(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4074348号
(P4074348)

(45)発行日　平成20年4月9日(2008.4.9)　(24)登録日　平成20年2月1日(2008.2.1)

(51)Int.Cl.			F I		
B41J	2/05	(2006.01)	B41J	3/04	103B
B41J	2/125	(2006.01)	B41J	3/04	104K

請求項の数 6　(全 22 頁)

(21)出願番号	特願平6-288888
(22)出願日	平成6年10月28日(1994.10.28)
(65)公開番号	特開平7-186390
(43)公開日	平成7年7月25日(1995.7.25)
審査請求日	平成13年10月24日(2001.10.24)
(31)優先権主張番号	145,904
(32)優先日	平成5年10月29日(1993.10.29)
(33)優先権主張国	米国(US)

(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　100063897
弁理士　古谷　馨
(74)代理人　100076680
弁理士　溝部　孝彦
(74)代理人　100087642
弁理士　古谷　聡
(72)発明者　ジョン・エム・ウェイド
アメリカ合衆国カリフォルニア州パウェイ　ヴィア・デル・トロ　13134

最終頁に続く

(54)【発明の名称】熱インク・ジェット・プリンタの作動方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

プリントヘッドを備えるサーマルインクジェットプリンタを作動させるための方法であって、該プリントヘッドは、それに供給されるパルスに応答するインク射出ヒータ抵抗器を有しており、

前記プリントヘッドにインクを発射させないウォーミング・パルスを印加して、一定のパルス・エネルギ（この一定のパルス・エネルギを基準パルス・エネルギという）を有し、かつ、パルス周波数が一定の第１のインク射出パルスに従って生じる温度よりも高い温度に前記プリントヘッドを暖めるステップと、

前記プリントヘッドのヒータ抵抗器に、前記基準パルス・エネルギに略等しいパルス・エネルギを有し、かつ、パルス周波数が前記一定のパルス周波数に等しい第２のインク射出パルスを印加するステップと、

前記第２のインク射出パルスを、それのパルス・エネルギを漸減させながら前記プリントヘッドのヒータ抵抗器に印加するステップであって、前記第２のインク射出パルスのパルス・エネルギが、前記基準パルス・エネルギと略等しいエネルギから始まって漸減していくことからなる、ステップと、

前記プリントヘッドの温度の測定値をサンプリングして複数の温度サンプルからなる一組の温度サンプルを生成するステップであって、該一組の温度サンプル中の各々の温度サンプルは、パルス・エネルギを漸減させられながら印加される前記第２のインク射出パルスのパルス・エネルギが互いに異なるときにサンプリングされる、ステップと、

温度の曲線の近似式を決定するステップであって、該近似式はパルス・エネルギの関数として温度を規定するものであって、前記近似式は、前記一組の温度サンプル中の温度サンプルの値を、前記パルス・エネルギを変数としてプロットしたグラフによって表される温度の応答形状に合致するように決定されることからなる、ステップと、
前記近似式によって表される曲線の曲率から作動熱エネルギを決定するステップであって、曲率が極大値をとるパルス・エネルギのうち、最小のパルス・エネルギを作動熱エネルギとして決定するステップと、
前記プリントヘッドを、前記作動熱エネルギより大きいパルス・エネルギで動作させるステップ
からなる、方法。

【請求項２】
プリントヘッドを備えるサーマルインクジェットプリンタを作動させるための方法であって、該プリントヘッドは、それに供給されるパルスに応答するヒータ抵抗器を有しており、
前記プリントヘッドに、インクを発射させないウォーミング・パルスを印加して、パルス電圧、パルス幅、及びパルス周波数が一定の第１のインク射出パルスに従って生じる温度よりも高い温度に前記プリントヘッドを暖めるステップと、
前記プリントヘッドのヒータ抵抗器に、前記一定の電圧、前記一定のパルス幅、及び前記一定のパルス周波数を有する第２のインク射出パルスを印加するステップと、
前記第２のインク射出パルスを、それの電圧を漸減させながら前記プリントヘッドのヒータ抵抗器に印加するステップであって、その電圧は前記一定の電圧と略等しい電圧から始まって低下していくが、前記一定のパルス幅と前記一定のパルス周波数は維持されることからなる、ステップと、
前記プリントヘッドの温度の測定値をサンプリングして複数の温度サンプルからなる一組の温度サンプルを生成するステップであって、該一組の温度サンプル中の各々の温度サンプルは、電圧を漸減させられながら印加される前記第２のインク射出パルスの電圧が互いに異なるときにサンプリングされる、ステップと、
温度の曲線の近似式を決定するステップであって、該近似式は電圧の関数として温度を規定するものであって、前記近似式は、前記一組の温度サンプル中の温度サンプルの値を、前記電圧を変数としてプロットしたグラフによって表される温度の応答形状に合致するように決定されることからなる、ステップと、
前記近似式によって表される曲線の曲率から作動熱電圧を決定するステップであって、曲率が極大値をとる電圧のうち、最低の電圧を作動熱電圧として決定するステップと、
前記プリントヘッドを、前記作動熱電圧より高い電圧を有するインク射出パルスで動作させるステップ
からなる、方法。

【請求項３】
プリントヘッドを備えるサーマルインクジェットプリンタを作動させるための方法であって、該プリントヘッドは、それに供給されるパルスに応答するヒータ抵抗器を有しており、
前記プリントヘッドに、インクを発射させないウォーミング・パルスを印加して、一定のパルス・エネルギ（この一定のパルス・エネルギを基準パルス・エネルギという）を有し、かつ、パルス周波数が一定のインク射出パルスに従って生じる温度と少なくとも同じ高さの温度に前記プリントヘッドを暖めるステップと、
前記プリントヘッドに、連続した一連のインク射出パルスを印加するステップであって、前記一連のインク射出パルスは、前記一定のパルス周波数と等しいパルス周波数を有しており、かつ、グループ間でパルス・エネルギが減少する複数のパルスのグループに編成され、各グループ中のパルスは、略一定のパルス・エネルギを有し、パルスのグループの区間は、各々のパルスのグループについて同じであり、最初のパルスのグループが、前記基準パルス・エネルギに等しいパルス・エネルギを有することからなる、ステップと、

それぞれのパルスのグループの間でプリントヘッドの温度のそれぞれのサンプルを取得して、そのそれぞれが前記減少していくパルス・エネルギに関連するところの一組の温度サンプルを生成するステップと、

温度の曲線の近似式を決定するステップであって、該近似式はパルス・エネルギの関数として温度を規定するものであって、該近似式は、前記一組の温度サンプル中の温度サンプルの値を、前記パルス・エネルギを変数としてプロットしたグラフによって表される温度の応答形状に合致するように決定されることからなる、ステップと、

前記近似式によって表される曲線の曲率から作動熱パルス・エネルギを決定するステップであって、曲率が極大値をとるパルス・エネルギのうち、最小のパルス・エネルギを作動熱パルス・エネルギとして決定するステップと、

前記プリントヘッドを、前記作動熱パルス・エネルギより大きいパルス・エネルギを有するインク射出パルスで動作させるステップ

からなる、方法。

【請求項４】

サーマルインクジェットプリンタにおいて、

プリントヘッドであって、該プリントヘッドに供給されるパルスに応答するインク射出ヒータ抵抗器を有する、プリントヘッドと、

前記プリントヘッドにインクを発射させないウォーミング・パルスを印加して、一定のパルス・エネルギ（この一定のパルス・エネルギを基準パルス・エネルギという）を有し、かつ、パルス周波数が一定のインク射出パルスに従って生じる温度よりも高い温度に前記プリントヘッドを暖め、及び、前記プリントヘッドに連続した一連のインク射出パルスを印加するためのパルス発生手段であって、前記一連のインク射出パルスは、そのパルス・エネルギが減少していくものであって、かつ、前記一定のパルス周波数を有するものであり、さらに、前記基準パルス・エネルギにほぼ等しいパルス・エネルギと、前記一定のパルス周波数に等しいパルス周波数を有するインク射出パルスで始まるものであることからなる、パルス発生手段と、

前記プリントヘッドの温度の測定値をサンプリングして、複数の温度サンプルからなる一組の温度サンプルを生成するための手段であって、該一組の温度サンプル中の各々の温度サンプルは、前記一連のインク射出パルスの各パルスのパルス・エネルギが互いに異なるときにサンプリングされる、手段と、

温度サンプルが、それ以前にサンプリングされた温度サンプルのうちの最低の温度サンプルを所定量超えたときに、前記連続した一連のインク射出パルスの印加を停止して、空気の吸い込みを最小限にするための手段と、

温度の曲線の近似式から作動熱エネルギを決定するための手段であって、該近似式はパルス・エネルギの関数として温度を規定するものであって、前記近似式は、前記一組の温度サンプル中の温度サンプルの値を、前記パルス・エネルギを変数としてプロットしたグラフによって表される温度の応答形状に合致するように決定され、前記近似式によって表される曲線の曲率が極大値をとるパルス・エネルギのうち、最小のパルス・エネルギを作動熱エネルギとして決定する手段

を備える、サーマルインクジェットプリンタ。

【請求項５】

前記パルス発生手段が、前記プリントヘッドに、前記一定のパルス周波数を有し、かつ、エネルギが減少していくパルスの一連のグループに編成された連続する一連のインク射出パルスを印加し、各グループ中のパルスは、ほぼ一定のパルス・エネルギを有し、パルスのグループの区間は、各々のパルスのグループについて同じであり、最初のパルスのグループが、前記基準パルス・エネルギに等しいパルス・エネルギを有しており、

サンプリングするための前記手段が、各パルスのグループの間に前記プリントヘッドの温度のそれぞれのサンプルを取得して、温度サンプルのそれぞれが、前記減少していくパルス・エネルギに関連するところの一組の温度サンプルを生成する

ことからなる、請求項４のサーマルインクジェットプリンタ。

【請求項６】
作動熱エネルギを決定するための前記手段の代わりに作動熱電圧を決定するための手段を備え、該手段は、電圧の関数として温度を規定する近似式を決定するよう構成されて、前記近似式を、前記一組の温度サンプル中の温度サンプルの値を電圧を変数としてプロットしたグラフによって表される温度の応答形状に合致するように決定し、前記近似式によって表される曲線の曲率が極大値をとる電圧のうち、最低の電圧を作動熱電圧として決定することとからなる、請求項４のサーマルインクジェットプリンタ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、全般的に、熱インク・ジェット・プリンタ（サーマルインクジェットプリンタ）に関し、さらに詳細には、プリンタ内に設置した熱インク・ジェット・プリントヘッドの作動熱エネルギを決定する技術を使用する熱インク・ジェット・プリンタの作動方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
インク・ジェット・プリンタは、印字媒体のために規定したアレイのある特定の位置に個々のドットからなるパターンを印字することによって、印字イメージを形成する。この位置は、直線にアレイの小さなドットの集まりとして丁度いい具合に視覚化されている。この位置は、「ドット位置」、「ドット場所」、または「画素」と呼ばれることがある。このように、印字動作は、ドット位置のパターンにインクのドットを満たすことであるとみなすことができる。
【０００３】
インク・ジェット・プリンタは、非常に小さいインク滴を印字媒体上へ射出することによってドットを印字する。インク・ジェット・プリンタは、通常、それぞれがインクを射出するノズルを有するひとつまたはそれ以上のプリントヘッドを支持する移動可能なキャリッジを含む。キャリッジは、印字媒体の表面の上を横切り、ノズルは、マイクロコンピュータまたはその他の制御装置の命令にしたがって、適切な回数だけインク滴を射出するよう制御される。このとき、インク滴の射出の実行タイミングは、印字されるイメージの画素のパターンに対応するよう意図されている。
【０００４】
熱インク・ジェット・プリンタのプリントヘッドは、通常、交換可能なプリントヘッドのカートリッジとして実施される。このカートリッジは、通常、ひとつまたはそれ以上のインク槽と、集積回路プリントヘッドを含んでいる。集積回路プリントヘッドは、インクを射出するノズルの配列、それぞれのノズルに隣接する複数のインク射出チャンバ、インク射出チャンバに隣接しインクを射出するノズルに対向しインク射出チャンバによってノズルと間隔を置いている複数のヒータ抵抗器、を有するノズル板を含んでいる。それぞれのヒータ抵抗器は、十分なエネルギを有する電気パルスに応答して、その関連するノズルからインク滴を射出させる。
【０００５】
熱インク・ジェット・プリントヘッドが適切な体積のインク滴を射出するためには、一定の最小限のエネルギ（ここでは作動エネルギと呼ぶ）が必要である。プリントヘッドの設計が異なれば、作動エネルギは異なる可能性がある。実際には、製造における許容誤差の結果として、同じプリントヘッドの設計であっても、異なるサンプル間では作動エネルギが変化する。その結果として、熱インク・ジェット・プリンタは、そのプリンタが収容することのできるプリントヘッドのカートリッジの予想される最も高い作動エネルギよりも大きい固定したインク発射エネルギを与えるように形成されている。
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
固定したインク射出エネルギを利用する上で考慮しなければならないのは、ある特定のプ

リントヘッドのカートリッジの実際の作動エネルギと比べて射出エネルギが過度に大きい場合には、ヒータ抵抗器の動作寿命が短くなり印字品質が低下する結果となる、ということである。また、固定したインク射出エネルギを利用する上でもうひとつ考慮しなければならないのは、それに合わせて現在存在する熱インク・ジェット・プリンタが形成されたようなプリントヘッドとは異なるインク射出エネルギの要求事項を有する新しく開発されたまたは変更したプリントヘッドを利用することができない、ということである。

【０００７】

プリントヘッドのカートリッジのメーカが、流通の前にそれぞれのプリントヘッドの作動エネルギをテストすることも可能かもしれない。しかし、作動エネルギを決定する公知の技術（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、時間をとり、製品の製造には容易に適合しない。その上、プリントヘッドの作動エネルギは、プリントヘッドが使用できる期間にわたってずっと一定であるとは限らない。

【０００８】

したがって、プリントヘッドがプリンタ内に装着されている間、熱インク・ジェット・プリントヘッドの作動熱エネルギを決定する熱インク・ジェット・プリンタを提供することは有益である。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

前述の、およびその他の有益は、本発明によって以下の方法で提供される。その方法は、（ａ）ウォーミング・パルス電圧をプリントヘッドのインク射出用のヒータ抵抗器に印加し、所定の電圧、所定のパルス幅、所定のパルス周波数のインク射出パルスにしたがって生じる温度よりも高い温度にプリントヘッドを暖め、（ｂ）所定の基準パルスエネルギに略等しいパルスエネルギと所定のパルス周波数に等しいパルス周波数から始まって、インク射出パルスのパルス・エネルギが漸減するような、連続した一連のインク射出パルスを、ヒータ抵抗器に印加し、（ｃ）インク射出パルスをインク射出用のヒータ抵抗器に印加している間にプリントヘッドの温度を繰り返しサンプリングし、そのそれぞれが減少していくパルス・エネルギに関連するような一組の温度データ・サンプルを作り、（ｄ）温度データ・サンプルに合った曲線の方程式を決定し、（ｅ）方程式から作動熱エネルギを決定し、（ｆ）プリントヘッドを、作動熱エネルギよりは大きく、よい印字品質を提供しヒータ抵抗器の早期故障を避ける範囲のパルス・エネルギで動作させる、ステップを含む。

【００１０】

【実施例】

以下の詳細な説明と図面においては、同じ要素は同じ参照数字で識別されている。

【００１１】

図１において、本発明に適用される熱インク・ジェット・プリンタの簡略化したブロック図が示されている。制御装置１１は、印字データ入力を受け取り、印字データを処理して印字制御情報をプリントヘッド駆動回路１３に供給する。電圧が制御された電源１５は、プリントヘッド駆動回路１３に制御された供給電圧Vsを供給する。供給電圧Vsの大きさは、制御装置１１によって制御されている。プリントヘッド駆動回路１３は、制御装置１１に制御されて、電圧VPの駆動電圧パルスを薄膜集積回路熱インク・ジェット・プリントヘッド１９（以下、プリンヘッドという）に印加する。プリントヘッド１９は、薄膜のインク滴を発射するインク射出用抵抗器としてのヒータ抵抗器１７を含む。パルス電圧VPは、通常、導電トレース(conductive trace)によってヒータ抵抗器に接続されている接触パッドに印加され、したがって、インク射出抵抗器が受け取るパルス電圧は、通常プリントヘッドの接触パッドにおけるパルス電圧VPよりも低い。ヒータ抵抗器にかかる実際の電圧を測定することは容易でないので、ここに説明するヒータ抵抗器の作動エネルギは、ヒータ抵抗器に関連するプリントヘッドのカートリッジの接触パッドに印加される電圧に関するものとする。ヒータ抵抗器に関連する抵抗は、ヒータ抵抗器のパッド間抵抗とその相互接続回路に関して表すものとする（すなわち、ヒータ抵抗器に関連するプリントヘッドの接触パッド間の抵抗である）。

【００１２】
パルス電圧VPと供給電圧Vsの関係は、プリントヘッド駆動回路の特性によって決まる。たとえば、プリントヘッド駆動回路は、略一定の電圧降下Vdとして模式化できる。このような実施については、パルス電圧VPは供給電圧Vsからプリントヘッド駆動回路の電圧降下Vdを引いたものに略等しい。すなわち、次の（１）式のようになる。
【００１３】
【数１】

$$VP=Vs-Vd \qquad \cdots (1)$$

【００１４】
プリントヘッド駆動回路がよりよく模式化されていて抵抗Rdを有する場合には、パルス電圧は以下の（２）式のように表される。
【００１５】
【数２】

$$VP=Vs(Rp/(Rd+Rp)) \qquad \cdots (2)$$

【００１６】
ただし、Rpの抵抗値はヒータ抵抗器に関連するパッド間抵抗の抵抗値と同じである。
【００１７】
制御装置１１は、公知の制御装置構造にしたがってマイクロプロセッサの構成を含むことができる。さらに詳細には、制御装置１１は、プリントヘッド駆動回路１３にパルス幅とパルス周波数のパラメータを供給し、プリントヘッド駆動回路１３は制御装置１１の選択した幅と周波数の駆動パルス電圧を発生する。このときのパルス電圧VPは、制御装置１１に制御される電圧を制御された電源１５が供給する供給電圧Vsによって決まる。本質的に、制御装置１１は、プリントヘッド駆動回路によってヒータ抵抗器に印加されるパルス電圧のパルス幅、周波数、電圧を制御する。
【００１８】
公知の制御装置の構造と同様、制御装置１１は、通常、プリントヘッドのキャリッジ（図示せず）の動きの制御や印字媒体の動きの制御等の他の機能も備えている。
【００１９】
図１の熱インク・ジェット・プリンタのプリントヘッド１９は、さらに、それぞれのヒータ抵抗器の抵抗値との比である抵抗比が精密に規定されたサンプル抵抗器２１を含む。このような抵抗器は、従来の集積回路薄膜技術によって容易に作ることができる。図解例として、抵抗、すなわち、サンプル抵抗器とその相互接続回路は、（ａ）それぞれのヒータ抵抗器の抵抗の１０倍、と（ｂ）ヒータ抵抗器の相互接続回路の抵抗、を合計したパッド間抵抗を有するように形成されている。サンプル抵抗器の１つの端子は接地されており、他方の端子は精密基準抵抗器Rpのひとつの端子に接続されている。この精密基準抵抗器Rpはプリントヘッドの外部にあり、その他方の端子は基準電圧Vcに接続されている。サンプル抵抗器２１と精密基準抵抗器Rpの間の接合点は、アナログ－デジタル変換器２４（以下、A/変換器という）に接続されている。A/D 変換器２４のデジタル出力は、サンプル抵抗器２１と精密基準抵抗器Rpの間の接合点における電圧の量子化したサンプルを含む。精密基準抵抗器Rpの値がわかっているので、サンプル抵抗器２１と精密基準抵抗器Rpの間の接合点における電圧はサンプル抵抗器２１のパッド間抵抗を示し、そのパッド間抵抗はヒータ抵抗器の抵抗を示すことになる。
【００２０】
サンプル抵抗器２１は、プリントヘッド駆動回路が供給する駆動電圧パルスであるパルス電圧VPとパルス幅の関数としての、ヒータ抵抗器に供給されるエネルギを決定するため

の、ヒータ抵抗器に関連するパッド間抵抗を決定するために用いることができる。

【００２１】

図１の熱インク・ジェット・プリンタのプリントヘッド１９はまた、温度センサ２３を含む。温度センサ２３はヒータ抵抗器１７のいくつかに近接して位置しており、プリントヘッドの温度を示すアナログ電気信号を供給する。温度センサ２３のアナログ出力は、A/D 変換器２５に供給され、A/D 変換器２５は、デジタル出力を制御装置１１に供給する。A/D 変換器２５のデジタル出力は、温度センサ２３のアナログ出力の量子化したサンプルを含む。A/D 変換器の出力は、温度センサの検出した温度を示す。

【００２２】

本発明によれば、制御装置１１は、定常状態の滴の体積の作動エネルギと経験的に関係するプリントヘッド１９の作動熱パルスエネルギを決定する。定常状態の滴の体積の作動エネルギとは、ヒータ抵抗器が適切な体積のインク滴を生成する最小限の定常状態のパルス・エネルギである。ここで、パルス・エネルギとは、電圧パルスによって供給されるエネルギの量をいうこととする。すなわち、出力とパルス幅の積である。言い換えれば、滴の体積の作動エネルギを超えてパルス・エネルギが増加しても、実質的に滴の体積は増加しない。図２は、熱インク・ジェット・プリントヘッドにおける、正規化したプリントヘッドの温度と正規化したインク滴の体積と、それぞれのヒータ抵抗器に印加した定常状態のパルス・エネルギの、典型的なグラフである。不連続的にサンプリングされたプリントヘッドの温度については十字形（＋）で示し、滴の体積については白い四角（□）で示している。図２のグラフは、プリントヘッドのヒータ抵抗器の動作には異なる三つの段階があることを示している。第１の段階は、エネルギが不十分でインク滴の形成が起こらない、インク滴の不形成の段階である。このインク滴の不形成の段階においては、パルス・エネルギが増加するにつれて、プリントヘッドの温度は上昇するがインク滴の体積はゼロのままである。次の段階は、パルス・エネルギがいくつかのヒータ抵抗器についてはインク滴の形成を起こすのに十分であるが、すべてのヒータ抵抗器について十分とはなっていず、また形成されたインク滴の体積がまだ適切でない、過渡の段階である。この過渡の段階においては、パルス・エネルギが増加するにつれて、インク滴を発射するヒータ抵抗器の数が増加し形成されたインク滴の体積が適切な滴の体積に近づくため、インク滴の体積は増加する。その一方、パルス・エネルギが増加するにつれて、プリントヘッドの温度は低下する。プリントヘッドの温度が低下するのは、プリントヘッドからインク滴に熱が伝達されるためである。次の段階は、滴の体積が比較的安定しパルス・エネルギが増加するにつれて温度が上昇する、熟成の段階である。図２では熟成の段階の低エネルギ部のみを示しているが、熟成の段階においてはインク滴の体積は比較的一定のままであるので、パルス・エネルギが増加するにつれてプリントヘッドの温度が上昇することが理解できる（熟成の段階の高エネルギ部を示す図３を参照）。

【００２３】

本発明によれば、プリントヘッドの作動熱エネルギは、一般的に次のようにテストされる。プリントヘッドを、印字中に通常達するであろう温度よりも高い温度、たとえば、所定の基準パルス・エネルギと目的の動作周波数に等しいパルス周波数を有するインク射出パルスによって達する温度よりも高い温度に暖める。たとえば、所定の基準パルス・エネルギと、動作周波数に等しいパルス周波数とを有するインク射出パルスの平均出力に略等しい平均出力を有する、インクを発射させないウォーミング・パルスを印加してプリントヘッドを暖めてもよい。次に、所定のパルス周波数の、連続した一連のインク射出パルスを、プリントヘッドに印加する。これらのインク射出パルスのパルス・エネルギは、基準パルス・エネルギに始まって、略一定の期間の各段階ごとに徐々に、たとえば、供給電圧および／またはパルス幅を漸減させることによって、減少させられる。温度センサの出力を、ヒータ抵抗器に印加する異なったインク射出パルス・エネルギごとに、たとえば、それぞれの異なったインク射出パルス・エネルギにおいて少なくともひとつ、サンプリングする。プリントヘッドと温度センサが適切に動作するように、パルス・エネルギを徐々に減少させ温度のサンプリングをして温度データを取ることは、受け入れられる温度データ

が得られたと決定されるまで続けられる。一般的に、温度データは、パルス・エネルギが減少するにつれて減少して最小値に達し、それからその最低温度から約１５°Ｃ高い点まで増加すれば、受け入れられる。テストは、プリントヘッドのノズルの空気の吸い込みを最少限にするために、約１５°Ｃ温度が上昇するとストップする。

【００２４】

パルス・エネルギを徐々に減少させることがストップされると、基準パルス・エネルギのインク射出パルスが所定の時間の間印加され、インク射出ノズルが吸い込んだ空気を取り除く。

【００２５】

本発明によれば、受け入れられる温度データは、温度サンプルに合った曲線の方程式、たとえば５次多項式を決定することと、近似式(approximation) の曲率(curvature) の頂点に対応する最小のパルス・エネルギを作動エネルギとして選択することによって分析される。

【００２６】

図３は、本発明によるテストに対するプリントヘッドの典型的な反応を示す。X は温度サンプルであり、曲線A は温度サンプルの５次多項式の近似式の曲線である。曲線B は曲線A で表した多項式の近似式の曲率であり、小さい円（○）は多項式の近似式の曲率の不連続な評価である。図よりわかるように、受け入れられる温度データについては、多項式の曲率は２カ所で頂点に達し、最も左側の頂点は曲率の頂点に関連するエネルギが最小のときのものである。本発明によれば、最も左側の頂点に関連するパルス・エネルギが作動熱エネルギである。

【００２７】

使用するときには、ヒータ抵抗器に印加するインク射出パルスの動作パルス・エネルギーをセットするうえで、本発明によって測定した作動熱エネルギが用いられる。作動熱エネルギは、たとえば、作動エネルギを、作動熱エネルギよりは大きく、適切な印字品質を保証しヒータ抵抗器の早期故障を避ける範囲にセットすることによって、用いられる。

【００２８】

インク射出パルスの印加の開始時のパルス・エネルギに関連して前述した基準パルス・エネルギは、特定のプリントヘッドの設計のすべての例がその基準パルス・エネルギに等しいパルス・エネルギを有する電圧パルスにしたがって適切な体積のインク滴を作り出すのを保証するのに十分なようにその特定のプリントヘッドの設計のために決定した公称動作パルス・エネルギである。たとえば、基準パルスエネルギは、開示された作動エネルギの測定がなされなかった場合、またはプリントヘッドのテストで受け入れられないような温度が引き起こされた場合にプリントヘッドに供給される公称動作エネルギを含むことができる。固定した周波数Ｆと固定したパルス幅W を有するインク射出電圧パルスの印加にしたがって印字するように図１のプリンタが形成されているような特定の実施に対しては、電圧パルスのパルス・エネルギは、それぞれのヒータ抵抗器に関連するパッド間抵抗Rpと、供給電圧Vsとプリントヘッド駆動回路の電圧降下によって決定される電圧パルスのパルス電圧VP、によって決まる。ヒータ抵抗器に関連するパッド間抵抗は、サンプル抵抗器の読み取りにしたがって制御装置１１が決定することができ、したがって、エネルギが出力と時間の積である、ただし時間は動作パルス幅W である、という関係から、基準パルス電圧VPo を決定することができる。出力は、特に、電圧の２乗を抵抗で割ったものとして表すことができる。ただし抵抗はそれぞれのヒータ抵抗器に関連するパッド間抵抗Rpである。このように、基準パルス・エネルギEoは、パッド間抵抗Rpと基準エネルギEoを達成するのに必要な基準パルス電圧VPo によって、以下の（３）式のように表すことができる。

【００２９】

【数３】

$$Eo=(VPo^2/Rp)*W \quad \cdots (3)$$

【００３０】
（３）式を基準パルス電圧VPo について解くと、以下の（４）式のようになる。
【００３１】
【数４】

$$VPo=(Eo*Rp/W)^{1/2} \quad \cdots (4)$$

【００３２】
固定パルス幅W に対してパルス・エネルギが基準パルス・エネルギEoに等しくするように基準パルス電圧を決定することにより、ヒータ抵抗器に供給されるパルス・エネルギが既知であり、かつパルス電圧VPを制御する供給電圧Vsを変えることにより変化させることができ、プリントヘッドが効果的に基準化される（calibrates）。パルス電圧VPが供給電圧Vsからプリントヘッド駆動回路の一定電圧降下Vdを引いたものに等しい特定の実施については、基準供給電圧Voは、以下の（５）式のようになる。
【００３３】
【数５】

$$Vo=(VPo+Vd) \quad \cdots (5)$$

【００３４】
プリントヘッド駆動回路がもっとよく抵抗Rdとして模式化されている実施については、基準供給電圧Voは、以下の（６）式のようになる。
【００３５】
【数６】

$$Vo=VPo*(Rp+Rd)/Rp \quad \cdots (6)$$

【００３６】
ただし、Rdはプリントヘッド駆動回路の抵抗であり、Rpはヒータ抵抗器に関連するパッド間抵抗である。
前述したとおり、プリントヘッドに印加してその温度を上昇させるインクを射出しないウォーミング・パルスの平均出力は、基準パルス・エネルギEoに等しいパルス・エネルギを有するインク射出パルスの平均出力と略等しい。このようなウォーミング・パルスは、丁度いい具合に基準パルス電圧VPo に等しい電圧を有することができる。ヒータ抵抗器に供給されるパルスの平均出力は、パルス周波数とパルス幅の積で表すことができる。したがって、ウォーミング・パルスの平均出力と、基準Eoに等しいパルス・エネルギを有するインク射出パルスの平均出力が等しいことは、次の（７）式のように表すことができる。
【００３７】
【数７】

Ww*Fw=W*F ・・・（７）

【００３８】
ウォーミング・パルスのパルス幅Wwは、固定した動作パルス幅W よりも十分小さくなるように選択されていて、ウォーミング・パルスのパルス幅Wwで滴が形成されないようになっている。適切なウォーミング・パルス周波数Fwは、（７）式をウォーミング・パルス周波数Fwについて解くことによって次の（８）式のように決定される。

【００３９】
【数８】

Fw=W*F/Ww ・・・（８）

【００４０】
次に図４、図５、図６、図７において、本発明による作動熱エネルギ（TTOE）を決定するための本発明による手順のフローチャートが示されている。１１１において、様々な変数が初期化される。特に、テスト・パルス幅Wtが固定した動作パルス幅W にセットされ、テスト・パルス周波数Ftが固定した動作パルス周波数F にセットされる。１１３において、サンプル抵抗器の抵抗が決定され、１１７において、テスト・パルス幅Wtに対して所定の基準パルス・エネルギEoと等しいパルス・エネルギを供給する基準供給電圧Voが、たとえば上述のように決定される。１１９において、供給電圧がウォーミング供給電圧Vwにセットされ、幅Ww周波数Fwのウォーミング・パルスがプリントヘッドに印加されて、プリントヘッドの温度を基準供給電圧に等しい供給電圧と動作幅W 動作周波数F のインク射出パルスによって引き起こされる温度よりも高い温度に上昇させる。たとえば、このウォーミング供給電圧は基準供給電圧Voと等しくてもよく、ウォーミング・パルスのパルス幅Wwとパルス周波数Fwは上述のように決定してもよい。また、パルス幅Wwとパルス周波数Fwを供給電圧Voに対して計算した値に保ち、ウォーミング供給電圧Vwを基準供給電圧Voより大きくすることもできる。例として、プリントヘッドの温度を十分上昇させることができると知られている所定の時間の間ウォーミング・パルスを印加してもよいし、また、温度センサの出力を監視して所定の温度に達するまでウォーミング・パルスを印加してもよい。

【００４１】
１２０において、サンプル計数I が０に初期化され、最低温度MIN が０に初期化され、電圧を制御された電源が基準電圧Voを生み出すようにセットされる。１２１において、連続した一連のインク射出パルスの印加が開始され、１２２において、サンプル計数I が１だけ増加する。１２３において、エネルギのステップの期間を規定するダウン・カウントをするタイマが始動する。たとえば、ダウン・カウンタは、所望のエネルギのステップの期間に対応する所定の計数で初期化してもよい。

【００４２】
１２４において、温度センサに対するA/D 変換器の出力がサンプリングされ、サンプリングされた出力は「サンプル（Ｉ）」として記憶される。１２５において、サンプル計数I が１に等しいかどうかについて判定がなされる。判定がイエスであれば、制御は１２７へ移り、ここで最低温度サンプルMIN が現在の温度「サンプル（Ｉ）」にセットされる。１２５における判定がノーであれば、１２６において、現在の温度「サンプル（Ｉ）」が前の温度「サンプル（Ｉ－１）」より低いかどうかについて判定がなされる。判定がノーであれば、制御は１２９へ移る。これについてはここでさらに説明する。１２６における判定がイエスであれば、１２７において、最低温度サンプルMIN が現在の温度「サンプル（

Ｉ）」にセットされる。

【００４３】

１２９において、サンプル計数I が５よりも大きいかどうかについて判定がなされる。判定がイエスであれば、制御は１４１へ移る。これについては以下に説明する。１２９における判定がノーであれば、１３１において、サンプル計数I が５に等しいかどうかについて判定がなされる。判定がノーであれば、制御は１５１へ移る。これについては以下に説明する。１３１における判定がイエスであれば、１３３において、温度「サンプル（５）」がA/D 温度「サンプル（３）」からD １を引いたものよりも低いかどうか（ただしD １はA/D 計数の数であり、約２°C を表す）、およびA/D 温度「サンプル（３）」からD １を引いたものがA/D 温度「サンプル（１）」からD １を引いたものよりも低いかどうか（ただしD １は少なくとも１A/D 計数である）について判定がなされる。２つの条件が共に満たされていれば、制御は１５１へ移る。これについては以下により詳しく説明する。１３３における判定の条件が満たされていなければ、１３５において、インク射出パルスの印加がストップし、プリントヘッドの詰まりまたは温度センサの動作不能による故障が報告され、手順は終了する。

【００４４】

１４１において、最低温度サンプルMIN が最初の温度「サンプル（１）」からD ２を引いたものよりも低いかどうか（ただしD ２は約９°C を表すA/D 計数の数である）について判定がなされる。判定がノーであれば、１４３において、インク射出パルスの印加がストップし、故障が報告され、手順は終了する。１４１における判定がイエスであれば、１４５において、現在の「サンプル（Ｉ）」が現在の最低温度サンプルMIN にD ３を足したものより高いかどうか（ただしD ３はたとえば約９°C を表すA/D 計数の数である）について判定がなされる。判定がノーであれば、制御は１５１へ移る。これについてはここでさらに説明する。１４５における判定がイエスであれば、１４７において、テストOKのフラグが真理(true)にセットされ、１４９において、現在の「サンプル（Ｉ）」が現在の最低温度サンプルMIN にD ４を足したものより低いかどうか（ただしD ４はたとえば約１３°C を表すA/D 計数の数である）について判定がなされる。判定がノーであれば、制御は１６１へ移る。これについてはここでさらに説明する。

【００４５】

１４９における判定がイエスであれば、１５１において、供給電圧Vsが所定の最低値であるかどうかについて判定がなされる。判定がイエスであれば、制御は１５４へ移る。これについてはここでさらに説明する。１５１における判定がノーであれば、１５２において、ステップの期間のタイマがゼロになるまで手順は遅延される。その後、１５３において、電圧を制御された電源が調整されて所定の量だけ供給電圧が減少する。それから制御は１２３へ移る。これについては前述した。

【００４６】

１５４において、インク射出パルスの印加がストップし、１５５において、テストOKのフラグが真理の状態にあるかどうかについて判定がなされる。判定がイエスであれば、制御は１６３へ移る。これについてはここでさらに説明する。１５５における判定がノーであれば、１５６において、テストパルス幅Wtが減少され、１５７において、テストパルス幅Wtが所定のテストパルス最小幅Wminより小さいかどうかについて判定がなされる。判定がノーであれば、制御は１１９へ移り、プリントヘッドが減少したパルスエネルギのもとでテストされる。１５７における判定がイエスであれば、１５９において、過度に低い作動熱エネルギによる故障が報告され、手順は終了する。

【００４７】

１６１において、インク射出パルスの印加がストップし、１６３において、供給電圧を基準供給電圧Voにセットし動作幅W と動作周波数F の電圧パルスを印加することにより、ノズルが吸い込んだ空気を取り除く。１６５において、温度応答データ「サンプル（１）」ないし「サンプル（Ｉ）」に合う曲線の方程式が、温度応答データと、それぞれの温度応答データを生成したそれぞれの供給電圧、パルス電圧、またはパルス・エネルギによって

、決定される。たとえば、供給電圧、パルス電圧、パルス・エネルギの関数としての温度を規定する、一番合う５次多項式が決定される。それぞれの「サンプル」に対するサンプル電圧は単に特定の温度「サンプル」となる供給電圧であり、一方、それぞれのサンプルに対するパルス電圧は、対応する供給電圧から、実施により（１）式または（２）式によって計算される。パルス・エネルギE は、計算されたパルス電圧VPから以下の（９）式のように計算することができる。

【００４８】

【数９】

$$E=(VP^2/Rp)*W \qquad \cdots (9)$$

【００４９】

ただし、Rpはそれぞれのヒータ抵抗器のパッド間抵抗であり、W はヒータ抵抗器に印加されて特定の「サンプル（Ｉ）」を表すパルス電圧VPの幅である。

【００５０】

１６７において、温度の近似式の曲率の頂点（供給電圧、パルス電圧、またはパルス・エネルギの関数としての温度となり得る）が、たとえばよく知られている次の（１０）に示す曲率式ｋの数値を求めて(evaluating)最大値を決定する等の従来技術によって決定される。

【００５１】

【数１０】

$$k(x)=f2(x)/[1+f1(x)^2]^{3/2} \qquad \cdots (10)$$

【００５２】

ただし、ｋ（ｘ）は曲率、ｆ２（ｘ）は温度の近似式の２階微分、ｆ１（ｘ）は温度の近似式の１階微分である。

【００５３】

曲率の最大値に対応する最小の供給電圧、パルス電圧、またはパルス・エネルギが、近似式に選択された独立変数によって決まるのだが、作動熱供給電圧Vs(ttoe)、作動熱パルス電圧VPttoe、または作動熱エネルギEttoe として選択される。

【００５４】

１６９において、プリントヘッドが、１６７において決定した作動熱エネルギEttoe よりも大きくたとえば所望の印字品質を保証しヒータ抵抗器の早期故障を避ける範囲の動作パルス・エネルギOPE で、動作する。

【００５５】

図解例として、図２に関して前述した滴体積作動エネルギEdv は、本発明により決定される作動熱エネルギEttoe に１次的に関係していることが経験的に決定しており、作動エネルギEop は滴体積作動エネルギの百分率(percentage)として選択することができる。この作動エネルギの選択がひとたび行われると、本発明により決定された作動熱供給電圧Vs(ttoe)、作動熱パルス電圧VPttoe、または作動熱エネルギEttoe より、所望の作動供給電圧を決定することができる。

【００５６】

特に、滴体積作動エネルギEdv は、作動熱エネルギEttoe と以下の（１１）式のような関係がある。

【００５７】

【数１１】

$$Edv=m*Ettoe+b \qquad \cdots (11)$$

【００５８】
ただし、傾きm と切片b は、たとえばその特定の設計の十分多数のペンについて実験的に決定したEttoe とEdv のデータの線形回帰によって、それぞれの特定のペンの設計について経験的に決定される。

【００５９】
サンプルのそれぞれのペンの滴体積作動エネルギは、そのペンの予想される滴体積作動エネルギよりも十分に大きいパルス・エネルギから始まる異なったパルス・エネルギにおけるそのペンの平均のインク滴の体積を測定することにより、決定される。たとえば、それぞれのパルス・エネルギにおいて、所定の数のパルスがノズルに印加され、その所定の数のパルスに応答したインク滴の発射にしたがい減少したペンの重量より、平均のインク滴重量が決定される。それから、計算された平均の滴重量より平均の滴体積が決定される。サンプルのそれぞれのペンに対する平均のインク滴の体積のデータは、熟成した滴が形成される最小エネルギを決定するために分析され、このような最小エネルギがその特定のペンに対する滴体積作動エネルギとみなされる。滴体積作動エネルギは研究段階の設備においては測定できるが、この測定を製品の製造に適合させるのは困難である。さらに、この測定を設置されている(at its installed location)プリンタが自動化した方法で容易に行うことはできない。

【００６０】
作動エネルギEop を滴体積作動エネルギのK パーセント増しにしたい場合には、次の（１２）式のようになる。

【００６１】
【数１２】

$$Eop=(1+K/100)*TOEdv \qquad \cdots (12)$$

【００６２】
Edv はEttoe と関係しているので、所望の作動エネルギEop は、本発明によって決定された作動熱エネルギEttoe に関して以下の（１３）式のように表すことができる。

【００６３】
【数１３】

$$Eop=(1+K/100)(m*Ettoe+b) \qquad \cdots (13)$$

【００６４】
（９）式にしたがい、所望の動作エネルギEop はまた、ヒータ抵抗器における所望の作動パルス電圧VPopに関して以下の（１４）式のように表すことができる。

【００６５】
【数１４】

$$Eop=(VP^2op/Rp)*w \quad \cdots (14)$$

【００６６】
作動熱エネルギEttoe は、ヒータ抵抗器における作動パルス電圧VPttoeに関して以下の（１５）式のように表すことができる。
【００６７】
【数１５】

$$Ettoe=VP^2ttoe(w)/Rp \quad \cdots (15)$$

【００６８】
ただし、W はパルス幅であり、Rpはヒータ抵抗器のパッド間抵抗である。
【００６９】
（１５）式を（１３）式に代入して、結果式を（１４）式と結合させたものをヒータ抵抗器における作動パルス電圧について解くと、以下の（１６）式が導き出される。
【００７０】
【数１６】

$$VPop=[(1+k/100)(m(VP^2ttoe)(w)/Rp+b)*Rp/w]^{1/2} \quad \cdots (16)$$

【００７１】
ヒータ抵抗器におけるパルス電圧VPは、（１）式または（２）式に述べているように、供給電圧Vsに関係しており、したがって、作動熱パルスエネルギVPttoeは、実施方法により、（１）式と（２）式のどちらかにしたがい、作動供給電圧Vs(ttoe)に関して表すことができる。作動熱パルスエネルギVPttoeを適切に表したものが（１６）式に代入され、次にこの式をヒータ抵抗器に所望の作動パルス・エネルギを供給する所望の動作供給電圧Vso(op) について解く。プリントヘッド駆動回路が抵抗Rdとして形づくられている特定の例については、所望の作動供給電圧Vs(op)は以下の（１７）式のようになる。
【００７２】
【数１７】

$$Vs(op)=[(Rp+Rd)/Rp]*\{(Rp/w)(1+k/100)*[m(V^2s(ttoe))W(Rp)/(Rp+Rd)^2+b]^{1/2} \quad \cdots (17)$$

【００７３】
上式を簡単にすると、次の（１８）式のようになる。
【００７４】
【数１８】

$$Vs(op)= \{(1+k/ 1 0 0)(m)(V^2s(ttoe)) +(1+k/ 1 0 0)[(Rp+Rd)^2/(Rp*w)]*b\}^{1/2} \cdots (18)$$

【００７５】
ただし、作動供給電圧Vs(ttoe)は（２）式と結合させた（１５）式にしたがい作動熱エネルギEttoe から計算され、W は、それによって温度近似式の曲線が決定された温度サンプルを発生するのに用いるパルス幅である。
【００７６】
（１８）式において、抵抗は最初の、そして最大の項には出てこない。プリントヘッド駆動回路とヒータ抵抗器の抵抗は精密にはわからないため、このことは助けになる。その上、（１８）式は、作動供給電圧Vs(op)を、作動熱エネルギEttoe を供給した作動熱供給電圧に関して表している。これによって、作動パルス幅が、本発明によって作動熱供給電圧、作動熱パルス電圧、または作動熱エネルギを決定するために用いるパルス幅と同じであるため、パルス電圧やパルス・エネルギを明示して計算することなく動作供給電圧を決定することができる。言い換えれば、作動熱供給電圧は本発明によって決定することができ、滴体積作動エネルギの百分率としての作動エネルギは、滴体積作動エネルギ、作動熱パルス電圧、または作動熱エネルギを明示して決定しなくても決定することができる。
【００７７】
図４、図５、図６、図７の手順は、全般的に次のように説明することができる。インク射出抵抗器の抵抗が決定され、所定の基準パルス・エネルギEoのインク射出パルスがヒータ抵抗器に供給されるように、基準供給電圧が決定される。プリントヘッドは、少なくとも、基準パルス・エネルギに等しいパルス・エネルギを有するインク射出パルスで達成される定常状態温度と同じくらい高い温度まで暖められる。プリントヘッドを暖めた後、ヒータ抵抗器に、連続した一連のインク射出パルスが印加される。この一連のインク射出パルスのパルス・エネルギは、基準パルス・エネルギEoに等しいパルス・エネルギに始まり、それぞれのステップの期間が略一定であるように徐々に減少する。言い換えれば、この連続的な一連のインク射出パルスは、それぞれのパルスのグループが一定のパルス・エネルギを有しそれぞれのパルスのグループの区間が等しいような、一連のパルスのグループになるように構成されている。それぞれのエネルギのステップにおいて、たとえばひとつあるいはそれ以上のサンプルにしたがって、プリントヘッドの温度が検出され、検出されたプリントヘッドの温度が記憶される。最初の４つの減少していくパルス・エネルギのレベルに対しては、サンプルは記憶されるが分析はされない。５番目の温度サンプルが検出されると、最初の５つの温度サンプルが分析され、温度サンプルがエネルギの減少とともに下降しているかどうかが判定される。温度サンプルがエネルギの減少とともに下降している場合には、テストは続行する。最初の５つの温度サンプルがエネルギの減少とともに下降していない場合は、故障が報告される。この故障は、プリントヘッドのノズルの多くが詰まっていることが原因かもしれないし、温度センサが故障していることが原因かもしれない。
【００７８】
この最初の５つの温度サンプルの傾向が下向きであれば、パルス・エネルギは依然として漸進的に減少され、それぞれのサンプルが取り出される。温度データの取得は、（１）制御された電源の電圧出力が、その最小電圧にまで減少するまで、または（２）最も新しい温度サンプルが検出された最小温度サンプルを所定の量だけ超えるまで、継続する。取得されたデータは、最後に取り出された温度サンプルが、検出された最小値を温度データの取得を終了するのに用いる所定の量より少ない所定の量だけ超える場合、受け入れられるとみなされる。最後の温度サンプルが検出された最小値をかかる所定の量だけ超えなかった場合には、プリントヘッドは比較的低い作動エネルギを有しているとみなされ、より短

いテスト・パルスでテストが繰り返される。
受け入れられる温度データが取得されると、作動熱エネルギを決定するために分析がなされる。
【００７９】
図４、図５、図６、図７の手順は、温度データをその発生中に効果的に分析し、温度データが明らかに受け入れられないデータであることを示す場合には、テストは終了する。さらに、この手順では、最後の温度サンプルが検出された最小サンプル値を所定の量だけ超えることを要求することにより、用いられるパルス・エネルギの範囲がテストされているプリントヘッドに対して適切であるということが保証される。
【００８０】
図４、図５、図６、図７の手順は、エネルギの計算のために、ヒータ抵抗器の抵抗を決定するステップを含むが、作動熱エネルギは、ヒータ抵抗器の公称抵抗をベースに決定することもできると理解すべきである。このような公称抵抗は、通常、プリントヘッドの設計の一部として決定される。この点に関して、図４、図５、図６、図７の手順は、基準供給電圧Voを決定するステツプを除去するように修正し、供給電圧をその特定のプリントヘッドに対する予想される最高の作動熱供給電圧より大きい所定の基準電圧Voにセットすることもできる。
【００８１】
上記は、プリンタ内に設置した、決定した作動熱エネルギをベースにしたパルス・エネルギで動作する熱インク・ジェット・プリントヘッドの、作動熱エネルギを有利に決定する熱インク・ジェット・プリンタの開示である。本発明によると、印字品質とプリントヘッドの有効寿命は最適化される。
【００８２】
上記は、本発明の特定の実施例の説明であったが、当業者は、特許請求の範囲に限定する本発明の範囲と趣旨から逸脱することなく、種々の修正と変更を行うことができる。
ここで、本発明の各実施例の理解を容易にするために、各実施例を要約して以下に列挙する。
【００８３】
１．　プリントヘッドに供給されるパルスに応答するインク射出ヒータ抵抗器を有するプリントヘッドを含む熱インク・ジェット・プリンタの作動方法であって、
前記プリントヘッドにインクを発射しないウォーミング・パルスを印加して、所定の基準パルス・エネルギと所定のパルス周波数のインク射出パルスにしたがい生じる温度よりも高い温度に前記プリントヘッドを暖め、
前記プリントヘッドに前記所定の基準パルス・エネルギと略等しいパルス・エネルギと前記所定のパルス周波数と等しいパルス周波数を有するインク射出パルスを印加し、
前記インク射出パルスのパルス・エネルギを漸減して、前記基準エネルギと略等しいパルス・エネルギに始まり減少していくパルス・エネルギのインク射出パルスを前記ヒータ抵抗器に印加し、
前記インク射出パルスが前記インク射出抵抗器に印加されている間に前記プリントヘッドの温度をサンプリングし、そのそれぞれが前記減少していくパルス・エネルギに関連するような一組の温度サンプルを作り、
前記温度サンプルに合った曲線の温度の近似式であって、パルス・エネルギの関数として温度を規定し、それに関連する曲率を有する温度の近似式を決定し、
前記温度の近似式の曲率から作動熱エネルギを決定し、
前記プリントヘッドを、前記作動熱エネルギよりは大きく、所望の印字品質を提供し前記ヒータ抵抗器の早期故障を避ける範囲のパルス・エネルギで動作させるステップを含む熱インク・ジェット・プリンタの作動方法である。
【００８４】
２．　前記作動熱エネルギを決定するステップが、
前記温度の近似式の曲率における頂点を決定し、前記曲率の頂点に対応するパルス・エネ

ルギを決定し、
前記曲率の頂点に対応するパルス・エネルギのうち最小のパルス・エネルギを、作動熱エネルギとして選択するステップを含む前記１に記載の熱インク・ジェット・プリンタの作動方法である。
【００８５】
３．　プリントヘッドに供給されるパルスに応答するヒータ抵抗器を有するプリントヘッドを含む熱インク・ジェット・プリンタの作動方法であって、
前記プリントヘッドにインクを発射しないウォーミング・パルスを印加して、所定の電圧、所定のパルス幅、所定のパルス周波数のインク射出パルスにしたがって生じる温度よりも高い温度に前記プリントヘッドを暖め、
前記プリントヘッドに前記所定の電圧、前記所定のパルス幅、前記所定のパルス周波数のインク射出パルスを印加し、
前記インク射出パルスの電圧を漸減して、電圧は前記所定の電圧と略等しい電圧に始まり低下していくが前記所定のパルス幅と前記所定のパルス周波数のインク射出パルスを、前記インク射出ヒータ抵抗器に印加し、
前記インク射出パルスが前記インク射出抵抗器に印加されている間に前記プリントヘッドの温度をサンプリングし、そのそれぞれが前記低下していく電圧に関連するような一組の温度サンプルを作り、
前記温度サンプルに合った曲線の温度の近似式であって、電圧の関数として温度を規定し、それに関連する曲率を有する温度の近似式を決定し、
前記温度の近似式の曲率から作動熱電圧を決定し、
前記プリントヘッドを、前記作動熱エネルギに関連する電圧よりは高く、所望の印字品質を提供し前記ヒータ抵抗器の早期故障を避ける範囲の電圧を有するインク射出パルスで動作させるステップを含む熱インク・ジェット・プリンタの作動方法である。
【００８６】
４．　前記作動熱電圧を決定するステップが、
前記温度の近似式の曲率における頂点を決定し、前記曲率の頂点に対応する電圧を決定し、
前記曲率の頂点に対応する電圧のうち最低の電圧を、作動熱電圧として選択するステップを含む前記３に記載の熱インク・ジェット・プリンタの作動方法である。
【００８７】
５．　プリントヘッドに供給されるパルスに応答するインク射出ヒータ抵抗器を有するプリントヘッドを含む熱インク・ジェット・プリンタの作動方法であって、
前記プリントヘッドにインクを発射しないウォーミング・パルスを印加して、所定の基準パルス・エネルギと所定のパルス周波数のインク射出パルスにしたがい生じる温度よりも高い温度に前記プリントヘッドを暖め、
前記プリントヘッドに前記所定の基準パルス・エネルギと略等しいパルス・エネルギと前記所定のパルス周波数と等しいパルス周波数を有するインク射出パルスを印加し、
前記インク射出パルスのパルス・エネルギを漸減して、前記基準エネルギと略等しいパルス・エネルギに始まり減少していくパルス・エネルギのインク射出パルスを前記ヒータ抵抗器に印加し、
前記インク射出パルスが前記インク射出抵抗器に印加されている間に前記プリントヘッドの温度をサンプリングし、そのそれぞれが前記減少していくパルス・エネルギに関連するような一組の温度サンプルを作り、
前記温度データサンプルから作動熱エネルギを決定し、
前記プリントヘッドを、前記作動熱エネルギよりは大きく、所望の印字品質を提供し前記ヒータ抵抗器の早期故障を避ける範囲のパルス・エネルギで動作させるステップを含む熱インク・ジェット・プリンタの作動方法である。
【００８８】
６．　プリントヘッドに供給されるパルスに応答するヒータ抵抗器を有するプリントヘッ

ドを含む熱インク・ジェット・プリンタの作動方法であって、
前記プリントヘッドにインクを発射しないウォーミング・パルスを印加して、少なくとも所定の基準パルス・エネルギと所定のパルス周波数のインク射出パルスにしたがって生じる温度と同じ高さの温度に前記プリントヘッドを暖め、
前記プリントヘッドに、前記所定のパルス周波数と等しいパルス周波数を有し、それぞれのパルスのグループが略一定のパルス・エネルギを有しそれぞれのパルスのグループの区間が等しいようなエネルギが減少していく一連のパルスのグループになるように構成されていて、最初のパルスのグループが前記基準パルス・エネルギと等しいパルス・エネルギを有する、連続した一連のインク射出パルスを印加し、
それぞれのパルスのグループの間にプリントヘッドの温度のそれぞれのサンプルを獲得し、そのそれぞれが前記減少していくパルス・エネルギに関連するような一組の温度サンプルを作り、
前記温度サンプルに合った曲線の温度の近似式であって、パルス・エネルギの関数としての温度を規定する温度の近似式を決定し、
前記温度の近似式から作動熱パルス・エネルギを決定し、
前記プリントヘッドを、前記作動熱パルス・エネルギよりは大きく、所望の印字品質を提供し前記ヒータ抵抗器の早期故障を避ける範囲のパルス・エネルギを有するインク射出パルスで動作させるステップを含む熱インク・ジェット・プリンタの作動方法である。

【００８９】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、インクを射出しないウォーミング・パルス電圧をヒータ抵抗器に印加して、所定の電圧、所定のパルス幅、所定のパルス周波数のインク射出パルスにしたがって生じる温度より高い温度でプリントヘッドを暖め、所定の基準パルス・エネルギとほぼ等しいパルス・エネルギと所定のパルス周波数に等しい周波数に始まってインク射出パルスのパルス・エネルギを漸減するインク射出パルスをヒータ抵抗器に印加し、その間にプリントヘッドの温度を繰り返しサンプリングして、それぞれ減少していくパルス・エネルギに関連するような温度データ・サンプルを作り、温度データ・サンプルに合った曲線の方程式を決定し、その方程式から作動熱エネルギを決定し、プリントヘッドを作動熱エネルギより大きく、ヒータ抵抗器の早期故障を避ける範囲のパルス・エネルギでプリントヘツドを作動させるようにしたので、所望の印字品質が得られるとともに、プリントヘッドの有効寿命を最適化できる。

【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・プリンタの構成要素の概略ブロック図である。

【図２】プリントヘッドのヒータ抵抗器に印加される定常状態のパルス・エネルギに対して作図されたプリントヘッドの温度とインク滴の体積を示すのグラフである。

【図３】時間によって変化するパルス・エネルギの傾斜に対するプリントヘッドの温度の応答の、本発明による分析を概略的に示すグラフである。

【図４】本発明によるプリントヘッドの作動エネルギを決定する手順を説明するフローチャートである。

【図５】本発明によるプリントヘッドの作動エネルギを決定する手順を説明するフローチャートである。

【図６】本発明によるプリントヘッドの作動エネルギを決定する手順を説明するフローチャートである。

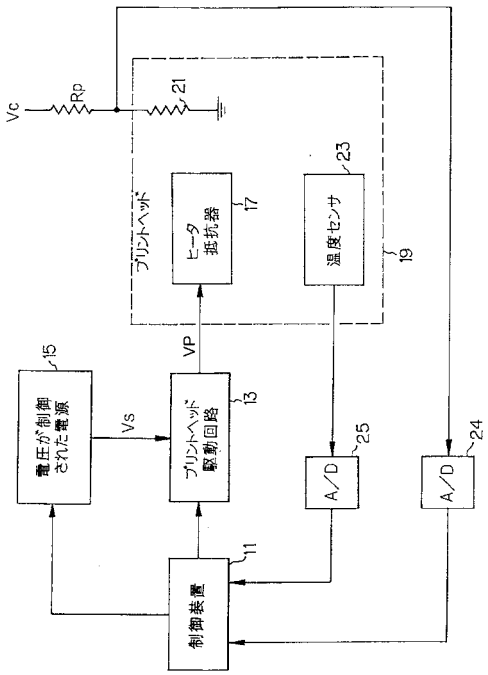
【図７】本発明によるプリントヘッドの作動エネルギを決定する手順を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

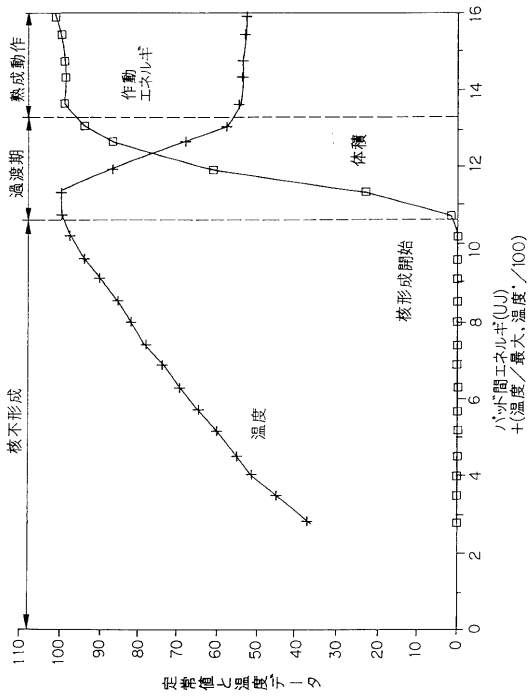
１１　制御装置
１３　プリントヘッドの駆動回路
１５　電源

１７　ヒータ抵抗器
１９　プリントヘッド
２１　サンプル抵抗器
２３　温度センサ
２４、２５　アナログーデジタル交換器
Rp　　精密基準抵抗器

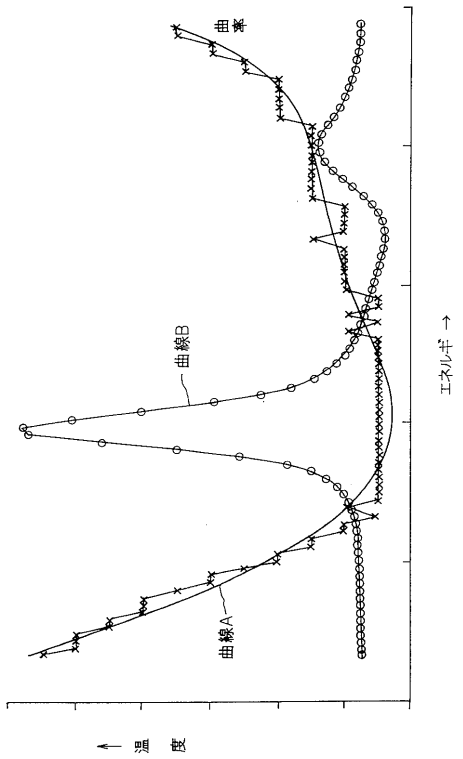
【図１】



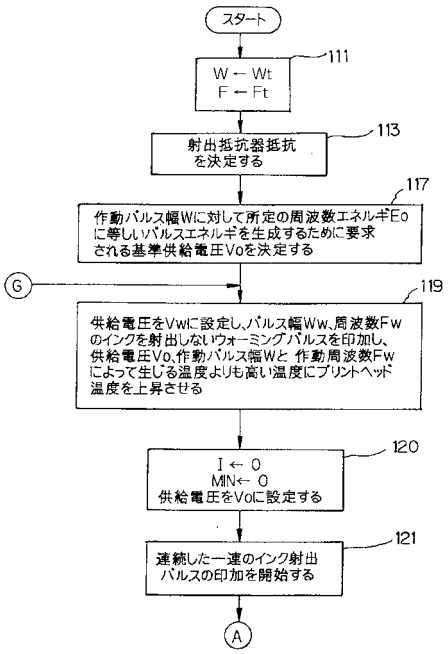
【図２】



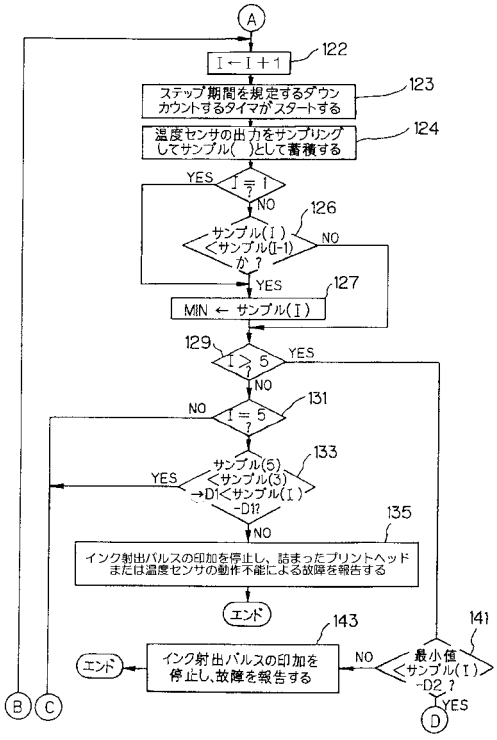
【図３】


曲線
曲線B
曲線A
エネルギ →
← 頻 度

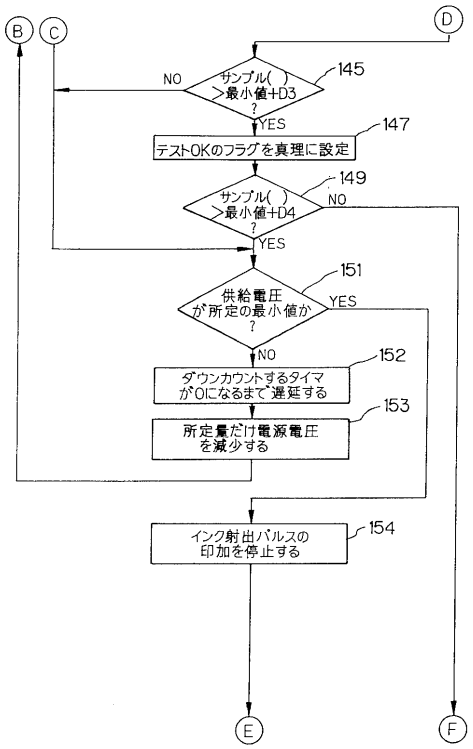
【図４】


スタート
111
W ← Wt
F ← Ft
113
射出抵抗器抵抗を決定する
117
作動パルス幅Wに対して所定の周波数エネルギEoに等しいパルスエネルギを生成するために要求される基準供給電圧Voを決定する
G
119
供給電圧をVwに設定し、パルス幅Ww、周波数Fwのインクを射出しないウォーミングパルスを印加し、供給電圧Vo、作動パルス幅Wと 作動周波数Fwによって生じる温度よりも高い温度にプリントヘッド温度を上昇させる
120
I ← 0
MIN← 0
供給電圧をVoに設定する
121
連続した一連のインク射出パルスの印加を開始する
A

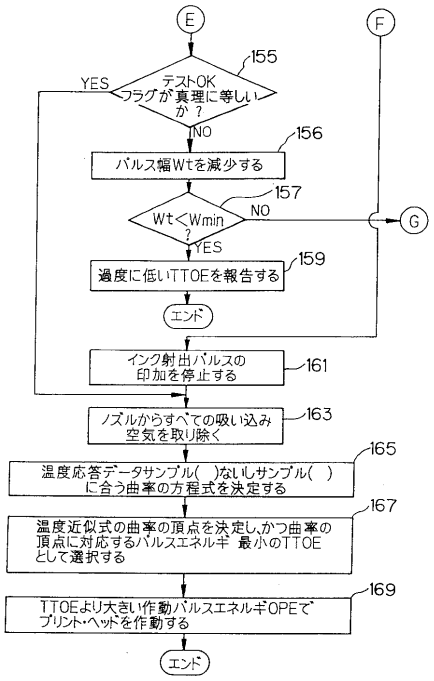
【図５】


A
122
I←I＋1
123
ステップ期間を規定するダウンカウントするタイマがスタートする
124
温度センサの出力をサンプリングしてサンプル( )として蓄積する
YES
I = I ?
NO
126
サンプル(I) <サンプル(I-1) か ?
NO
YES
127
MIN ← サンプル(I)
129
I > 5 ?
YES
NO
131
I = 5 ?
NO
133
サンプル(5) <サンプル(3) →D1<サンプル(I) -D1?
YES
NO
135
インク射出パルスの印加を停止し、詰まったプリントヘッドまたは温度センサの動作不能による故障を報告する
エンド
143
インク射出パルスの印加を停止し、故障を報告する
エンド
NO
141
最小値 サンプル(I) -D2 ?
YES
B
C
D

【図６】


B
C
D
NO
145
サンプル( ) >最小値+D3 ?
YES
147
テストOKのフラグを真理に設定
149
サンプル( ) >最小値+D4 ?
NO
YES
151
供給電圧が所定の最小値か ?
YES
NO
152
ダウンカウントするタイマが0になるまで遅延する
153
所定量だけ電源電圧を減少する
154
インク射出パルスの印加を停止する
E
F

【図７】


E
F
155
テストOK
フラグが真理に等しいか？
YES
NO
156
パルス幅Wtを減少する
157
Wt<Wmin
？
NO
YES
G
159
過度に低いTTOEを報告する
エンド
インク射出パルスの
印加を停止する
161
ノズルからすべての吸い込み
空気を取り除く
163
165
温度応答データサンプル( )ないしサンプル( )
に合う曲率の方程式を決定する
167
温度近似式の曲率の頂点を決定し,かつ曲率の
頂点に対応するパルスエネルギ 最小のTTOE
として選択する
169
TTOEより大きい作動パルスエネルギOPEで
プリント・ヘッドを作動する
エンド

フロントページの続き

(72)発明者　ブライアン・ピー・カンフィールド
アメリカ合衆国カリフォルニア州サンディエゴ　チャルセドニー・ストリート　２０１３
(72)発明者　カート・ケイ・アンダーセン
アメリカ合衆国ミズーリ州マンチェスター　エンチャンテッド・パークウェイ　５０２　ナンバー４
(72)発明者　ハノン・イクス
アメリカ合衆国カリフォルニア州エスコンディド　ヴィア・ヴァレー・ヴィスタ　１１２８

審査官　小松　徹三

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
B41J　2/05
B41J　2/125