



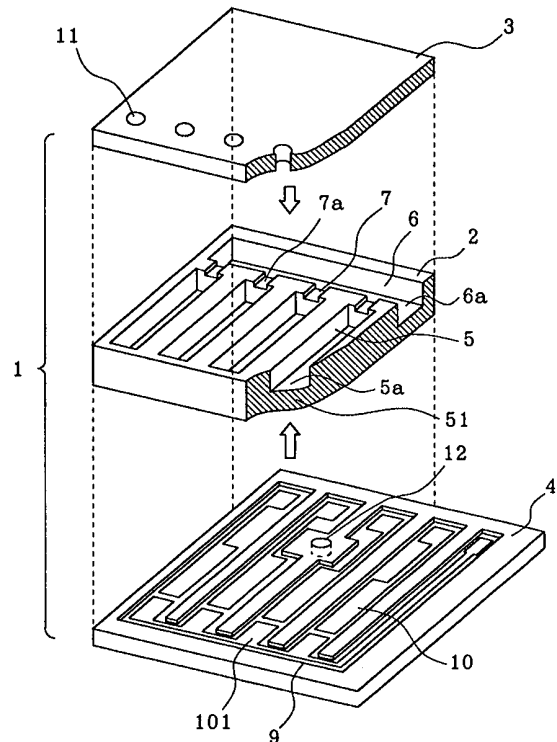
<p>(51) 国際特許分類7 B41J 2/045, 2/055</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO00/34046</p> <p>(43) 国際公開日 2000年6月15日(15.06.00)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/06816</p> <p>(22) 国際出願日 1999年12月6日(06.12.99)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平10/348699 1998年12月8日(08.12.98) JP 特願平10/367499 1998年12月24日(24.12.98) JP 特願平11/152261 1999年5月31日(31.05.99) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP] 〒163-0811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 藤井正寛(FUJII, Masahiro)[JP/JP] 石川博之(ISHIKAWA, Hiroyuki)[JP/JP] 松野靖史(MATSUNO, Yasushi)[JP/JP] 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)</p>	<p>(74) 代理人 小林久夫, 外(KOBAYASHI, Hisao et al.) 〒105-0001 東京都港区虎ノ門一丁目19番10号 第6セントラルビル6階 木村・佐々木国際特許事務所 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54) Title: INK-JET HEAD, INK-JET PRINTER, AND ITS DRIVING METHOD

(54) 発明の名称 インクジェットヘッド、インクジェットプリンタ及びその駆動方法

(57) Abstract

An ink-jet head for ejecting an ink droplet from an ink nozzle by the charging/discharging between a counter electrode and vibrating plates. The counter electrode comprises a main electrode (10) and an auxiliary electrode (101), which is provided on the ink-nozzle's side in common with the vibrating plates (51). Auxiliary charging between the auxiliary electrode (101) and the vibrating plates (51) is effected to vibrate a meniscus in the ink nozzle (11) without ejecting a useless droplet. Consequently, the ink is prevented from forming a film on the meniscus, and an increase of the viscosity of the ink due to evaporation of the ink solvent is prevented by diffusing the ink in the ink passage.



(57)要約

対向電極と振動板間の充放電を行うことにより、インクノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドにおいて、対向電極を主電極（10）と補助電極（101）で構成する。補助電極（101）はインクノズル（11）側に形成され、かつ複数の振動板（51）に共通に形成される。補助電極（101）と振動板（51）の間で補助的な充電を行って、不要なインク滴を吐出させることなくインクノズル（11）内のメニスカスを振動させることにより、メニスカスにおけるインクの膜化を防止するとともに、インク流路内のインクを拡散してインク溶媒の蒸発によるインクの粘度増加をも防止する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャド
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサオ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア			TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MW	マラウイ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明 細 書

インクジェットヘッド、インクジェットプリンタ及びその駆動方法

技 術 分 野

本発明は、記録を必要とする時にのみインク滴を吐出して記録紙上に付着させるインクジェットヘッド、インクジェットプリンタ及びインクジェットヘッドの駆動方法に関し、更に詳しくはインク不吐出や異常吐出の防止に関する。

背 景 技 術

一般にインクジェットヘッドは、インクを加圧してインク滴を吐出するための圧力発生室を備えている。そして、圧力発生室の一端はインク供給路を経てインクタンクに連通し、その他端にはインク滴を吐出させるインクノズルが設けられている。そして、圧力発生室の底部を変形しやすく形成してダイヤフラムとして用い、これを電気機械変換手段によって弾性変位させることによってインクノズルからインク滴を吐出するための圧力を発生させている。

このようなインクジェットヘッドを用いたプリンタは低騒音、低消費電力等の優れた特徴を有し、情報処理装置用の出力装置として広く普及している。その反面、インクジェットヘッドにおいては、圧力発生室に発生した残留振動により、インクノズル内のメニスカスが不安定な形状でノズル外へ押し出されるため、インク滴の吐出直後に印字を構成しない不要なインク滴が吐出される場合がある。印字を構成しない不要なインク滴は、吐出速度が遅いためノズル面に付着し、インクノズルの目詰まりやドット抜けという現象を引き起こしてしまい、印字に対

する信頼性を低下させている。

更に、インクジェットヘッドを駆動しない状態でプリンタを長時間放置した場合には、インクの溶媒である水分等がインクノズルより蒸発してしまい、インクノズル内のインクの粘度が上昇してインクノズルが目詰まり状態となる。更にまた、インクの粘度が上昇することにより、インクノズルに対するインクのリフィル速度が遅くなり、インク吐出量に対してリフィル量が追いつかず、インクの中に気泡が混入することでインク滴が吐出されなくなる不吐出状態となり、前述と同様に、印字に対する信頼性を低下させていた。

従来、前者のノズル面のインク付着が原因となる吐出不良の発生に対しては、印刷開始前、又は印刷の休止期間中にノズル面をワイパーでこすり（ワイピング）、不要なインク滴のノズル面への付着によるノズル面の濡れを防止している。また、不要なインク滴の吐出を減少させる駆動方法として、特開平4-369542号公報には、インク滴を吐出させる第1の電圧とは異なる第2の電圧を電歪部材に印加して、吐出したインク滴を分離して不要なインク滴の吐出を減少させる技術が開示されている。

また、後者のインクノズルの目詰まり及びインク内の気泡が原因となる吐出不良については、印刷開始前、又は印刷の休止期間中にインク滴を数発吐出する動作、いわゆる予備吐出を行っている。また、特開平9-30007号公報ではインクノズルからインク滴が吐出しない程度の電力のパルス電圧を電歪部材に印加してメニスカスを微振動させて、インクノズル内でのインクの膜化を防止する方法が提案されている。

しかし、上記の従来の技術では次のような問題点がある。

①ワイピング動作については、ワイピングを行うためにインクジェットヘッドを印刷領域以外の場所へ随時移動して待避させる必要があるため印刷時間が長くなるという問題点と、ノズル面のワイピングの繰り返しによりノズル面の撥水膜が

劣化するという問題点とがあった。

②イ 0 0 0 0 0 インク滴の分離を目的として電歪部材へ電圧を印加する場合には、電歪部材の特性差により、うまくインク滴を分離することが出来ないばかりか、不要なインク滴を吐出してしまう場合があり、安定的なインク滴の吐出と分離とが難しいという問題点があった。

③また、予備吐出動作については、印刷に寄与しないインクの消費が著しく多く、インクタンクの寿命が短くなるという問題点と、予備吐出を行うためにヘッドを印刷領域以外の場所へ随時移動して待避させる必要があり印刷時間が長くなるという問題点とがあった。

④また、インク滴を吐出しない程度の小パルス電圧を印加する駆動方法については、この方法を静電駆動アクチュエータによるインクジェットヘッドに適用した場合には、インクを吐出させずにメニスカスを振動させるための駆動条件の設定が困難であった。このため、インク滴が吐出してしまったり、或いは、吐出不良を回避するに十分なメニスカスの振動が得られないという問題点がある。また、複数の全てのインクノズルに対する駆動素子に駆動信号を与えて駆動する必要があるため、駆動制御が複雑になる等の問題点があった。

発 明 の 開 示

本発明の目的は、インク不吐出や異常吐出による印刷の不具合を生じないインクジェットヘッド、それを用いたインクジェットプリンタ及びインクジェットヘッドの駆動方法を提供することにある。

(1) 本発明に係るインクジェットヘッドは、インクを吐出する複数のインクノズルと、このインクノズルの各々に連通している複数のインク室と、この各インク室にインクを供給するインク供給路と、インク室を形成している周壁に形成され、弾性変位可能な振動板と、振動板に対して隙間を設けて配置された対向電極とを備え、対向電極と振動板間の充放電を行うことにより、インクノズルからイ

ンク滴を吐出させるインクジェットヘッドにおいて、対向電極は、それぞれ独立して1つの振動板との間で充放電可能な複数の電極から構成され、そして、複数の電極の内の少なくとも1つの電極は他の振動板に対して形成されている電極と電氣的に接続されている。

本発明においては、対向電極の複数の電極を適宜組み合わせさせて駆動する（対向電極と振動板との間に駆動電圧を印加して充放電に行わせる）ことにより、インクノズルから吐出されるインク吐出量（濃度）を多段階に調整することができる。また、複数の電極の内の少なくとも1つの電極が他の振動板に対して形成されている電極と電氣的に接続されているので、例えばインクノズル内のインクを振動させるような処理を、各インク室に対して共通して行うことができ、その制御が簡単なものとなっている。

(2) また、本発明に係るインクジェットヘッドは、上記(1)において、対向電極は、印字パターンに応じて選択的に充放電される主電極と、インクノズル側に形成された補助電極であって、且つ他の振動板に対して形成された補助電極と電氣的に接続して形成された補助電極とを有する。本発明においては、主電極を印字パターンに応じて選択的に駆動することにより印字処理が行われる。また、補助電極を適宜駆動させることにより、インクノズル内のインクを振動させたり、或いは、吐出されたインク滴のインクノズルからの分離作用を高めることができる。すなわち、補助電極と振動板との間で補助的な充電を行って振動板の一部を補助電極側に撓ませることにより、不要なインク滴を吐出させることなくインクノズルのメニスカスやインクを振動させることができる。これにより、メニスカスにおけるインクの膜化をインク滴を吐出させることなく防止し、また、インク流路内のインクを拡散してインクの溶媒の蒸発によるインクの粘度増加もまた防止することができる。また、インク滴の吐出に先だつて補助電極を駆動すれば、印刷に寄与しないインクを消費せずに、インクノズルの不使用により一定時間以上インクノズルからインク滴を吐出しない状態が続いた後でも、インク不吐出や異常吐出による印刷の不具合を生じさせないようにすることができる。

(3) また、本発明に係るインクジェットヘッドは、上記(2)において、主電極と振動板との第1の間隙と、補助電極と振動板との第2の間隙とを異ならせたものである。本発明によれば、例えば補助電極と振動板との間で補助的な充電を行って振動板の一部を補助電極側に撓ませることにより、吐出されたインク柱の尾部がインクノズル内のインクから分離するタイミングを早めることができ、インク滴のインクノズルからの分離作用を更に高めることができる。

(4) また、本発明に係るインクジェットヘッドは、上記(3)において、第1の間隙は第2の間隙よりも大きいように設定した。本発明において、例えば主たる動作(インク吐出)の駆動電圧と同等の駆動電圧を補助的な動作の際にも印加した場合には、主たる動作の際に発生するクーロン力に比べて、補助的な動作の際に発生するクローン力は大きく、補助的な動作の振動板の撓む速度は主たる動作に比べて早くなる。これにより、インクノズル内のメニスカスをインク室に引き込む動作を早め、吐出インク柱の尾部を補助的な動作で更に確実に分離し、インク滴の形成を安定的に行うことができる。

(5) また、本発明に係るインクジェットヘッドは、上記(2)において、主電極は振動板に対応してそれぞれ設けられ、補助電極は、インクノズル側の複数の振動板に共通して対向するように設けられた第1の補助電極と、主電極と第1の補助電極との間に複数の振動板に共通して設けられた1又は複数の第2の補助電極とを備えたものである。

本発明においては、補助電極を直列に分割してその静電容量を小さくすることにより補助電極の時定数が大きくなるようにして、主電極に係る回路の時定数と補助電極に係る回路の時定数との差が小さくなるようにしている。このため、両電極を制御する際に適切な制御タイミングが容易に得られる。また、補助電極によって形成される補助アクチュエータ間の動作遅れも小さくなり、主電極による動作と補助電極による動作とが適切なものとなる。

例えば主電極と補助電極とを同時に駆動して、主電極のみの駆動による場合に比べて吐出されるインク吐出量を多くする制御(印字濃度の多段階制御)を行う

場合、或いは、主電極を駆動した所定時間後に補助電極を駆動して、吐出されたインク柱の尾部（後端）を切って余剰インク滴の生成を防止する制御を行う場合には、両者の回路の時定数の差が小さいから、その制御タイミングが適切なものとなり、高精度な印字制御を行うことができる。なお、本発明における回路の時定数の概念については後述の実施形態4において詳細に説明する。また、本発明によれば、補助電極を複数の電極から構成したので、更に多段階にインク吐出量（濃度）を調整することが可能になっている。また、補助電極は複数の振動板に対して共通に形成されているので、インクノズルの個数の増加に伴う当該電極への配線数の増加が避けられ、インクジェットヘッドの大型化が避けられる。

（6）また、本発明に係るインクジェットヘッドは、上記（2）において、主電極及び補助電極は、振動板と対向して配置されたITOから形成された対向部と、対向部に導通しているリード部とを有し、そして、少なくとも、補助電極のリード部は金属から形成される。本発明においては、少なくとも補助電極のリード部は金属から構成され、補助電極に係る回路の時定数が小さくなるようにしている。このため、補助電極に係る回路の時定数と主電極に係る回路の時定数との差が小さくなるものになっている。

（7）また、本発明に係るインクジェットヘッドは、上記（6）において、金属は、クロム又はチタンの上に形成された金から構成される。金属が基板に安定して取り付けられ、剥がれるおそれがなく長期間の使用に耐えられる。

（8）また、本発明に係るインクジェットヘッドは、上記（2）において、振動板が共通電極として構成され、そして、対向電極の各電極と共通電極とで構成される各回路の時定数は、インク流路の固有振動周期に対して十分小さくなるように構成される。したがって、各回路の時定数の差も小さなものとなり、適切な制御タイミングが容易に得られ、また、補助電極によって形成される補助アクチュエータ間の動作遅れも小さくなり、主電極による動作と補助電極による動作とが適切なものとなる。

(9) また、本発明に係るインクジェットヘッドは、上記(2)において、主電極は振動板に対応してそれぞれ設けられ、補助電極はインクノズル側に所定数の振動板に共通して対向するように設けられ、所定数の主電極と補助電極とをユニットとし、ユニットが複数配置されて構成されたものである。補助電極を並列に分割してその容量を小さくすることにより補助電極に係る回路の時定数が大きくなるようにし、主電極に係る回路の時定数と補助電極に係る回路の時定数との差が小さくなるようにしている。また、補助電極が複数の振動板に共通して設けられているので、インクノズルの個数が増加してもそれに伴って補助電極への配線が増加するという事態が避けられ、インクジェットヘッドの配線数の増加や、制御回路とインクジェットヘッドとを結線する配線数の増加を伴わずして上述の動作が得られる。

(10) また、本発明に係るインクジェットヘッドは、上記(9)において、前記のユニットが隣接する2組のユニットがその境界線を基準として対称となるように配置されてなるものである。このように2組のユニットを対称に並設したことにより、2組のユニットの主電極間に補助電極が介在しないことから、製造の際には同一ピッチの主電極のパターン群を生成すれば良いので製造が容易なものとなる。

(11) また、本発明に係るインクジェットプリンタは、インクを吐出する複数のインクノズルと、インクノズルの各々に連通している複数のインク室と、この各インク室にインクを供給するインク供給路と、インク室を形成している周壁に形成され、弾性変位可能な振動板と、振動板に対して隙間を設けて配置された対向電極とを備え、対向電極と振動板間の充放電を行うことにより、インクノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドを有するインクジェットプリンタにおいて、対向電極は、それぞれ独立して1つの振動板との間で充放電可能な複数の電極から構成され、そして、複数の電極の内の少なくとも1つの電極は他の振動板に対して形成されている電極と電気的に接続されている。本発明におい

ては、対向電極の複数の電極を適宜組み合わせることで駆動することにより、インクノズルから吐出されるインク吐出量（濃度）を多段階に調整することができる。また、複数の電極の内の少なくとも1つの電極が他の振動板に対して形成されている電極と電氣的に接続されているので、例えばインクノズル内のインクを振動させるような処理を、各インク室に対して共通して行うことができ、その制御が簡単なものとなっている。

(12) また、本発明に係るインクジェットプリンタは、上記(11)において、対向電極は、印字パターンに応じて選択的に充放電される主電極と、インクノズル側に形成された補助電極であって、且つ他の振動板に対して形成された補助電極と電氣的に接続して形成された補助電極とを有する。本発明においては、主電極を印字パターンに応じて選択的に駆動することにより印字処理が行われる。また、補助電極を適宜駆動させることにより、インクノズル内のインクを振動させたり、或いは、吐出されたインク滴のインクノズルからの分離作用を高めることができる。

(13) また、本発明に係るインクジェットプリンタは、上記(12)において、インクノズルからインク滴を吐出させる為に主電極と振動板とに充放電させる主電極駆動回路と、インクノズルのインクを振動させる為に、補助電極と振動板とに所定周期若しくは所望時期に充放電させる補助電極駆動回路とを有する。本発明においては、主電極駆動回路により主電極を駆動してインク滴を吐出し、補助電極駆動回路により補助電極を駆動してインクノズルのインクを振動させる。

(14) また、本発明に係るインクジェットプリンタは、上記(12)において、インクノズルからインク滴を吐出させる為に主電極と振動板とに充放電させる主電極駆動回路と、インクノズルから吐出されたインクをインク室に残留するインクから分離させるために、主電極が放電されてから所定時間後に補助電極と振動板とに充放電させる補助電極駆動回路とを有する。本発明においては、主電極駆動回路により主電極を駆動してインク滴を吐出し、補助電極駆動回路により補助

電極を駆動してインクノズルから吐出されたインクをインク室に残留するインクから分離させる。

(15) また、本発明に係るインクジェットヘッドの駆動方法は、インクを吐出する複数のインクノズルと、インクノズルの各々に連通している複数のインク室と、この各インク室にインクを供給するインク供給路と、インク室を形成している周壁に形成され、弾性変位可能な振動板と、振動板に対して隙間を設けて配置された対向電極とを備え、対向電極と振動板間の充放電を行うことにより、インクノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドを有するインクジェットヘッドの駆動方法において、対向電極は、それぞれ独立して1つの振動板との間で充放電可能な複数の電極から構成され、そして、複数の電極の内の少なくとも1つの電極は他の振動板に対して形成されている電極と電氣的に接続されて、各対向電極内の電極と振動板との間の充放電を適宜行ってインク室からインク滴を吐出させる工程を有する。本発明においては、対向電極の複数の電極を適宜組み合わせ駆動することにより、インクノズルから吐出されるインク吐出量（濃度）を多段階に調整することができる。また、補助動作として、例えばインクノズルのインクを振動させたり、或いは、インク滴のインクノズルからの分離作用を高めることができる。

(16) また、本発明に係るインクジェットヘッドの駆動方法は、上記(15)において、各対向電極は、印字パターンに応じて選択的に充放電される主電極と、インクノズル側に形成された補助電極であって、且つ他の振動板に対して形成された補助電極と電氣的に接続して形成された補助電極とを有し、そして、主電極と振動板との間の充放電によりインクノズルからインク滴を吐出させる工程と、補助電極と振動板との充放電によりインクノズルのインクを振動させる工程とを有する。

本発明においては、補助電極と振動板との間で補助的な充電を行って振動板の一部を補助電極側に撓ませることにより、不要なインク滴を吐出させることなくインクノズルのメニスカスやインクを振動させることができる。これにより、メ

ニスカスにおけるインクの膜化をインク滴を吐出させることなく防止し、インク流路内のインクを拡散してインクの溶媒の蒸発によるインクの粘度増加もまた防止することができる。インク滴の吐出に先だって、補助電極を駆動すれば、印刷に寄与しないインクの消費をせずに、インクノズルの不使用方法により一定時間以上インクノズルからインク滴を吐出しない状態が続いた後でも、インク不吐出や異常吐出による印刷の不具合を生じさせないようにすることができる。

(17) また、本発明に係るインクジェットヘッドの駆動方法は、上記(15)において、各対向電極は、印字パターンに応じて選択的に充放電される主電極と、インクノズル側に形成された補助電極であって、且つ他の振動板に対して形成された補助電極と電気的に接続して形成された補助電極とを有し、そして、主電極と振動板との間の充放電によりインクノズルからインク滴を吐出させる工程と、補助電極と振動板との間の充放電によりインクノズルから吐出したインク滴をインク室に残留するインクから分離させる工程とを有する。

本発明においては、補助電極と振動板の間で補助的な充電を行って振動板の一部を補助電極側に撓ませることにより、吐出インク柱の尾部がインクノズルより離れる時間を短くしてインク滴のインクノズルからの分離作用を高めることができる。また、インク滴の吐出に際して、インクノズルのメニスカスをインク室に引き込むことにより、印刷に寄与するインク滴の吐出直後に発生する不要なインク滴の吐出を防ぐことができる。このため、インク滴を吐出するために主電極を駆動してから、所定時間後に補助電極を駆動すれば、インク滴吐出後の不要なインク滴の吐出を防止し、ノズル面のワイピングを行わずに、長時間ノズルからインク滴を吐出する状態が続いてもインク不吐出や異常吐出による印刷の不具合を生じさせないようにすることができる。

(18) また、本発明に係るインクジェットヘッドの駆動方法は、上記(15)において、主電極と振動板との間の充放電によりインクノズルからインク滴を吐出させる工程において、先に吐出されたインク滴を、その直後にインク滴を吐出する際にインク室に残留するインクから分離させる。例えば1ドットを複数のイ

ンク滴により形成する場合には、後続のインク滴の吐出動作により上記（１７）の動作を得ることができる。

（１９）また、本発明に係るインクジェットヘッドの駆動方法は、上記（１５）において、主電極は振動板に対応してそれぞれ設けられ、補助電極は、インクノズル側に複数の振動板に共通して対向するように設けられた第１の補助電極と、主電極と第１の補助電極との間に複数の振動板に共通して設けられた１又は複数の第２の補助電極とを備え、主電極及び補助電極は適宜組み合わせられて駆動され、インクノズルからインク滴を吐出させる。本発明においては、主電極及び補助電極が、適宜組み合わせられて駆動され、インク吐出量（濃度）が多段階に調整できる。

図面の簡単な説明

図１は本発明の第１の実施形態に係るインクジェットの分解斜視図である。

図２は第１の実施形態に係るインクジェットヘッドのガラス基板の平面図である。

図３は第１の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図である。
置例を示した説明図である。

図４は第１の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図（インク吐出１）である。

図５は第１の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図（メニスカス振動）である。

図６は第１の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図（インク吐出２）である。

図７は図３の電圧制御回路部の詳細を示したブロック図である。

図８は第１の実施形態に係るインクジェットヘッドに印加される駆動パルスの例を示すタイミングチャートである。

図9は本発明の第2の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図である。

図10は第2の実施形態に係るインクジェットヘッドの駆動モードの例を示したタイミングチャートである。

図11は本発明の第3の実施形態に係るインクジェットヘッドのガラス基板の平面図である。

図12は第3の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図である。

図13は第3の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図（インク吐出1）である。

図14は第3の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図（メニスカス振動）である。

図15は第3の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図（インク吐出2）である。

図16は第3の実施形態に係るインクジェットヘッドの駆動パルスの例を示したタイミングチャートである。

図17は第3の実施形態に係るインクジェットヘッドの駆動モードの例を示したタイミングチャートである。

図18は第3の実施形態に係るインクジェットヘッドの駆動パルスの他の例を示したタイミングチャートである。

図19は図18の駆動パルスが印加されたときのインクジェットヘッドの動作を示したインクジェットヘッドの部分断面図である。

図20は上記第1の実施形態～第3の実施形態のインクジェットヘッドの対向電極の平面図である。

図21（A）（B）は本発明の第4の実施形態の対向電極（その1）の平面図及びそのB-B断面図である。

図22は第4の実施形態の対向電極（その2）の平面図である。

図23は第4の実施形態の対向電極（その3）の平面図である。

図24は第4の実施形態の対向電極（その4）の平面図である。

図25は第4の実施形態の対向電極（その5）の平面図である。

図26は本発明の第5の実施形態に係るインクジェットヘッドのガラス基板の平面図である。

図27は第5の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図である。

図28は第5の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図（メニスカス振動）である。

図29は第5の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図（インク吐出1）である。

図30は第5の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図（インク吐出2）である。

図31は第5の実施形態に係るインクジェットヘッドの部分断面図（インク吐出3）である。

図32は第5の実施形態に係るインクジェットヘッドの駆動パルスの波形を示したタイミングチャートである。

図33は第5の実施形態に係るインクジェットヘッドの駆動モードの例を示したタイミングチャートである。

図34は上記の各実施形態に係るインクジェットヘッドが搭載されたインクジェットプリンタの斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

実施形態1.

図1は本発明の第1の実施形態に係るインクジェットヘッドの分解斜視図である。図2はそのインクジェットヘッドのガラス基板の平面図である。図3は図1のインクジェットヘッドの部分断面図である。

インクジェットヘッド1は、これらの図に示されるように、3枚の基板2, 3, 4を重ねて接合した積層構造になっており、そして、中間のシリコン基板2を挟んで、その上側に同じくシリコン製のノズルプレート3、下側にシリコンと熱膨

張率が近いホウ珪酸ガラス基板4とが積層されている。シリコン基板2には、その表面からエッチングを施すことにより、独立したインク室（圧力発生室）5を構成することとなる凹部5 a、1つの共通インク室（リザーバ）6を構成することとなる凹部6 aと、この共通インク室6から各インク室5にインクを供給するインク供給路（オリフィス）7を構成することとなる凹部7 aとが形成されている。これらの凹部5 a、6 a及び7 aがノズルプレート3によって塞がれることにより、インク室5、共通インク室6及びインク供給路7がそれぞれ形成される。

ノズルプレート3には、各インク室5の先端側の部分に対応する位置に、インクノズル11が形成されており、これらが各インク室5に連通している。また、ガラス基板4の内、共通インク室6が位置している部分には、これに連通するインク供給口12が形成されている。インクは、外部の図示しないインクタンクから、インク供給口12を通過して共通インク室6に供給される。共通インク室6に供給されたインクは、各インク供給路7を通過して、独立した各インク室5にそれぞれ供給される。

各インク室5は、その底壁51が薄肉に構成されており、その面と直交する方向、すなわち図1において上下方向に弾性変位可能な振動板として機能するように構成されている。したがって、この底壁51の部分を以後の説明においては都合上、振動板と称して説明することもある。

シリコン基板2の下側に位置しているガラス基板4においては、その上面であるシリコン基板2との接合面には、シリコン基板2の各インク室5に対応した位置に、浅く（例えば0.3 μ m程度）エッチングされた凹部9が形成されている。したがって、各インク室5の底壁51は非常に狭い隙間Gを隔ててガラス基板4の凹部表面91と対向している。そして、ガラス基板4の凹部表面91には、各インク室5の底壁51に対向するように、主電極10及び補助電極101からなる対向電極が形成されている。

そして、この補助電極 101 は、インクノズル 11 側に主電極 10 が対向する振動板 51 の部分とは独立して充放電が可能なように形成され、且つ、独立した複数（例えば 64 個）の振動板 51 に亘って共通して対向した 1 つの電極から形成されている。補助電極 101 が複数の振動板 51 に亘って 1 つの電極により形成された場合には、電極の個数がノズル数の増加に伴って増加することが無く、電極の配線のために必要となるインクジェットヘッド 1 の面積を増やさなくて良いため、インクジェットヘッド 1 を大型化せずに済む。また、補助電極 101 が複数の振動板 51 に亘って電氣的に接続されていることになるから、後述の補助的な動作（例えばメニスカスの振動）をさせる場合には、各インク室 5 に対して共通に制御でき、その制御が簡単なものとなる。また、主電極 10 及び補助電極 101 は、図 2 に示されるように、ITO をスパッタリングして ITO の薄膜 107 を形成することで作製される。

シリコン基板 2 とガラス基板 4 との接合については、インクノズル 11 側については両者が直接接合され、その反対側においては、両者が例えば接着剤等の熱硬化性の樹脂を介して接合される。シリコン基板 2 の端部は主電極 10 及び補助電極 101 のリード部 10b, 101b 上に位置しており、両者が上記の樹脂を介して接合されることで、その樹脂は、シリコン基板 2 の裏面側とガラス基板 4 の凹部表面 91 とで形成される空間を封止するととなり、気密封止部 23 を形成することとなる。このように気密封止部 23 に樹脂が用いられた場合には未硬化時の粘度を低くし易いので、封止時には狭いギャップ内へ毛細管現象で浸入させ、硬化することにより気密封止が確保されるという利点がある。なお、気密封止部 23 には低融点のガラス等の無機材料を用いても良い。

ここで、各インク室 5 の底壁（振動板）51 は、シリコン基板 2 は導電性があるので各インク室側の共通電極として機能する。このため、底壁を以後共通電極と称することもある。また、各インク室 5 の底壁 51 のガラス基板 4 に対向した表面はシリコンの酸化膜からなる絶縁層 15 により覆われている。このように、インク室 5 の底壁 51 の表面に形成された絶縁層 15 と隙間 G とを挟んで、各イ

ンク室5の底壁51すなわち振動板（共通電極）と、各主電極10及び補助電極101とが対向している。

これらの主電極10，補助電極101と振動板51との間に駆動電圧を印加するための電圧制御回路部21は、図3に示されるように、図示していない外部からの印字信号に応じて、これらの主電極10，補助電極101と振動板51との間に駆動電圧を印加して充放電を行わせる。電圧制御回路部21の一方の出力は個々の主電極10及び補助電極101に接続され、他方の出力はシリコン基板2に形成された共通電極端子22に接続されている。また、より低い電気抵抗で振動板（共通電極）51に駆動電圧を供給する必要がある場合には、例えば、シリコン基板2の一方の面に金等の導電性材料の薄膜を蒸着やスパッタリングで形成すればよい。本実施形態では、シリコン基板2の流路の形成面側に導電膜を形成することにより共通電極端子22が形成されている。

図4は本実施形態のインクジェットヘッド1の部分断面図（後述の図8のインク吐出1参照）である。図4は主電極10と振動板（共通電極）51との間に駆動電圧を印加したときの振動板51の動作を示している。上述のように構成されたインクジェットヘッド1においては、電圧制御回路部21からの駆動電圧が主電極10と振動板（共通電極）51との間に印加されると、両電極10，51間に充電された電荷によるクーロン力が発生し、振動板51は主電極10側へ撓み、インク室5の容積が拡大する。次に、電圧制御回路部21からの駆動電圧を解除して両電極10，51間の電荷を放電すると、振動板51はその弾性復帰力によって復帰して、インク室5の容積が急激に収縮する。この時に発生するインク圧力により、インク室5を満たしていたインクの一部が、このインク室5に連通しているインクノズル11からインク滴として吐出される。

図5は本実施形態のインクジェットヘッド1の部分断面図（後述の図8のメニスカス振動参照）である。図5は補助電極101と振動板（共通電極）51の間に駆動電圧を印加した時の振動板51の動作を示している。電圧制御回路部21

からの駆動電圧が補助電極 101 と振動板（共通電極）51 との間に印加されると、両電極 101, 51 間に充電された電荷によるクーロン力が発生し、振動板 51 は補助電極 101 の側へ撓み、インク室 5 の容積が拡大すると共に、インクノズル 11 のインクと空気の境目であるメニスカスはインク室 5 側に引き込まれる。次に、電圧制御回路部 21 からの駆動電圧を解除して両電極 101, 51 間の電荷を放電すると、振動板 51 はその弾性復帰力によって復帰して、インク室 5 の容積が急激に収縮する。この時発生するインク圧力は前述の主電極 10 の充電により発生した圧力より小さいため（補助電極 101 の面積は主電極 10 に比して小さい）、インク滴を吐出するには至らず、メニスカスは振動して減衰し復元する。補助電極 101 と振動板 51 との間で上記の充放電を繰り返すことによって、メニスカスを継続的に振動させ、インクノズル 11 の近傍のインクとインク室 5 を満たすインクを攪拌させることができる。

図 6 は本実施形態のインクジェットヘッド 1 の部分断面図（後述の図 8 のインク吐出 2 参照）である。図 6 は補助電極 101 及び主電極 10 の両方の対向電極と振動板 51 との間に駆動電圧を印加した時の振動板 51 の動作を示している。補助電極 101 及び主電極 10 の両方の対向電極と振動板 51 との間に電圧制御回路部 21 からの駆動電圧が同時に印加されると、主電極 10, 補助電極 101 と振動板（共通電極）51 との間に充電された電荷によるクーロン力が発生し、振動板 51 は補助電極 101 及び主電極 10 の側へ撓み、インク室 5 の容積が拡大する。すなわち、振動板 51 の全面が撓んでインク室 5 の容積は最も拡大した状態になる。次に、電圧制御回路部 21 からの駆動電圧を解除して両電極 10, 101, 51 間の電荷を放電すると、振動板 51 の全面がその弾性復帰力によって復帰し、インク室 5 の容積が急激に収縮する。この時発生するインク圧力により、インク室 5 を満たすインクの一部が、このインク室 5 に連通しているインクノズル 11 からインク滴として吐出される。このときのインク圧力は最も大きな圧力を発生することが可能となるため、主電極 10 のみで振動板 51 を駆動してインク滴を吐出する場合より多い量のインク滴を吐出することが可能となる。すなわち、ここでは、主電極 10 と補助電極 101 とが一体化された状態での動作

が得られ、上記のように、相対的に多い量のインク滴が吐出されている。

図7は図3の電圧制御回路部21の詳細を示したブロック図である。インクジェットヘッドの電圧制御回路部21はインクジェットヘッド制御部200を有する。このインクジェットヘッド制御部200はCPU201を中心に構成されている。すなわち、CPU201には外部装置203からバスを介して印刷情報が供給される。CPU201には、内部バスを介してROM202a、RAM202b及びキャラクタジェネレータ204が接続されており、RAM202b内の記憶領域を作業領域として用いて、ROM202a内に格納されている制御プログラムを実行して、キャラクタジェネレータ204から発生するキャラクター情報に基づいてインクジェットヘッド1の駆動用の制御信号を生成する。制御信号は論理ゲートアレイ205及び駆動パルス発生回路206を介して、印刷情報に対応した駆動制御信号となり、そして、コネクタ207を経由して、ヘッド基板208に形成されたヘッドドライバIC209に供給される。このヘッドドライバIC209は、主電極10を駆動するための主電極駆動制御部209aと補助電極101を駆動するための補助電極駆動制御部209bとから構成されている。

ヘッドドライバIC209では、供給された駆動制御信号及び電源回路210から供給される駆動電圧 V_p 及び論理ゲートアレイ205から伝送された信号に基づいて、インクジェットヘッド1の内、駆動すべきインクノズル11に対応するインク室5の振動板（共通電極）51と、凹部表面91に形成された対向電極、すなわち駆動すべき主電極10及び補助電極101とに駆動パルス P_w を所定のタイミングで印加する。すなわち、ヘッドドライバIC209では駆動パルス発生回路206から出力された駆動パルス P_w 又はグラウンドレベルを適時選択して何れかを電極10, 101, 51に低インピーダンスで出力する。この結果、例えば共通電極端子22か主電極10かのどちらかに駆動パルス P_w が印加されると、主電極10と振動板（共通電極）51との間に電位差を生じ、対応するインクノズル11からインク滴が吐出される。また、同様にして、共通電極端子22

か補助電極 101 かのどちらかに駆動パルス P_w が印加されると、補助電極 101 と振動板（共通電極）51 との間に電位差を生じ、その補助電極 101 に対応したインクノズル 11 ではメニスカスの振動又はメニスカスのインク室 5 への引き込みが行われる。

ここで、主電極 10 に印加される駆動パルス幅 P_w と補助電極 101 に印加される駆動パルス幅 P_w とは同じ駆動パルス幅でも良いし、異なる電圧と通電時間からなる駆動波形であっても良い。主電極 10 に印加される駆動パルスと補助電極 101 に印加される駆動パルスとが異なる場合には、駆動パルス発生回路 206 にてそれぞれ異なる波形を形成し、何れの波形をどの電極 10, 101 に印加するかは、論理ゲートアレイ 205 にて出力される信号に従ってヘッドドライバ IC 209 にて選択する。

また、この電圧制御回路部 21 は、例えば、長時間不使用状態であったインクノズル 11 が存在することを監視することができ、そして、そのようなものが存在した場合には、インクジェットヘッド 1 の補助電極 101 を駆動してメニスカスを振動させる。この処理により、インク吐出を正常に行わせるようにすることができる。

このように、本実施形態のインクジェットヘッド 1 の電圧制御回路部 21 においては、インクジェットヘッド 1 の駆動状況に基づき、インクジェットヘッド 1 の主電極 10 及び補助電極 101 への駆動パルス P_w を選択して印加するので、長時間不使用状態にあったノズルに対しても確実にインクノズル 11 でのインクの物性の変化に起因したインク吐出特性の変動を補償して、常に安定したインク吐出特性を得ることができる。

ところで、図 7 の電圧制御回路部 21 において、ヘッド基板 208 に設けられたサーミスター（温度検出回路）25 の出力はコネクタ 207 を介して温度検出回路（A/D 変換）214 に供給され、インクジェットヘッド 1 の温度補償のた

めに用いられる。また、同様にヘッド基板208に設けられたヘッドランク識別回路(ショートランド3bits)212の出力は、コネクタ207を介してランク検出回路213に供給されてヘッドランクが検出されてヘッドランクに対応した制御がなされる。

次に、本実施形態のインクジェットヘッド1の駆動方法について説明する。図8はインクジェットヘッド1に印加される駆動パルスの例を示すタイミングチャートである。ここでは、主電極10及び補助電極101と振動板51との間に印加される電位は交互に反転するように構成されている。これは静電駆動されるインクジェットヘッドの特性を安定化させるためのものである。但し、本発明においては本実施形態において示した、これらの交互に反転させる駆動波形の組み合わせに制限されるものではなく、電位を交互に反転させなくとも同様な動作が得られる。

図8のタイミングチャートにおいては、インクジェットヘッド1の駆動方法を大別して4つの駆動パターンに分けて示している。図8(a)のメニスカスの駆動パターンでは、補助電極101と振動板51との充放電によりインクノズル11のメニスカスを振動させる(図5参照)。同図の波形によればメニスカスは4回振動する。図8(b)のインク吐出1の駆動パターンでは、主電極10と振動板51との充放電によりインク滴を吐出させる(図4参照)。同図の波形ではインク吐出が2回なされる。図8(c)のインク吐出2の駆動パターンでは、主電極10及び補助電極101と振動板51との充放電によりインク滴を吐出させる(図6参照)。振動板51の全面が撓んで駆動されるので、インク吐出量がインク吐出1よりも多くなり、濃い印刷が可能になっている。同図の波形ではインク吐出が2回なされる。また、図8(d)の非駆動のパターンは、主電極10、補助電極101及び振動板51が常に同電位となるようにそれぞれ通電されている(図3の状態参照)。このときインク滴の吐出及びメニスカスの振動は行われない。

以上のように本実施形態においては、メニスカスに振動を与えることにより、長時間使用しなかったようなインクノズルでも目詰まりを防止することができ、インク滴の吐出を正常に行わせることができる。更に、インク吐出1及び2のよう吐出されるインク吐出量を多段階に調整することが可能になっており、印刷濃度を調整することができる。

実施形態2.

図9は本発明の第2の実施形態に係るインクジェットヘッド1の部分断面図であり（その構成は上記の第1の実施形態によるものと同一である）、補助電極101と振動板（共通電極）51との間に駆動電圧を印加した時の振動板51の動作を示している。本実施形態においては、インク滴の吐出後のインク柱の尾部（後端）を積極的に切って余剰インク滴（サテライト）の生成を防止している。

主電極10と振動板51との間に電圧制御回路部21からの駆動電圧が印加されて（図4参照）インク滴の吐出がなされた後に、補助電極101と振動板（共通電極）51との間に電圧制御回路部21からの駆動電圧が印加されると、上述の場合と同様に、両電極101，51間に充電された電荷によるクーロン力が発生し、振動板51は補助電極101側へ撓み、インク室5の容積が拡大すると共に、インクノズル11のインクと空気の境目であるメニスカスはノズルのインク室5側に引き込まれる。次に、電圧制御回路部21からの駆動電圧を解除して両電極101，51間の電荷を放電すると、振動板51はその弾性復帰力によって復帰し、インク室5の容積が急激に収縮する。この時発生するインク圧力は前述の主電極10の充放電により発生した圧力より小さいため、インク滴を吐出するには至らず、メニスカスはインク室5に引き込まれた後、振動して減衰し復元する。

以上のように、本実施形態では、主電極10と振動板51との間の充放電によりインク滴を吐出させる主たる動作に続いて、上記のように補助電極101と振動板51との間の充放電を行い、メニスカスをインク室5に引き込むという補助

的な動作を行っている。これらの主たる動作と補助的な動作により、主たる動作によりインクノズル11から吐出するインク柱の尾部（後端）を、上記の補助的な動作により確実に分離し、インク滴の形成を安定的に行うことができる。これにより、不要なインク滴の形成や、インク滴の飛び散りをなくすることが可能となる。更にこれらの動作により、ノズル面への不要なインク滴の付着による吐出不良とそれによるプリンタの汚れや印刷不良を無くすることができる。

インク吐出の主たる動作と、それに続くインク滴を分離させる補助的動作は、所定の時間の間隔をもって行われる。この主たる動作と補助的な動作の間の時間間隔はそれぞれの電極を駆動する駆動パルスの位相差として予め設定される。この位相差は、インクノズル11及びインク室5（振動板51）からなるインク流路内のインクの振動系の固有周期 T_0 に、主電極10に印加する駆動パルス幅 Pws を加えた時間にほぼ等しく設定されるのが好ましい。すなわち、駆動パルスの位相差を $T_0 + Pws$ の時間間隔に予め設定してそれぞれ駆動させて動作させることが好ましい。主たる動作を行わせるための駆動パルスを解除してから、 $1/2$ 固有周期分の時間の後にインクの吐出が行われ、更に $1/2$ 固有周期分の時間で、補助電極101と振動板51との距離は吐出時のインク流路内の自由振動によって最も小さくなるため、補助電極101を効率的に静電吸引させて動作させることができる。

更に、主たる動作のための駆動パルスを解除してから固有振動周期 T_0 に相当する時間後には、インクノズル11からメニスカスが最も飛び出す時間に相当するため、この位相差にてメニスカスをインク室5へ引き込ませることが最も重要である。インクノズル11の寸法諸元や振動板の厚みの違いにより、厳密な固有周期がヘッド毎に異なる場合でも、これら駆動パルスの位相差を凡そ $T_0 + Pws$ に予め一致させておくことにより、補助的な動作では自ずと、厳密な $T_0 + Pws$ に一致した時間にて目的とするメニスカスのインク室5への引き込みが実現する。結果として、確実にインクノズル11から吐出されるインク柱の尾部（後端）を分離し、安定的なインク滴の形成を行うことができる。

なお、図6に示されるように、主電極10及び補助電極101の両方に駆動電圧を同時に印加して両電極を1つの電極として動作させてインク滴を吐出させた場合においても、その主たる動作に続いて前述した補助的な動作を続けて行えば、前述したインクノズル11から吐出するインク柱の尾部（後端）を分離して安定的にインク滴を形成することができる。そして、その場合には、先の図4にて説明した動作による吐出量とは異なる量のインク滴を形成することが可能であり、インク吐出量を駆動パターンにより変えることができる。その結果、形成されるドットの大きさを駆動パターンにより変えて印刷結果の濃さを変えたり、表現力が豊かな印刷を行うことが可能となる。

次に、本実施形態のインクジェットヘッド1の駆動方法について説明する。図10は本実施形態に係るインクジェットヘッド1の駆動モードの例を示したタイミングチャートである。図10の駆動パルスは上述の図7の電圧制御回路部21により生成されるものとする。

ここで、駆動パルスは上述の実施形態と同様にして生成されるが、補助電極101を駆動させる駆動波形の放電時間をより長く設定して（パルスの立ち下がり時間が長くなるように設定）、主電極10を駆動させる駆動波形と異ならせており、メニスカス引き込み後のメニスカスの振動を速やかに減衰させてメニスカスを待機位置に復元させて、次の主電極10の駆動に備えるようにしている。このようにすることで、インクジェットヘッド1を高い駆動周波数で駆動させることができ、印字スピードの高速化を図ることができる。

図10のタイミングチャートにおいては、駆動モードにはインク滴吐出とインク滴非吐出の2種類の駆動モードの例が示されている。図10(a)のインク滴吐出の駆動モードでは、主電極10及び補助電極101と振動板（共通電極）51との間の充放電による2回のインクの吐出動作と、補助電極101と振動板（共通電極）51との間の充放電による、2回目の吐出インクの分離動作の連続

した動作とによりインク滴が形成されて吐出されて、1つの画素が印刷面に印刷される(図6、図9参照)。なお、この例においては、1画素を2個のインク滴により生成するものとしており、そして、2回目のインク吐出のタイミング(1回目のインク滴の吐出動作から2回目のインク滴の吐出動作までの時間)を、上述の補助電極に101による分離動作のタイミング(2回目のインク液の吐出動作から分離動作までの時間)と同一にしている。このため、1回目に吐出されたインク柱の尾部(後端)は、2回目に吐出される際の動作により、上述の補助電極101による場合と同様にインク柱の尾部(後端)が切られてインク滴が分離される。このことは後述の実施形態においても同様である。

また、図10(b)のインク滴非吐出の駆動モードでは、インク滴を吐出しないう状態で、補助電極101と振動板(共通電極)51との間の充放電によりメニスカスの振動のみを行う(図5、図9参照)。このとき、画素は印刷面に印刷されない。しかし、補助電極101の電位が反転されるため、補助電極101と振動板(共通電極)51の電荷の蓄積を防止することになる。また、インク滴の非吐出により粘度が増加したインクノズル11のインクを、メニスカスの振動によりインク室5へ拡散し、非吐出による次の吐出不良を防止する。インク滴非吐出の駆動モードをこのような駆動パターンで構成することにより、補助電極101と振動板(共通電極)51の電荷のリフレッシュとインクノズル11のインクのリフレッシュを行うことができる。図10に示される駆動モードを採用することにより、簡単な回路構成にて、インクジェットヘッド1の制御が可能となる。

以上のように本実施形態においては、上記のインク滴吐出の駆動モードのように、主電極10を駆動してインク滴を吐出した後所定時間に、補助電極101(又は主電極10)を駆動して先に吐出したインク柱の後端を切ることにより、安定した形状のインク滴が得られ、また、余剰インク(サテライト)の生成を防止できる。

実施形態3.

図11は本発明の第3の実施形態に係るインクジェットヘッドの内のガラス基板の平面図であり、図12は同じくインクジェットヘッドの部分断面図である。

本実施形態のインクジェットヘッド1は、上述の図1～図3のインクジェットヘッドとその基本構成は同じであるが、主電極10と振動板51との間隙Gと補助電極101と振動板51との間隙G2とが異なるように構成されている。このような構成を実現するために、ガラス基板4の凹部9を異なった深さで浅くエッチングし、特に、補助電極101が配置される箇所92のエッチングを浅くしている。

図13はインクジェットヘッド1の部分断面図（後述の図16のインク吐出1参照）である。図13は主電極10と振動板51との間に駆動電圧を印加したときの振動板51の動作を示している。このように構成したインクジェットヘッド1においては、電圧制御回路部21からの駆動電圧が主電極10と振動板（共通電極）51との間に印加されると、上述の第1の実施形態の場合と同様に、両電極10，51間に充電された電荷によるクーロン力が発生し、振動板51は主電極10の側へ撓み、インク室5の容積が拡大する。次に、電圧制御回路部21からの駆動電圧を解除して両電極10，51間の電荷を放電すると、振動板51はその弾性復帰力によって復帰し、インク室5の容積が急激に収縮する。この時に発生するインク圧力により、インク室5を満たすインクの一部が、このインク室に連通しているインクノズル11からインク柱となって吐出される。吐出後、インクは自らの表面張力によりインク滴を形成して印刷面へ着弾する。

図14はインクジェットヘッド1の部分断面図（後述の図16のメニスカス振動参照）である。図14は補助電極101と振動板51の間に駆動電圧を印加した時の振動板51とメニスカスの動作を示している。補助電極101と振動板（共通電極）51との間に電圧制御回路部21からの駆動電圧が両電極101，51間に印加されると、両電極101，51間に充電された電荷によるクーロン力が発生し、振動板51は補助電極101の側へ撓み、インク室5の容積が拡大

すると共に、インクノズル11のインクと空気の境目であるメニスカスはインクノズル11のインク室5側に引き込まれる。次に、電圧制御回路部21からの駆動電圧を解除して両電極101, 51間の電荷を放電すると、振動板51はその弾性復帰力によって復帰し、インク室5の容積が急激に収縮する。この時に発生するインク圧力は前述の主電極10の充放電により発生した圧力より小さいため、インク滴を吐出するには至らず、メニスカスはインク室5に引き込まれた後、振動して減衰し復元する。

主電極10と振動板51との間の充放電によりインクを吐出させる主たる動作に続いて、補助電極101と振動板51との間の充放電を行うと、メニスカスをインク室5に引き込む補助的な動作が行なわれる。これらの主たる動作と補助的な動作により、上述の第2の実施形態の場合と同様に、主たる動作によってインクノズル11から吐出するインク柱の尾部（後端）を補助的な動作により確実に分離し、インク滴の形成を安定的に行うことができる。これにより、不要なインク滴の形成や、インク滴の飛び散りをなくすことが可能となる。

更に、隙間G2が隙間Gより狭く設定してあるので、主たる動作の駆動電圧と同等の駆動電圧を補助的な動作の際にも印加すると、主たる動作の際に発生するクーロン力に比べて、補助的な動作の際に発生するクーロン力は大きく、補助的な動作の振動板51の撓む速度は主たる動作に比べて早くなる。これにより、インクノズル11内のメニスカスをインク室5に引き込む動作を早めることができる。このため、吐出したインク柱を補助的な動作で更に確実に分離し、インク滴の形成を安定的に行うことが可能となる。また、補助的な動作により振動板51が撓む速度を、主たる動作の振動板51の撓む速度と同程度にしたい場合は、補助電極101へ印加する駆動電圧を下げることで対応でき（図16及び図17の例では駆動パルスの電圧値を小さくしている）、低消費電力化が可能となる。これらの作用によりノズル面への不要なインク滴の付着による吐出不良とそれによるプリンタの汚れや印刷不良を無くすことができる。

なお、インク吐出の主たる動作とそれに続くインク滴を分離させる補助的動作とは、所定の時間の間隔をもって行われるが、その時間については既に説明したとおりであるから省略する。このことは後述の実施形態においても同様である。

図15は本実施形態のインクジェットヘッド1の部分断面図（後述の図16のインク吐出2参照）である。図15は主電極10及び補助電極101の両方の対向電極と振動板51との間に駆動電圧を印加した時の振動板51とメニスカスの動作を示している。主電極10及び補助電極101の両方の対向電極と振動板（共通電極）51との間に電圧制御回路部21からの駆動電圧が印加されると、両電極10、101、51間に充電された電荷によるクーロン力が発生し、前述の図14に示されるようにクーロン力の大きい補助電極101側の振動板51から撓み始め、次いで、図15に示されるように主電極10側の振動板51が撓み、インク室5の容積が拡大する。主電極10側の振動板51が撓む前に補助電極101側の振動板51が予め撓んでいるため、図13に示された前述の主電極10のみを駆動した場合に比べて、主電極10側の振動板51の撓み始めるタイミングが早くなり、すなわち振動板51の撓む速度が速くなると共に振動板51全体が撓むことにより、インク室5の容積は最も拡大する。

次に、電圧制御回路部21からの駆動電圧を解除して両電極10、101、51間の電荷を放電すると、振動板51全体はその弾性復帰力によって復帰し、インク室5の容積が急激に収縮する。この時に発生するインク圧力により、インク室5を満たすインクの一部が、このインク室5に連通しているインクノズル11からインク滴として吐出される。このときのインク圧力は最も大きな圧力を発生することが可能となるため、主電極10のみにて振動板51を駆動してインク滴を吐出する場合に比べてインク吐出量が多くなる。

ところで、本実施形態は $G > G_2$ に設定されているが、 $G_2 > G$ の構成を採用した場合には、例えば、通常のインク吐出時は主電極10のみを駆動し、大きなインク吐出量が必要な場合には補助電極101を主電極10と同時に駆動するよ

うな制御をする。

図15に図示した方法によりインクの吐出を行う場合でも、これを主たる動作として前述した補助的な動作を続ければ、前述したインクノズル11から吐出するインク柱を分離して安定的にインク滴を形成する作用とその効果は同等である。更に、この場合には、先の図13にて説明した動作にて吐出する場合に比べて多いインク吐出量を得ることができ、インク吐出量を駆動パターンにより変えることが可能となる。この結果、形成されるドットの大きさを駆動パターンにより変えて印刷結果の濃さを変えたり、表現力が豊かな印刷を行うことが可能となる。また、振動板51の撓む速度が速くなるので、同程度のインク吐出量を得るためには、駆動電圧を下げることで対応することができ、低消費電力化にも繋がる。

図16は本実施形態のインクジェットヘッドの駆動パルスの例を示したタイミングチャートである。この駆動パルスは上述の図7の電圧制御回路部21により生成される。この駆動パルスは上述の実施形態と同様にして生成されるが、ここではメニスカス振動をさせるときの補助電極101の駆動電圧の大きさを若干小さくしている。

図16のタイミングチャートにおいて、インクジェットヘッド1の駆動方法を大別して4つの駆動パターンに分けて示している。図16(a)のインク吐出1の駆動パターンでは、主電極10と振動板(共通電極)51との間の充放電により駆動してインク滴を吐出している(図13参照)。図示される波形ではインク滴吐出が2回なされる。図16(b)のインク吐出2の駆動パターンでは、主電極10及び補助電極101と振動板(共通電極)51との間の充放電を同時に行って、振動板51の全面を撓まして駆動する(図15参照)。図示される波形ではインク吐出が2回なされる。

図16(c)のメニスカス振動の駆動パターンは、インク滴を吐出しないで、

インクノズル 11 のメニスカスを振動させるパターンであり、補助電極 101 と振動板（共通電極）51 との間の充放電により駆動するものである（図 14 参照）。図中の波形によりメニスカスは 2 回振動する。図 16（d）の非駆動の駆動パターンでは、振動板（共通電極）51、主電極 10 及び補助電極 101 が常に同電位となるようにそれぞれ通電されている（図 12 の状態参照）。この時は、インク滴の吐出及びメニスカスの振動は行われない。

図 17 は駆動モードとそれらに対するインクの動作を示したタイミングチャートである。これらは、図 16 の駆動パターンが組み合わされた例である。ここで、駆動モードはインク吐出とインク非吐出の 2 種類の駆動モードの例が示されている。図 17（a）のインク滴吐出の駆動モードでは、2 回のインク吐出動作と、2 回目のインク吐出後の吐出インク柱の分離動作との連続した動作によりインク滴が形成されて吐出され、1 つの画素が印刷面に印刷される。

また、図 17（b）のインク滴非吐出の駆動モードでは、補助電極 101 のみを駆動して、インク滴を吐出すること無しにメニスカス振動のみを行わせている。このとき、画素は印刷面に印刷されない。しかし、補助電極 101 の電位が反転されるため、補助電極 101 と振動板（共通電極）51 との間の電荷の蓄積を防止することになる。また、長時間インク吐出が無い事による、粘度が増加したインクをメニスカス振動によりインク室 5 へ拡散し、インク吐出の際の吐出不良を防止することもできる。インク非吐出の駆動モードをこのような駆動パターンで構成することにより、補助電極 101 と振動板（共通電極）51 との間の電荷のリフレッシュとインクノズル 11 内のインクのリフレッシュを行うことができる。

ところで、補助電極 101 を駆動させる駆動パルスで放電時間がより長くなるように設定して、主電極 10 を駆動させる駆動パルスの波形と異ならせれば、メニスカス引き込み後のメニスカスの振動を速やかに減衰させてメニスカスを待機位置に復元させ、次の主電極 10 の駆動に備えることが可能となり、インクジェットヘッドを高い駆動周波数で駆動させることを可能とする更なる効果を有する

ことになる。この点について図18及び図19に基づいて更に詳細に説明する。

図18及び図19に基づいて本発明の他のインクジェットヘッドの駆動方法を説明する。図18は補助電極101と振動板（共通電極）51との間に印加される電圧波形の例を示している。図19はインクジェットヘッド1の部分断面図である。図18（A）は既出の電圧波形を示し、この電圧波形では主電極10側の振動板51と補助電極101側の振動板51とは略同時に放電して振動板51は復帰動作をする。図18（B）、（C）における電圧波形を補助電極101に適用すると、図中の時間帯215、216では、図19に示されるように、補助電極101側の振動板51が当接状態のまま、主電極10側の振動板51は復帰動作するため、メニスカス引き込み後のメニスカス振動を速やかに減衰させてメニスカスを待機位置に復元させ、次の主電極10の駆動に備えることが可能となり、インクジェットヘッド1を高い駆動周波数で駆動させることができる。このことは、上述の第1の実施形態及び第2の形態及び後述の第5の実施形態においても同様に適用される。

実施形態4.

ところで、上述のように対向電極を主電極と補助電極とから構成した場合には、主電極の形状と補助電極の形状とが必然的に異なったものとなる。このため、主電極と共通電極とで構成される回路の時定数と、補助電極と共通電極とで構成される回路の時定数とが異なる。そこで、本発明の第4の実施形態として、対向電極をその回路の時定数に着目して説明する。

図20は上記の第1の実施形態～第3の実施形態のインクジェットヘッドの対向電極の平面図である。共通の補助電極の数が増えると、補助電極の抵抗値が増加してその結果、時定数が主電極と大きく異なってくる。ヘッド駆動（充放電）時の時定数 τ は、インクジェットヘッドに搭載された静電アクチュエータ（共通電極・対向電極）の静電容量 C と、対向電極の主としてリード部の抵抗 R との積によって決まる。即ち、 $\tau = C \times R$ で表される。この時定数 τ の意味するところ

は、充放電時の静電アクチュエータへの電荷の充電の状態を代表する特性値である。また、この時定数 τ は静電アクチュエータの動作時間の遅れを代表する特性値でもある。更に、図20に示されるように、静電アクチュエータが主電極10と補助電極101とから構成される場合のそれぞれのアクチュエータの時定数は次のとおりとなる。

$$\text{主電極に係る回路の時定数} \quad \tau 1 = R 1 \times C 1$$

$$\text{補助電極に係る回路の時定数} \quad \tau 2 = R 2 \times C 2$$

ここで、R1、R2はそれぞれ主電極10、補助電極101のリード部10b、101bの抵抗値であり、C1、C2は同様にそれぞれ主電極10、補助電極101の静電容量を示している。更に、補助電極101の静電容量C2は補助アクチュエータ部の静電容量の総和であり、図20の例では次のようになる。

$$C 2 = C 2_1 + C 2_2 + \dots + C 2_{64}$$

このため、主電極10に係る回路の時定数と補助電極101に係る回路の時定数は必然的に異なったものとなり、また、補助アクチュエータ間においても充電割合（即ち時定数）が異なったものとなる。静電アクチュエータの吸引力（圧力）は、アクチュエータ（コンデンサ）に蓄えられた（充電された）電荷により決まるので、主電極10と補助電極101との間で充電の遅れがあると、それぞれのアクチュエータ間で吸引力に差が生じてしまうおそれがある。

本実施形態は、このような点を着目して更に改善したものである。本発明においては、主電極10に係る回路の時定数 $\tau 1$ 及び補助電極101に係る回路の時定数 $\tau 2$ と、その差 $\Delta \tau$ とを、インク流路の固有振動数の周期又は最適駆動パルス幅との関連でそれぞれ定義しているが、ここで、その詳細を説明する。

(a) インク流路の固有振動周期（固有振動数）と振動板の駆動速度の関係について：

まず、アクチュエータが主電極からなる基本的な構成の静電アクチュエータ（補助電極がない）を利用したインクジェットヘッドの駆動に必要な標記の条件

について説明する。インクジェットヘッドのインク流路は、流路を構成するインク室内のインクのイナータンス（質量成分）と振動板及び流路壁とインクの圧縮によるコンプライアンス（バネ成分）によって振動系を構成している。また、静電アクチュエータは、振動板と、この振動板に対向する対向電極とから構成されている。

上記の構成のインクジェットヘッドは、このインク流路の中のインクを静電アクチュエータにより振動させ、タイミング良く振動板を駆動して、インク滴を吐出させるが、振動板の駆動は、静電アクチュエータへ駆動パルスを印加して充電と放電を行うことにより行われる。これらの駆動の過程は、更に詳細には、次のとおりである。

静電アクチュエータの充電により振動板が対向電極側にへ吸引されると、インク流路の振動系が応答する。そして、インク流路の振動系の固有振動数に対応した速度でインク室内のインクが振動を開始する。インク室内の圧力が最大となった時に、静電アクチュエータに充電された電荷を放電すると、静電アクチュエータの放電により振動板は対向電極から離脱可能となる。振動板の対向電極からの離脱とそれに続くインク滴の吐出は、吸引時と同じくインク流路の振動系の固有振動数に対応した応答速度で行われる。

このようにして振動板の駆動に際して、振動板の駆動（振動）速度は、インク流路の振動系の固有振動数に対応した応答速度によって決まる。従って、振動板の駆動をインク流路の振動系に応答させて駆動させるためには、静電アクチュエータへの充電と放電の速度（即ち、時定数 τ ）は、これらインク流路の振動系の固有振動数によって決まる応答速度（即ち、固有振動周期 T_0 ）よりも十分に速く行われる（小さい値である）必要がある。実際に、実験で確認した例では、インク流路の固有振動周期 T_0 は $30\ \mu\text{sec}$ （固有振動数で $33\ \text{kHz}$ ）で、充電の速度を代表する時定数 τ は、中心値で $0.6\ \mu\text{sec}$ 、抵抗値のばらつきにより出現する最大値で $1.2\ \mu\text{sec}$ であった。この時のインク吐出時のインクの吐出量や射出速度は、十分な値が確保されていて、時定数 τ の変動の影響は現れていなかった。

これらの場合では、時定数 τ はインク流路の固有振動周期 T_0 の $1/25$ 以下となっていて、上記のインク流路の固有振動周期 T_0 よりも静電アクチュエータへの充電の時定数 τ が十分小さくなくてはならないという条件を満たしている。

上記より、インク流路の固有振動周期（振動数）と振動板の駆動速度の関係として必要な条件を更に具体的に記述すると次のとおりである。

①インク流路の固有振動周期（振動数） T_0 に対して、静電アクチュエータの時定数 τ は十分に小さい。

$$T_0 \gg \tau$$

②また、少なくとも静電アクチュエータの時定数 τ はインクの固有振動周期 T_0 の $1/25$ 以下。

$$1/25 \cdot T_0 \geq \tau$$

(b) 最適駆動パルス幅とインク流路の固有振動周期（振動数）との関係

静電アクチュエータを駆動し、インク滴をインクノズルから吐出する形態のインクジェットヘッドにおける駆動パルス幅と、インク流路の固有振動周期（振動数）との関係について以下に説明する。

インクジェットヘッドを駆動してインク液滴を吐出するために静電アクチュエータへ印加する駆動パルスの波形は前述したインクジェットヘッドの駆動の過程に従って構成されている。即ち、駆動波形は、

- ①充電して振動板を対向電極側に吸引する過程と、
 - ②インク流路内のインクの圧力がインク流路の応答により最大となる直前まで電荷を保持する過程と、
 - ③放電して振動板が対向電極から離脱可能とする過程と
- から構成されている。

駆動パルスとして駆動波形を捕らえた場合には、最適駆動パルス幅 P_{ws} は上述の駆動波形の構成の内、①と②の過程の時間に相当する。ここで、最適駆動パルス幅 P_{ws} は、駆動パルス幅 P_w の内最もインク液滴の吐出量が増える P_w を言

う。次に更に詳細に説明する。

上述のインクジェットヘッド駆動の過程で説明したように、最適駆動パルス幅 Pws は振動板を吸引して対向電極に当接するまでの時間に、振動板当接時のインク流路の固有振動周期の $1/4$ の時間を加算した時間以下の時間となる。振動板が対向電極に当接するまでの時間はインク流路の固有振動周期の $1/4$ 以下の時間である。ここで、振動板の待機時のインク流路の固有振動周期は、振動板当接時のインク流路の固有振動数とは異なる。つまり、前者は振動板を含めたインク流路の振動系であるのに対して、後者は振動板をコンプライアンス（バネ成分）として含まない別の振動系の固有振動周期となる。実施した例では、振動板当接時のインク流路の固有振動数は 133 kHz （固有周期で $7.5\ \mu\text{sec}$ ）であった。振動板当接時の固有振動周期は振動板待機時の振動周期に比較して大変短い時間となる。従って、最適駆動パルス幅 Pws はその殆どが振動板を吸引して当接するまでの時間になる。これは、インク流路の応答時間即ちインク流路の固有振動周期に関係した時間であることが分かる。

最適駆動パルス幅 Pws は実施した例では $12\ \mu\text{sec}$ であった。目安として、固有振動周期と比較すると、これは、インク流路の固有振動周期 T_0 の約 $1/2.5$ の時間になる。これより、静電アクチュエータの時定数 τ が、（比較する基準としての）最適駆動パルス Pws の $1/30$ 以下でなくてはならないとする場合には、（比較する対象をインク流路の固有振動周期とすると、）同じく、その時定数 τ は固有振動周期の $1/75$ 以下でなくてはならないことになる。同様にして、静電アクチュエータの時定数 τ が、固有振動周期（振動数の） $1/25$ 以下でなくてはならないとすると、同じく、 τ は最適駆動パルス幅 Pws の $1/10$ 以下でなくてはならないことになる。このように時定数 τ は、固有振動周期（振動数）又は最適駆動パルス幅 Pws との関連で定義付けられる。そして、上述のように、固有振動周期 T_0 （振動数）及び最適駆動パルス幅 Pws はいずれもインクジェットヘッドのインク流路に固有のものである。

(c) 静電アクチュエータの時定数 τ について

1つの流路を駆動する静電アクチュエータの対向電極を主電極と補助電極とに分割した本発明においては、上記に説明した、静電アクチュエータの時定数 τ とインク流路の固有振動周期 T_0 と最適駆動パルス幅 P_{ws} との関係について必要となる条件を整理すると次のとおりである。

- (1) 主電極及び補助電極の各電極の時定数 τ_1 及び τ_2 は、インク流路の固有振動周期 T_0 に対して共に十分小さい。
- (2) 主電極及び補助電極の各電極の時定数 τ_1 及び τ_2 は、インク流路の固有振動周期 T_0 に対して共に $1/25$ 以下。
- (3) 主電極及び補助電極の各電極の時定数 τ_1 及び τ_2 は、最適駆動パルス幅 P_{ws} に対してともに $1/10$ 以下。
- (4) 主電極と補助電極の各時定数の差 $\Delta\tau$ は、インク流路の固有振動周期 T_0 に対して、十分小さい。
- (5) 主電極と補助電極の各時定数の差 $\Delta\tau$ は、インク流路の固有振動周期の $1/75$ 以下。
- (6) 主電極と補助電極の各時定数の差 $\Delta\tau$ は、インク流路の最適駆動パルス幅 P_{ws} の $1/30$ 以下。
- (7) 主電極と補助電極の各時定数の差 $\Delta\tau$ は、 $0.4 \mu\text{sec}$ 以下。

なお、上記(1)～(3)においては主電極及び補助電極の各電極の時定数 τ_1 、 τ_2 それぞれ自体について着目しているが、時定数を小さくすることで、結果的に両者の時定数の差 $\Delta\tau$ も所定の範囲内に収まる。また、補助電極相互間の動作の時間遅れも所定の範囲内に収まっている。なお、上記(7)の $0.4 \mu\text{sec}$ 以下の根拠については後述の表1に示される。

次の表1は時定数の差異と計算結果とその影響の調査結果を示したものである。

【表1】

時定数の差異の計算結果とその影響の調査結果

パラメータ 構成No. \	R1 (k Ω)	C1 (pF)	R2 (k Ω)	C2 (pF)	τ_1 (μsec)	τ_2 (μsec)	$\Delta\tau$ (μsec)	影響の有無
①	9.1	67.2	16.3	1309.7	0.6	21.3	20	×
②	↑	↑	0.163	↑	0.6	0.213	0.387	○
③	0.091	↑	↑	↑	0.006	↑	0.207	○

上記の構成No.において、①は対向電極はITOのみ(図20に相当)、②は補助電極のリード部を金の薄膜で構成した例、③は主電極及び補助電極のリード部を金の薄膜で構成した例である。また、このとき使用したインクジェットヘッドの対向電極の平面形状は後述の図20に示されるとおりであり、固有振動周期 T_0 : $30 \mu\text{sec}$ (固有振動数: 33KHz)、最適駆動パルス幅 Pws : $12 \mu\text{sec}$ である。

また、表2に表1の調査結果を各時定数と上記インクジェットヘッドの固有振動周期 T_0 と最適駆動パルス Pws とを比較した結果を示す。 $\Delta\tau$ と影響の有無の関係について調査した結果を示している。

【表2】

時定数及びその差異と T_0 及び Pws との比較結果

比較対象 構成No. \ 時定数	T_0			Pws			影響の有無
	$\tau 1$	$\tau 2$	$\Delta\tau$	$\tau 1$	$\tau 2$	$\Delta\tau$	
①	1/50	1/1.4	1/1.5	1/20	1/0.5	1/0.5	×
②	↑	1/140	1/75	↑	1/56	1/30	○
③	1/5000	↑	1/150	1/2000	↑	1/60	○

次に、上記(1)～(7)の時定数 $\tau 1$ 、 $\tau 2$ 又は差 $\Delta\tau$ を得るための対向電極の構成について説明する。

(a) 主極及び補助電極に係る回路の時定数 $\tau 1$ 、 $\tau 2$ を小さくする。

両電極のリード部を金属材料で構成する。リード部を例えば金の薄膜/クロム(若しくはチタン)の薄膜、又はアルミニウムの薄膜により構成することで、リード部の抵抗値 R を小さくする。また、リード部の厚みを厚くしたり、その幅を広くすることで抵抗値 R を小さくする。

(b) 補助電極の時定数 $\tau 2$ を小さくする。

この場合には、抵抗値 R 及び静電容量 C をいずれか又は双方を小さくすることで対応する。抵抗値 R を小さくするには、補助電極のリード部を上記(a)の場合と同様にして小さくする。また、静電容量 C を小さくするには、補助電極を並

列に分割したり、補助電極を直列に分割したり、或いはその双方を併用したりすることで対応する。

図21(A)(B)は対向電極(その1)の平面図及びそのB-B断面図である。この例では、主電極10の端子部10a及びリード部10bについては金属材料例えばクロム(又はチタン)をスパッタリングしてクロム(又はチタン)の薄膜105を形成し、その上に金(Au)をスパッタリングして金の薄膜106を形成することにより作製される。主電極10の対向電極部10cについては、ITOをスパッタリングしてITOの薄膜107を形成することにより作製される。そして、補助電極101についても、その端子部101a及びリード部101bをクロム(又はチタン)をスパッタリングしてクロム(チタン)の薄膜105を形成し(例えば $0.03\mu\text{m}$ 程度)、その上に金(Au)をスパッタリングして金の薄膜106を形成する(例えば $0.1\mu\text{m}$ 程度)ことで作製される。そして、補助電極101の対向電極部101cについてはITOをスパッタリングしてITOの薄膜107を形成することにより作製される。

このように主電極10の端子部10a及びリード部10bとその端子部101a及びリード部101bとが金属材料から形成されることで、それらの抵抗値Rが小さくなる。このことにより、主電極10及び補助電極101に係る回路の各時定数 τ_1 、 τ_2 が小さくなる。その結果、差 $\Delta\tau$ も小さくなっている。

なお、上記のクロム(チタン)及び金の薄膜に代えてアルミニウムの薄膜を設けても良い(この点は後述の例においても同様である。)。また、上記の例においては、ガラス基板4と金の薄膜106との間にクロム(又はチタン)の薄膜105を介在させているが、これにより、金の薄膜106がガラス基板4から剥がれ難くなっている。また、対向電極部10c、101cがITOの薄膜107から構成されているので、絶縁破壊や振動板51との貼り付きが生じ難くなっている。また、抵抗値Rが小さくなっているので、主電極10及び補助電極101の配線ピッチを微細化することが可能になっている。また、上記の例においては、

補助電極 101 のリード部 101b をインク室 5 の長さ方向の部位及びそれに直交する方向の部位を金属の薄膜で形成したが、どちらか一方のみであっても構わない（このことは後述の図 22～図 25 の例においても同様である）。但し、リード部 101b を全て金属の薄膜で形成することは、その分だけ抵抗値 R が小さくなり、配線ピッチの微細化によってより多くの補助電極 101 を形成することができる、或いは、透明度が増加すると抵抗値 R が増加する特性をもっている ITO の透明度を更に増加させることができる、という利点につながる。また、補助電極 101 に係る回路の時定数を小さくするという観点から、リード部 101b についてのみ金属膜から構成して、リード部 101a については ITO により構成してもよい。

図 22 は対向電極（その 2）の平面図である。この例では、補助電極 101 を並列に分割して、補助電極 101 の面積を小さくすることにより静電容量 C を小さくしている。更に、それに加えて主電極 10 の端子部 10a 及びリード部 10b と補助電極 101 の端子部 101a 及びリード部 101b をクロムの薄膜 105 及びその上に形成された金の薄膜 106 により形成して抵抗値 R を小さくすることで、主電極 10 及び補助電極 101 に係る回路の各時定数 τ_1 、 τ_2 を小さくしている。その結果、差 $\Delta\tau$ も小さくなっている。

図 23 は対向電極（その 3）の平面図である。この例では、補助電極を直列に分割して、補助電極 101 及び第 2 の補助電極 102 を形成して、各補助電極 101、102 の面積を小さくすることにより静電容量 C を小さくしている。更に、上記と同様にして抵抗値 R を小さくしている。その結果、主電極 10、補助電極 101 及び第 2 の補助電極に係る回路の各時定数 τ_1 、 τ_2 、 τ_3 が小さくなり、その差 $\Delta\tau$ も小さくなっている。

図 24 は対向電極（その 4）の平面図である。この例では、補助電極 101 を並列に、且つ直列に分割して、補助電極 101 及び第 2 の補助電極 102 の面積を小さくすることにより静電容量 C を小さくしている。更に、上記と同様にして

抵抗値Rを小さくしている。その結果、主電極10、補助電極101及び第2の補助電極102に係る回路の各時定数 $\tau 1$ 、 $\tau 2$ 、 $\tau 3$ が小さくなり、その差 $\Delta \tau$ も小さくなっている。

図25は対向電極の配置例(その5)を示した平面図である。この例では、図22の対向電極を配置する際に、隣接するユニットの境界線107を中心として線対称になるように配置した例である。この図25の配置は上述の図24にも同様に適用される。対向電極をこのように配置することで、2組のユニットの主電極10群が並設されると、その間に補助電極101が介在せず、同一のピッチのパターンが並ぶことになるので製造し易いという利点がある。

上述の図21、図22及び図25の対向電極(主電極10、補助電極101)は上述の第1の実施形態～第3の実施形態にそのまま適用されるが、次に、本発明の第5の実施形態として図24の対向電極を適用した例について説明する。

実施形態5.

図26は本発明の第5の実施形態に係るインクジェットヘッドの内のガラス基板の平面図であり、図27はその部分断面図である。本実施形態においては、対向電極が、主電極10、補助電極101及び第2の補助電極102から構成されている。この第2の補助電極102の端子部102a及びリード部102bは、補助電極101と同様に、クロムの薄膜及び金の薄膜を積層した構成となっており、この第2の補助電極102と振動板(共通電極)51とから構成される回路の時定数と、主電極10と振動板(共通電極)51とから構成される回路の時定数と、補助電極101と振動板(共通電極)51とから構成される回路の時定数とが上記の(1)～(7)の時定数の条件を満たすように構成されている。

図28はインクジェットヘッドの部分断面図(後述の図32のメニスカス振動参照)である。ここでは、補助電極101と振動板(共通電極)51との間に駆動電圧を印加して、両電極101、51間の充放電により補助電極101に対応

した振動板 5 1 に振動を与えることによりインクノズル 1 1 のメニスカスを振動させる。

図 2 9 はインクジェットヘッドの部分断面図（後述の図 3 2 のインク吐出 3 参照）である。ここでは、主電極 1 0、補助電極 1 0 1 及び第 2 の補助電極 1 0 2 が全体として 1 つの対向電極として機能するように、主電極 1 0、補助電極 1 0 1 及び第 2 の補助電極 1 0 2 と振動板（共通電極） 5 1 との間に同時に駆動電圧を印加して、両電極 1 0、1 0 1、1 0 2、5 1 間の充放電により振動板 5 1 の全面を撓ませて振動板 5 1 の変位容量が最大になるようにして、インク吐出量が最大になるようにしている。

図 3 0 はインクジェットヘッドの部分断面図（後述の図 3 2 のインク吐出 2 参照）である。ここでは、主電極 1 0 及び第 2 の補助電極 1 0 2 が全体として 1 つの対向電極として機能するように、主電極 1 0 及び第 2 の補助電極 1 0 2 と振動板（共通電極） 5 1 との間に駆動電圧を同時に印加して、両電極 1 0、1 0 2、5 1 間の充放電により、主電極 1 0 及び第 2 の補助電極 1 0 2 に対応した振動板 5 1 を撓ませて振動板 5 1 の変位容量が中程度になるようにして、インク吐出量が中程度になるようにしている。

図 3 1 はインクジェットヘッドの部分断面図（後述の図 3 2 のインク吐出 3 参照）である。ここでは、主電極 1 0 のみが対向電極として機能するように、主電極 1 0 と振動板（共通電極） 5 1 との間に駆動電圧を印加して、両電極 1 0、5 1 間の充放電により、主電極 1 0 に対応した振動板 5 1 を撓まして振動板 5 1 による変位容量が最小になるようにして、インク吐出量が最少になるようにしている。

図 3 2 は本実施形態に係るインクジェットヘッドの駆動パルスの例を示したタイミングチャートである。ここでは、その駆動方法を大別して 5 つの駆動パターンに分けている。図 3 2 (a) のメニスカス振動の駆動パターンでは、補助電極

101と振動板（共通電極）51電極との間に駆動パルスを印加して、補助電極101に対応した振動板51に振動を与えて、メニスカスを振動させる（図28参照）。

図32（b）のインク吐出1では、主電極10、補助電極101及び第2の補助電極102が全体として1つの対向電極として機能するように、各電極10、101、102に駆動パルスを同時に印加することで、振動板51による変位容量が最大になるようにして、インク吐出量が最大になるようにしている（図29参照）。

図32（c）のインク吐出2では、主電極10及び第2の補助電極102がインク吐出時に1つの電極の対向電極として機能するように、各電極10、102に駆動パルスを同時に印加することで、振動板51による変位容量が中程度になるようにして、インク吐出量が中程度になるようにしている（図30参照）。

図32（d）のインク吐出3では、主電極10だけがインク吐出時に対向電極として機能するように、主電極10に駆動パルスを印加することで、振動板51による変位容量が最少なるようにして、インク吐出量が最少になるようにしている。

図32（e）の非駆動では、主電極10、補助電極101及び第2の補助電極102及び振動板（共通電極）51が同一の電位となるように駆動パルスを印加することで、振動板51が変位しないようにして、非駆動状態を得ている。

図33は駆動モードの例を示したタイミングチャートである。これらは、図32の駆動パターンが組み合わされた例である。ここでは特に、図9に示された実施形態と同様にインク柱の尾部（後端）を切るようにした場合の駆動パルスの波形が示されている。

図33(a)の駆動モード1(インク吐出量多)では、インクジェットヘッドの主電極10、補助電極101及び第2の補助電極102を1つの対向電極として機能するように、これらの対向電極10, 101, 102を同時に駆動して振動板51の全面を撓ませてその変位容量が最大になるようにしてインク滴を吐出し、その所定時間後に、振動板51を駆動して補助電極101に対応した振動板51を撓ませてインク柱の尾部(後端)を切っている(図29参照)。

図33(b)のは駆動モード2(インク吐出量極少)では、インクジェットヘッドの主電極10を駆動して、主電極10に対応した振動板51の部分を変位させて振動板51による変位容量が最小になるようにしてインク滴を吐出した後(この例では2回吐出後)に、所定時間後に、補助電極101と第2の補助電極102を駆動して対応した振動板51を撓ませてインク柱の尾部(後端)を切っている(図31参照)。このとき、切られるインク柱の量は補助電極101のみを駆動したときより多くなり、結果としてインク吐出量は前述の駆動モード1よりも少なくなる。

図33(c)の非駆動時(インク非吐出)の場合では、主電極10、補助電極101、第2の補助電極102及び振動板(共通電極)51が同一の電位となるようにして非駆動状態を得ている。

以上のように本実施形態においては、補助電極として更に第2の補助電極を形成し、主電極10と振動板(共通電極)51とから構成される回路の時定数と、補助電極101と振動板(共通電極)51とから構成される回路の時定数と、第2の補助電極102と振動板(共通電極)51とから構成される回路の時定数とが上記の(1)~(7)の条件を満たすようにしてあることから、各電極10, 101, 102による充電とそれによる動作の時間遅れが解消されており、各電極を適宜組み合わせることで制御するときその制御タイミングが容易に得られ、振動板の安定的な制御が可能になっている。このため、インクジェットヘッドの余剰インク滴の発生を効果的に防止し、インクジェットプリンタの信頼性の確保が可能に

なっている。

また、対向電極として主電極 1 0 及び補助電極 1 0 1 の他に第 2 の補助電極 1 0 2 を設けたことにより、インク吐出量を更に多段階に制御できるようになっており、多段階の印刷濃度調整が容易に可能になっている。このため、印刷する媒体（シート／紙／再生紙）や印刷モード（バーコード／文字／グラフィック／写真／インクセーブ）に合わせた印刷を行うことが可能になっており、印刷品位を容易に向上させることが可能になっている。

なお、上述の実施形態においては、第 2 の補助電極 1 0 2 が 1 個からなる例について説明したが、2 個以上の電極から構成しても良い。その場合にはより多段階の印刷濃度調整が容易に可能になる。

実施形態 5 .

また、以上の実施形態では、図 2 0 に示されるように、インクノズルの個数が 6 4 個の例について説明した。本発明では、対向電極と振動板（共通電極）との間の充放電にて駆動される構成としているので、インクジェットヘッドの駆動にて消費される電力はごく僅かであり、多ノズルにてインクジェットヘッドを構成した場合でも、ヘッド全体で消費する電力は僅かであり、低消費電力が実現できるといった更なる効果を有する。

例えば、インクジェットヘッドを構成するノズル数が 1 0 0 0 ノズルとなる場合には、1 0 0 0 のノズルを列状に配置し、インクノズルと同数のインク室もまた同様に 1 列にそれぞれ区画形成する。前述の補助電極もまた同様に 1 列に配置する。このように構成することにより、ライン状のインクジェットヘッドを得ることが可能となる。本発明によれば、このようなライン状のインクジェットヘッドを構成した場合でも、補助電極を駆動するための配線数は少なくて済み、前述の実施形態にて示した効果に加えて、更に、低消費電力で、小型のライン状のインクジェットヘッドを実現することができる。

実施形態 6.

図 3 4 は上述の実施形態のインクジェットヘッド 1 が搭載されたプリンタ 3 0 0 の斜視図である。このプリンタ 3 0 0 においては上述の実施形態のインクジェットヘッド 1 の利点を備えたプリンタが実現されている。

請 求 の 範 囲

1. インクを吐出する複数のインクノズルと、前記インクノズルの各々に連通している複数のインク室と、この各インク室にインクを供給するインク供給路と、前記インク室を形成している周壁に形成され、弾性変位可能な振動板と、前記振動板に対して隙間を設けて配置された対向電極とを備え、前記対向電極と前記振動板間の充放電を行うことにより、前記インクノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドにおいて、

前記対向電極は、それぞれ独立して1つの前記振動板との間で充放電可能な複数の電極から構成され、そして、該複数の電極の内の少なくとも1つの電極は他の振動板に対して形成されている電極と電氣的に接続されている、インクジェットヘッド。

2. 前記対向電極は、印字パターンに応じて選択的に充放電される主電極と、前記インクノズル側に形成された補助電極であって、且つ他の振動板に対して形成された補助電極と電氣的に接続して形成された補助電極とを有する、請求項1記載のインクジェットヘッド。

3. 前記主電極と前記振動板との第1の間隙と、前記補助電極と前記振動板との第2の間隙とを異ならせた、請求項2記載のインクジェットヘッド。

4. 前記第1の間隙は前記第2の間隙よりも大きいように設定した、請求項3記載のインクジェットヘッド。

5. 前記主電極は振動板に対応してそれぞれ設けられ、前記補助電極は、インクノズル側に複数の前記振動板に共通して対向するように設けられた第1の補助電極と、前記主電極と前記第1の補助電極との間に複数の前記振動板に共通して設けられた1又は複数の第2の補助電極とを備えた、請求項2記載のインクジェッ

トヘッド。

6. 前記主電極及び補助電極は、前記振動板と対向して配置されたITOから形成された対向部と、該対向部に導通しているリード部とを有し、少なくとも前記補助電極の前記リード部は金属から形成されている、請求項2記載のインクジェットヘッド。

7. 前記金属は、クロム又はチタンの上に形成された金から構成される、請求項6記載のインクジェットヘッド。

8. 前記振動板は共通電極として構成され、そして、前記対向電極の各電極と前記共通電極とで構成される各回路の時定数は、インク流路の固有振動周期に対して十分小さい、請求項2記載のインクジェットヘッド。

9. 前記主電極は振動板に対応してそれぞれ設けられ、前記補助電極は前記インクノズル側に所定数の振動板に共通して対向するように設けられ、所定数の主電極と前記補助電極とをユニットとし、該ユニットが複数配置された、請求項2記載のインクジェットヘッド。

10. 前記ユニットは、隣接する2組のユニットがその境界線を基準として対称となるように配置される、請求項9記載のインクジェットヘッド。

11. インクを吐出する複数のインクノズルと、前記インクノズルの各々に連通している複数のインク室と、この各インク室にインクを供給するインク供給路と、前記インク室を形成している周壁に形成され、弾性変位可能な振動板と、前記振動板に対して隙間を設けて配置された対向電極とを備え、前記対向電極と前記振動板間の充放電を行うことにより、前記インクノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドを有するインクジェットプリンタにおいて、

前記対向電極は、それぞれ独立して1つの前記振動板との間で充放電可能な複

数の電極から構成され、そして、該複数の電極の内の少なくとも1つの電極は他の振動板に対して形成されている電極と電氣的に接続されている、インクジェットプリンタ。

12. 前記対向電極は、印字パターンに応じて選択的に充放電される主電極と、前記インクノズル側に形成された補助電極であって、且つ他の振動板に対して形成された補助電極と電氣的に接続して形成された補助電極とを有する、請求項1記載のインクジェットプリンタ。

13. 前記インクノズルからインク滴を吐出させる為に前記主電極と前記振動板とに充放電させる主電極駆動回路と、

前記インクノズルのインクを振動させる為に、前記補助電極と前記振動板とに所定周期若しくは所望時期に充放電させる補助電極駆動回路とを有する、請求項12記載のインクジェットプリンタ。

14. 前記インクノズルからインク滴を吐出させる為に前記主電極と前記振動板とに充放電させる主電極駆動回路と、

前記インクノズルから吐出されたインクを前記インク室に残留するインクから分離させるために、前記主電極が放電されてから所定時間後に前記補助電極と前記振動板とに充放電させる補助電極駆動回路とを有する、請求項12記載のインクジェットプリンタ。

15. インクを吐出する複数のインクノズルと、前記インクノズルの各々に連通している複数のインク室と、この各インク室にインクを供給するインク供給路と、前記インク室を形成している周壁に形成され、弾性変位可能な振動板と、前記振動板に対して隙間を設けて配置された対向電極とを備え、前記対向電極と前記振動板間の充放電を行うことにより、前記インクノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドを有するインクジェットヘッドの駆動方法において、

前記対向電極は、それぞれ独立して1つの前記振動板との間で充放電可能な複

数の電極から構成され、そして、該複数の電極の内の少なくとも1つの電極は他の振動板に対して形成されている電極と電氣的に接続されて、前記各対向電極内の電極と振動板との間の充放電を適宜行って前記インク室からインク滴を吐出させる工程を有するインクジェットヘッドの駆動方法。

16. 前記各対向電極は、印字パターンに応じて選択的に充放電される主電極と、前記インクノズル側に形成された補助電極であって、且つ他の振動板に対して形成された補助電極と電氣的に接続して形成された補助電極とを有し、そして、前記主電極と前記振動板との間の充放電により前記インクノズルからインク滴を吐出させる工程と、前記補助電極と前記振動板との充放電により前記インクノズルのインクを振動させる工程とを有する、請求項15記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

17. 前記各対向電極は、印字パターンに応じて選択的に充放電される主電極と、前記インクノズル側に形成された補助電極であって、且つ他の振動板に対して形成された補助電極と電氣的に接続して形成された補助電極とを有し、そして、前記主電極と前記振動板との間の充放電により前記インクノズルからインク滴を吐出させる工程と、前記補助電極と前記振動板との間の充放電により前記インクノズルから吐出したインク滴を前記インク室に残留するインクから分離させる工程とを有する、請求項15記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

18. 前記主電極と前記振動板との間の充放電により前記インクノズルからインク滴を吐出させる工程において、先に吐出されたインク滴を、その直後にインク滴を吐出する際に前記インク室に残留するインクから分離させる、請求項17記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

19. 前記主電極は振動板に対応してそれぞれ設けられ、前記補助電極は、インクノズル側に複数の前記振動板に共通して対向するように設けられた第1の補助電極と、前記主電極と前記第1の補助電極との間に複数の前記振動板に共通して

設けられた 1 又は複数の第 2 の補助電極とを備え、前記主電極及び前記補助電極は適宜組み合わせられて駆動され、前記インクノズルからインク滴を吐出させる、請求項 15 記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

図 1

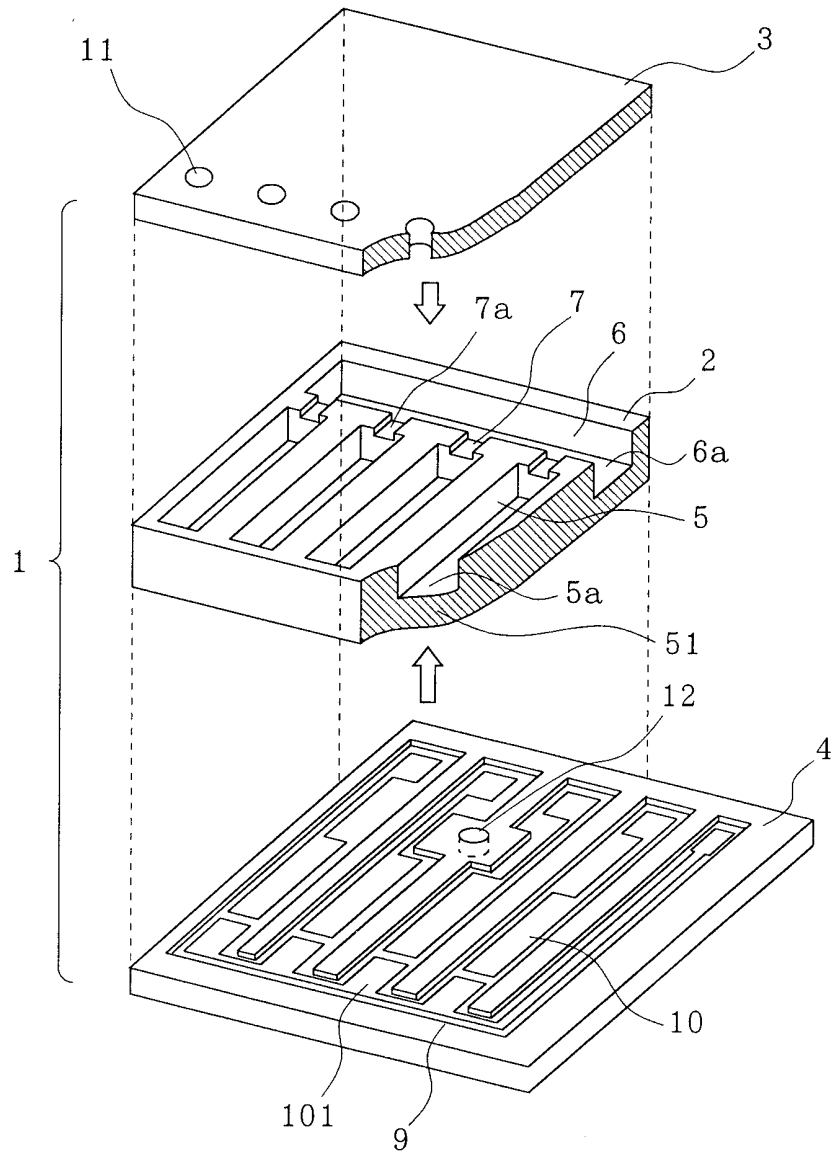


図 2

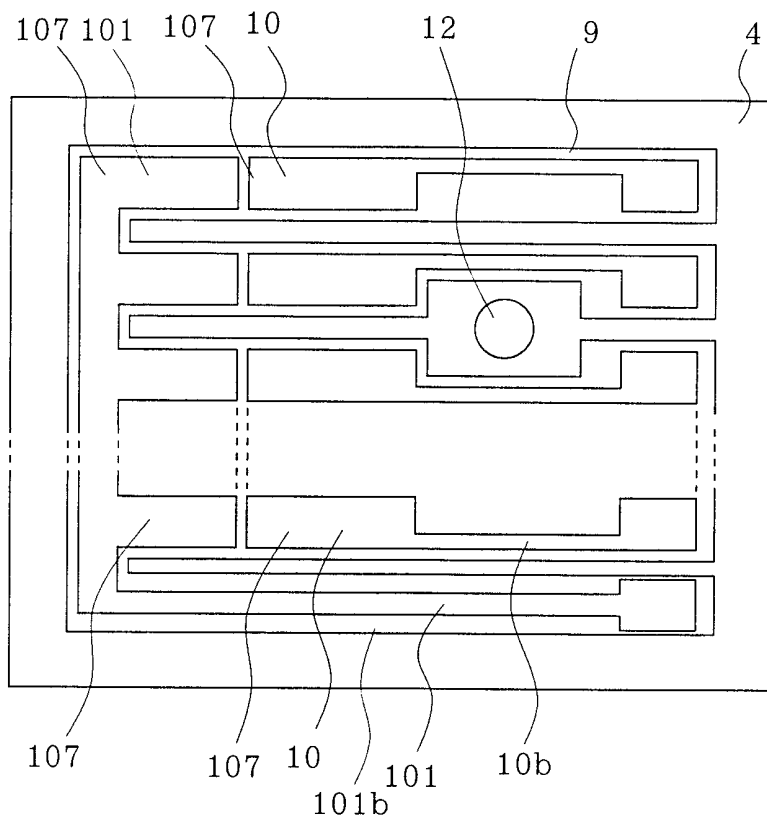


図 3

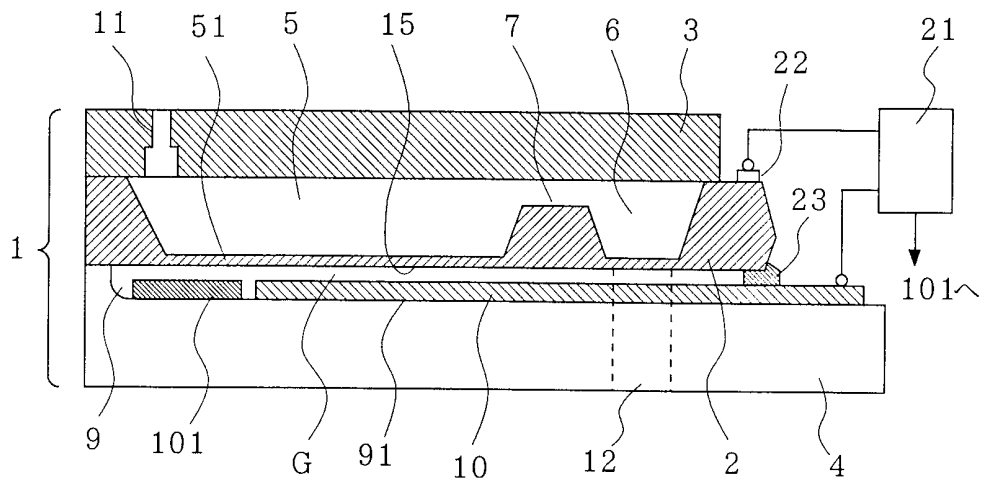


図4

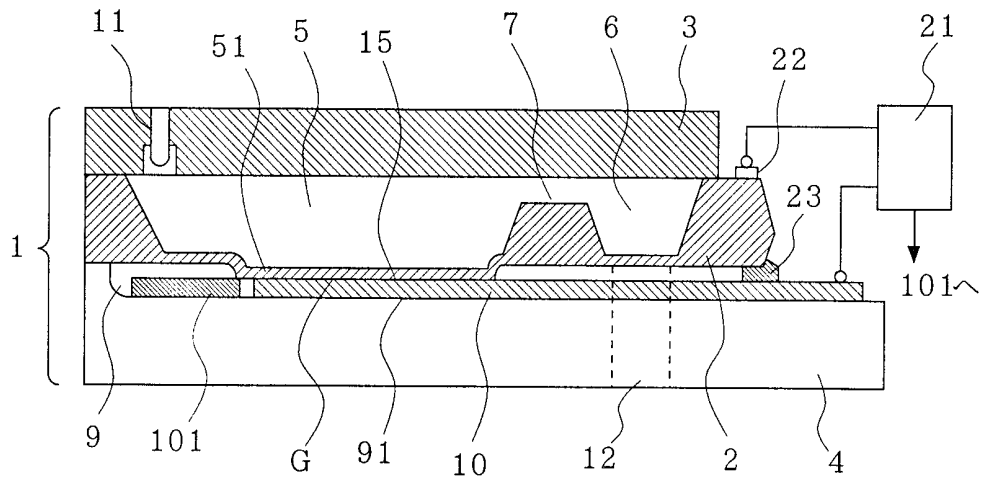


図5

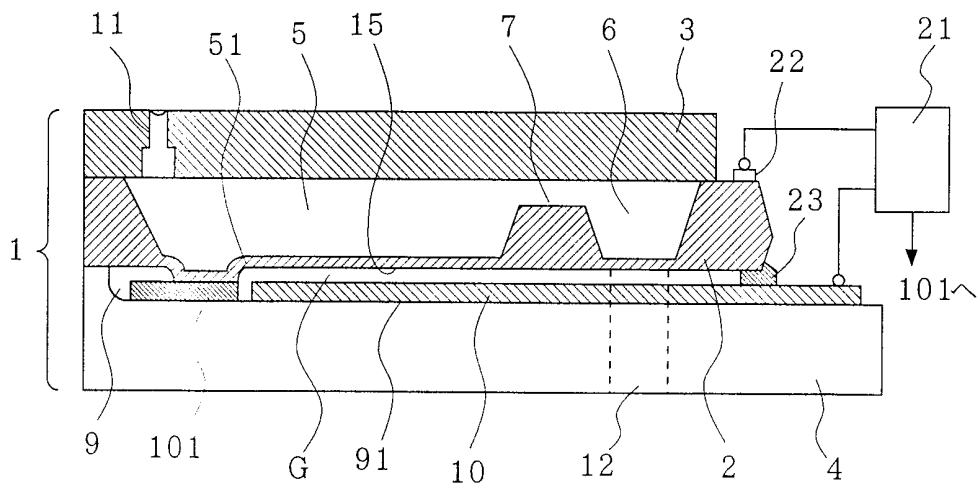


図6

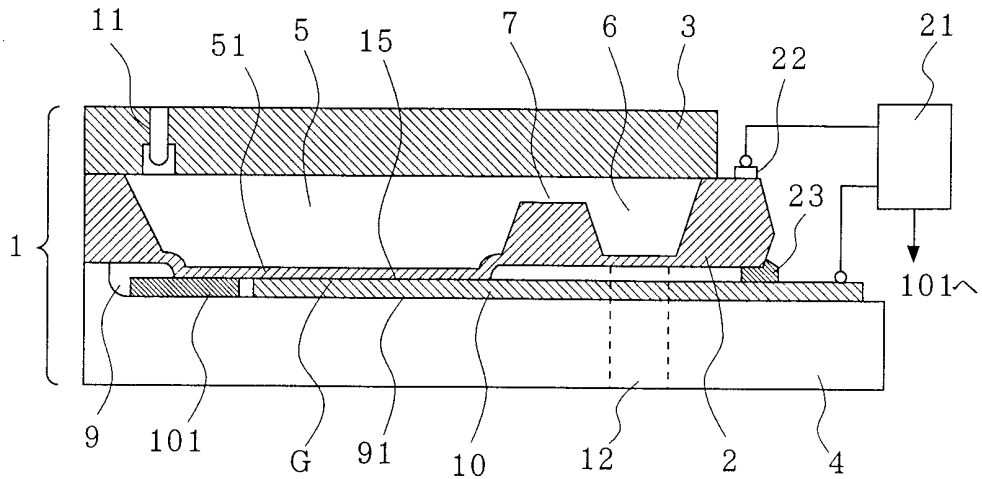


図7

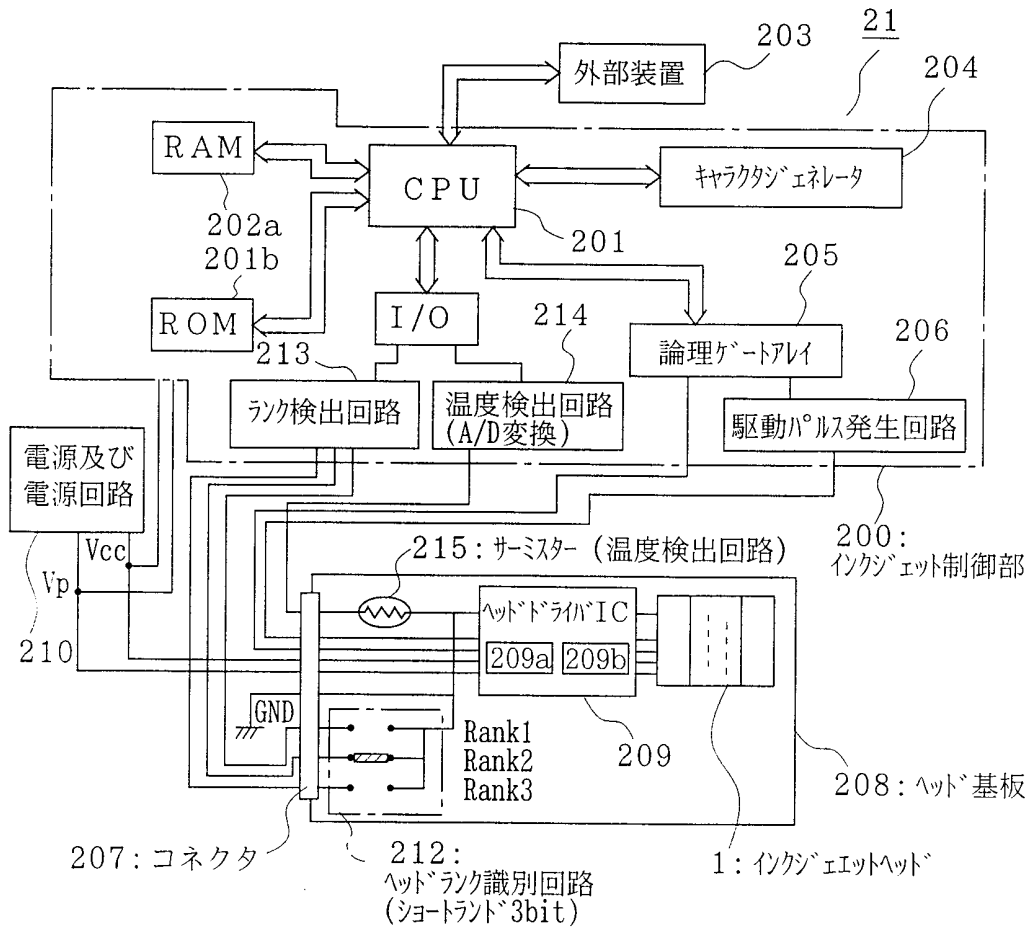


図8

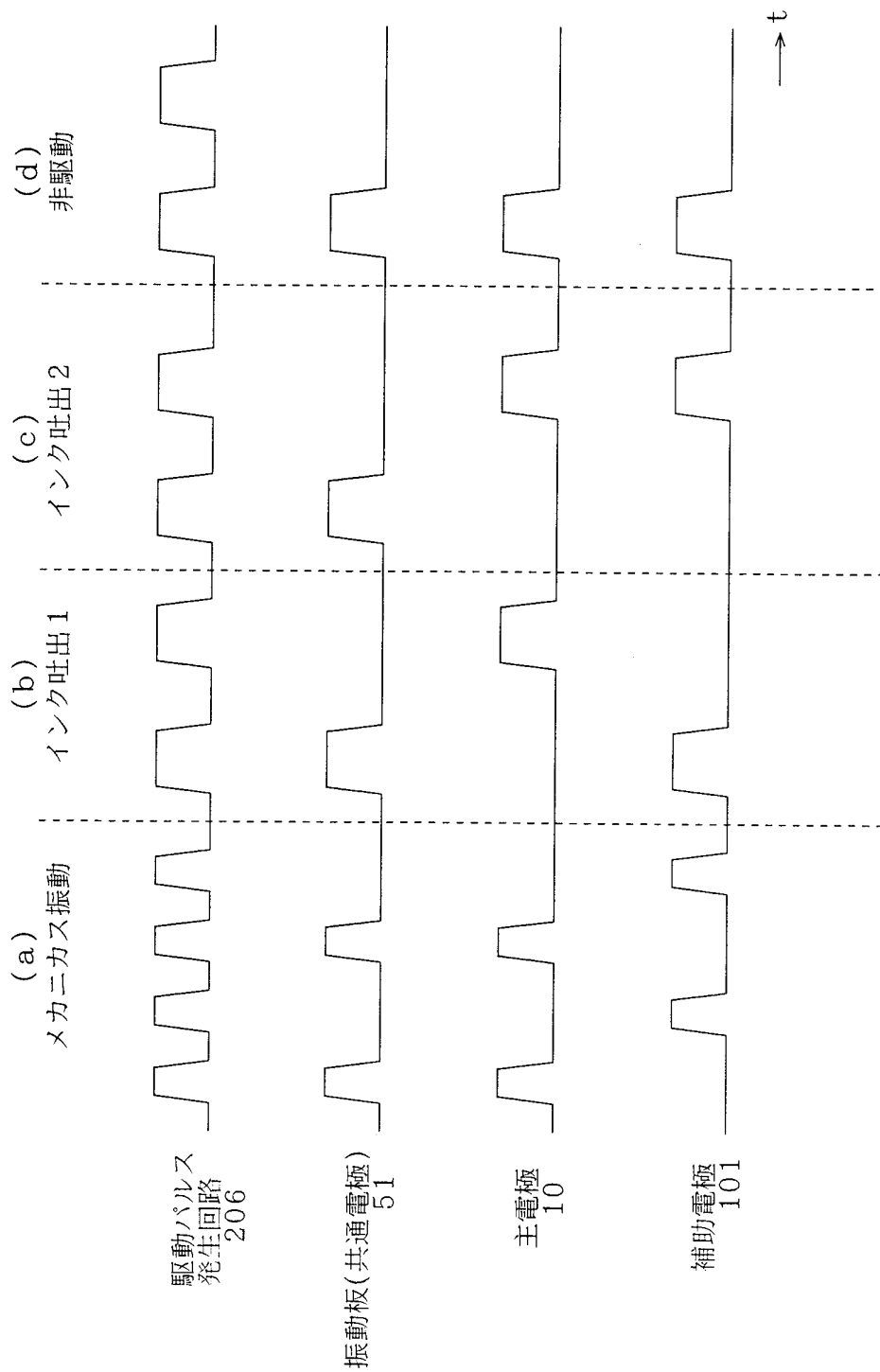


図9

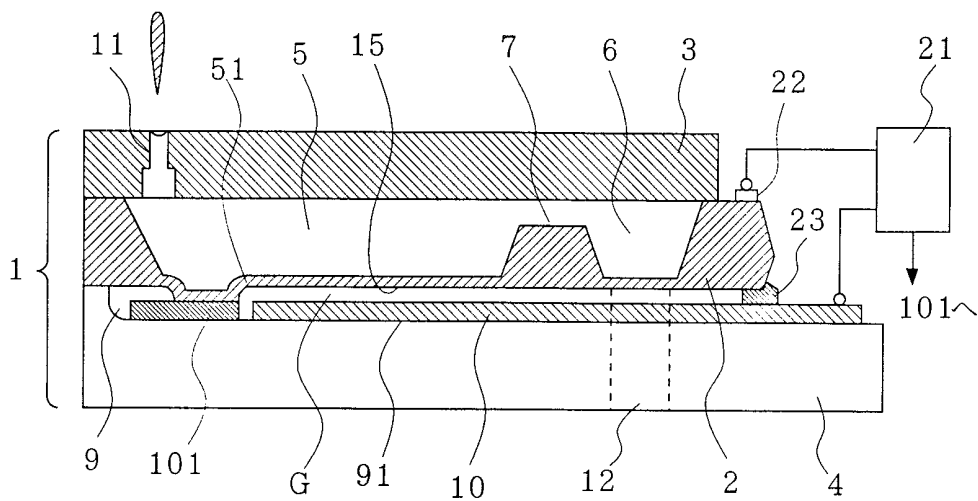


図 10

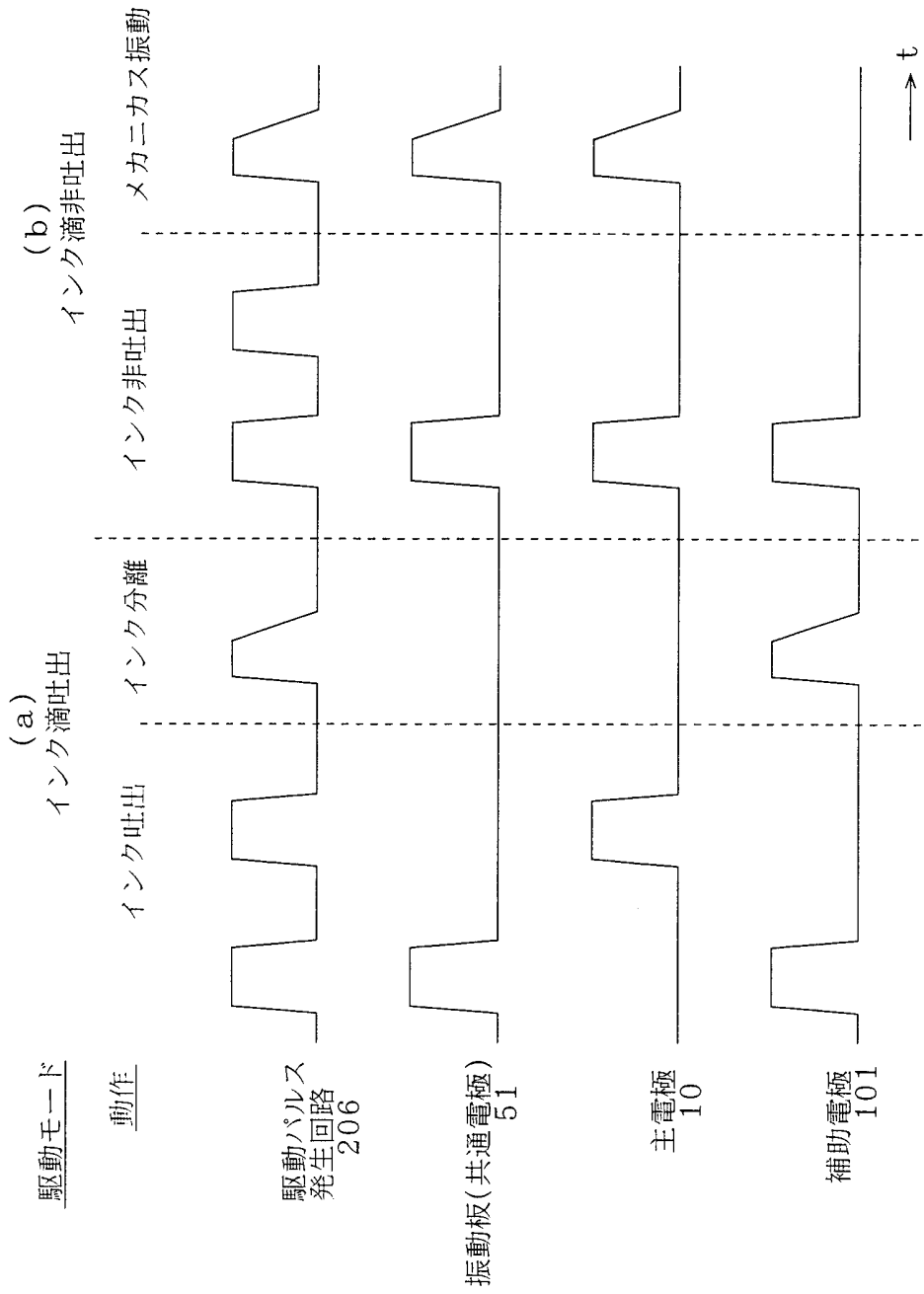


図 15

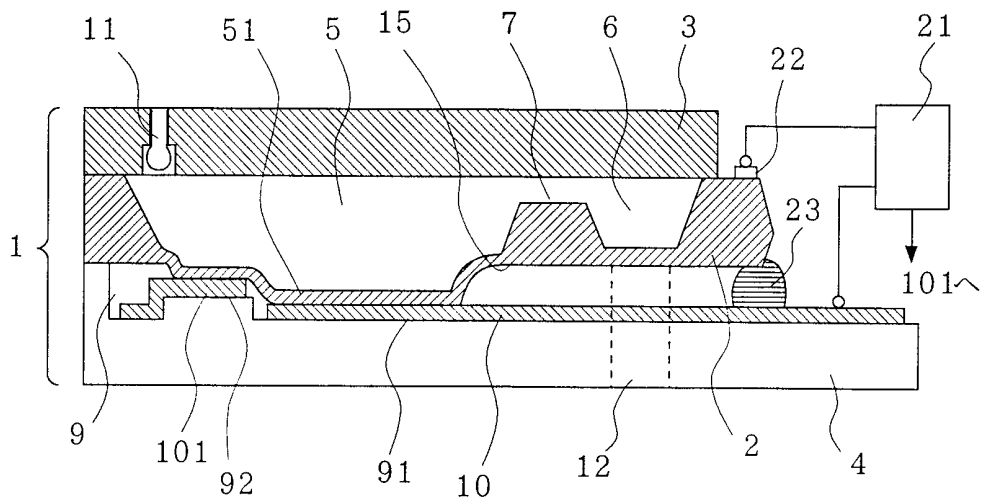


図 16

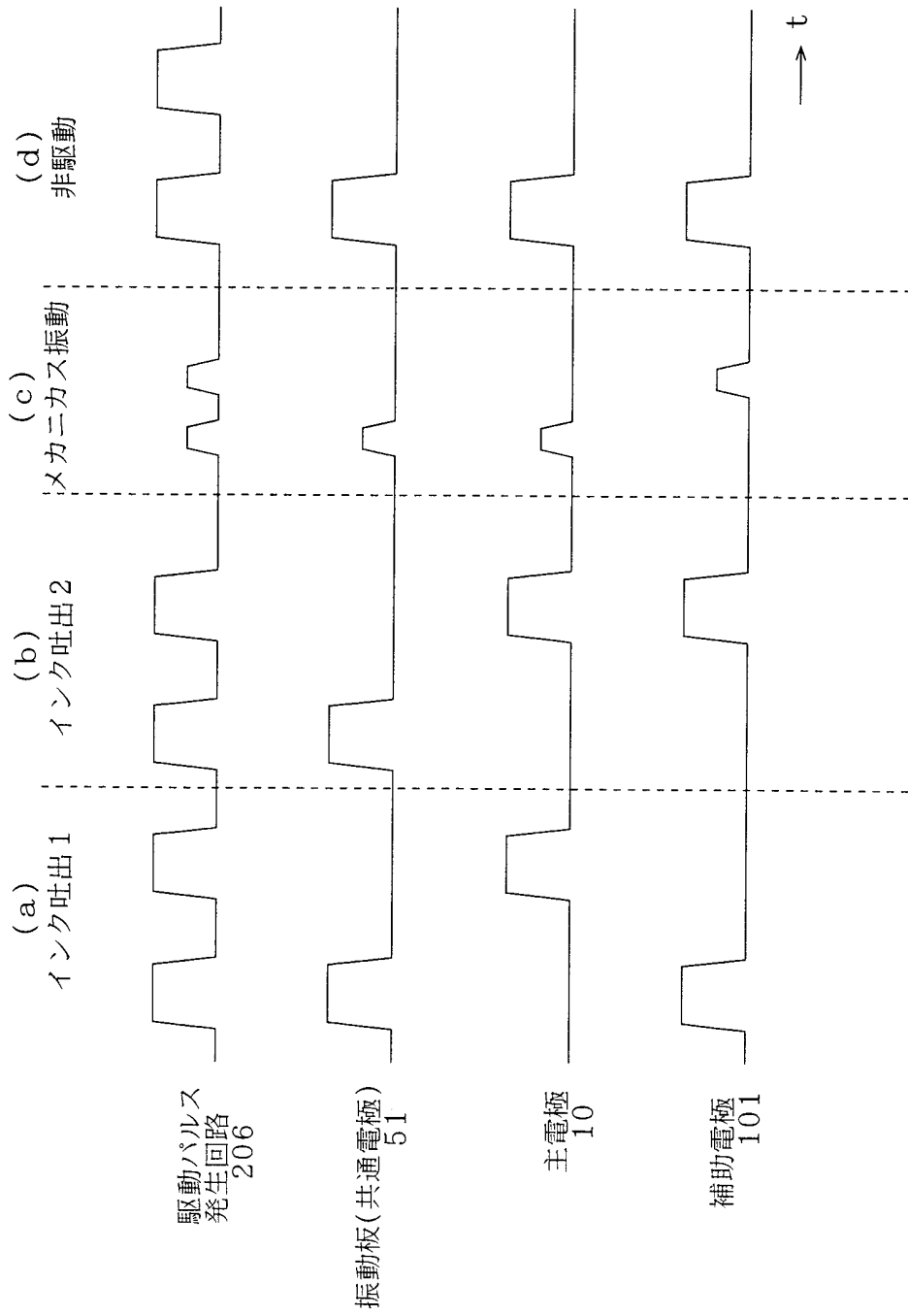


図 17

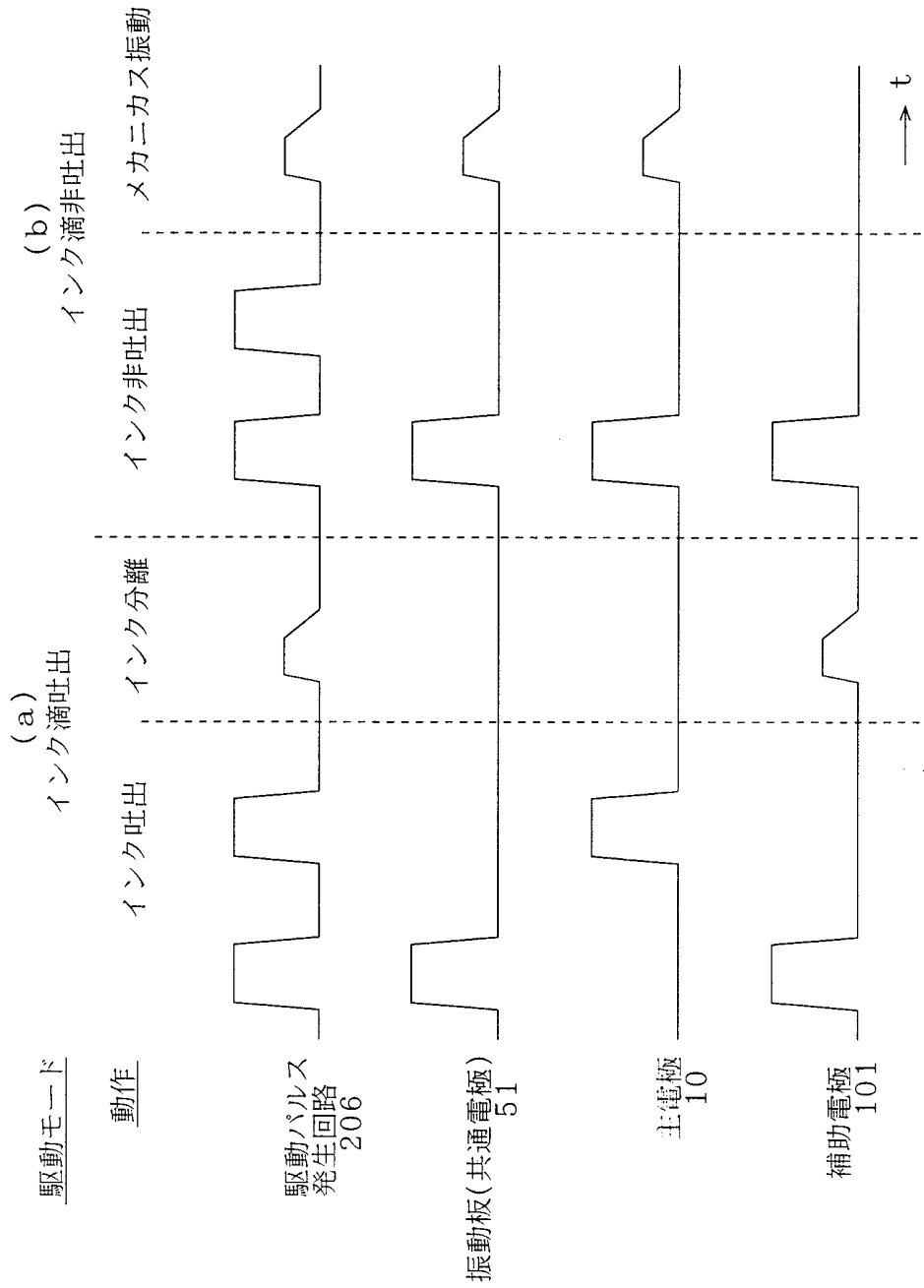


図 18

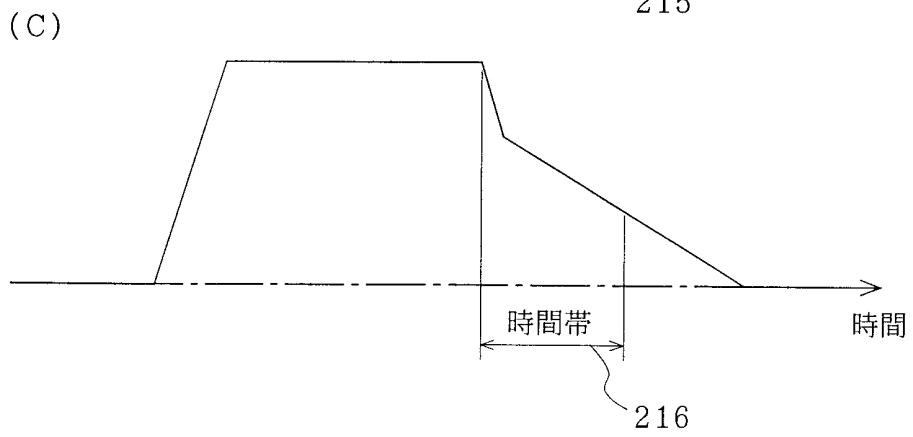
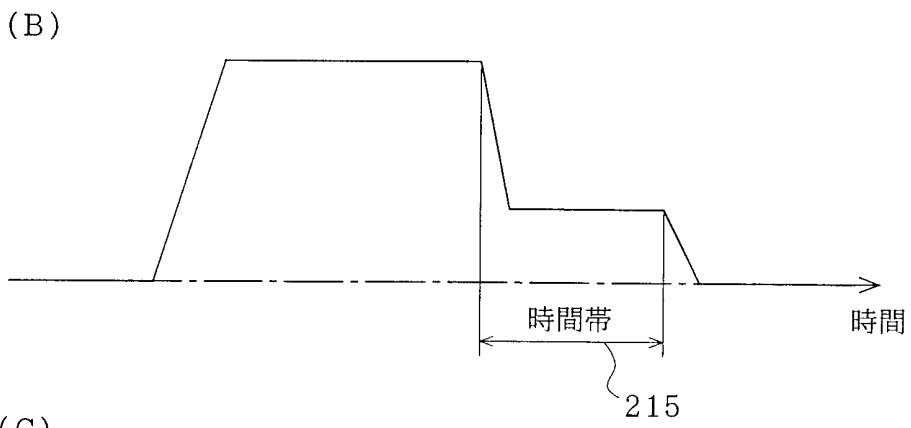
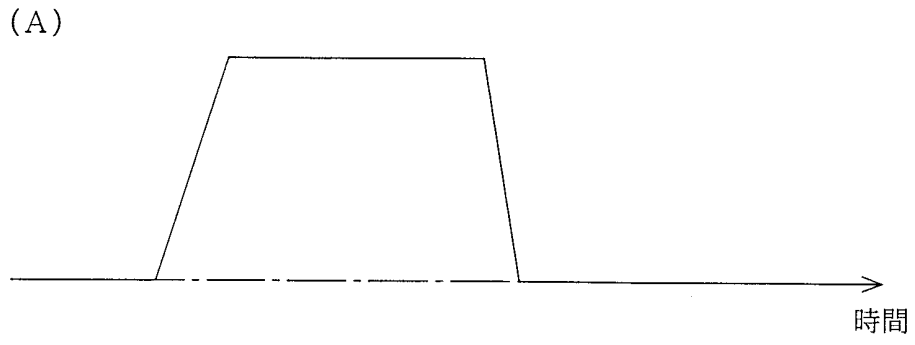


図 2 2

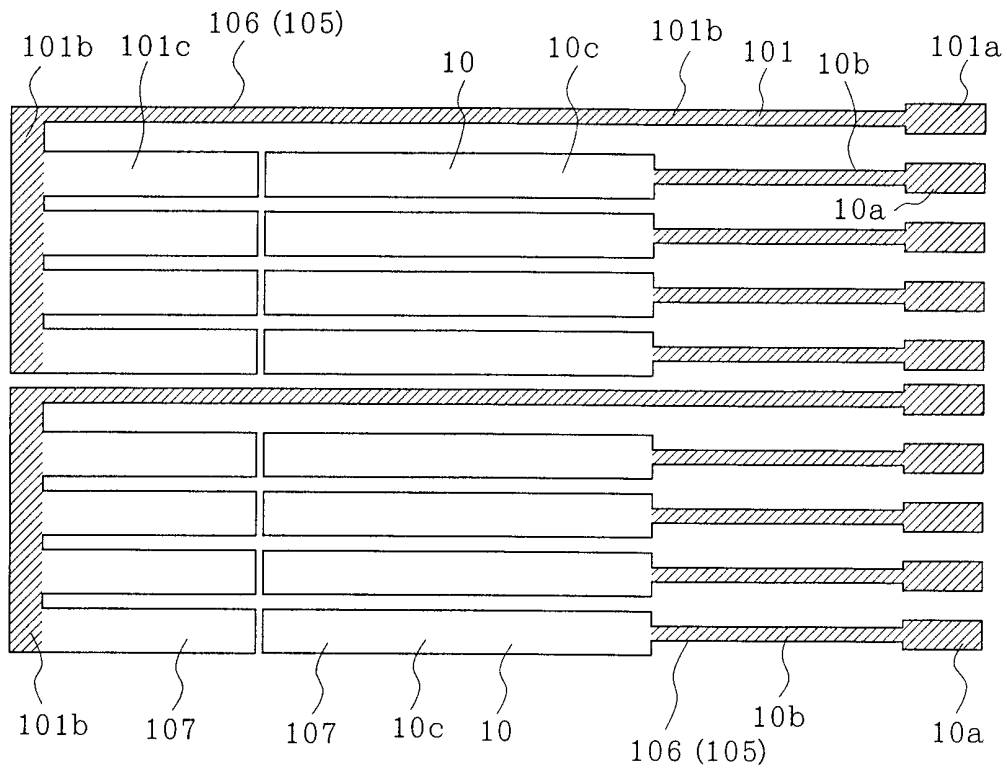


図 2 3

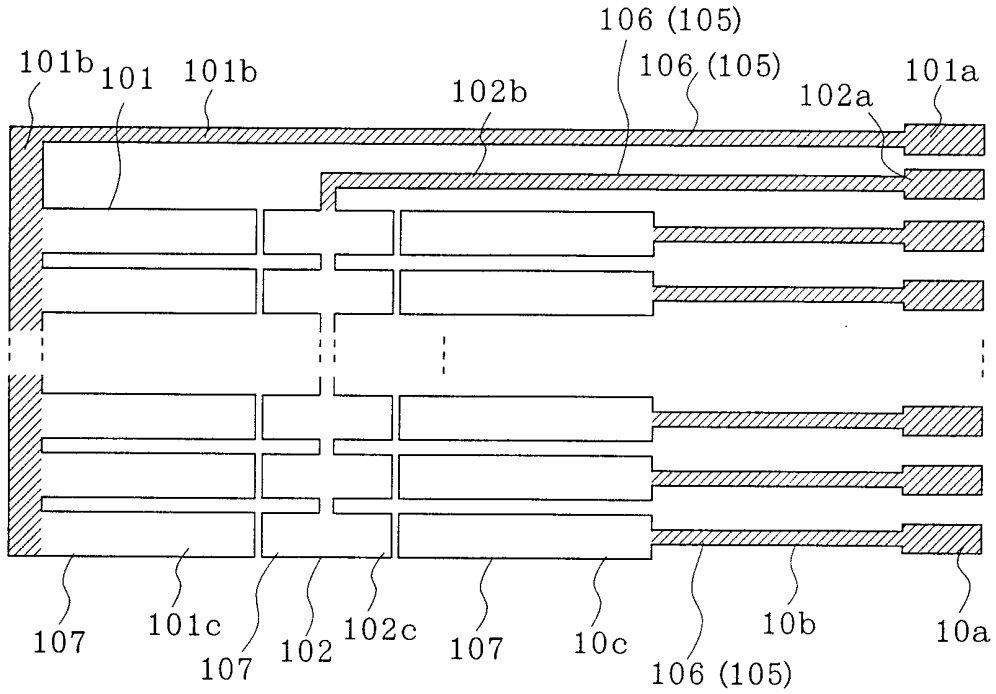


図 2 4

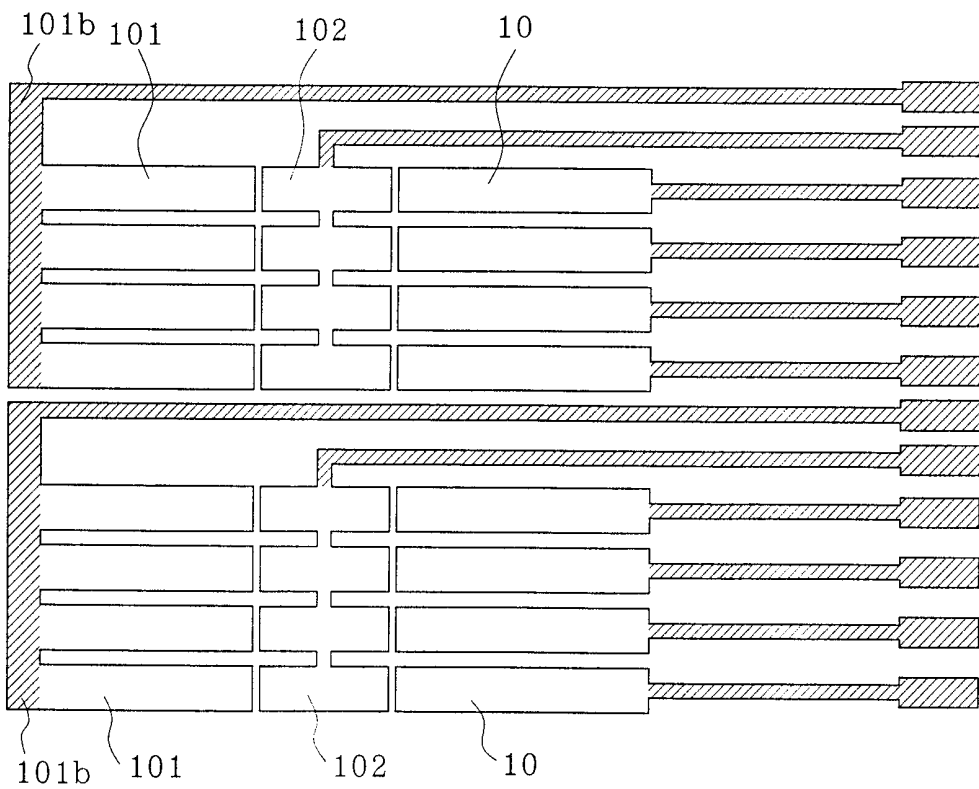


図 2 5

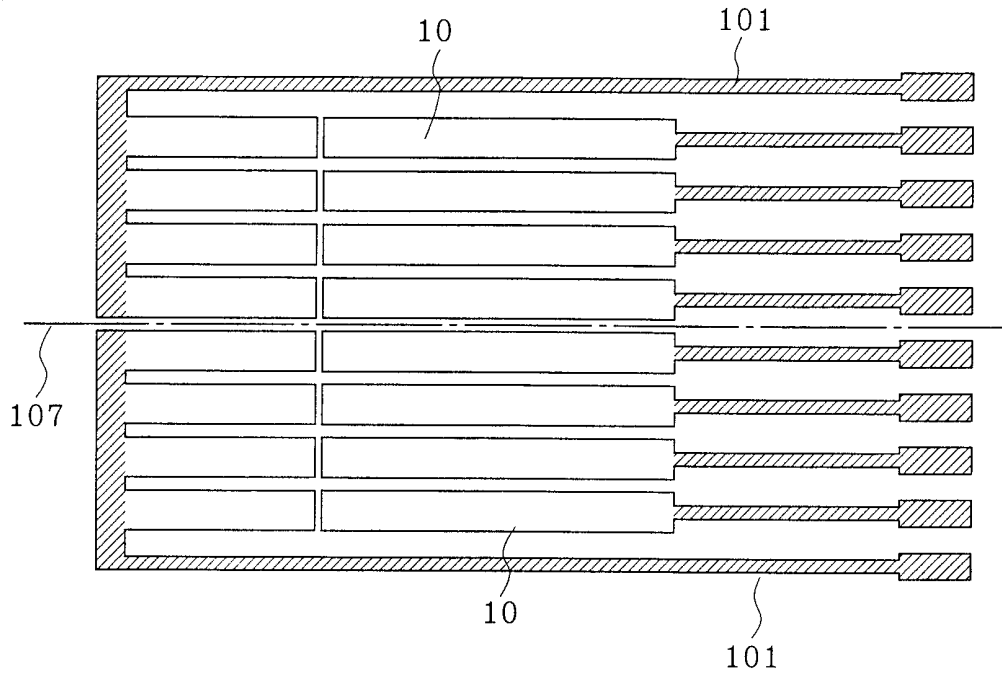


図 2 6

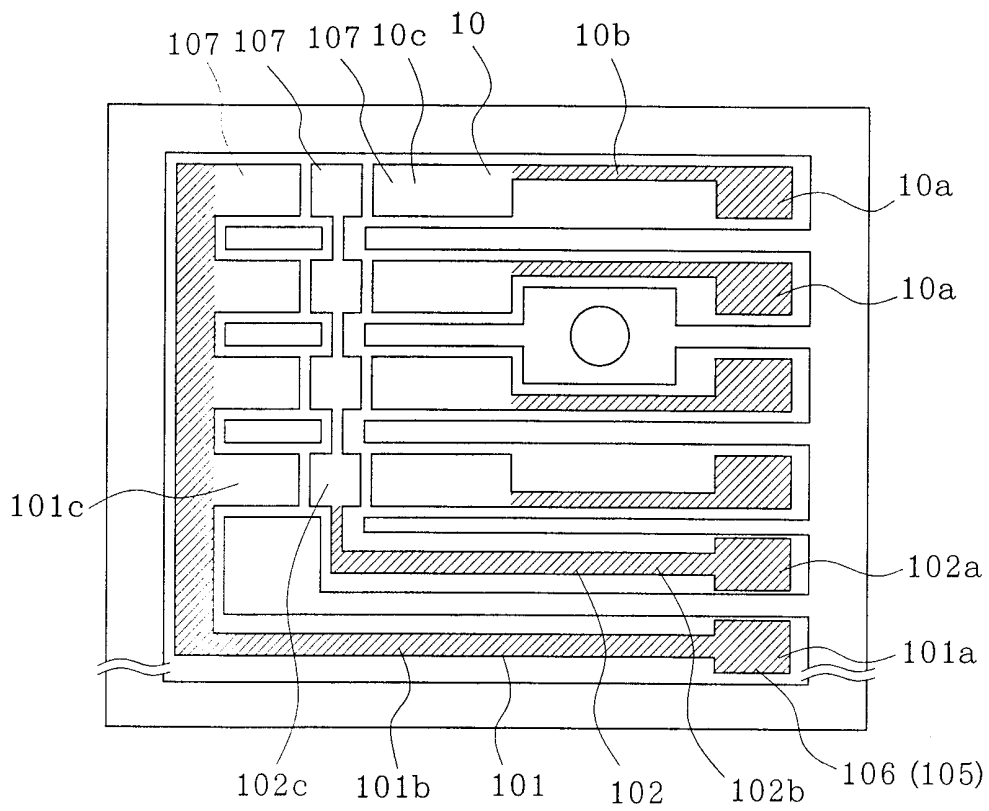


図 27

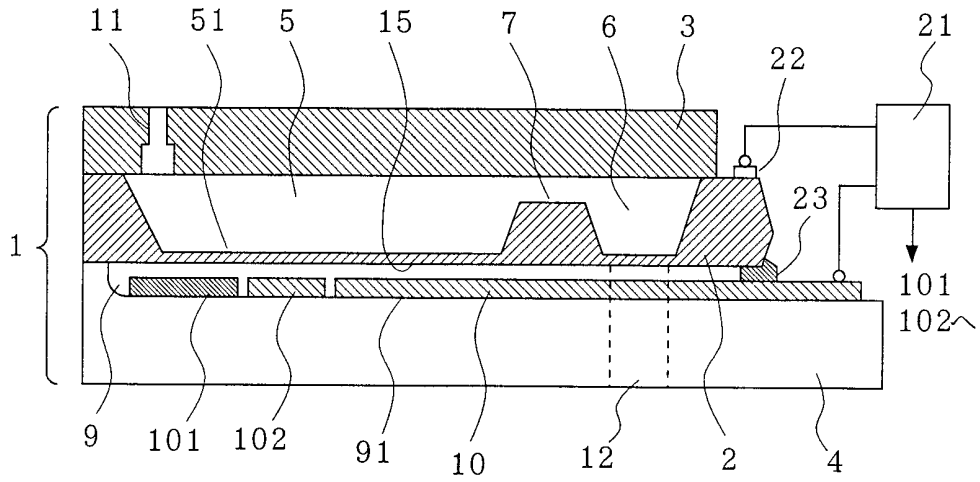


図 28

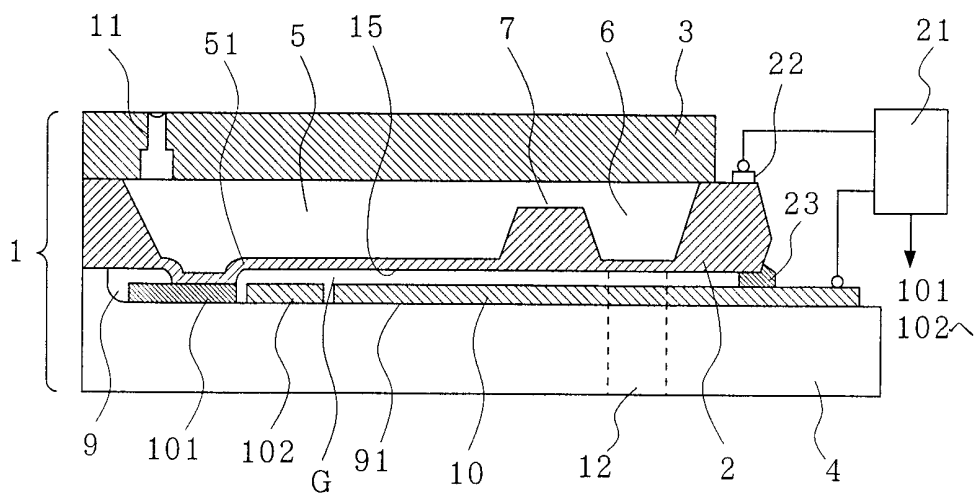


図 29

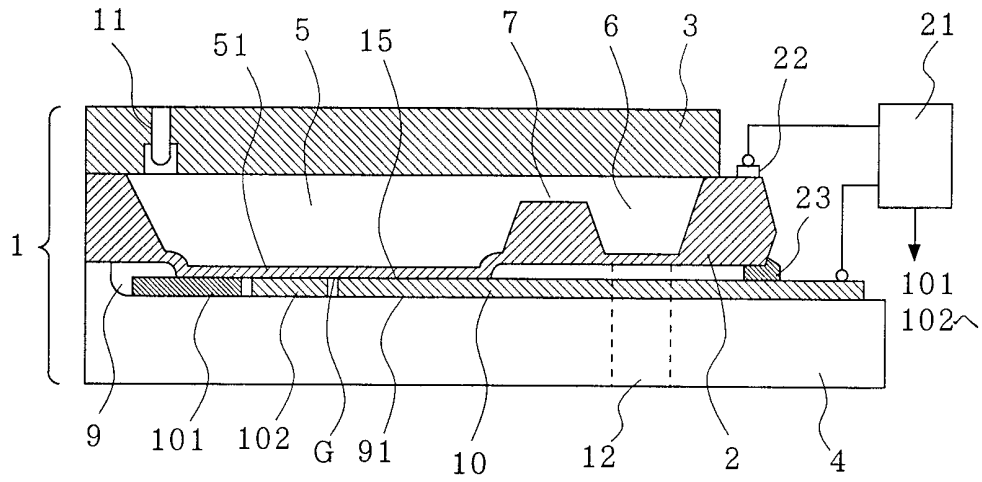


図 30

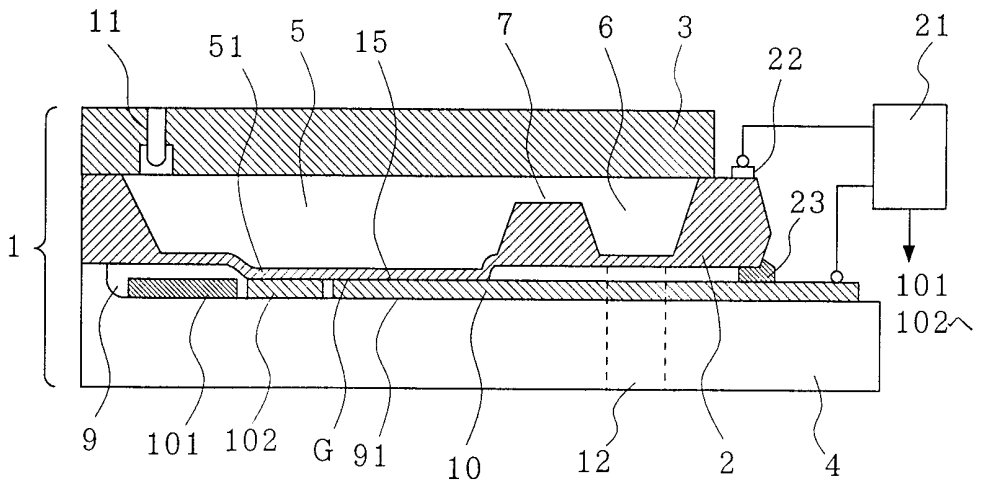


図 3 1

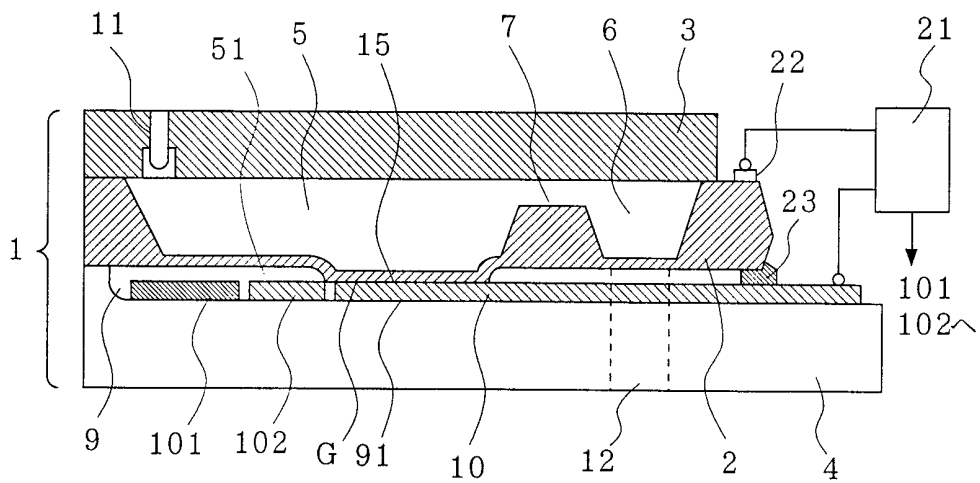


図 3 2

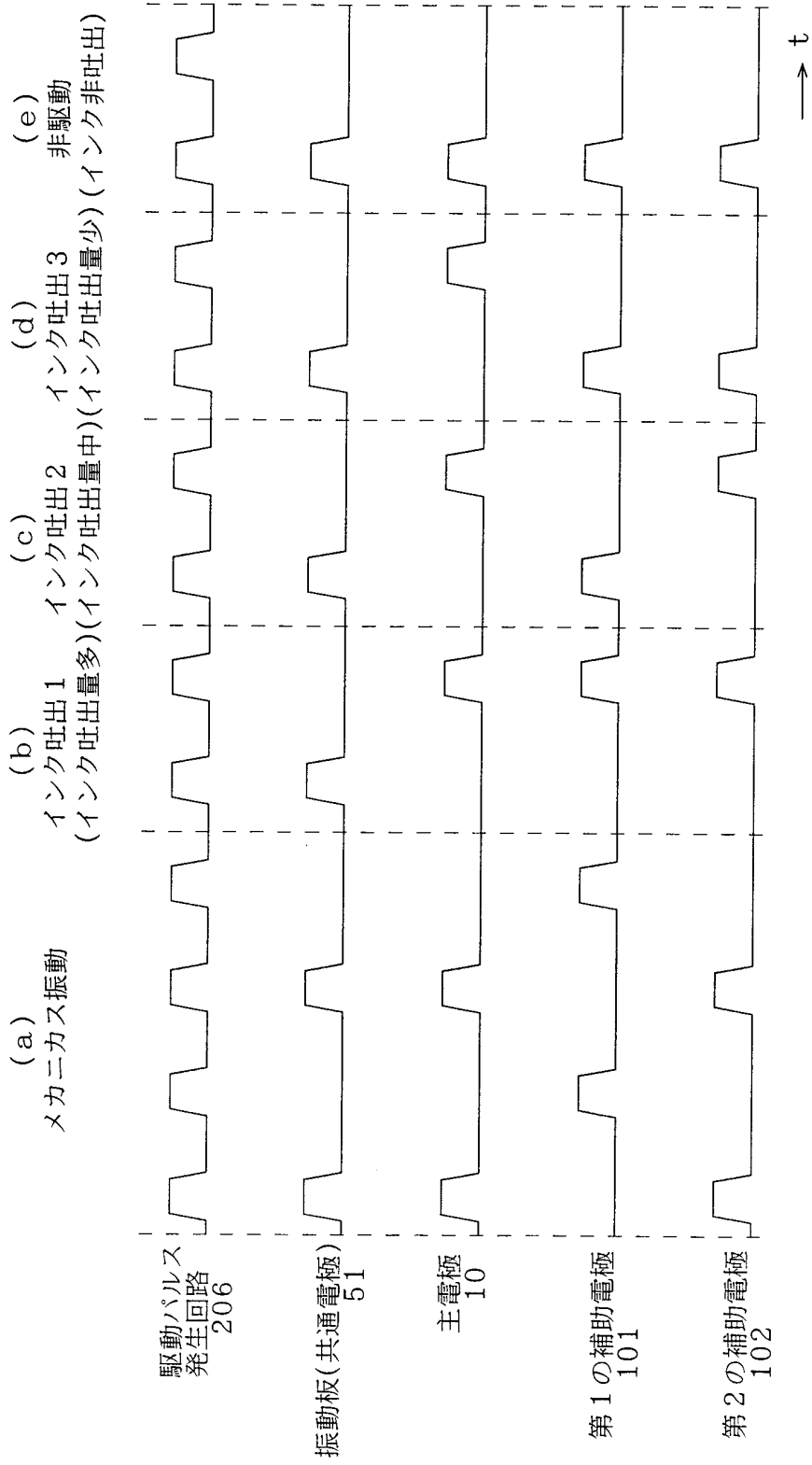


図 3 3

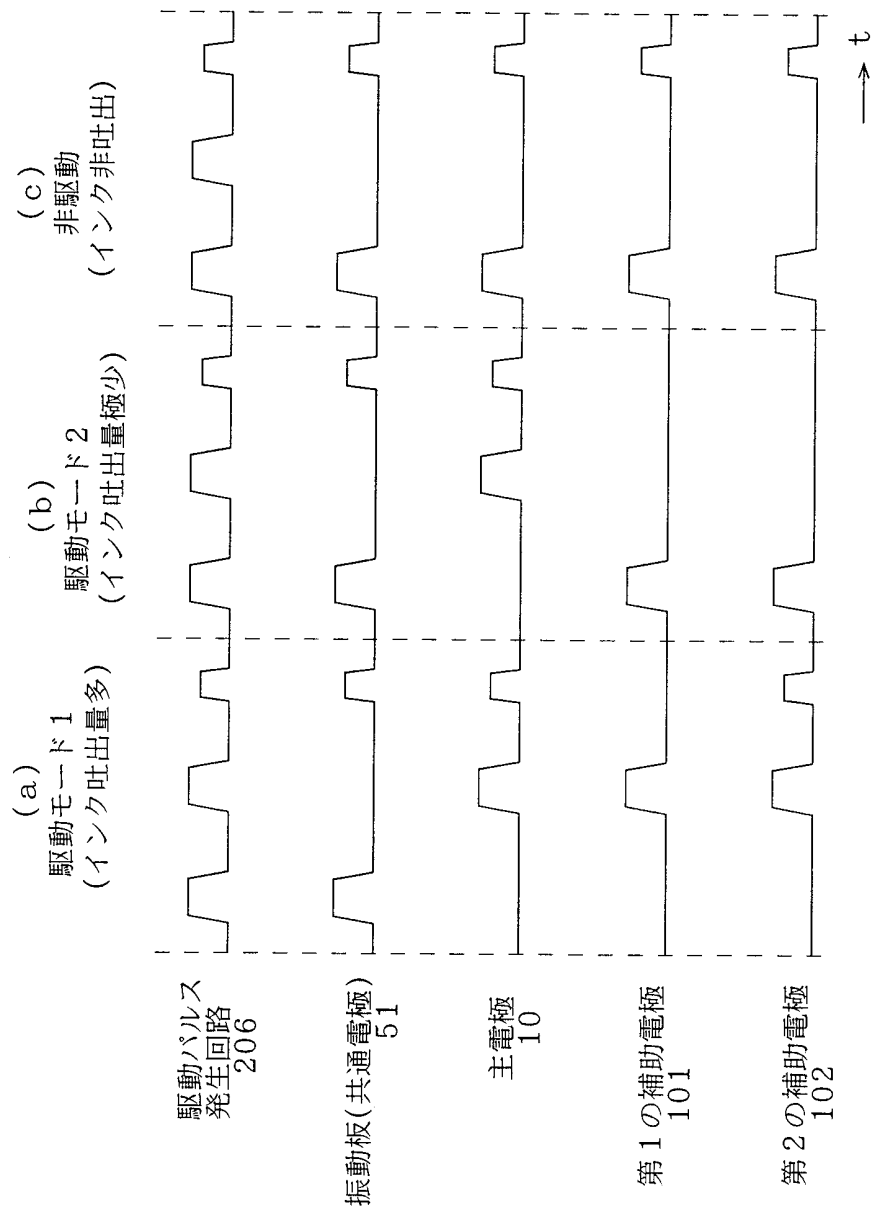
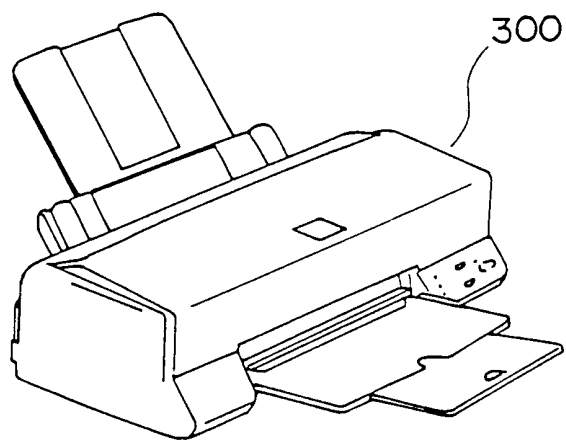


図 34



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06816

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ B41J 2/045
B41J 2/055

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ B41J 2/045
B41J 2/055

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 8-72240, A (SEIKO EPSON CORPORATION), 19 March, 1996 (19.03.96) (Family: none)	1, 2, 10, 11, 15, 19
A	EP, 307160, A1 (Data Products Corporation), 15 March, 1989 (15.03.89) (Family: none) & JP, 1-157861, A & US, 4973980, A	1-19

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 February, 2000 (17.02.00)Date of mailing of the international search report
29 February, 2000 (29.02.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int. Cl⁷ B 41 J 2/045
 B 41 J 2/055

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int. Cl⁷ B 41 J 2/045
 B 41 J 2/055

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 8-72240, A (セイコーエプソン株式会社) 19. 3月. 1996 (19. 03. 96), (ファミリーなし)	1, 2, 10, 11, 15, 19
A	EP, 307160, A1 (データプロダクツコーポレーション) 15. 3月 1989 (15. 03. 89), (ファミリーなし) & J P, 1-157861, A & US, 4973980, A	1-19

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 17. 02. 00

国際調査報告の発送日 29.02.00

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 瀧本 十良三 印
 2 P 9606
 電話番号 03-3581-1101 内線 3259