

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のインク吐出口と、
各インク吐出口に連通する複数の圧力室と、
各圧力室の容積を変化させることによりインクに圧力を発生させる圧電素子と、を備え

、

インクジェットヘッドの駆動周波数及び流体的な共振周波数が、前記インクジェットヘッドの構造的な共振周波数に対する半値幅内の周波数領域に含まれないことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項 2】

10

複数の前記インク吐出口が貫通形成された第 1 のシリコン基板と、

一方の面に前記インク吐出口にそれぞれ対応する複数の前記圧力室が溝加工されると共に、他方の面に該圧力室内の容積を変化させるための前記圧電素子がそれぞれ設けられ、

前記一方の面側に設けられた該圧力室の形成面が前記第 1 のシリコン基板の一方の面に面するように接合された第 2 のシリコン基板と、を有し、

前記圧電素子の駆動によって前記圧力室内のインクを前記インク吐出口から吐出させることを特徴とする請求項 1 に記載のインクジェットヘッド。

【請求項 3】

複数の前記インク吐出口が貫通形成された第 1 のシリコン基板と、

前記第 1 のシリコン基板の一方の面に接合され、前記インク吐出口にそれぞれ対応する複数のインク流路孔が貫通形成されたガラス基板と、

20

一方の面に前記インク流路孔にそれぞれ対応する複数の前記圧力室が溝加工されると共に、他方の面に該圧力室内の容積を変化させるための前記圧電素子がそれぞれ設けられ、

前記一方の面側に設けられた該圧力室の形成面が前記ガラス基板に対して前記第 1 のシリコン基板とは反対面に面するように接合された第 2 のシリコン基板と、を有し、

前記圧電素子の駆動によって前記圧力室内のインクを前記インク吐出口から吐出させることを特徴とする請求項 1 に記載のインクジェットヘッド。

【請求項 4】

前記第 1 のシリコン基板、前記ガラス基板、前記第 2 のシリコン基板の接合面がいずれも陽極接合されていることを特徴とする請求項 3 に記載のインクジェットヘッド。

30

【請求項 5】

前記第 2 のシリコン基板における前記圧力室の形成面の反対面に、該第 2 のシリコン基板に剛性を付与するための補強部材が接合されていることを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載のインクジェットヘッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インクジェットヘッドに関する。

【背景技術】

【0002】

40

圧電素子を利用した方式のインクジェットヘッドには、縦振動モードを利用したものとたわみ振動モードを利用したものとがあるが、後者はヘッド全体を薄くすることが可能であり、ヘッドの製造工程に薄膜プロセスを多く取り入れることができ、集積化に向いているという特長がある。

【0003】

しかるに、後者のインクジェットヘッドにおいては、記録動作時に、駆動している圧力室以外でも変形が起こるという問題があり、特に、多数のインク吐出口を同時駆動するときに、クロストークなどが顕著になる。

【0004】

このために、

50

- ・圧力室の変位ロスが発生し、駆動効率が低下する
- ・駆動していない隣接圧力室の体積も変化するクロストークが起こる
- ・駆動するインク吐出口数によってインク吐出特性が変化する

等の望ましくない現象が起こる。

【 0 0 0 5 】

このような問題に対する対策として、特許文献 1 では、圧力室を形成するなどのヘッド基板の処理時に、補強部材を形成し、圧力室を隔てる隔壁に補強部材を設けることが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 1 1 8 7 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 のように、補強部材を取り付けて上記隔壁の剛性を向上させることにより、クロストークを低減することは可能である。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、上記従来のヘッドでは、圧電素子を駆動してインクを吐出させる際、インクジェットヘッドの構造的な共振周波数が、インクジェットヘッドの駆動周波数（圧電素子の駆動周波数）と一致または近接すると、インクジェットヘッド全体が共振し、所謂クロストークが発生し不安定な吐出状態になるという問題がある。

20

【 0 0 0 9 】

また、圧電素子を駆動し、圧力室に体積変化を生じさせると、圧力室内に圧力波が発生する。この圧力波によってインク吐出口内のインクメニスカスが振動し、インク吐出口から排出されることでインク滴が形成される。この際、圧力室内のインク（流体）に圧力波が励起され、複数の流体的な共振が生じる。そのうちの 1 つは、従来よりヘルムホルツ振動と呼ばれている圧力室の固有振動である。その他には、インク吐出口内のメニスカス自由表面に起因する固有振動である。インクジェットヘッドの構造的な共振周波数が、この流体的な共振周波数と一致または近接すると、インクジェットヘッド全体が共振し、所謂クロストークが発生し不安定な吐出状態になるという問題がある。

30

【 0 0 1 0 】

特許文献 1 では、補強部材を取り付けて上記隔壁の剛性を向上させることにしか注目しておらず、液滴を吐出させる際のインクジェットヘッドの共振によるクロストークの発生について考慮されていない。

【 0 0 1 1 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、駆動時に発生するヘッドの振動やクロストークの発生を抑制し得るインクジェットヘッドを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

40

前記目的は、下記の発明により達成される。

【 0 0 1 3 】

1．複数のインク吐出口と、各インク吐出口に連通する複数の圧力室と、各圧力室の容積を変化させることによりインクに圧力を発生させる圧電素子と、を備え、インクジェットヘッドの駆動周波数及び流体的な共振周波数が、前記インクジェットヘッドの構造的な共振周波数に対する半値幅内の周波数領域に含まれないことを特徴とするインクジェットヘッド。

【 0 0 1 4 】

2．複数の前記インク吐出口が貫通形成された第 1 のシリコン基板と、一方の面に前記インク吐出口にそれぞれ対応する複数の前記圧力室が溝加工されると共に

50

、他方の面に該圧力室内の容積を変化させるための前記圧電素子がそれぞれ設けられ、前記一方の面側に設けられた該圧力室の形成面が前記第１のシリコン基板の一方の面に面するように接合された第２のシリコン基板と、を有し、前記圧電素子の駆動によって前記圧力室内のインクを前記インク吐出口から吐出させることを特徴とする前記１に記載のインクジェットヘッド。

【００１５】

３．複数の前記インク吐出口が貫通形成された第１のシリコン基板と、前記第１のシリコン基板の一方の面に接合され、前記インク吐出口にそれぞれ対応する複数のインク流路孔が貫通形成されたガラス基板と、一方の面に前記インク流路孔にそれぞれ対応する複数の前記圧力室が溝加工されると共に、他方の面に該圧力室内の容積を変化させるための前記圧電素子がそれぞれ設けられ、前記一方の面側に設けられた該圧力室の形成面が前記ガラス基板に対して前記第１のシリコン基板とは反対面に面するように接合された第２のシリコン基板と、を有し、前記圧電素子の駆動によって前記圧力室内のインクを前記インク吐出口から吐出させることを特徴とする前記１に記載のインクジェットヘッド。

10

【００１６】

４．前記第１のシリコン基板、前記ガラス基板、前記第２のシリコン基板の接合面がいずれも陽極接合されていることを特徴とする前記３に記載のインクジェットヘッド。

【００１７】

５．前記第２のシリコン基板における前記圧力室の形成面の反対面に、該第２のシリコン基板に剛性を付与するための補強部材が接合されていることを特徴とする前記２～４のいずれかに記載のインクジェットヘッド。

20

【発明の効果】

【００１８】

本発明によれば、インクジェットヘッドの駆動周波数及流体的な共振周波数が、前記インクジェットヘッドの構造的な共振周波数に対する半値幅内の周波数領域に含まれないようにすることにより、インクジェットヘッドの構造的な共振を抑制することで、駆動時に発生するヘッドの振動やクロストークの発生を抑制し得るインクジェットヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【００１９】

【図１】本発明の実施の形態に係るインクジェットヘッドの一例を構成要素毎に分解して模式的に示す図である。

【図２】図１に示すインクジェットヘッドの平面図である。

【図３】図２における線Ｘに沿った拡大断面図である。

【図４】第１のシリコン基板と第２のシリコン基板との接合工程を示す図である。

【図５】本発明の実施の形態に係るインクジェットヘッドＨＤの他の例の平面図である。

【図６】本発明の実施の形態に係るインクジェットヘッドＨＤの更に他の例を模式的に示す図である。

【図７】図６に示す実施の形態のインク吐出口を拡大して示す図である。

40

【図８】本発明の実施の形態に係るインクジェットヘッドの更に他の例を示す図である。

【図９】本発明の実施の形態に係るインクジェットヘッドの更に他の例を示す図である。

【図１０】厚みを調整した補強部材を設けたヘッドの変形量（変形量を測定したときの速度）と周波数の関係を示すグラフである。

【図１１】厚みを調整していない補強部材を設けたヘッドの変形量（変形量を測定したときの速度）と周波数の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００２０】

以下、図示の実施の形態により本発明を説明するが、本発明は該実施の形態に限られない。

50

【 0 0 2 1 】

図 1 は本発明の実施の形態に係るインクジェットヘッドの一例を構成要素毎に分解して模式的に示し、インクジェットヘッド H D は第 1 のシリコン基板 1、第 2 のシリコン基板 2、圧電素子 3 及び補強部材 5 を有する。

【 0 0 2 2 】

第 1 のシリコン基板 1 には、複数のインク吐出口 1 0 1 が貫通形成されている。

【 0 0 2 3 】

第 2 のシリコン基板 2 には、これに第 1 のシリコン基板 1 を被せて接合することで、圧力室となる圧力室溝 2 0 4、インク供給路となるインク供給路溝 2 0 3、共通圧力室となる共通圧力室溝 2 0 2、及びインク供給口 2 0 1 が形成されている。

10

【 0 0 2 4 】

そして、第 1 のシリコン基板 1 のインク吐出口 1 0 1 と第 2 のシリコン基板 2 の圧力室溝 2 0 4 とが一对一で対応するように第 1 のシリコン基板 1 と第 2 のシリコン基板 2 とが接合される。

【 0 0 2 5 】

更に、第 2 のシリコン基板 2 の第 1 のシリコン基板 1 と接合する面と反対側の面の各圧力室 2 0 4 に対応した位置に圧電素子 3 が接着される。圧電素子 3 は P Z T (チタン酸ジルコン酸鉛) からなり、インクをインク吐出口 1 0 1 から吐出させるアクチュエータである。

【 0 0 2 6 】

20

更に、第 2 のシリコン基板 2 の第 1 のシリコン基板 1 が接合された面と反対側の面に補強部材 5 が接着される。

【 0 0 2 7 】

なお、以下の説明において、圧力室溝 2 0 4 と第 1 のシリコン基板 1 とにより形成された部屋を圧力室 2 0 4 と言い、インク供給路溝 2 0 3 と第 1 のシリコン基板 1 とにより形成された部屋をインク供給路 2 0 3 と言い、共通圧力室溝 2 0 2 と第 1 のシリコン基板 1 とにより形成された部屋を共通圧力室 2 0 2 と言う。

【 0 0 2 8 】

図 2 は図 1 に示すインクジェットヘッドの平面図である。図 3 は図 2 における線 X に沿った拡大断面図である。

30

【 0 0 2 9 】

図 3 に示すように、上から補強部材 5、第 2 のシリコン基板 2、第 1 のシリコン基板 1 の順に配置され、インク滴が吐出される第 1 のシリコン基板 1 のインク吐出面 1 a (下面) は平面に形成される。

【 0 0 3 0 】

各圧力室 2 0 4 は、第 1 のシリコン基板 1 に形成されているインク吐出口 1 0 1 よりも大きな開口面積を有しており、第 1 のシリコン基板 1 との接合面 (圧力室の形成面) から所定の深さで凹設されている。各圧力室 2 0 4 の背面側、すなわち第 2 のシリコン基板 2 における第 1 のシリコン基板 1 との接合面の反対側には、圧電素子 3 が個別に接着されている。

40

【 0 0 3 1 】

また、各圧電素子は、上下両面に設けられた電極 (不図示) を経て駆動パルス発生手段 (不図示) に接続されている。駆動パルス発生手段より、これらの電極間に電圧が印加されると、圧電素子 3 が変形し、この圧電素子 3 の電気 - 機械変換作用によって各圧力室 2 0 4 の底面 2 5 を振動させ、圧力室 2 0 4 内の容積を変化させることにより、圧力室 2 0 4 内のインクに圧力波が発生する。この圧力波によってインク吐出口 1 0 1 内のインクメニスカスが振動し、インク吐出口 1 0 1 から排出されることでインク滴が形成され、図示下方向に吐出される。

【 0 0 3 2 】

このように、各圧力室 2 0 4 の底面 2 5 は振動板として機能する。このため、各圧力室

50

204の底面25の厚みは、好ましくは1～20 μm となるように、第2のシリコン基板2に各圧力室204をドライエッチングする際の凹設深さが調節されている。

【0033】

図2に示すように、補強部材5は圧力室204及び圧電素子3が配置された領域、並びに個々の圧力室204を隔てる隔壁が配置された領域を包含する第1領域R1を開放する開口501を有し、第1領域R1を囲む第2領域R2を覆う枠状の部材として形成される。

【0034】

補強部材5は、第2のシリコン基板2に剛性を付与し、振動板が圧電素子3によって振動する際に第2のシリコン基板2全体が振動することを抑制することで、クロストークを抑制する効果を高めるためのものであり、例えば、厚さ200～500 μm を有するアルミ、ステンレス、ガラス等高い剛性を有する材料によって形成され、第2のシリコン基板2の下面に接着剤を用いて接着されている。また、補強部材5は板材料から機械加工により所望のサイズに成型されるとともに、開口501も機械加工により形成される。

【0035】

次に、インクジェットヘッドHDの作成について説明する。

【0036】

第1のシリコン基板1の作製方法は、基材として厚みが150 μm ～500 μm 程度のシリコン基板を用いて、例えば、公知のフォトリソグラフィ技術（レジスト塗布、露光、現像）とエッチング技術等を用いることでインク吐出口101を貫通形成するという手順により行われる。このインク吐出口101の穴径は、概ね ϕ 1 μm ～ ϕ 30 μm 程度である。

【0037】

第2のシリコン基板2は、第1のシリコン基板1の作製方法と同様に、基材として厚みが150 μm ～500 μm 程度のシリコン基板を用いて、例えば、公知のフォトリソグラフィ技術（レジスト塗布、露光、現像）とエッチング技術等を用いることで、第1のシリコン基板1のインク吐出口101にそれぞれ連通する複数の圧力室となる圧力室溝204、圧力室にそれぞれ連通する複数のインク供給路となるインク供給路溝203、及びインク供給路に連通する共通圧力室となる共通圧力室溝202、並びにインク供給口201とを形成する。

【0038】

ここで形成する溝の大きさは、適宜に決められるが、本実施の形態の一例であるインクジェットヘッドでは、例えば、圧力室溝204は幅150 μm ～350 μm 程度、深さ50 μm ～200 μm 程度、インク供給路溝203は幅50 μm ～150 μm 程度、深さ30 μm ～150 μm 程度、共通圧力室溝は幅400 μm ～1000 μm 程度、深さ50 μm ～200 μm 程度、インク供給口201は直径 ϕ 400 μm ～1500 μm 程度の貫通した穴である。

【0039】

シリコン基板に対するエッチング加工方法は、第2のシリコン基板の面に対して垂直にエッチング加工ができるシリコン（Si）異方性ドライエッチング法が好ましい。シリコン（Si）異方性ドライエッチング法に関しては、産業図書株式会社「半導体ドライエッチング技術」等を参照することが出来る。

【0040】

次に、これまで説明した方法で加工されている第1のシリコン基板1と第2のシリコン基板2とを陽極接合技術を用いて接合する。以下に、これに関して説明する。

【0041】

図4は、第1のシリコン基板1と第2のシリコン基板2との接合工程を示す図であり、図4（a）は、シリコン基板を基材として、インク吐出口（図示してない。）が加工された第1のシリコン基板1及び圧力室溝204等の溝が前記に説明した加工により形成された第2のシリコン基板2を示している。

【 0 0 4 2 】

第 1 のシリコン基板 1 と第 2 のシリコン基板 2 とは陽極接合により結合される。陽極接合技術を用いて 2 つの基材を接合する場合、基材の一方を構成する材料としてシリコンを用い、他方を可動イオン、例えば代表的にはナトリウムイオン (Na^+) を含むガラス材でシリコン (Si) と比較的類似した線膨張係数 (シリコンの線膨張係数は、 $4.2 \times 10^{-6} /$ 程度である。) を有するものを用いることが好ましく、例えば、硼珪酸ガラスが用いられる。

【 0 0 4 3 】

ここで、可動イオンを含む硼珪酸ガラス (以下、硼珪酸ガラスと称する。) としては、パイレックス (登録商標)、コーニング社 (米国) またはテンバックス フロート (登録商標)、日本以外は B O R O F L O A T (登録商標)、ショット日本 (株) がこれらの線膨張係数 { パイレックス (登録商標) 及びテンバックス フロート (登録商標) の線膨張係数は共に $3.2 \times 10^{-6} /$ 程度である。 } の観点からより好ましい。

【 0 0 4 4 】

また、硼珪酸ガラスよりシリコンの方が微細な加工が容易であることから、基材として硼珪酸ガラスではなく、シリコン基板を用いるようにする。そして、基材であるシリコン基板の接合面に硼珪酸ガラスを成膜して硼珪酸ガラス面とする。この場合の膜厚は、陽極接合にて強固に接合される膜厚であれば良く、膜の密度や均一性及び後述する陽極接合時に必要な接合面の加熱や印加電圧の観点から $0.5 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$ の範囲が好ましく、更には $1 \mu\text{m} \sim 2 \mu\text{m}$ の範囲がより好ましい。

【 0 0 4 5 】

更に、この場合硼珪酸ガラスの成膜方法は、真空蒸着法や高周波 (R F) マグネトロンスパッタ法、イオンプレーティング法のいずれでも良く、また成膜時に基板の温度を緻密な膜が形成しやすいように 250 以上となるように加熱することが好ましい。この温度の上限は特に定めないが、基板の取り付け治具や成膜時の基板の温度制御装置等の観点から 400 程度が好ましい。

【 0 0 4 6 】

本実施の形態の一例であるインクジェットヘッドでは、微細な加工の容易さから第 1 のシリコン基板 1 と第 2 のシリコン基板 2 の基材はいずれもシリコン基板としている。よって、第 1 のシリコン基板 1 と第 2 のシリコン基板 2 との接合面のいずれか一方を上記で示した硼珪酸ガラスの面にする必要がある。

【 0 0 4 7 】

仮に、第 2 のシリコン基板 2 側に硼珪酸ガラス膜を設けた場合、その硼珪酸ガラスの面を成す膜厚により、既に形成されている微細形状に膜の堆積による変形が発生することが予測される。また、この膜により圧力室 204 の底 25 (振動板) が厚くなることで圧力室 204 自体の構造が強固になり圧電素子 3 による歪みが十分発生できなくなり、その結果、インクの吐出が十分できない又は圧電素子 3 の駆動電力を大きくしなければならいといった問題が発生する恐れがある。

【 0 0 4 8 】

従って、図 4 (b) に示す第 1 のシリコン基板 1 の第 2 のシリコン基板に被さる面側を硼珪酸ガラスの面としており、第 1 のシリコン基板 1 を基板とし、この基板の第 2 のシリコン基板に被さる面側に $0.5 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$ の範囲の比較的厚い膜厚の硼珪酸ガラス厚膜 110 を設ける。

【 0 0 4 9 】

次に、上記で説明した硼珪酸ガラスが所定の膜厚で成膜された第 1 のシリコン基板 1 と第 2 のシリコン基板 2 とを、図 4 (c) で示す通りに、適切な位置関係にして重ね合わせて固定し、接合部の温度を高温状態にして、直流高圧電源 4 を用いて電圧を印加して陽極接合する。以下に、第 1 のシリコン基板 1 と第 2 のシリコン基板 2 を陽極接合することに関して具体的に説明する。

【 0 0 5 0 】

陽極接合を行う場合に印加する電圧の極性は、シリコンの基材側をプラス（＋）、硼珪酸ガラスの基材側をマイナス（－）とする。このようにすると、静電引力によって接合界面が密着すると同時に電流が流れ、両基板が強固に陽極接合される。

【 0 0 5 1 】

本実施の形態の一例であるインクジェットヘッドにおいては、第 2 のシリコン基板 2 はプラス（＋）、硼珪酸ガラス厚膜 1 1 0 を有する第 1 のシリコン基板 1 はマイナス（－）とする電圧を印加すれば良い。

【 0 0 5 2 】

接合時の高温状態とは、300 ～ 550 の範囲であって、このような雰囲気温度を維持できる恒温槽や簡便な方法ではセラミックヒーター等を内蔵する絶縁性の良いホットプレート等を用いて第 1 のシリコン基板 1 と第 2 のシリコン基板 2 との接合部を加熱すれば良い。

【 0 0 5 3 】

上記の温度範囲を超えて接合を行う場合、接合ができない又は接合が十分でないといった不都合が生じやすくなる。例えば、550 以上では、印加電圧にもよるが、可動イオンが一気に流れ出して、硼珪酸ガラス膜が白濁したり膜密度が粗くなったりといった劣化が生じ、結果的に強固な接合ができない場合がある。また、300 以下では、可動イオンが移動しにくい状態であり、これを移動しやすくするためには、印加電圧を大きくすることが必要である。印加電圧を大きくする結果、第 1 のシリコン基板 1 と第 2 のシリコン基板 2 との間での短絡が発生し、結果として陽極接合が十分できない場合がある。

【 0 0 5 4 】

また、直流高圧電源 4 にて第 1 のシリコン基板 1 と第 2 のシリコン基板 2 との間に印加する直流電圧の電界強度は、30 kV/mm ～ 200 kV/mm の範囲が好ましい。例えば、硼珪酸ガラスの膜厚が 0.5 μm であれば、印加電圧の範囲は、15 V ～ 100 V、また、3 μm であれば 90 V ～ 600 V となる。

【 0 0 5 5 】

通常、1 kV を超える電圧を使用する場合、電圧を発生する直流高圧電源 4 の容量や電圧印加に関連する附帯装置の絶縁耐圧を確保することが必要となるなどから、直流高圧電源 4 を含めた装置が高価かつ煩雑になる。従って、適当な膜厚を設定することで陽極接合時に印加する電圧を扱いやすい 1 kV 未満とするのが好ましい。

【 0 0 5 6 】

本例では、これら各接合面はいずれも陽極接合することによって、全ての接合部位に接着剤が介在せず、インクジェットヘッド全体に剛性を付与し、振動板が圧電素子 3 によって振動する際に第 2 のシリコン基板 2 からインクジェットヘッド全体が振動することを抑制することで、クロストークを抑制する効果を高めることができる。

【 0 0 5 7 】

このように陽極接合により接合された第 1 のシリコン基板 1 及び第 2 のシリコン基板 2 の結合体 A に圧電素子 3 が接着され、インクジェットヘッドができあがる。

【 0 0 5 8 】

上記インクジェットヘッド H D は、インクジェットヘッドの駆動周波数及び流体的な共振周波数が、インクジェットヘッドの構造的な共振周波数に対する半値幅内の周波数領域に含まれないように設計されている。

【 0 0 5 9 】

インクジェットヘッドの構造的な共振周波数は、数値計算または実験により求めることができる。

【 0 0 6 0 】

実験により求める場合は、例えば、1 つの圧力室の圧電素子に駆動周波数をスイープさせた駆動電圧波形を入力してインクを吐出させ、そのときのヘッドの変形量、例えばインク吐出面の変形量から算出できる。駆動周波数対変形量をプロットしたときに、変形量が極大値をとる周波数が共振点となり、インクジェットヘッドの構造的な共振周波数となる

10

20

30

40

50

。

【 0 0 6 1 】

数値計算の場合には、汎用の数値解析ソフトで解析を行うか、簡単なモデルに近似できる場合はソフトを用いずに容易に計算できる。

【 0 0 6 2 】

インクジェットヘッド H D の構造的な共振周波数は、上記インクジェットヘッド H D の全体の厚みや補強部材 5 の開口 5 0 1 の面積等を調整することにより変更できる。例えば、全体の厚みを薄くするか、あるいは補強部材 5 の開口 5 0 1 の面積を大きくすることで剛性が低下するので構造的な共振周波数は低くなる。インクジェットヘッド H D の全体の厚みを薄くするには、第 1 のシリコン基板 1、第 2 のシリコン基板 2 及び補強部材 5 の少なくとも 1 つの厚みを薄くするか、あるいは補強部材 5 をなくせばよい。

10

【 0 0 6 3 】

また、インクジェットヘッドの駆動周波数は、圧電素子 3 の駆動周波数を調整することにより変更できる。

【 0 0 6 4 】

インクジェットヘッドの流体的な共振周波数は、圧電素子 3 を駆動する際、圧力室 2 0 4 内のインク（流体）に圧力波が励起されることにより生じる複数の流体振動モードの共振周波数である。そのうちの 1 つは、従来よりヘルムホルツ振動と呼ばれている圧力室の固有振動の共振周波数である。その他には、インク吐出口内のメニスカス自由表面に起因する固有振動（以下、メニスカスの固有振動と称する。）の共振周波数である。

20

【 0 0 6 5 】

複数の振動モード及びその共振点、即ち、本発明におけるノズル内のメニスカスの固有振動の共振周波数 f_1 、圧力室の固有振動の共振周波数 f_2 は、数値計算または実験により求めることができる。

【 0 0 6 6 】

実験により求める場合は、圧電素子に正弦波の駆動電圧波形をスweepさせて入力し、そのときのメニスカス隆起量から算出できる。正弦波の周波数対隆起量（もしくは流量）をプロットしたときに、隆起量が極大値をとる周波数が共振点となり、固有振動の共振周波数となる。

【 0 0 6 7 】

数値計算の場合には、汎用の数値解析ソフトで解析を行うか、簡単なモデルに近似できる場合はソフトを用いずに容易に計算できる。

30

【 0 0 6 8 】

ここで、等価回路法を用いた計算方法を説明する。

【 0 0 6 9 】

以下の説明において、記号 L はイナータンス成分 $[k g / m^4]$ であり、 L_a は圧電素子におけるイナータンス成分、 L_n はインク吐出口におけるイナータンス成分、 L_i はインク供給路におけるイナータンス成分、 L_c は圧力室におけるイナータンス成分である。記号 R は抵抗成分 $[N \cdot s / m^5]$ であり、 R_a は圧電素子における抵抗成分、 R_n はインク吐出口における抵抗成分、 R_i はインク供給路における抵抗成分、 R_c は圧力室における抵抗成分である。記号 C は容量成分 $[m^5 / N]$ であり、 C_a は圧電素子における容量成分、 C_n はインク吐出口における容量成分、 C_i はインク供給路における容量成分、 C_c は圧力室における容量成分である。

40

【 0 0 7 0 】

ここで、各部におけるイナータンス成分 L は、流路断面積を $S [m^2]$ 、流路長さを $l [m]$ 、インク密度を $\rho [k g / m^3]$ とすると、式 (1) で与えられる。ここで、 α は、流路の断面形状により決まる形状係数で、断面が円形または長方形の場合は約 1 . 3 になる。

【 0 0 7 1 】

【数 1】

$$L = \alpha \int \frac{\rho}{S} dl \cdots \cdots (1)$$

【0072】

また、各部における抵抗成分 R は、流路断面が円形の場合は、インク粘度を η [Pa・s]、直径を d [m] とすると、式(2)で与えられる。

【0073】

10

【数 2】

$$R = \int \frac{128 \eta}{\pi d^4} dl \cdots \cdots (2)$$

【0074】

そして、各部における容量成分 C は以下ようになる。

【0075】

流体内部の圧縮に関わる項である C_c 、 C_a は、圧力室の容積を V [m³]、インク密度を ρ [kg/m³]、インクの音速度を c [m/s] とすると、式(3)で与えられる。

20

【0076】

【数 3】

$$C_{bulk} = \frac{V}{\rho c^2} \cdots \cdots (3)$$

【0077】

30

流体自由表面に関わる項である C_n は、インクの表面張力 σ [N/m]、インク吐出口の直径を d [m] とすると、式(4)で与えられる。

【0078】

【数 4】

$$C_{surface} = \frac{\pi d^4}{48 \sigma} \cdots \cdots (4)$$

【0079】

40

通常的设计範囲においては、特性にほとんど影響を及ぼさない要素 C_i 、 R_a 、 L_a を近似的に 0 とし、残った要素を合成することにより、振動モードを分離すると 2 つに分離される。

【0080】

第 1 の振動モードをモード 1、共振点を f_1 、第 2 の振動モードをモード 2、共振点を f_2 とする。

【0081】

振動モード 1 は、メニスカスの表面に起こるメニスカスの固有振動である。振動モード 2 は、圧力室内の圧力変動に起因する圧力室の固有振動であり、これがインク吐出口まで伝わることによってメニスカスが隆起する。従来よりヘルムホルツ振動と呼ばれているも

50

のである。

【 0 0 8 2 】

メニスカスの固有振動の共振周波数 f_1 は、以下の式 (5) により表される。

【 0 0 8 3 】

【 数 5 】

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_n(L_n + L_c + L_i)}} \cdots \cdots (5)$$

10

【 0 0 8 4 】

圧力室の固有振動の共振周波数 f_2 は、以下の式 (6) により表される。

【 0 0 8 5 】

【 数 6 】

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(C_c + C_a)L_p}} \cdots \cdots (6)$$

$$\left(\text{ただし、} L_p = \frac{L_n(L_c + L_i)}{L_n + L_c + L_i} \text{である。} \right)$$

20

【 0 0 8 6 】

式 (5)、式 (6) からわかるように、 f_1 、 f_2 を支配するパラメータは、各部のイナータンス成分、容量成分だけとなる。すなわち、各部のイナータンス成分、容量成分の組み合わせによって、 f_1 、 f_2 が決まることになる。

【 0 0 8 7 】

ここで、式 (1)、式 (3)、式 (4) からわかるように、使用するインクの密度 ρ 及びインクの音速度 c 及び表面張力 σ が決まると、 f_1 、 f_2 を支配するパラメータは、各部の形状だけとなる。

30

【 0 0 8 8 】

つまり、上記インクジェットヘッド H D のインク吐出口 1 0 1、圧力室 2 0 4、インク供給路 2 0 3 の大きさや形状等を調整することにより、上記インクジェットヘッド H D の流体振動モードの共振周波数を調整できる。

【 0 0 8 9 】

上記インクジェットヘッド H D は、インクジェットヘッドの駆動周波数及び流体的な共振周波数が、インクジェットヘッドの構造的な共振周波数に対する半値幅内の周波数領域に含まれないように設計されている。このため、インクジェットヘッドの駆動周波数及び流体的な共振周波数を、インクジェットヘッドの構造的な共振周波数に対する半値幅内の周波数領域から離すことができ、インクジェットヘッドの構造的な共振を抑制することで、駆動時に発生するヘッドの振動やクロストークの発生を抑制することができ、クロストーク等の不安定な吐出状態が生じにくく、吐出特性が安定化する。

40

【 0 0 9 0 】

図 5 は本発明の実施の形態に係るインクジェットヘッド H D の他の例の平面図である。

【 0 0 9 1 】

本例においては、補強部材 5 は共通圧力室 2 0 2 の領域を含む第 1 領域 R 1 を開放する開口 5 0 1 を有する。即ち、圧力室 2 0 4 及び圧電素子 3 が配置された領域、インク供給路 2 0 3 が配置された領域、共通圧力室 2 0 2 が配置された領域及び個々の圧力室 2 0 4

50

を隔てる隔壁等の隔壁が配置された領域を包含する第 1 領域 R 1 を開放する開口 5 0 1 を有し、第 1 領域 R 1 を囲む第 2 領域 R 2 を覆う枠部材として補強部材 5 が形成される。

【 0 0 9 2 】

本例のインクジェットヘッド H D は、インクジェットヘッドの駆動周波数及び流体的な共振周波数が、インクジェットヘッドの構造的な共振周波数に対する半値幅内の周波数領域に含まれないように設計されている。このため、インクジェットヘッドの構造的な共振を抑制することで、駆動時に発生するヘッドの振動やクロストークの発生を抑制することができ、クロストーク等の不安定な吐出状態が生じにくく、吐出特性が安定化する。

【 0 0 9 3 】

図 5 に示すように、本例においては共通圧力室 2 0 2 が配置された領域も開放されている。記録動作時には、共通圧力室 2 0 2 を介して圧力波が非駆動の圧力室にも伝達される流路クロストークが発生するが、本例のように共通圧力室が配置された領域を開放することにより、共通圧力室を形成する壁の振動により共通圧力室内の圧力波を吸収し、流路クロストークを抑制することができる。

【 0 0 9 4 】

図 6 は本発明の実施の形態に係るインクジェットヘッド H D の更に他の例を模式的に示す図である。

【 0 0 9 5 】

本例においては、第 1 のシリコン基板 1 と第 2 のシリコン基板 2 との間にガラス基板 6 を有する。ガラス基板 6 はインク吐出口 1 0 1 に対応し位置にインク流路孔 6 0 1 を有する。

【 0 0 9 6 】

インク流路孔 6 0 1 は図 7 に示すように、第 1 のシリコン基板 1 のインク吐出口 1 0 1 よりも大きな径を有する。また、ガラス基板 6 は第 2 のシリコン基板 2 及び第 1 のシリコン基板 1 に陽極接合により結合される。従って、ガラス基板 6 の材料としては硼珪酸ガラスが好ましい。

【 0 0 9 7 】

本例のインクジェットヘッド H D は、インクジェットヘッドの駆動周波数及び流体的な共振周波数が、インクジェットヘッドの構造的な共振周波数に対する半値幅内の周波数領域に含まれないように設計されている。このため、インクジェットヘッドの構造的な共振を抑制することで、駆動時に発生するヘッドの振動やクロストークの発生を抑制することができ、クロストーク等の不安定な吐出状態が生じにくく、吐出特性が安定化する。

【 0 0 9 8 】

本例では、これら各接合面はいずれも陽極接合することによって、全ての接合部位に接着剤が介在せず、インクジェットヘッド全体に剛性を付与し、振動板が圧電素子 3 によって振動する際に第 2 のシリコン基板 2 からインクジェットヘッド全体が振動することを抑制することで、クロストークを抑制する効果を高めることができる。

【 0 0 9 9 】

また、高度な微細化が要求されるインク吐出口 1 0 1 や圧力室 2 0 4 は、いずれもシリコン基板 1 及び 2 に加工形成できるので、半導体集積回路の製造技術を利用した微細で高密度なパターン形成が可能である。

【 0 1 0 0 】

更に、ガラス基板 6 には、単純な貫通孔を形成するだけであり、ドライエッチング時の加工作業も極めて簡単で済む。

【 0 1 0 1 】

図 8、図 9 は本発明の実施の形態に係るインクジェットヘッドの更に他の例を示し、圧力室、圧電素子及びインク吐出口を 2 列に配置した例である。

【 0 1 0 2 】

図 8 では、圧電素子群 3 A と圧電素子群 3 B と、圧力室群 2 0 4 A と 2 0 4 B とが上下 2 列に配置されており、図示しないが、これらに対応したインク吐出口が配置される。上

10

20

30

40

50

段の圧力室群 2 0 4 A に対応した共通圧力室 2 0 2 A が圧力室群 2 0 4 a の上方に配置され、下段の圧力室群 2 0 4 B の下方に対応の共通圧力室 2 0 2 B が配置される。

【 0 1 0 3 】

補強部材 5 は圧力室群 2 0 4 A、2 0 4 B、共通圧力室群 2 0 2 A、2 0 2 B を含む領域 R 1 を開口し、領域 R 1 を囲む領域 R 2 を覆う枠状部材として形成される。

【 0 1 0 4 】

図 9 では、圧力室群、圧電素子群及びインク吐出口群の配置は図 8 と同一であるが、補強部材 5 の形状が図 8 と異なっており、上段の圧力室群 2 0 4 A 及び圧電素子群 3 A を含む領域 R 1 1、下段の圧力室群 2 0 4 B、及び圧電素子群 3 B を含む領域 R 1 2、上段の共通圧力室 2 0 2 A を含む領域 R 1 3 並びに、下段の共通圧力室 2 0 2 B を含む領域 R 1 4 を開口し、これら領域を囲む領域を覆う枠状部材として補強部材 5 が形成される。

10

【 0 1 0 5 】

図 9 の例では、上段の圧力室群 2 0 4 A と上段の共通圧力室 2 0 2 A との間の領域 R 2 1、上段の圧力室群 2 0 4 A 及び圧電素子群 3 A と、下段の圧力室群 2 0 4 B 及び圧電素子群 3 B との間の領域 R 2 2、及び下段の圧力室群 2 0 4 B と下段の共通圧力室 2 0 2 B との間の領域 R 2 3 が補強部材 5 により覆われる領域となっている。

【 0 1 0 6 】

本例のインクジェットヘッド H D は、インクジェットヘッドの駆動周波数及び流体的な共振周波数が、インクジェットヘッドの構造的な共振周波数に対する半値幅内の周波数領域に含まれないように設計されている。このため、インクジェットヘッドの構造的な共振を抑制することで、駆動時に発生するヘッドの振動やクロストークの発生を抑制することができ、クロストーク等の不安定な吐出状態が生じにくく、吐出特性が安定化する。

20

【 0 1 0 7 】

図 1 0、図 1 1 に上記の実施形態のヘッドの構造的な振動の周波数特性の一例を示す。

【 0 1 0 8 】

図 1 0、図 1 1 における縦軸は、正弦波入力による 1 つの圧力室の駆動時におけるヘッドの変形量をレーザードップラー計で測定したときの速度（変位の微分値）を示し、横軸は駆動の周波数を示す。縦軸の速度の数値はヘッドの変形量に対応しており、この数値が大きいほどヘッドの変形量、即ち振動の振幅が大きいということになる。また、図 1 0 は厚みを調整した補強部材を設けた場合のヘッド変形量を、図 1 1 は厚みを調整していない補強部材を設けた場合のヘッド変形量を示す。

30

【 0 1 0 9 】

また、各記号は以下を意味する。

【 0 1 1 0 】

L_n ($n = 1 \sim 6$) : ヘッドの n 次の構造的な共振スペクトル

F_n ($n = 1 \sim 6$) : ヘッドの n 次の構造的な共振周波数（ピーク値）

ΔF_n ; ヘッドの n 次の共振におけるスペクトルの半値幅 ($X_2 / X_1 = 1 / 2$) の周波数領域

図 1 0 から求めた各数値は以下の通りである。

【 0 1 1 1 】

$F_1 = 27.5 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_1 = 25.5 \text{ kHz} \sim 29.5 \text{ kHz}$ 、 $F_2 = 45.1 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_2 = 42.9 \text{ kHz} \sim 47.3 \text{ kHz}$ 、 $F_3 = 56.8 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_3 = 54.2 \text{ kHz} \sim 59.4 \text{ kHz}$ 、 $F_4 = 131.5 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_4 = 128.6 \text{ kHz} \sim 134.4 \text{ kHz}$ 、 $F_5 = 310.2 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_5 = 306.3 \text{ kHz} \sim 314.1 \text{ kHz}$ 、 $F_6 = 323.9 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_6 = 320 \text{ kHz} \sim 327.8 \text{ kHz}$ である。

【 0 1 1 2 】

図 1 1 から求めた各数値は以下の通りである。

【 0 1 1 3 】

$F_1 = 28.4 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_1 = 27.3 \text{ kHz} \sim 29.5 \text{ kHz}$ 、 $F_2 = 46.1 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_2 = 45.0 \text{ kHz} \sim 47.2 \text{ kHz}$ 、 $F_3 = 60.2 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_3 = 59$

40

50

・ $0 \text{ kHz} \sim 61.4 \text{ kHz}$ 、 $F_4 = 138.4 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_4 = 136.1 \text{ kHz} \sim 140.7 \text{ kHz}$ 、 $F_5 = 324.0 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_5 = 321.4 \text{ kHz} \sim 326.6 \text{ kHz}$ 、 $F_6 = 337.4 \text{ kHz}$ 、 $\Delta F_6 = 333.2 \text{ kHz} \sim 341.6 \text{ kHz}$ である。

【0114】

このような各共振スペクトルの共振周波数（ピーク値）の何れかがインクジェットヘッドの駆動周波数や流体的な共振周波数に一致あるいは近接していれば、ヘッドの構造的共振が生じ、吐出安定性に悪影響を及ぼす。

【0115】

ヘッドからインクを吐出させるときに、ヘッドの構造的共振を抑えるために、インクジェットヘッドの駆動周波数及び流体的な共振周波数が、インクジェットヘッドの構造的な共振周波数に対する半値幅内の周波数領域に含まれないように設定する必要がある。

10

【0116】

このような設定は、例えば、図1における補強部材5の厚みを調整することにより行われる。インクジェットヘッド本体側で調整すると吐出特性が変化してしまう場合があるので、補強部材5により構造的な共振周波数を調整するのが得策である。

【0117】

前述のようにヘッドには流路形状・インク物性に対して流体的な共振周波数 f_1 、 f_2 が決定する。

【0118】

このヘッドの流体的な共振点はそれぞれ圧力室の固有振動の共振周波数 f_2 が 98 kHz 、メニスカスの固有振動の共振周波数 f_1 が 335 kHz であり、それぞれのモードで異なる径の液滴を形成することができる。

20

【0119】

図11は、補強部材5の厚みを調整していない場合のもので、第1次～第6次の各共振スペクトルは、圧力室の固有振動の共振周波数 f_2 である 98 kHz とは離れており、この f_2 は第1次～第6次の各共振スペクトルの各半値幅内の周波数領域 $\Delta F_1 \sim \Delta F_6$ のいずれにも含まれていない。一方、メニスカスの固有振動の共振周波数 f_1 である 335 kHz は、第6次の構造的な共振周波数 $F_6 = 337.4 \text{ kHz}$ と共振周波数が近接しており、この f_1 は半値幅内の周波数領域 $\Delta F_6 = 333.2 \text{ kHz} \sim 341.6 \text{ kHz}$ に含まれている。

30

【0120】

次に、このヘッドを用いて実際の吐出を行った。先ずこのインクジェットヘッドの各圧電素子に対して、駆動パルス発生手段より駆動周波数 = 20 kHz にて下記に示すパルス幅の信号を印加して各ノズルから連続的にインク滴の吐出を行った。尚、ノズルよりインクを吐出して印字を行うインクジェットヘッドを用いたプリンタにおいて、実際の印字においては同一ノズルからの吐出はあるときは間欠的にあるときは連続的に行われる。

【0121】

このヘッドで圧力室の固有振動の共振周波数 f_2 の 98 kHz の低周波モードで、即ち、例えば、圧電素子に引き打ち波形を入力する場合、そのパルス幅を圧力室の固有振動の周期の半分 ($1 / (2 f_2) = 5.1 \mu s$) として、吐出を行うと安定吐出が実現できたが、 335 kHz の共振点を利用した高周波モードで、即ち、例えば、圧電素子に引き打ち波形を入力する場合、そのパルス幅をメニスカスの固有振動の周期の半分 ($1 / (2 f_1) = 1.5 \mu s$) として、吐出を行うと、吐出が不安定になり、着弾のずれを生じた。

40

【0122】

一方、図10の共振特性は、補強部材5の厚みの調整（図11よりも厚みを薄くした）により共振周波数をずらしたもので、第6次の構造的な共振周波数 F_6 は、その共振周波数が $F_6 = 323.9 \text{ kHz}$ であり、メニスカスの固有振動の共振周波数 f_1 である 335 kHz から離れた特性となっており、 f_1 は、半値幅内の周波数領域 $\Delta F_6 = 320 \text{ kHz} \sim 327.8 \text{ kHz}$ に含まれていない。

【0123】

50

このように、補強部材の厚みを薄くなるほうに調整し、 337.4 kHz のピークをやや低周波よりにずらしてやることによって、高周波モードでも安定吐出が行えた。

【0124】

なお、以上の実験において、インクジェットヘッドの駆動周波数は 25 kHz 未満で吐出させており、駆動周波数が全ての共振周波数 F に対する半値幅内の周波数領域 ΔF 内に含まれておらず、吐出安定性が良好であることが確認された。

【0125】

また、補強部材を設けてない、数 kHz の低周波にヘッドの構造的な共振周波数（ピーク値）を持つ構成のヘッドで吐出を行うと、数 kHz の駆動周波数に対して吐出性の変化が大きかった。即ち、駆動周波数が何れかの共振周波数 F に対する半値幅内の周波数領域 ΔF 内に含まれている場合、吐出が不安定になることが確認された。

10

【0126】

さらに、補強部材の厚みを種々変更して構造的な共振周波数を変更した各ヘッドについて、インクジェットヘッドの駆動周波数を変更しながらその吐出安定性を調べた結果、インクジェットヘッドの駆動周波数や f_1 または f_2 が何れかの共振周波数 F に対する半値幅内の周波数領域 ΔF 内に含まれる場合は吐出安定性が悪く、インクジェットヘッドの駆動周波数や f_1 または f_2 が全ての共振周波数 F に対する半値幅内の周波数領域 ΔF 内に含まれない場合は吐出安定性が良好であることが確認された。

【0127】

このように、インクジェットヘッドの駆動周波数や流体的な共振周波数と構造的な共振周波数が一致または近接して干渉すると吐出が安定しなくなったり、吐出条件の変化に対して意図しない変化が起こってしまう。単純にヘッドを補強するだけでなく、インクジェットヘッドの駆動周波数や共振周波数を考慮した補強の設計を行うことで、これらの干渉を防ぐことが出来る。

20

【0128】

以上、説明したように、インクジェットヘッドHDは、インクを吐出させる際のインクジェットヘッドの共振によるクロストークの発生が抑制されているので、吐出特性が安定化する。

【符号の説明】

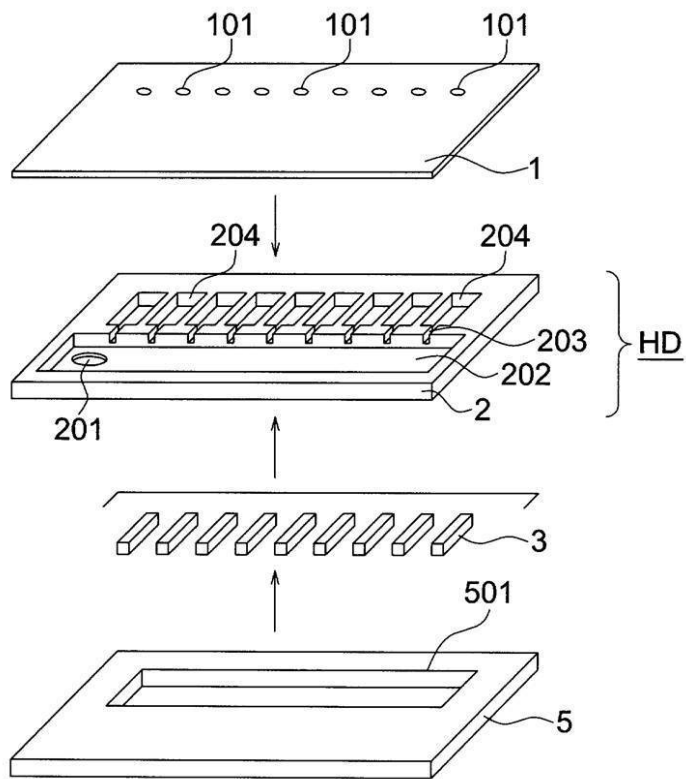
【0129】

30

- 1 第1のシリコン基板
- 101 インク吐出口
- 110 硼珪酸ガラス厚膜
- 2 第2のシリコン基板
- 201 インク供給口
- 202 共通圧力室
- 203 インク供給路
- 204 圧力室
- 3 圧電素子
- 4 直流高圧電源
- 5 補強部材
- 6 ガラス基板

40

【 図 1 】



【 図 2 】

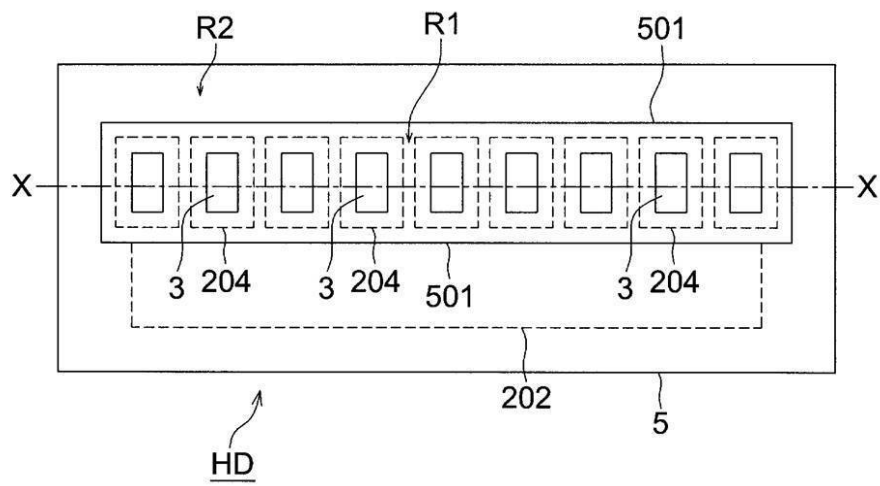


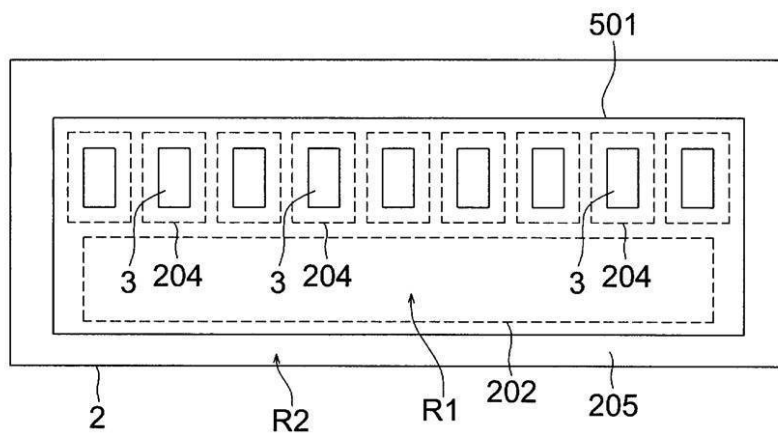
Figure 1 consists of three cross-sectional views of a semiconductor device, labeled (a), (b), and (c).

(a) shows a substrate 2 with a central opening 204. A thin layer 1 is deposited on the top surface of the substrate 2.

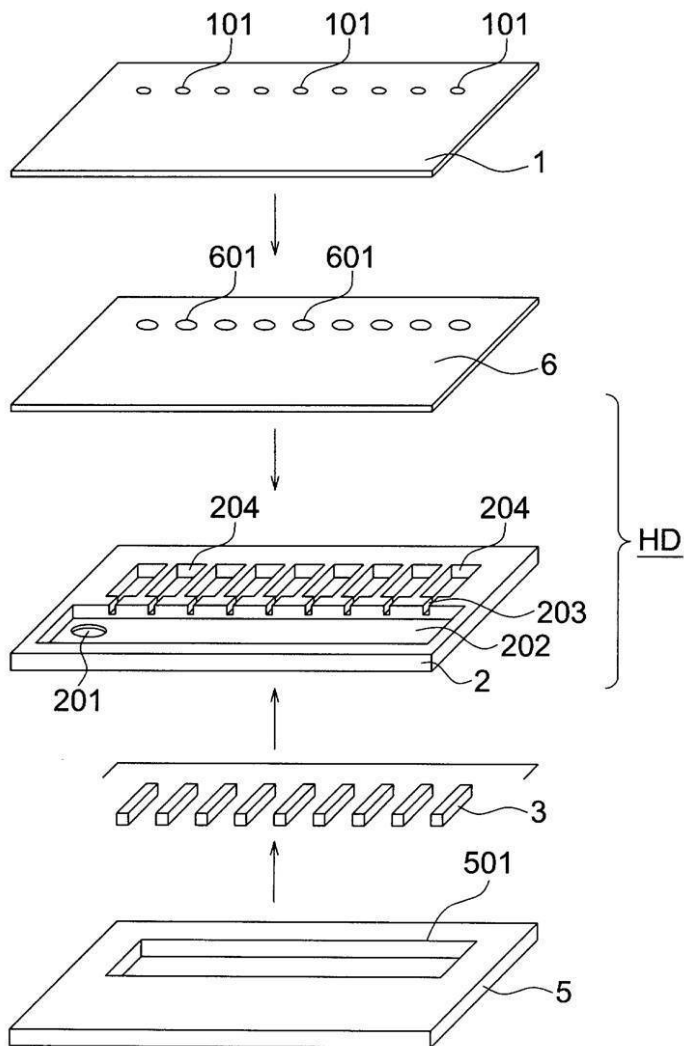
(b) shows the same structure as (a), but with an additional layer 110 (hatched) deposited on top of layer 1.

(c) shows the structure after patterning. The top layer 1 and the hatched layer 110 are patterned into a central rectangular region. The substrate 2 has a central opening 204. The top layer 1 is connected to a terminal 4 (represented by a battery symbol) via a wire. The terminal 4 is connected to a ground symbol (represented by a triangle and three horizontal lines). The hatched layer 110 is connected to a terminal 4 (represented by a battery symbol) via a wire. The terminal 4 is connected to a ground symbol (represented by a triangle and three horizontal lines).

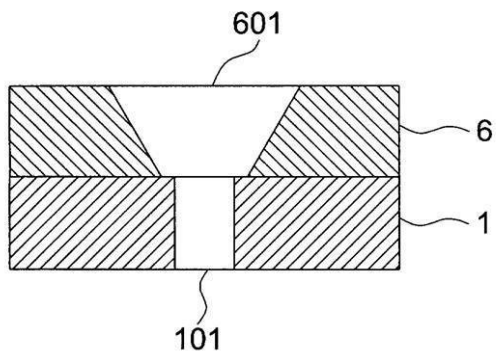
【図 5】



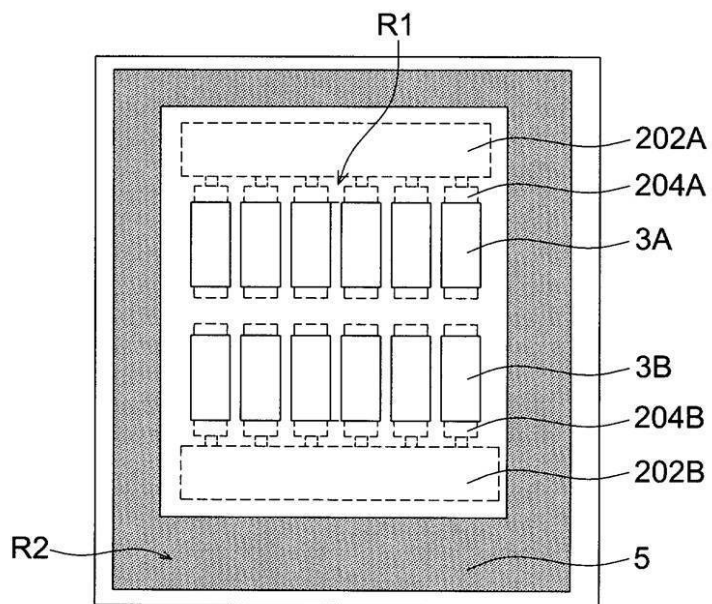
【図 6】



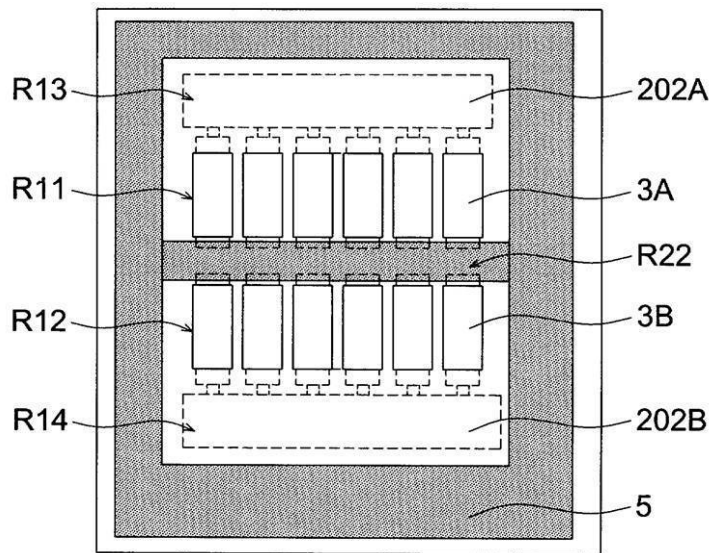
【図 7】



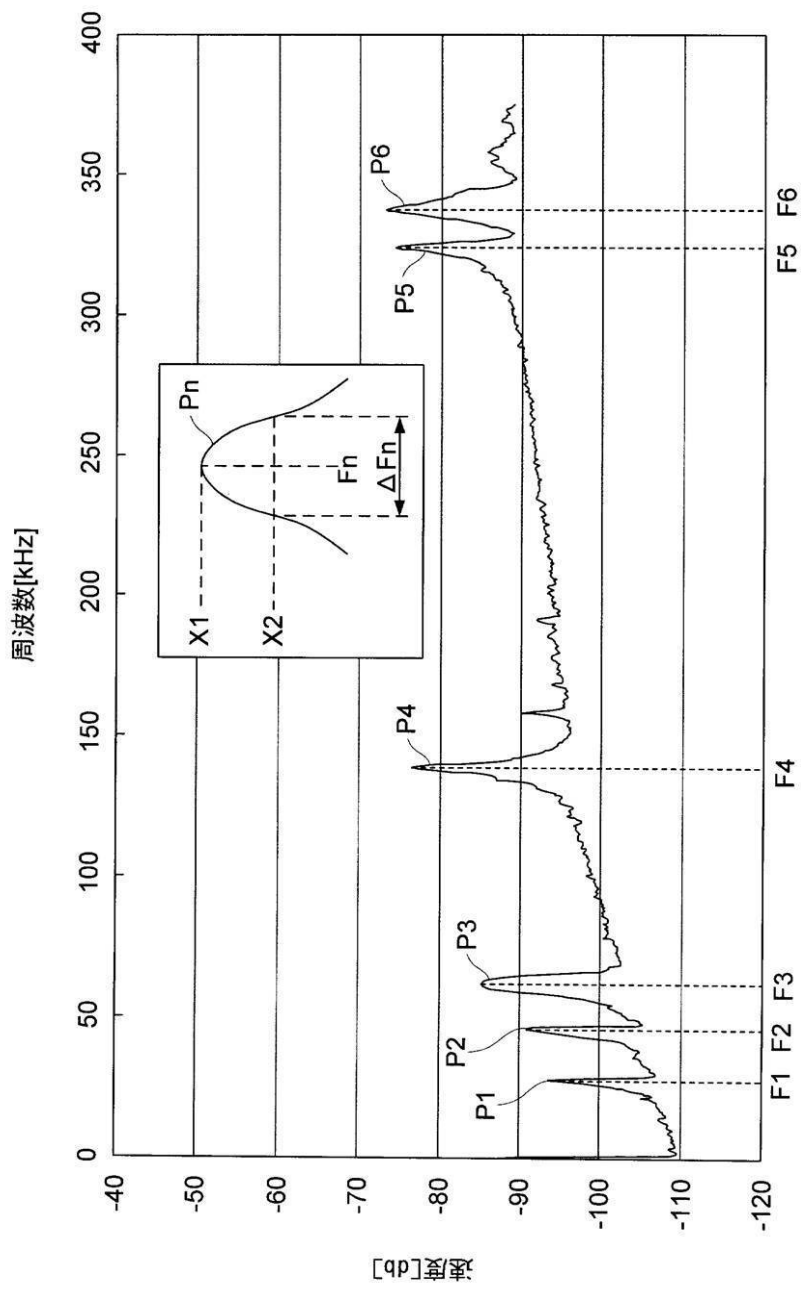
【図 8】



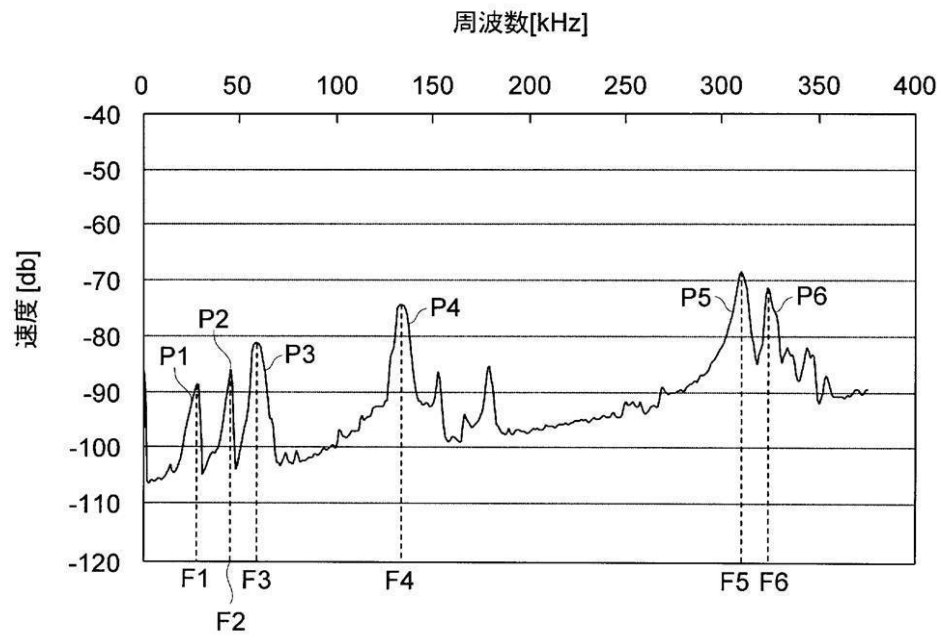
【 図 9 】



【図 10】



【図 1 1】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/057863

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B41J2/045(2006.01)i, B41J2/055(2006.01)i, B41J2/16(2006.01)i

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)

B41J2/045, B41J2/055, B41J2/16

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
Y	JP 2004-330514 A (Ricoh Co., Ltd.), 25 November 2004 (25.11.2004), claim 1; paragraphs [0054] to [0058] & US 2007/0008356 A1 & WO 2004/096552 A1 & KR 10-2006-0008962 A & CN 1784310 A	1-5
Y	JP 2006-95769 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 13 April 2006 (13.04.2006), paragraphs [0067] to [0071] & US 2006/0066692 A1	1-5
Y	JP 2009-56786 A (Ricoh Co., Ltd.), 19 March 2009 (19.03.2009), paragraph [0038] (Family: none)	1-5

☒ 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 application or patent 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
25 May, 2010 (25.05.10)Date of mailing of the international search report
08 June, 2010 (08.06.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/057863

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 99/65689 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 23 December 1999 (23.12.1999), page 9; fig. 1 & US 6554408 B1 & EP 1005986 A1 & CN 1272818 A	2-5
Y	JP 10-211705 A (Ricoh Co., Ltd.), 11 August 1998 (11.08.1998), paragraph [0072] (Family: none)	4-5
Y	JP 2002-11876 A (Fujitsu Ltd.), 15 January 2002 (15.01.2002), entire text; all drawings (Family: none)	5
A	JP 2005-125631 A (Ricoh Co., Ltd.), 19 May 2005 (19.05.2005), paragraphs [0048] to [0053] & US 2006/0007272 A1 & KR 10-2005-0094809 A	1-5
A	JP 2002-301816 A (Canon Inc.), 15 October 2002 (15.10.2002), entire text; all drawings & US 2002/0101465 A1	1-5

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2010/057863	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B41J2/045(2006.01)i, B41J2/055(2006.01)i, B41J2/16(2006.01)i			
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.Cl. B41J2/045, B41J2/055, B41J2/16			
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 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010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 請求項の番号	
Y	JP 2004-330514 A（株式会社リコー） 2004. 11. 25, 【請求項 1】, 段落【0054】-【0058】 & US 2007/0008356 A1 & WO 2004/096552 A1 & KR 10-2006-0008962 A & CN 1784310 A	1-5	
Y	JP 2006-95769 A（富士写真フイルム株式会社） 2006. 04. 13, 段落【0067】-【0071】 & US 2006/0066692 A1	1-5	
Y	JP 2009-56786 A（株式会社リコー） 2009. 03. 19, 段落【0038】（ファミリーなし）	1-5	
☒ 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 25.05.2010		国際調査報告の発送日 08.06.2010	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 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） 島▲崎▼ 純一 電話番号 03-3581-1101 内線 3261	2P 9107

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 0 / 0 5 7 8 6 3
C (続き) . 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 請求項の番号
Y	WO 99/65689 A1 (松下電器産業株式会社) 1999.12.23, 第9頁, 第1図 & US 6554408 B1 & EP 1005986 A1 & CN 1272818 A	2-5
Y	JP 10-211705 A (株式会社リコー) 1998.08.11, 段落【0072】(ファミリーなし)	4-5
Y	JP 2002-11876 A (富士通株式会社) 2002.01.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5
A	JP 2005-125631 A (株式会社リコー) 2005.05.19, 段落【0048】-【0053】 & US 2006/0007272 A1 & KR 10-2005-0094809 A	1-5
A	JP 2002-301816 A (キヤノン株式会社) 2002.10.15, 全文, 全図 & US 2002/0101465 A1	1-5

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。