(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2012-148534
(P2012-148534A)
(43)公開日　平成24年8月9日(2012.8.9)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
B41J	2/045	(2006.01)	B41J	3/04	103A	2C057
B41J	2/055	(2006.01)				

審査請求 未請求　請求項の数 9　ＯＬ　（全 14 頁）

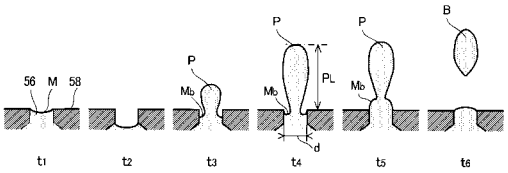
(21)出願番号　特願2011-10579(P2011-10579)
(22)出願日　平成23年1月21日(2011.1.21)

(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　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修
(74)代理人　100127661
弁理士　宮坂　一彦
(72)発明者　張　俊華
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 AF28　AG47　AM16　AR04　AR08
BA04　BA14

(54)【発明の名称】液体噴射装置

(57)【要約】
【課題】簡易な構成により液体噴射時のサテライト滴の発生を抑制する。
【解決手段】液体噴射装置１００が、圧力発生手段４２２により圧力室５０内の圧力を変動させて圧力室５０内の液体を液滴Ｂとしてノズル５６から噴射する液体噴射部２２と、圧力発生手段４２２を作動させる駆動信号ＣＯＭを生成する駆動信号生成部６４とを具備する。駆動信号ＣＯＭは、圧力室５０を加圧させ、ノズル５６内の液体を突出させて液柱Ｐを形成する第１要素W1と、第１要素W1より後に圧力室５０を加圧させ、液柱Ｐがノズル５６内の液体と繋がった状態で、液体の液面Mのうち液柱Ｐ表面を除く部分Mbを、ノズル５６内の液面Mとノズルの内面とが接する位置より液柱Ｐが突出する方向に突出させる第２要素E5とを含む。
【選択図】図６



【特許請求の範囲】
【請求項１】
圧力発生手段により圧力室内の圧力を変動させて前記圧力室内の液体を液滴としてノズルから噴射する液体噴射部と、前記圧力発生手段を作動させる駆動信号を生成する駆動信号生成部とを具備する液体噴射装置であって、
前記駆動信号は、
前記圧力室を加圧させ、前記ノズル内の前記液体を突出させて液柱を形成する第１要素と、
前記第１要素より後に前記圧力室を加圧させ、前記液柱が前記ノズル内の前記液体と繋がった状態で、前記液体の液面のうち前記液柱の表面を除く部分を、前記ノズル内の前記液面と前記ノズルの内面とが接する位置より前記液柱が突出する方向に突出させる第２要素とを含む
液体噴射装置。
【請求項２】
前記駆動信号は、
前記第１要素の後かつ前記第２要素の前に、前記第１要素の終端の電位を維持する第３要素を含む
請求項１に記載の液体噴射装置。
【請求項３】
前記第１要素は、
所定の基準電位から第１の方向に第１の電位差の電位変化を生じさせて前記圧力室を減圧させる減圧要素と、前記第１の方向と逆方向に、前記第１の電位差より大きい第２の電位差の電位変化を生じさせて前記圧力室を加圧させる加圧要素とを含む
請求項１または２に記載の液体噴射装置。
【請求項４】
前記駆動信号は、
前記第１要素の後かつ前記第２要素の前に、前記圧力室を減圧させる第４要素を含む
請求項１から３のいずれか１項に記載の液体噴射装置。
【請求項５】
前記第４要素の勾配は、前記第２要素の電位変化の勾配よりも緩やかである
請求項４に記載の液体噴射装置。
【請求項６】
前記駆動信号は、
前記第２要素より後に発生し、前記圧力室を減圧させる要素を更に含む
請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の液体噴射装置。
【請求項７】
前記第２要素の電位変化の幅が、前記第１要素の電位変化の幅の２／５以内である
請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の液体噴射装置。
【請求項８】
前記第１要素により形成される前記液柱の吐出面に対する高さが、前記ノズルの径の２倍以上５倍以下であるときに、前記第２要素が開始する
請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の液体噴射装置。
【請求項９】
前記第２要素により突出された前記液面の吐出面に対する高さが、前記ノズルの径の１／２以上３／２以下である
請求項１から請求項８のいずれか１項に記載の液体噴射装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】

本発明は、インク等の液体を噴射する技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
圧電振動子や発熱素子等の圧力発生素子により圧力室内の圧力を変化させることで圧力室内の液体（例えばインク）を液滴としてノズルから噴射する液体噴射技術が従来から提案されている。圧力室内の液体が加圧されると、ノズル内の液体の基面から液柱が突出する。液柱の先端部は大きな主滴となって噴射され、液柱の尾部（液柱の後端部）は主滴よりも小さいサテライト滴となって噴射される。サテライト滴は着弾対象（例えば記録紙）上の意図しない場所に着弾して着弾位置の精度（例えば印字精度）を低下させたり、ミストとなって漂い液体噴射装置を汚染したりする。したがって、サテライト滴の発生は抑制される必要がある。
【０００３】
特許文献１では、単一の圧力室に、インク滴吐出用の圧電素子とサテライト滴防止用の圧電素子とを設けている。吐出の際には、インク滴吐出用の圧電素子を駆動してインクをノズルから押し出してインク柱を形成した後に、更にサテライト滴防止用の圧電素子を駆動してインク柱の後端部を押し出すことによりインク柱を断ち切って、サテライト滴の発生を抑制している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開平１１－１７０５１８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
特許文献１の技術では、インク滴吐出用の圧電素子に加えてサテライト滴防止用の圧電素子を設けているため、構造が複雑になるとともに、複数の圧電素子をそれぞれ別個に駆動する必要が生じる。以上の事情を考慮して、本発明は、簡易な構成により液体噴射時のサテライト滴の発生を抑制することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
以上の課題を解決するために本発明が採用する手段を説明する。なお、本発明の理解を容易にするために、以下の説明では、本発明の要素と後述の実施形態の要素との対応を括弧書で付記するが、本発明の範囲を実施形態の例示に限定する趣旨ではない。
【０００７】
本発明の液体噴射装置は、圧力発生手段（例えば圧電振動子４２２）により圧力室（例えば圧力室５０）内の圧力を変動させて前記圧力室内の液体を液滴（例えばインク滴Ｂ）としてノズル（例えばノズル５６）から噴射する液体噴射部（例えば記録ヘッド２２）と、前記圧力発生手段を作動させる駆動信号（例えば駆動信号ＣＯＭ）を生成する駆動信号生成部（例えば駆動信号生成部６４）とを具備する液体噴射装置（例えば印刷装置１００）であって、前記駆動信号は、前記圧力室を加圧させ、前記ノズル内の前記液体を突出させて液柱（例えばインク柱Ｐ）を形成する第１要素（例えば波形W1）と、前記第１要素より後に前記圧力室を加圧させ、前記液柱が前記ノズル内の前記液体と繋がった状態で、前記液体の液面（例えば液面Ｍ）のうち前記液柱の表面を除く部分（例えば基面Ｍb）を、前記ノズル内の前記液面と前記ノズルの内面とが接する位置より前記液柱が突出する方向に突出させる第２要素（例えば要素Ｅ5）とを含む。
【０００８】
以上の構成においては、第１要素の供給により基面から液柱を形成し、液柱がノズル内の液体と繋がった状態で第２要素を供給して、液体の液面のうち液柱の表面を除く部分（すなわち、液体の基面）を押し出すので、液柱の尾部が細くなるとともに、吐出面に戻ろうとする表面張力が基面に働いて、液柱が分断されやすくなる。したがって、液柱がノズ

ル内の液体と繋がった状態で液体の基面を押し出さない構成と比較して、液滴形成時におけるサテライト滴の形成を抑制することが可能である。

なお、「第１要素より後に」とは、第１要素の直後と、第１要素の終端から所定の期間を隔たった後との両方を含む概念である。本明細書においては、一般的に、「要素より後に」とは、要素の直後と、要素の終点から所定の期間を隔たった後との両方を含む概念であり、また、「要素より前に」とは、要素の直前と、要素の始点から所定の期間を隔たった前との両方を含む概念である。

【０００９】

本発明の好適な態様において、前記駆動信号は、前記第１要素の後かつ前記第２要素の前に、前記第１要素の終端の電位を維持する第３要素（例えば要素Ｅ4）を含む。以上の構成においては、第３要素の供給中には圧力発生手段が駆動されないので、液柱がノズル内の液体と繋がった状態で液柱を形成するのにより好適である。

【００１０】

本発明の好適な態様において、前記第１要素は、所定の基準電位（例えば基準電位ＶREF）から第１の方向に第１の電位差の電位変化を生じさせて前記圧力室を減圧させる減圧要素（例えば要素Ｅ1）と、前記第１の方向と逆方向に、前記第１の電位差より大きい第２の電位差（例えば電位の変化量Ａe3）の電位変化を生じさせて前記圧力室を加圧させる加圧要素（例えば要素Ｅ3）とを含む。以上の構成においては、加圧要素による圧力室の加圧に先立ち減圧要素により圧力室を減圧するので、液面が一旦圧力室側に引き込まれるため、後の加圧要素による加圧の際により効率良く液柱を形成することが可能となる。さらに、第２の電位差が第１の電位差を上回るので、第２の電位差が第１の電位差以下である構成と比較して、より多くの量の液体を噴射することが可能である。

【００１１】

本発明の好適な態様において、前記駆動信号は、前記第１要素の後かつ前記第２要素の前に、前記圧力室を減圧させる第４要素（例えば要素Ｅ4a）を含む。以上の構成においては、第１要素の終了から第２要素の開始までの間に第１要素の終端電位が維持される構成と比較して、圧力室の過剰な振動が抑制され、かつ駆動信号の振幅が抑えられて消費電力が低減されるという利点がある。

【００１２】

本発明の好適な態様において、前記第４要素の勾配は、前記第２要素の電位変化の勾配よりも緩やかである。以上の構成においては、液体の液面の変動をより低減することが可能である。

【００１３】

本発明の好適な態様において、前記駆動信号は、前記第２要素より後に発生し、前記圧力室を減圧させる要素（例えば要素Ｅ7）とを更に含む。以上の構成においては、第２要素による加圧の後に圧力室が減圧される。

【００１４】

本発明の好適な態様において、前記第２要素の電位変化の幅（例えば電位の変化量Ａe5）が、前記第１要素の電位変化の幅（例えば電位の変化量Ａe3）の２／５以内である。以上の構成によれば、液体の基面を押し出すための２回目の加圧の程度が、液柱を突出させるための１回目の加圧の程度より小さく抑えられる。

【００１５】

本発明の好適な態様において、前記第１要素により形成される前記液柱の吐出面に対する高さ（例えば高さＰL）が、前記ノズルの径（例えば径ｄ）の２倍以上５倍以下であるときに、前記第２要素が開始する。以上の構成によれば、液柱が短すぎて液滴を形成することが困難であったり、液柱が長すぎて適当な大きさの液滴を形成することが困難であったりする状況を回避することが可能である。

【００１６】

本発明の好適な態様において、前記第２要素により突出された前記液面の吐出面に対する高さ（例えば高さｈ）が、前記ノズルの径の１／２以上３／２以下である。以上の構成

によれば、サテライト滴の形成をより効果的に抑制することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】本発明の第１実施形態に係る印刷装置の部分的な模式図である。

【図２】記録ヘッドの断面図である。

【図３】印刷装置の電気的な構成のブロック図である。

【図４】記録ヘッドの電気的な構成のブロック図である。

【図５】駆動信号の波形図である。

【図６】インク滴の噴射の様子を示す図である。

【図７】駆動信号と時刻との対応を示す図である。

【図８】駆動信号の波形の比較例を示す図である。

【図９】比較例におけるインクの噴射の様子を示す図である。

【図１０】駆動信号の比較例と時刻との対応を示す図である。

【図１１】駆動信号の波形の変形例を示す図である。

【図１２】第２実施形態の駆動信号の波形図である。

【図１３】駆動信号の波形の変形例を示す図である。

【図１４】駆動信号の波形の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

＜Ａ：第１実施形態＞

図１は、本発明の第１実施形態に係るインクジェット方式の印刷装置１００の部分的な模式図である。印刷装置１００は、微細なインク滴を記録紙２００に噴射する液体噴射装置であり、キャリッジ１２と移動機構１４と用紙搬送機構１６とを含む。キャリッジ１２には、液体噴射部として機能する記録ヘッド２２が設置されるとともに、記録ヘッド２２に供給されるインクを貯留するインクカートリッジ２４が着脱可能に搭載される。なお、印刷装置１００の筐体（図示略）にインクカートリッジ２４を固定して記録ヘッド２２にインクを供給する構成も採用され得る。

【００１９】

移動機構１４は、案内軸３２に沿ってキャリッジ１２を主走査方向（図１の矢印が示す記録紙２００の幅方向）に往復させる。キャリッジ１２の位置は、リニアエンコーダー等の検出器（図示略）で検出されて移動機構１４の制御に利用される。用紙搬送機構１６は、キャリッジ１２の往復に並行して記録紙２００を副走査方向に搬送する。キャリッジ１２の往復時に記録ヘッド２２が記録紙２００にインク滴を噴射することで所望の画像が記録紙２００に記録（印刷）される。なお、キャリッジ１２の往復の端点の近傍には、記録ヘッド２２の吐出面を封止するキャップ３４や、吐出面を払拭するワイパー３６が設置される。

【００２０】

図２は、記録ヘッド２２の断面図（主走査方向に垂直な断面）である。図２に示すように、記録ヘッド２２は、振動ユニット４２と収容体４４と流路ユニット４６とを具備する。振動ユニット４２は、圧電振動子４２２とケーブル４２４と固定板４２６と含む。圧電振動子４２２は、圧電材料と電極とが交互に積層された縦振動型の圧電素子であり、ケーブル４２４を介して供給される駆動信号に応じて振動する。圧電振動子４２２を固定した固定板４２６が収容体４４の内壁面に接合された状態で振動ユニット４２は収容体４４に収容される。

【００２１】

流路ユニット４６は、相互に対向する基板４６２と基板４６４との間隙に流路形成板４６６を介挿した構造体である。流路形成板４６６は、圧力室５０と供給路５２と貯留室５４とを含む空間を基板４６２と基板４６４との間隙に形成する。圧力室５０は、振動ユニット４２毎に隔壁で個別に区画されるとともに供給路５２を介して貯留室５４に連通する。各圧力室５０に対応する複数のノズル（吐出口）５６が基板４６２に列状に形成される

。吐出面５８は、基板４６２の圧力室５０とは反対側の表面である。各ノズル５６は、圧力室５０を外部に連通させる貫通孔である。インクカートリッジ２４から供給されるインクは貯留室５４に貯留される。以上の説明から理解されるように、貯留室５４から供給路５２と圧力室５０とノズル５６とを経由して外部に至るインクの流路が形成される。

【００２２】

基板４６４は、弾性材料で形成された平板材である。基板４６４のうち圧力室５０の反対側の領域には島状の島部４８が形成される。圧力室の一部を構成する基板４６４および島部４８が、圧電振動子４２２の駆動により変形して振動する振動板となる。島部４８には圧電振動子４２２の先端面（自由端）が接合される。したがって、駆動信号の供給により圧電振動子４２２が駆動されると、島部４８を介して基板４６４が変位することで圧力室５０の容積が変化して圧力室５０内のインクの圧力が変動する。すなわち、圧電振動子４２２は、圧力室５０内の圧力を変動させる圧力発生手段として機能する。以上に説明した圧力室５０内の圧力の変動に応じてノズル５６からインク滴を噴射することが可能である。

【００２３】

図３は、印刷装置１００の電気的な構成のブロック図である。図３に示すように、印刷装置１００は、制御装置１０２と印刷処理部（プリントエンジン）１０４とを具備する。制御装置１０２は、印刷装置１００の全体を制御する要素であり、制御部６０と記憶部６２と駆動信号生成部６４と外部Ｉ/Ｆ（interface）６６と内部Ｉ/Ｆ６８とを含む。記録紙２００に印刷される画像を示す印刷データが外部装置（例えばホストコンピューター）３００から外部Ｉ/Ｆ６６に供給され、内部Ｉ/Ｆ６８には印刷処理部１０４が接続される。印刷処理部１０４は、制御装置１０２による制御のもとで記録紙２００に画像を記録する要素であり、前述の記録ヘッド２２と移動機構１４と用紙搬送機構１６とを含む。

【００２４】

記憶部６２は、制御プログラム等を記憶するＲＯＭと、画像の印刷（ノズル５６毎のインク滴の噴射）に必要な各種のデータを一時的に記憶するＲＡＭとを含む。制御部６０は、記憶部６２に記憶された制御プログラムを実行することにより印刷装置１００の各要素（例えば印刷処理部１０４の移動機構１４や用紙搬送機構１６）を統括的に制御する。また、制御部６０は、外部装置３００から外部Ｉ/Ｆ６６に供給される印刷データを、記録ヘッド２２の各ノズル５６からのインク滴の噴射／非噴射を圧電振動子４２２毎に指示する噴射データＤに変換する。駆動信号生成部６４は、駆動信号ＣＯＭを生成し内部Ｉ/Ｆ６８を介して記録ヘッド２２に供給する。駆動信号ＣＯＭは、各圧電振動子４２２を駆動して圧力室５０のノズル５６からインク滴を噴射させる周期的な信号である。

【００２５】

図４は、記録ヘッド２２の電気的な構成の模式図である。図４に示すように、記録ヘッド２２は、相異なるノズル５６（圧電振動子４２２）に対応する複数の駆動回路２２０を含む。駆動信号ＣＯＭは複数の駆動回路２２０に共通に供給される。また、制御部６０が生成した噴射データＤは内部Ｉ/Ｆ６８を介して各駆動回路２２０に供給される。

【００２６】

各駆動回路２２０は、噴射データＤに応じて駆動信号ＣＯＭを圧電振動子４２２に供給する。具体的には、噴射データＤがインク滴の噴射を指示する場合、駆動回路２２０は、駆動信号ＣＯＭを圧電振動子４２２に供給して駆動し、振動板（島部４８および基板４６４）を振動させる。これにより、基板４６４を介して圧力室５０内が加圧されて、インク滴がノズル５６から記録紙２００に噴射される。他方、噴射データＤがインクの非噴射（噴射の停止）を指示する場合、駆動回路２２０は、駆動信号ＣＯＭを圧電振動子４２２に供給しない。したがって、圧力室５０のノズル５６からインク滴は噴射されない。なお、噴射データＤがインクの非噴射を指示する場合、駆動回路２２０は駆動信号ＣＯＭを圧電振動子４２２に供給して圧電振動子４２２を駆動し、インク滴が噴射されない程度に振動板（島部４８および基板４６４）を振動させてもよい。これにより、基板４６４を介して圧力室５０内の液体およびノズル内の液体に微振動が付与される。この場合には、圧力室

５０内からインクが噴射されず適度に撹拌される。

【００２７】

図５は、駆動信号生成部６４が生成する駆動信号ＣＯＭの１周期の波形の一例である。図５の縦軸は電位、横軸は時間を意味し、時間は図の左から右方向へと進む。図５に示す通り、駆動信号ＣＯＭは、電位ＶDHと電位ＶDLとの間で電位が変動する波形に成形される。駆動信号ＣＯＭは、第１波形W1と第２波形W2と第３波形W3とを、以上の順番で連結した波形に成形される。

【００２８】

第１波形W1は、所定の基準電位ＶREFから高位側の電位ＶDHに上昇する要素Ｅ1と、電位ＶDHを維持する要素Ｅ2と、電位ＶDHから低位側の電位ＶLに低下する要素Ｅ3とを含む（ＶL＜ＶREF＜ＶDH）。要素Ｅ1が供給されると、圧電振動子４２２は圧力室５０を減圧する。すなわち、圧力室５０が膨張するように振動板（島部４８および基板４６４）が変位する。次に、要素Ｅ2が供給されると、圧力室５０内の圧力が要素Ｅ1の終端での圧力に維持された状態で圧電振動子４２２の動作（振動板の変位）が停止する。次に、要素Ｅ3が供給されると、圧電振動子４２２は圧力室５０を加圧する。すなわち、圧力室５０が収縮するように振動板（島部４８および基板４６４）が変位する。

【００２９】

第２波形W2は、第１波形W1に後続するとともに第１波形W1と第３波形W3とを連結する波形部であり、第１波形W1（要素Ｅ3）の終端の電位ＶLを維持する要素Ｅ4からなる。したがって、圧力室５０内の圧力の増加が停止される。

【００３０】

第３波形W3は、第２波形W2に後続する波形部であり、第２波形W2（要素Ｅ4）の終端の電位ＶLから更に低位側の電位ＶDLに低下する要素Ｅ5と（ＶDL＜ＶL）、電位ＶDLを維持する要素Ｅ6と、電位ＶDLから基準電位ＶREFに上昇する要素Ｅ7とを含む。要素Ｅ5が供給されると、圧電振動子４２２は圧力室５０が更に収縮するように振動板（島部４８および基板４６４）を変位させ、圧力室５０内の圧力を更に増加させる。次に、要素Ｅ6が供給されると、圧力室５０内の圧力が要素Ｅ5の終端での圧力に維持された状態で圧電振動子４２２の動作が停止する。次に、要素Ｅ7が供給されると、圧電振動子４２２は圧力室５０を減圧する。すなわち、圧力室５０が膨張するように振動板（島部４８および基板４６４）が変位する。

【００３１】

上述の通り、駆動信号ＣＯＭは、加圧（第１波形W1の要素Ｅ3）→圧力維持（第２波形W2の要素Ｅ2）→加圧（第３波形W3の要素Ｅ5）という２段階に分離された加圧工程を実現する信号である。駆動信号ＣＯＭにおける各要素の時間長や電位変化量は適宜に設定される。例えば、図５に示すように、要素Ｅ5の電位の変化量Ａe5（Ａe5＝ＶL－ＶDL）は、要素Ｅ3の電位の変化量Ａe3（Ａe3＝ＶDH－ＶL）を下回る。具体的には、要素Ｅ5の電位の変化量Ａe5は、要素Ｅ3の電位の変化量Ａe3の２／５以内に設定されると好ましい。

【００３２】

図６に、駆動信号ＣＯＭの供給により圧力室５０のノズル５６からインク滴Ｂが噴射される様子を示す。図６は、ノズル５６の断面図であり、圧力室５０の圧力変動によりインクの液面Ｍが変位してインク滴Ｂが噴射される様子を時系列（時刻ｔ1～時刻ｔ6）で示している。図６においては、図の上方が圧力室５０の外部へ向かう方向であり、図の下方が圧力室５０の内部へ向かう方向である。すなわち、図６の方向は、図２の方向と上下が反転している。また、図７は、図６の各時刻（時刻ｔ1～時刻ｔ6）と駆動信号ＣＯＭ中の時刻との対応を示している。

【００３３】

時刻ｔ1では、圧電振動子４２２に基準電位ＶREFの駆動信号ＣＯＭが供給されているから、振動板（島部４８および基板４６４）は変位しておらず圧力室５０は加圧も減圧もされていない。そのため、インクの液面Ｍは表面張力により僅かに凹状となる（図６の時刻ｔ1）。

【００３４】
時刻ｔ1の後、高位側の電位ＶDHに上昇する要素Ｅ1が圧電振動子４２２に供給され、圧力室５０が膨張して減圧される。この減圧により、インクの液面Ｍが圧力室５０の内部へ向かう方向に引き込まれて吐出面５８から後退する（図６の時刻ｔ2）。
【００３５】
時刻ｔ2の後、電位ＶDHを維持する要素Ｅ2が終端に至ると、低位側の電位ＶLに低下する要素Ｅ3が圧電振動子４２２に供給され、圧力室５０が急激に収縮して加圧される。この加圧により、インクの液面Ｍが圧力室５０の外部へ向かう方向（インク滴Ｂの噴射方向）に前進するとともに、ノズル５６内のインクの基面Ｍb（インクの液面Ｍのうちインク柱Ｐの表面を除く部分）からインクが突出してインク柱Ｐが形成される（図６の時刻ｔ3）。
【００３６】
時刻ｔ3の後、要素Ｅ3が終端に至ると、要素Ｅ3の終端の電位ＶLを維持する要素Ｅ4が圧電振動子４２２に供給される。要素Ｅ4の供給により圧力室５０への加圧は停止されるが、インク柱Ｐはノズル５６から突出した際の慣性力によって更に伸長を続ける。時刻ｔ3の後、時刻ｔ4においてインク柱Ｐはインクの基面Ｍbと繋がっている（図６の時刻ｔ4）。
【００３７】
インク柱Ｐがインクの基面Ｍbと繋がった状態で、より低位側の電位ＶDLに低下する要素Ｅ5が圧電振動子４２２に供給され、圧力室５０が更に収縮して圧力室５０内の圧力が増大する。この圧力の増大により、インクの基面Ｍbが吐出面５８から押し出される（図６の時刻ｔ5）。なお、要素Ｅ5は、インク柱Ｐの吐出面５８に対する高さＰLが、例えばノズル５６の径ｄの２倍以上５倍以下（２ｄ≦ＰL≦５ｄ）であるときに開始すると好ましい。ノズル５６の径ｄは、例えば１０μｍ～９０μｍ程度である。また、要素Ｅ5の供給が開始されるのは、例えば要素Ｅ3の供給を開始した時刻の５～１５μ秒後である。
【００３８】
時刻ｔ5において要素Ｅ5が終端に至ると、要素Ｅ5の終端の電位ＶDLを維持する要素Ｅ6が圧電振動子４２２に供給される。インク柱Ｐは依然として慣性力によって伸長を続けており、時刻ｔ6において凸状の基面Ｍbとインク柱Ｐとが分断されて単一のインク滴Ｂが形成される（図６の時刻ｔ6）。分断されたインク滴Ｂは慣性力に従って飛翔する。インク滴Ｂの飛翔速度は、例えば５～１０ｍ／秒程度である。その後、基準電位ＶREFまで上昇する要素Ｅ7が圧電振動子４２２に供給され、圧力室５０が減圧される。
【００３９】
第１実施形態の駆動信号ＣＯＭの代わりに従来の駆動信号ＣＯＭ’を用いたインク滴Ｂの噴射動作を比較例として以下に示す。この比較例においては、インク柱Ｐの尾部の径が増大しインク柱Ｐが相当に伸長してしまうため、インク柱Ｐが分断されてインク滴Ｂ（主滴）が形成される際にサテライト滴Ｓも形成されてしまう。
【００４０】
図８に従来の駆動信号ＣＯＭ’を示す。図８に示す通り、駆動信号ＣＯＭ’は、電位ＶDHと電位ＶDLとの間で電位が変動する波形に成形され、所定の基準電位ＶREFから高位側の電位ＶDHに上昇する第１要素Ｃ1と、電位ＶDHを維持する第２要素Ｃ2と、電位ＶDHから低位側の電位ＶDLに低下する第３要素Ｃ3と、電位ＶDLを維持する第４要素Ｃ4と、電位ＶDLから基準電位ＶREFに上昇する第５要素Ｃ5とを含む。この変形例においては、基準電位ＶREFと電位ＶDHと電位ＶDLとは第１実施形態と同じ値に設定される。したがって、駆動信号ＣＯＭ’の振幅ＡCOMは駆動信号ＣＯＭの振幅ＡCOMに等しい。
【００４１】
第１実施形態の第１波形Ｗ1（要素Ｅ1および要素Ｅ2）と同様に、第１要素Ｃ1と第２要素Ｃ2との供給で圧力室５０が減圧された後、第３要素Ｃ3の供給で圧力室５０が加圧される。第３要素Ｃ3の電位の変化量は駆動信号ＣＯＭ’の振幅ＡCOM（ＡCOM＝ＶDH－ＶDL）に等しく、第１実施形態における第１波形Ｗ1の要素Ｅ3の電位の変化量Ａe3（Ａe3＝ＶDH

－ＶＬ）を上回る。したがって、第３要素Ｃ3による圧力室５０の圧力変動の大きさは、第１波形Ｗ1の要素Ｅ3による圧力室５０の圧力変動の大きさを上回る。第３要素Ｃ3が終端に至ると、第１実施形態の第３波形Ｗ3（要素Ｅ6および要素Ｅ7）と同様に、第４要素Ｃ4と第５要素Ｃ5との供給で圧力室５０が減圧される。

【００４２】

図９は、従来の駆動信号ＣＯＭ’により圧力室５０のノズル５６からインク滴Ｂが噴射される様子を示す。図６と同様に、図９の方向は図２の方向と上下が反転している。また、図１０は、図９の各時刻（時刻ｔ１’～時刻ｔ５’）と駆動信号ＣＯＭ’中の時刻との対応を示している。なお、図９の時刻ｔ１’～時刻ｔ３’の各々における液面Ｍの様子は、図６の時刻ｔ1～時刻ｔ3の各々における液面Ｍの様子と同様であるから説明を省略する。

【００４３】

前述のように、駆動信号ＣＯＭ’の第３要素Ｃ3による圧力室５０の圧力変動の大きさは、駆動信号ＣＯＭの第１波形Ｗ1の要素Ｅ3による圧力室５０の圧力変動の大きさを上回る。時刻ｔ４’において第３要素Ｃ3が終端に至ると、第３要素Ｃ3の終端の電位ＶＤＬを維持する第４要素Ｃ4が圧電振動子４２２に供給される。時刻ｔ４’において、インクの基面Ｍbは凹状となっている（図９の時刻ｔ４’）。

【００４４】

第４要素Ｃ4の供給により圧力室５０の加圧は停止されるが、インク柱Ｐは、ノズル５６から突出した際の慣性力によって更に伸長を続け、時刻ｔ５’において凹状の基面Ｍbとインク柱Ｐとが分断されてインク滴ＢおよびサテライトＳが形成される（図９の時刻ｔ6）。分断されたインク滴ＢおよびサテライトＳは慣性力に従って飛翔する。サテライトＳは粒径および質量が小さいために減速しやすく、主滴であるインク滴Ｂの飛翔速度よりも低い飛翔速度にて飛翔するので、主滴よりも遅れて記録紙２００に着弾し、意図しない場所にドットが形成されて印字精度を低下させる場合がある。また、記録紙２００に着弾せずにミストとなって漂い印刷装置１００を汚染する場合もある。

【００４５】

図１１を参照して、サテライトＳの形成について説明する。図１１では、比較例と第１実施形態とにおけるインク滴Ｂの噴射直前の状態を対比している。まず、インク柱Ｐが形成されている状態で基面Ｍbが押し出されない比較例の場合（図１１（Ａ））を説明する。表面張力は液面が小さくなる方向に働くので、ノズル５６内の基面Ｍbには圧力室５０の外部へ向かう方向（インク滴Ｂの噴射方向）の表面張力Ｆが働く。したがって、インク柱Ｐの尾部の径が増大して分断されにくくなり、インク柱Ｐと基面Ｍbとが連続した状態でインク柱Ｐが長く伸長する。インク柱Ｐの尾部の径が増大しているので、インク柱Ｐの先端部とノズル５６の吐出面５８との距離ＰＬが相当に増大するまでインク柱Ｐが分断されない。距離ＰＬが相当に増大した状態でインク柱Ｐが分断されると、インク柱Ｐの先端部からインク滴Ｂ（主滴）が形成されるだけでなく、インク柱Ｐの尾部からサテライトＳが形成されてしまう。

【００４６】

他方、第１実施形態の場合（図１１（Ｂ））、インク柱Ｐが形成されている状態で基面Ｍbが押し出されることにより、圧力室５０の内部へ向かう方向（突出した基面Ｍbが小さくなる方向）の表面張力Ｆが基面Ｍbに働くので、インク柱Ｐと基面Ｍbとが分断されやすくなる。したがって、インク柱Ｐは比較例ほどには伸長することなく分断され、インク滴Ｂの噴射の際のサテライトＳの形成が抑制される。なお、第３波形Ｗ3の要素Ｅ5により押し出されたインクの基面Ｍbの先端における吐出面５８に対する高さｈをノズル５６の径ｄの１／２以上３／２以下（(1/2)ｄ≦ｈ≦(3/2)ｄ）とした場合にサテライト滴を抑制する効果が大きい。

【００４７】

以上に説明したように、第１実施形態では、要素Ｅ3の供給により形成されたインク柱Ｐが基面Ｍbと連続した状態で要素Ｅ5を供給して基面Ｍbを押し出す。

以上の構成によれば、図８の駆動信号ＣＯＭ’を供給してインク滴Ｂを噴射する場合（

圧力を維持する工程を設けずに、１回の加圧工程でインク滴Ｂを噴射する場合）と比較して、インク柱Ｐが分断されやすくなることにより、インク滴Ｂの噴射時におけるサテライト滴Ｓの発生が抑制される。

また、２段階の加圧工程に対応した駆動信号ＣＯＭを単一の圧電振動子４２２に供給して駆動するので、各段階の加圧ごとに圧電素子を設けて別個に駆動する構成と比較して、単一の圧電振動子を用いた簡易な構成によってインク滴噴射時のサテライト滴の発生を抑制することが可能である。

【００４８】

＜Ｂ：第２実施形態＞

本発明の第２実施形態を以下に説明する。第１実施形態では、第２波形W2が第１要素Ｅ1の終端の電位を維持した。第２実施形態では、第２波形W2が圧力室５０を減圧させる要素を含む。なお、以下に例示する各態様において作用や機能が第１実施形態と同等である要素については、以上の説明で参照した符号を流用して各々の詳細な説明を適宜に省略する。

【００４９】

図１２を参照して、第２実施形態の駆動信号ＣＯＭの１周期の波形を説明する。図５と同様、図１２の縦軸は電位、横軸は時間を意味し、時間は図の左から右方向へと進む。駆動信号ＣＯＭは、第１波形W1と第２波形W2と第３波形W3とを以上の順番で連結した波形に成形されている。また、第３波形W3の要素Ｅ5は、後述する第２波形W2の要素Ｅ4bの終端から電位が低下する波形となっている。

【００５０】

第２波形W2は、第１波形W1（要素Ｅ3）の終端の電位ＶLを維持する要素Ｅ4と、圧力室５０を減圧させる方向に基準電位ＶREFまで電位が変化する要素Ｅ4aと、基準電位ＶREFを維持する要素Ｅ4bとを含む。電位が低下する要素Ｅ5の前かつ要素Ｅ3の後に、電位が上昇する要素Ｅ4aが設けられるから、要素Ｅ5が要素Ｅ4の終端の電位ＶLから低下する駆動信号ＣＯＭの振幅ＡCOMよりも、第２実施形態の駆動信号ＣＯＭの振幅ＡCOMaが小さく抑えられる。したがって、圧力室５０の過剰な振動が抑制されるとともに、消費電力が削減される。しかも、インクを突出・噴射させるのに必要である、要素Ｅ3の電位の変化量Ａe3（Ａe3＝ＶDH－ＶL）および要素Ｅ5の電位の変化量Ａe5（Ａe5＝ＶL－ＶDL）が第１実施形態と同等に維持されているから、インク滴Ｂは図６で示した態様と同様に噴射される。

すなわち、第２実施形態によれば、サテライト滴Ｓの発生を抑制するという第１実施形態の効果が実現された上で、さらに圧力室５０の過剰な振動の抑制および消費電力の削減という有利な効果が実現される。

【００５１】

なお、要素Ｅ4aの電位変化の勾配は、図１２に示すように、第１波形W1の要素Ｅ3の電位変化の勾配および第３波形W3の要素Ｅ5の電位変化の勾配よりも緩やかであると好ましい。この場合には、インクの液面Ｍの変動がより低減される。

要素Ｅ4aが到達し要素Ｅ4bが維持する電位は基準電位ＶREFに限定されず、より高位またはより低位の電位に設定されてもよい。また、第２波形W2が要素Ｅ4bを備えず、要素Ｅ4aの終了後直ちに第３波形W3（要素Ｅ5）が開始してもよい。すなわち、圧力室５０を第１波形W1（要素Ｅ3）の終端での圧力より加圧する方向に電位を変化させない限りにおいて、第２波形W2は任意の波形に構成され得る。ただし、第１実施形態で述べたのと同様に、要素Ｅ5の電位の変化量Ａe5が要素Ｅ3の電位の変化量Ａe3を下回ると好ましい。具体的には、電位の変化量Ａe5が電位の変化量Ａe3の２／５以内に設定されると好ましい。

また、以上の例示から理解されるように、第１実施形態や第２実施形態の第２波形W2は、圧力室５０内の圧力の増加を停止させる要素（第１波形W1の終端での電圧から増加させない要素）として包括され、圧力室５０の圧力を維持する要素Ｅ4（第１実施形態）と、圧力室５０内の圧力を低下させる要素Ｅ4a（第２実施形態）の少なくとも一方を含む概念である。

【００５２】

＜Ｃ：変形例＞

以上の各形態は多様に変形される。具体的な変形の態様を以下に例示する。以下の例示から任意に選択された２以上の態様は適宜に併合され得る。

【００５３】

（１）変形例１

駆動信号ＣＯＭの波形は適宜に変更される。例えば、第１実施形態では第１波形W1の始めに高位側の電位ＶDHに上昇する要素Ｅ1と電位ＶDHを維持する要素Ｅ2とを設けた場合を例示したが、例えば、図１３に示すように、第１波形W1が要素Ｅ1と要素Ｅ2とを備えず、低位側の電位ＶLに低下する要素Ｅ3が基準電位ＶREFから開始してもよい。また、この変形例は第２実施形態の駆動信号ＣＯＭにも適用可能である。すなわち、図１４に示すように、第１波形W1が要素Ｅ1と要素Ｅ2とを備えず、低位側の電位ＶLに低下する要素Ｅ3が基準電位ＶREFから開始してもよい。

【００５４】

（２）変形例２

第２波形W2を設けず、第１波形W1と第３波形W3とからなる駆動信号ＣＯＭも採用し得る。すなわち、駆動信号ＣＯＭが、電位を維持する要素Ｅ4および要素Ｅ4bならびに圧力室５０内を減圧させる要素Ｅ4aのいずれをも有さず、第１波形W1の直後に第３波形W3を有してもよい。第２波形W2が設けられないので、駆動信号ＣＯＭの１周期に要する期間が短縮され、より迅速に印字動作を実行することができる。以上の構成においては、要素Ｅ3の供給によって、ノズル５６内のインクが突出されてインク柱Ｐが形成され、要素Ｅ5の供給によって、インク柱Ｐがノズル５６内のインクと繋がった状態で基面Mbがインク柱Ｐが突出する方向に突出されるように、第１波形W1の要素Ｅ3の電位変化の勾配と第３波形W3の要素Ｅ5の電位変化の勾配とが相異なって設定される。

【００５５】

（３）変形例３

以上の各形態では、基準電位ＶREFに対して負極性の電位の供給で圧力室５０が加圧されるとともに正極性の電位の供給で圧力室５０が減圧されるように圧電振動子４２２を動作させたが、圧電振動子４２２に供給される電位の極性と加圧／減圧との関係は反転され得る。例えば、負極性の電位の供給で圧力室５０が減圧されるとともに正極性の電位の供給で圧力室５０が加圧される構成では、図５の駆動信号ＣＯＭの電位の高低を逆転させた波形が圧電振動子４２２の駆動に利用される。

【００５６】

（４）変形例４

以上の各形態では縦振動型の圧電振動子４２２を例示したが、圧力室５０内の圧力を変化させる要素（圧力発生手段）の構成は以上の例示に限定されない。例えば、撓み振動型の圧電振動子や静電アクチュエーター等の振動体を利用することも可能である。また、本発明の圧力発生手段は、圧力室５０に機械的な振動を付与する要素に限定されない。例えば、圧力室５０の加熱で気泡を発生させて圧力室５０内の圧力を変化させる発熱素子（ヒーター）を圧力発生手段として利用することも可能である。すなわち、本発明の圧力発生手段は、圧力室５０内の圧力を変化させる要素として包括され、圧力を変化させる方法（ピエゾ方式／サーマル方式）や構成の如何は不問である。

【００５７】

（５）変形例５

以上の各形態の印刷装置１００は、プロッターやファクシミリ装置，コピー機等の各種の機器に採用され得る。もっとも、本発明の液体噴射装置の用途は画像の印刷に限定されない。例えば、各色材の溶液を噴射する液体噴射装置は、液晶表示装置のカラーフィルターを形成する製造装置として利用される。また、液体状の導電材料を噴射する液体噴射装置は、例えば有機ＥＬ（Electroluminescence）表示装置や電界放出表示装置（ＦＥＤ：Field Emission Display）等の表示装置の電極を形成する電極製造装置として利用される。また、生体有機物の溶液を噴射する液体噴射装置は、生物化学素子（バイオチップ）を

製造するチップ製造装置として利用される。

【００５８】

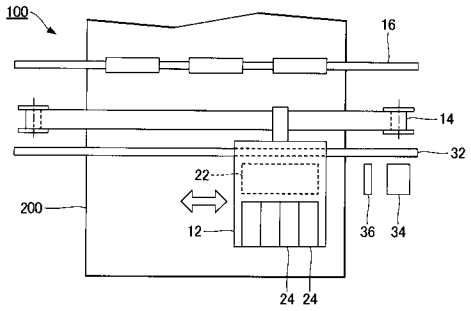
また、以上の各形態では、記録ヘッド２２を搭載したキャリッジ１２が主走査方向に移動するシリアル型の印刷装置１００を例示したが、記録紙の幅方向の全域にわたって複数のノズルが配列するように主走査方向に長尺状に構成されたライン型の記録ヘッドを利用した印刷装置にも本発明を適用することが可能である。

【符号の説明】

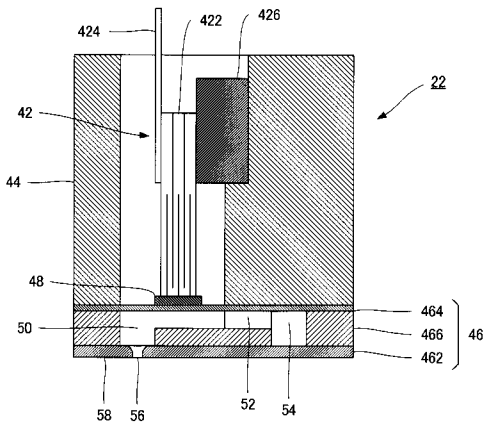
【００５９】

１００……印刷装置、１２……キャリッジ、１４……移動機構、１６……用紙搬送機構、２２……記録ヘッド、２４……インクカートリッジ、４２……振動ユニット、４２２……圧電振動子、４６……流路ユニット、４６２，４６４……基板、４６６……流路形成板、４８……島部、５０……圧力室、５２……供給路、５４……貯留室、５６……ノズル、５８……吐出面、１０２……制御装置、１０４……印刷処理部、６０……制御部、６２……記憶部、６４……駆動信号生成部、６６……外部Ｉ/Ｆ、６８……内部Ｉ/Ｆ、２２０……駆動回路、２００……記録紙、３００……外部装置、Ｂ……インク滴、ＣＯＭ……駆動信号、ｄ……ノズルの径、Ｆ……表面張力、Ｍ……液面、Ｍｂ……基面、Ｐ……インク柱、Ｓ……サテライト滴。

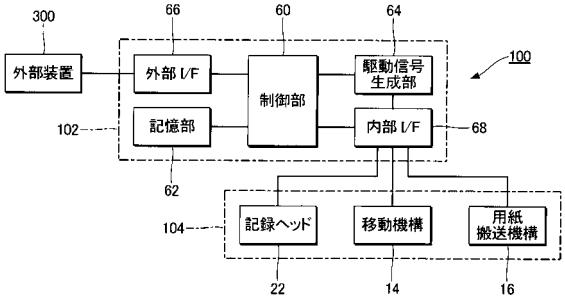
【図１】



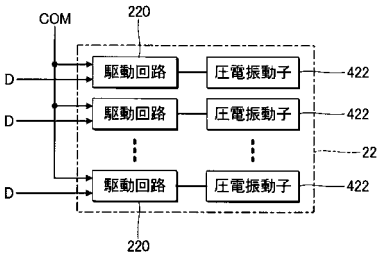
【図２】



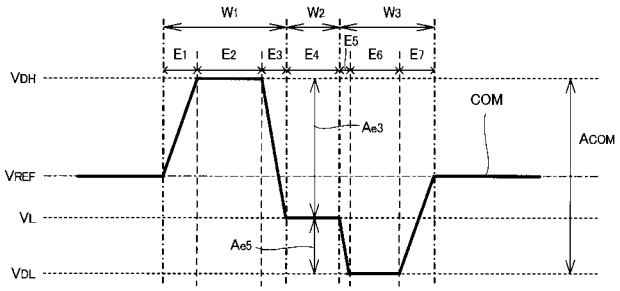
【図３】



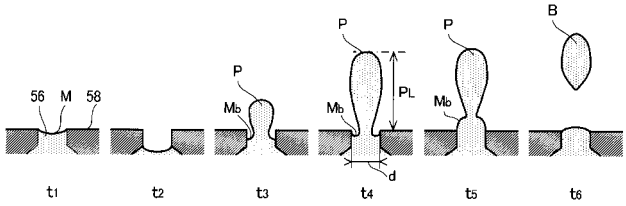
【図４】



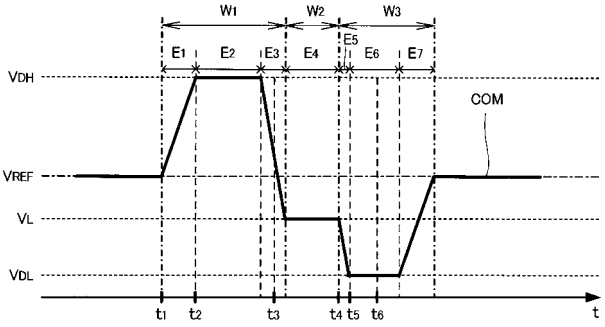
【図５】



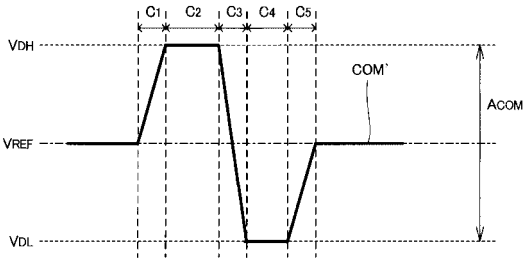
【図６】



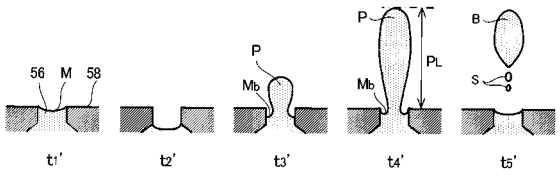
【図７】



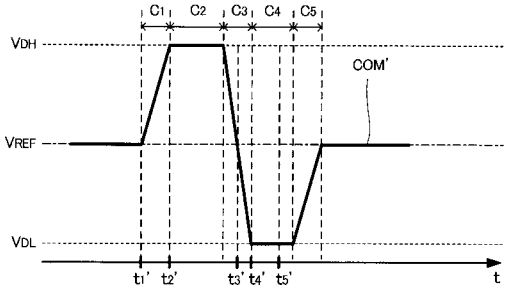
【図８】



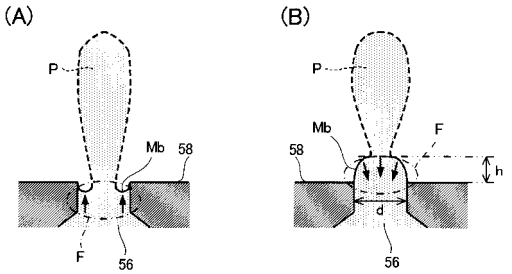
【図９】



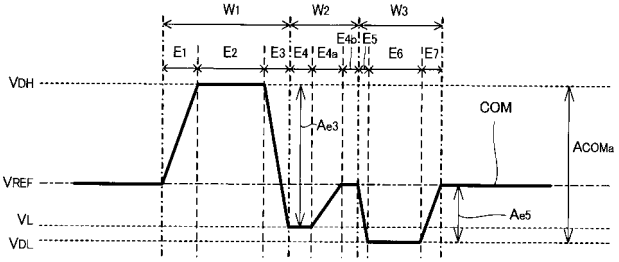
【図１０】



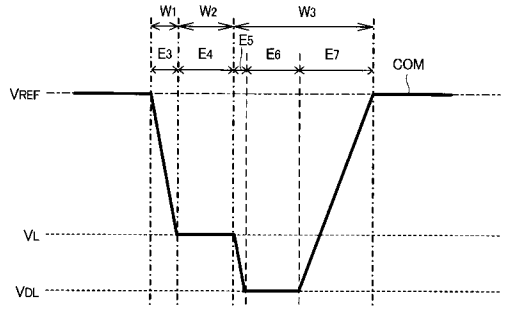
【図１１】



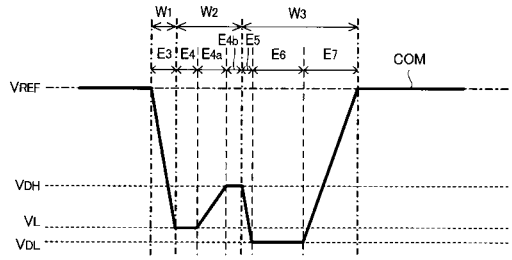
【図１２】



【図１３】


W1
W2
W3
E3
E4
E5
E6
E7
COM
VREF
VL
VDL

【図１４】


W1
W2
W3
E3
E4
E4b
E4a
E5
E6
E7
COM
VREF
VDH
VL
VDL