

(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2011-738

(P2011-738A)

(43) 公開日 平成23年1月6日(2011.1.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 4 1 J 2/045 (2006.01)	B 4 1 J 3/04 1 O 3 A	2 C 0 5 7
B 4 1 J 2/055 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-143523 (P2009-143523)	(71) 出願人	000006747
(22) 出願日	平成21年6月16日 (2009. 6. 16)		株式会社リコー
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
		(74) 代理人	230100631
			弁護士 稲元 富保
		(72) 発明者	田中 慎二
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内
		F ターム (参考)	2C057 AF21 AG47 AM19 BA14

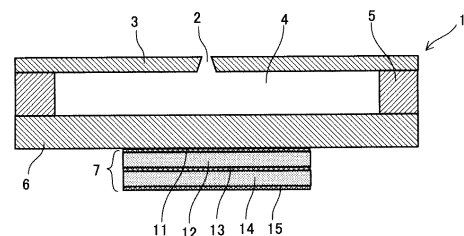
(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】複数の圧電アクチュエータをパッシブ方式で時分割駆動すると、非吐出ノズルに対する圧電アクチュエータも変位するためにノズルからの吐出や液垂れなどが生じる。

【解決手段】液体吐出ヘッド1の圧電アクチュエータ7は、振動板6上に、第1電極11、第1圧電層12、第2電極13、第2圧電層14、第3電極15を順次積層して構成され、第2電極13は全てのアクチュエータ7で共通に接続して同時に同じ電圧を印加し、第1電極11を走査電極として第1グループにグループ化して各グループ毎に同時に同じ電位を印加し、第3電極15を信号電極として第2グループにグループ化して、各グループ毎に同時に同じ電位を印加し、第1グループに属するグループと第3グループに属するグループに共通のアクチュエータ7は1つのみとした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液滴を吐出する複数のノズルと、前記ノズルが連通する複数の液室と、前記液室の一部の壁面を形成する複数の振動板と、前記振動板を変位させる複数の圧電アクチュエータとを有する液体吐出ヘッドを備え、

前記液体吐出ヘッドの前記圧電アクチュエータは、前記振動板上に、第 1 電極、第 1 圧電層、第 2 電極、第 2 圧電層、第 3 電極を順次積層して構成され、

前記複数の圧電アクチュエータの各第 1 電極、第 2 電極及び第 3 電極のうち、

一の電極は全ての圧電アクチュエータで共通の電位が印加され、

他の一の電極は複数の第 1 グループに分けられて、グループ毎に同時に共通の電位が印加され、

更に他の一の電極は複数の第 2 グループに分けられて、グループ毎に同時に共通の電位が印加され、

前記第 1 グループと前記第 2 グループに共通して存在する前記圧電アクチュエータが 1 つのみである

ことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】

前記全ての圧電アクチュエータで共通の電位が印加される一の電極が前記第 2 電極であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 3】

前記第 1 圧電層に加わる電界強度は前記第 2 圧電層に加わる電界強度より大きいことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像形成装置。

【請求項 4】

前記第 2 電極はグラウンド電位に接続されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は画像形成装置に関し、特に圧電アクチュエータを含む液体吐出ヘッドを備える画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ、これらの複合機等の画像形成装置として、例えばインク液滴を吐出する液体吐出ヘッド（液滴吐出ヘッド）からなる記録ヘッドを用いた液体吐出記録方式の画像形成装置としてインクジェット記録装置などが知られている。この液体吐出記録方式の画像形成装置は、記録ヘッドからインク滴を、搬送される用紙（紙に限定するものではなく、OHPなどを含み、インク滴、その他の液体などが付着可能なものの意味であり、被記録媒体あるいは記録媒体、記録紙、記録用紙などとも称される。）に対して吐出して、画像形成（記録、印字、印写、印刷も同義語で使用する。）を行なうものであり、記録ヘッドが主走査方向に移動しながら液滴を吐出して画像を形成するシリアル型画像形成装置と、記録ヘッドが移動しない状態で液滴を吐出して画像を形成するライン型ヘッドを用いるライン型画像形成装置がある。

【0003】

なお、本願において、液体吐出記録方式の「画像形成装置」は、紙、糸、繊維、布帛、皮革、金属、プラスチック、ガラス、木材、セラミックス等の媒体に液体を吐出して画像形成を行う装置を意味し、また、「画像形成」とは、文字や図形等の意味を持つ画像を媒体に対して付与することだけでなく、パターン等の意味を持たない画像を媒体に付与すること（単に液滴を媒体に着弾させること）をも意味する。また、「インク」とは、インクと称されるものに限らず、記録液、定着処理液、液体などと称されるものなど、画像形成を行うことができるすべての液体の総称として用い、例えば、DNA 試料、レジスト、パ

ターン材料、樹脂なども含まれる。また、「圧電素子」、「圧電層」は、電気機械変換素子、電気機械変換層を意味する。

【0004】

従来、液体吐出ヘッドとして、液室内の液体であるインクを加圧する圧力を発生するための圧力発生手段（アクチュエータ手段）として圧電アクチュエータを用いるもの、静電アクチュエータを用いるもの、サーマルアクチュエータを用いるものなどが知られている。圧電アクチュエータを用いるものとして、振動板上に第1電極（下部電極）、第1圧電層、第2電極（上部電極）を積層したユニモルフ型圧電素子を配置し、第1電極と第2電極に駆動電圧を印加することで圧電素子の面内方向に伸縮を生じさせて振動板を面外方向に撓ませるものがある。

10

【0005】

ところで、画像形成装置（以下「インクジェット記録装置」ともいう。）では、高速で、高画質画像を形成するために、記録ヘッドを構成する液体吐出ヘッドの高集積化が進み、その結果、ノズル数の増大とノズル密度の高密度化が生じている。また、ライン型ヘッドに代表されるようにヘッドが大型化する傾向にもある。

【0006】

この場合、液体吐出ヘッドのアクチュエータは電圧印加によって駆動するものであることから、単純にはアクチュエータの数に相当する電極配線が必要となることから、ノズル数が増大することによって電極配線数が増加し、不必要なヘッドの大型化や装置の大型化を招き、装置コストを押し上げることとなる。

20

【0007】

そこで、電気配線数を低減する方法として、ディスプレイの分野で採用されてきた時分割駆動を適用するものがある（サーマルアクチュエータを用いたヘッド：特許文献1）。時分割駆動は、m行の走査電極とn列の信号電極を有し、各々に時分割で電位を与え、それらの交点に配置された素子を選択的に駆動するというものである。

【0008】

この時分割駆動の方式としては、パッシブ駆動とアクティブ駆動の2つの駆動方式が知られている。パッシブ駆動方式は、走査電極に加わる電位が、アクチュエータの一方の電極に直接印加され、信号電極に加わる電位がアクチュエータのもう一方の電極に印加される構成を有する。一方、アクティブ駆動方式は、走査電極と信号電極の交点に薄膜トランジスタ（TFT）や薄膜ダイオード（TFD）などの薄膜能動素子が設けられた構成を採

30

【0009】

ディスプレイ分野や、上述したサーマルアクチュエータ（電気-熱変換素子）を用いた液体吐出ヘッドについては、アクティブ駆動方式が採用されている。しかしながら、薄膜圧電素子からなる圧電アクチュエータを用いた液体吐出ヘッドについては、各アクチュエータに対して薄膜能動素子を設けることは、技術的に大きな困難を伴う。すなわち、薄膜圧電素子の作製手法と半導体作製手法が異なっていたり、それらの製膜温度が大きく異なっていたりするため、一つの基板に両者を作り込むことが難しいためである。したがって、薄膜圧電素子の圧電アクチュエータを用いた液体吐出ヘッドについて、時分割駆動を行

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開平01-020152号公報

【特許文献2】特許第4019197号公報

【特許文献3】特開平06-127034号公報

【特許文献4】特開平07-137242号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0011】

しかしながら、複数の圧電アクチュエータをパッシブ駆動方式で時分割駆動すると、駆動を所望しない非選択の全てのアクチュエータに対して電圧が全く印加されない状態を作り出すことができないという課題がある。この点について図13及び図14を参照して説明する。

【0012】

まず、液体吐出ヘッドは、図13に示すように、流路板501にて図示しないノズルが連通する液室502を形成し、液室502の一部の壁面を振動板503にて形成して、振動板503の面外側に圧電アクチュエータ504を配置している。圧電アクチュエータ504は、振動板503上に、第1電極（下部電極）511、圧電層512、第2電極（上部電極）513を順次積層形成して構成される。

10

【0013】

そして、複数の圧電アクチュエータを備える場合、例えば、図14に示すように、m本の第1電極511を走査電極とし、j本の第2電極513を信号電極として、走査電極（第1電極）511と信号電極（第2電極）513の交点に圧電層512が配置されることでそれぞれアクチュエータ504が構成されている。なお、ここでは説明上、アクチュエータがマトリックス配置されているものとするが、図15に示すように、アクチュエータ504がライン状に配置される場合も、次に述べる同じ問題がある。

【0014】

ここで、パッシブ駆動を行うためには、走査電極（第1電極）511と信号電極（第2電極）513に印加する電位を極性の異なる電位とする方法が考えられる。この場合、図14のアクチュエータ504aのみをON駆動する（液滴を吐出させる）場合、駆動電圧をV0とするとき、走査電極511と信号電極512に対し、図16に示す電位E1を印加すれば、アクチュエータ504aがON駆動される。しかし、このとき、アクチュエータ504bには図16の電位E2が、アクチュエータ504cには電位E3が、アクチュエータ504dには電位E4が与えられることになる。つまり、アクチュエータ504bには電位V0/3の電圧が、アクチュエータ504cには電位2×V0/3の電圧が印加されることになる。

20

【0015】

このように、圧電アクチュエータを用いてパッシブ駆動を行う場合、ON駆動を所望しない非選択のアクチュエータにも駆動電圧の1/2以上の電圧が印加されることとなる。そして、圧電素子は、駆動電圧にほぼリニアな伸縮を生じることから、振動板の面外方向変位量も駆動電圧にほぼリニアな特性を持つため、非選択（液滴を吐出させないノズルに対応する）圧電アクチュエータも吐出時のほぼ1/2以上の駆動力を発生させて、振動板を選択時の1/2の変位量で変位させることになる。

30

【0016】

その結果、液滴と吐出させない（非吐出）ノズルについても振動板の変位によって液滴が吐出するおそれがあり、また、液滴が吐出しないまでも、メニスカスの盛り上がりによりノズル面にインクが溢れ出してしまうことがあり、安定した滴吐出を行うことができないという課題がある。

40

【0017】

本願発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、圧電アクチュエータを有する液体吐出ヘッドを時分割駆動するときに非吐出時ノズルからの滴吐出や溢れを防止して安定して滴吐出を行うことで高品質画像を形成できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

上記の課題を解決するため、画像形成装置は、

液滴を吐出する複数のノズルと、前記ノズルが連通する複数の液室と、前記液室の一部の壁面を形成する複数の振動板と、前記振動板を変位させる複数の圧電アクチュエータとを有する液体吐出ヘッドを備え、

50

前記液体吐出ヘッドの前記圧電アクチュエータは、前記振動板上に、第1電極、第1圧電層、第2電極、第2圧電層、第3電極を順次積層して構成され、

前記複数の圧電アクチュエータの各第1電極、第2電極及び第3電極のうち、

一の電極は全ての圧電アクチュエータで共通の電位が印加され、

他の一の電極は複数の第1グループに分けられて、グループ毎に同時に共通の電位が印加され、

更に他の一の電極は複数の第2グループに分けられて、グループ毎に同時に共通の電位が印加され、

前記第1グループと前記第2グループに共通して存在する前記圧電アクチュエータが1つのみである

ことを特徴とする画像形成装置。

【0019】

ここで、前記全ての圧電アクチュエータで共通の電位が印加される一の電極が前記第2電極である構成とできる。

【0020】

また、前記第1圧電層に加わる電界強度は前記第2圧電層に加わる電界強度より大きい構成とできる。

【0021】

また、前記第2電極はグランド電位に接続されている構成とできる。

【発明の効果】

【0022】

本発明に係る画像形成装置によれば、液体吐出ヘッドの圧電アクチュエータは、振動板上に、第1電極、第1圧電層、第2電極、第2圧電層、第3電極を順次積層して構成され、複数の圧電アクチュエータの各第1電極、第2電極及び第3電極のうち、一の電極は全ての圧電アクチュエータで共通の電位が印加され、他の一の電極は複数の第1グループに分けられて、グループ毎に同時に共通の電位が印加され、更に他の一の電極は複数の第2グループに分けられて、グループ毎に同時に共通の電位が印加され、第1グループと第2グループに共通して存在する圧電アクチュエータが1つのみである構成としたので、時分割駆動するとき非吐出時ノズルからの滴吐出や溢れを防止して、安定して滴吐出を行うことができ、高品質画像を形成できる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の第1実施形態の説明に供する液体吐出ヘッドの振動板短辺方向の断面説明図である。

【図2】同実施形態における複数の圧電アクチュエータに対する時分割駆動の第1例の説明に供する平面説明図である。

【図3】同時分割駆動で複数の圧電アクチュエータの各電極に与える印加電圧の説明に供する説明図である。

【図4】同実施形態における複数の圧電アクチュエータに対する時分割駆動の第2例の説明に供する平面説明図である。

【図5】同時分割駆動で複数の圧電アクチュエータの各電極に与える印加電圧の説明に供する説明図である。

【図6】本発明における液体吐出ヘッドの圧電アクチュエータの製作工程の説明に供する断面説明図である。

【図7】比較例及び実施例の圧電アクチュエータの圧電層に対する印加電圧と振動板変位量の測定結果の説明に供する説明図である。

【図8】同じく比較例及び実施例の圧電アクチュエータの圧電層に対する他の印加電圧と振動板変位量の測定結果の説明に供する説明図である。

【図9】本発明の第2実施形態における印加電圧の説明に供する説明図である。

【図10】液体吐出ヘッドを構成する圧電アクチュエータの各電極に与える印加電圧の説

10

20

30

40

50

明に供する説明図である。

【図 1 1】本発明に係る画像形成装置の一例を示す全体構成図である。

【図 1 2】同じく要部平面説明図である。

【図 1 3】従来の液体吐出ヘッドにおける圧電アクチュエータの説明に供する振動板短辺方向の要部断面説明図である。

【図 1 4】同液体吐出ヘッドの複数の圧電アクチュエータに対する時分割駆動の説明に供する平面説明図である。

【図 1 5】同じく複数の圧電アクチュエータに対する時分割駆動の説明に供する他のアクチュエータ配置例を示す平面説明図である。

【図 1 6】同時分割駆動における圧電アクチュエータに対する印加電圧の説明に供する説明図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の実施形態について添付図面を参照して説明する。図 1 は本発明の第 1 実施形態の説明に供する説明図である。なお、図 1 は同実施形態の液体吐出ヘッドの 1 つのノズルに対応する部分の振動板短辺方向の断面説明図である。

記録ヘッドを構成する液体吐出ヘッド 1 は、液滴を吐出するノズル 2 を形成したノズル板 3 と、ノズル 2 が連通する液室（圧力室） 4 を形成する流路板 5 と、液室 4 の一部の壁面を形成する振動板 6 と、振動板 6 を変位（変形）させる圧電アクチュエータ 7 とを有している。

20

【0025】

圧電アクチュエータ 7 は、振動板 6 上に、第 1 電極 1 1、第 1 圧電層（第 1 圧電材料層） 1 2、第 2 電極 1 3、第 2 圧電層（第 2 圧電材料層） 1 4、第 3 電極 1 5 を順次積層して構成されている。

【0026】

駆動電圧印加手段 2 0 は、印刷データに応じて、圧電アクチュエータ 7 の第 1 電極 1 1、第 2 電極 1 3、第 3 電極 1 5 に対してそれぞれ駆動電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 を印加する。

【0027】

ここで、3 つの電極 1 1、1 3、1 5 はそれぞれ独立であり、液滴を吐出する場合には、第 1 圧電層 1 2、第 2 圧電層 1 4 が共に面内方向に伸びる（又は共に縮む）ように電圧印加を行う。一方、吐出させない場合には、第 1 圧電層 1 2 及び第 2 圧電層 1 4 の一方のみが伸びる（又は縮む）ように電圧印加を行い、他方の圧電層は伸縮させない。

30

【0028】

まず、第 1 圧電層 1 2 のみを伸縮させる場合、第 1 圧電層 1 2 のみに電圧を印加するが、その両側には伸縮しない振動板 6 と第 2 圧電層 1 4 が存在するため、圧電アクチュエータ 7 と振動板 6 はユニモルフ型とはならず、第 1 圧電層の面内方向伸縮は大きく制限され、結果として、振動板 6 の面外方向変位も非常に小さなものとなる。

【0029】

次に、第 2 圧電層 1 4 のみを伸縮させる場合、圧電アクチュエータ 7 と振動板 6 はユニモルフ型となり、振動板 6 を効率良く撓ませることが可能となる。ただし、通常、振動板 6 と第 1 圧電層 1 2 或いは第 2 圧電層 1 4 は同程度の厚みを有するため、第 2 圧電層 1 4 のみを伸縮させる場合、第 1 圧電層 1 4 も振動板の一部のような構成となる。このとき、液滴吐出のための駆動電圧を V_0 とし、第 2 圧電層 1 4 に電位 $V_0/2$ の電圧を印加する場合と、図 2 1 の構成の圧電層 5 1 2 に電位 $V_0/2$ の電圧を印加した場合では、図 2 1 と図 1 で圧電層厚みの合計が同じとして、前者の方が変位量は小さくなる。

40

【0030】

つまり、液滴吐出のための駆動電圧が V_0 であったとして、電位 $V_0/2$ の電圧印加を行っても、振動板 6 の変位量は液滴吐出のときの変位量の $1/2$ 以下となり、液滴吐出を行わないアクチュエータ 7 の動作による液垂れなどの不具合が改善される。

【0031】

50

また、第2圧電層14のみを伸縮させる場合の変位量をより小さくしたい場合には、無負荷状態での第1圧電層12の伸縮を、無負荷状態での第2圧電層14の伸縮よりも大きくなるように設定すれば良い。上述したように、第1圧電層12のみに電圧を印加した場合には、アクチュエータがユニモルフ型ではないため、振動板6の変位は非常に小さい。つまり、第2圧電層14のみに「0」でない電圧が印加される場合よりも、第2圧電層14のみに大きさの等しい電圧が印加される場合の方が、変位量は小さくなる。したがって、第1圧電層12と第2圧電層14が共に駆動される場合には、所望の振動板変位量が得られるようにしておき、第1圧電層12と第2圧電層14が単独で駆動される場合には、得られる振動板変位量が同程度になるように、無負荷状態での第1圧電層12の伸縮が第2圧電層14の伸縮よりも大きくなるように設定しておくが良い。

10

【0032】

この場合、第1圧電層12の伸縮を相対的に上げる方法としては、例えば第1圧電層12と第2圧電層14に印加される最大電圧は同じとして、第1圧電層12を第2圧電層14よりも薄く形成する。或いは、第1圧電層12と第2圧電層14の厚みを略同じとして、第1圧電層12に印加する最大電圧を大きくするなど、第1圧電層12に印加する電界強度を第2圧電層13に印加する電界強度よりも相対的に大きく採っておく構成がある。

【0033】

次に、上述した液体吐出ヘッドの圧電アクチュエータをマトリクス配置して時分割駆動する構成の第1例について図2及び図3を参照して説明する。

液体吐出ヘッド1は、図2に示すように、各圧電アクチュエータ7の第1電極11を走査電極（以下、「走査電極11」ともいう。）とし、第3電極15を信号電極（以下、「信号電極15」ともいう。）として、第2電極13は共通電極となっており、走査電極11と信号電極15との交点に第2電極13を介してそれぞれ第1、第2圧電層12、14が設けられて圧電アクチュエータ7が配置されている。

20

【0034】

ここで、全てのアクチュエータ7の一の電極である第2電極13は、振動板長辺方向端部において配線が通じており、同時に共通の電位が印加される共通電極となっている。

【0035】

他の一の電極である第1電極11は第1のグルーピングにより複数の第1グループに分けられ、複数の第1グループに分けられた第1電極11はグループ毎に振動板長辺方向端部において電氣的に接続され、第1電極11にはグループ毎に同時に共通の電位が印加される。ここでは、第1電極11は、 $i = 1 \sim i = m$ の m 個のグループに分けられて、例えば $i = 1$ に属する圧電アクチュエータ7の第1電極11は同時に共通の電位が印加され、同様に、 $i = 2$ に属する圧電アクチュエータ7の第1電極11は同時に共通の電位が印加されるというように、各グループ $i = 1 \sim i = m$ 毎に共通の電位が印加される。

30

【0036】

更に他の一の電極である第3電極15は第2のグルーピングより複数の第2グループに分けられ、複数の第2グループに分けられた第3電極15はグループ毎に振動板長辺方向端部において電氣的に接続され、第3電極15にはグループ毎に同時に共通の電位が印加される。ここでは、第3電極15は、 $j = 1 \sim j = n$ の n 個のグループに分けられて、例えば $j = 1$ に属する圧電アクチュエータ7の第3電極15は同時に共通の電位が印加され、同様に、 $j = 2$ に属する圧電アクチュエータ7の第3電極15は同時に共通の電位が印加されるというように、各グループ $j = 1 \sim j = n$ 毎に共通の電位が印加される。

40

【0037】

このとき、第1グループの或るグループに属する複数の圧電アクチュエータ7のうち、第2グループの或るグループに属する圧電アクチュエータ7は1つのみである。例えば、第1グループの $i = 3$ のグループと第3グループの $j = 4$ のグループに属する圧電アクチュエータ7は圧電アクチュエータ7aの1つのみである。

【0038】

ここでは、各アクチュエータ7の第1圧電層12と第2圧電層14に印加される最大電

50

圧は同じとして説明する。

【0039】

まず、アクチュエータ7aのみを駆動する（液滴を吐出させる）場合、アクチュエータ7aの第1、第2、第3電極11、13、15に対し、各電極11、13、15の電位が図3に示す電位E1となる（電位E1が得られる）電圧V1、V2、V3を印加することで液滴を吐出できるものとする。なお、このとき、第1圧電層12と第2圧電層14が共に伸び、或いは縮むようにするため、両圧電層12、14の配向の向きが逆になっていることが必要である。

【0040】

他のアクチュエータ7b、7c、7dに印加される電位は3つの状態があり、例えば図2に示すアクチュエータ7bの第1、第2、第3電極11、13、15には同様に図3の電位E2となる電圧V1、V2、V3が印加され、アクチュエータ7cの第1、第2、第3電極11、13、15には同様に図3の電位E3となる電圧V1、V2、V3が印加され、アクチュエータ7dの第1、第2、第3電極11、13、15には同様に図3の電位E4となる電圧V1、V2、V3が印加される。

【0041】

この場合、アクチュエータ7dの第1、第2圧電層12、14には電圧が印加されていない状態になるので液滴は吐出しない。

【0042】

アクチュエータ7bでは第1圧電層12のみに電圧が印加されているが、上述したようにモノモルフ構造となっていないため、吐出のための駆動電圧V0の $1/2$ （ $V/02$ ）以上の電圧を印加しても、振動板6の変位量は小さく、液滴を吐出することはできない。また、ノズルからインクが溢れ出すような不具合も生じない。

【0043】

アクチュエータ7cでは、第2圧電層14のみに電圧が印加される。上述したように、第1圧電層12が振動板6の一部のような構成となるため、振動板の変位は小さい。また、第1圧電層12に印加される電界強度を第2圧電層14に印加される電界強度よりも大きくするように設定することで、アクチュエータ7cの変位量をより小さくすることができ、液滴の吐出に至らないことはもちろん、ノズルから液が溢れ出す不具合も無くなる。

【0044】

次に、上述した液体吐出ヘッドの圧電アクチュエータをマトリクス配置して時分割駆動する構成の第2例について図4及び図5を参照して説明する。

ここでは、全てのアクチュエータ7の一の電極である第1電極11は、振動板長辺方向端部において配線が通じており、同時に共通の電位が印加される共通電極となっている。

【0045】

他の一の電極である第2電極13は第1のグルーピングにより複数の第1グループに分けられ、複数の第1グループに分けられた第2電極13はグループ毎に振動板長辺方向端部において電氣的に接続され、第2電極13にはグループ毎に同時に共通の電位が印加される。ここでは、第2電極13は、 $k=1 \sim k=m$ のm個のグループに分けられて、例えば $k=1$ に属する圧電アクチュエータ7の第2電極13は同時に共通の電位が印加され、同様に、 $k=2$ に属する圧電アクチュエータ7の第2電極13は同時に共通の電位が印加されるというように、各グループ $k=1 \sim k=m$ 毎に共通の電位が印加される。

【0046】

更に他の一の電極である第3電極15は第2のグルーピングより複数の第2グループに分けられ、複数の第2グループに分けられた第3電極15はグループ毎に振動板長辺方向端部において電氣的に接続され、第3電極15にはグループ毎に同時に共通の電位が印加される。ここでは、第3電極15は、 $j=1 \sim j=n$ のn個のグループに分けられて、例えば $j=1$ に属する圧電アクチュエータ7の第3電極15は同時に共通の電位が印加され、同様に、 $j=2$ に属する圧電アクチュエータ7の第3電極15は同時に共通の電位が印加されるというように、各グループ $j=1 \sim j=n$ 毎に共通の電位が印加される。

【0047】

このとき、第1グループの或るグループに属する複数の圧電アクチュエータ7のうち、第2グループの或るグループに属する圧電アクチュエータ7は1つのみである。例えば、第1グループの $k=3$ のグループと第3グループの $j=4$ のグループに属する圧電アクチュエータ7は圧電アクチュエータ7aの1つのみである。

【0048】

ここでは、各アクチュエータ7の第1圧電層12と第2圧電層14に印加される最大電圧は同じとして説明する。

【0049】

まず、アクチュエータ7aのみを駆動する（液滴を吐出させる）場合、アクチュエータ7aの第1、第2、第3電極11、13、15に対し、各電極11、13、15の電位が図5に示す電位E1となる（電位E1が得られる）電圧V1、V2、V3を印加することで液滴を吐出できるものとする。なお、このとき、第1圧電層12と第2圧電層14が共に伸び、或いは縮むようにするため、両圧電層12、14の配向の向きが逆になっていることが必要である。

【0050】

このとき、アクチュエータ7bの第1、第2、第3電極11、13、15には同様に図5の電位E2となる電圧V1、V2、V3が印加され、第1圧電層12のみに電圧が印加され、アクチュエータ7cの第1、第2、第3電極11、13、15には同様に図5の電位E4となる電圧V1、V2、V3が印加され、第2圧電層14のみに電圧が印加され、アクチュエータ7dの第1、第2、第3電極11、13、15には同様に図5の電位E3となる電圧V1、V2、V3が印加され、第1、第2圧電層12、14には電圧が印加されないため、アクチュエータ7b、7c、7dからは液滴が吐出されない。

【0051】

ただし、この第2例では、滴吐出を行わないアクチュエータ7の第3電極15に $-V_0/2$ の電圧を印加する（図5の電位E2、E4の状態）ために、第1例よりは消費電力効率が低下する。

【0052】

次に、圧電アクチュエータの製作方法の一例について図5を参照して説明する。なお、図6は1つのアクチュエータの振動板短辺方向断面図である。

ここでは、図6(a)に示すように、単結晶シリコン基板31、32の間にシリコン酸化膜41を有するSOI基板30を使用する。そして、図6(b)に示すように、シリコン基板31の表面に図示しないレジスト膜を形成し、酸化膜41をストップ層としてシリコン基板32のKOHなどによるウェットエッチング処理を行い、掘り込み部を形成する。掘り込み部は、ヘッドの液室4となり、掘り込み以外の部分は液室間隔壁となる。また、シリコン基板31は振動板6となる（例えば厚さ2 μm のシリコン基板31を用いる）。

【0053】

次に、図6(c)に示すように、シリコン基板31からなる振動板6上のレジストを除去し、CVDにより0.3 μm のHTO（酸化シリコン）膜42を形成する。その後、図5(d)に示すように、CVDによる製膜とパターニングにより、第1電極11、第1圧電層12、第2電極13、第2圧電層14、第3電極15を順次積層して圧電アクチュエータ7を形成する。なお、電極の厚みはそれぞれ0.1 μm であり、圧電層の厚みは1.5 μm 、電極材料は白金とした。

【0054】

ここで、図6は振動板短辺方向断面図であるため明らかでないが、前述したように、全てのアクチュエータ7の一の電極である第2電極12は、振動板長辺方向端部において配線が通じており、同時に共通の電位が印加される共通電極となっている。また、各アクチュエータ7の第1電極11、第3電極15はそれぞれグルーピングされて複数の第1グループ、第2グループに分けられ、各グループの第1電極11、第3電極15にはグループ毎に

同時に共通の電位が印加される。この場合、第 1 グループと第 2 グループに共通して存在する圧電アクチュエータ 7 は 1 つのみとしている。

【0055】

次に、従来構成の圧電アクチュエータとの比較について説明する。

(実施例 1)

上記図 6 の作製工程で圧電アクチュエータを製作した。

(比較例 1)

前述した図 6 の作製工程で、図 13 に示すように、第 2 圧電層 13、第 3 電極 15 を有していない圧電アクチュエータ 504 にしたこと、第 1 圧電層 512 の厚みを $3\mu\text{m}$ としたこと以外同様な構成のものを製作した。

10

【0056】

そして、実施例 1 の圧電アクチュエータの第 1 圧電層 12 に 13V 、第 2 圧電層 14 に 13V を印加した場合、比較例 1 の圧電アクチュエータの第 1 圧電層 512 に 26V を印加した場合について、振動板の短辺方向中央部の変位量をレーザードップラー振動計で計測した。この結果は、図 7 に示すように、振動板の変位量が略同じになる。

【0057】

また、実施例 1 の圧電アクチュエータの第 1 圧電層 12 のみに 13V を印加した場合、第 2 圧電層 14 のみに 13V を印加した場合、比較例 1 の圧電アクチュエータの第 1 圧電層 512 に 16V を印加した場合について、同様に、振動板の短辺方向中央部の変位量をレーザードップラー振動計で計測した。この結果を図 8 に示している。

20

【0058】

この図 8 から分かるように、実施例 1 の構成で、第 1 圧電層 12 のみに 13V の電圧が印加されるようにして、第 2 圧電層 14 に印加される電圧は「0」となる場合、或いは第 2 圧電層 14 のみに 13V の電圧が印加されるようにして、第 1 圧電層 12 に印加される電圧は「0」となる場合には、比較例 1 の圧電層に 13V の電圧が印加される場合よりも振動板の変位量が小さくなる。

【0059】

また、実施例 1 の構成において、第 1 圧電層 12 のみに 13V 印加される場合の振動板変位量 $0.2\mu\text{m}$ は、第 2 圧電層に 13V 印加される場合の振動板変位量 $0.6\mu\text{m}$ よりも非常に小さいことが分かる。この変位量の差分がほぼ等しくなるように、例えば、第 2 圧電層 14 に印加する電圧よりも、第 1 圧電層 12 に印加する電圧を大きく採っておくとよい。

30

【0060】

このように、圧電アクチュエータは、振動板上に、第 1 電極、第 1 圧電層、第 2 電極、第 2 圧電層、第 3 電極を順次積層して構成され、複数の圧電アクチュエータの各第 1 電極、第 2 電極及び第 3 電極のうち、一の電極には全ての圧電アクチュエータに共通の電位が印加され、複数の第 1 グループに分けられた他の一の電極には各グループ毎に同時に共通の電位が印加され、複数の第 2 グループに分けられた更に他の一の電極には各グループ毎に同時に共通の電位が印加され、第 1 グループに属するグループと第 2 グループに属するグループに共通して存在する圧電アクチュエータは 1 つのみである構成とすることで、時分割駆動するときに非吐出時ノズルからの滴吐出や溢れを防止して、安定して滴吐出を行うことができ、高品質画像を形成できる。

40

【0061】

次に、本発明の第 2 実施形態における印加電圧について図 9 を参照して説明する。

ここでも、第 1 圧電層 12 と第 2 圧電層 14 に印加される最大電圧は同じとして説明する。

まず、液滴の吐出を行なうための電位を V_0 として、前述した図 2 に示すアクチュエータ 7a のみを駆動する（液滴を吐出させる）場合、アクチュエータ 7a の第 1、第 2、第 3 電極 11、13、15 に対し、図 9 に示す電位 E_1 の電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 を印加することで液滴を吐出できるものとする。なお、このとき、第 1 圧電層 12 と第 2 圧電層 14

50

が共に伸び、或いは縮むようにするため、両圧電層 12、14 の配向の向きが逆になっていることが必要である。

【0062】

他のアクチュエータ 7 に印加される電位は 3 つの状態があり、例えば図 2 に示すアクチュエータ 7 b の第 1、第 2、第 3 電極 11、13、15 には図 9 の電位 E2 となる電圧 V1、V2、V3 が印加され、アクチュエータ 7 c の第 1、第 2、第 3 電極 11、13、15 には図 9 の電位 E3 となる電圧 V1、V2、V3 が印加され、アクチュエータ 7 d の第 1、第 2、第 3 電極 11、13、15 には図 7 の電位 E4 となる電圧 V1、V2、V3 が印加される。

【0063】

この場合も、前述した実施形態で説明したと同様に、アクチュエータ 7 b、7 c、7 d による振動板 6 の変形によって液滴の吐出に至らないことはもちろん、ノズルから液体が溢れ出す液垂れのおそれもなくなる。

【0064】

そして、第 2 電極 13 を常に電位「0 V」とする（第 2 電極 13 を GND に接続する）ことで、第 2 電極 13 に印加する電圧を発生させるための回路を設ける必要がなくなり、コストを下げることができる。

【0065】

次に、液体吐出ヘッドの実施例及び比較例について説明する。

前述した実施例 1 の振動板 6 を形成した基板 30 にノズルが形成されたノズル板を接合することで液体吐出ヘッドを製作した。

【0066】

そして、この液体吐出ヘッドを用いて、液滴吐出評価を行った。印加電圧を図 10 に示している。液滴吐出のための電圧 $V_0 = 26 \text{ V}$ とする。第 1 電極 11 には正極性の電位を、第 3 電極 15 には負極性の電位を与えた。第 1 電極 11、第 3 電極 15 に入力するパルス電位の立ち上げ時間 T_r 、立ち下げ時間 T_f は共に、 $T_r = T_f = 1.0 \mu\text{s}$ とした。また、パルス幅 $P_w = 1.5 \mu\text{s}$ とした。第 1 電極 11 に印加する最大電位は 29.5 V とし、第 3 電極 15 に印加する最小電位は -6.5 V とした。

【0067】

図 10 の電位 E1 が得られる駆動波形をアクチュエータ 7 に印加したところ、体積 5.1 p l の液滴が 1 mm の飛翔において平均速度 6 m/s の速度で吐出されたことを確認した。また、図 10 の電位 E2、E3 が得られる駆動波形をそれぞれ 10 個のアクチュエータ 7 に対して、 10 kHz の周波数で 10 分間印加したが、ノズルからインクが溢れ出すような、吐出特性に影響を与えそうな不具合は確認できなかった。

【0068】

一方、図 10 の電位 E4 が得られる駆動波形を 10 個のアクチュエータ 7 に対して、 10 kHz の周波数で、10 分間印加したところ、4 つのアクチュエータ 7 について、ノズルから液が僅かに溢れ出していることを確認した。これらの液のノズルからの溢れ出しは、その後の吐出特性に影響を与えるものと思われる。

【0069】

次に、本発明に係る液体吐出ヘッドを備える本発明に係る画像形成装置の一例について図 11 及び図 12 を参照して説明する。なお、図 11 は同装置の機構部の全体構成を説明する概略構成図、図 12 は同機構部の要部平面説明図である。

この画像形成装置はシリアル型画像形成装置であり、左右の側板 201 A、201 B に横架したガイド部材である主従のガイドロッド 231、232 でキャリッジ 233 を主走査方向に摺動自在に保持し、図示しない主走査モータによってタイミングベルトを介して矢示方向（キャリッジ主走査方向）に移動走査する。

【0070】

このキャリッジ 233 には、イエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（K）の各色のインク滴を吐出するための本発明に係る液体吐出ヘッドユニットからな

10

20

30

40

50

る記録ヘッド234を複数のノズルからなるノズル列を主走査方向と直交する副走査方向に配列し、インク滴吐出方向を下方に向けて装着している。

【0071】

記録ヘッド234は、それぞれ2つのノズル列を有する液体吐出ヘッド234a、234bを1つのベース部材に取り付けた構成したもので、一方のヘッド234aの一方のノズル列はブラック（K）の液滴を、他方のノズル列はシアン（C）の液滴を、他方のヘッド234bの一方のノズル列はマゼンタ（M）の液滴を、他方のノズル列はイエロー（Y）の液滴を、それぞれ吐出する。なお、ここでは2ヘッド構成で4色の液滴を吐出する構成としているが、各色毎の液体吐出ヘッドを備えることもできる。

【0072】

また、キャリッジ233には、記録ヘッド234のノズル列に対応して各色のインクを供給するためのサブタンク235a、235b（区別しないときは「サブタンク235」という。）を搭載している。このサブタンク235には各色の供給チューブ236を介して、供給ユニット224によって各色のインクカートリッジ210から各色のインクが補充供給される。

【0073】

一方、給紙トレイ202の用紙積載部（圧板）241上に積載した用紙242を給紙するための給紙部として、用紙積載部241から用紙242を1枚ずつ分離給送する半月コロ（給紙コロ）243及び給紙コロ243に対向し、摩擦係数の大きな材質からなる分離パッド244を備え、この分離パッド244は給紙コロ243側に付勢されている。

【0074】

そして、この給紙部から給紙された用紙242を記録ヘッド234の下方側に送り込むために、用紙242を案内するガイド部材245と、カウンタローラ246と、搬送ガイド部材247と、先端加圧コロ249を有する押さえ部材248とを備えるとともに、給送された用紙242を静電吸着して記録ヘッド234に対向する位置で搬送するための搬送手段である搬送ベルト251を備えている。

【0075】

この搬送ベルト251は、無端状ベルトであり、搬送ローラ252とテンションローラ253との間に掛け渡されて、ベルト搬送方向（副走査方向）に周回するように構成している。また、この搬送ベルト251の表面を帯電させるための帯電手段である帯電ローラ256を備えている。この帯電ローラ256は、搬送ベルト251の表層に接触し、搬送ベルト251の回動に従動して回転するように配置されている。この搬送ベルト251は、図示しない副走査モータによってタイミングを介して搬送ローラ252が回転駆動されることによってベルト搬送方向に周回移動する。

【0076】

さらに、記録ヘッド234で記録された用紙242を排紙するための排紙部として、搬送ベルト251から用紙242を分離するための分離爪261と、排紙ローラ262及び排紙コロ263とを備え、排紙ローラ262の下方に排紙トレイ203を備えている。

【0077】

また、装置本体の背面部には両面ユニット271が着脱自在に装着されている。この両面ユニット271は搬送ベルト251の逆方向回転で戻される用紙242を取り込んで反転させて再度カウンタローラ246と搬送ベルト251との間に給紙する。また、この両面ユニット271の上面は手差しトレイ272としている。

【0078】

さらに、キャリッジ233の走査方向一方側の非印字領域には、記録ヘッド234のノズルの状態を維持し、回復するための回復手段を含む本発明に係るヘッドの維持回復装置である維持回復機構281を配置している。この維持回復機構281には、記録ヘッド234の各ノズル面をキャッピングするための各キャップ部材（以下「キャップ」という。）282a、282b（区別しないときは「キャップ282」という。）と、ノズル面をワイピングするためのブレード部材であるワイパーブレード283と、増粘した記録液を排

10

20

30

40

50

出するために記録に寄与しない液滴を吐出させる空吐出を行うときの液滴を受ける空吐出受け２８４などを備えている。

【００７９】

また、キャリッジ２３３の走査方向他方側の非印字領域には、記録中などに増粘した記録液を排出するために記録に寄与しない液滴を吐出させる空吐出を行うときの液滴を受ける空吐出受け２８８を配置し、この空吐出受け２８８には記録ヘッド２３４のノズル列方向に沿った開口部２８９などを備えている。

【００８０】

このように構成したこの画像形成装置においては、給紙トレイ２０２から用紙２４２が１枚ずつ分離給紙され、略鉛直上方に給紙された用紙２４２はガイド２４５で案内され、搬送ベルト２５１とカウンタローラ２４６との間に挟まれて搬送され、更に先端を搬送ガイド２３７で案内されて先端加圧コロ２４９で搬送ベルト２５１に押し付けられ、略９０°搬送方向を転換される。

【００８１】

このとき、帯電ローラ２５６に対してプラス出力とマイナス出力とが交互に繰り返すように、つまり交番する電圧が印加され、搬送ベルト２５１が交番する帯電電圧パターン、すなわち、周回方向である副走査方向に、プラスとマイナスが所定の幅で帯状に交互に帯電されたものとなる。このプラス、マイナス交互に帯電した搬送ベルト２５１上に用紙２４２が給送されると、用紙２４２が搬送ベルト２５１に吸着され、搬送ベルト２５１の周回移動によって用紙２４２が副走査方向に搬送される。

【００８２】

そこで、キャリッジ２３３を移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド２３４を駆動することにより、停止している用紙２４２にインク滴を吐出して１行分を記録し、用紙２４２を所定量搬送後、次の行の記録を行う。記録終了信号又は用紙２４２の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了して、用紙２４２を排紙トレイ２０３に排紙する。

【００８３】

このとき、記録ヘッド２３４を構成する液体吐出ヘッドとしては前述した液体吐出ヘッドを使用して、各ノズルに対応する圧電アクチュエータに対して前述した各実施形態で説明した駆動電圧を印加するようにしている。

【００８４】

これにより、電子部品の耐圧を低下させることができコストの低減を図れ、液垂れなどの不具合を生じることなく、安定して高画質画像を形成することができる。

【００８５】

なお、上記実施形態では本発明をプリンタ構成の画像形成装置に適用した例で説明したが、これに限るものではなく、前述したように、例えば、プリンタ／ファックス／コピー複合機などの画像形成装置に適用することができ、また、狭義のインク以外の液体や定着処理液などを用いる画像形成装置にも適用することができる。

【符号の説明】

【００８６】

- １ 液体吐出ヘッド
- ２ ノズル
- ３ ノズル板
- ４ 液室
- ５ 流路板
- ６ 振動板
- ７ 圧電アクチュエータ
- １１ 第１電極
- １２ 第１圧電層
- １３ 第２電極

10

20

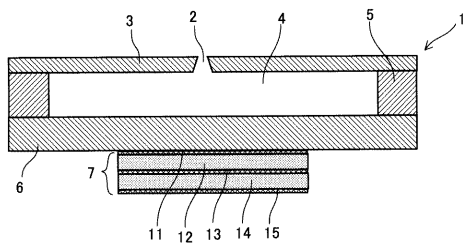
30

40

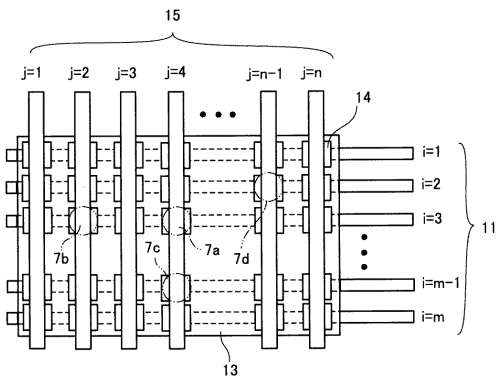
50

- 1 4 第2圧電層
 1 5 第3電極
 2 3 4 キャリッジ
 2 3 5 記録ヘッド（液体吐出ヘッド）

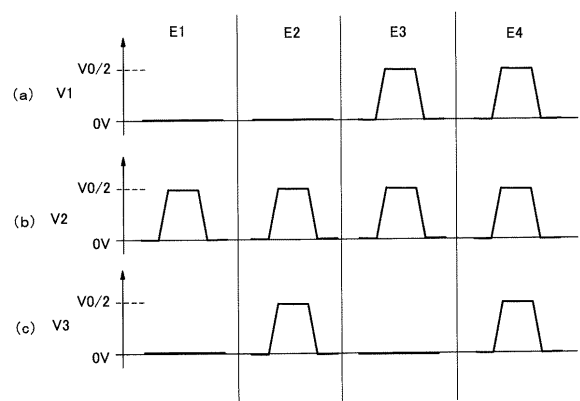
【図 1】



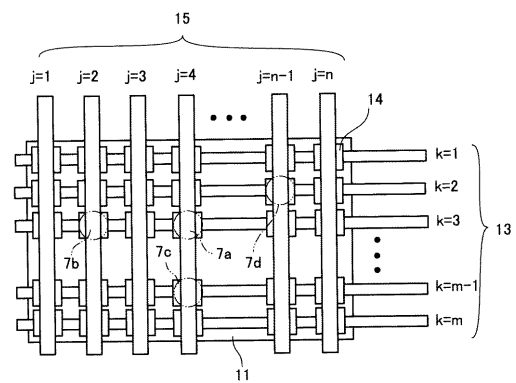
【図 2】



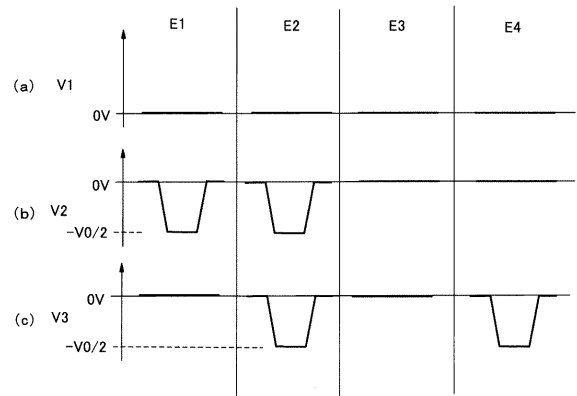
【図 3】



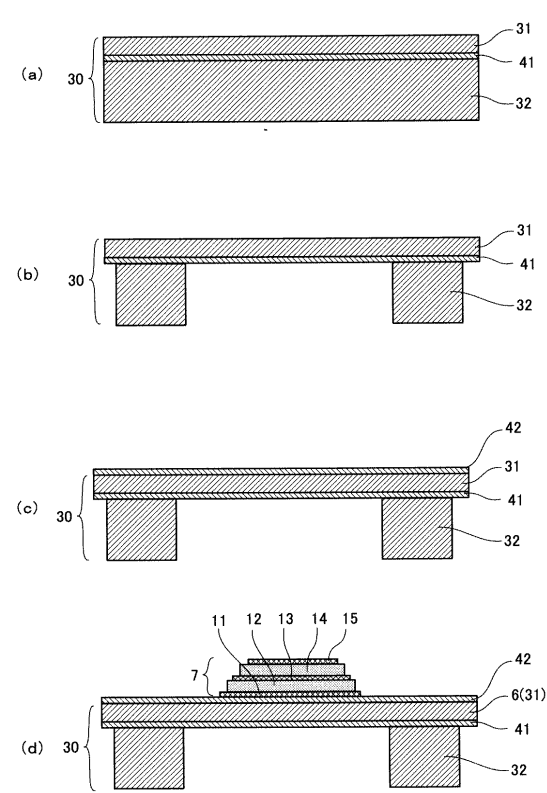
【図 4】



【図 5】



【図 6】



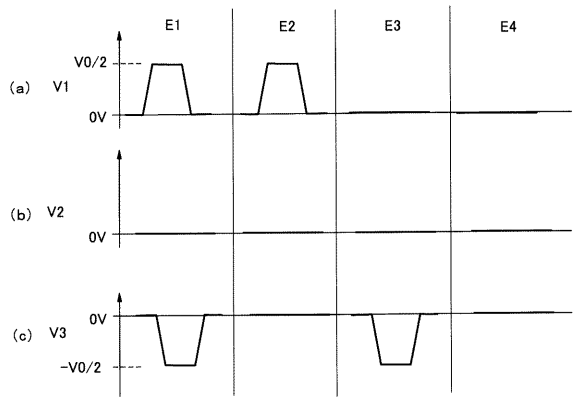
【図 7】

	印加電圧	振動板変移量[μm]
実施例1	第1、第2圧電層にそれぞれ13V印加	1.5
比較例1	圧電層に26V印加	1.6

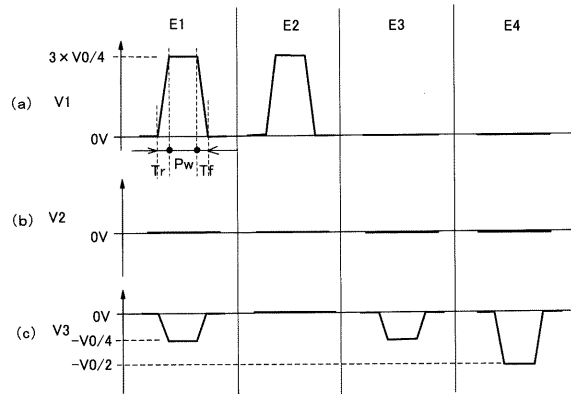
【図 8】

	印加電圧	振動板変移量[μm]
実施例1	第1圧電層のみ13V印加	0.6
	第2圧電層のみ13V印加	0.2
比較例1	圧電層に13V印加	0.8

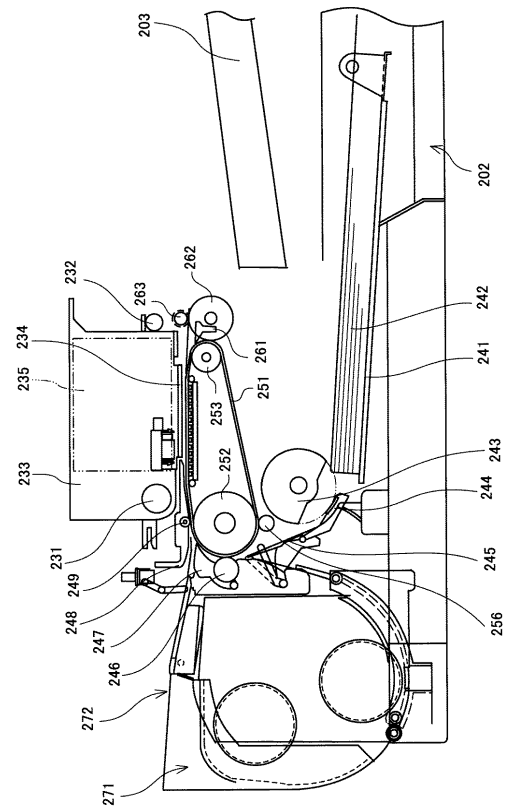
【図 9】



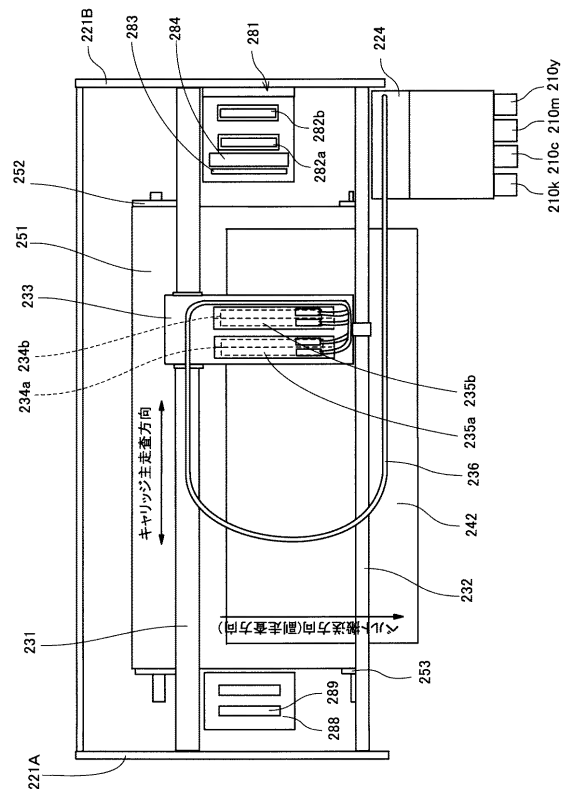
【図 10】



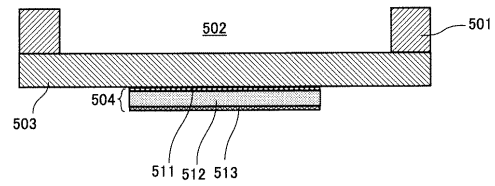
【図 11】



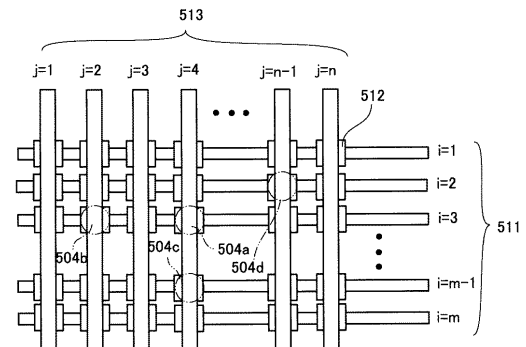
【図 12】



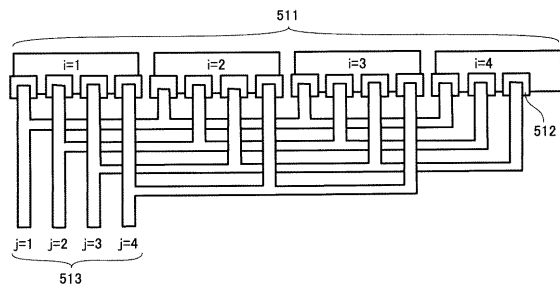
【図 13】



【図 14】



【図 1 5】



【図 1 6】

