(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3577340号
(P3577340)
(45)発行日　平成16年10月13日(2004.10.13)　(24)登録日　平成16年7月16日(2004.7.16)

(51)Int.Cl.[7]　F I
B41J　2/05　B41J　3/04　103B

請求項の数 8　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願平6-113824
(22)出願日　平成6年4月28日(1994.4.28)
(65)公開番号　特開平7-1736
(43)公開日　平成7年1月6日(1995.1.6)
審査請求日　平成13年4月10日(2001.4.10)
(31)優先権主張番号　057,943
(32)優先日　平成5年5月3日(1993.5.3)
(33)優先権主張国　米国(US)

前置審査

(73)特許権者　398038580
ヒューレット・パッカード・カンパニー
HEWLETT－PACKARD COMPANY
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト　ハノーバー・ストリート　３０００
(74)代理人　100081721
弁理士　岡田　次生
(72)発明者　スコット・ダヴリュ・ホック
アメリカ合衆国カリフォルニア州サンディエゴ　イーストボーン・ロード　１２１８７

最終頁に続く

(54)【発明の名称】熱インクジェットプリンタを作動させる方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
プリントヘッドに与えられるパルスに応答するインク発射抵抗体を有するプリントヘッドを備える熱インクジェットプリンタを作動させる方法であって、前記パルスは、電圧、パルス幅、およびパルスの該電圧と該パルス幅とによって規定されるパルスエネルギーを有しており、
（Ａ）予め決められた範囲に及ぶよう漸次増加するパルスエネルギーの一連のパルスバーストを、前記プリントヘッドに印加するステップであって、該一連のパルスバーストのそれぞれにおいては、該パルスバーストに関連するパルスエネルギーを持ち、かつ該プリントヘッドの動作温度が定常状態に達するのに十分な数のパルスを、該プリントヘッドに印加するステップと、
（Ｂ）前記一連のパルスバーストのそれぞれについて、前記定常状態でのプリントヘッドの動作温度をサンプリングし、前記漸次増加するパルスエネルギーに関連する一組の温度サンプルを生成するステップと、
（Ｃ）前記温度サンプルに適合する温度曲線の傾斜が、前記パルスエネルギーの増加に従って負から相対的に正の方向に変化する領域において、該温度曲線の最大曲率に対応するターンオンパルスエネルギーを求めるステップであって、該ターンオンパルスエネルギーは、成熟したインク滴を生成する最小のパルスエネルギーである、ステップと、
（Ｄ）前記ターンオンパルスエネルギーより大きいパルスエネルギーであって、前記インク発射抵抗体の尚早の故障を回避し、かつ所望の印刷品質を生成する範囲にあるパルスエ

ネルギーで、前記熱インクジェットのプリントヘッドを作動させるステップと、
を含む、熱インクジェットのプリントヘッドを作動させる方法。
【請求項２】
前記ステップ（Ｃ）は、さらに、
（１）関連するパルスエネルギーを有する最大温度サンプルと、該最大温度サンプルに関連するパルスエネルギーよりも大きいパルスエネルギーを有する後続の最小温度サンプルとの間にある温度サンプルに、第１の線形回帰線を合わせるステップと、
（２）前記最小温度サンプルに関連するパルスエネルギーよりも大きい関連するパルスエネルギーをそれぞれが有する温度サンプルに、第２の線形回帰線を合わせるステップと、
（３）前記第１および第２の線形回帰線の交点に対応するターンオンパルスエネルギーを求めるステップと、
を含む、請求項１に記載の熱インクジェットのプリントヘッドを作動させる方法。
【請求項３】
前記ステップ（Ｃ）は、さらに、
（１）前記温度サンプルに、温度曲線を合わせるステップと、
（２）前記温度曲線の傾斜が、前記パルスエネルギーの増加に従って負から相対的に正の方向に変化する領域において、該温度曲線の最大曲率に対応するターンオンパルスエネルギーを求めるステップと、
を含む、請求項１に記載の熱インクジェットのプリントヘッドを作動させる方法。
【請求項４】
前記ステップ（Ｃ）は、最大値を有する温度サンプルに対応するパルスエネルギーよりも大きいパルスエネルギーを持ち、かつ最小値を有する温度サンプルに対応するターンオンパルスエネルギーを求めるステップを含む、請求項１に記載の熱インクジェットのプリントヘッドを作動させる方法。
【請求項５】
プリントヘッドに与えられるパルスに応答するインク発射抵抗体を有するプリントヘッドを備える熱インクジェットプリンタを動作させる方法であって、前記パルスは、電圧、パルス幅、およびパルスの該電圧と該パルス幅によって規定されるパルスエネルギーを有しており、
（Ａ）予め決められた範囲に及ぶよう漸次減少するパルスエネルギーの一連のパルスバーストを、前記プリントヘッドに印加するステップであって、該一連のパルスバーストのそれぞれにおいては、該パルスバーストに関連するパルスエネルギーを持ち、かつ該プリントヘッドの動作温度が定常状態に達するのに十分な数のパルスを、該プリントヘッドに印加するステップと、
（Ｂ）前記一連のパルスバーストのそれぞれについて、前記定常状態での前記プリントヘッドの動作温度をサンプリングし、前記漸次減少するパルスエネルギーに関連する一組の温度サンプルを生成するステップと、
（Ｃ）前記温度サンプルに適合する温度曲線の傾斜が、前記パルスエネルギーの増加に従って負から相対的に正の方向に変化する領域において、該温度曲線の最大曲率に対応するターンオンパルスエネルギーを求めるステップであって、該ターンオンパルスエネルギーは、成熟したインク滴を生成する最小のパルスエネルギーである、ステップと、
（Ｄ）前記ターンオンパルスエネルギーより大きいパルスエネルギーであって、前記インク発射抵抗体の尚早の故障を回避し、かつ所望の印刷品質を生成する範囲にあるパルスエネルギーで、前記熱インクジェットのプリントヘッドを作動させるステップと、
を含む、熱インクジェットのプリントヘッドを作動させる方法。
【請求項６】
前記ステップ（Ｃ）は、
（１）関連するパルスエネルギーを有する最大温度サンプルと、該最大温度サンプルに関連するパルスエネルギーよりも大きいパルスエネルギーを有する後続の最小温度サンプルとの間にある温度サンプルに、第１の線形回帰線を合わせるステップと、

（２）前記最小温度サンプルに関連するパルスエネルギーよりも大きい関連するパルスエネルギーをそれぞれが有する温度サンプルに、第２の線形回帰線を合わせるステップと、
（３）前記第１および第２の線形回帰線の交点に対応するターンオンパルスエネルギーを求めるステップと、
を含む、請求項５に記載の熱インクジェットのプリントヘッドを作動させる方法。
【請求項７】
前記ステップ（Ｃ）は、
（１）前記温度サンプルに、温度曲線を合わせるステップと、
（２）前記温度曲線の傾斜が、前記パルスエネルギーの増加に従って負から相対的に正の方向に変化する領域において、該温度曲線の最大曲率に対応するターンオンパルスエネルギーを求めるステップと、
を含む、請求項５に記載の熱インクジェットのプリントヘッドを作動させる方法。
【請求項８】
前記ステップ（Ｃ）は、最大値を有する温度サンプルに対応するパルスエネルギーよりも大きいパルスエネルギーを持ち、かつ最小値を有する温度サンプルに対応するターンオンパルスエネルギーを求めるステップを含む、請求項５に記載の熱インクジェットのプリントヘッドを作動させる方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は一般に熱インクジェットプリンタに関するもので、更に詳細には、プリントヘッドがプリンタに設置された状態の熱インクジェットプリントヘッドのターンオンエネルギを決定する方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
インクジェットプリンタは印刷媒体について規定されたアレイの特定の場所に個々のドットのパターンを印刷することにより印刷画像を形成する。その場所は直線状アレイを成す小さなドットとして便利に目に見える。その場所は時に「ドット場所」、「ドット位置」、または「画素」と言われることがある。したがって、印刷動作をドット場所のパターンをインクのドットで埋めることと見なすことができる。
【０００３】
インクジェットプリンタは、インクの非常に小さいしずくを印刷媒体上に放出することによりドットを印刷するもので、典型的には各々がインク放出ノズルを有する一つ以上のプリントヘッドを支持する可動キャリッジを備えている。キャリッジは印刷媒体の表面上を横断し、ノズルはマイクロコンピュータまたは他のコントローラの命令に従って適切な時期にインクの小滴を放出するよう制御され、この場合インク滴を施すタイミングは印刷されている画像の画素のパターンに対応するようにされる。
【０００４】
熱インクジェットプリンタのプリントヘッドは普通、典型的には一つ以上のインク溜めとさらに、インク放出ノズルのアレイを有するノズル板、それぞれのノズルに隣接する複数のインク発射室、およびインク放出ノズルとは反対側で且つ発射室によりノズルから隔てられて発射室に隣接している複数のヒータ抵抗体を備えた集積回路プリントヘッドを備えている、取換え可能なプリントヘッドカートリッジとして実施されている。各ヒータ抵抗体は充分なエネルギの電気パルスに応答してその関連ノズルからインク小滴を発射させる。
【０００５】
熱インクジェットプリントヘッドでは適切な体積のインク滴を発射するためには一定の最小エネルギ（ここではターンオンエネルギと称する）が必要である。ターンオンエネルギはプリントヘッドの構成が違えば異なる可能性があり、事実製造公差のため所定のプリントヘッド構成の異なるサンプル間でも変っている。その結果、熱インクジェットプリンタ

は、収容し得るプリントヘッドカートリッジについて予想される最低ターンオンエネルギより大きい一定のインク発射エネルギを供給するよう構成されている。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

一定のインク発射エネルギを使用することに伴う考慮事項は、特定のプリントヘッドカートリッジの実際のターンオンエネルギより過度に大きい発射エネルギはヒータ抵抗体の動作寿命を短かくし、印刷品位を低下させるということである。一定のインク発射エネルギを使用することに伴う他の考慮事項は、現存する熱インクジェットプリンタに対するものとは所要インク発射エネルギが異なる、新しく開発され、または考案されたプリントヘッドを使用することができないということである。

【０００７】

プリントヘッドカートリッジの製造業者が、市場に出す前に各プリントヘッドのターンオンエネルギ試験をすることは可能であろうが、ターンオンエネルギを決定する既知の方法（たとえば、インク滴の体積またはインク滴の速度を検出することによる）は複雑でしかも時間が多くかかり、生産製造には適応し難い。その上、プリントヘッドのターンオンエネルギはその有効寿命を通じて一定のままになっていない。

【０００８】

それ故、熱インクジェットプリントヘッドのターンオンエネルギを、プリントヘッドがプリンタに設置された状態で決定する、熱インクジェットプリンタを提供するのが有利である。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

前述および他の利点は、本発明の、プリントヘッドに、所定のパルス電圧範囲にわたるそれぞれの漸次増大するまたは減少するパルス電圧の一連のパルスバーストを印加するステップであって、各パルスバーストは、所定のパルス幅およびパルス周波数を有し、且つそのようなパルスバーストに関連し且つこのようなパルスバーストのすべてのパルスについて一定であるパルス電圧を有する複数のパルスから構成されており、各バーストはプリントヘッドにパルスバーストのパルスエネルギで定常状態の動作温度を達成せしめるのに充分な数のパルスを備えているものであるステップ、プリントヘッドの定常状態の動作温度を異なる電圧のパルスバーストの各々についてサンプルし、それぞれ増大する電圧と関連する一組の温度サンプルを作るステップ、温度サンプルからターンオンパルス電圧を決定するステップ、および熱インクジェットプリントヘッドをターンオンパルス電圧により与えられるターンオンパルス電圧より大きく且つヒータ抵抗体の尚早の故障を回避しつつ所要印刷品質を生成させる範囲にあるパルスエネルギで動作させるステップから成る熱インクジェットプリントヘッドの動作方法により達成される。

【００１０】

【実施例】

下記実施例の詳細説明および図面の幾つかの図において、類似要素は類似参照数字で区別してある。

【００１１】

図１を参照すると、図示されているのは本発明の方法を採用した熱インクジェットプリンタの実施例１の簡略ブロック図である。

コントローラ１１は印刷データ入力を受取り、印刷データを処理して印刷制御情報をプリントヘッド駆動回路１３に供給する。制御電圧電源１５はプリントヘッド駆動回路１３にその大きさがコントローラ１１により制御される制御供給電圧Ｖｓを供給する。プリントヘッド駆動回路１３は、コントローラ１１により制御されて、電圧ＶＰの駆動または付勢電圧パルスを、薄膜インク滴発射ヒータ抵抗体１７を備えている薄膜集積回路熱インクジェットプリントヘッド１９に加える。

電圧パルスＶＰは典型的には、導電線路によりヒータ抵抗体に接続されている接触パッドに加えられ、したがってインク発射抵抗体が受取るパルス電圧は典型的にはプリントヘッ

ド接触パッドにおけるパルス電圧ＶＰより小さい。ヒータ抵抗体両端間の実際の電圧は容易には測定できないから、ここに記したようなヒータ抵抗体に対するターンオンエネルギはヒータ抵抗体に関連するプリントヘッドカートリッジの接触パッドに加えられる電圧を参照することにより得られる。ヒータ抵抗体に関連する抵抗はヒータ抵抗体および相互接続回路のパッドからパッドまでの抵抗（すなわち、ヒータ抵抗体に関連するプリントヘッドの接触パッド同志の間の抵抗）で表わされる。

【００１２】

パルス電圧ＶＰと供給電圧Ｖｓとの間の関係は駆動回路の特性によって変る。たとえば、プリントヘッド駆動回路は実質上一定の電圧降下Ｖｄとしてモデル化することができ、このような構成に対してパルス電圧ＶＰは供給電圧Ｖｓから駆動回路の電圧降下Ｖｄを減じた式（１）に示すものに実質上等しい。

【００１３】

【数１】

$$VP = V_s - V_d \qquad (1)$$

【００１４】

プリントヘッド駆動回路１３が抵抗Ｒｄを有するものとして更に良くモデル化すれば、式（２）で示すようになる。

【００１５】

【数２】

$$VP = V_S \left(R_p / (R_d + R_p) \right) \qquad (2)$$

【００１６】

ここでＲｐはヒータ抵抗体に関連するパッドとパッドの間の抵抗である。

【００１７】

コントローラ１１は、既知のコントローラ機能を備えたマイクロコンピュータ構造から構成することができるが、更に詳細には、コントローラにより選択されたとうりの幅および周波数の駆動電圧パルスを発生するプリントヘッド駆動回路１３にパルス幅およびパルス周波数のパラメータを供給すると共に、コントローラ１１により制御されるとき電圧制御電源１５により供給される供給電圧Ｖｓによって決まるパルス電圧ＶＰを供給する。本質的に、コントローラ１１はプリントヘッド駆動回路１３によりヒータ抵抗体１７に加えられる電圧パルスのパルス幅、周波数、および電圧を制御する。

【００１８】

既知のコントローラ構造の場合のように、コントローラ１１は典型的には、プリントヘッドカートリッジ（図示せず）の制御および印刷媒体の移動の制御のような他の機能を行う。

【００１９】

図１の熱インクジェットプリンタの集積回路プリントヘッドはまた、たとえば、ヒータ抵抗体の或るものの近傍に設置された、熱検知抵抗体から成る温度センサ２１を備え、集積回路プリントヘッドの温度を表わすアナログ電気信号を発生する。温度センサ２１のアナログ出力はディジタル出力をコントローラ１１に供給するアナログ－ディジタル（Ａ／Ｄ）変換器２５に供給される。Ａ／Ｄ変換器２５のディジタル出力は温度センサ２１のアナログ出力の量子化サンプルから構成されている。Ａ／Ｄ変換器２５の出力は温度センサ２１により検出された温度を表わす。

【００２０】

本発明によれば、コントローラ１１は、ヒータ抵抗体が適格な体積のインク滴を発生する最小パルスエネルギである、プリントヘッド１９に対応するターンオンパルスエネルギを決定するが、この場合パルスエネルギは電圧パルスにより発生される電力の量、すなわち、電力にパルス幅を乗じたものを指している。
図２は個別の正規化プリントヘッド温度データおよび熱インクジェットプリントヘッドの各抵抗体に加えられるパルスエネルギに対してプロットされた個別の正規化プリントヘッド温度データおよび正規化インク滴体積データにより描かれた代表的曲線を示す。温度曲線に関する個別のプリントヘッド温度は十字（＋）で描いてあるが、インク滴体積曲線に利用される個別小滴体積は中空正方形（□）で描いてある。図２の曲線はヒータ抵抗体の動作の三つの異なる段階を示しいる。
第１の段階は、エネルギが核形成を生ずるには不充分な核不形成段階である。核不形成段階ではプリントヘッド温度はパルスエネルギが増大するにつれて上昇するが、インク滴体積は０のままである。次の段階はパルスエネルギがインク滴形成核形成を生ずるには充分であるが、インク滴が適格な体積のものではない遷移段階である。
遷移段階ではインク滴体積はパルスエネルギの増大と共に増大するが、プリントヘッド温度はパルスエネルギが増大すると共に下降する。プリントヘッド温度が下降するのはインク滴の体積が増大することによりプリントヘッドから伝達される熱量が増大するためである。次の段階は小滴体積が比較的安定で、温度がパルスエネルギの増大と共に上昇する成熟段階である。図２は成熟段階の低エネルギ部分だけを示しており、プリントヘッド温度は、インク滴体積が成熟段階では比較的一定であるからパルスエネルギの増大と共に上昇することを認めるべきである。ターンオンエネルギは成熟したインク滴を発生する最小パルスエネルギであると定義される。換言すれば、ターンオンエネルギを超えてパルスエネルギが増大してもインク滴体積は増大しない。

【００２１】

図２に示す温度曲線には、一つは核不形成段階から遷移段階までの間、他は遷移段階と成熟段階との間の、二つの屈曲点ＡおよびＢがある。各屈曲点は適合曲線の傾斜が反転する、すなわち、正から負に変化する、または負から正に変化する領域における温度曲線の最大曲率の点である。最大曲率の点は温度曲線の傾斜の変化が最大の点である。特に、屈曲点Ａは温度曲線の傾斜が正から負に変化する領域にあり、一方屈曲点Ｂは温度曲線の傾斜が負から正に変化する領域にある。

【００２２】

本発明によれば、プリントヘッドはその最小ターンオンエネルギについて一般に次のように試験される。異なるパルスエネルギに対する一連の温度サンプルを試験されるプリントヘッドについて作る。次に試験されるプリントヘッドについて作る。次に温度サンプルを、たとえば、コンピュータ処理により分析して温度データにある屈曲点ＡおよびＢを見つける。この場合このような屈曲点は個別温度サンプル間にある可能性がある。屈曲点Ｂに対応するパルスエネルギを被試験プリントヘッドのターンオンエネルギとして選択し、一方屈曲点Ａに対応するパルスエネルギをターンオンエネルギと比較してプリントヘッドが適格に動作しているか否かを判定する。
屈曲点Ｂに対応するパルスエネルギと屈曲点Ａに対応するパルスエネルギとの間の差が所定量より大きければ、試験中のプリントヘッドは核形成が貧弱なため不良であると考えられる。このような所定量は各プリントヘッド構成について経験的に決められる。

【００２３】

プリントヘッドが適格に動作していると判定されれば、プリントヘッドをターンオンエネルギの測定値より大きく、ヒータ抵抗体の尚早の故障を回避しつつ適正な印刷品質を確保する範囲内にあるエネルギで動作させる。屈曲点ＡおよびＢに対応するエネルギの差がプリントヘッドが適正に動作していないことを示せば、プリントヘッドが不良である、またはプリントヘッドを公称パルスエネルギで動作することができるということを示す故障報告を発生することができる。

【００２４】

屈曲点ＡおよびＢは、温度サンプルを通じて描かれ、または適合する曲線の局限された最大曲率の点であるが、実際の曲線適合を含む、または含まない慣習的数値技法に従って容易に求められる。

【００２５】

たとえば、温度データを核不形成、遷移、および成熟の各段階に対応する三つのサブグループに分割することができる。それぞれの最良の適合線を温度サブグループの各々について、たとえば線形回帰により決定し、遷移段階の最良適合線と成熟段階の最良適合線との交点に対応するエネルギをターンオンエネルギとして選定し、一方核不形成段階と遷移段階との交点に対応するエネルギをターンオンエネルギと比較してプリントヘッドが適正に動作しているか判定する。特定の例示例によれば、温度サンプルを一連の増大するパルスエネルギに関する温度データを検討することによりサブグループに分離することができる。最低エネルギに対する温度データサンプルから最大温度データサンプル直前の温度データサンプルまでの温度データサンプルを第１サブグループに割当て、最大温度データサンプルから最小温度データサンプル直前のデータサンプルまでの温度データサンプルを第２サブグループに割当て、残りの温度データサンプルを第３サブグループに割当てる。プリントヘッドの特定の温度応答に応じて、最大のおよび後続最小の温度データサンプルおよびその近くにあるサンプルを、各線を温度データの直線部分に適合させるように、各線を温度サンプルの三つのサブグループに適合させる目的で無視することができる。

【００２６】

屈曲点ＡおよびＢを決定する他の例として、プリントヘッドの温度データを利用して、温度をエネルギの関数として規定する温度データに適合する最良適合曲線に対する方程式を求める。このとき、負傾斜から正傾斜への遷移の領域での最大曲率に対応するエネルギはターンオンエネルギから構成されるが、一方正傾斜から負傾斜への遷移の領域における最大曲率に対応するエネルギはターンオンエネルギと比較されてプリントヘッドが適正に動作しているか判定される。

【００２７】

屈曲点ＡおよびＢを決定する更に他の例として、最大温度および後続の最小温度を温度データに適合している最良適合曲線の方程式について求めることができる。最大温度は屈曲点Ａから成るが、後続最小温度は屈曲点Ｂに対応し、このような後続最小温度に対応するエネルギはターンオンエネルギから構成される。

【００２８】

屈曲点ＡおよびＢを決定するなお他の例として、温度曲線の特定の形状に応じ、温度データを最大および後続の最小について探すことができ、この場合このような最小に対応するエネルギはターンオンエネルギを構成する。

【００２９】

次に図３を参照すると、そこに示されているのは本発明によりターンオンエネルギを決定するための本発明による手順の流れ図である。１１１でサンプルカウントＩを０に初期設定し、試験パルス幅Ｗｔを正常動作中使用される固定動作パルス幅Ｗに設定し、試験パルス周波数Ｆｔを正常動作中使用される固定動作周波数Ｆに設定する。１１３で供給電圧を、プリントヘッドが核不形成段階で動作する充分低いパルスエネルギを供給するように決定される所定の最小電圧Ｖｍｉｎに設定する。ここに使用する限り、パルスエネルギはインク発射抵抗体に印加される電力にパルス幅を乗じたものである。

【００３０】

１１５で、サンプルカウントＩを１だけ増加する。１１７で電圧ＶＰｒ、幅Ｗｔ、および周波数Ｆｔのパルスのパルスバーストをプリントヘッドに加えるが、電圧ＶＰｒは特定の供給電圧から生ずるパルス電圧であり、パルスバーストの持続時間はプリントヘッドを、加えられているパルスの特定のパルスエネルギに対するその定常状態動作温度に到達させるのに充分なものである。

【００３１】

１１９で温度センサの出力をパルスバーストの終りでサンプルし、そのサンプルをＳＡＭ

ＰＬＥ（Ｉ）として格納する。１２１で供給電圧を所定量だけ増加し、１２３で供給電圧Ｖｓがプリントヘッドに対する予想最高ターンオンエネルギを発生するのに必要な供給電圧より大きいように選択された所定最大電圧Ｖｍａｘより大きいか否かについての判定を行う。否であれば、制御は１１５に移り、他の温度サンプルを得る。

【００３２】

１２３での判定がｙｅｓ、すなわち供給電圧Ｖｓが所定最大供給電圧Ｖｍａｘより大きければ、１２５で屈曲点ＡおよびＢに対応する供給電圧ＶＡおよびＶＢを決定する。１２７で供給電圧ＶＡとＶＢとの間の差が所定最大ＤＭＡＸより大きいか否かについての判定を行う。大きければ、１２９でエラーメッセージを送り、プリントヘッドを公称供給電圧に従って動作させる。１２７での判定が否であれば、１３１でターンオンエネルギＴＯＥをターンオン供給電圧である供給電圧ＶＢから決定し、プリントヘッドをターンオンエネルギの測定値より大きく且つヒータ抵抗体の尚早の故障を回避しつつ適正な印刷品質を確保する範囲内にある動作パルスエネルギで動作させる。

【００３３】

図３の手順に従い、それぞれ階段状にまたは歩進的に増加するパルスエネルギの一連のパルスバーストを試験中のプリントヘッドに加えるが、この場合パルスエネルギはプリントヘッドを核不形成段階と成熟動作段階との間で動作させて屈曲点ＡおよびＢを温度サンプルの分析に従って決定することができるようにする所定パルスエネルギ範囲にわたっている。各パルスバーストはプリントヘッドをパルスバーストのパルスエネルギに対する定常状態動作温度に到達させるのに充分な持続時間のものであり、定常状態温度サンプルは各パルスエネルギについて採取される。つぎにターンオンエネルギＴＯＥを温度サンプルから決定し、プリンタをターンオンエネルギより大きいパルスエネルギで動作させる。

【００３４】

所要動作パルスエネルギＯＰＥを発生する動作供給電圧Ｖｏｐは次のように容易に決定される。パルスエネルギは電力にパルス幅を掛けたものであり、電力は電圧の二乗を抵抗で割ったものである。したがって、供給電圧ＶＢにより供給されるターンオンエネルギＴＯＥは式（３）で表わすことができる。

【００３５】

【数３】

$$TOE = VP_{turn\ on}^{2} * Wt / Rp \qquad (3)$$

【００３６】

ここでＷｔはターンオン供給電圧ＶＢについて試験する際に利用されるパルス幅であり、ＶＰｔｕｒｎ　ｏｎはターンオン供給電圧ＶＢに従って駆動回路により生成されるパルスの電圧であり、Ｒｐはヒータ抵抗体に関連するパッドからパッドまでの抵抗である。

【００３７】

駆動回路が実質上一定の電圧降下を導入する構成について、ターンオンエネルギＴＯＥは式（１）および式（３）から次の式（４）のように表わすことができる。

【００３８】

【数４】

$$TOE = (VB - V_d)^2 * Wt / Rp \qquad (4)$$

【００３９】

ここでＶｄは駆動回路を横断する電圧降下である。

次に動作エネルギＯＰＥを選択し、選択された動作エネルギを発生するのに必要な動作供給電圧ＶｏｐをＯＰＥを式（４）と同様の動作供給電圧で表わすことにより、式（５）のように決定することができる。

【００４０】

【数５】

$$OPE = (V_{op} - V_d)^2 * W / R_p \qquad (5)$$

【００４１】

ここでＷは動作パルス幅である。式（５）を動作供給電圧Ｖｏｐについて解くと、次の式（６）が得られる。

【００４２】

【数６】

$$V_{op} = (R_p * OPE / W)^{1/2} - V_d \qquad (6)$$

【００４３】

駆動回路が抵抗器として更に良くモデル化されている特定の構成については、ターンオンエネルギＴＯＥを式（１）および式（３）から式（７）のように表わすことができる。

【００４４】

【数７】

$$TOE = (VB * R_p / (R_d + R_p))^2 * W_t / R_p \qquad (7)$$

【００４５】

ここでＲｄは駆動回路の抵抗であり、Ｗｔはターンオン供給電圧ＶＢの決定に使用されるパルス幅であり、Ｒｐはヒータ抵抗体の各々に関連するパッドからパッドまでの抵抗である。

【００４６】

次に動作エネルギＯＰＥを選択し、選択された動作エネルギを発生するのに必要な動作供給電圧Ｖｏｐを、ＯＰＥを式（７）と同様の所要供給電圧である式（８）として表わすことにより決定することができる。

【００４７】

【数８】

$$OPE = (V_{op} * R_p / (R_d + R_p))^2 * W / R_p \qquad (8)$$

【００４８】

ここでＷは動作パルス幅である。式（８）を動作供給電圧Ｖｏｐについて解けば次の式（９）が得られる。

【００４９】

【数９】

$$V_{op} = (R_p * OPE / W)^{1/2} * [(R_p + R_d) / R_p)] \quad (9)$$

【００５０】
ターンオン供給電圧からターンオンエネルギＴＯＥを評価するにあたり、および選択された動作パルスエネルギを発生する供給電圧を決定するにあたり、ヒータ抵抗体に関連するパッドからパッドまでの抵抗Ｒｐは、たとえば公称値を備えるか、あるいはヒータ抵抗体の抵抗を表わす測定値を、プリントヘッドがそのような測定値を発生させる回路を備えている範囲で、備えているものとする。
【００５１】
次に図４を参照すると、そこに示されているのは、本発明によるターンオンエネルギを試験中のプリントヘッドに加えられる一連の、それぞれの階段状にまたは歩進的に減少するパルスエネルギに従って温度データサンプルを決定することにより決定する本発明による更に他の手順の流れ図である。２１１でサンプルカウントＩを０に初期設定し、試験パルス幅Ｗｔを正常動作中に使用される固定動作パルス幅Wに設定し、試験パルス周波数Ｆｔを正常動作中使用される固定動作周波数Ｆに設定する。２１３で供給電圧をプリントヘッドに対する最高予想ターンオンエネルギを発生するのに必要な供給電圧より大きいように選択された所定の最大電圧Ｖｍａｘに設定する。ここに使用する限り、パルスエネルギはインク発射抵抗体に加えられる電力にパルス幅を乗じたものである。
【００５２】
２１５で、サンプルカウントＩを１だけ増加させる。２１７で電圧ＶＰｒ、幅Ｗｔ、および周波数Ｆｔのパルスのパルスバーストをプリントヘッドに加えるが、この場合電圧ＶＰｒは特定の供給電圧から得られるパルス電圧であり、パルスバーストの持続時間はプリントヘッドを、印加されているパルスの特定のパルスエネルギに対するその定常状態動作温度に到達させるに充分なものである。
【００５３】
２１９で温度センサの出力をパルスバーストの終りでサンプルし、そのサンプルをＳＡＭＰＬＥ（Ｉ）として格納する。２２１で供給電圧を所定量だけ減し、２２３で供給電圧ＶＳが、プリントヘッドがＶｍｉｎに設定されている供給電圧に従って核不形成段階で動作するように充分低く選定してある所定の最大電圧Ｖｍｉｎより小さいか否かに関して判定を行う。否であれば、制御は２１５に移って他の温度サンプルを得る。
【００５４】
２２３での判定がｙｅｓ、すなわち供給電圧Ｖｓが最小供給電圧Ｖｍｉｎより小さければ、２２５で屈曲点ＡおよびＢに対応する供給電圧ＶＡおよびＶＢを決定する２２７で供給電圧ＶＢとＶＡとの間の差が所定の最大ＤＭＡＸより大きいか否かに関して判定を行う。もし大きければ、２２９でエラーメッセージを送り、プリントヘッドを公称供給電圧で動作させる。２２７での判定が否であれば、２３１でターンオンエネルギＴＯＥをターンオン供給電圧である供給電圧ＶＢから求め、プリントヘッドをターンオンエネルギの測定値より大きく且つヒータ抵抗体の尚早の故障を回避しつつ適正な印刷品質を確保する範囲内にある動作パルスエネルギで動作させる。
【００５５】
以下、本発明の実施例を要約して列挙する。
１．　プリントヘッドに与えられるパルスに応答するインク発射抵抗体を有するプリントヘッドを備えている熱インクジェットプリンタを動作させる方法であって、前記パルスは電圧、パルス幅、およびパルスの電圧およびパルス幅により規定されるパルスエネルギを有するものである方法において、
プリントヘッドに所定のパルスエネルギー範囲にわたるそれぞれのパルスエネルギが漸次増大する一連のパルスバーストを印加し、各パルスバーストはそのようなパルスバースト

に関連するパルスエネルギを有する複数のパルスから成り、且パルスエネルギはそのようなバーストにおけるすべてのパルスに対して一定であり、各バーストはプリントヘッドにそのパルスバーストのパルスエネルギで定常状態の動作温度を達成せしめるに充分な数のパルスを備えているものであるステップと、異なったパルスエネルギの一連のパルスバーストの各々について、プリントヘッドの定常状態動作温度をサンプルして、それぞれ増大するパルスエネルギと関連する一組の温度サンプルを作成するステップと、温度サンプルを分析して温度サンプルからターンオンパルスエネルギを決定するステップと、熱インクジェットプリントヘッドをターンオンパルスエネルギより大きく且つヒータ抵抗体の尚早の故障を回避しつつ所望の印刷品質を生成する範囲にあるパルスエネルギで動作させるステップから成る方法。

【００５６】

２．　前記１にあって、温度サンプルを分析してターンオンパルスエネルギを決定するステップは、増大するパルスエネルギに従って減少から増大に変化する温度サンプル領域において温度サンプルに適合する温度曲線の最大曲率に対応するターンオンパルスエネルギを決定するステップから成る方法。

【００５７】

３．　前記１にあって、温度サンプルを分析してターンオンパルスエネルギを決定するステップは、第１の線形回帰線を、それに関連するパルスエネルギーを有する最大温度サンプルと最大温度サンプルに関連するパルスエネルギより大きい関連パルスエネルギを有する後続最小温度サンプルとの間にある温度サンプルに合わせるステップと、第２の線形回帰線を、最小温度サンプルに関連するパルスエネルギより大きいそれぞれの関連パルスエネルギを有する温度サンプルに合わせるステップと、第１および第２の線形回帰線の交点に対応するターンオンパルスエネルギを決定するステップから成る方法。

【００５８】

４．　前記１にあって、温度サンプルを分析してターンオンパルスエネルギを決定するステップは、温度曲線を温度サンプルに合わせるステップ、および増大するパルスエネルギに従って減少から増大に変化する温度曲線の領域において温度曲線の最大曲率に対応するターンオンパルスエネルギを決定するステップを備えている方法。

【００５９】

５．　前記１にあって、温度サンプルを分析してターンオンパルスエネルギを決定するステップは、最小値を有し且最小値を有する温度サンプルに対応するパルスエネルギより大きい対応パルスエネルギーを有する温度サンプルに対応するターンオンパルスエネルギを決定するステップを含む方法。

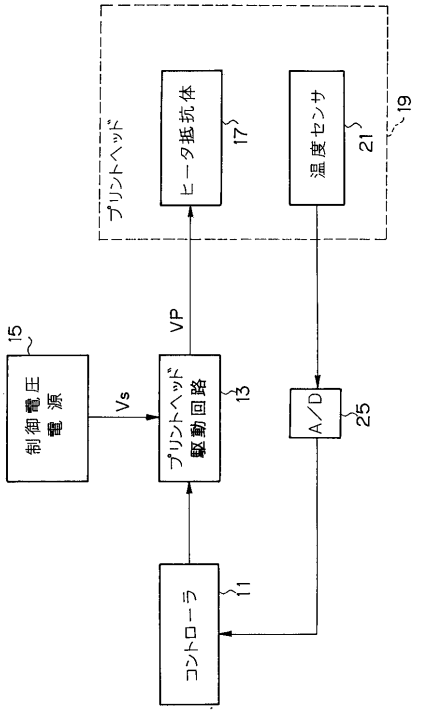
【００６０】

６．　プリントヘッドに与えられるパルスに応答するインク発射抵抗体を有するプリントヘッドを備えている熱インクジェットプリンタを動作させる方法であって、前記パルスは電圧、パルス幅、およびパルスの電圧およびパルス幅により規定されるパルスエネルギを有するものである方法において、

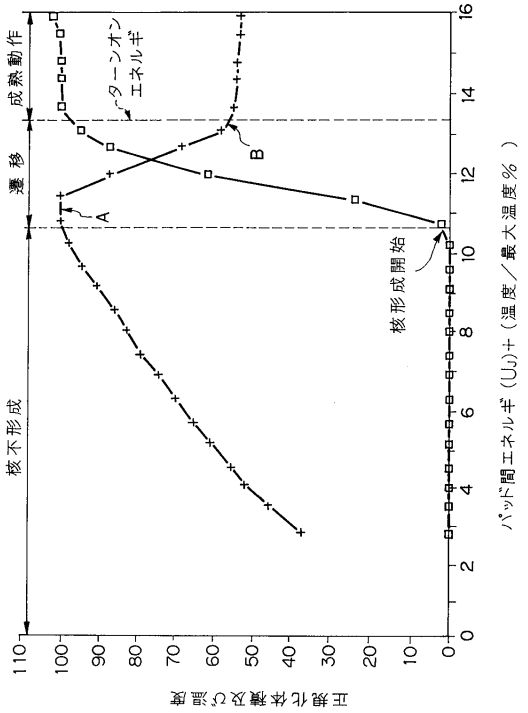
プリントヘッドに所定のパルスエネルギ範囲にわたるそれぞれのパルスエネルギが漸次減少する一連のパルスバーストを印加し、各パルスバーストはそのようなパルスバーストに関連するパルスエネルギを有する複数のパルスから成り、且つパルスエネルギはそのようなバーストにおけるすべてのパルスに対して一定であり、各バーストはプリントヘッドにパルスバーストのパルスエネルギで定常状態の動作温度を達成せしめるに充分な数のパルスを備えているものであるステップと、異なったパルスエネルギの一連のパルスバーストの各々について、プリントヘッドの定常状態動作温度をサンプルして、それぞれ減少するパルスエネルギと関連する一組の温度サンプルを作成するステップと、温度サンプルを分析して温度サンプルからターンオンサンプルエネルギを決定するステップと、熱インクジェットプリントヘッドをターンオンパルスエネルギより大きく且つヒータ抵抗体の尚早の故障を回避しつつ所望の印刷品質を生成する範囲にあるパルスエネルギで動作させるステップから成る方法。

【００６１】
７．　前記６にあって、温度サンプルを分析してターンオンパルスエネルギを決定するステップは、減少するパルスエネルギに従って減少から増大に変化する温度サンプルの領域において温度サンプルに適合する温度曲線の最大曲率に対応するターンオンパルスエネルギを決定するステップから成る方法。
【００６２】
８．　前記６にあって、温度サンプルを分析してターンオンパルスエネルギを決定するステップは、第１の線形回帰線を、それに関連するパルスエネルギを有する最大温度サンプルと最大温度サンプルに関連するパルスエネルギより大きい関連パルスエネルギを有する後続最小温度サンプルとの間にある温度サンプルに合わせるステップと、
第２の線形回帰線を、最小温度サンプルに関連するパルスエネルギより大きいそれぞれの関連パルスエネルギを有する温度サンプルに合わせるステップと、
第１および第２の線形回帰線の交点に対応するターンオンパルスエネルギを決定するステップから成る方法。
【００６３】
９．　前記６にあって、温度サンプルを分析してターンオンパルスエネルギを決定するステップは、温度曲線を温度サンプルに合わせるステップ、および増大するパルスエネルギに従って減少から増大に変化する温度曲線の領域において温度曲線の最大曲率に対応するターンオンパルスエネルギを決定するステップを備えている方法。
【００６４】
１０．　前記６にあって、温度サンプルを分析してターンオンパルスエネルギを決定するステップは、最小値を有し且つ最小値を有する温度サンプルに対応するパルスエネルギより大きい対応パルスエネルギを有する温度サンプルに対応するターンオンパルスエネルギを決定するステップを含む方法。
【００６５】
これまで述べたのは本発明の実施例の説明および図解であるが、当業者はそれに対する種々の修正および変更を、特許請求の範囲に規定する本発明の範囲および精神から逸脱することなく行うことができる。
【００６６】
【発明の効果】
上に述べたのは、プリントヘッドがプリンタに設置されている状態で熱インクジェットプリントヘッドのターンオンエネルギを有利に決定し、決定されたターンオンエネルギに基くパルスエネルギで動作する熱インクジェットプリンタの開示である。本発明によれば、印刷品質およびプリントヘッドの有効寿命が最適になるという効果がある。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明を実施する熱インクジェット構成要素の概略ブロック図である。
【図２】プリントヘッドのインク発射抵抗体に印加されるエネルギに対して描かれたプリントヘッドの温度およびインクの体積を示すグラフである。
【図３】本発明に従ってプリントヘッドのターンオンエネルギを決定する手順の流れ図である。
【図４】本発明に従ってプリントヘッドのターンオンエネルギを決定する別の手順の流れ図である。
【符号の説明】
１１　コントローラ
１３　プリントヘッド駆動回路
１５　制御電圧電源
１７　ヒータ抵抗体
１９　プリントヘッド
２１　温度センサ
２５　Ａ／Ｄ変換器

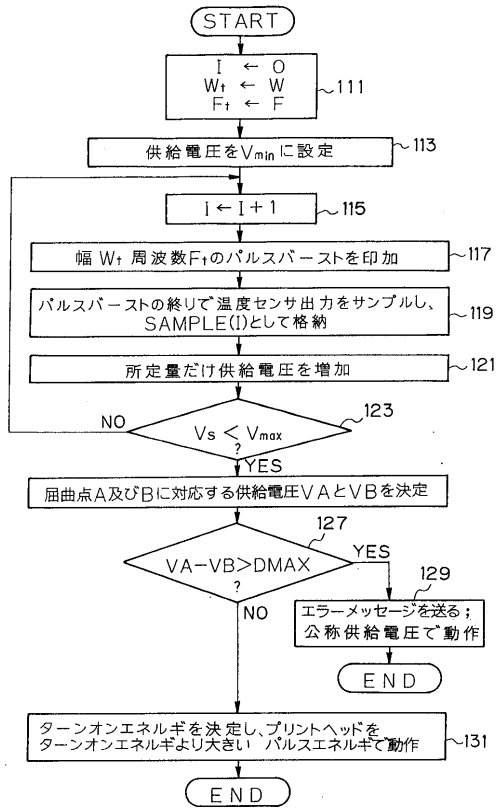
【図１】


プリントヘッド
ヒータ抵抗体
17
温度センサ
21
19
15
制御電圧電源
Vs
プリントヘッド駆動回路
13
VP
A/D
25
コントローラ
11

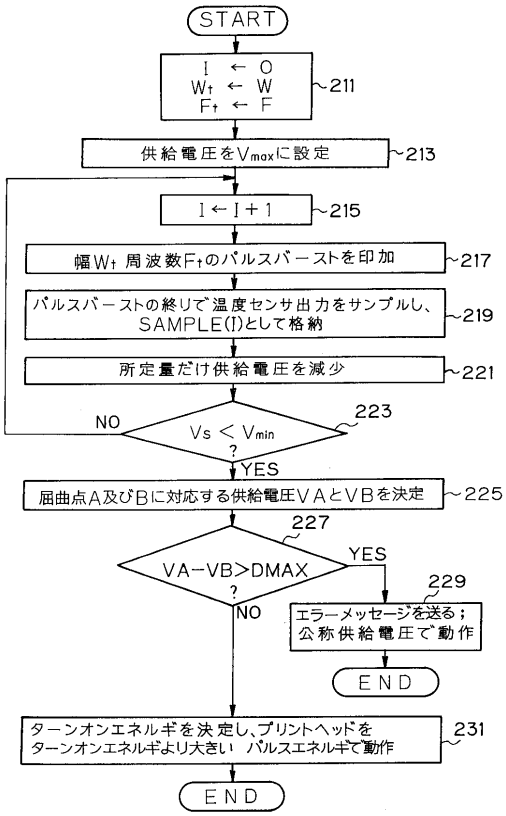
【図２】


成熟動作
ターンオンエネルギ
遷移
核不形成
核形成開始
A
B
正規化体積及び温度
パッド間エネルギ（Uj）＋（温度／最大温度％）

【図３】


START
I ← 0
Wt ← W
Ft ← F
111
供給電圧をVminに設定
113
I ← I + 1
115
幅 Wt 周波数Ftのパルスバーストを印加
117
パルスバーストの終りで温度センサ出力をサンプルし、SAMPLE(I)として格納
119
所定量だけ供給電圧を増加
121
NO
Vs < Vmax ?
123
YES
屈曲点A及びBに対応する供給電圧VAとVBを決定
127
VA−VB>DMAX ?
YES
129
NO
エラーメッセージを送る；公称供給電圧で動作
END
ターンオンエネルギを決定し、プリントヘッドをターンオンエネルギより大きい パルスエネルギで動作
131
END

【図４】


START
I ← 0
Wt ← W
Ft ← F
211
供給電圧をVmaxに設定
213
I ← I + 1
215
幅 Wt 周波数Ftのパルスバーストを印加
217
パルスバーストの終りで温度センサ出力をサンプルし、SAMPLE(I)として格納
219
所定量だけ供給電圧を減少
221
NO
Vs < Vmin ?
223
YES
屈曲点A及びBに対応する供給電圧VAとVBを決定
225
227
VA−VB>DMAX ?
YES
229
NO
エラーメッセージを送る；公称供給電圧で動作
END
ターンオンエネルギを決定し、プリントヘッドをターンオンエネルギより大きい パルスエネルギで動作
231
END

フロントページの続き

(72)発明者　デイヴィッド・エイ・ジョンソン
アメリカ合衆国カリフォルニア州ボンソール　デル・シエロ・エステ・ナンバー２２　３１９０９
(72)発明者　ニールス・ジェイ・ニールセン
アメリカ合衆国オレゴン州コーヴァリス　ペオリア・ロード　３３７４６

審査官　後藤　時男

(56)参考文献　特開平０２－００６１４０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１３３７４９（ＪＰ，Ａ）
特表平０３－５００１４９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B41J　2/05