



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

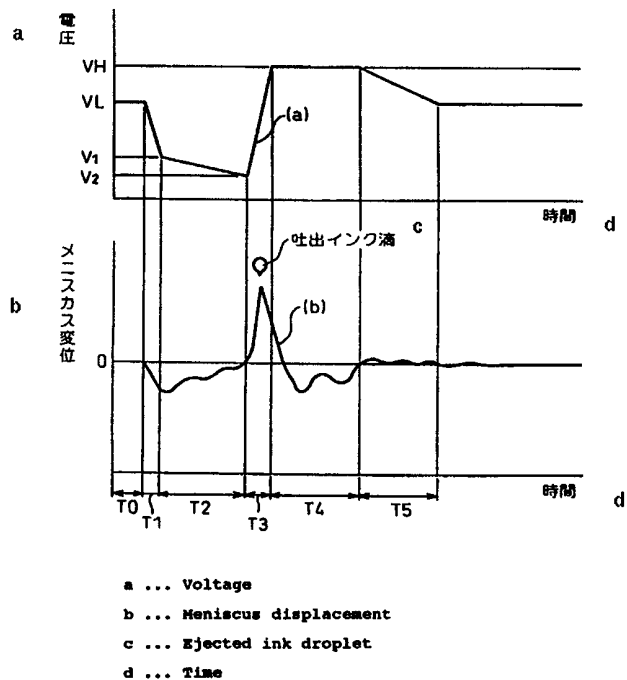
| | | |
|---|---|--|
| <p>(51) 国際特許分類6 B41J 2/045, 2/055</p> | <p>A1</p> | <p>(11) 国際公開番号 WO99/14050</p> <p>(43) 国際公開日 1999年3月25日(25.03.99)</p> |
| <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/01985</p> <p>(22) 国際出願日 1998年4月30日(30.04.98)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平9/248553 1997年9月12日(12.09.97) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) シチズン時計株式会社 (CITIZEN WATCH CO., LTD.)[JP/JP] 〒163-0428 東京都新宿区西新宿2丁目1番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および</p> <p>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 三ツ橋正(MITSUHASHI, Tadashi)[JP/JP] 小峰伸一(KOMINE, Shinichi)[JP/JP] 〒359-8511 埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シチズン時計株式会社 技術研究所内 Saitama, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 石田 敬, 外(ISHIDA, Takashi et al.) 〒105-8423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo, (JP)</p> | <p>(81) 指定国 AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p> | |

(54) Title: METHOD OF DRIVING INK-JET HEAD

(54) 発明の名称 インクジェットヘッドの駆動方法

(57) Abstract

A method of driving an ink-jet head having the wall of an ink chamber deformed at least partially by a piezoelectric actuator to eject ink, wherein the ink is ejected by lowering the voltage applied to the piezoelectric actuator from the one in an initial state to increase the volume of the ink chamber so as to suck the ink and then sharply elevating the voltage to a predetermined value higher than the initial state voltage to reduce the volume of the ink chamber so as to eject the ink. After the predetermined voltage is maintained for a predetermined time, the applied voltage is lowered from the predetermined voltage to the initial state voltage to increase the volume of the ink chamber. The time taken for lowering the voltage reduced to one half of the surface tension vibration period of a meniscus formed by the ink ejection, and the voltage is lowered to a value at which a vibration whose amplitude corresponds to that of the surface tension vibration of the meniscus occurs in the vibration chamber.



(57)要約

インク室の壁面の少なくとも一部を圧電アクチュエータで変形し、インクを吐出するインクジェットヘッドの駆動方法であって、圧電アクチュエータに印加される電圧を初期状態の電圧値から降下させ、前記インク室の容積を増加させてインクを引き込み、印加電圧を初期状態の電圧値より高い所定の値に急激に上昇させてインク室の容積を減少させインクを吐出させる。次に、前記所定の電圧値を所定時間保持した後、印加電圧を前記所定の電圧値から初期状態の電圧値まで降下させ、インク室の容積を増加させる。そして、降下する間の時間を、前記インクの吐出によって生じたメニスカスの表面張力振動周期の1/2とし、かつ降下する電圧値を、前記メニスカスの表面張力振動の振幅に相当する振動がインク室に発生する値とする。

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

明 細 書

インクジェットヘッドの駆動方法

技術分野

本発明は、インク液滴を画像記録媒体上へ選択的に付着する圧電式インクジェットヘッドの駆動方法に関する。

背景技術

今日、その市場を大きく拡大しつつあるノンインパクトプリンタのうちで、原理が最も単純で、かつカラー印刷に好適なものとしてインクジェットプリンタがある。

そのうちでも、ドット形成時にのみインク液滴を吐出する、いわゆるドロップ・オン・デマンド型が主流といえる。ドロップ・オン・デマンド型の中で、圧電性素子を用いるいわゆる圧電式インクジェットヘッドの代表的な方式としては、例えば特公昭53-12138号公報に開示されているカイザー型、あるいは例えば特開平6-8427号公報に開示されている積層圧電アクチュエータ型、あるいは例えば特開昭63-252750号公報に開示されているシェアモード型などがある。

このような圧電式インクジェットヘッドは、一方をノズルに、他方をインクタンクに連通するインク室の壁面の少なくとも一部に、パルス波形の印加によって変形する圧電素子を用い、この圧電素子を変形してインクを吐出するものである。

圧電式インクジェットヘッドの駆動方法は、一般的に以下の通りである。まず、圧電素子にパルス波形を印加し、インク室の壁面の一部変形し、インク室の内容積を増加してインク室にインクを供給

する。次に圧電素子の電圧を開放するか、または前述のパルス波形と逆極性のパルス波形を印加し、インク室の壁面の一部を初めと逆の方向に変形する。そして、インク室の内容積を減少してインク滴を吐出する。いわゆる引き打ち方式による駆動方法である。

しかし、上記駆動方法によると、インク滴を吐出した後、メニスカスには振動が残留する。この残留振動はインク室自身の機械的構造物としての圧力波振動とインク自体の流体力学的な表面張力振動よりなる。

これらの振動が残留している時に次の吐出動作を試みた場合、吐出の際に、自身の駆動によって生じるメニスカス変動と前の吐出の際に生じたメニスカスの残留振動が重畳する。そのため、インク滴吐出時のメニスカス位置は前の吐出のものとは異なり、結果として吐出するインク滴の大きさや速度が変動し、安定したインクの吐出動作が得られない。

インクの吐出速度に関し、インクの吐出速度が高いほどインクドットの着弾位置は正確になる。また、インクの吐き出しのために印加される電圧が同じであれば、インクの吐出速度はインク吐出時間が短いほど高くなる。

上記メニスカスの残留振動は、インク吐出時間をインク室内の圧力変化に伴って発生する圧力波振動周期に設定することで抑制することができる。

しかしながら、残留振動を抑制するためにインク吐出時間を上記圧力振動周期に設定すると、吐出速度に制約を課することになる。他方、吐出後の残留振動を抑制し、かつ高い吐出速度を得ようとするインク室自身の固有振動周期を高めなければならない。そのためには、ヘッドの寸法を変更しなければならないので、ヘッド設計上の自由度が低下する。

発明の開示

そこで、本発明は、ヘッドの持つ固有振動周期にとらわれることなく、所望のインク滴の吐出性能が得られ、かつインク滴の吐出によって生じるメニスカスの残留振動を積極的に制御することが可能なインクジェットヘッドの駆動方法を提供するものである。

上記目的を達成するため、本発明のインクジェットヘッドの駆動方法によると、まず、圧電アクチュエータに印加される電圧を初期状態の電圧値から降下させ、前記インク室の容積を増加させてインクを引き込む。そのあと、印加電圧を前記初期状態の電圧値より高い所定の値に急激に上昇させてインク室の容積を減少させインクを吐出させる。次に、所定の電圧値をメニスカスが初期位置に戻るまでの時間保持し、その後印加電圧を前記所定の電圧値から初期状態の電圧値まで降下させ、インク室の容積を増加させる。そして、所定の電圧値から初期状態の電圧値に降下する間の時間を、前記インクの吐出によって生じたメニスカスの表面張力振動周期の $1/2$ とし、かつ前記所定の電圧値と初期状態の電圧値との差を、前記メニスカスの表面張力振動の幅に相当する振動がインク室に発生する値とする。

また、圧電アクチュエータに印加される電圧を初期状態の電圧値から降下させる段階が2つの段階よりなり、第1の段階において電圧を急激に降下させ、第2の段階において電圧を第1の段階より緩やかに降下させる。

発明の効果

本発明におけるインクジェットヘッドの駆動方法によると、インク吐出後に駆動電圧を降下させることにより、インク吐出後のメニスカスの残留振動を速やかに抑制し、メニスカスを早期に初期状態

に戻すことができるため、駆動周波数に影響しない安定した印字品質を得ることができる。

また、初期状態の電圧は、メニスカスの振動を抑制するため、吐出に要する最大印加電圧よりも低い値に設定されている。これによりインク吐出量を制御するメニスカスの引き込みが過度に行われることがなくなり、所望のインク量を得るのにインク供給時間を短くでき、かつ駆動効率の良いインクの吐出ができるようになる。さらに圧電アクチュエータの電極間でのリーク電流も低く抑えることができるので、インクジェット装置全体の消費電力を低く抑えることができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に用いるインクジェットヘッドの実施例を示す断面側面図である。

図2は、本発明に用いるインクジェットヘッドの実施例をノズル面から見た断面正面図である。

図3は、従来例の圧電アクチュエータへの駆動波形とメニスカスの変位振動を示す波形図である。

図4は、本発明に用いるインクジェットヘッドの動作の概念を示す断面図である。

図5は、本発明に用いるインクジェットヘッドの駆動方法を実現するための回路を示す図である。

図6は、図5の駆動回路の各部における電圧波形を示した図である。

図7は、本発明におけるインクジェットヘッドと駆動回路を用いた場合の圧電アクチュエータへの駆動波形とレーザードップラー振動計を用いて計測したメニスカスの振動の変位を示す波形図である。

。

発明の詳細な説明

以下に本発明のインクジェットヘッドの駆動方法を具体的な実施例を用いて説明をする。

図1と図2は本発明の駆動方法を適用するインクジェットヘッドの構造を示す。図1は本発明におけるインクジェットヘッドの断面図である。図2は本発明におけるインクジェットヘッドをノズル方向から見た断面正面図である。

このインクジェットヘッドは、圧電歪定数 d_{33} を持った積層タイプの圧電アクチュエータ10がインク室20を变形させる構成になっている。すなわち、このインクジェットヘッドは、厚さ方向に分極した圧電材料11と導電材料12とを交互に積層した圧電アクチュエータ10が、基板30の上面に一定の間隔をおいて並べて接着されている。

なお、圧電アクチュエータ10の前後両端面には、集電極13, 14が形成されている。これら集電極13と集電極14との間に電圧を印加すると、圧電アクチュエータ10が厚さ方向 (d_{33} 方向) に変形するようになっている。

圧電アクチュエータ10の上面には薄い振動板21が接着してあり、さらに振動板21の上面には、流路部材22が接着してある。流路部材22には、一定間隔ごとにインク室20が形成してあり、振動板21を介してこれらインク室20が圧電アクチュエータ10と対向している。また、各インク室20にはそれぞれインク供給口23が形成されており、このインク供給口23にインク供給源としてのインクカートリッジ (図示せず) が接続されている。

また、集電極13が形成された基板30および圧電アクチュエータ10、振動板21、流路部材22の各前端面は同一平面に形成されており、

この前端面にノズル板40が接着されている。ノズル板40には複数のノズル孔41が形成されており、このノズル孔41は流路部材22に形成されたインク室20にそれぞれ連通している。したがって、インクカートリッジからのインクをインク室20に充填すると、ノズル孔41内にメニスカスが形成される。

なお、第2図に示すように、基板30上に接着した圧電アクチュエータ10は、ワイヤソーやブレードソーによって溝10bを施すことによって形成され、流路部材22のインク室と対向して配置されている。また、圧電アクチュエータ10aは起動せず、支柱の役割を有している。

次に、圧電アクチュエータ10に印加される駆動電圧波形と圧電アクチュエータ10の変位について説明する。

図3は圧電アクチュエータの駆動電圧波形とメニスカスの変位振動を示す波形図である。図3において、(a)は圧電アクチュエータを駆動するための駆動電圧波形を示し、(b)はそのときのメニスカスの振動の変位を示す波形図である。

図3に示すように、第1の時間 T_0 で駆動波形の電圧は V_H にある。このとき、圧電アクチュエータはインク室を縮小方向に変形した状態にあり、メニスカスはノズル孔の先端で平衡状態を保っている。

第2の時間 T_1 で駆動電圧を V_H から V_1 まで低下させ、圧電アクチュエータをインク室が拡大する方向に変形すると、メニスカスはインク室の内側方向に後退する。

そして第3の時間 T_2 で駆動電圧を第2の時間 T_1 よりもゆっくりとした速さで V_2 まで低下させ、圧電アクチュエータをインク室の拡大方向にゆっくりと変形させると、メニスカスは自身の表面張力振動でノズル孔方向に前進してインク供給側よりインクをインク

室へ引き込む。

次に、第 4 の時間 T_3 で駆動波形の電圧を短時間で初期状態の電圧 V_H に戻すと、圧電アクチュエータはインク室の縮小方向に急峻に変形する。これによってインク室内の圧力は高まり、メニスカスはノズル孔より外側へ凸状になりインク滴が生成され、ノズル孔よりインク滴が吐出する。

図 4 は、インクジェットヘッドの動作の概念を詳しく説明するための図である。(a) は図 3 における初期時間 T_0 における状態を示している。(b) は図 3 における第 1 のインク供給時間 T_1 における状態を示している。(c) は図 3 における第 2 のインク供給時間 T_2 における状態を示している。(d) は図 3 におけるインク吐出時間 T_3 における状態を示している。図 3 における収束時間 T_4 における状態は、図 4 (a) の初期状態と同じ状態になって落ちつく。初期時間 T_0 から第 1 のインク供給時間 T_1 、第 2 のインク供給時間 T_2 、インク吐出時間 T_3 、収束時間 T_4 までの 5 つの時間にわたる一連の時間が 1 印字サイクルである。収束時間 T_4 から次の印字サイクルの初期時間 T_0 までの間には、印字待機時間が挿入されてもされなくてもよい。

次に、図 3 と図 4 を用いて、インクジェットの駆動の基本的な動作を詳しく説明する。

図 3 に示した初期時間 T_0 では、圧電アクチュエータ 10 に印加される駆動電圧は最大の電圧である電源電圧 V_H になっている。このとき、図 4 (a) に示すように、圧電アクチュエータ 10 の厚みは最大に伸長した状態に変形しており、振動板 21 は押し上げられ、インク室 20 の容積は最小の状態になっている。

また、ノズル孔 41 内に形成されるインクと空気との境界面であるメニスカス 42 は、若干凹となって平衡状態を保っている。さら

に、電氣的には静電容量に等価である圧電アクチュエータ 10 に蓄えられている電荷は最大である。

第 1 のインク供給時間 T1 では、急激に下降する電圧波形の第 1 の供給電圧を圧電アクチュエータ 10 に印加する。すると、圧電アクチュエータ 10 には大きな放電電流が流れて急速に電荷を放電し、図 4 (b) に矢印で示すように初期時間に比べて厚みが減少し、インク室 20 の容積を増加させる方向に急激に変形する。

圧電アクチュエータ 10 の変形に伴ってインク室 20 の振動板 21 が変形し、ノズル孔 41 内に形成されるメニスカス 42 を引き込む。それと共に、インク供給口 23 を介してインク供給源からインクをインク室 20 内に引き込む。

第 1 のインク供給時間 T1 では、インクが急速かつ確実にインク室 20 内に供給されるが、第 1 のインク供給時間 T1 の終了に伴い、インク室 20 内のインクおよびメニスカス 42 には、インク自体の振動と圧電アクチュエータ 10 の固有振動とを重畳した自由振動が発生する。

続いて、第 2 のインク供給時間 T2 では、第 1 のインク供給期間 T1 における第 1 のインク供給電圧波形に比べて緩やかな電圧変化である第 2 のインク供給のための電圧波形が駆動電圧として圧電アクチュエータ 10 に印加される。すると、圧電アクチュエータ 10 には緩やかに放電電流が流れて電荷が放電され、図 4 (c) に示すように変形のない本来の形状に戻り、緩やかな速さでインク室 20 の内容積が増加する。

このとき、第 2 のインク供給時間 T2 における圧電アクチュエータ 10 の変形からの緩やかな復帰動作は、第 1 のインク供給時間 T1 の後に発生する自由振動の振幅を抑制するように作用（以下、「制動作用」と記す）し、インク室 20 内にあるインク自体の振動も

この制動作用によって振幅が小さくなる。

圧電アクチュエータ 10 およびインクの自由振動に対する制動作用は、第 2 のインク供給期間 T2 を圧電アクチュエータ 10 の持つ固有振動周期のほぼ整数倍の時間としたとき顕著に現れる。

次に、インク吐出時間 T3 で、急激に上昇する駆動電圧を圧電アクチュエータ 10 に印加する。すると、圧電アクチュエータ 10 は急激に電荷を充電し、図 4 (d) に矢印で示すように急激に厚み方向に伸長して、第 1 のインク供給時間 T1 と第 2 のインク供給時間 T2 において増加していたインク室 20 の内容積を減少させる方向に急激に変形する。インク室 20 の内容積の急激な減少により、インク室 20 内の圧力は急速に高められ、その結果、メニスカス 42 がノズル孔 41 から外側に飛び出し、インク滴を形成する。

収束時間 T4 は、インク吐出時間 T3 が終了したときに発生する自由振動を収束して初期状態に戻す期間である。

図 3 に示された波形において、第 5 の時間 T4 (T0) で駆動波形の電圧は初期状態に戻っているが、メニスカスは第 4 の時間 T3 でインク滴を吐出したことによって発生した振動が残留している。この残留振動にはインク室自身の機械的構造物としての圧力波振動とインク自体の流体力学的な表面張力振動よりなる。

これら振動が残留したなかで次の吐出動作を試みた場合、前述のようにその吐出は自身の駆動によって生じるメニスカス変動と前の吐出の際のメニスカスの残留振動が重畳するため、インク滴の吐出時のメニスカス位置は前の吐出時のものとは異なってしまふ。そのため、結果として吐出するインク滴の大きさや速度が変動し吐出動作の安定が得られない。

そこで、本発明は、インク滴の吐出によって生じるメニスカスの残留振動を積極的に制御し、所望のインク滴の吐出性能が得られる

インクジェットヘッドの駆動方法を提供するものである。

図3に示した駆動電圧波形による駆動方法において、時間T1、T2におけるインクの引き込み量は、第1の時間T0において印加されている電圧値V_HからV₁、V₂へ降下する変化量とインクの引き込み時間T1、T2によって決まってくる。即ち、電圧V_Hが高くて変化量が大きく、時間T1、T2が長いほどインクの引き込み量は多くなる。しかし、電圧V_Hが高くて変化量が大い場合、時間T1において生ずる負圧が大きいため、引き込み時間T1、T2をV_Hに応じて長くないとインクを所定の量引き込むことができない。一方、第1の時間T0において印加されている電圧値をV_Hより低くすると、インクの引き込み時間T1、T2は電圧値がV_Hの時より短くても所定量のインクを引き込むことができる。

また、時間T3におけるインクの吐出駆動の場合、電圧V_Hが高くて電圧変化量が大きく、時間T3が短いほど、吐出速度は高くなる。前述のように、インクの吐出速度が高いほどインクドットの着弾位置は正確になる。

本発明は上記事項を考慮に入れ、インク滴の吐出速度を落とすことなく、メニスカスの残留振動を積極的に制御することが可能なインクジェットヘッドの駆動方法を提供するものである。

図5は本発明の方法に用いる、インクジェットヘッドの圧電アクチュエータ10に電圧を印加する駆動回路の構成を示した図である。駆動回路はD/Aコンバータ50とオペアンプ51と電流増幅トランジスタ52からなる駆動波形発生回路60とトランスファークロップ53と圧電アクチュエータ10で構成されている。駆動波形発生回路60では、まずD/Aコンバータ50より基本駆動電圧波形が発生し、オペアンプ51で電流増幅され、電流増幅トランジスタ52から出力される。

駆動波形発生回路60から出力された共通駆動波形信号PCは各トランスファージェット53に接続されており、トランスファージェット53はコントロール信号CによってON/OFFが制御され、ON時に圧電アクチュエータ10に駆動電圧波形が印加され、圧電アクチュエータ10が変形する。

図6は図5に示された駆動回路の各部における電圧波形を示した図である。Cはトランスファージェット53をON/OFF制御するコントロール信号であり、PCは上記駆動電圧波形発生回路60から出力される共通駆動電圧波形である。PVは、コントロール信号CがON時に圧電アクチュエータ10に印加される駆動電圧波形である。

図7は、本発明方法による、上記駆動回路から出力されるインクジェットヘッドの圧電アクチュエータの駆動電圧波形と、レーザードップラー振動計を用いて計測したメニスカスの振動の変位を示す波形図である。図7において、(a)は本発明における圧電アクチュエータへの駆動電圧波形であり、(b)はそのときのメニスカスの振動の変位を示す波形である。

初期状態である第1の時間T0では、(a)に示すように圧電アクチュエータには最大印加電圧VHよりも低い電圧VLが印加され、充電した状態で保持されている。メニスカスは(b)に示すように変位はゼロでノズル孔の端部で若干凹状の形状をして平衡状態を保っている。

次に、第2の時間T1で圧電アクチュエータに印加される電圧をV1まで急激に降下させる。すると、圧電アクチュエータは急速に電荷を放電し、インク室の容積を増加させる方向に急激に変形する。これによってインク室内は負圧となり、メニスカスはインク室の内側へ引き込まれ後退する。このとき第2の時間T1を短くするほ

どインク室内に発生する負圧が高くなり、メニスカスの後退量は多くなる。

次に、第3の時間 T_2 において、圧電アクチュエータに印加される電圧を V_2 まで降下させる。時間 T_2 において印加される電圧は第2の時間 T_1 に印加される電圧に比べて電圧勾配が緩やかな電圧波形である。すると、圧電アクチュエータは緩やかに電荷を放電する。これによってメニスカスのインク室の内側への引き込みは抑制され、インク室内へインク供給口を介してインクタンクからのインク引き込みが行われる。そして、メニスカスはノズル孔側へと戻り始めインク室の内容積は増加して行く。一般的にはメニスカスの戻り速度はメニスカスの持つ表面張力振動周期で行われるが、この場合は第3の時間 T_2 の電圧勾配の変更によってある程度制御され、最終的なインク滴の吐出量は第3の時間の T_2 によって決定されるメニスカスの位置によって決まる。

次に、第4の時間 T_3 で圧電アクチュエータに印加される電圧を急激に電圧 V_H まで上昇させ、圧電アクチュエータを充電する。このとき圧電アクチュエータの充電量は最大となる。これによってメニスカスはノズル孔から外側に飛び出しインク滴を生成し、吐出する。このとき第4の時間 T_3 を短くするほどノズル孔より吐出するインク滴の速度が速くなる。

第5の時間 T_4 においては、第4の時間 T_3 における電圧 V_H が保持され、圧電アクチュエータは充電状態にある。このときメニスカスは吐出の反力により振動しており（圧力波振動を伴った表面張力振動）、抑制されないままに自由振動している。電圧保持時間 T_4 は、吐出による反力によって生じたメニスカスの表面張力振動がインク室内に後退し、その後運動方向をノズル孔側へと変化させ初期位置へ戻ってくるまでの間とする。この時のメニスカスの戻り

時間は吐出時のインク滴の速度や大きさによって異なり、吐出速度が速いほどメニスカスの戻り時間は遅くなる。

次に、第6の時間T5で電圧を初期状態の電圧V_Lまで降下させ、圧電アクチュエータから電荷を放電する。これによりインク室の容積は増加する。このときの第6の時間T5を、第4の時間T3の吐出によって生じたメニスカスの表面張力振動周期 ($\omega = \sqrt{2\pi\sigma Sch / \rho Lch \times 1 / Snz}$ σ : インク表面張力 ρ : インク密度

Sch: インク室横断面積 Lch: インク室長さ Snz: ノズル孔面積) の1/2に設定し、かつ電圧の降下量を、インクジェットヘッドのインク室20が、第4の時間T3の吐出によって生じたメニスカスの表面張力振動の振幅に相当する振動をインク室に発生させる値に設定する。なお、上記電圧降下量については、インク室の振動の振幅を測定し、メニスカスの振動を相殺できる振動を発生する電圧値を予め求めておく。

上記のように、電圧をV_HからV_Lまで降下させる第6の時間T5の時間を、メニスカスの表面張力振動周期の1/2とし、V_HからV_Lへの電圧降下量をインクの吐出によって生じたメニスカスの表面張力振動の振幅に相当する振動をインク室に発生させる値に設定することにより、メニスカスの残留振動の振幅に相当し、かつ位相の反転した振動がインク室20に発生する。即ち、例えばインク吐出の後にメニスカスがインク室の内側に戻り、その後再びノズル孔の外側に凸状になろうとした時、電圧がV_HからV_Lまで降下してインク室が拡大されるため、メニスカスが凸状になろうとする力が吸収される。この位相の反転した振動により、メニスカスの残留振動は相殺され、早期に抑制される。

上記説明では、初期状態である第1の時間T0における電圧値を、第6の時間T5で降下した電圧値V_Lと同じ値とした。しかし、

初期状態の電圧値をV LではなくV Hとしても、メニスカスの残留振動を抑制する効果は有する。しかしその場合、第6の時間T 5で電圧をV Lに降下させた後V Hに上昇させる必要がある。

なお、初期状態である第1の時間T 0における電圧値を、インク吐出時の電圧値V Hより低いV Lとすることにより、短い時間で所定量のインクを引き込むことができる効果を有することはすでに述べた。

請 求 の 範 囲

1. 一方をノズルに他方をインクタンクに連通されたインク室の壁面の少なくとも一部を圧電アクチュエータで変形し、インクを吐出するインクジェットヘッドの駆動方法であって、

前記圧電アクチュエータに印加される電圧を初期状態の電圧値から降下させ、前記インク室の容積を増加させてインクを引き込む段階、

前記印加電圧を前記初期状態の電圧値より高い所定の値に急激に上昇させてインク室の容積を減少させインクを吐出させる段階、

前記所定の電圧値をメニスカスが初期位置に戻るまでの時間保持する段階、

前記印加電圧を前記所定の電圧値から初期状態の電圧値まで降下させ、インク室の容積を増加させる段階よりなり、

前記所定の電圧値から初期状態の電圧値に降下する間の時間を、前記インクの吐出によって生じたメニスカスの表面張力振動周期の $1/2$ とし、かつ前記所定の電圧値と初期状態の電圧値との差を、前記メニスカスの表面張力振動の振幅に相当する振動がインク室に発生する値とした、

インクジェットヘッドの駆動方法。

2. 一方をノズルに他方をインクタンクに連通されたインク室の壁面の少なくとも一部を圧電アクチュエータで変形し、インクを吐出するインクジェットヘッドの駆動方法であって、

前記圧電アクチュエータに印加される電圧を初期状態の電圧値から降下させ、前記インク室の容積を増加させてインクを引き込む段階、

前記印加電圧を前記初期状態の電圧値に急激に上昇させてインク

室の容積を減少させインクを吐出させる段階、

前記上昇させた電圧値をメニスカスが初期位置に戻るまでの時間保持する段階、

前記印加電圧を前記上昇させた電圧値より低い所定の電圧値まで降下させ、インク室の容積を増加させる段階よりなり、

前記上昇させた電圧値から前記所定の電圧値に降下する間の時間を、前記インクの吐出によって生じたメニスカスの表面張力振動周期の $1/2$ とし、かつ前記上記させた電圧値と前記所定の電圧値との差を、前記メニスカスの表面張力振動の振幅に相当する振動がインク室に発生する値とした、

インクジェットヘッドの駆動方法。

3. 前記圧電アクチュエータに印加される電圧を初期状態の電圧値から降下させる段階が2つの段階よりなり、第1の段階において電圧を急激に降下させ、第2の段階において電圧を第1の段階より緩やかに降下させる、請求の範囲1または2に記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

Fig.1

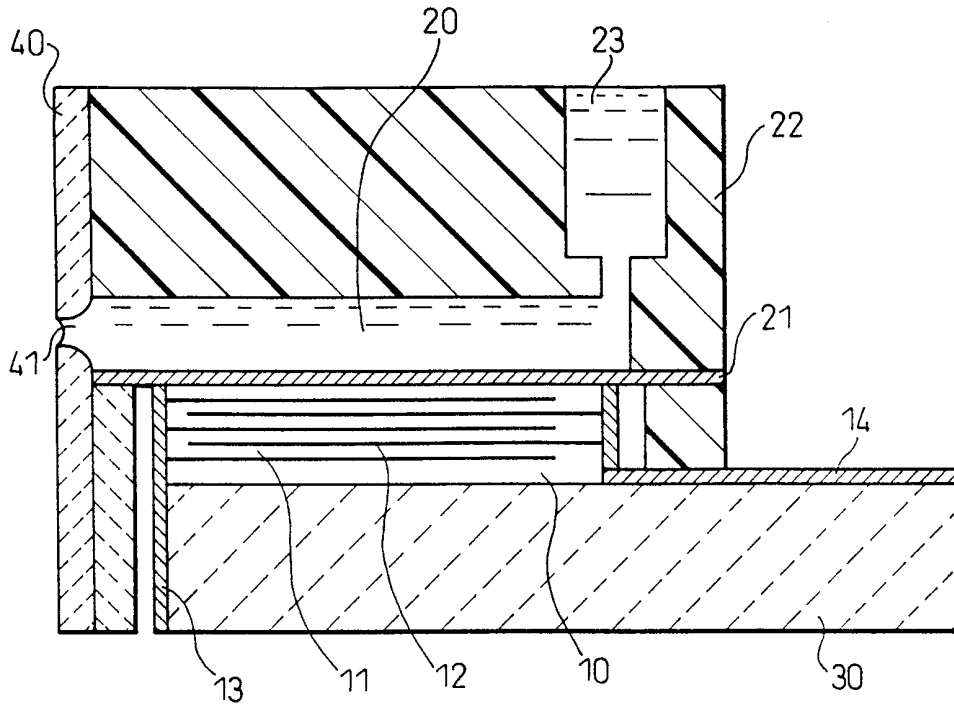


Fig.2

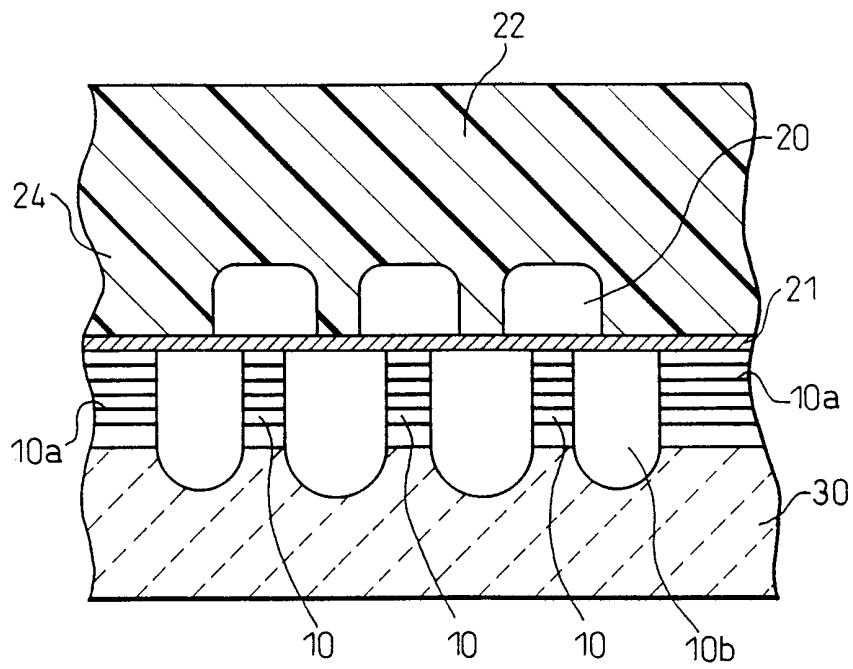


Fig.3

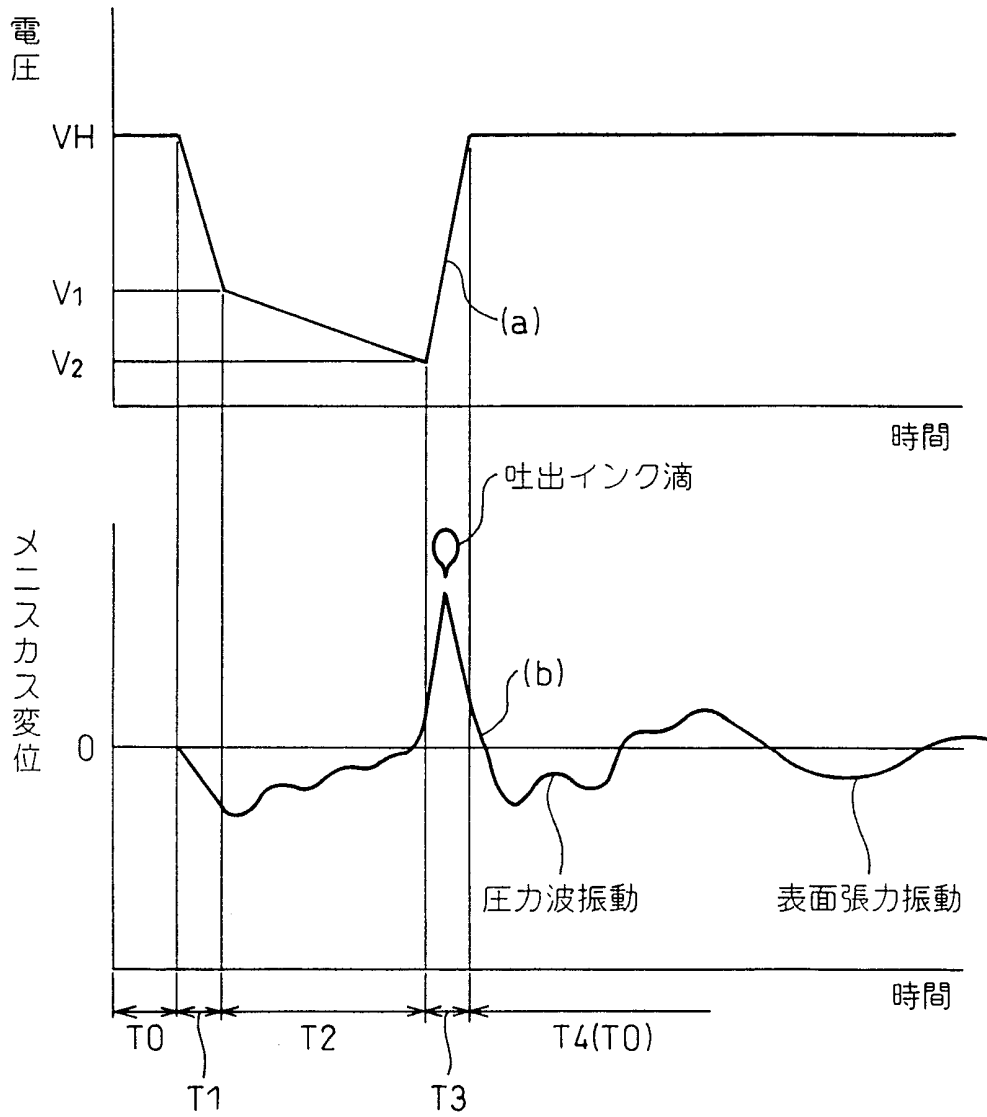
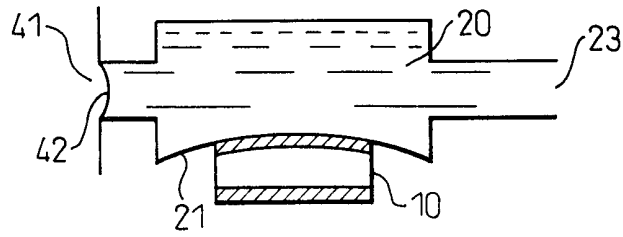
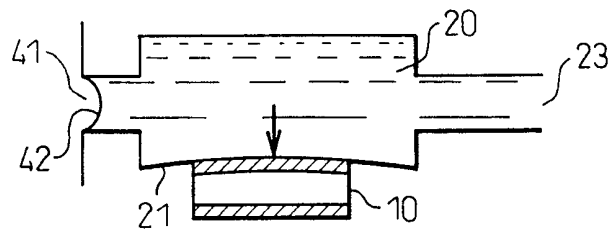


Fig.4

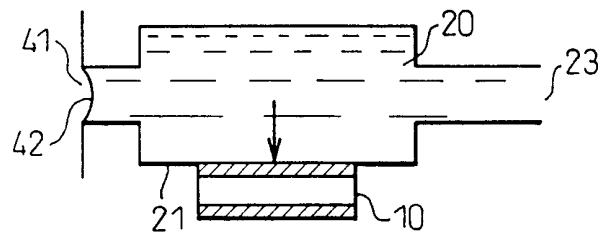
(a)



(b)



(c)



(d)

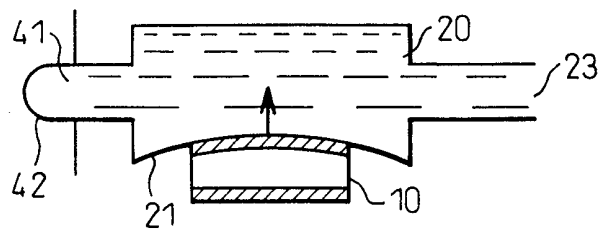


Fig.5

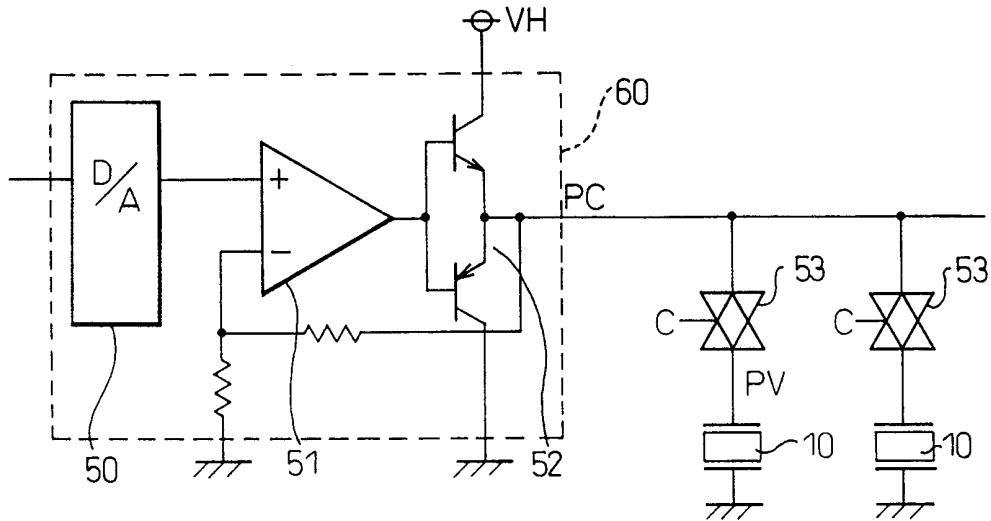


Fig.6

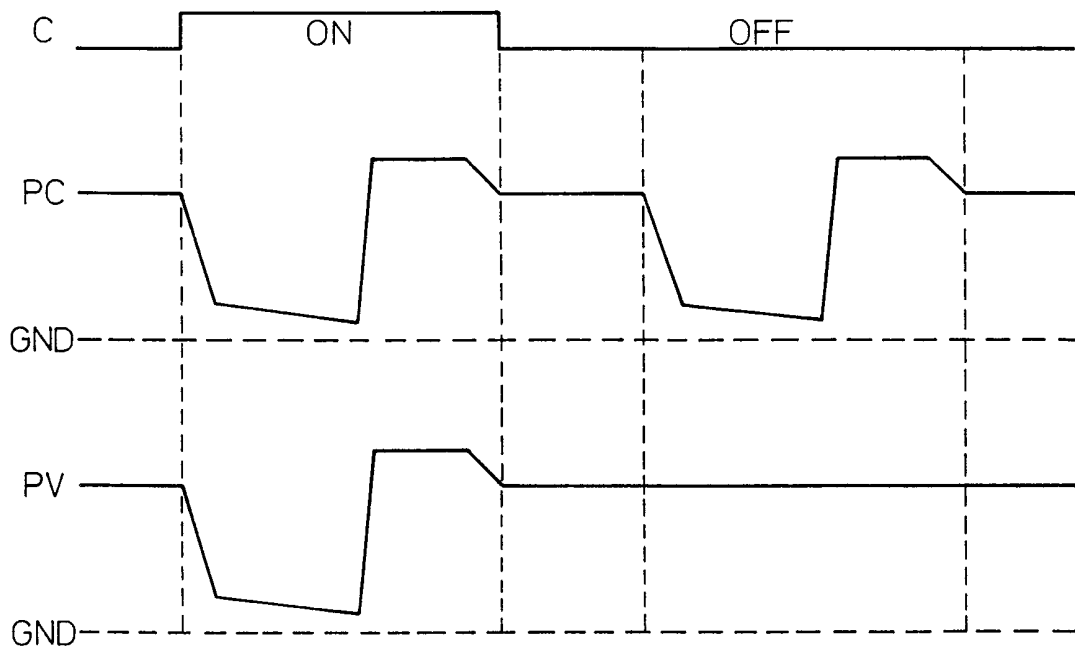
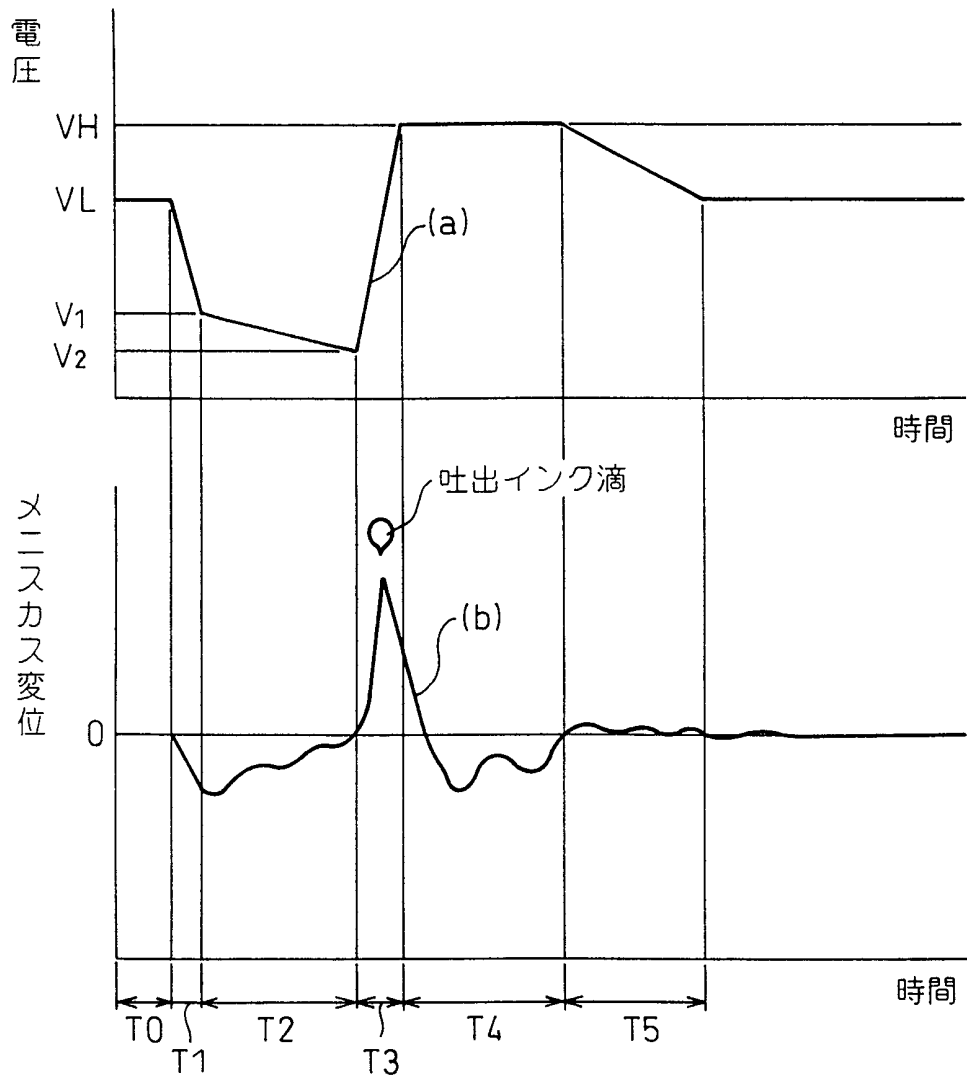


Fig.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| |
|---|
| International application No. PCT/JP98/01985 |
|---|

| | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------------|---------------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁶ B41J2/045, B41J2/055 | | | | | | | | | | |
| 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 ⁶ B41J2/045, B41J2/055 | | | | | | | | | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Jitsuyo Shinan Koho</td> <td style="width: 33%;">1926-1996</td> <td style="width: 33%;">Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td style="width: 33%;">1994-1998</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-1998</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-1998</td> </tr> </table> | | | Jitsuyo Shinan Koho | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-1998 | Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-1998 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-1998 |
| Jitsuyo Shinan Koho | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-1998 | | | | | | | |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-1998 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-1998 | | | | | | | |
| 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. | | | | | | | | |
| A | JP, 7-178907, A (Seiko Epson Corp.), July 18, 1995 (18. 07. 95) (Family: none) | 1-3 | | | | | | | | |
| A | JP, 1-278358, A (Canon Inc.), November 8, 1989 (08. 11. 89) (Family: none) | 1-3 | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 July 14, 1998 (14. 07. 98) | Date of mailing of the international search report July 21, 1998 (21. 07. 98) | | | | | | | | | |
| 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. C 1 ⁶ B 4 1 J 2/045 B 4 1 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. C 1 ⁶ B 4 1 J 2/045 B 4 1 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 1926-1996 日本国公開実用新案公報 1971-1998 日本国登録実用新案公報 1994-1998 日本国実用新案登録公報 1996-1998 | | |
| 国際調査で使用了電子データベース (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 |
| A | JP, 7-178907, A (セイコーエプソン株式会社) 18. 7月. 1995 (18. 07. 95) ファミリーなし | 1-3 |
| A | JP, 1-278358, A (キヤノン株式会社) 8. 11月. 1989 (08. 11. 89) ファミリーなし | 1-3 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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」 先行文献ではあるが、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 | | |
| の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 | 14. 07. 98 | 国際調査報告の発送日 21. 07. 1998 |
| 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) 芝 哲 央 印 | 2C 7810 |
| 電話番号 03-3581-1101 内線 3222 | | |