

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4222592号
(P4222592)

(45) 発行日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(24) 登録日 平成20年11月28日(2008.11.28)

(51) Int. Cl.	F I	
HO2N 2/00 (2006.01)	HO2N 2/00	B
BO5B 17/04 (2006.01)	BO5B 17/04	
B41J 2/045 (2006.01)	B41J 3/04	103A
B41J 2/055 (2006.01)	B41J 3/04	103H
B41J 2/16 (2006.01)	HO1L 41/08	N
請求項の数 10 (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2002-47371 (P2002-47371)
 (22) 出願日 平成14年2月25日(2002.2.25)
 (65) 公開番号 特開2003-250281 (P2003-250281A)
 (43) 公開日 平成15年9月5日(2003.9.5)
 審査請求日 平成16年10月5日(2004.10.5)

前置審査

(73) 特許権者 000006747
 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 日吉 隆之
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内

審査官 牧 初

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層型圧電素子及びその製造方法、圧電型アクチュエータ、液滴吐出ヘッド並びにインクジェット記録装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

溝によって分割された圧電層と内部電極とを交互に積層した複数の駆動部を有し、複数の駆動部の共通電極を並び方向両端の圧電層と内部電極とを交互に積層した非駆動部より引き出す構成の積層型圧電素子において、

前記溝によって分割されないで各圧電素子部の共通側外部電極に接続された導通用内部電極を有し、

前記導通用内部電極が形成された領域の個別側外部電極形成面には切り欠き部が形成され、前記切り欠き部に前記導通用内部電極が露出していない

ことを特徴とする積層型圧電素子。

【請求項2】

請求項1に記載の積層型圧電素子において、前記導通用内部電極の形状は溝加工前の内部電極の形状と略同じであることを特徴とする積層型圧電素子。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の積層型圧電素子において、前記導通用内部電極が複数層設けられていることを特徴とする積層型圧電素子。

【請求項4】

溝によって分割された圧電層と内部電極とを交互に積層した複数の駆動部を有し、複数の駆動部の共通電極を並び方向両端の圧電層と内部電極とを交互に積層した非駆動部より引き出す構成の積層型圧電素子において、

各駆動部の共通側外部電極に接続され、駆動部の並び方向全域に渡って形成される導通用外部電極を有し、

前記導通用外部電極は、前記溝によって分割されない面に形成され、個別側外部電極形成面には形成されないことを特徴とする積層型圧電素子。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の積層型圧電素子を製造する方法であって、前記積層された内部電極群に対して積層方向に略対称な形状の圧電層からなるダミー部を形成した部材を基板に固定した後、前記ダミー部を除去することを特徴とする積層型圧電素子の製造方法。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載の積層型圧電素子の製造方法において、前記ダミー部には前記導通用内部電極に対応するダミー内部電極を設けることを特徴とする積層型圧電素子の製造方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の積層型圧電素子の製造方法において、前記ダミー部には前記ダミー部除去後に最も表面に近い内部電極と対称形状をなすダミー内部電極を設けることを特徴とする積層型圧電素子の製造方法。

【請求項 8】

可動部分を積層型圧電素子を用いて変形させる圧電型アクチュエータにおいて、前記積層型圧電素子は前記請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の積層型圧電素子であることを特徴とする圧電型アクチュエータ。

20

【請求項 9】

ノズルに連通する液室を圧電型アクチュエータによって加圧して液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記圧電型アクチュエータは前記請求項 8 に記載の圧電型アクチュエータであることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項 10】

インク滴を吐出するインクジェットヘッドを搭載するインクジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドは前記請求項 9 に記載の液滴吐出ヘッドであることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

30

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は 積層型圧電素子及びその製造方法、圧電型アクチュエータ、液滴吐出ヘッド並びにインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置（画像形成装置）として用いるインクジェット記録装置は、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室（インク流路、吐出室、圧力室、加圧液室、流路等とも称される。）と、この液室内のインクを加圧するための駆動手段（圧力発生手段）とを備えた液滴吐出ヘッドとしてのインクジェットヘッドを搭載したものである。なお、液滴吐出ヘッドとしては例えば液体レジストを液滴として吐出する液滴吐出ヘッド、DNA の試料を液滴として吐出する液滴吐出ヘッドなどもあるが、以下ではインクジェットヘッドを中心に説明する。

40

【0003】

インクジェットヘッドとしては、液室内のインクを加圧する圧力を発生するための圧力発生手段として圧電体、特に圧電層と内部電極を交互に積層した積層型圧電素子を用いて、積層型圧電素子の d_{33} 方向の変位で液室の壁面を形成する弾性変形可能な振動板を変形させ、液室内容積 / 圧力を変化させてインク滴を吐出させるいわゆるピエゾ型のものが知られている。

【0004】

50

このような積層型圧電素子を用いたインクジェットヘッドとしては、例えば特開平10-286951号公報に記載されているように、圧電層と内部電極とを交互に積層し、両端面に個別側外部電極及び共通側外部電極を形成した積層型圧電素子に、一部を残して溝加工を施すことによって複数の駆動部（駆動チャンネル）と両端の非駆動部とを形成し、この積層型圧電素子の共通電極を駆動部の並び方向両端の非駆動部から取出すようにしたものがある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、近年において、インクジェット記録装置は、高画質、高速化が要求されており、高速化するための手段として、ヘッドの副走査方向のノズル数を増加させ、キャリッジの主走査方向1スキャンで副走査方向に広幅で印字することが行われる。

10

【0006】

ところが、上述した積層型圧電素子を用いたインクジェットヘッドのように、各駆動部の共通電極を圧電体の長さ方向両端の非駆動部から取出すようにした場合、高速化のために積層型圧電素子を長尺化して駆動部（駆動チャンネル）の数を増加すると、駆動チャンネル数の増加につれて各駆動チャンネルから共通電極取り出し部（両端の非駆動部）までの導通距離が長くなり、その結果、共通電極の抵抗が増大する。特に、積層型圧電素子にハーフカットを施して複数の駆動部を形成する場合には、共通側外部電極は溝加工されないで残っている部分となり、幅の狭い部分が長く存在して共通電極の抵抗値が増大する。

20

【0007】

ここで、すべての駆動チャンネルを駆動するとき1つの駆動チャンネルのみを駆動するときとでは、駆動チャンネルにかかる駆動電圧の時定数に差が生じる。この駆動電圧の時定数は、駆動チャンネル数が多いほど大きくなり、また共通電極の抵抗値が大きいほど駆動チャンネル数によって変化することになる。

【0008】

このように駆動電圧の時定数が変化すると、インク滴の噴射特性、特にインク滴速度が変化し、着弾位置が変化することになるので、すべての駆動チャンネルを駆動するとき1つの駆動チャンネルを駆動するときの時定数の差が大きくなると、特に600dpi程度の高密度画像を印字する場合に画像品質の劣化が大きくなる。

【0009】

そのため、上述した従来の積層型圧電素子を用いたインクジェットヘッドでは、共通電極の抵抗値が大きいために特に600dpi程度の高密度画像を印字場合に高画像品質が得られないという課題がある。

30

【0010】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、全チャンネル駆動時と1チャンネル駆動時の駆動電圧の時定数の差を小さくした積層型圧電素子及びその製造方法、バラツキの少ない動作特性が得られる圧電型アクチュエータ、安定した噴射特性の得られる液滴吐出ヘッド、高画質記録が可能なインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

40

上記の課題を解決するため、本発明に係る積層型圧電素子は、

溝によって分割された圧電層と内部電極とを交互に積層した複数の駆動部を有し、複数の駆動部の共通電極を並び方向両端の圧電層と内部電極とを交互に積層した非駆動部より引き出す構成の積層型圧電素子において、

前記溝によって分割されないで各圧電素子部の共通側外部電極に接続された導通用内部電極を有し、

前記導通用内部電極が形成された領域の個別側外部電極形成面には切り欠き部が形成され、前記切り欠き部に前記導通用内部電極が露出していない構成とした。

【0014】

50

ここで、導通用内部電極の形状は溝加工前の内部電極の形状と略同じであることが好ましい。また、導通用内部電極は複数層設けられていることが好ましい。

【0015】

本発明に係る積層型圧電素子は、

溝によって分割された圧電層と内部電極とを交互に積層した複数の駆動部を有し、複数の駆動部の共通電極を並び方向両端の圧電層と内部電極とを交互に積層した非駆動部より引き出す構成の積層型圧電素子において、

各駆動部の共通側外部電極に接続され、駆動部の並び方向全域に渡って形成される導通用外部電極を有し、

前記導通用外部電極は、前記溝によって分割されない面に形成され、個別側外部電極形成面には形成されない構成とした。

10

【0016】

本発明に係る積層型圧電素子の製造方法は、本発明に係る積層型圧電素子を製造する方法であって、内部電極群に対して積層方向に略対称な形状を有する圧電層からなるダミー部を形成した部材を基板に固定した後、ダミー部を除去するものである。

【0017】

ここで、ダミー部には導通用内部電極に対応するダミー内部電極を設けることが好ましい。この場合、ダミー部にはダミー部除去後に最も表面に近い内部電極と対称形状をなすダミー内部電極を設けるが好ましい。

20

【0018】

本発明に係る圧電型アクチュエータは、可動部分を変形させる本発明に係る積層型圧電素子を備えたものである。

【0019】

本発明に係る液滴吐出ヘッドは、液室内の液体を加圧する本発明に係る本発明に係る圧電型アクチュエータを備えたものである。

【0020】

本発明に係るインクジェット記録装置は、インク滴を吐出する本発明に係る液滴吐出ヘッドを備えたものである。

【0022】

30

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。本発明の第1実施形態に係る液滴吐出ヘッドとしてのインクジェットヘッドについて図1を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの液室長手方向に沿う断面説明図である。

【0023】

このインクジェットヘッドは、単結晶シリコン基板で形成した流路基板（液室基板）1と、この流路基板1の下面に接合した振動板2と、流路基板1の上面に接合したノズル板3とを有し、これらによってインク滴を吐出するノズル5がインク練通路5aを介して連通する流路（インク液室）である加圧液室6、加圧液室6に流体抵抗部となるインク供給路7を介してインクを供給する共通液室8を形成している。

40

【0024】

ここで、流路基板1は、結晶面方位（110）の単結晶シリコン基板を水酸化カリウム水溶液（KOH）などのアルカリ性エッチング液を用いて異方性エッチングすることで、インク連通5aとなる貫通孔、各加圧液室6、インク供給路7、共通液室8となる凹部をそれぞれ形成している。

【0025】

振動板2は例えばニッケルの金属プレートから形成したものであるが、この他、樹脂部材或いは樹脂部材と金属部材の積層部材などで形成することができる。

【0026】

ノズル板3は各加圧液室6に対応して直径10～30μmのノズル5を形成し、流路基板

50

1 に接着剤接合している。このノズル板 3 としては、ステンレス、ニッケルなどの金属、金属とポリイミド樹脂フィルムなどの樹脂との組み合わせ、シリコン、及びそれらの組み合わせからなるものを用いることができる。また、ノズル面（吐出方向の表面：吐出面）には、インクとの撥水性を確保するため、メッキ被膜、あるいは撥水剤コーティングなどの周知の方法で撥水膜を形成している。

【 0 0 2 7 】

そして、振動板 2 の面外側（液室 6 と反対側）に各加圧液室 6 に対応して駆動手段としての積層型圧電素子 1 2 を接合している。これらの振動板 2 と積層型圧電素子 1 2 によって可動部分である振動板 2 を変形させる圧電型アクチュエータを構成している。

【 0 0 2 8 】

この積層型圧電素子 1 2 は振動板 2 との接合面との反対側の面はベース（基台）1 3 に接着剤で接合して固定し、一端面には積層型圧電素子 1 2 に駆動波形を与えるための F P C ケーブル 1 4 を接続している。

【 0 0 2 9 】

ここでは、1 つの長尺の圧電素子にスリットを形成することで各加圧液室 6 に対応する複数の圧電素子 2 を形成している。なお、本明細書において「圧電素子の全体の長さ」は各圧電素子 2 を形成する元になった長尺の圧電素子の長さを意味するものとする。

【 0 0 3 0 】

ここでは、圧電素子 1 2 の圧電方向として d 3 3 方向の変位を用いて加圧液室 6 内インクを加圧する構成とすることも、圧電素子 1 2 の圧電方向として d 3 1 方向の変位を用いて加圧液室 6 内インクを加圧する構成とすることもできる。

【 0 0 3 1 】

この圧電素子 1 2 は振動板 2 との接合面との反対側の面はベース 1 3 に接着剤 2 7 で接合して固定している。このベース 1 3 には圧電素子 1 2 との接合面に対して垂直方向の面に P C B 基板 1 4 を接着剤を接合し、更に圧電素子 1 2 の個別側外部電極 2 5 と P C B 基板 1 4 とをワイヤー 1 5 で直接ワイヤーボンディングによって接続している。

【 0 0 3 2 】

ベース 1 3 の材質（材料）は金属材料を用いることが好ましい。ベース 1 3 の材質が金属であれば、積層型圧電素子 1 2 の自己発熱による蓄熱を防止することができる。積層型圧電素子 1 2 とベース 1 3 は接着剤により接着接合しているが、チャンネル数が増えると、積層型圧電素子 1 2 の自己発熱により 1 0 0 近くまで温度が上昇し、接合強度が著しく低下することになる。また、自己発熱によりヘッド内部の温度上昇が発生し、インク温度が上昇するが、インクの温度が上昇すると、インク粘度が低下し、噴射特性に大きな影響を与える。したがって、ベース 1 3 を金属材料で形成して積層型圧電素子 1 2 の自己発熱による蓄熱を防止することで、これらの接合強度の低下、インク粘度の低下による噴射特性の劣化を防止することができる。

【 0 0 3 3 】

さらに、ベース 1 3 の線膨張係数が大きいと、高温または低温でベース 1 3 と積層型圧電素子 1 2 の接合界面で接着剤の剥離が発生することがある。すなわち、従前は圧電素子の全長が長くなかったため、環境変動による温度差で圧電素子とベース 1 3 が剥離するという問題はほとんどなかったが、3 0 0 d p i で約 4 0 0 ノズル程度を有する全体で 3 0 ~ 4 0 m m 程度の長さの圧電素子を用いることでこの問題が顕在化された。

【 0 0 3 4 】

したがって、ベース 1 3 の材料としては線膨張係数が $1 0 E - 6 /$ 以下の材質を用いることが好ましく、この線膨張係数の範囲にすることにより、環境変動による温度差で、圧電素子との接合界面が剥離することを防止できる。特に、圧電素子に接着接合される部品の線膨張係数を全て $1 0 E - 6 /$ 以下にすると、接合界面の剥離に対し、非常に効果的であることを確認した。

【 0 0 3 5 】

また、F P C ケーブル 1 4 には各チャンネル（各加圧液室 6 に対応する）を駆動する駆動

10

20

30

40

50

波形（電気信号）を印加するためのドライバIC16を複数搭載している。このように、FPCケーブル14に複数のドライバIC16を搭載することにより、各ドライバIC16毎に電気信号を設定することができ、積層型圧電素子12の各駆動チャンネルの変位特性のばらつきを容易に補正することができるようになる。

【0036】

すなわち、圧電素子の長尺化に伴い、チャンネル間の変位量ばらつきが大きくなることが顕在化してきているので、複数のドライバIC16を搭載することにより、長尺化した積層型圧電素子12のチャンネル方向（並び方向）の変位量ばらつきを電圧により補正して、噴射特性の均一化を図ることができるようになる。

【0037】

さらに、振動板2の周囲にはフレーム17を接着剤で接合している。そして、このフレーム17には、ドライバIC16と少なくともベース13を挟んで反対側に配置されるように、共通液室8に外部からインクを供給するためのインク供給路18を形成している。このインク供給路18は振動板2の貫通穴2aを介して共通液室8に連通している。

【0038】

このように積層型圧電素子12に接続するFPCケーブル14と反対の側からインクを供給することにより、ドライバIC16とインク供給路18、共通液室8、流体抵抗部7とを反対側に配置することが可能になり、ドライバIC16の発熱によるインクの温度上昇を防止することができる。

【0039】

すなわち、前述したように、ドライバIC16の発熱は、チャンネル数や駆動波形によっても違いがあるが、積層型圧電素子12の長尺化にともなって100前後に達し、この発熱によってインクの温度が上昇すると、インクの粘度が低下し、噴射特性に大きな影響を及ぼすことになるので、ドライバIC16の温度上昇によるインク粘度の低下は絶対に避けなければならない。従来は、チャンネル数が少ないため、ドライバICの発熱はそれほど大きな問題ではなかったが、ヘッドの長尺化に伴って温度上昇によるインクの低粘度化が大きな問題となってきているので、上記構成を採用することによってこの問題を解決することができる。

【0040】

ここで、積層型圧電素子12の詳細について図2ないし図7を参照して説明する。なお、図2は前記ヘッドの積層型圧電素子部分の液室短手方向に沿う説明図、図3は図2のA-A線に沿う断面説明図、図4は図2のB-B線に沿う断面説明図、図5は内部電極パターンの平面説明図、図6は同積層型圧電素子部分の共通電極側からの斜視説明図、図7は同積層型圧電素子部分の個別電極側からの斜視説明図である。

【0041】

この積層型圧電素子12は、圧電層（圧電材料層）21と図5(a)、(b)に示すようなパターン形状を有する内部電極22A及び内部電極22Bとを交互に積層し、両端面に共通側外部電極23と個別側外部電極24とを設けた状態で、スリット加工（溝加工）を施して、複数の駆動部25と両端の非駆動部26とを形成したものである。

【0042】

この溝加工では、積層型圧電素子12に対してベース13までスリットを入れずに底部に深さ方向の幅Dの架橋部27を残して加工している。また、積層型圧電素子12の個別側外部電極24側には駆動部25の並び方向に沿う切り欠き部28を形成している。

【0043】

したがって、各駆動部25の内部電極22Aは共通側外部電極23に接続され、この共通側外部電極23は架橋部27によって分割されていないので、各駆動部25の内部電極22Aは共通側外部電極23を介して両端の非駆動部26の内部電極22Aと接続され、更に非駆動部26の内部電極22Aは図4に示すように個別側外部電極24側端面に引き出されているので、この個別側外部電極24側の端面にFPCケーブル14を接続することによって、積層型圧電素子12の一端面で共通電極と個別電極とを取り出すことができる

10

20

30

40

50

。

【 0 0 4 4 】

このように構成したインクジェットヘッドにおいては、積層型圧電素子 1 2 の駆動部 2 5 に対して選択的に 2 0 ~ 5 0 V の駆動パルス電圧を印加することによって、パルス電圧が印加された駆動部 2 5 が積層方向に伸びて振動板 2 をノズル 5 方向に変形させ、加圧液室 6 の容積 / 体積変化によって加圧液室 6 内のインクが加圧され、ノズル 5 からインク滴が吐出（噴射）される。

【 0 0 4 5 】

そして、インク滴の吐出に伴って加圧液室 6 内の液圧力が低下し、このときのインク流れの慣性によって加圧液室 6 内には若干の負圧が発生する。この状態の下において、積層型圧電素子 1 2 への電圧の印加をオフ状態にすることによって、振動板 2 が元の位置に戻って加圧液室 6 が元の形状になるため、さらに負圧が発生する。このとき、インク供給路 1 8 から共通液室 8、流体抵抗部であるインク供給路 7 を経て加圧液室 6 内にインクが充填される。そこで、ノズル 5 のインクメニスカス面の振動が減衰して安定した後、次のインク滴吐出のために積層型圧電素子 1 2 にパルス電圧を印加しインク滴を吐出させる。

【 0 0 4 6 】

ここで、駆動波形発生部から積層型圧電素子 1 2 までの電気回路の等価回路は、図 8 に示すように、各駆動部（駆動チャンネル）2 5 は抵抗 R_{on} （ ）と容量 C （F）の直列回路となり、各駆動部 2 5 間は抵抗 R_c （ ）で結合されたものとなる。これを簡略化して、図 9 に示すように、各非駆動部 2 6 と駆動部 2 5 との間に共通電極抵抗 R_{com} （ ）が介在した等価回路とする。

【 0 0 4 7 】

この回路において、図 1 0 に示すようにパルス状駆動電圧 P_v を印加するとき、駆動部 2 5 の個数（駆動チャンネル数）を n 個（ n チャンネル）とし、 n チャンネルのうちの 1チャンネルだけを駆動するとき当該チャンネルの駆動部 2 5 に印加される駆動電圧 P_v の時定数 τ_1 （sec）は、次の（2）式で表される。

【 0 0 4 8 】

【数 3】

$$\tau_1 = C(R_{on} + R_{com}) \quad \dots\dots(2)$$

【 0 0 4 9 】

また、 n 個すべてのチャンネルを駆動するとき駆動部 2 5 に印加される駆動電圧 P_v の時定数 τ_{all} （sec）は、次の（3）式で表される。

【 0 0 5 0 】

【数 4】

$$\tau_{all} = C(R_{on} + n \cdot R_{com} / 2) \quad \dots\dots(3)$$

【 0 0 5 1 】

したがって、すべてのチャンネルを駆動したときと 1チャンネルだけ駆動したときの時定数の差 $\Delta \tau$ は、次の（4）式で求められる。

【 0 0 5 2 】

【数 5】

$$\begin{aligned} \Delta \tau &= \tau_{all} - \tau_1 \\ &= C(R_{on} + n \cdot R_{com} / 2) - C(R_{on} + R_{com}) \\ &= C(n / 2 - 1) \cdot R_{com} \quad \dots\dots(4) \end{aligned}$$

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

この(4)式から分かるように、駆動チャンネル数 n が多いほど、また共通電極抵抗 R_{com} が大きいほど駆動チャンネル数 n によって駆動時定数 τ が変わることとなる。つまり、インク滴の噴射特性が変化してしまうこととなる。

【 0 0 5 4 】

一方、この時定数 τ の変化によって影響を受けるインク滴吐出特性は主に吐出速度 V_j である。この吐出速度 V_j が変化すると、ヘッドから用紙(液滴が着弾する媒体)にインク滴が着弾するまでの時間が変化することになり、ヘッドは主走査方向に移動しているので、最終的にドットの主走査方向の位置ずれとなって現れることになる。

【 0 0 5 5 】

ここで、600 dpi の画像を記録する場合、ラインのずれ(dot)が約1ドット、距離にして42.3 μm を越えると、視認できる程度の位置ずれとなるので、42.3 μm 以下のずれの範囲内にすることが高画質化の上で好ましい。

【 0 0 5 6 】

そこで、全チャンネル駆動時の吐出速度を V_{jall} 、1チャンネル駆動時の吐出速度を V_{j1} とすると、ノズルと用紙との間の距離を L としたとき、ノズル-用紙間のインク飛翔時間の差 ΔT は、次の(5)式で表される。

【 0 0 5 7 】

【数6】

$$\Delta T = L/V_{jall} - L/V_{j1} \quad \dots(5)$$

【 0 0 5 8 】

また、ドットのずれ量 Δdot は、主走査速度を V_s としたとき、次の(6)式で表される。

【 0 0 5 9 】

【数7】

$$\Delta \text{dot} = \Delta T \times V_s = (L/V_{jall} - L/V_{j1}) \times V_s \quad \dots\dots(6)$$

【 0 0 6 0 】

よって、全チャンネル駆動時の滴吐出速度 V_{jall} は、次の(7)式を満足することが必要になる。

【 0 0 6 1 】

【数8】

$$V_{jall} = L / (\Delta \text{dot} / V_s + L / V_{j1}) \quad \dots\dots(7)$$

【 0 0 6 2 】

そこで、主走査速度 V_s を 0.4 m/s (600 dpi)、ノズル-用紙間の距離 L を 0.001 m として、駆動電圧 P_v の立ち上げ時間 (μsec) に対する吐出速度 V_j (m/sec) を測定したところ、図11に示すような特性が得られた。

【 0 0 6 3 】

ここで、1チャンネル駆動時の吐出速度 V_{j1} を 10 m/sec ($\tau_1 =$ 約 2 μsec) に設定すると、 Δdot を前記のとおり、42.3 μm 以下に設定するためには、上記の測定結果から、全チャンネル駆動時の吐出速度 V_{jall} を 4.86 m/sec 以上にする必要があるので、全チャンネル駆動時の時定数 τ_{all} は約 4 μsec に設定する。

【 0 0 6 4 】

よって、すべてのチャンネルを駆動したときと1チャンネルだけ駆動したときの時定数の差 $\tau_{all} - \tau_1 = 2 \mu\text{sec}$ に設定することが好ましい。すなわち、すべての

10

20

30

40

50

チャンネルを駆動したときと1チャンネルだけ駆動したときの時定数の差を $2 \mu \text{sec}$ 以下に設定することにより、特に 600 dpi 程度の画像を記録するときのドット位置ずれによる画像品質の低下を抑制することができる。

【0065】

そこで、このインクジェットヘッドの積層型圧電素子12においては、駆動部25の容量を $C(F)$ 、複数の駆動部25の数を $n(\text{個})$ 、両端の共通電極取り出し部間(非駆動部26間)の抵抗を $R(\quad)$ としたとき、次の(1)式が成り立つようにしている。

【0066】

【数9】

$$R \leq 8 \times 10^{-6} / n / C \quad \dots\dots(1)$$

10

【0067】

すなわち、前記(4)式より、噴射特性上、 $< 2 \mu \text{sec}$ とするためには、次の(8)式が成り立つことが必要である。

【0068】

【数10】

$$C(n/2-1) \cdot R_{\text{com}} \leq 2 \times 10^{-6} \quad \dots\dots(8)$$

20

【0069】

長尺のアクチュエータで、 n が十分に大きい場合 ($n/2 - 1$) は $n/2$ とみなせるので、上記(8)式は、次の(9)式に変形することができる。

【0070】

【数11】

$$R_{\text{com}} \leq 4 \times 10^{-6} / n / C \quad \dots\dots(9)$$

【0071】

ここで、積層型圧電素子12の共通電極取り出し部間の抵抗 R は R_{com} の2倍であるので、上記(9)式は、前記(1)式で表すことができる。

30

【0072】

これによって、このインクジェットヘッドは1チャンネル駆動時と全チャンネル駆動時とで積層型圧電素子12に印加される駆動電圧 P_v の時定数の差が $2 \mu \text{sec}$ 以下となり、噴射特性の差が減少し、安定した高画質画像が得られるようになる。

【0073】

次に、本発明の第2実施形態に係る液滴吐出ヘッドとしてのインクジェットヘッドについて図12及び図13を参照して説明する。なお、図12は同ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図、図13は同積層型圧電素子部分の液室短手方向(駆動部の並び方向)に沿う説明図、図14は同積層型圧電素子の導通用内部電極パターンの平面説明図である。

40

【0074】

この積層型圧電素子12は、溝加工で分割されない架橋部27内に図14に示すような積層型圧電素子12外形と同じパターン形状の導通用内部電極30を設けたものである。この導通用内部電極30は積層型圧電素子12を作製するときに、圧電層21となるグリーンシートに内部電極22A、22Bを印刷形成して積層するときに、圧電層21間に導通用内部電極30をも印刷形成することで容易に架橋部27内に設けることができる。

【0075】

この導通用内部電極30は溝加工後の各駆動部25の位置で共通側外部電極23に接続されたまま残っているので、共通電極側の電流経路の幅が大幅に広くなり、共通電極抵抗を

50

低減することができる。なお、導通用内部電極 30 は溝加工後の駆動部 25 の共通側外部電極 23 に接続される形状であればよいが、幅が広い方が目的とする共通電極抵抗の低減効果が大きくなる。

【0076】

このように溝加工で分割されない導通用内部電極を設けて共通側外部電極と接続されたものとする事により、共通電極抵抗が低減して、前述したように1チャンネル駆動時と全チャンネル駆動時とで積層型圧電素子 12 に印加される駆動電圧 P_v の時定数の差を $2 \mu\text{sec}$ 以下とすることができ、噴射特性の差が減少し、安定した高画質画像が得られるようになる。

【0077】

次に、本発明の第3実施形態に係る液滴吐出ヘッドとしてのインクジェットヘッドについて図15及び図16を参照して説明する。なお、図15は同ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図、図16は同積層型圧電素子の導通用内部電極パターンの平面説明図である。

この積層型圧電素子 12 は、溝加工で分割されない架橋部 27 内に、図16に示すように、共通側外部電極 23 に接続する内部電極 22A と同じパターン形状の導通用内部電極 31 を設けたものである。

【0078】

これにより、導通用内部電極用の特別の印刷パターンを用意する必要がなくなり、製造上の設備が簡単になる。

【0079】

次に、本発明の第4実施形態に係る液滴吐出ヘッドとしてのインクジェットヘッドについて図17を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図である。

この積層型圧電素子 12 は、溝加工で分割されない架橋部 27 内に複数層（ここでは、3層の例）の共通側外部電極 23 に導通用内部電極 30 を設けたものである。なお、導通用内部電極としては第3実施形態の導通用内部電極 31 のパターン形状のもの、或いはそれ以外の形状のものでもよい。

【0080】

このように導通用内部電極を複数層にすることで、更に共通電極抵抗を低減することができる。特に、通常内部電極の厚みには製法上制限があり、抵抗値を下げるため容易に厚くしたりすることができない。また、一般に内部電極はパラジウムと銀の合金であるが、外部電極に使用する金や銅などに比べ、体積抵抗値が高い。そのため、1層の導通用内部電極では共通電極抵抗の低減に限界がある。この実施形態のように複数層の導通用内部電極を設けても、内部電極の層間の厚さは約 $20 \mu\text{m}$ 程度に薄くできるため、圧電体の厚みが増えるなどの弊害が少ない。

【0081】

次に、本発明に係る積層型圧電素子の製造方法の第1実施形態について図18を参照して説明する。なお、同図は同製造方法の説明に供する加工前の積層型圧電素子を説明する説明図である。

この実施形態の製造方法では、内部電極 22A、22B の群に対して積層方向に略対称な形状の圧電層からなるダミー部 33 を設けた部材（これを「加工前積層型圧電素子」という。）32 を形成し、この加工前積層型圧電素子 32 をベース 13 に固定した後、図中の仕上がり線 C までダミー部 33 を研削加工することによって、図12で説明した積層型圧電素子 12 を形成する。なお、図15或いは図17で説明した積層型圧電素子 12 とすることもできる。

【0082】

これにより、積層型圧電素子の焼成時、分極時に発生する反りを低減することができ、ヘッド製造時の積層型圧電素子の反りによる問題、例えば圧電体をエア吸引にて保持出来ない、あるいはベースとの接着時に反り方向に応力がかかることによる接着剥がれ等を防止

10

20

30

40

50

することができる。

【0083】

次に、本発明に係る積層型圧電素子の製造方法の第2実施形態について図19を参照して説明する。なお、同図は同製造方法の説明に供する加工前の積層型圧電素子を説明する説明図である。

この実施形態の製造方法では、前記加工前積層型圧電素子32のダミー部33に、導通用内部電極30と略対称な位置に導通用内部電極30と略同じパターン形状のダミー内部電極35を形成している。なお、図15で説明した積層型圧電素子12を形成する場合には、導通用内部電極31と略対称な位置に同電極31と略同様なパターン形状のダミー内部電極35とすることが好ましい。同様に導通用内部電極30を複数層とする場合にはダミー内部電極35も複数層とすることが好ましい。

10

【0084】

これにより、上記第1実施形態に係る製造方法よりも更に加工前積層型圧電素子の対称性が向上するので、積層型圧電素子の焼成時、分極時に発生する反りを一層低減することができる。ヘッド製造時の積層型圧電素子の反りによる問題、例えば圧電体をエア吸引にて保持出来ない、あるいはベースとの接着時に反り方向に応力がかかることによる接着剥がれ等を防止することができる。

【0085】

次に、本発明に係る積層型圧電素子の製造方法の第3実施形態について図20を参照して説明する。なお、同図は同製造方法の説明に供する加工前の積層型圧電素子を説明する説明図である。

20

この実施形態の製造方法では、前記加工前積層型圧電素子32のダミー部33に、加工後に最も表面に近い内部電極22Aaと交互になるダミー内部電極36、ここでは内部電極22Bと同形状のダミー電極36を形成している。また、導通用内部電極31は前記のとおり内部電極22Aと同じパターン形状のものである。

【0086】

このようなダミー内部電極とすることにより内部電極の積層順番のパターンを単純にすることができて、作製時に無駄にする内部電極を少なくすることができる。

【0087】

すなわち、ダミー内部電極36の形状を内部電極22Bと同じ形状にして、導通用内部電極31の形状を内部電極22Aと同じ形状にした場合、内部電極の積層順は、上から図21(a)に示すようになる。尚、図中、「A」は内部電極22Aの形状の電極、「B」は内部電極22Aの形状の電極を表している。一般に、内部電極の形状が2種類で有る場合、電極の印刷手順は工法上交互になる。この例では、1つの圧電素子に電極A、電極Aの部分が1箇所あるために、その間にある電極B一層が無駄になる。

30

【0088】

これに対して、ダミー内部電極36の形状も内部電極22Aと同じ形状にして、導通用内部電極31の形状を内部電極22Aと同じ形状にした場合、内部電極の積層順は、上から図21(b)に示すようになり、1つの圧電素子に電極A、電極Aの部分が2箇所、前後の圧電素子の間で1箇所の合計3箇所になるため、1つの圧電素子当たり3層の電極Bが無駄になる。

40

【0089】

次に、本発明の第5実施形態に係る液滴吐出ヘッドとしてのインクジェットヘッドについて図22を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図である。

この積層型圧電素子12は、溝加工で分割されない面に共通側外部電極23に接続した積層型圧電素子12と同じ平面形状の導通用外部電極40を設けたものである。

【0090】

この導通用外部電極40は溝加工によって分割されないので共通電極側の電流経路の幅が大幅に広くなり、共通電極抵抗を低減することができる。なお、導通用外部電極40は溝

50

加工後の駆動部 2 5 の共通側外部電極 2 3 に接続される形状であればよいが、幅が広い方が目的とする共通電極抵抗の低減効果が大きくなる。

【 0 0 9 1 】

このように溝加工で分割されない導通用外部電極を設けて共通側外部電極と接続されたものとする事により、共通電極抵抗が低減して、前述したように 1 チャンネル駆動時と全チャンネル駆動時とで積層型圧電素子 1 2 に印加される駆動電圧 P v の時定数の差を 2 μ sec 以下とすることができ、噴射特性の差が減少し、安定した高画質画像が得られるようになる。

【 0 0 9 2 】

次に、本発明の第 6 実施形態に係る液滴吐出ヘッドとしてのインクジェットヘッドについて図 2 3 を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図である。

10

このインクジェットヘッドは、ノズル 5、加圧液室 6 などの液室、積層型圧電素子 1 2 を 2 列配置した構成である。積層型圧電素子 1 2 としては前記第 2 実施形態で説明したものをを用いているが、その他の実施形態で説明したものをを用いることもできる。

【 0 0 9 3 】

次に、このようなインクジェットヘッドを搭載した本発明に係るインクジェット記録装置の一例について図 2 4 及び図 2 5 を参照して説明する。なお、図 2 4 は同記録装置の斜視説明図、図 2 5 は同記録装置の機構部の側面説明図である。

【 0 0 9 4 】

20

このインクジェット記録装置は、記録装置本体 1 1 1 の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載した本発明に係るインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドヘインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部 1 1 2 等を収納し、装置本体 1 1 1 の下方部には前方側から多数枚の用紙 1 1 3 を積載可能な給紙カセット（或いは給紙トレイでもよい。） 1 1 4 を抜き差し自在に装着することができ、また、用紙 1 1 3 を手差しで給紙するための手差しトレイ 1 1 5 を開倒することができ、給紙カセット 1 1 4 或いは手差しトレイ 1 1 5 から給送される用紙 1 1 3 を取り込み、印字機構部 1 1 2 によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ 1 1 6 に排紙する。

【 0 0 9 5 】

30

印字機構部 1 1 2 は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド 1 2 1 と従ガイドロッド 1 2 2 とでキャリッジ 1 2 3 を主走査方向（図 2 8 で紙面垂直方向）に摺動自在に保持し、このキャリッジ 1 2 3 にはイエロー（ Y ）、シアン（ C ）、マゼンタ（ M ）、ブラック（ B k ）の各色のインク滴を吐出する本発明に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドからなるヘッド 1 2 4 を複数のインク吐出口を主走査方向と交叉する方向に配列し、インク滴吐出方向を下方に向けて装着している。そして、各ヘッド 1 2 4 に駆動波形を印加するため、各ヘッド 1 2 4 とコントローラ部 1 5 0 との間で信号を送受するための F P C ケーブル 1 4 を接続している。

【 0 0 9 6 】

また、キャリッジ 1 2 3 にはヘッド 1 2 4 に各色のインクを供給するための各インクカートリッジ 1 2 5 を交換可能に装着している。インクカートリッジ 1 2 5 は上方に大気と連通する大気口、下方にはインクジェットヘッドヘインクを供給する供給口を、内部にはインクが充填された多孔質体を有しており、多孔質体の毛管力によりインクジェットヘッドへ供給されるインクをわずかな負圧に維持している。

40

【 0 0 9 7 】

また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド 1 2 4 を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する 1 個のヘッドでもよい。

【 0 0 9 8 】

ここで、キャリッジ 1 2 3 は後方側（用紙搬送方向下流側）を主ガイドロッド 1 2 1 に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向上流側）を従ガイドロッド 1 2 2 に摺動自在に載

50

置している。そして、このキャリッジ123を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ127で回転駆動される駆動プーリ128と従動プーリ129との間にタイミングベルト130を張装し、このタイミングベルト130をキャリッジ123に固定しており、主走査モータ127の正逆回転によりキャリッジ123が往復駆動される。

【0099】

一方、給紙カセット114にセットした用紙113をヘッド124の下方側に搬送するために、給紙カセット114から用紙113を分離給装する給紙ローラ131及びフリクションパッド132と、用紙113を案内するガイド部材133と、給紙された用紙113を反転させて搬送する搬送ローラ134と、この搬送ローラ134の周面に押し付けられる搬送コロ135及び搬送ローラ134からの用紙113の送り出し角度を規定する先端コロ136とを設けている。搬送ローラ134は副走査モータ137によってギヤ列を介して回転駆動される。

10

【0100】

そして、キャリッジ123の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ134から送り出された用紙113を記録ヘッド124の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材139を設けている。この印写受け部材139の用紙搬送方向下流側には、用紙113を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ141、拍車142を設け、さらに用紙113を排紙トレイ116に送り出す排紙ローラ143及び拍車144と、排紙経路を形成するガイド部材145、146とを配設している。

【0101】

記録時には、キャリッジ123を移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド124を駆動することにより、停止している用紙113にインクを吐出して1行分を記録し、用紙113を所定量搬送後次の行の記録を行う。記録終了信号または、用紙113の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了させ用紙113を排紙する。この場合、ヘッド124を構成する本発明に係るインクジェットヘッドはインク滴噴射の制御性が向上し、特性変動が抑制されているので、安定して高い画像品質の画像を記録することができる。

20

【0102】

また、キャリッジ123の移動方向右端側の記録領域を外れた位置には、ヘッド124の吐出不良を回復するための回復装置147を配置している。回復装置147はキャップ手段と吸引手段とクリーニング手段を有している。キャリッジ123は印字待機中にはこの回復装置147側に移動されてキャッピング手段でヘッド124をキャッピングされ、吐出口部を湿潤状態に保つことによりインク乾燥による吐出不良を防止する。また、記録途中などに記録と関係しないインクを吐出することにより、全ての吐出口のインク粘度を一定にし、安定した吐出性能を維持する。

30

【0103】

吐出不良が発生した場合等には、キャッピング手段でヘッド124の吐出口(ノズル)を密封し、チューブを通して吸引手段で吐出口からインクとともに気泡等を吸い出し、吐出口面に付着したインクやゴミ等はクリーニング手段により除去され吐出不良が回復される。また、吸引されたインクは、本体下部に設置された廃インク溜(不図示)に排出され、廃インク溜内部のインク吸収体に吸収保持される。

40

【0104】

このように、このインクジェット記録装置においては本発明を実施したインクジェットヘッドを搭載しているため、全チャンネル駆動時と1チャンネル駆動時の時定数の差を小さくでき、安定して高品質の画像を記録することができる。

【0105】

なお、上記実施形態においては、液滴吐出ヘッドとしてインクジェットヘッドに適用した例で説明したが、インクジェットヘッド以外の液滴吐出ヘッドとして、例えば、液体レジストを液滴として吐出する液滴吐出ヘッド、DNAの試料を液滴として吐出する液滴吐出ヘッドなどの他の液滴吐出ヘッドにも適用できる。

50

【0106】

また、圧電型アクチュエータとして、インクジェットヘッドなどの液滴吐出ヘッドのアクチュエータ部（圧力発生手段）に用いた例で説明したが、マイクロポンプ、光学デバイス（光変調デバイス）以外にも、マイクロスイッチ（マイクロリレー）、マルチ光学レンズのアクチュエータ（光スイッチ）、マイクロ流量計、圧力センサなどにも適用することができる。

【0107】

さらに、上記実施形態においては、本発明を振動板変位方向と液滴吐出方向が同じになるサイドシュータ方式のヘッドに適用したが、振動板変位方向とインク滴吐出方向とが直交するエッジシュータ方式のヘッドにも同様に適用することができる。

10

【0109】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る積層型圧電素子によれば、溝によって分割されないで各圧電素子部の共通側外部電極に接続された導通用内部電極を有し、導通用内部電極が形成された領域の個別側外部電極形成面には切り欠き部が形成され、前記切り欠き部に前記導通用内部電極が露出していない構成としたので、安定した動作特性が得られる。

【0110】

ここで、導通用内部電極の形状は溝加工前の内部電極の形状と略同じにすることで、製造設備の簡略化を図れる。また、導通用内部電極は複数層設けられていることで、共通電極抵抗がをより小さくすることができる。

20

【0111】

本発明に係る積層型圧電素子によれば、各駆動部の共通側外部電極に接続され、駆動部の並び方向全域に渡って形成される導通用外部電極を有し、導通用外部電極は、溝によって分割されない面に形成され、個別側外部電極形成面には形成されない構成としたので、安定した動作特性が得られる。

【0112】

本発明に係る積層型圧電素子の製造方法によれば、内部電極群に対して積層方向に略対称な形状を有する圧電層からなるダミー部を形成した部材を基板に固定した後、ダミー部を除去するので、圧電素子の反りを低減することができる。

【0113】

ここで、ダミー部には導通用内部電極に対応するダミー内部電極を設けることで、一層圧電素子の反りを低減することができる。また、ダミー部にはダミー部除去後に最も表面に近い内部電極と対称形状をなすダミー内部電極を設けることで、不要な内部電極を少なくすることができる。

30

【0114】

本発明に係る圧電型アクチュエータによれば、可動部分を変形させる本発明に係る積層型圧電素子を備えたので、バラツキの少ない安定した動作特性が得られる。

【0115】

本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、液室内の液体を加圧する本発明に係る本発明に係る圧電型アクチュエータを備えたので、バラツキの少ない安定した滴吐出特性が得られ、高画質記録が可能になる。

40

【0116】

本発明に係るインクジェット記録装置によれば、インク滴を吐出する本発明に係る液滴吐出ヘッドを備えたので、安定して高画質記録を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る液滴吐出ヘッドの液室長手方向に沿う断面説明図

【図2】同ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図

【図3】同ヘッドの積層型圧電素子の駆動部部分の液室短手方向に沿う断面説明図

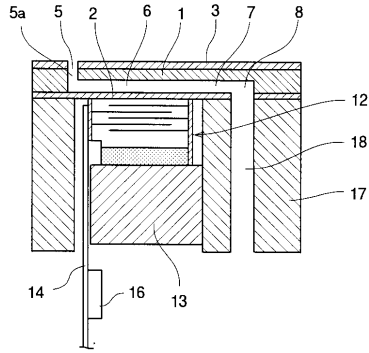
【図4】同ヘッドの積層型圧電素子の非駆動部部分の液室短手方向に沿う断面説明図

【図5】同ヘッドの積層型圧電素子の加工前の内部電極パターンを説明する平面説明図

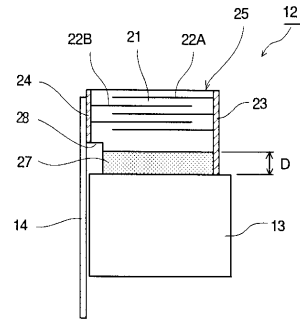
50

- 【図6】同ヘッドの積層型圧電素子部分の共通電極側から見た斜視説明図
- 【図7】同ヘッドの積層型圧電素子部分の個別電極側から見た斜視説明図
- 【図8】同ヘッドの積層型圧電素子の等価回路を示す回路図
- 【図9】図8の等価回路を簡略した等価回路示す回路図
- 【図10】全チャンネル駆動時と1チャンネル駆動時の駆動電圧の時定数の差の説明に供する説明図
- 【図11】駆動電圧の立ち上げ時間に対する滴吐出速度の関係の一例を説明する説明図
- 【図12】本発明の第2実施形態に係る液滴吐出ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図
- 【図13】同ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図 10
- 【図14】同積層型圧電素子の導通用内部電極パターンの説明図
- 【図15】本発明の第3実施形態に係る液滴吐出ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図
- 【図16】同積層型圧電素子の導通用内部電極パターンの説明図
- 【図17】本発明の第4実施形態に係る液滴吐出ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図
- 【図18】本発明の第1実施形態に係る製造工程の説明に供する液滴吐出ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図
- 【図19】本発明の第2実施形態に係る製造工程の説明に供する液滴吐出ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図 20
- 【図20】本発明の第3実施形態に係る製造工程の説明に供する液滴吐出ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図
- 【図21】同実施形態の作用効果の説明に供する説明図
- 【図22】本発明の第5実施形態に係る液滴吐出ヘッドの積層型圧電素子部分の液室長手方向に沿う断面説明図
- 【図23】本発明の第5実施形態に係る液滴吐出ヘッドの液室長手方向に沿う断面説明図
- 【図24】本発明に係るインクジェット記録装置の一例を説明する斜視説明図
- 【図25】同記録装置の機構部の側面説明図
- 【符号の説明】
- 1 ... 流路基板、2 ... 振動板、3 ... ノズル板、5 ... ノズル、6 ... 加圧液室、7 ... 流体抵抗部、8 ... 共通液室、12 ... 積層型圧電素子、21 ... 圧電層、22A、22B ... 内部電極、23 ... 共通側外部電極、24 ... 個別側外部電極、25 ... 駆動部、26 ... 非駆動部、30、31 ... 導通用内部電極、33 ... ダミー部、35、36 ... ダミー内部電極、40 ... 導通用外部電極。
- 30

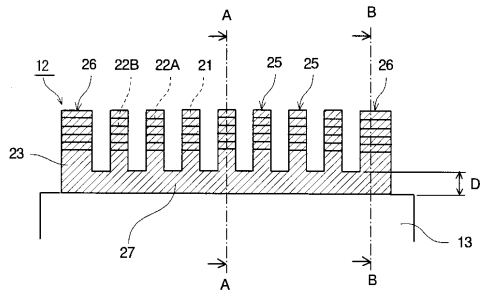
【図1】



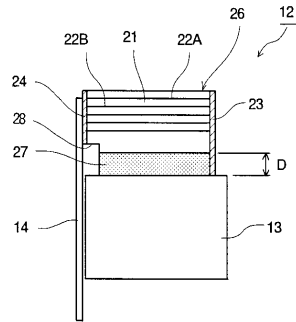
【図3】



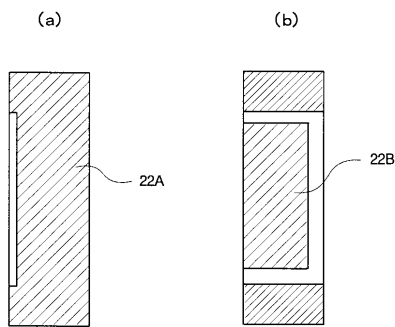
【図2】



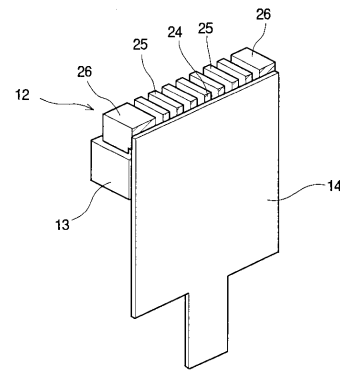
【図4】



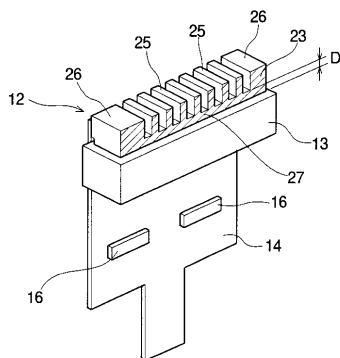
【図5】



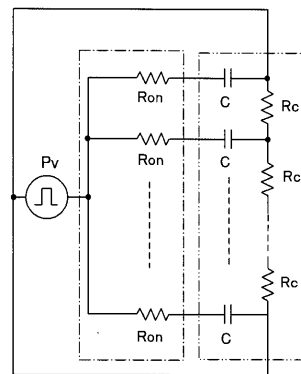
【図7】



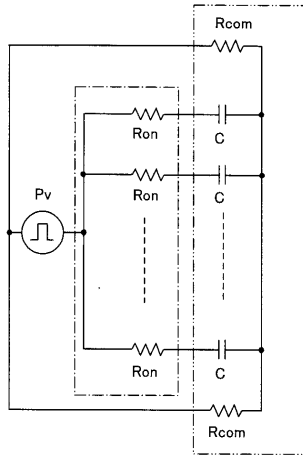
【図6】



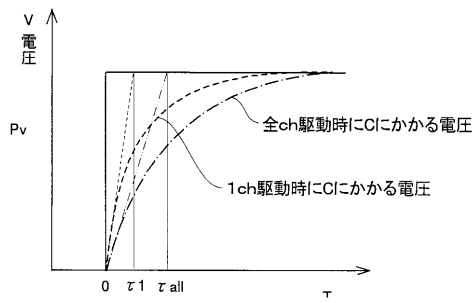
【図8】



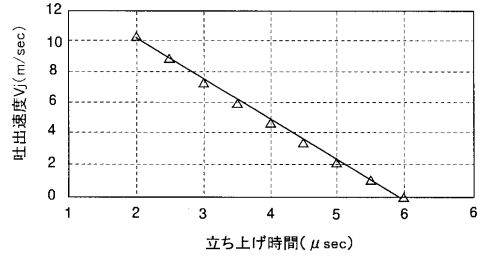
【図9】



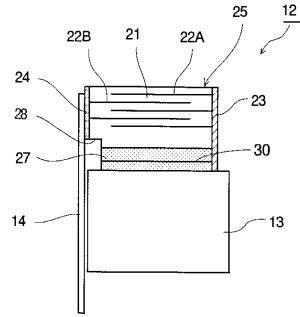
【図10】



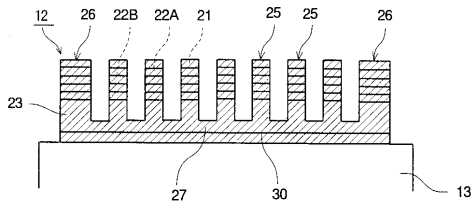
【図11】



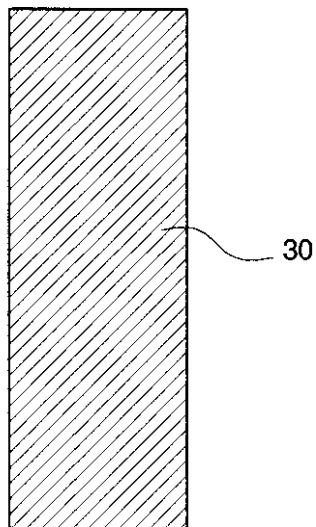
【図12】



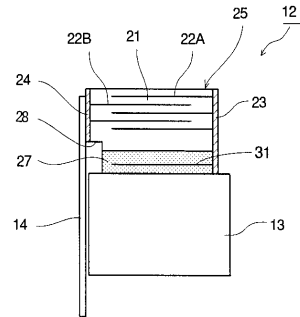
【図13】



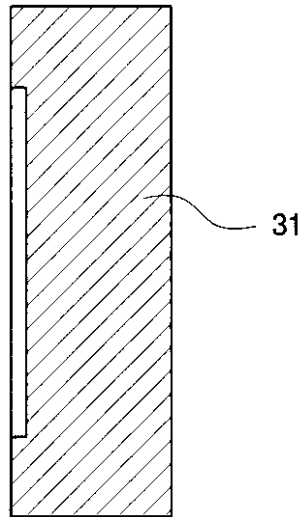
【図14】



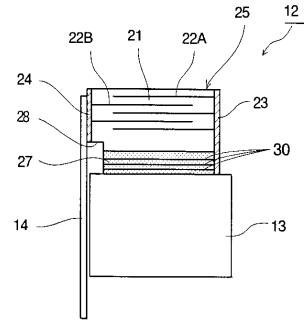
【図15】



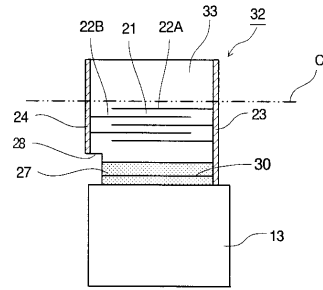
【図16】



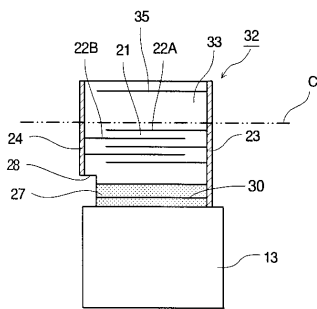
【図17】



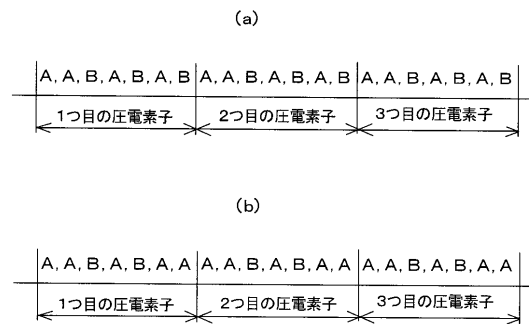
【図18】



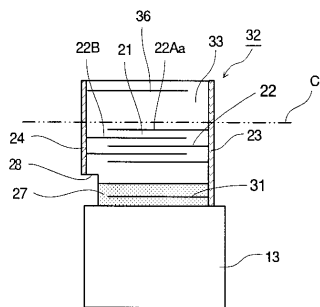
【図19】



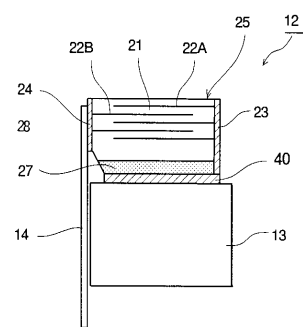
【図21】



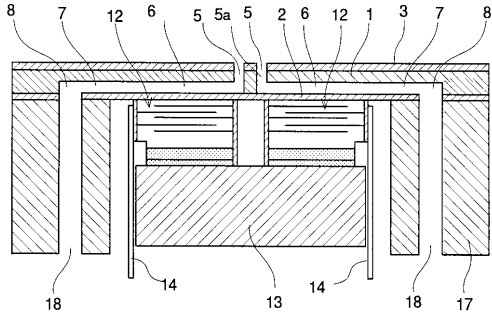
【図20】



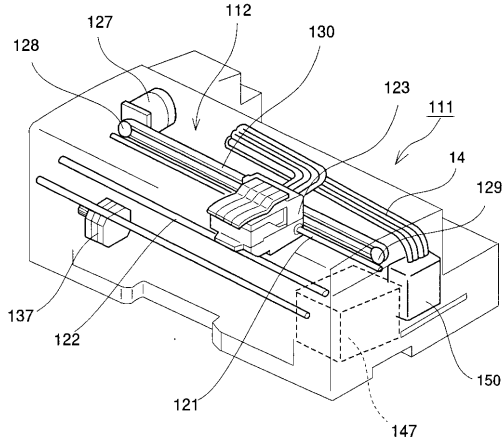
【図22】



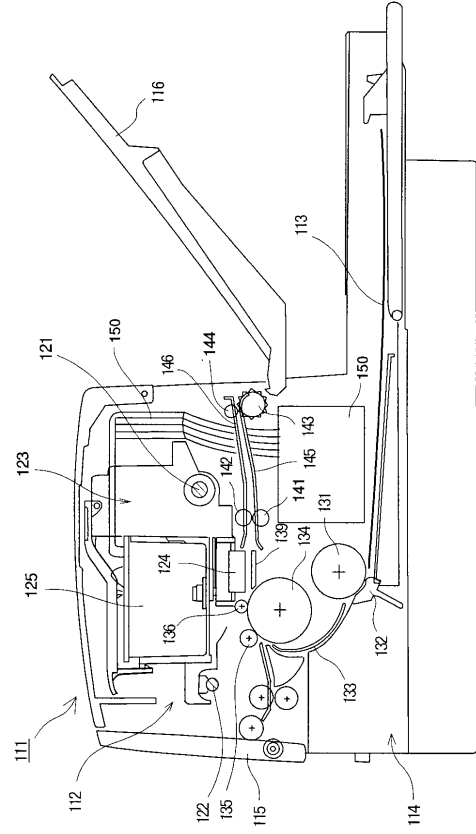
【図 23】



【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I	
<i>H 0 1 L</i>	<i>41/083</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 L</i>	<i>41/22</i> Z
<i>H 0 1 L</i>	<i>41/22</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 L</i>	<i>41/08</i> U
<i>H 0 1 L</i>	<i>41/09</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 L</i>	<i>41/08</i> Q

- (56) 参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 9 4 6 7 7 (J P , A)
特開平 1 1 - 3 1 4 3 6 6 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 7 7 5 2 4 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 7 7 1 2 0 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 3 7 3 0 7 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H02N 2/00-2/16
B41J 3/04
H01L 41/08