

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5785506号
(P5785506)

(45) 発行日 平成27年9月30日(2015.9.30)

(24) 登録日 平成27年7月31日(2015.7.31)

(51) Int.Cl.

B 41 J 2/175 (2006.01)

F 1

B 41 J 2/175 4 O 1

請求項の数 5 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-24298 (P2012-24298)
 (22) 出願日 平成24年2月7日 (2012.2.7)
 (65) 公開番号 特開2012-162080 (P2012-162080A)
 (43) 公開日 平成24年8月30日 (2012.8.30)
 審査請求日 平成27年2月9日 (2015.2.9)
 (31) 優先権主張番号 13/022, 264
 (32) 優先日 平成23年2月7日 (2011.2.7)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 502096543
 パロ・アルト・リサーチ・センター・イン
 コーポレーテッド
 Palo Alto Research
 Center Incorporated
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94
 304、パロ・アルト、コヨーテ・ヒル・
 ロード 3333
 (74) 代理人 100079049
 弁理士 中島 淳
 (74) 代理人 100084995
 弁理士 加藤 和詳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】相変化インクにおける泡及びボイドを低減する圧力パルス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

相変化インクプリンタの動作方法であって、
 インクの一部が液体にありかつ前記インクの別の部分が固体にあって前記インクが相を変えつつある間に、前記相変化インクプリンタのインク流路内の前記インクへ圧縮空気または圧縮インクのパルスである圧力パルスを複数回印加することを含む方法。

【請求項 2】

前記圧力パルスを印加することは、前記インクが相を固体から液体に変えつつある間に、前記圧力パルスを印加することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記圧力パルスを印加することは、前記インクが相を液体から固体に変えつつある間に、前記圧力パルスを印加することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記圧力パルスの数は、所定時間において 3 から 15 である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記圧力パルスを印加することは、前記圧力パルスによって変調されたベースライン圧力の送出を制御することを含む請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

本明細書に記述される実施形態は、インクジェット印刷に用いられる方法及びデバイスに関する。実施形態の中には、インクの一部が液相にありかつインクの別の部分が固相にあってインクが位相を変えつつある時間中にプリンタのインク流路内のインクへ複数の圧力パルスを印加することを含む、相変化インクプリンタの動作方法に関するものがある。事例によっては、インク流路に沿ったインクが固相から液相へ位相を変えつつあってインク流路内のインクの一部が液相にありかつインクの一部分が固相にある時間中に、液相にあるインクの一部へ複数の圧力パルスが印加される。事例によっては、インク流路に沿ったインクが液相から固相へ位相を変えつつある時間中に、液相インクへ複数の圧力パルスが印加される。例えば、事例によっては、これらの方または双方の時間中に約3から約15の圧力パルスが印加されてもよい。圧力パルスは、例えばインクから詰まった泡を取り除く働きをする。

【0002】

複数の圧力パルスのデューティサイクルは、約75%から約80%までの範囲内であることが可能である。複数の圧力パルスの各々は、圧力約0psigから圧力約10psigまでの圧力転移を包含してもよい。複数の圧力パルスのパターンは、規則的であることやランダムであることも可能である。複数の圧力パルスの振幅、持続時間及び振動数のうちの1つまたはそれ以上は、パルス毎に変わることが可能である。

【0003】

幾つかの態様によれば、ベースライン圧力が印加されてもよく、かつベースライン圧力は複数の圧力パルスによって変調される。

【0004】

実施形態の中には、相変化インクプリンタのためのプリントヘッドアッセンブリを包含するものがある。プリントヘッドアッセンブリの1つまたは複数のコンポーネントは、相変化インクが通過できるように構成されるインク流路を画定すべく配置される。加圧ユニットは、インクへ圧力を加えるように構成される。制御ユニットは、インクが位相を変えつつある時間中にインクへ圧力を加えるように加圧ユニットを制御する。相変化の間、インク流路におけるインクの一部分は固相にあり、かつインク流路におけるインクの別の部分は液相にある。圧力は、少なくとも液相インクへ加えられる。

【0005】

相変化は、固相から液相への転移（起動動作の間等）を包含する場合もあれば、液相から固相への転移（パワーダウン動作の間等）を包含する場合もある。

【0006】

制御ユニットは、複数の圧力パルスが印加されるように圧力を制御してもよい。事例によれば、制御ユニットは、複数の圧力パルスがベースライン圧力を変調するように圧力を制御してもよい。制御ユニットは、複数の圧力パルスの送出をインクの温度と協調させてもよい。

【0007】

プリントヘッドアッセンブリは、インクへ熱結合される1つまたは複数の熱素子を含んでもよい。制御ユニットは、インクが位相を変えつつある時間中にインク流路に沿って温度勾配を生成するように熱素子を制御してもよい。

【0008】

実施形態の中には、先に述べたようなプリントヘッドアッセンブリを含むインクジェットプリンタを包含するものがある。

【0009】

実施形態の中には、相変化インクプリンタの動作方法に関するものがある。この方法は、インクの第1の部分が固相にありかつインクの第2の部分が液相にあってインクが位相を変えつつある時間中に、プリンタのインク流路内のインクへ加えられる圧力の送出を制御することを含む。相変化は、液相から固相への変化を包含する場合もあれば、固相から液相への変化を包含する場合もある。定圧または可変圧力は、相変化の間に少なくとも液相にあるインクへ加えられてもよい。

10

20

30

40

50

【0010】

実施形態の中には、相変化インクを用いるプリンタを包含するものがある。このようなプリンタは、相変化インクを含むように構成されるリザーバを含む。リザーバへは、インク流路を画定するために複数のインクジェットが流体的に結合される。インクジェットは、印刷媒体上へインクを噴出するように構成される。加圧ユニットは、インク流路におけるインクへ圧力を加えるように配置される。制御ユニットは、インクが位相を変えつつある時間中にインクへ圧力が加えられるように加圧ユニットを制御する。相変化の間、インクの一部は液相にあり、かつインクの別の部分は固相にある。圧力は、少なくとも液相インクへ加えられる。プリンタは、印刷媒体とインクジェットとの間に相対動作をもたらすトランスポート機構を含む。インクへ加えられる圧力は一定であっても、可変であってもよく、かつパルス圧力を包含してもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】インク流路におけるボイド及び泡を低減するためのアプローチを組み込んだプリントヘッドアッセンブリを示す図である。

【図2】インク流路に沿った温度勾配を示す。

【図3】リザーバにおいてインク流路へ加えられる圧力を示す図である。

【図4】インク流路へ受動的に圧力を加えるための様々なアプローチを示す。

【図5】インク流路へ受動的に圧力を加えるための様々なアプローチを示す。

【図6】インクが位相を変えつつある間にインク流路におけるボイド及び泡を低減するためのプロセスを示すフロー図である。

20

【図7】インクが固相から液相へ転移しているプリントヘッドアッセンブリの動作の間にインク内の泡及びボイドを低減するためのプロセスを示すフロー図である。

【図8】インクの一部を固相状態にさせかつインクの別の部分を液相状態にさせる温度勾配の存在を包含した泡低減動作の後の印刷品質と、温度勾配なしの標準的な泡低減の後の印刷品質とを比較したグラフである。

【図9】インク流路に沿って温度勾配が存在する時間中に圧力の印加を包含する泡及びボイドの低減を示すフロー図であり、温度勾配は、インクの第1の部分を固相状態にさせかつインクの第2の部分を液相状態にさせる。

【図10】インク流路に沿った温度勾配の存在及び圧力印加と温度との協調を包含する泡及びボイドの低減を示すフロー図である。

30

【図11】インク流路におけるインクの液相から固相への転移に伴う圧力と温度との協調を示す。

【図12】インクが液相から固相へ転移している時間中に圧力を加えかつ圧力と温度とを協調させることによって達成された印刷品質結果を、圧力の印加なしで達成された印刷品質結果と比較したものである。

【図13】インク流路に沿って温度勾配が存在するときに複数の圧力パルスを印加することを包含するインク内のボイド及び泡を低減するためのプロセスを示すフロー図であって、温度勾配は、インクの一部を固相状態にさせかつインクの別の部分を液相状態にさせる。

40

【図14】インクが固相から液相へ転移している時間中に複数の圧力パルスを印加することによってインク内のボイド及び泡を低減するためのプロセスを示すフロー図である。

【図15】インク流路内のインクへ印加されることが可能な圧力パルスの様々なパターンを示す。

【図16】インク流路内のインクへ印加されることが可能な圧力パルスの様々なパターンを示す。

【図17】インク流路内のインクへ印加されることが可能な圧力パルスの様々なパターンを示す。

【図18】インク流路内のインクへ印加されることが可能な圧力パルスによって変調される連続的な圧力の様々なパターンを示す。

50

【図19】インク流路内のインクへ印加されることが可能な圧力パルスによって変調される連続的な圧力の様々なパターンを示す。

【図20】インク流路内のインクへ印加されることが可能な圧力パルスによって変調される連続的な圧力の様々なパターンを示す。

【図21】インク流路内のインクへ連続圧力を加えることによって達成された印刷品質結果と、インク流路内のインクへパルス圧力を加えることによって達成された印刷品質結果とを比較したものである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

実施形態の中には、圧力の印加をインク流路内のインクの温度と協調させることによって相変化インク内のボイド及び／または泡を減らすことを包含するものがある。事例によつては、印加される圧力は、液体インクをボイド内へ押しやり、かつ気泡をインク噴射口またはベントへと押しやる働きをすることができる。圧力は、例えば加圧された空気またはインクである圧力源から印加されてもよく、かつインク流路に沿つた1つまたは複数のポイントにおいて印加されることが可能である。事例によつては、圧力と温度との協調は、インクが予め決められた温度値に達することに応答して圧力を加えることを包含する。実装によつては、圧力の印加は、インク流路に沿つて温度勾配を生成かつ／または保持することと協調されることも可能である。圧力は継続的であることも、可変性であることも可能であり、かつ／または印加圧力の量は、温度及び／または温度勾配の関数であることが可能である。実装によつては、圧力は、インク流路におけるインクの相転移の間に複数の圧力パルスで印加されることが可能である。

10

【0013】

図1は、本明細書において論じられるボイド及び泡低減アプローチのうちの幾つかを示す、ある例示的なプリントヘッドアッセンブリ500の断面図である。プリントヘッドアッセンブリ500は、相変化インクを含むように構成されるインクリザーバ510を含む。リザーバは、ジェットスタックを含むプリントヘッド520へ流体的に結合される。ジェットスタックは、先に論じたようにマニホールド及びインクジェットを含んでもよい。図1に示されているプリントヘッドアッセンブリ500において、インク流路は、リザーバ510、サイホン515、プリントヘッド吸込路517及びプリントヘッド520等のプリントヘッドアッセンブリ500の様々なコンポーネントによって画定されるインクの流体経路である。プリントヘッドはジェットスタック525を含み、かつプリントヘッド520内部のインク流路はこのジェットスタック525を含む。インク流路はリザーバ510を横断し、サイホン515、プリントヘッド吸込路517、プリントヘッド520、ジェットスタック525を介してプリントヘッドの自由表面530へ至る。プリントヘッドアッセンブリ500は、2つの自由表面530、531を有する。一方の自由表面531は、リザーバ510におけるインク流路の入力側に存在する。もう一方の自由表面530は、ジェットスタック525のベント及び／または噴射口におけるインク流路の出力側に存在する。プリントヘッドアッセンブリ500内にインク流路を形成する1つまたは複数の流路構造体は、流路構造体間にある程度の熱減結合を達成するために、空隙540または他の絶縁物によって互いから分離されてもよい。

20

30

【0014】

プリントヘッドアッセンブリ500は、インク流路に沿つてインクを加熱及び／または冷却するように構成される1つまたは複数の熱素子543-547を含む。図1に描かれているように、第1の熱素子546はリザーバ510上またはその近くに位置合わせされてもよく、かつ第2の熱素子547はプリントヘッド520上またはその近くに位置合わせされてもよい。熱素子543-547は、例えばインク流路を能動的に加熱または能動的に冷却するユニットである能動的な熱素子546、547であつてもよく、かつ／または例えればパッシブヒートシンク、パッシブヒートパイプ等である受動的な熱素子543-545であつてもよい。実装によつては、熱素子543-547は、制御ユニット550によって起動、停止かつ／または別途制御されてもよい。制御ユニットは、例えば、マイ

40

50

クロプロセッサベースの回路ユニット及び／またはプログラム可能論理アレイ回路または他の回路エレメントを備えててもよい。制御ユニット550は、プリンタの制御ユニットに統合されてもよく、スタンドアロンユニットであってもよい。実装によっては、制御ユニット550は、プリントヘッドアッセンブリの泡低減動作の間にインク流路へ加えられる温度及び圧力を制御するように構成される制御ユニットを備えててもよい。泡の低減は、プリンタの起動時、停止時または運転中の他の任意の時間に発生してもよい。

【0015】

能動的な熱素子546、547の場合、制御ユニット550は能動的な熱素子546、547を起動しかつ／または停止することができ、かつ／または制御ユニット550はその他、所望される設定温度を達成するために能動的な熱素子546、547のエネルギー出力を修正してもよい。能動的な熱素子はシステムに熱エネルギーを能動的に供給し、かつ冷却エレメントであっても、加熱エレメントであってもよい。能動的な冷却は、例えばガスまたは液体等の冷却材の流れを制御することによって、かつ／または圧電冷却器の使用を介して達成されてもよい。能動的な加熱は、抵抗加熱または誘導加熱によって達成されてもよい。幾つかの受動的な熱素子545の場合、制御ユニット550は、受動的な熱素子545を起動、停止かつ／または別途制御してもよい。例えば、受動的な熱素子545の制御は、制御ユニット550により、ヒートシンクフィンを散開または引っ込める信号を発生することによって達成されてもよい。実装によっては、プリントヘッドアッセンブリ500は、制御ユニット550によって制御されない1つまたは複数の熱素子543、544も含んでもよい。プリントヘッドは、例えば1つまたは複数の断熱性の熱素子543によって断熱されてもよい。

【0016】

場合により、プリントヘッドアッセンブリ500は、インク流路に沿って、またはプリントヘッドアッセンブリ500上の他の場所に位置合わせされる1つまたは複数の温度センサ560を含んでもよい。温度センサ560は、インク（またはインク流路を形成するコンポーネント510、515、517、529、525）の温度を検出し、かつ検出された温度によって変調された電気信号を発生することができる。事例によっては、制御ユニット550は、熱ユニット545-547の動作を制御するために、センサ信号を用いて熱ユニット545-547へフィードバック信号を発生する。

【0017】

場合により、プリントヘッドアッセンブリ500は、インク流路に沿った1つまたは複数の位置でインクへ圧力を加えるように構成される加圧ユニット555を含む。加圧ユニット555は、少なくとも1つの圧力源と、インク流路へアクセスするために結合される1つまたは複数の入力ポート556と、インク流路へ加えられる圧力を制御するために使用されることが可能な1つまたは複数のバルブ557とを含んでもよい。圧力源は、例えば圧縮空気または圧縮インクを含んでもよい。加圧ユニット555は、制御ユニット550によって制御可能であってもよい。実装によっては、制御ユニット550は、温度センサの信号及び／または検出された圧力信号を基礎として加圧ユニットを制御するためにフィードバック信号を発生してもよい。

【0018】

インクが液相から固相へ変わる際のインク流路に沿った温度勾配は、インクが凝固する間に形成されるボイドの数を減らすために生成されてもよい。インクが固相から液相へ変わりつつあるときのインク流路に沿った温度勾配は、凝固インク内に存在する空気を除去するために、例えばページプロセスの間に用いられてもよい。インク内のボイドは、凝固の間に、液体インクのポケットが凝固インクによって取り込まれる際に形成される。温度勾配は、リザーバにおける、かつリザーバに近いインクは液体であって、プリントヘッドの方に近いインクは固体であるといったものであってもよい。温度勾配は、リザーバの方に近い液相インクからの液体インクが固相インク内のエアポケットへと流れ込み、空気を凝固インクからプリントヘッドアッセンブリの自由表面の1つへと繋がるマイクロチャネルを介して押し出すことを可能にする。

10

20

30

40

50

【0019】

図2は、プリントヘッドアッセンブリ内に温度勾配を生成するように制御ユニット(不図示)によって制御可能な複数の熱素子645を含むプリントヘッドアッセンブリ600を示す。図2に描かれているように、複数の熱素子645は、リザーバ610、サイホン615及び／またはプリントヘッド入口617を含むインク流路部分に沿って位置合わせされてもよい。或いは、または追加的に、熱素子645は、例えばジェットスタックのマニホールドの内部、上またはその近くを含むプリントヘッド620の内部、上またはその近くに位置合わせされる場合もある。

【0020】

ボイド及び泡を低減するアプローチの中には、インクが位相を変えつつある時間中に圧力源からの圧力をインクに加えることを含むものがある。圧力源は、例えば加圧されたインク、空気または他の物質であってもよい。圧力は、インク流路に沿った任意のポイントにおいて加えられることができあり、かつ制御ユニットによって制御されることが可能である。事例によっては、制御ユニットは、圧力の印加をインクの温度と協調して制御する。例えば、圧力は、システムの熱力学を基礎としてインクがある特定の温度であることが予期される時点で、または温度センサによりインク流路のある特定のロケーションにおけるインクが予め決められた温度に達していることが示される時点で加えられることが可能である。事例によっては、圧力の量及び／またはロケーションは、例えばインク流路のゾーン別加熱または冷却によって達成される温度勾配と協調して適用されることが可能である。

10

【0021】

図3は、インクが位相を変えつつある時間中のインクへの圧力870の印加を示す。例えば、事例によっては、リザーバ810内のインクをインクの溶融温度を超える温度、例えば90°Cを超える温度にするために、リザーバヒータ845のみが起動される。リザーバヒータ845はリザーバ810内のインクが溶融するに足る高さの設定温度にまで到達されるが、設定温度はこのように高く、よって／またはプリントヘッド820内のインクも溶融するほど長くは保持されない。リザーバ810内のインクとプリントヘッド820内のインクとの十分な温度差は、リザーバ810内のインクは液体でありながらプリントヘッド820内のインクを凝固したままにするように保たれる。例えば、使用されるインク及びプリントヘッドアッセンブリのジオメトリに依存して、リザーバが90°Cであるとき、リザーバ温度とプリントヘッド温度との温度差が約5°Cから約15°Cまでの範囲内であれば、リザーバインクが液体でありながらプリントヘッドインクは凝固して保たれる。リザーバ内のインクが液体でありかつプリントヘッド内のインクが凝固したままである間、圧力870は、例えばリザーバの自由表面831に加えられる。圧力870は、液体インクのリザーバ810から凝固インク内のボイド及びエアポケットへの移動を促進する。液体インクのボイド及びエアポケットへの移動はボイドを除去し、かつ凝固インク内に存在するマイクロチャネル(亀裂)を介して空気をプリントヘッドの自由表面830から押し出させる。

20

【0022】

図4及び図5は、インク流路におけるインクへの圧力を受動的に増大させるためのアプローチを示す。図4に描かれているように、インク流路の全てまたは一部はインクへの圧力を高めるために傾斜されてもよい。プリントヘッドアッセンブリ900のコンポーネントは、プリントヘッドアッセンブリ900のインク流路全体が図4において傾斜されているように傾けられる。他の実施形態では、インク流路の一部を画定するコンポーネントのみが傾斜されてもよい。プリントヘッドアッセンブリ900は、この傾斜を達成すべくプリントヘッドアッセンブリ900のコンポーネントを方向づけるように構成される配向機構975を含むことが可能である。実装によっては、プリントヘッドアッセンブリ900のコンポーネントは、インク流路内のインクに対する圧力を高めるために、インク相変化の間に1つの位置に方向づけられてもよい。コンポーネントは、例えばプリンタの運転中である他の時間期間中に別の位置に方向づけられてもよい。事例によっては、プリントヘ

30

40

50

ッドの配向機構は、制御ユニットにより、例えばインク流路の温度、圧力及び／または温度勾配を基礎として制御されることが可能である。図4に示されているようなリザーバ910の傾斜は、インク内の泡をリザーバ910の自由表面まで上昇させるように実装される場合もある。

【0023】

図5は、インクへ加える圧力を高めるためのプロセスの別の例を描いている。この例において、リザーバ1010は先の、または通常のインクレベル1076を超えて過度に満たされ、これにより、プリントヘッドアッセンブリ1000のインク流路に沿って圧力が増大される。事例によっては、過充填インク1077は、プリンタのパワーアップシーケンスの間にリザーバ1010へ追加されてもよい。或いは、過充填インク1077は、プリンタのパワーダウンシーケンスの間にリザーバ1010へ追加されてもよい。10

【0024】

先に論じたように、インク流路における温度勾配、インクの加圧及び／または温度、温度勾配及びボイド及び／または泡低減用圧力間の協調の使用は、インクが固相から液相へ転移しているとき、例えばプリンタのパワーアップシーケンスの間に行われてもよい。図6は、インクが固相から液相へ転移している時間中にボイド及び／または泡を低減するためのある例示的なプロセスを示すフロー図である。図6に示されているプロセスは、例えばプリンタのパワーアップに伴ってインク流路からボイド及び／または泡をバージするために用いられてもよい。1110、1120において、リザーバ及びプリントヘッドは位相シーケンスで加熱される。プリントヘッドの方へ近いインクがインクを凝固したままにする温度に保持されながら、まずリザーバがリザーバ内のインクを溶融する温度にまで加熱される。リザーバ内のインクとプリントヘッド内のインクとの間の温度勾配は、プリントヘッド自由表面におけるシステムの通気及びインク噴射口を介するインクフローシステムの減圧を促進する。1105における、リザーバ及びプリントヘッドの位相シーケンスでの加熱により生成される温度勾配は、ボイド内へのインクの半制御式移動及び泡の低減をもたらす。リザーバ及び／またはプリントヘッドの温度上昇速度は、ボイド／泡の最適な低減を達成するように制御される。1105においてインク流路沿いに温度勾配が生成された後、1130では、場合により、ボイド及び泡低減をさらに増進させるためにインクへ圧力が加えられてもよい。例えば、圧力の印加は、本明細書に記述されているもの等の1つまたは複数の能動的及び受動的加圧技法によって達成されてもよい。2030

【0025】

図7のフロー図には、上述のプロセスのさらに詳細なシーケンスが示されている。1210において、リザーバヒータは、約100°Cの設定温度で起動される。1220において、リザーバは約8分で100°Cに達するが、この時点でプリントヘッドの温度は約86°Cである。次に、1230において、リザーバの設定温度が約115°Cまで高められ、1240では、リザーバにおいてこの温度が約10分後に到達される。この時点で、プリントヘッドは約93°Cである。この時点で、1250においてプリントヘッドヒータが起動される。1260では、プリントヘッドヒータの起動から約12分後に、例えば約4psigから10psigまでのバージ圧力がインクへ加えられる。このプロセスの実装により、泡低減動作の間にプリントヘッドからインクが滴ることが回避される。プリントヘッドヒータの起動前は、インクジェットにインクワックスの小玉が現出し、かつバージメントではインクワックスのより大きい玉が泡立ってガスの逃げを示している。プリントヘッドヒータの起動後は、インクワックスの玉はプリントヘッド内へ引っ込み、プリントヘッドの表面は清浄になる。図7に記述されているプロセスは、溶融範囲を有する混合体でありかつ典型的には約85°Cで完全な液体であるインクに適用可能である。約12°Cより大きい温度勾配は、リザーバ内のインクが液体であるときにプリントヘッドにおけるインクを凝固状態に保つ。40

【0026】

図7に関連して記述されたプロセスによって生成される温度勾配は、ボイド／泡がインクシステムから押し出されることを可能にする。これに対して、温度勾配が存在しない場50

合、即ち、リザーバ及びプリントヘッドの双方が略同時に略同一温度まで加熱される場合、リザーバとプリントヘッドとの流体結合部、例えばプリントヘッドアッセンブリのサイホンエリアに空気が捕捉される可能性がある。インクが、例えば起動動作の間に固体状態から液体状態へ転移するとき、幾分かのインクはプリントヘッドから押し出されることがある。インクは、室温(20°C)から115°Cへの温度上昇に起因するインクの膨張(約18%)及びインクへの圧力を増大させるガスの膨張からの圧力によってプリントヘッドの外へ押し出される。「ドルーリング」と呼ばれる場合もあるプリントヘッドからのインクの垂れ落ちは望ましくなく、またインクを無駄にする。ドルーリングは、典型的には、プリントヘッドからの空気の一掃に効果的に寄与せず、かつ多色プリントヘッド上では、異なるカラーインクによるノズルの交差汚染を引き起こす。

10

【0027】

これに対して、インク流路に沿って温度勾配を生成する制御された温度上昇は、インクジェット及びプリントヘッドベントから滴下するインクを最小限に抑えてボイド及び泡がシステムから発散されることを可能にする。図6及び図7に示されているプロセスは、気泡を追い出すために固相インク内に形成されるマイクロチャネルを用いる。制御されたインクの流れ及び温度上昇からの加圧は、ボイドを排除しかつプリントヘッドを介してエアポケットを追い出す働きをし、よって印刷動作の間にインク内に存在する泡が低減される。

【0028】

インク内の泡は、間欠的なインク噴射、弱いインク噴射及び/またはプリントヘッドの1つまたは複数のインクジェットから印刷できない噴射を含む可能性がある印刷欠陥に繋がる、という理由で望ましくない。これらの望ましくない印刷欠陥を、本明細書では間欠的な、弱い、または欠落したイベント(IWM)と称する。本明細書において論じられる様々な実装は、インク内の泡に起因するIWM率を減じることに役立つ。IWM率は、泡低減方法の有効性の指針である。泡がインクジェットに取り込まれれば、ジェットは適正に発射せず、間欠的な、弱い、または欠落したジェットになる。

20

【0029】

図7に関連して論じられているようなインクの段階的加熱による温度勾配の生成を包む泡低減プロセスの有効性を、リザーバ及びプリントヘッド内のインクが同時に加熱される一般的な泡低減プロセスと比較した。泡の低減の間の段階的加熱及び同時的加熱の双方で、プリントヘッドアッセンブリは角度約33度で傾斜された。これらの試験において、間欠的な、弱い、または欠落した(IWM)印刷イベントの割合が泡低減プロセスの間にインクジェットから出射したインク質量の関数として決定された。望まれることは、低い出射インク質量及び低いIWM率の双方を達成することにある。図8は、試験の結果を比較したものである。図8から認識できるように、大部分の事例において、標準的な同時加熱による泡低減プロセスよりも、図7に描かれている段階的加熱による泡低減プロセスを用いる方が、少ない出射インク質量で所望されるIWM率を達成することが可能である。

30

【0030】

アプローチの中には、インクが液相から固相へ変わりつつある時間中にインクへ圧力をかけることを包含するものがある。図9のフロー図は、このプロセスを例示している。1610では、インクが液相から固相へ転移している時間中に、インク流路に沿って温度勾配が存在する。例えば、温度勾配は、流路のある領域におけるインクは液体であり、一方で流路の別の領域におけるインクは固体である、という類のものであってもよい。1620では、インクが液相から固相へ変わりつつある時間中にインクへ圧力が加えられる。圧力は、インクが溶融する際に気泡となる可能性もあるインク内のボイドを減じる働きをする。

40

【0031】

ボイド/泡を低減するアプローチの中には、インクが位相を変えつつある時間中の温度と印加圧力との協調を包含するものがある。インクは、固相から液相へ変化していても、液相から固相へ変化していてもよい。インクが位相を変えつつある時間中、インク流路の

50

第1の領域におけるインクの一部は液体であり、一方でインク流路の第2の領域におけるインクの別の部分は固体である。液体インクの加圧はインクをボイド内へと押しやり、かつ凝固インク内のチャネルを介して気泡を押し出す。印加圧力とインク温度との協調の実装は、インク流路に沿って温度勾配を生成するゾーン加熱を伴う場合も伴わない場合もある。

【0032】

図10のフロー図は、例えばプリンタの電源遮断シーケンスの間である、インク流路におけるインクが液相から固相へと位相を変えつつある時に、インク内のボイド／泡を低減するためのプロセスを示している。プロセスは、1710においてインクの温度を決定（または推定）することと、1740において温度と協調して圧力を加えることに依存する。事例によっては、インクの温度は、インクの温度を検出するために流路に沿って配置される温度センサを用いて決定される。事例によっては、インクの温度は、熱素子の設定温度及びプリントヘッドアッセンブリの熱応答関数を知ることによって推定されてもよい。場合により、1720において、インク流路に沿って温度勾配を生成しつゝまたは保持するためにゾーン加熱／冷却が用いられてもよい。1730において、検出されたインク温度が予め決められた温度まで低下すれば、1740においてインクへ圧力が加えられる。

10

【0033】

実装によっては、インクへ可変圧力が加えられ、印加される圧力はインクの温度及び／またはインク流路の温度勾配と協調される。図11は、インクが液相から固相へ転移している時間中のリザーバの温度、プリントヘッドの温度及びインクへ加えられる圧力を含む3つのグラフを描いている。時間 $t = 0$ では、プリントヘッド及びリザーバの双方でインク温度は 115°C であり、かつインクはインク流路全体に渡って液体である。時間 $t = 0$ において、リザーバとプリントヘッドとの間のインク流路内に温度勾配を生成するために、プリントヘッドヒータの設定温度は 81.5°C へ調節され、リザーバヒータの設定温度は僅かに高い温度に調節される。インクが冷却するにつれて、リザーバ内のインクとプリントヘッド内のインクとの温度差は増大し、最終的に約12分で設定温度 87°C (リザーバ) 及び 81.5°C (プリントヘッド) に到達する。約12分において、リザーバにおけるインクに約 0.5 psi の圧力が加えられる。プリントヘッド及びリザーバの温度が徐々に下がるにつれて圧力は増大されるが、プリントヘッドとリザーバとの間の温度勾配は保たれる。約16分では、リザーバの温度は 86°C であって、プリントヘッドの温度は 80°C であり、かつ圧力は 8 psi に増大される。プリントヘッド及びリザーバのヒータは止められ、圧力は、プリントヘッド及びリザーバの継続的な冷却に伴って約8分間、約 8 psi に保持される。

20

【0034】

図11に示されているような圧力と温度との協調を含むプロセスの有効性を、インクが凝固していく間にインクを加圧しない、または温度と圧力を協調させない標準的な冷却プロセスと比較した。これらの試験では、間欠的な、弱い、または欠落した(IWM)印刷イベントの割合によって決定されるような泡形成の低減が、出射するインク質量の関数として決定された。望まれることは、低い出射インク質量及び低いIWM率の双方を達成することにある。図12は、試験の結果を比較したものである。図11から認識できるように、泡低減プロセスの間にインクへ圧力を加えることによって、少ない出射インク質量(即ち、ページ質量)で所望されるIWM率を達成することが可能である。この試験における装置は、約 0.8 g のインクを含むインクジェット及びフィンガマニホールド及び約 1.4 g ラムのインクを含むインクジェットスタックを含んでいたことに留意されたい。冷却中に印加される圧力を用いた試験では、IWM率は、約 1.2 g ラムのページ質量の後に約 19% から 2% 未満まで低下した。 1.4 g ラムページの後は、8ジェットが欠落したグループは存在しなかった。この試験は、出射するインクの量がジェットスタックの容量に等しいことから、サイホン領域の泡の低減における加圧凝固処置の有効性を例証している。ジェットスタック内のインクのみがページされることから、これは、IWM印刷

30

40

50

試験にサイホンからのインクが用いられることを意味する。サイホンからの泡の取り込みは、IWMイベントを引き起こす。取り込みは全く観察されないことから、これは、サイホンにほぼ泡が存在しないことの証拠である。

【0035】

図11に示されているプリントヘッドアッセンブリの冷却の温度／温度勾配／圧力プロファイルは、圧力と温度及び／またはプリントヘッドアッセンブリの温度勾配との協調の1つの例示である。圧力、温度及び温度勾配の値は、温度及び圧力の他の協調プロセスにおけるプリントヘッドアッセンブリの特性に従って他の値が選択されることも可能である。

【0036】

パルス圧力は、インクが位相を変えつつある時間中にインク流路へ印加されてもよい。パルス圧力は、詰まった泡及び／または粒子の除去に助力すること、液体インクをボイドへとさらに効果的に押しやる働きをすること、及び／またはインク内のマイクロチャネルを介する空気の移動を増強することを含む、幾つかの目的を果たす場合がある。図13は、インクが位相を変えつつある時間中にインク流路へ複数の圧力パルスを印加することを含むプロセスを示すフロー図である。2110では、インク路の領域を加熱かつ／または冷却することによって、インク内に温度勾配が生成されることが可能である。温度勾配は、インク流路の第1の領域におけるインクの第1の部分を凝固させ、かつインク流路の第2の領域におけるインクの第2の部分を液体にさせる。例えば、インクの相変化の間、プリントヘッド内のインクジェット及びベントに近い領域におけるインクは凝固したままであり、一方でリザーバにおけるインクはインクの溶融温度を超えた状態に保持されてもよい。2120では、インクの幾分かが固体でありかつ幾分かが液体である間であってインクが位相を変えつつある時間中に、インクへ幾つかの圧力パルスが印加される。圧力パルスは、インク流路に沿って、液体インクの固体インク方向への移動を促進するロケーションで印加される。

【0037】

図14は、例えばプリンタのパワーアップシーケンスの間であってインクが固相から液相へと位相を変えつつある時間中に、インクへ複数の圧力パルスを印加するプロセスを示すさらに詳細なフロー図である。圧力パルスは、システムからページされなければ気泡になるはずのエアポケットをインクから除去するために印加される。2210では、リザーバの近くへ位置合わせされるヒータを起動することにより、インク流路に沿って温度勾配が生成される。リザーバ内のインクは、リザーバ内のインクを溶融するがプリントヘッド内のインクは凝固状態に保つ温度にまで加熱される。2220では、インクが位相を変えつつあってリザーバ内のインクが液体でありかつプリントヘッド内のインクが液体である間に、インクが液体であるリザーバに近いインク流路へ複数の圧力パルスが印加される。場合により、2230では、パルスが連続的な圧力を変調するように、パルスに加えて連続的な圧力が加えられることが可能である。パワーアップシーケンスの間の温度勾配及び圧力パルスの使用は、インクが完全に溶融する前にエアポケットをシステムから押しやり、よって、液体インク内の泡の量が低減される。

【0038】

複数の圧力パルスは、階段関数としての理想圧力パルスを描いている図15 - 図20のグラフが示すように、様々なパターンで印加されることが可能である。インクに対する実際の圧力は階段関数にならないが、図15 - 図20のグラフが圧力パルスの特性の様々な可能性を実証する働きをすることは認識されるべきである。圧力パルスは図15 - 図20に描かれている階段関数により含意されるように急激に印加される必要はなく、ランプ状、鋸歯状、三角形または他の波形で印加されてもよい。

【0039】

図15は、インクへ加えられる圧力を約0 psiから圧力Pまで変える圧力パルスを示す。但し、Pは約3 psiから約8 psiまでの範囲、または約3.5 psiから約6 psiまでの範囲であってもよい。実装によっては、圧力パルスの圧力は約4 p

10

20

30

40

50

s i g である。圧力パルスは、インクへ加えられる圧力を約 0 *p s i g* からパルスの最大正圧まで変えてよい。事例によっては、パルスは圧力を僅かな負圧から最大正圧まで変えてよい。

【 0 0 4 0 】

圧力パルスのデューティサイクルは、約 50 パーセントから約 85 パーセントまで、または約 60 パーセントから約 80 パーセントまでの範囲であってもよい。実装によっては、圧力パルスのデューティサイクルは一定であって約 75 パーセントであってもよい。パルスの幅は、約 100 ms から約 500 ms までの範囲であってもよい。実装によっては、パルスの幅は約 300 ms であってもよい。

【 0 0 4 1 】

事例によっては、圧力パルスのデューティサイクル及び／または振動数は変わってよい。デューティサイクル、幅及び／または振動数の変動は、規則的なパターンを有する場合も、ランダムである場合もある。図 16 は、0 *p s i g* から最大圧力 P まで変わる圧力パルスのランダムな変動を示している。

【 0 0 4 2 】

事例によっては、圧力パルスの振幅は変わってよい。振幅の変動は、規則的なパターンを有する場合も、ランダムである場合もある。図 17 は、規則的な振幅変動パターンを有する圧力パルスを描いている。図 17 に示されているように、第 1 の圧力パルスは圧力を 0 から P_1 へ変える。第 1 の圧力パルスは、圧力を 0 から P_2 へ変える第 2 の圧力パルスと交互する。

【 0 0 4 3 】

構成によっては、圧力パルスは、図 18 - 図 20 に描かれているように、パルスが一定の圧力を変調するように一定の圧力と共に印加される。図 18 は、一定の圧力 P_C がパルス圧力 P_p によって変調されるシナリオを描いている。例えば、一定圧力は約 3 *p s i g* から 6 *p s i g* までの範囲内であってもよく、変調パルス圧力は約 4 *p s i g* から 8 *p s i g* までであってもよい。図 18 に示されているように、変調パルスは一定のデューティサイクル、例えば約 75 % のデューティサイクルを有してもよい。或いは、変調パルスのデューティサイクル、振動数及び／または幅は、図 19 に示されているように、規則的なパターンまたはランダムの何れかで変わってよい。また、変調パルスの振幅も規則的なパターンで変わってもよく、ランダムに変わってもよい。図 20 は、変調パルスが規則的なパターンで変わり、第 1 の圧力 P_{p1} と第 2 の圧力 P_{p2} が交互するシナリオを示している。圧力パルスに関しては、一定の圧力を用いる、または用いない他の様々なシナリオが使用され、よって図 15 - 図 20 は単に幾つかの可能性を示したものである。

【 0 0 4 4 】

泡の低減における圧力パルスの有効性を、一定圧力の有効性と比較した。間欠的な、弱い、または欠落した (IWM) 印刷イベントの割合が、ページ質量の関数として決定された。望まれることは、低いページ質量及び低い IWM 率の双方を達成することにある。図 21 は、一定圧力による泡低減の有効性を圧力パルスによる泡低減と比較した試験の結果を示す。一定圧力及び圧力パルスによる泡低減オペレーションは共に、インク流路に沿ってリザーバにおけるインクを液体にしつつプリントヘッドにおけるインクを凝固したままにする温度勾配が保持される時間中に実行された。

【 0 0 4 5 】

一定圧力による泡の低減試験では、4 *p s i g* の一定圧力がインク流路へ、インクが液体であるロケーションにおいて加えられた。一定圧力の時間は、所望されるページ質量を達成するために 1.5 秒から 4.5 秒に変えられた。一定圧力による泡低減の各オペレーションの後、IWM イベントの割合が決定された。圧力パルスによる泡低減オペレーションでは、インクに対する圧力を約 0 *p s i g* から約 4 *p s i g* まで変える圧力パルスが印加された。パルスは、幅が 300 ms 及びデューティサイクルが 75 % であった。印加されたパルス数は、所望されるページ質量を達成するために約 3 から約 15 まで変わった。圧力パルスによる泡低減の各オペレーションの後、IWM イベントの割合が決定された。

10

20

30

40

50

図21が提供するデータの精査から認識できるように、所望されるIWM率の達成に要するページ質量は、圧力パルスによる泡低減オペレーションの方が少ない。

【図1】

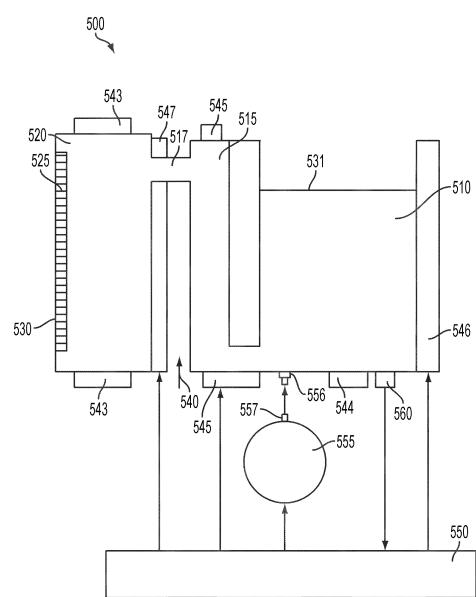


図1

【図2】

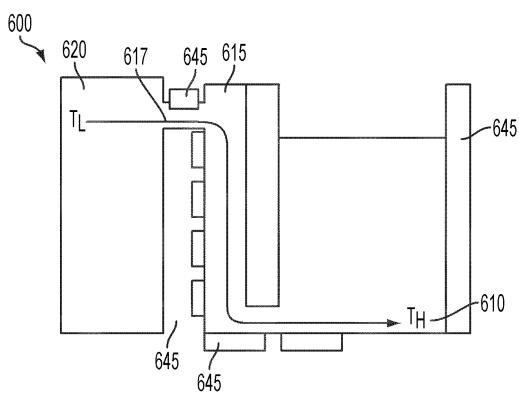
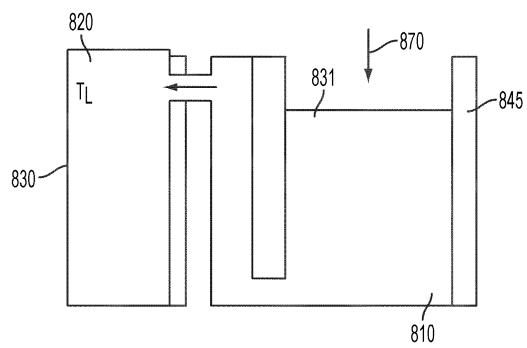


図2

【図3】



3

【 四 4 】

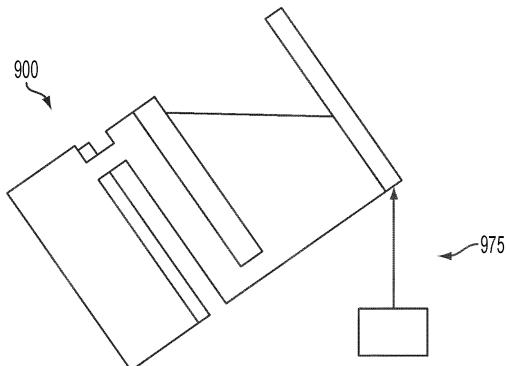


図 4

【図5】

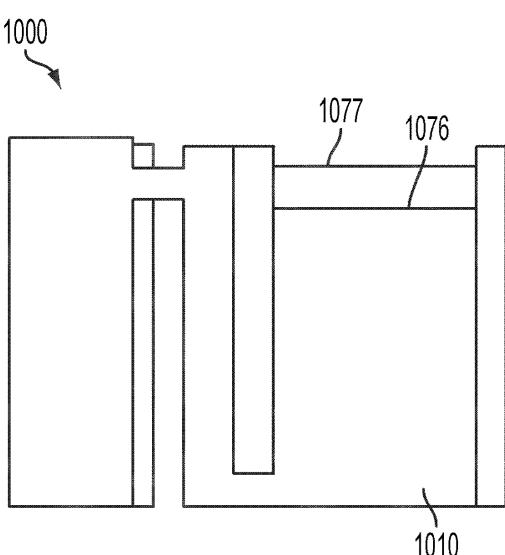


図 5

【 四 6 】

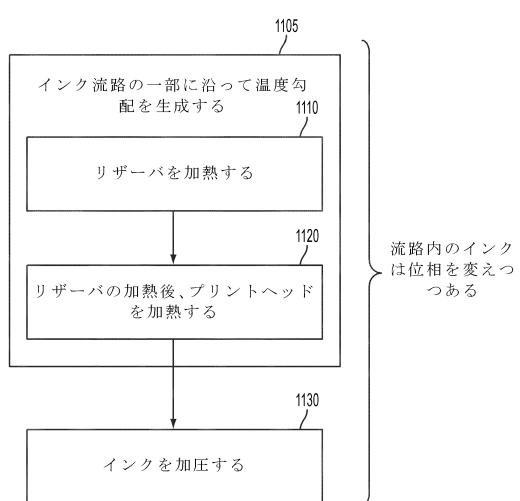
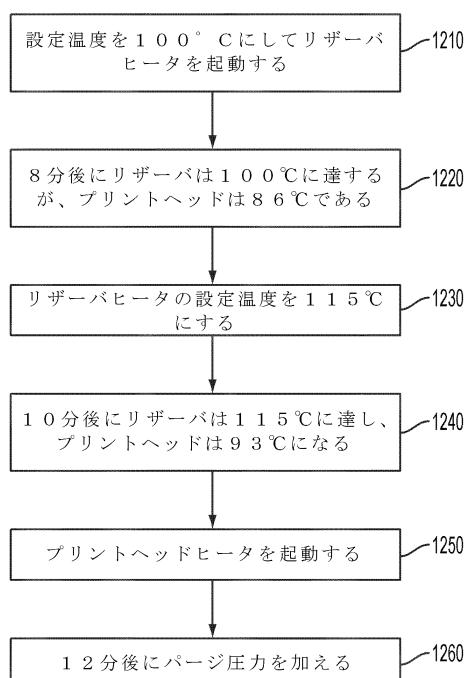


図 6

【図 7】



【図 8】

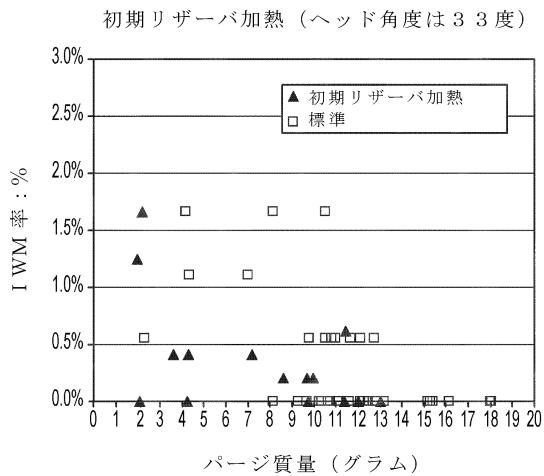


図 8

【図 9】

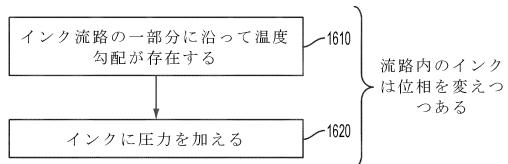


図 9

【図 10】

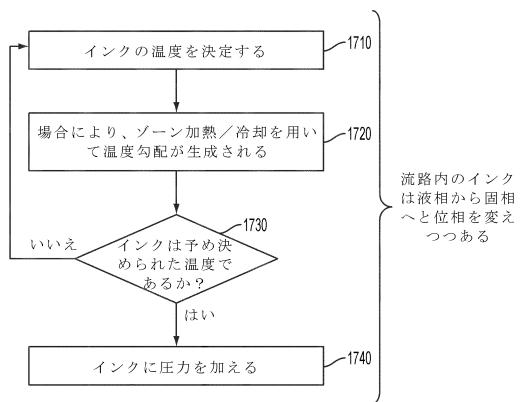


図 10

【図 11】

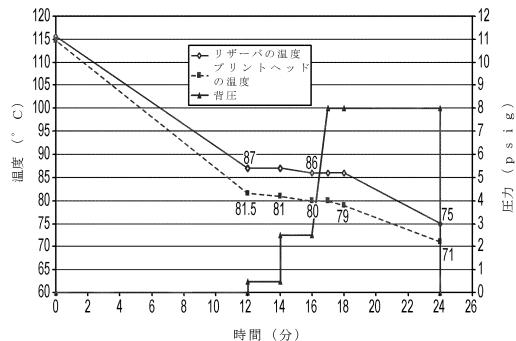


図 11

【図 1 2】

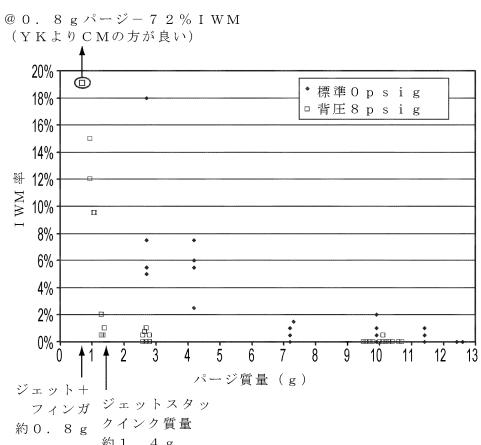


図 1 2

【図 1 3】

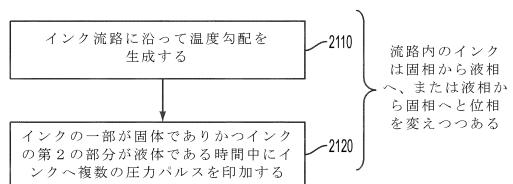


図 1 3

【図 1 6】

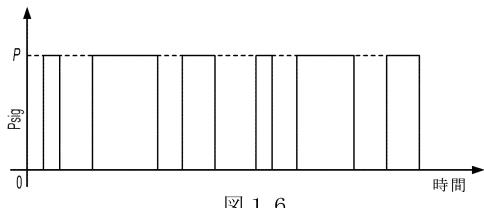


図 1 6

【図 1 7】

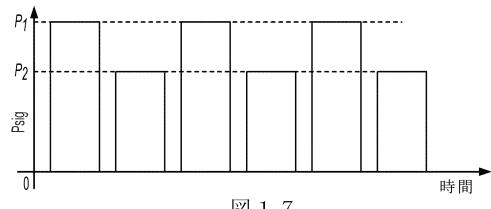


図 1 7

【図 1 8】

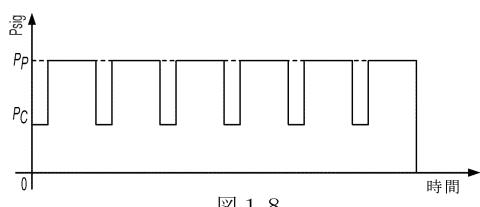


図 1 8

【図 1 4】

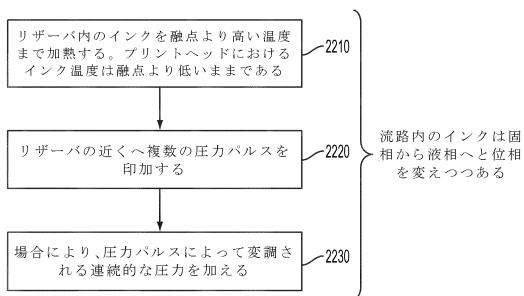


図 1 4

【図 1 5】

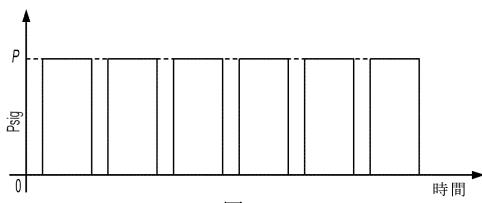


図 1 5

【図 1 9】

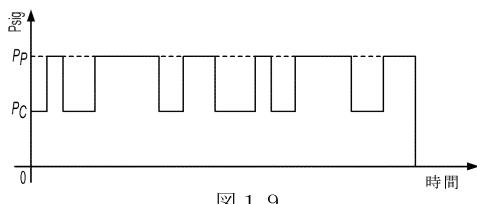


図 1 9

【図 2 0】

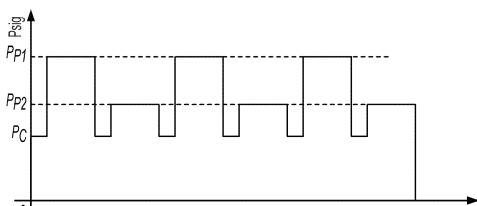


図 2 0

【図 2 1】

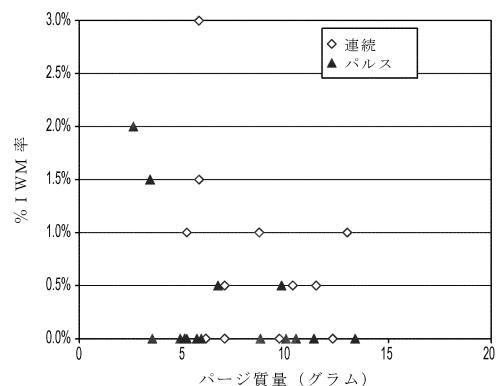


図 2 1

フロントページの続き

(72)発明者 スコット・ジェイ・リム

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94306 パロ・アルト グラント・アヴェニュー 45
5 ナンバー1

審査官 大熊 靖夫

(56)参考文献 特開2010-173322(JP,A)

特開2009-234263(JP,A)

特開2009-220573(JP,A)

特開2006-256326(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/01 - 2/215