【書類名】明細書

【発明の名称】液体吐出装置、駆動回路およびヘッドユニット

【技術分野】

　【０００１】

　本発明は、液体吐出装置、駆動回路およびヘッドユニットに関する。

【背景技術】

　【０００２】

　インクを吐出して画像や文書を印刷するインクジェットプリンターには、圧電素子（例

えばピエゾ素子）を用いたものが知られている。圧電素子は、ヘッドユニットにおいて複

数のノズルのそれぞれに対応して設けられ、それぞれが駆動信号にしたがって駆動される

ことによって、ノズルから所定のタイミングで所定量のインク（液体）を吐出させて、ド

ットを形成する。圧電素子は、電気的にみればコンデンサーのような容量性負荷であるの

で、各ノズルの圧電素子を動作させるためには十分な電流を供給する必要がある。

　【０００３】

　このため、源駆動信号を増幅回路で増幅して、駆動信号としてヘッドユニットに供給し

て、圧電素子を駆動する構成となっている。増幅回路としては、源駆動信号をＡＢ級など

で電流増幅する方式（リニア増幅、特許文献１参照）が挙げられる。ただし、リニア増幅

では消費電力が大きく、エネルギー効率が悪いので、近年では、Ｄ級増幅についても提案

されている（特許文献２参照）。このＤ級増幅は、端的にいえば、入力信号をパルス幅変

調やパルス密度変調するとともに、当該変調信号にしたがって電源電圧間において直列に

挿入されたハイサイドトランジスターおよびローサイドトランジスターからなるトランジ

スター対をスイッチングし、このスイッチングによる出力信号をローパスフィルターで濾

波することで、入力信号を増幅する、というものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

　【０００４】

　　【特許文献１】特開２００９－１９０２８７号公報

　　【特許文献２】特開２０１０－１１４７１１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

　【０００５】

　しかしながら、Ｄ級増幅方式では、リニア増幅方式と比較してエネルギー効率が高いも

のの、圧電素子を広い電圧範囲で駆動しようとすると、トランジスター対の電源電圧が高

くなる。このため、消費電力を改善する点において改良の余地がある。

　そこで、本発明のいくつかの態様の目的の一つは、消費電力を改善した液体吐出装置、

駆動回路およびヘッドユニットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

　【０００６】

　上記目的の一つを達成するために、本発明の一態様に係る液体吐出装置は、単一の電圧

を昇圧して、それぞれ異なる電源電圧を生成する複数の昇圧回路を有する電源供給部と、

前記複数の昇圧回路の少なくとも１つが生成した電源電圧に基づき源駆動信号を増幅して

、駆動信号を生成する駆動回路と、前記駆動信号が印加されることで変位する圧電素子を

有する吐出部と、を備え、前記電源供給部は、増幅で不使用となる電源電圧を生成する前

記昇圧回路に対して、昇圧を停止する制御を行うことを特徴とする。

　【０００７】

　上記一態様に係る液体吐出装置によれば、複数の昇圧回路の少なくとも１つの電源電圧

に基づいて駆動信号を生成する一方、増幅で不使用となる電源電圧を生成する昇圧回路に

対して、昇圧を停止させるので、その分、消費電力が改善される。

　【０００８】

　上記一態様に係る液体吐出装置において、前記複数の増幅回路の昇圧倍率はそれぞれ異

なる構成としても良いし、前記複数の昇圧回路は、第１電圧を生成する第１昇圧回路と第

２電圧を生成する第２昇圧回路とを含み、前記第２昇圧回路は、前記第１電圧と前記第２

電圧との値を足し合わせた加算電圧を生成し、前記駆動回路に供給する構成としても良い

。

　【０００９】

　上記一態様に係る液体吐出装置において、前記駆動回路は、第１比較部と第２比較部と

を含み、入力信号と前記駆動信号とが入力され、第１制御信号と第２制御信号とを出力す

る比較ユニットと、前記第１制御信号に基づいて制御される第１トランジスターと前記第

２制御信号に基づいて制御される第２トランジスターとからなり、前記複数の昇圧回路の

少なくとも１つで生成された電源電圧に基づいて前記駆動信号を出力するトランジスター

対と、を備え、前記第１比較部は、第１比較信号と第２比較信号とを比較して、前記第１

制御信号を出力し、前記第１比較信号は、前記入力信号または前記駆動信号の一方をオフ

セットした信号であり、前記第２比較部は、第３比較信号と第４比較信号とを比較して、

前記第２制御信号を出力し、前記第３比較信号は、前記入力信号または前記駆動信号の一

方をオフセットした信号である構成としても良い。

　この構成によれば、Ｄ級増幅方式と比較して、ローパスフィルターが不要であるので、

当該ローパスフィルターにおいて消費される電力を無視することができる。

　【００１０】

　なお、液体吐出装置とは、液体を吐出するものであれば良く、これには後述する印刷装

置のほかに、立体造形装置（いわゆる３Ｄプリンター）、捺染装置なども含まれる。

　また、本発明は、液体吐出装置に限られず、種々の態様で実現することが可能であり、

例えば当該圧電素子のような容量性負荷を駆動する駆動回路や、液体吐出装置におけるヘ

ッドユニットなどとしても概念することが可能である。

【図面の簡単な説明】

　【００１１】

　　【図１】実施形態に係る印刷装置の概略構成を示す図である。

　　【図２】ヘッドユニットにおけるノズルの配列等を示す図である。

　　【図３】ヘッドユニットにおける要部構成を示す断面図である。

　　【図４】印刷装置の電気的な構成を示す図である。

　　【図５】駆動信号の波形等を説明するための図である。

　　【図６】選択制御部の構成を示す図である。

　　【図７】デコーダーのデコード内容を示す図である。

　　【図８】選択部の構成を示す図である。

　　【図９】選択部により選択されて圧電素子に供給される駆動信号を示す図である。

　　【図１０】駆動回路の構成を示す図である。

　　【図１１】駆動回路における電源供給部の構成を示す図である。

　　【図１２】駆動回路の動作を説明するための図である。

　　【図１３】駆動回路の動作を説明するための図である。

　　【図１４】駆動回路の動作を説明するための図である。

　　【図１５】入力信号と出力信号との関係でトランジスターの動作を示す図である。

　　【図１６】第１オフセット部および第２オフセット部の他の例を示す図である。

　　【図１７】電源供給部の他の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

　【００１２】

　以下、図面を参照して本発明を実施するための形態について、印刷装置を例にとって説

明する。

　【００１３】

　図１は、印刷装置の概略構成を示す斜視図である。

　この印刷装置１は、液体としてのインクを吐出することによって、紙などの媒体Ｐにイ

ンクドット群を形成し、これにより、画像（文字、図形等を含む）を印刷する液体吐出装

置の一種である。

　【００１４】

　図１に示されるように、印刷装置１は、キャリッジ２０を、主走査方向（Ｘ方向）に移

動（往復動）させる移動機構６を備える。

　移動機構６は、キャリッジ２０を移動させるキャリッジモーター６１と、両端が固定さ

れたキャリッジガイド軸６２と、キャリッジガイド軸６２とほぼ平行に延在し、キャリッ

ジモーター６１により駆動されるタイミングベルト６３と、を有している。

　キャリッジ２０は、キャリッジガイド軸６２に往復動自在に支持されるとともに、タイ

ミングベルト６３の一部に固定されている。そのため、キャリッジモーター６１によりタ

イミングベルト６３を正逆走行させると、キャリッジ２０がキャリッジガイド軸６２に案

内されて往復動する。

　【００１５】

　キャリッジ２０には、印刷ヘッド２２が交換可能に搭載されている。この印刷ヘッド２

２は、媒体Ｐと対向する部分に、インクを個別にＺ方向に吐出する複数のノズルを有する

。なお、印刷ヘッド２２は、カラー印刷のために、概略的に４個のブロックに分かれてい

る。個々のブロックは、ブラック（Ｂｋ）、シアン（Ｃ）、マゼンタ（Ｍ）、イエロー（

Ｙ）のインクをそれぞれ吐出する。

　なお、キャリッジ２０には、フレキシブルフラットケーブル１９０を介してメイン基板

（この図では省略）から駆動信号を含む各種の制御信号等が供給される構成となっている

。

　【００１６】

　印刷装置１は、媒体Ｐを、プラテン８０上で搬送させる搬送機構８を備える。搬送機構

８は、駆動源である搬送モーター８１と、搬送モーター８１により回転し、媒体Ｐを副走

査方向（Ｙ方向）に搬送する搬送ローラー８２と、を備える。

　【００１７】

　このような構成において、キャリッジ２０の主走査に合わせて印刷ヘッド２２のノズル

から印刷データに応じてインクを吐出させるとともに、媒体Ｐを搬送機構８によって搬送

する動作を繰り返すことで、媒体Ｐの表面に画像が形成される。

　なお、本実施形態において主走査は、キャリッジ２０を移動させることで実行されるが

、媒体Ｐを移動させることで実行しても良く、キャリッジ２０と媒体Ｐとの双方を移動さ

せても良い。要は、媒体Ｐとキャリッジ２０（印刷ヘッド２２）とが相対的に移動する構

成であれば良い。

　【００１８】

　図２（ａ）は、印刷ヘッド２２におけるインクの吐出面を媒体Ｐからみた場合の図であ

る。この図に示されるように、印刷ヘッド２２は、４個のヘッドユニット３を有する。４

個のヘッドユニット３の各々は、それぞれブラック（Ｂｋ）、シアン（Ｃ）、マゼンタ（

Ｍ）、イエロー（Ｙ）に対応し、主走査方向であるＸ方向に配列する。

　【００１９】

　図２（ｂ）は、１個のヘッドユニット３におけるノズルの配列を示す図である。

　この図に示されるように、１個のヘッドユニット３では、複数のノズルＮが、２列で配

列する。ここで、説明の便宜上、この２列をそれぞれノズル列Ｎａ、Ｎｂとする。

　【００２０】

　ノズル列Ｎａ、Ｎｂでは、それぞれ複数のノズルＮが、Ｙ方向に沿ってピッチＰ１で配

列する。また、ノズル列Ｎａ、Ｎｂ同士は、Ｙ方向にピッチＰ２だけ離間する。ノズル列

Ｎａに属するノズルＮとノズル列Ｎｂに属するノズルＮとは、Ｙ方向に、ピッチＰ１の半

分だけシフトした関係となっている。

　このようにノズルＮを、ノズル列Ｎａ、Ｎｂの２列で、Ｙ方向にピッチＰ１の半分だけ

シフトして配置させることにより、Ｙ方向の解像度を、１列の場合と比較して実質的に倍

に高めることができる。

　なお、１個のヘッドユニット３におけるノズルＮの個数を便宜的にｍ（ｍは２以上の整

数）とする。

　【００２１】

　ヘッドユニット３は、アクチュエーター基板に可撓性の回路基板が接続されるとともに

、当該可撓性の回路基板に駆動ＩＣが実装される。そこで次に、アクチュエーター基板の

構造について説明する。

　【００２２】

　図３は、アクチュエーター基板の構造を示す断面図である。詳細には図２（ｂ）におけ

るｇ－ｇ線で破断した場合の断面を示す図である。

　図３に示されるように、アクチュエーター基板４０は、流路基板４２のうち、Ｚ方向の

負側の面上に圧力室基板４４と振動板４６とが設けられる一方、Ｚ方向の正側の面上にノ

ズル板４１が設置された構造体である。

　アクチュエーター基板４０の各要素は、概略的にはＹ方向に長尺な略平板状の部材であ

り、例えば接着剤を利用して互いに固定される。また、流路基板４２および圧力室基板４

４は、例えばシリコンの単結晶基板で形成される。

　【００２３】

　ノズルＮは、ノズル板４１に形成される。ノズル列Ｎａに属するノズルに対応する構造

と、ノズル列Ｎｂに属するノズルに対応する構造とは、Ｙ方向にピッチＰ１の半分だけシ

フトした関係にあるが、それ以外では、略対称に形成されるので、以下においてはノズル

列Ｎａに着目してアクチュエーター基板４０の構造を説明することにする。

　【００２４】

　流路基板４２は、インクの流路を形成する平板材であり、開口部４２２と供給流路４２

４と連通流路４２６とが形成される。供給流路４２４および連通流路４２６は、ノズル毎

に形成され、開口部４２２は、複数のノズルにわたって連続するように形成されるととも

に、対応する色のインクが供給される構造となっている。この開口部４２２は、液体貯留

室Ｓｒとして機能し、当該液体貯留室Ｓｒの底面は、例えばノズル板４１によって構成さ

れる。具体的には、流路基板４２における開口部４２２と各供給流路４２４と連通流路４

２６とを閉塞するように流路基板４２の底面に固定される。

　【００２５】

　圧力室基板４４のうち流路基板４２とは反対側の表面に振動板４６が設置される。振動

板４６は、弾性的に振動可能な平板状の部材であり、例えば酸化シリコン等の弾性材料で

形成された弾性膜と、酸化ジルコニウム等の絶縁材料で形成された絶縁膜との積層で構成

される。振動板４６と流路基板４２とは、圧力室基板４４の各開口部４２２の内側で互い

間隔をあけて対向する。各開口部４２２の内側で流路基板４２と振動板４６とに挟まれた

空間は、インクに圧力を付与するキャビティ４４２として機能する。各キャビティ４４２

は、流路基板４２の連通流路４２６を介してノズルＮに連通する。

　振動板４６のうち圧力室基板４４とは反対側の表面には、ノズルＮ（キャビティ４４２

）毎に圧電素子Ｐztが形成される。

　【００２６】

　圧電素子Ｐztは、振動板４６の面上に形成された複数の圧電素子Ｐztにわたって共通の

駆動電極７２と、当該駆動電極７２の面上に形成された圧電体７４と、当該圧電体７４の

面上に圧電素子Ｐzt毎に形成された個別の駆動電極７６とを包含する。このような構成に

おいて、駆動電極７２、７６によって圧電体７４を挟んで対向する領域が圧電素子Ｐztと

して機能する。

　【００２７】

　圧電体７４は、例えば加熱処理（焼成）を含む工程で形成される。具体的には、複数の

駆動電極７２が形成された振動板４６の表面に塗布された圧電材料を、焼成炉内での加熱

処理により焼成してから圧電素子Ｐzt毎に成形（例えばプラズマを利用したミーリング）

することで圧電体７４が形成される。

　【００２８】

　なお、ノズル列Ｎｂに対応する圧電素子Ｐztも同様に、駆動電極７２と、圧電体７４と

、駆動電極７６とを包含した構成である。

　また、この例では、圧電体７４に対し、共通の駆動電極７２を下層とし、個別の駆動電

極７６を上層としたが、逆に駆動電極７２を上層とし、駆動電極７６を下層とする構成と

しても良い。

　アクチュエーター基板４０については、駆動ＩＣを直接実装した構成でも良い。

　【００２９】

　後述するように、圧電素子Ｐztの一端である駆動電極７６には、吐出すべきインク量に

応じた駆動信号の電圧Ｖoutが個別に印加される一方、圧電素子Ｐztの他端である駆動電

極７２には、電圧ＶＢＳの保持信号が共通に印加される。

　このため、圧電素子Ｐztは、駆動電極７２、７６に印加された電圧に応じて、上または

下方向に変位する。詳細には、駆動電極７６を介して印加される駆動信号の電圧Ｖoutが

低くなると、圧電素子Ｐztにおける中央部分が両端部分に対して上方向に撓む一方、当該

電圧Ｖoutが高くなると、下方向に撓む構成となっている。

　ここで、上方向に撓めば、キャビティ４４２の内部容積が拡大（圧力が減少）するので

、インクが液体貯留室Ｓｒから引き込まれる一方、下方向に撓めば、キャビティ４４２の

内部容積が縮小（圧力が増加）するので、縮小の程度によっては、インク滴がノズルＮか

ら吐出される。このように、圧電素子Ｐztに適切な駆動信号が印加されると、当該圧電素

子Ｐztの変位によって、インクがノズルＮから吐出される。このため、少なくとも圧電素

子Ｐzt、キャビティ４４２、ノズルＮによってインクを吐出する吐出部が構成されること

になる。

　【００３０】

　次に、印刷装置１の電気的な構成について説明する。

　【００３１】

　図４は、印刷装置１の電気的な構成を示すブロック図である。

　この図に示されるように、印刷装置１は、メイン基板１００にヘッドユニット３が接続

された構成となっている。ヘッドユニット３は、アクチュエーター基板４０と、駆動ＩＣ

５０とに大別される。

　メイン基板１００は、駆動ＩＣ５０に、制御信号Ｃtrや、駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ

－Ｂを供給し、アクチュエーター基板４０に、電圧ＶＢＳ（オフセット電圧）の保持信号

を、配線５５０を介して供給する。

　なお、印刷装置１では、４個のヘッドユニット３が設けられ、メイン基板１００が、４

個のヘッドユニット３をそれぞれ独立に制御する。４個のヘッドユニット３では、吐出す

るインクの色以外において異なることがないので、以下においては便宜的に１個のヘッド

ユニット３について代表して説明することにする。

　【００３２】

　図４に示されるように、メイン基板１００は、制御部１１０、Ｄ／Ａ変換器（ＤＡＣ）

１１３ａ、１１３ｂ、駆動回路１２０ａ、１２０ｂ、および、オフセット電圧生成回路１

３０を含む。

　このうち、制御部１１０は、ＣＰＵや、ＲＡＭ、ＲＯＭなどを有する一種のマイクロコ

ンピューターであり、印刷対象となる画像データがホストコンピューター等から供給され

たときに、所定のプログラムを実行することによって、後述するヘッド識別情報に応じた

印刷処理パラメータを決定し、当該印刷処理パラメータに応じて各部を制御するための各

種の制御信号を出力するなどして印刷処理を実行する。

　【００３３】

　具体的には、第１に、制御部１１０は、ＤＡＣ１１３ａおよび駆動回路１２０ａにデジ

タルのデータｄＡを繰り返して供給し、ＤＡＣ１１３ｂおよび駆動回路１２０ｂにデジタ

ルのデータｄＢを同じく繰り返して供給する。ここで、データｄＡは、ヘッドユニット３

に供給する駆動信号ＣＯＭ－Ａの波形を規定し、データｄＢは、駆動信号ＣＯＭ－Ｂの波

形を規定する。

　なお、駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂ（および増幅前の信号Ａin、Ｂin）については

、それぞれ後述するように台形波形である。

　【００３４】

　ＤＡＣ１１３ａは、データｄＡをアナログ変換し、信号Ａinとして駆動回路１２０ａに

供給する。同様に、ＤＡＣ１１３ｂは、データｄＢをアナログ変換し、信号Ｂinとして駆

動回路１２０ｂに供給する。

　【００３５】

　駆動回路１２０ａは、詳細については後述するが、インピーダンスの信号Ａinを、容量

性負荷である圧電素子Ｐztに対し、電圧増幅するとともに駆動能力を高めて（低インピー

ダンスに変換して）駆動信号ＣＯＭ－Ａとして出力する。同様に、駆動回路１２０ｂは、

信号Ｂinを、電圧増幅するとともに駆動能力を高めて駆動信号ＣＯＭ－Ｂとして出力する

。

　【００３６】

　ＤＡＣ１１３ａ（１１３ｂ）により変換された信号Ａin（Ｂin）は例えば電圧０～４Ｖ

程度で振幅するのに対し、駆動信号ＣＯＭ－Ａ（ＣＯＭ－Ｂ）の電圧は０～４０Ｖ程度で

振幅する。このため、駆動回路１２０ａ（１２０ｂ）は、ＤＡＣ１１３ａ（１１３ｂ）に

より変換された信号Ａin（Ｂin）の電圧を例えば１０倍に増幅して、出力する構成となっ

ている。

　なお、駆動回路１２０ａ、１２０ｂについては、入力する信号、および、出力する駆動

信号の波形がそれぞれ異なるのみであり、回路的な構成は同一である。

　【００３７】

　第２に、制御部１１０は、駆動回路１２０ａにデータＲｅＡを供給し、駆動回路１２０

ｂにデータＲｅＢを供給する。なお、データＲｅＡ、ＲｅＢの詳細については後述する。

　【００３８】

　第３に、制御部１１０は、移動機構６および搬送機構８に対する制御に同期して、ヘッ

ドユニット３に各種の制御信号Ｃtrを供給する。なお、ヘッドユニット３に供給される制

御信号Ｃtrには、ノズルＮから吐出させるインクの量を規定する印刷データ（吐出制御信

号）、当該印刷データの転送に用いるクロック信号、印刷周期等を規定するタイミング信

号等が含まれる。

　なお、制御部１１０は、移動機構６および搬送機構８を制御するが、このための構成に

ついては既知であるので省略する。

　【００３９】

　メイン基板１００におけるオフセット電圧生成回路１３０は、電圧ＶＢＳの保持信号を

生成して配線５５０に出力する。なお、電圧ＶＢＳは、アクチュエーター基板４０におけ

る複数の圧電素子Ｐztの他端を、それぞれにわたって一定の状態に保持するためのもので

ある。

　【００４０】

　一方、ヘッドユニット３において、駆動ＩＣ５０は、選択制御部５１０と、圧電素子Ｐ

ztに一対一に対応した選択部５２０と、を有する。このうち、選択制御部５１０は、選択

部５２０の各々における選択をそれぞれ制御する。詳細には、選択制御部５１０は、制御

部１１０からクロック信号に同期して供給される印刷データを、ヘッドユニット３のノズ

ル（圧電素子Ｐzt）の数個分、一旦蓄積するとともに、各選択部５２０に対し、印刷デー

タにしたがって駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂの選択を、タイミング信号で規定される

印刷周期の開始タイミングで指示する。

　各選択部５２０は、選択制御部５１０による指示にしたがって、駆動信号ＣＯＭ－Ａ、

ＣＯＭ－Ｂのいずれかを選択し（または、いずれも選択せずに）、電圧Ｖoutの駆動信号

として、対応する圧電素子Ｐztの一端に印加する。

　アクチュエーター基板４０には、上述したようにノズルＮ毎に圧電素子Ｐztが１個ずつ

設けられる。圧電素子Ｐztの各々における他端は共通接続されて、当該他端には配線５５

０を介してオフセット電圧生成回路１３０による電圧ＶＢＳが印加される。

　【００４１】

　本実施形態において、１つのドットについては、１つのノズルＮからインクを最多で２

回吐出させることで、大ドット、中ドット、小ドットおよび非記録の４階調を表現させる

。この４階調を表現するために、本実施形態では、２種類の駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ

－Ｂを用意するとともに、各々の１周期にそれぞれ前半パターンと後半パターンとを持た

せている。そして、１周期のうち、前半・後半において駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂ

を、表現すべき階調に応じた選択して（または選択しないで）、圧電素子Ｐztに供給する

構成となっている。

　そこで先に、駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂについて説明し、この後、駆動信号ＣＯ

Ｍ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂを選択するための選択制御部５１０および選択部５２０の詳細な構成

について説明する。

　【００４２】

　図５は、駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂの波形等を示す図である。

　図に示されるように、駆動信号ＣＯＭ－Ａは、印刷周期Ｔａのうち、制御信号ＬＡＴが

出力されて（立ち上がって）から制御信号ＣＨが出力されるまでの期間Ｔ１に配置された

台形波形Ａｄｐ１と、印刷周期Ｔａのうち、制御信号ＣＨが出力されてから次の制御信号

ＬＡＴが出力されるまでの期間Ｔ２に配置された台形波形Ａｄｐ２とを繰り返す波形とな

っている。

　なお、この図に示される駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂは、後述する変形前の標準的

な波形を示している。

　【００４３】

　本実施形態において台形波形Ａｄｐ１、Ａｄｐ２とは、互いにほぼ同一の波形であり、

仮にそれぞれが圧電素子Ｐztの一端に供給されたとしたならば、当該圧電素子Ｐztに対応

するノズルＮから所定量、具体的には中程度の量のインクをそれぞれ吐出させる波形であ

る。

　【００４４】

　駆動信号ＣＯＭ－Ｂは、期間Ｔ１に配置された台形波形Ｂｄｐ１と、期間Ｔ２に配置さ

れた台形波形Ｂｄｐ２とを繰り返す波形となっている。本実施形態において台形波形Ｂｄ

ｐ１、Ｂｄｐ２とは、互いに異なる波形である。このうち、台形波形Ｂｄｐ１は、ノズル

Ｎ付近のインクを微振動させてインクの粘度の増大を防止するための波形である。このた

め、仮に台形波形Ｂｄｐ１が圧電素子Ｐztの一端に供給されたとしても、当該圧電素子Ｐ

ztに対応するノズルＮからインク滴が吐出されない。また、台形波形Ｂｄｐ２は、台形波

形Ａｄｐ１（Ａｄｐ２）とは異なる波形となっている。仮に台形波形Ｂｄｐ２が圧電素子

Ｐztの一端に供給されたとしたならば、当該圧電素子Ｐztに対応するノズルＮから上記所

定量よりも少ない量のインクを吐出させる波形である。

　【００４５】

　台形波形Ａｄｐ１、Ａｄｐ２、Ｂｄｐ１、Ｂｄｐ２の開始タイミングでの電圧と、終了

タイミングでの電圧とは、いずれも電圧Ｖcenで共通である。すなわち、台形波形Ａｄｐ

１、Ａｄｐ２、Ｂｄｐ１、Ｂｄｐ２は、それぞれ電圧Ｖcenで開始し、電圧Ｖcenで終了す

る波形となっている。

　なお、駆動回路１２０ａ（１２０ｂ）は、上述したように信号Ａin（Ｂin）の電圧を１

０倍に増幅して出力するので、入力である信号Ａin（Ｂin）は、後述する誤差を伴うもの

の、駆動信号ＣＯＭ－Ａ（ＣＯＭ－Ｂ）の電圧をそのまま１／１０とした波形である。

　【００４６】

　図６は、図４における選択制御部５１０の構成を示す図である。

　この図に示されるように、選択制御部５１０には、クロック信号Ｓck、印刷データＳＩ

、制御信号ＬＡＴ、ＣＨが供給される。選択制御部５１０では、シフトレジスタ（Ｓ／Ｒ

）５１２とラッチ回路５１４とデコーダー５１６との組が、圧電素子Ｐzt（ノズルＮ）の

それぞれに対応して設けられている。

　【００４７】

　印刷データＳＩは、印刷周期Ｔａにわたって、着目しているヘッドユニット３において

、すべてのノズルＮによって形成すべきドットを規定するデータである。本実施形態では

、非記録、小ドット、中ドットおよび大ドットの４階調を表現するために、ノズル１個分

の印刷データは、上位ビット（ＭＳＢ）および下位ビット（ＬＳＢ）の２ビットで構成さ

れる。

　印刷データＳＩは、クロック信号Ｓckに同期してノズルＮ（圧電素子Ｐzt）毎に、媒体

Ｐの搬送に合わせて供給される。当該印刷データＳＩを、ノズルＮに対応して２ビット分

、一旦保持するための構成がシフトレジスタ５１２である。

　詳細には、ｍ個の圧電素子Ｐzt（ノズル）の各々に対応した計ｍ段のシフトレジスタ５

１２が縦続接続されるとともに、図において左端に位置する１段のシフトレジスタ５１２

に供給された印刷データＳＩが、クロック信号Ｓckにしたがって順次後段（下流側）に転

送される構成となっている。

　なお、図では、シフトレジスタ５１２を区別するために、印刷データＳＩが供給される

上流側から順番に１段、２段、…、ｍ段と表記している。

　【００４８】

　ラッチ回路５１４は、シフトレジスタ５１２で保持された印刷データＳＩを制御信号Ｌ

ＡＴの立ち上がりでラッチする。

　デコーダー５１６は、ラッチ回路５１４によってラッチされた２ビットの印刷データＳ

Ｉをデコードして、制御信号ＬＡＴと制御信号ＣＨとで規定される期間Ｔ１、Ｔ２ごとに

、選択信号Ｓａ、Ｓｂを出力して、選択部５２０での選択を規定する。

　【００４９】

　図７は、デコーダー５１６におけるデコード内容を示す図である。

　この図において、ラッチされた２ビットの印刷データＳＩについては（ＭＳＢ、ＬＳＢ

）と表記している。デコーダー５１６は、例えばラッチされた印刷データＳＩが（０、１

）であれば、選択信号Ｓａ、Ｓｂの論理レベルを、期間Ｔ１ではそれぞれＨ、Ｌレベルで

、期間Ｔ２ではそれぞれＬ、Ｈレベルで、出力するということを意味している。

　なお、選択信号Ｓａ、Ｓｂの論理レベルについては、クロック信号Ｓck、印刷データＳ

Ｉ、制御信号ＬＡＴ、ＣＨの論理レベルよりも、レベルシフター（図示省略）によって、

高振幅論理にレベルシフトされる。

　【００５０】

　図８は、図４における選択部５２０の構成を示す図である。

　この図に示されるように、選択部５２０は、インバーター（ＮＯＴ回路）５２２ａ、５

２２ｂと、トランスファーゲート５２４ａ、５２４ｂとを有する。

　デコーダー５１６からの選択信号Ｓａは、トランスファーゲート５２４ａにおいて丸印

が付されていない正制御端に供給される一方で、インバーター５２２ａによって論理反転

されて、トランスファーゲート５２４ａにおいて丸印が付された負制御端に供給される。

同様に、選択信号Ｓｂは、トランスファーゲート５２４ｂの正制御端に供給される一方で

、インバーター５２２ｂによって論理反転されて、トランスファーゲート５２４ｂの負制

御端に供給される。

　トランスファーゲート５２４ａの入力端には、駆動信号ＣＯＭ－Ａが供給され、トラン

スファーゲート５２４ｂの入力端には、駆動信号ＣＯＭ－Ｂが供給される。トランスファ

ーゲート５２４ａ、５２４ｂの出力端同士は、共通接続されるとともに、対応する圧電素

子Ｐztの一端に接続される。

　トランスファーゲート５２４ａは、選択信号ＳａがＨレベルであれば、入力端および出

力端の間を導通（オン）させ、選択信号ＳａがＬレベルであれば、入力端と出力端との間

を非導通（オフ）させる。トランスファーゲート５２４ｂについても同様に選択信号Ｓｂ

に応じて、入力端および出力端の間をオンオフさせる。

　【００５１】

　図５に示されるように、印刷データＳＩは、ノズル毎に、クロック信号Ｓckに同期して

供給されて、ノズルに対応するシフトレジスタ５１２において順次転送される。そして、

クロック信号Ｓckの供給が停止すると、シフトレジスタ５１２のそれぞれには、各ノズル

に対応した印刷データＳＩが保持された状態になる。

　ここで、制御信号ＬＡＴが立ち上がると、ラッチ回路５１４のそれぞれは、シフトレジ

スタ５１２に保持された印刷データＳＩを一斉にラッチする。図５において、Ｌ１、Ｌ２

、…、Ｌｍ内の数字は、１段、２段、…、ｍ段のシフトレジスタ５１２に対応するラッチ

回路５１４によってラッチされた印刷データＳＩを示している。

　【００５２】

　デコーダー５１６は、ラッチされた印刷データＳＩで規定されるドットのサイズに応じ

て、期間Ｔ１、Ｔ２のそれぞれにおいて、選択信号Ｓａ、Ｓａの論理レベルを図７に示さ

れるような内容で出力する。

　すなわち、第１に、デコーダー５１６は、当該印刷データＳＩが（１、１）であって、

大ドットのサイズを規定する場合、選択信号Ｓａ、Ｓｂを、期間Ｔ１においてＨ、Ｌレベ

ルとし、期間Ｔ２においてもＨ、Ｌレベルとする。第２に、デコーダー５１６は、当該印

刷データＳＩが（０、１）であって、中ドットのサイズを規定する場合、選択信号Ｓａ、

Ｓｂを、期間Ｔ１においてＨ、Ｌレベルとし、期間Ｔ２においてＬ、Ｈレベルとする。第

３に、デコーダー５１６は、当該印刷データＳＩが（１、０）であって、小ドットのサイ

ズを規定する場合、選択信号Ｓａ、Ｓｂを、期間Ｔ１においてＬ、Ｌレベルとし、期間Ｔ

２においてＬ、Ｈレベルとする。第４に、デコーダー５１６は、当該印刷データＳＩが（

０、０）であって、非記録を規定する場合、選択信号Ｓａ、Ｓｂを、期間Ｔ１においてＬ

、Ｈレベルとし、期間Ｔ２においてＬ、Ｌレベルとする。

　【００５３】

　図９は、印刷データＳＩに応じて選択されて、圧電素子Ｐztの一端に供給される駆動信

号の電圧波形を示す図である。

　印刷データＳＩが（１、１）であるとき、選択信号Ｓａ、Ｓｂは、期間Ｔ１においてＨ

、Ｌレベルとなるので、トランスファーゲート５２４ａがオンし、トランスファーゲート

５２４ｂがオフする。このため、期間Ｔ１において駆動信号ＣＯＭ－Ａの台形波形Ａｄｐ

１が選択される。選択信号Ｓａ、Ｓｂは期間Ｔ２においてもＨ、Ｌレベルとなるので、選

択部５２０は、駆動信号ＣＯＭ－Ａの台形波形Ａｄｐ２を選択する。

　このように期間Ｔ１において台形波形Ａｄｐ１が選択され、期間Ｔ２において台形波形

Ａｄｐ２が選択されて、駆動信号として圧電素子Ｐztの一端に供給されると、当該圧電素

子Ｐztに対応したノズルＮから、中程度の量のインクが２回にわけて吐出される。このた

め、媒体Ｐにはそれぞれのインクが着弾し合体して、結果的に、印刷データＳＩで規定さ

れる通りの大ドットが形成されることになる。

　【００５４】

　印刷データＳＩが（０、１）であるとき、選択信号Ｓａ、Ｓｂは、期間Ｔ１においてＨ

、Ｌレベルとなるので、トランスファーゲート５２４ａがオンし、トランスファーゲート

５２４ｂはオフする。このため、期間Ｔ１において駆動信号ＣＯＭ－Ａの台形波形Ａｄｐ

１が選択される。次に、選択信号Ｓａ、Ｓｂは期間Ｔ２においてＬ、Ｈレベルとなるので

、駆動信号ＣＯＭ－Ｂの台形波形Ｂｄｐ２が選択される。

　したがって、ノズルから、中程度および小程度の量のインクが２回にわけて吐出される

。このため、媒体Ｐには、それぞれのインクが着弾して合体して、結果的に、印刷データ

ＳＩで規定された通りの中ドットが形成されることになる。

　【００５５】

　印刷データＳＩが（１、０）であるとき、選択信号Ｓａ、Ｓｂは、期間Ｔ１においてと

もにＬレベルとなるので、トランスファーゲート５２４ａ、５２４ｂがオフする。このた

め、期間Ｔ１において台形波形Ａｄｐ１、Ｂｄｐ１のいずれも選択されない。トランスフ

ァーゲート５２４ａ、５２４ｂがともにオフする場合、当該トランスファーゲート５２４

ａ、５２４ｂの出力端同士の接続点から圧電素子Ｐztの一端までの経路は、電気的にどの

部分にも接続されないハイ・インピーダンス状態になる。ただし、圧電素子Ｐztの両端で

は、自己が有する容量性によって、トランスファーゲートがオフする直前の電圧（Ｖcen

－ＶＢＳ）が保持される。

　次に、選択信号Ｓａ、Ｓｂは期間Ｔ２においてＬ、Ｈレベルとなるので、駆動信号ＣＯ

Ｍ－Ｂの台形波形Ｂｄｐ２が選択される。このため、ノズルＮから、期間Ｔ２においての

み小程度の量のインクが吐出されるので、媒体Ｐには、印刷データＳＩで規定された通り

の小ドットが形成されることになる。

　【００５６】

　印刷データＳＩが（０、０）であるとき、選択信号Ｓａ、Ｓｂは、期間Ｔ１においてＬ

、Ｈレベルとなるので、トランスファーゲート５２４ａがオフし、トランスファーゲート

５２４ｂがオンする。このため、期間Ｔ１において駆動信号ＣＯＭ－Ｂの台形波形Ｂｄｐ

１が選択される。次に、選択信号Ｓａ、Ｓｂは期間Ｔ２においてともにＬレベルとなるの

で、台形波形Ａｄｐ２、Ｂｄｐ２のいずれも選択されない。

　このため、期間Ｔ１においてノズルＮ付近のインクが微振動するのみであり、インクは

吐出されないので、結果的に、ドットが形成されない、すなわち、印刷データＳＩで規定

された通りの非記録になる。

　【００５７】

　このように、選択部５２０は、選択制御部５１０による指示にしたがって駆動信号ＣＯ

Ｍ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂを選択し（または選択しないで）、圧電素子Ｐztの一端に印加する。

このため、各圧電素子Ｐztは、印刷データＳＩで規定されるドットのサイズに応じて駆動

されることになる。

　なお、図５に示した駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂはあくまでも一例である。実際に

は、媒体Ｐの性質や搬送速度などに応じて、予め用意された様々な波形の組み合わせが用

いられる。

　また、ここでは、圧電素子Ｐztが、電圧の下降に伴って上方向に撓む例で説明したが、

駆動電極７２、７６に印加する電圧を逆転させると、圧電素子Ｐztは、電圧の下降に伴っ

て下向に撓むことになる。このため、圧電素子Ｐztが、電圧の下降に伴って下方向に撓む

構成では、図に例示した駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂが、電圧Ｖcenを基準に反転し

た波形となる。

　【００５８】

　次に、メイン基板１００における駆動回路１２０ａ、１２０ｂについて、駆動信号ＣＯ

Ｍ－Ａを出力する駆動回路１２０ａを例にとって説明するが、括弧書きの部分は、駆動回

路１２０ｂの場合を示している。

　【００５９】

　図１０は、駆動回路１２０ａの構成を示す図である。

　この図に示されるように、駆動回路１２０ａは、基準電源２１１、２１２と、比較器２

２１、２２２と、レベルシフター２７０ａ、２７０ｂ、２７０ｃ、２７０ｄと、セレクタ

ー２８０と、電源供給部２９０と、４つのトランジスター対と、抵抗素子Ｒ１、Ｒ２とを

含む。なお、駆動回路１２０ａ（１２０ｂ）としては、電源供給部２９０を除いて考えて

も良い。

　【００６０】

　基準電源（第１オフセット部）２１１は、正端子および負端子の間において電圧Ｖ１を

出力するものである。ここで、基準電源２１１の正端子は、電圧増幅器１１５ａ（図４参

照）からの信号Ａinの電圧Ｖinが供給される端子Ｎ１に接続され、基準電源２１１の負端

子は、比較器２２１の負入力端（－）に接続されている。このため、比較器２２１の負入

力端（－）には、入力信号である電圧Ｖinから電圧Ｖ１を減じた電圧（Ｖin－Ｖ１）が印

加されることになる。比較器２２１の正入力端（＋）は、端子Ｎ３に接続されている。

　端子Ｎ３は、抵抗素子Ｒ１を介し、電圧Ｏutが出力される端子Ｎ１に接続される一方、

抵抗素子Ｒ２を介して電圧ゼロのグランドＧndに接地されている。このため、端子Ｎ３の

電圧Ｏut2は、電圧Ｏutの電圧を、抵抗素子Ｒ１、Ｒ２の抵抗値で規定される比で降圧し

た電圧となる。本実施形態において、降圧比は、駆動回路１２０ａにおける電圧増幅率の

逆数の１／１０に設定される。すなわち、電圧Ｏut2は、イコール電圧Ｏut／１０という

関係にある。

　【００６１】

　比較器（第１比較部）２２１は、正入力端（＋）の印加電圧と負入力端（－）の印加電

圧との比較結果に応じた信号Ｇt1を第１制御信号として出力する。詳細には、比較器２２

１は、正入力端（＋）に印加された電圧Ｏut2が負入力端（－）に印加された電圧（Ｖin

－Ｖ１）以上であれば信号Ｇt1をＨレベルで出力し、電圧Ｏut2が電圧（Ｖin－Ｖ１）よ

りも低ければ信号Ｇt1をＬレベルで出力する。

　【００６２】

　ここで、比較器２２１において、負入力端（－）に印加された電圧（Ｖin－Ｖ１）の信

号を第１比較信号とした場合、正入力端（＋）に印加された電圧Ｏut2の信号が、駆動信

号に基づく信号を電圧ゼロでオフセットした第２比較信号となる。

　【００６３】

　一方、基準電源（第２オフセット部）２１２は、正端子および負端子の間において電圧

Ｖ２を出力するものである。ここで、基準電源２１２の負端子は端子Ｎ１に接続され、基

準電源２１２の正端子は、比較器２２２の負入力端（－）に接続されている。このため、

比較器２２１の負入力端（－）には、入力信号である電圧Ｖinに電圧Ｖ２を加えた電圧（

Ｖin＋Ｖ２）が印加されることなる。比較器（第２比較部）２２１の正入力端（＋）は、

端子Ｎ３に接続されている。

　比較器２２２は、正入力端（＋）の印加電圧と負入力端（－）の印加電圧との比較結果

に応じた信号Ｇt2を第２制御信号として出力するものであり、詳細には、正入力端（＋）

に印加された電圧Ｏut2が入力端（－）に印加された電圧（Ｖin＋Ｖ２）以上であれば信

号Ｇt2をＨレベルで出力し、電圧Ｏut2が電圧（Ｖin＋Ｖ２）よりも低ければ信号Ｇt2を

Ｌレベルで出力する。

　【００６４】

　ここで、比較器２２２において、負入力端（－）に印加された電圧（Ｖin＋Ｖ２）の信

号を第３比較信号とした場合、正入力端（＋）に印加された電圧Ｏut2の信号が、駆動信

号に基づく信号を電圧ゼロでオフセットした第４比較信号となる。

　なお、比較器２２１から出力される信号Ｇt1と比較器２２２から出力される信号Ｇt2と

における論理レベルについては、例えばＨレベルが信号Ａin（Ｂin）および端子Ｎ３の最

高電圧である４Ｖであり、Ｌレベルが電圧ゼロのグランドＧndである。

　【００６５】

　電源供給部２９０は、４つの電圧ＶＡ、ＶＢ、ＶＣ、ＶＤを出力するものである。

　【００６６】

　図１１は、電源供給部２９０の構成を示す図である。この図に示されるように、電源供

給部２９０は、昇圧回路２９２ａ、２９２ｂ、２９２ｃ、２９２ｄを有する。昇圧回路２

９２ａ、２９２ｂ、２９２ｃ、２９２ｄは、例えばチャージポンプ方式などのＤＣ／ＤＣ

コンバーターであり、単一の３．０Ｖを異なる倍率で昇圧して、順に電圧ＶＡ、ＶＢ、Ｖ

Ｃ、ＶＤとして出力する。この例において、昇圧回路２９２ａ、２９２ｂ、２９２ｃ、２

９２ｄの各昇圧倍率は、順に３．５倍、７倍、１０．５倍、１４倍となっており、このた

め、電圧ＶＡが１０．５Ｖとなり、電圧ＶＢが２１．０Ｖとなり、電圧ＶＣが３１．５Ｖ

となり、電圧ＶＤが４２．０Ｖとなる。

　なお、昇圧回路２９２ａ、２９２ｂ、２９２ｃ、２９２ｄの各出力に一端が接続された

４つのコンデンサーＣは、バックアップ用である。このため、４つのコンデンサーＣの他

端はグランドＧndに限られず、所定の電位に保たれていれば良い。例えば、４つのコンデ

ンサーＣは、順に、電圧（ＶＡ、Ｇnd）の間、電圧（ＶＢ、ＶＡ）の間、電圧（ＶＣ、Ｖ

Ｂ）間、電圧（ＶＤ、ＶＣ）間に、それぞれ電気的に挿入されても良い。

　【００６７】

　駆動回路１２０ａに供給されるデータＲｅＡは、本実施形態では、信号ＤｓＢ、ＤｓＣ

、ＤｓＤの３ビットからなる。信号ＤｓＢは、昇圧回路２９２ｂに対して例えば昇圧動作

の停止をＨレベルで指示し、昇圧動作の許可をＬレベルで指示する信号である。同様に、

信号ＤｓＣ、ＤｓＤは、それぞれ昇圧回路２９２ｃ、２９２ｄに対して昇圧動作の停止を

Ｈレベルで指示し、昇圧動作の許可をＬレベルで指示する信号である。

　なお、駆動回路１２０ｂに供給されるデータＲｅＢについても、同様に３ビットからな

る。

　【００６８】

　データＲｅＡ（ＲｅＢ）は、制御部１１０によって、印刷ヘッド２２のランク情報に応

じて設定される。

　上述したように、印刷ヘッド２２は、キャリッジ２０に対して交換可能となっているが

、圧電素子Ｐztの特性は、印刷ヘッド２２（アクチュエーター基板４０）毎に異なる場合

がある。例えば、ある印刷ヘッド２２の圧電素子Ｐztは、所定の変位量を、ある電圧変化

で達成するのに対し、別の印刷ヘッド２２の圧電素子Ｐztは、例えば２／３の電圧変化で

達成してしまう場合もあれば、例えば１．２倍の電圧変化を要する場合もある。このため

、印刷ヘッド２２を交換したときに、圧電素子Ｐztの特性が変化し、インクの吐出量が異

なって、印刷品質を同じように保てない、という状態が生じ得る。

　【００６９】

　そこで、印刷ヘッド２２に、圧電素子Ｐztの特性等に関するランク情報を含むヘッド識

別情報を個別に付与・格納させておき、交換時に制御部１１０が当該ヘッド識別情報を読

み出し、当該ヘッド識別情報に含まれるランク情報にしたがって、標準的な駆動信号ＣＯ

Ｍ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂの波形を変形させる（データｄＡ、ｄＢの波高値を変更する）。これ

により、印刷ヘッド２２を交換したときでも、印刷品質を同じように保つことができるよ

うになっている。

　なお、標準的な駆動信号ＣＯＭ－Ａ、ＣＯＭ－Ｂの波形の変形については、おおまかに

いえば台形波形の電圧値を、グランドＧndを基準にランク情報によって拡大、縮小する処

理であるが、ピーク・ボトム値、傾き、平坦時間などを変更する場合もある。

　【００７０】

　制御部１１０は、ランク情報によって印刷ヘッド２２の圧電素子Ｐztが例えば標準品、

効率品、優秀品に選別される場合、データＲｅＡ（ＲｅＢ）における信号ＤｓＢ、ＤｓＣ

、ＤｓＤの３ビットを次のようなレベルとする。

　なお、ここでいう効率品とは、圧電素子Ｐztが、ある変位量を標準品よりも小さい電圧

変化で得ることができるものであって、具体的には、変形後の駆動信号ＣＯＭ－Ａ（ＣＯ

Ｍ－Ｂ）の最高電圧値が３１．５Ｖ未満で済むものをいう。また、優秀品とは、圧電素子

Ｐztが、ある変位量を、効率品よりもさらに小さい電圧変化で得ることができるものであ

って、具体的には、変形後の駆動信号ＣＯＭ－Ａ（ＣＯＭ－Ｂ）の最高電圧値が２１．０

Ｖ未満で済むものをいう。

　【００７１】

　制御部１１０は、交換された印刷ヘッド２２が標準品に選別される場合、データＲｅＡ

（ＲｅＢ）における信号ＤｓＢ、ＤｓＣ、ＤｓＤの３ビットをすべてＬレベルとし、すべ

ての昇圧回路２９２ａ、２９２ｂ、２９２ｃ、２９２ｄに対して昇圧動作を許可する。

　また、制御部１１０は、交換された印刷ヘッド２２が効率品に選別される場合、信号Ｄ

ｓＢ、ＤｓＣをＬレベルとし、信号ＤｓＤをＨレベルとして、昇圧回路２９２ｄに対して

昇圧動作を禁止する。

　そして、制御部１１０は、交換された印刷ヘッド２２が優秀品に選別される場合、信号

ＤｓＢをＬレベルとし、信号Ｄｓｃ、ＤｓＤをＨレベルとして、昇圧回路２９２ｄに加え

て昇圧回路２９２ｃに対して昇圧動作を禁止する。

　【００７２】

　なお、以降においては、原則として印刷ヘッド２２が標準品である場合を例にとって説

明する。

　また、図１１においては、電圧ＶＡ、ＶＢ、ＶＣ、ＶＤによって次のような電圧範囲が

規定される。すなわち、電圧ゼロ以上電圧ＶＡ未満が第１範囲として規定され、電圧ＶＡ

以上電圧ＶＢ未満が第２範囲として規定され、電圧ＶＢ以上電圧ＶＣ未満が第３範囲とし

て規定され、電圧ＶＣ以上電圧ＶＤ未満が第４範囲として規定される。

　【００７３】

　説明を図１０に戻す。セレクター２８０は、制御部１１０（図４参照）から供給される

データｄＡ（ｄＢ）から、信号Ａin（Ｂin）の電圧Ｖinの電圧範囲を判別して、当該判別

の結果に応じて、それぞれ次のように選択信号Ｓａ、Ｓｂ、Ｓｃ、Ｓｄを出力する。

　詳細には、セレクター２８０は、データｄＡ（ｄＢ）で規定される電圧Ｖinが０Ｖ以上

１．０５Ｖ未満であると判別した場合、すなわち、電圧Ｖinを１０倍で増幅したときの電

圧が上記第１範囲に含まれる場合、選択信号ＳａのみをＨレベルとし、他の選択信号Ｓｂ

、Ｓｃ、ＳｄをＬレベルとする。また、セレクター２８０は、データｄＡ（ｄＢ）で規定

される電圧Ｖinが１．０５Ｖ以上２．１０Ｖ未満であると判別した場合、すなわち、電圧

Ｖinを１０倍で増幅したときの電圧が上記第２範囲に含まれる場合、選択信号Ｓｂのみを

Ｈレベルとし、他の選択信号Ｓａ、Ｓｃ、ＳｄをＬレベルとする。同様に、セレクター２

８０は、データｄＡ（ｄＢ）で規定される電圧Ｖinが２．１０Ｖ以上３．１５Ｖ未満であ

ると判別した場合、すなわち、電圧Ｖinを１０倍で増幅したときの電圧が上記第３範囲に

含まれる場合、選択信号ＳｃのみをＨレベルとし、他の選択信号Ｓａ、Ｓｂ、ＳｄをＬレ

ベルとし、当該電圧Ｖinが３．１５Ｖ以上４．２０Ｖ未満であると判別した場合、すなわ

ち、電圧Ｖinを１０倍で増幅したときの電圧が上記第４範囲に含まれる場合、選択信号Ｓ

ｄのみをＨレベルとし、他の選択信号Ｓａ、Ｓｂ、ＳｃをＬレベルとする。

　【００７４】

　レベルシフター２７０ａは、イネーブルされたときに、信号Ｇt1、Ｇt2の論理レベルを

それぞれレベルシフトして、トランジスター２３１ａ、２３２ａのゲート電極に供給する

ものである。詳細には、レベルシフター２７０ａは、選択信号ＳａがＨレベルのときにイ

ネーブルされて、信号Ｇt1のＨレベルを例えば電圧ＶＡ（＝１０．５Ｖ）に、Ｌレベルを

例えばグランドＧnd（電圧ゼロ）にそれぞれレベルシフトして、トランジスター２３１ａ

のゲート電極に供給し、信号Ｇt2のＨレベルを電圧ＶＡに、ＬレベルをグランドＧndにそ

れぞれレベルシフトして、トランジスター２３２ａのゲート電極に供給する。

　【００７５】

　レベルシフター２７０ｂは、選択信号ＳｂがＨレベルのときにイネーブルされて、信号

Ｇt1のＨレベルを例えば電圧ＶＢ（＝２１．０Ｖ）に、Ｌレベルを例えば電圧ＶＡ（＝１

０．５Ｖ）にそれぞれレベルシフトして、トランジスター２３１ｂのゲート電極に供給し

、信号Ｇt2のＨレベルを電圧ＶＢに、Ｌレベルを電圧ＶＡにそれぞれレベルシフトして、

トランジスター２３２ｂのゲート電極に供給する。

　同様に、レベルシフター２７０ｃは、選択信号ＳｃがＨレベルのときにイネーブルされ

て、信号Ｇt1のＨレベルを例えば電圧ＶＣ（＝３１．５Ｖ）に、Ｌレベルを例えば電圧Ｖ

Ｂ（＝２１．０Ｖ）にそれぞれレベルシフトして、トランジスター２３１ｃのゲート電極

に供給し、信号Ｇt2のＨレベルを電圧ＶＣに、Ｌレベルを電圧ＶＢにそれぞれレベルシフ

トして、トランジスター２３２ｃのゲート電極に供給する。

　そして、レベルシフター２７０ｄは、選択信号ＳｄがＨレベルのときにイネーブルされ

て、信号Ｇt1のＨレベルを例えば電圧ＶＤ（＝４２．０Ｖ）に、Ｌレベルを例えば電圧Ｖ

Ｃ（＝３１．５Ｖ）にそれぞれレベルシフトして、トランジスター２３１ｄのゲート電極

に供給し、信号Ｇt2のＨレベルを電圧ＶＤに、Ｌレベルを電圧ＶＣにそれぞれレベルシフ

トして、トランジスター２３２ｄのゲート電極に供給する。

　【００７６】

　なお、レベルシフター２７０ａ、２７０ｂ、２７０ｃ、２７０ｄは、ディセーブルにさ

れると、すなわち対応する選択信号がＬレベルであれば、それぞれに対応する２つのトラ

ンジスターをそれぞれオフとさせる信号を出力する。すなわち、レベルシフター２７０ａ

、２７０ｂ、２７０ｃ、２７０ｄは、ディセーブルにされると、対応する２つのトランジ

スターのチャネルが次に説明する型であれば、信号Ｇt1を強制的にＨレベルに変換し、信

号Ｇt2を強制的にＬレベルに変換する。

　【００７７】

　トランジスター２３１ａは、例えばＰチャネル型の電界効果トランジスターであり、ソ

ース端子には電圧ＶＡが印加され、ドレイン端子がダイオードｄ１を介して端子Ｎ２に接

続される。トランジスター２３２ａは、例えばＮチャネル型の電界効果トランジスターで

あり、ソース端子はグランドＧndに接地され、ドレイン端子がダイオードｄ２を介して端

子Ｎ２に接続される。なお、ダイオードｄ１、ｄ２は逆流防止用であって、ダイオードｄ

１の順方向は、トランジスター２３１ａのドレイン端子から端子Ｎ２に向かう方向であり

、ダイオードｄ２の順方向は、端子Ｎ２からトランジスター２３２ａのドレイン端子に向

かう方向である。

　同様に、トランジスター２３１ｂ（２３１ｃ、２３１ｄ）は、例えばＰチャネル型の電

界効果トランジスターであり、ソース端子には電圧ＶＢ（ＶＣ、ＶＤ）が印加され、ドレ

イン端子がダイオードｄ１を介して端子Ｎ２に接続され、トランジスター２３２ｂ（２３

２ｃ、２３２ｄ）は、例えばＮチャネル型の電界効果トランジスターであり、ソース端子

には電圧ＶＡ（ＶＢ、ＶＣ）が印加され、ドレイン端子がダイオードｄ２を介して端子Ｎ

２に接続される。

　【００７８】

　なお、例えばトランジスター２３１ａを第１トランジスターとし、トランジスター２３

２ａを第２トランジスターとして、トランジスター２３１ａ、２３２ａが第１トランジス

ター対となる場合、トランジスター２３１ｂを第３トランジスターとし、トランジスター

２３２ｂを第４トランジスターとして、トランジスター２３１ｂ、２３２ｂが第４トラン

ジスター対となる。

　【００７９】

　また、詳細については後述するが、トランジスター２３１ａ、２３２ａは、レベルシフ

ター２７０ａがイネーブルされたときに、電圧ＶＡとグランドＧndとを電源電圧として駆

動信号を出力し、トランジスター２３１ｂ、２３２ｂは、レベルシフター２７０ｂがイネ

ーブルされたときに、電圧ＶＢと電圧ＶＡとを電源電圧として駆動信号を出力する。同様

に、トランジスター２３１ｃ、２３２ｃは、レベルシフター２７０ｃがイネーブルされた

ときに、電圧ＶＣと電圧ＶＢとを電源電圧として駆動信号を出力し、トランジスター２３

１ｄ、２３２ｄは、レベルシフター２７０ｄがイネーブルされたときに、電圧ＶＤと電圧

ＶＣとを電源電圧として駆動信号を出力する構成となっている。

　この構成では、トランジスター２３１ａ、２３２ａの電源電圧、トランジスター２３１

ｂ、２３２ｂの電源電圧、トランジスター２３１ｃ、２３２ｃの電源電圧、および、トラ

ンジスター２３１ｄ、２３２ｄの電源電圧は、それぞれ１０．５Ｖとなる。

　【００８０】

　なお、端子Ｎ２からは、駆動回路１２０ａであれば駆動信号ＣＯＭ－Ａが出力され、駆

動回路１２０ｂであれば、駆動信号ＣＯＭ－Ｂが出力されることになる。

　【００８１】

　次に、駆動回路１２０ａ、１２０ｂの動作について、駆動信号ＣＯＭ－Ａを出力する駆

動回路１２０ａを例にとって説明する。

　【００８２】

　図１２は、駆動回路１２０ａの動作を説明するための図である。

　上述したように駆動信号ＣＯＭ－Ａの印刷周期Ｔａにおいて２つの同じ台形波形Ａｄｐ

１、Ａｄｐ２が繰り返される波形となっているので、駆動信号ＣＯＭ－Ａの電圧増幅前の

信号Ａinも同様な波形となっている。

　ただし、信号Ａinは、駆動信号ＣＯＭ－Ａの電圧を１／１０としたものである。このた

め、電圧ＶＡ、ＶＢ、ＶＣ、ＶＤで規定される第１範囲から第４範囲までを、信号Ａinの

電圧範囲に換算する場合、電圧ＶＡ／１０、ＶＢ／１０、ＶＣ／１０、ＶＤ／１０で規定

すれば良い。すなわち、電圧Ｖinが、０Ｖ以上電圧ＶＡ／１０（＝１．０５Ｖ）未満が第

１範囲に相当し、電圧ＶＡ／１０以上電圧ＶＢ／１０（＝２．１０Ｖ）未満が第２範囲に

相当し、電圧ＶＢ／１０以上電圧ＶＣ／１０（＝３．１５Ｖ）未満が第３範囲に相当し、

電圧ＶＣ／１０以上電圧ＶＤ／１０（＝４．２０Ｖ）未満が第４範囲に相当する。

　【００８３】

　図１２は、信号Ａinの１つの台形波形を示しており、詳細には、信号Ａinの電圧Ｖinで

みたときに、例えば電圧Ｖcenに相当する電圧が第３範囲であり、時間経過とともに第２

範囲、第１範囲を経由して下降し、当該第１範囲から第４範囲まで一気に上昇し、その後

、第３範囲の電圧Ｖcenに相当する電圧まで下降する状態を示している。

　【００８４】

　まず、セレクター２８０は、電圧Ｖinが第３範囲であるとデータｄＡから判別した場合

、選択信号ＳｃのみをＨレベルとし、他の選択信号Ｓａ、Ｓｂ、ＳｄをＬレベルとするの

で、レベルシフター２７０ｃがイネーブルされ、他のレベルシフター２７０ａ、２７０ｂ

、２７０ｄがディセーブルされる。したがって、この場合、トランジスター２３１ｃ、２

３２ｃが、電源電圧として電圧ＶＣ、ＶＢを用いて駆動信号ＣＯＭ－Ａを出力することに

なる。

　次に、電圧Ｖinがタイミングｔ１からタイミングｔ２までの期間にわたって第２範囲と

なったとき、セレクター２８０は、選択信号ＳｂのみをＨレベルとし、他の選択信号Ｓａ

、Ｓｃ、ＳｄをＬレベルとするので、レベルシフター２７０ｂがイネーブルされ、他のレ

ベルシフター２７０ａ、２７０ｃ、２７０ｄがディセーブルされる。したがって、この場

合、トランジスター２３１ｂ、２３２ｂが電源電圧として電圧ＶＢ、ＶＡを用いて駆動信

号ＣＯＭ－Ａを出力することになる。

　電圧Ｖinがタイミングｔ２からタイミングｔ３までの期間にわたって第１範囲となった

とき、セレクター２８０は、選択信号ＳａのみをＨレベルとし、この結果、レベルシフタ

ー２７０ａのみがイネーブルされるので、トランジスター２３１ａ、２３２ａが電源電圧

として電圧ＶＡ、グランドＧndを用いて駆動信号ＣＯＭ－Ａを出力することになる。

　以降については簡単に説明すると、タイミングｔ３からタイミングｔ４までの期間では

、レベルシフター２７０ｂのみがイネーブルされるので、トランジスター２３１ｂ、２３

２ｂが電源電圧として電圧ＶＢ、ＶＡを用い、タイミングｔ４からタイミングｔ５までの

期間では、レベルシフター２７０ｃのみがイネーブルされるので、トランジスター２３１

ｃ、２３２ｃが電源電圧として電圧ＶＣ、ＶＢを用い、タイミングｔ５からタイミングｔ

６までの期間では、レベルシフター２７０ｄのみがイネーブルされるので、トランジスタ

ー２３１ｄ、２３２ｄが電源電圧として電圧ＶＤ、ＶＣを用い、タイミングｔ６からは、

レベルシフター２７０ｃのみがイネーブルされるので、トランジスター２３１ｃ、２３２

ｃが電源電圧として電圧ＶＣ、ＶＢを用いて、それぞれ駆動信号ＣＯＭ－Ａを出力するこ

とになる。

　【００８５】

　次に、トランジスター対の動作について、第１範囲で動作するトランジスター２３１ａ

、２３２ａを例にとって説明する。なお、第１範囲では、レベルシフター２７０ａのみが

イネーブルである。

　この動作について概略すれば、端子Ｎ３の電圧Ｏut2が電圧（Ｖin－Ｖ１）よりも低け

れば、信号Ｇt1がＬレベルになってトランジスター２３１ａがオンするので、当該電圧Ｏ

ut2（Ｏut）を高くする方向に制御される一方、電圧Ｏut2が電圧（Ｖin＋Ｖ２）以上であ

れば、信号Ｇt2がＨレベルになってトランジスター２３２ａがオンするので、当該電圧Ｏ

ut2（Ｏut）を低くする方向に制御される。

　詳細について、図１４および図１５を参照して説明する。

　【００８６】

　図１３および図１４は、信号Ａinの電圧Ｖinの変化に対して、電圧Ｏut2がどのように

変化するのかを示す図である。信号Ａinは、台形波形であるので、電圧変化率（傾き）が

変化する態様については、次の４パターンとなる。すなわち、４パターンとは、

　上昇から平坦への変化（第１パターン）、

　平坦から下降への変化（第２パターン）、

　下降から平坦への変化（第３パターン）、

　平坦から上昇への変化（第４パターン）、

　である。なお、この４パターンは、必ずしもこの順番で電圧Ｖinが変化することを意味

するのではない。

　【００８７】

　図１３の左欄は、第１パターンで電圧Ｖinが変化したときの電圧Ｏut2の波形を示す図

である。

　電圧Ｖinが上昇する場合に、電圧（Ｖin－Ｖ１）も当該電圧Ｖinにしたがって上昇する

。このような電圧Ｖinの上昇に対し、電圧Ｏut2が上昇する電圧（Ｖin－Ｖ１）よりも低

くなったときに、信号Ｇt1がＬレベルになってトランジスター２３１ａがオンするので、

当該電圧Ｏut2が高くなるが、直ちに電圧（Ｖin－Ｖ１）以上となるので、信号Ｇt1がＨ

レベルになってトランジスター２３１ａがオフすることになる。電圧Ｖinの上昇時には、

このような動作が繰り返されるので、電圧Ｏut2は、理想的には図において破線で示され

るように階段状に変化するはずである。ただし、端子Ｎ２から出力側をみた場合、駆動信

号ＣＯＭ－Ａを供給する配線抵抗やインダクタンス成分、負荷である圧電素子Ｐztなどに

より一種の積分回路が形成されるので、実際の電圧Ｏutの波形は、階段状の波形に対して

鈍る。このため、電圧Ｏutを降圧した電圧Ｏut2についても鈍る。

　なお、電圧Ｖinの上昇が停止して平坦になったとき、電圧（Ｖin－Ｖ１）も平坦になる

ので、電圧Ｏutは、最後にトランジスター２３１ａがオンからオフしたときの値に、負荷

である容量性を有する圧電素子Ｐzt等によって保持されるので、電圧Ｏut2についても保

持される。

　【００８８】

　図１３の右欄は、第２パターンで電圧Ｖinが変化したときの電圧Ｏut2の波形を示す図

である。

　電圧Ｖinが平坦から下降に転じる場合に、電圧（Ｖin＋Ｖ２）も当該電圧Ｖinにしたが

って下降する。このような電圧Ｖinの下降に対し、平坦に保持されていた電圧Ｏut2が下

降する電圧（Ｖin＋Ｖ２）以上になれば、トランジスター２３２ａがオンするので、当該

電圧Ｏut2が低くなるが、直ちに電圧（Ｖin＋Ｖ２）よりも低くなるので、トランジスタ

ー２３２ａがオフすることになる。電圧Ｖinの下降時には、このような動作が繰り返され

るので、電圧Ｏut2は、理想的には図において破線で示されるように階段状に変化するが

、実際の電圧Ｏut2の波形は、上記積分回路によって鈍る。

　【００８９】

　図１４の左欄は、第３パターンで電圧Ｖinが変化したときの電圧Ｏut2の波形を示す図

である。電圧Ｖinの下降から平坦に転じる場合、電圧（Ｖin＋Ｖ２）も平坦になるので、

電圧Ｏut2は、最後にトランジスター２３２ａがオンからオフしたときの値に保持される

。

　【００９０】

　図１４の右欄は、第４パターンで電圧Ｖinが変化したときの電圧Ｏut2の波形を示す図

である。電圧Ｖinの平坦から上昇に転じる場合、電圧（Ｖin－Ｖ１）も当該電圧Ｖinにし

たがって上昇する。このような電圧Ｖinの上昇に対し、平坦に保持されていた電圧Ｏut2

が上昇する電圧（Ｖin－Ｖ１）よりも低くなる。これ以降の動作は第１パターンでの電圧

Ｖinの上昇時の動作になる。

　したがって、電圧Ｖinが第１範囲にあれば、電圧Ｏut2は電圧Ｖinに追従するように制

御されるので、結局のところ、電圧Ｏutは、電圧Ｖinに対して１０倍となるように制御さ

れることになる。

　電圧Ｖinが第２範囲あれば、レベルシフター２７０ｂがイネーブルされるので、同様に

して、電圧Ｏutは、トランジスター２３１ｂ、２３２ｂによって電圧Ｖinに対して１０倍

となるように制御される。

　電圧Ｖinが第３範囲あれば、レベルシフター２７０ｃがイネーブルされるので、トラン

ジスター２３１ｃ、２３２ｃによって、また、電圧Ｖinが第４範囲あれば、レベルシフタ

ー２７０ｄがイネーブルされるので、トランジスター２３１ｄ、２３２ｄによって、それ

ぞれ電圧Ｖinに対して１０倍となるように制御される。

　【００９１】

　以上については電圧Ｖinの変化率（傾き）が変化する態様について着目して説明したが

、電圧Ｖinについては、第１範囲から第４範囲までにおいて隣り合う領域を跨ぐ（移行）

場合がある。例えば図１２でいえば、電圧Ｖinは、タイミングｔ１において第３範囲から

第２範囲へと移行する。

　電圧Ｖinが第３範囲であれば、レベルシフター２７０ｃがイネーブルされるので、トラ

ンジスター２３１ｃ、２３２ｃによって、当該電圧Ｖinに対して電圧Ｏutが１０倍となる

ように制御される。タイミングｔ１において電圧Ｖinが第３範囲から第２範囲に移行した

とき、レベルシフター２７０ｃがディセーブルになり、レベルシフター２７０ｂがイネー

ブルされるので、トランジスター２３１ｂ、２３２ｂによって、当該電圧Ｖinに対して引

き続き電圧Ｏutが１０倍となるように制御される。

　ここでは、電圧Ｖinが第３範囲から第２範囲へと移行する場合を例にとって説明したが

、他の場合でも同様であり、例えば第２範囲から第１範囲への移行であれば、レベルシフ

ター２７０ｂがディセーブルになり、レベルシフター２７０ａがイネーブルされるので、

トランジスター２３１ａ、２３２ａによって、当該電圧Ｖinに対して引き続き電圧Ｏutが

１０倍となるように制御されることになる。

　【００９２】

　なお、ここでは駆動信号ＣＯＭ－Ａを出力する駆動回路１２０ａで説明したが、駆動信

号ＣＯＭ－Ｂを出力する駆動回路１２０ｂについても期間Ｔ１において台形波形Ｂｄｐ１

となり、期間Ｔ２において台形波形Ｂｄｐ２となる点に留意すれば、同様な動作となる。

　【００９３】

　図１５は、電圧（Ｏut－Ｖin)の変化に対しトランジスター２３１、２３２のオンする

領域を示す図である。

　なお、ここでトランジスター２３１、２３２とは、トランジスター２３１ａ、２３２ａ

、トランジスター２３１ｂ、２３２ｂ、トランジスター２３１ｃ、２３２ｃ、または、ト

ランジスター２３１ｄ、２３２ｄを特に電圧範囲を特定しない場合に一般化して説明する

ためのものである。

　この図に示されるように、電圧（Ｏut2－Ｖin)が、－Ｖ１よりも低くなれば、トランジ

スター２３１のみがオンし、電圧（Ｏut2－Ｖin)がＶ２以上になれば、トランジスター２

３２のみがオンする。

　一方、電圧（Ｏut2－Ｖin)が、－Ｖ１以上であって、かつ、Ｖ２未満であれば、トラン

ジスター２３１、２３２がいずれもオフする。このため、第１範囲から第４電圧までにお

いて電圧Ｏut2（Ｏut）が変化しない領域（不感帯）が存在する。この不感帯のため、電

圧Ｏut2が電圧Ｖinに対して、マイナス方向では最大でＶ１、プラス方向では最大でＶ２

の誤差を伴うことになり、端子Ｎ２の電圧Ｏutでみれば、電圧増幅率の１０倍、すなわち

マイナス方向では最大で１０Ｖ１、プラス方向では最大で１０Ｖ２の誤差を伴うことにな

る。

　ただし、基準電源２１１による電圧Ｖ１および基準電源２１２による電圧Ｖ２の設定次

第で当該誤差を小さくすることができる。具体的には、電圧Ｖ１、Ｖ２を例えば０．０１

Ｖ程度に設定すれば、４０Ｖ程度で振幅する駆動信号ＣＯＭ－Ａの波形において実用上問

題ない程度の誤差に抑えることができる。

　【００９４】

　ところで、電圧Ｏutは０～４０Ｖ程度で振幅するので、高位側のトランジスターと低位

側のトランジスターとの１セットのみで電圧Ｏutを制御する構成にすると、これらのトラ

ンジスターのセットを、４０Ｖの電源電圧で駆動する必要があり、高い耐圧が要求されて

、高コスト化や、回路規模の肥大化を招く。

　これに対して、本実施形態では、４つのトランジスター対における電源電圧は、いずれ

も電圧Ｅ、すなわち１０．５Ｖであるので、トランジスターとして低い耐圧のものを用い

ることができ、高コスト化や、回路規模の肥大化を防ぐことができる。

　【００９５】

　なお、本実施形態では、４つのトランジスター対のいずれかで駆動するために、セレク

ター２８０がデータｄＡ（ｄＢ）に応じてイネーブルするレベルシフター２７０ａ、２７

０ｂ、２７０ｃ、２７０ｄから１つ選択し、イネーブルされたレベルシフターがトランジ

スター対に信号Ｇt1、Ｇt2をレベルシフトして供給する構成となっている。

　このため、本実施形態では、トランジスター対の各々に対応して比較ユニットが設けら

れる構成と比較して、比較器２２１、２２２の比較ユニットの１組で足りる。

　【００９６】

　また、本実施形態では、Ｄ級増幅方式と比較して、入力信号を変調する際に三角波形な

どを発振する回路や、復調のためのローパスフィルターが不要であるので、その分、回路

構成の簡略化とともに、消費電力を抑えることができる。

　さらに、入力信号の電圧が平坦の場合、トランジスター２３１ａ、２３１ｂ、２３１ｃ

、２３１ｄ、２３２ａ、２３２ｂ、２３２ｃ、２３２ｄがすべてオフするので、スイッチ

ングにより電力が無駄に消費される、という問題も発生しない。

　【００９７】

　本実施形態では、ランク情報によって印刷ヘッド２２の圧電素子Ｐztが効率品であれば

、制御部１１０は、データＲｅＡ（ＲｅＢ）における信号ＤｓＤをＨレベルとして、昇圧

回路２９２ｄに対して昇圧動作を禁止する。このため、変形後の駆動信号ＣＯＭ－Ａ（Ｃ

ＯＭ－Ｂ）の最高電圧値が３１．５Ｖ未満で済む効率品に対して、昇圧回路２９２ｄの昇

圧動作が実行されないので、その分、消費電力を抑えることができる。同様に、ランク情

報によって印刷ヘッド２２の圧電素子Ｐztが優秀品であれば、制御部１１０は、信号Ｄｓ

Ｃ、ＤｓＤをＨレベルとして、昇圧回路２９２ｃ、２９２ｄに対して昇圧動作を禁止する

。このため、変形後の駆動信号ＣＯＭ－Ａ（ＣＯＭ－Ｂ）の最高電圧値が２１．０Ｖ未満

で済む優秀品に対して、昇圧回路２９２ｃ、２９２ｄの昇圧動作が実行されないので、そ

の分、さらに消費電力を抑えることができる。

　なお、電源供給部２９０は、図１１に示されるような回路、すなわち、異なる倍率で昇

圧する回路構成のほか、次のような構成であっても良い。

　【００９８】

　図１７は、電源供給部２９０の他の構成を示す図である。

　この図の例において、昇圧回路２９４ａ、２９４ｂ、２９４ｃ、２９４ｄは、例えば単

一の３．０Ｖを同じ３．５倍で昇圧する。

　ただし、昇圧回路２９４ｂは、自段で昇圧した１０．５Ｖと、前段の昇圧回路２９４ａ

の出力である１０．５Ｖとを加算した２１．０Ｖを、電圧ＶＡとして出力する。同様に、

昇圧回路２９４ｃは、自段で昇圧した１０．５Ｖと、前段の昇圧回路２９４ｂの出力であ

る２１．０Ｖとを加算した３１．５Ｖを電圧ＶＢとして出力し、昇圧回路２９４ｄは、自

段で昇圧した１０．５Ｖと、前段の昇圧回路２９４ｃの出力である３１．５Ｖとを加算し

た４２．０Ｖを電圧ＶＤとして出力する。

　なお、昇圧回路２９４ａ、２９４ｂ、２９４ｃ、２９４ｄの昇圧倍率については、同じ

であっても良いし、異なっていても良い。

　また、データＲｅＡ（ＲｅＢ）の信号ＤｓＡ、ＤｓＢ、ＤｓＣについては、Ｌレベルで

昇圧動作を許可し、Ｈレベルで昇圧動作を禁止する点において図１１と同様である。

　【００９９】

　また、図１０に示される駆動回路１２０ａ（１２０ｂ）にあっては、４つのトランジス

ター対のいずれかで駆動するために、セレクター２８０がデータｄＡ（ｄＢ）に応じてイ

ネーブルするレベルシフター２７０ａ、２７０ｂ、２７０ｃ、２７０ｄから１つ選択し、

イネーブルされたレベルシフターがトランジスター対に信号Ｇt1、Ｇt2をレベルシフトし

て供給する構成となっているが、次のような構成であっても良い。

　詳細には、データｄＡ（ｄＢ）等に応じて１つのトランジスター対の駆動電圧を、電圧

セット（ＶＡ、Ｇnd）、（ＶＢ、ＶＡ）、（ＶＣ、ＶＢ）または（ＶＤ、ＶＣ）のいずれ

かを選択して、選択した電圧セットを電源電圧として給電する構成としても良い。

　すなわち、トランジスター対の電源電圧として複数用いる構成において、用いない電圧

の昇圧動作を禁止すれば良い。

　【０１００】

　なお、実施形態では、トランジスター２３１ａ、２３１ｂ、２３１ｃ、２３１ｄをＰチ

ャネル型とし、トランジスター２３２ａ、２３２ｂ、２３２ｃ、２３２ｄをＮチャネル型

としたが、Ｐチャネル型またはＮチャネル型で揃えても良い。

　また、これらのトランジスターについてはオンまたはオフするスイッチング素子として

説明したが、本発明は、これに限られない。例えば、ゲート・ソース間の電圧に応じてド

レイン電流（ソース・ドレイン間の抵抗）を変化させる構成としても良い。すなわち、信

号Ｇt1（Ｇt2）によってトランジスター２３１（２３２）が制御される構成であれば良い

。

　【０１０１】

　また、基準電源２１１、２１２、比較器２２１、２２２、レベルシフター２７０ａ、２

７０ｂ、２７０ｃ、２７０ｄ　セレクター２８０については半導体で集積化しても良い。

換言すれば、基準電源Ｅ、トランジスター２３１ａ、２３１ｂ、２３１ｃ、２３１ｄ、２

３２ａ、２３２ｂ、２３２ｃ、２３２ｄ（逆流防止用のダイオードｄ１、ｄ２を含む）に

ついては外付け部品で構成するのが好ましい。

　【０１０２】

　実施形態では、電圧Ｖinを、基準電源２１１によって電圧Ｖ１だけオフセットし、基準

電源２１２によって電圧Ｖ２だけオフセットしたが、電圧Ｖin（または、後述するように

電圧Ｏut）を高低方向にオフセットした２つの電圧を得ることができれば良いので、当該

オフセットのための構成については電源（電池）等の素子に限られない。例えば、次のよ

うに、ダイオードや抵抗などの素子を複数組み合わせても良い。

　【０１０３】

　図１６は、電圧Ｖinを高低方向にそれぞれオフセットした電圧（Ｖin＋Ｖ２）、（Ｖin

－Ｖ１）を得るための構成例（第１オフセット部および第２オフセット部の他の例）を示

す図である。

　この例では、電圧ＶinをダイオードＤ１の順方向電圧だけ高位側にオフセットした電圧

から、電圧ＶinをダイオードＤ２の順方向電圧だけ低位側にオフセットした電圧までを、

抵抗分割することによって電圧（Ｖin－Ｖ１）、（Ｖin＋Ｖ２）が得ることができる。

　【０１０４】

　また、実施形態に係る駆動回路１２０ａ（１２０ｂ）は、比較器２２１は、電圧Ｏut2

が電圧（Ｖin－Ｖ１）以上であるか、または、未満であるかを判別する構成であった。

　すなわち、比較器２２１は、

　Ｏut2≧Ｖin－Ｖ１、または、

　Ｏut2＜Ｖin－Ｖ１、

　を判別する構成であった。

　ここで、上記不等式は、

　Ｏut2＋Ｖ１≧Ｖin、または、

　Ｏut2＋Ｖ１＜Ｖin、

　に変形できるので、比較器２２１は、電圧（Ｏut2＋Ｖ１）が電圧Ｖin以上であるか、

または、未満であるかを判別しても良い。

　また、ここでの不等式は、例えば

　Ｏut＋Ｖ１／２≧Ｖin－Ｖ１／２、または、

　Ｏut＋Ｖ１／２＜Ｖin－Ｖ１／２、

　にも変形できる。

　このため、比較器２２１は、電圧（Ｏut2＋Ｖ１／２）が電圧（Ｖin－Ｖ１／２）以上

であるか、未満であるかを判別しても良い。

　要は、比較器２２１は、入力信号である電圧Ｖinまたは出力の駆動信号に基づく電圧Ｏ

ut2のうち、少なくとも一方をレベルシフトして、一方に対して他方を相対的に電圧Ｖ１

だけオフセットした電圧同士を比較する構成であれば良い。

　【０１０５】

　同様に、比較器２２２は、

　Ｏut2≧Ｖin＋Ｖ２、または、

　Ｏut2＜Ｖin＋Ｖ２、

　を判別する構成であった。

　ここで、上記不等式は、

　Ｏut2－Ｖ２≧Ｖin、または、

　Ｏut2－Ｖ２＜Ｖin、

　に変形できるので、比較器２２２は、電圧（Ｏut2－Ｖ２）が電圧Ｖin以上であるか、

または、未満であるかを判別しても良い。

　また、ここでの不等式は、例えば

　Ｏut2－Ｖ２／２≧Ｖin＋Ｖ２／２、または、

　Ｏut2－Ｖ２／２＜Ｖin＋Ｖ２／２、

　にも変形できる。

　このため、比較器２２２は、電圧（Ｏut2－Ｖ２／２）が電圧（Ｖin＋Ｖ２／２）以上

であるか、未満であるかを判別しても良い。

　要は、比較器２２２は、入力信号である電圧Ｖinまたは出力の駆動信号に基づく電圧Ｏ

ut2のうち、少なくとも一方をレベルシフトして、一方に対して他方を相対的に電圧Ｖ２

だけオフセットした電圧同士を比較する構成であれば良い。

　【０１０６】

　実施形態において、駆動回路１２０ａ（１２０ｂ）におけるセレクター２８０は、デー

タｄＡ（ｄＢ）によって電圧Ｖinが第１範囲乃至第４範囲のいずれかに含まれるかを判別

する構成としたが、多少精度や遅延が発生するものの、ＤＡＣ１１３ａ（１１３ｂ）の出

力である信号Ａin（Ｂin）で判別しても良い。

　このため、電圧Ｖinに応じて（入力信号に応じて）とは、データｄＡ（ｄＢ）にしたが

って、当該データｄＡ（ｄＢ）をアナログ変換した信号にしたがって、それぞれ判別して

（トランジスター対を選択する）と同義である。

　また、データｄＡ（ｄＢ）、当該データｄＡ（ｄＢ）をアナログ変換した信号Ａin（Ｂ

in）の２つの信号を重み付けして、組み合わせて判別しても良い。

　【０１０７】

　実施形態において、駆動回路１２０ａ（１２０ｂ）におけるレベルシフターおよびトラ

ンジスター対のセット数をそれぞれ「４」としたが、「２」以上であれば良い。セット数

を多くするにつれて、電源電圧が低く抑えられるので、トランジスターを、より低い耐圧

のものを用いることができる。

　また、実施形態では、電圧ＶＡ、ＶＢ、ＶＣ、ＶＤについて、電圧Ｅを出力する基準電

源の４段直列接続（図１１参照）によって出力する構成としたので、各電圧セットにおけ

る高位側電圧と低位側電圧との差を電圧Ｅ（＝１０．５Ｖ）で揃えたが、不揃いとした構

成であっても良い。

　【０１０８】

　また、電圧範囲については、第１範囲から第４範囲までのうち、隣り合う範囲について

は一部重複させても良い。例えば第１範囲については、電圧ゼロ以上電圧（ＶＡ＋α）未

満とし、第２範囲については、電圧（ＶＡ－α）以上電圧（ＶＢ＋α）未満とし、第３範

囲については、電圧（ＶＢ－α）以上電圧（ＶＣ＋α）未満とし、第４範囲については、

電圧（ＶＣ－α）以上電圧ＶＢ未満として、電圧ＶＡ、ＶＢ、ＶＣを中心に±αだけそれ

ぞれ重複させても良い。

　【０１０９】

　また、実施形態では液体吐出装置を印刷装置として説明したが、液体を吐出して立体を

造形する立体造形装置や、液体を吐出して布地を染める捺染装置などであっても良い。

　【０１１０】

　また、実施形態では、駆動回路１２０ａ（１２０ｂ）の駆動対象としてインクを吐出す

る圧電素子Ｐztを例にとって説明したが、駆動回路１２０ａを印刷装置から切り離して考

えてみたときに、駆動対象としては、圧電素子Ｐztに限られず、例えば超音波モーターや

、タッチパネル、静電スピーカー、液晶パネルなどの容量性成分を有する負荷のすべてに

適用可能である。

【符号の説明】

　【０１１１】

　１…印刷装置（液体吐出装置）、３…ヘッドユニット、５０…駆動ＩＣ、１００…メイ

ン基板、１２０ａ、１２０ｂ…駆動回路、２００…単位回路、２１１、２１２…基準電源

、２２１、２２２…比較器、２３１ａ、２３１ｂ、２３１ｃ、２３１ｄ、２３２ａ、２３

２ｂ、２３２ｃ、２３２ｄ…トランジスター、２７０ａ、２７０ｂ、２７０ｃ、２７０ｄ

…レベルシフター、２８０…セレクター、２９０…電源供給部、２９２ａ、２９２ｂ、２

９２ｃ、２９２ｄ…昇圧回路、４４２…キャビティ、５５０…配線、Ｐzt…圧電素子、Ｎ

…ノズル。

【書類名】特許請求の範囲

【請求項１】

　単一の電圧を昇圧して、それぞれ異なる電源電圧を生成する複数の昇圧回路を有する電

源供給部と、

　前記複数の昇圧回路の少なくとも１つが生成した電源電圧に基づき源駆動信号を増幅し

て、駆動信号を生成する駆動回路と、

　前記駆動信号が印加されることで変位する圧電素子を有する吐出部と、

　を備え、

　前記電源供給部は、増幅で不使用となる電源電圧を生成する前記昇圧回路に対して、昇

圧を停止する制御を行う

　ことを特徴とする液体吐出装置。

【請求項２】

　前記複数の増幅回路の昇圧倍率はそれぞれ異なる

　ことを特徴とする請求項１に記載の液体吐出装置。

【請求項３】

　前記複数の昇圧回路は、

　第１電圧を生成する第１昇圧回路と第２電圧を生成する第２昇圧回路とを含み、

　前記第２昇圧回路は、前記第１電圧と前記第２電圧との値を足し合わせた加算電圧を生

成し、前記駆動回路に供給する

　ことを特徴とする請求項１または２に記載の液体吐出装置。

【請求項４】

　請求項１乃至４のいずれか１項に記載の液体吐出装置であって、

　前記駆動回路は、

　第１比較部と第２比較部とを含み、入力信号と前記駆動信号とが入力され、第１制御信

号と第２制御信号とを出力する比較ユニットと、

　前記第１制御信号に基づいて制御される第１トランジスターと前記第２制御信号に基づ

いて制御される第２トランジスターとからなり、前記複数の昇圧回路の少なくとも１つで

生成された電源電圧に基づいて前記駆動信号を出力するトランジスター対と、

　を備え、

　前記第１比較部は、第１比較信号と第２比較信号とを比較して、前記第１制御信号を出

力し、

　前記第１比較信号は、前記入力信号または前記駆動信号の一方をオフセットした信号で

あり、

　前記第２比較部は、第３比較信号と第４比較信号とを比較して、前記第２制御信号を出

力し、

　前記第３比較信号は、前記入力信号または前記駆動信号の一方をオフセットした信号で

ある

　ことを特徴とする液体吐出装置。

【請求項５】

　駆動信号により容量性負荷を駆動する駆動回路であって、

　単一の電圧を昇圧して、それぞれ異なる電源電圧を生成する複数の昇圧回路を有する電

源供給部を備え、

　前記複数の昇圧回路の少なくとも１つが生成した電源電圧に基づき源駆動信号を増幅し

て、前記駆動信号を生成し、

　前記電源供給部は、増幅で不使用となる電源電圧を生成する前記昇圧回路に対して、昇

圧を停止する制御を行う

　ことを特徴とする駆動回路。

【請求項６】

　駆動信号の印加により変位する圧電素子を含み、各圧電素子の変位により液体をそれぞ

れ吐出する吐出部を含むヘッドユニットであって、

　前記ヘッドユニットの吐出部は、

　単一の電圧を昇圧して、それぞれ異なる電源電圧を生成する複数の昇圧回路を有する電

源供給部を備え、

　前記複数の昇圧回路の少なくとも１つが生成した電源電圧に基づき源駆動信号を増幅し

て、前記駆動信号を生成し、

　前記電源供給部は、増幅で不使用となる電源電圧を生成する前記昇圧回路に対して、昇

圧を停止する制御を行う

　駆動回路によって駆動される

　ことを特徴とするヘッドユニット。

【書類名】要約書

【要約】

【課題】駆動回路の消費電力を改善する。

【解決手段】駆動回路１２０ａは、電源供給部２９０は、単一の３．０Ｖを昇圧して、そ

れぞれ異なる電源電圧を生成する昇圧回路２９２ａ、２９２ｂ、２９２ｃ、２９２ｄを有

する。駆動回路は、これらの昇圧回路のうち、少なくとも１つが生成した電源電圧に基づ

き信号を増幅して、駆動信号を生成する。電源供給部２９０は、駆動回路による増幅で不

使用となる電源電圧を生成する昇圧回路に対して、昇圧を停止させる。

【選択図】図１１