45がリセットされて“0”となり、比較器46から出力される制御信号E_{nable}がローレベルになると共に、パルス密度変調回路26の加算器36の出力Q_{in}は“6”となるが、制御信号E_{nable}がローレベルであるから比較器37は比較演算を行わず、パルス密度変調信号PDMは10
 ハイレベルのままである。従って、遅延・加減算器39の入力Bは“10”のままであり、一方の入力Aが“6”であるから、次のクロック信号CLKの立上がりでの出力D_{out}は“-4”となると共に、リセット信号r_{eset}もローレベルとなる。

【0026】

同じクロック信号CLKの立下がり時には、パルス幅調整回路31のカウンタ45がインクリメントされて“1”となり、比較器46から出力される制御信号E_{nable}が10
 ハイレベルになると共に、パルス密度変調回路26の加算器36の出力Q_{in}は“0”となり、次のクロック信号CLKの立上がりで比較器37から出力されるパルス密度変調信号PDMはローレベルに変化する。従って、遅延・加減算器39の入力Bは“0”となり、一方の入力Aも“0”であるから、出力D_{out}は“0”となる。

【0027】

前記パルス密度変調信号PDMの立下がりと共にリセット信号r_{eset}も立上がるため、パルス幅調整回路31のカウンタ45がリセットされて“0”となり、比較器46から出力される制御信号E_{nable}がローレベルになると共に、パルス密度変調回路26の加算器36の出力Q_{in}は“4”となるが、制御信号E_{nable}がローレベルであるから比較器37は比較演算を行わず、パルス密度変調信号PDMはローレベルのままである。従って、遅延・加減算器39の入力Bは“0”のままであり、一方の入力Aが“4”であるから、次のクロック信号CLKの立上がりでの出力D_{out}は“4”となると共に、リセット信号r_{eset}もローレベルとなる。

【0028】

このように、パルス密度変調信号PDMのエッジ検出時には、制御信号E_{nable}をローレベルにするため、この制御信号E_{nable}がローレベルにあるときには、比較器37による比較演算が停止され、パルス密度変調信号PDMのパルス幅が時間軸方向に長くなる、換言すればパルス密度変調信号PDMのパルス幅を所定の時間長さ以上に制御することができる。周知のように、パルス密度変調では、パルスデューティ比が50%でパ

10

20

30

40

50

ルス周波数が高くなるので、本実施形態のパルス幅調整回路 31 の機能を図に表すと、図 9 b に示すように、パルスデューティ比 50 % 近傍でのパルス周波数をあるレベルで規制することができ、そのようにすることで駆動信号 COM (駆動パルス PCOM) の歪みを抑制防止することができると共に、スイッチングロスも低減することが可能となる。

【 0029 】

図 10 a は、パルス密度変調のパルス幅を制御しない、通常のパルス密度変調のタイミングチャートであり、図 6 のパルス幅調整回路がなく、図 7 の制御信号 Enable がいない場合を示している。このタイミングチャートで、図 9 a と同様に、パルス密度変調信号 PDM の初期値がローレベルにあり、例えば入力信号である駆動波形信号 WCOM が “ 4 ” 一定であるとする、クロック信号 CLK の立下がり時に出力されるパルス密度変調回路 26 の加算器 36 の出力 Qin は “ 4 ” であり、定数 A と出力 Qin の比較結果に基づいて、次のクロック信号の立上がりで比較器 37 から出力されるパルス密度変調信号 PDM はローレベルのままとなり、遅延・加減算器 39 の入力 B は “ 0 ”、一方の入力 A は “ 4 ” であるから当該遅延・加減算器 39 の出力 Dout は “ 4 ” となる。

【 0030 】

同じクロック信号 CLK の立下がり時には、パルス密度変調回路 26 の加算器 36 の出力 Qin は “ 8 ” となり、次のクロック信号の立上がり時に比較器 37 は定数 A と出力 Qin を比較するが、出力 Qin が “ 10 ” より小さいのでパルス密度変調信号 PDM はローレベルのままとなり、遅延・加減算器 39 の出力 Dout は “ 8 ” となる。

同じクロック信号 CLK の立下がり時には、パルス密度変調回路 26 の加算器 36 の出力 Qin は “ 12 ” となり、次のクロック信号の立上がりで比較器 37 の出力、つまりパルス密度変調信号 PDM がハイレベルとなり、遅延・加減算器 39 の入力 B は “ 10 ” となり、一方の入力 A は “ 12 ” なので、出力 Dout は “ 2 ” となる。

【 0031 】

同じクロック信号の立下がり時には、パルス密度変調回路 26 の加算器 36 の出力 Qin は “ 6 ” となり、次のクロック信号の立上がりで比較器 37 の出力、つまりパルス密度変調信号 PDM がローレベルとなり、遅延・加減算器 39 の入力 B は “ 0 ” となり、一方の入力 A が “ 6 ” であるから、出力 Dout は “ 6 ” となる。

同じクロック信号 CLK の立下がり時には、パルス密度変調回路 26 の加算器 36 の出力 Qin は “ 10 ” となり、次のクロック信号 CLK の立上がりで比較器 37 から出力されるパルス密度変調信号 PDM はハイレベルに変化し、遅延・加減算器 39 の入力 B は “ 10 ” となり、一方の入力 A も “ 10 ” であるから、出力 Dout は “ 0 ” となる。

【 0032 】

同じクロック信号の立下がり時には、パルス密度変調回路 26 の加算器 36 の出力 Qin は “ 4 ” となり、次のクロック信号 CLK の立上がりで比較器 37 から出力されるパルス密度変調信号 PDM はローレベルに変化し、遅延・加減算器 39 の入力 B は “ 0 ” となり、一方の入力 A が “ 4 ” であるから、出力 Dout は “ 4 ” となる。

このように、制御信号 Enable を用いない通常のパルス密度変調では、出力であるパルス密度変調信号 PDM が頻繁にハイレベルとローレベルに変化する場合がある。時間当たりの変化が多いということは、周波数が高いということであり、図 10 b に示すように、パルスデューティ比が 50 % のときにピークになる。パルス周波数が高いと、パルス幅が狭くなり、高速スイッチングによって駆動信号に歪みが生じる恐れがある上に、シュートスルーなどのスイッチングロスの増大にも繋がる。

【 0033 】

このように、本実施形態の電力増幅装置によれば、出力する駆動信号 COM (駆動パルス PCOM) の基準となる駆動波形信号 WCOM の振幅値をパルスデューティからなる変調信号 PDM にパルス変調し、そのパルス変調された変調信号 PDM をデジタル電力増幅回路 28 で電力増幅し、その電力増幅された電力増幅変調信号 APWM を平滑化して駆動信号 COM (駆動パルス PCOM) として出力するにあたり、変調回路 26 による変調信号 PDM のパルス幅を調整することとしたため、変調回路 26 が 変調回路などのパル

10

20

30

40

50

ス密度変調回路である場合に、パルスデューティ比が50%付近で周波数が高くなるとき、変調信号PDMのパルス幅を所定の時間長さ以上に制御することで、変調信号PDMの周波数が低下し、駆動信号COM(駆動パルスPCOM)の歪みを抑制防止することができると共に、スイッチングロスも低減することが可能となる。

【0034】

また、パルス変調された変調信号PDMのパルス幅を所定の時間長さ以上に制御する制御信号Enableを変調回路26に入力することとしたため、駆動信号COM(駆動パルスPCOM)の歪みを抑制防止すると共に、スイッチングロスも低減することができる。

また、変調回路26が、変調回路であることとしたため、駆動信号COM(駆動パルスPCOM)の波形精度を向上することができる。

なお、前記実施形態では、本発明の電力増幅装置をラインヘッド型の液体噴射型印刷装置に用いた場合についてのみ詳述したが、本発明の電力増幅装置は、マルチパス型の液体噴射型印刷装置にも同様に適用可能である。

【0035】

また、前記実施形態では、本発明の電力増幅装置を液体噴射型印刷装置のデジタル電力増幅器の駆動回路に具体化した但、この限りではなく、インク以外の他の液体(液体以外にも、機能材料の粒子が分散されている液状体、ジェルなどの流状体を含む)や液体以外の流体(流体として流して噴射できる固体など)を噴射したり吐出したりする液体噴射装置に具体化することもできる。例えば、液晶ディスプレイ、EL(エレクトロルミネッセンス)ディスプレイ、面発光ディスプレイ、カラーフィルタの製造などに用いられる電極材や色材などの材料を分散又は溶解の形態で含む液状体を噴射する液状体噴射装置、バイオチップ製造に用いられる生体有機物を噴射する液体噴射装置、精密ピペットとして用いられて試料となる液体を噴射する液体噴射装置であってもよい。更に、時計やカメラなどの精密機械にピンポイントで潤滑油を噴射する液体噴射装置、光通信素子などに用いられる微小半球レンズ(光学レンズ)などを形成するための紫外線硬化樹脂などの透明樹脂液を基板上に噴射する液体噴射装置、基板などをエッチングするために酸又はアルカリなどのエッチング液を噴射する液体噴射装置、ジェルを噴射する流状体噴射装置、トナーなどの粉体を例とする固体を噴射する流体噴射式記録装置であってもよい。そして、これらのうち何れか一種の噴射装置に本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の電力増幅装置を用いた液体噴射型印刷装置の一実施形態を示す概略構成正面図である。

【図2】図1の液体噴射型印刷装置に用いられる液体噴射ヘッド近傍の平面図である。

【図3】図1の液体噴射型印刷装置の制御装置のブロック図である。

【図4】各液体噴射ヘッド内のノズルアクチュエータを駆動する駆動信号の説明図である。

【図5】スイッチングコントローラのブロック図である。

【図6】ノズルアクチュエータの駆動回路の一例を示すブロック図である。

【図7】図6の変調回路に用いられたパルス密度変調回路を示すブロック図である。

【図8】図6のパルス幅調整回路のブロック図である。

【図9】図7のパルス密度変調回路及び図8のパルス幅調整回路の作用の説明図である。

【図10】従来のパルス密度変調回路の作用の説明図である。

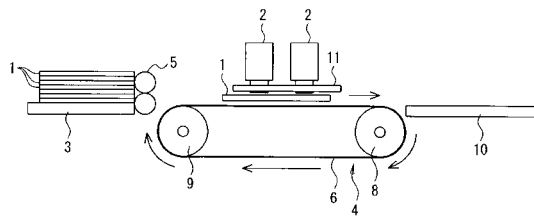
【符号の説明】

【0037】

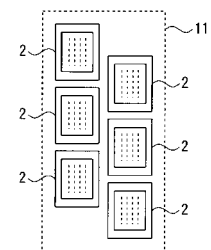
1は印刷媒体、2は液体噴射ヘッド、3は給紙部、4は搬送部、5は給紙ローラ、6は搬送ベルト、7は電動モータ、8は駆動ローラ、9は従動ローラ、10は排紙部、11は固定プレート、21はハーフブリッジD級出力段、22はノズルアクチュエータ、25は駆動波形信号発生回路、26は変調回路、28はデジタル電力増幅器、29は平滑フィル

タ、30はゲート駆動回路、31はパルス幅調整回路、32は量子化器、33は加減算器、34は遅延器、35は加算器、36は加算器、37比較器、38はレベルシフタ、39は遅延・加減算器、40はエッジ検出部、41はカウンタ、42は比較器、43は遅延器、44は排他的論理和器、45はカウンタ、46は比較器、65はヘッドドライバ

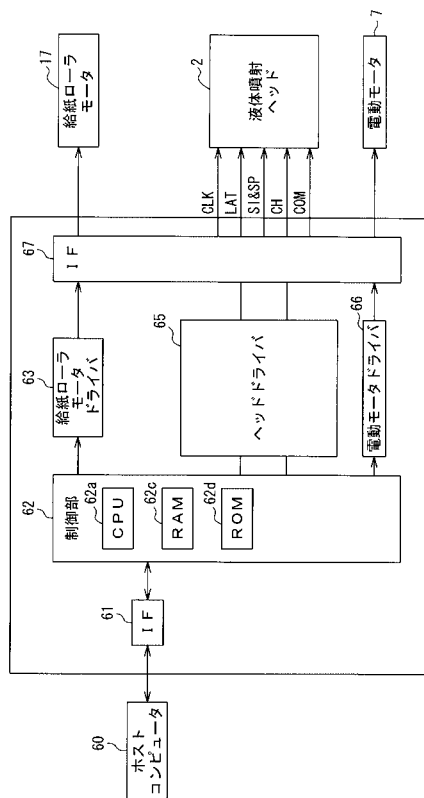
【図1】



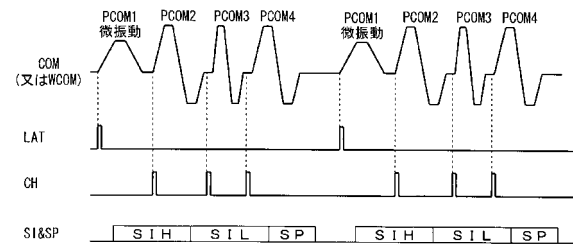
【図2】



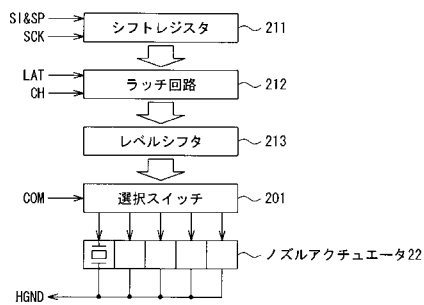
【 図 3 】



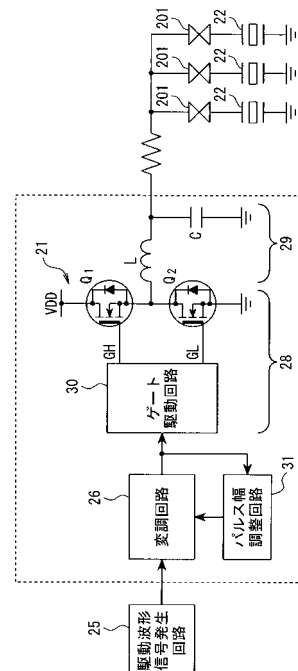
【 図 4 】



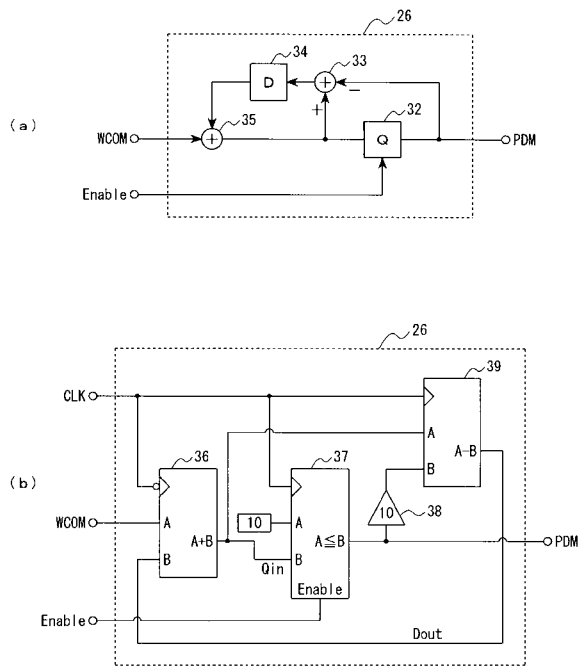
【 図 5 】



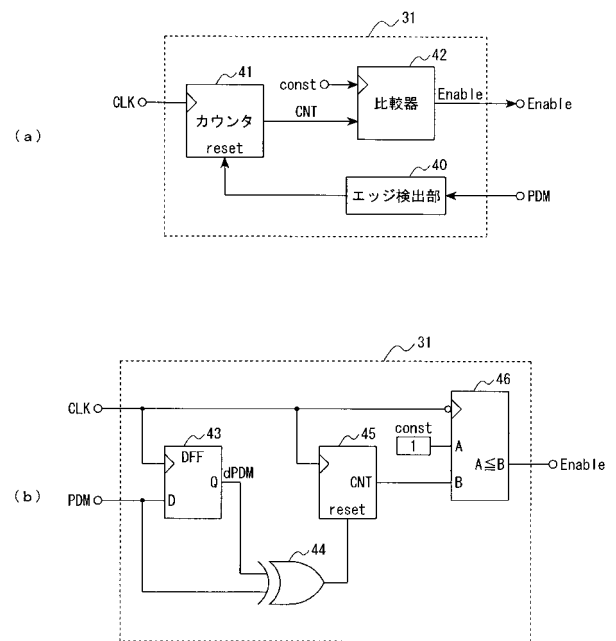
【 図 6 】



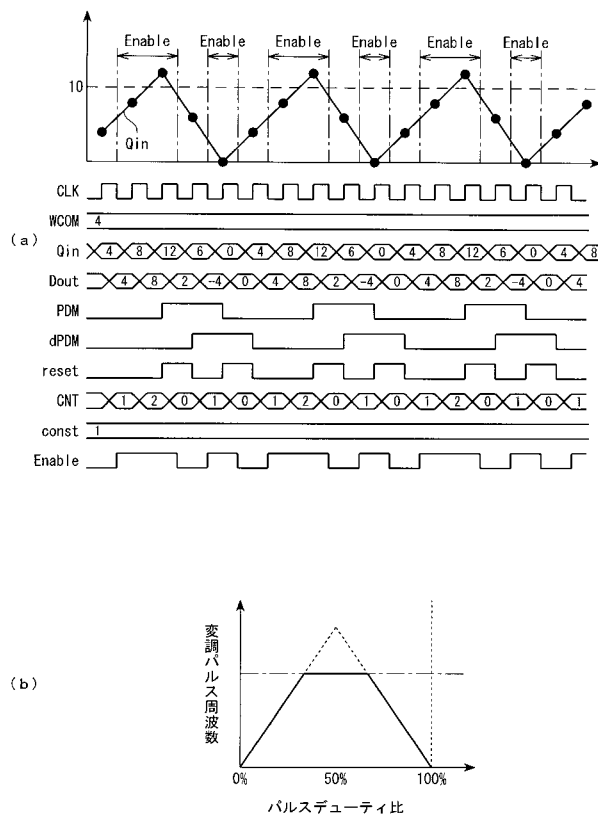
【圖 7】



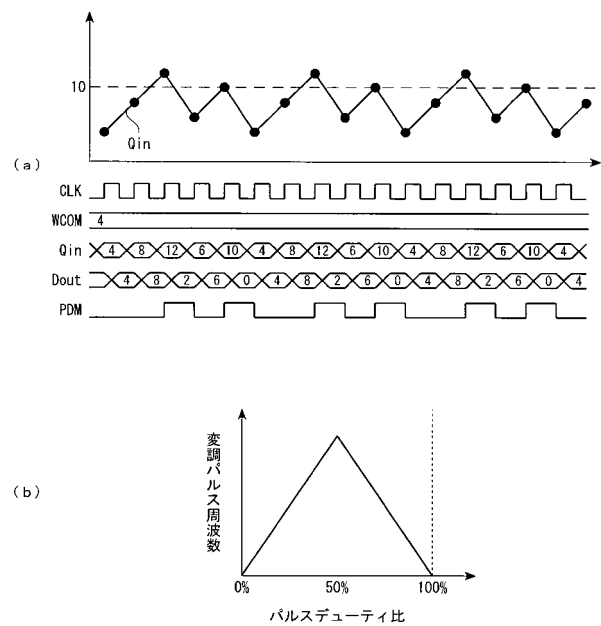
【 図 8 】



【 図 9 】



【 ㊦ 1 0 】



フロントページの続き

- (72)発明者 宮 崎 新一
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
- (72)発明者 阿左美 晋亮
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
- (72)発明者 吉野 浩行
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
- (72)発明者 井出 典孝
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

Fターム(参考) 2C057 AF51 AM21 BA03 BA14
5J500 AA01 AA26 AA66 AC22 AC26 AC36 AF20 AH10 AH25 AH29
AH33 AH39 AK35 AK36 AK53 AS16 AT06