

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5801960号
(P5801960)

(45) 発行日 平成27年10月28日(2015.10.28)

(24) 登録日 平成27年9月4日(2015.9.4)

(51) Int. Cl. F I
B 4 1 J 2/175 (2006.01) B 4 1 J 2/175 3 0 9

請求項の数 16 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2014-522798 (P2014-522798)	(73) 特許権者	511076424
(86) (22) 出願日	平成23年7月27日 (2011.7.27)		ヒューレット-パッカート デベロップメント カンパニー エル. ピー.
(65) 公表番号	特表2014-524859 (P2014-524859A)		Hewlett-Packard Development Company, L.P.
(43) 公表日	平成26年9月25日 (2014.9.25)		アメリカ合衆国 テキサス州 77070
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/045585		ヒューストン コンパック センタ ド
(87) 国際公開番号	W02013/015808		ライブ ウェスト 11445
(87) 国際公開日	平成25年1月31日 (2013.1.31)	(74) 代理人	100087642
審査請求日	平成26年2月28日 (2014.2.28)		弁理士 古谷 聡
		(74) 代理人	100121061
			弁理士 西山 清春

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体レベルセンサー及び関連する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ノズルと、
流体チャネルと、
センサー回路

を備え、

前記センサー回路は、

前記流体チャネルの底部にあるセンサプレートと、

前記センサプレートに結合されて、該センサプレートに電圧を生じさせるための

電流源と、

入力レジスターと、

前記入力レジスターから入力コードを受け取って、前記電流源に加えられるバイアス電圧を提供するためのデジタル - アナログ変換器 (DAC) と、

前記DACから前記バイアス電圧をサンプリングして、該バイアス電圧を前記電流源に加えるための入力サンプルアンドホールド

を備え、

前記センサー回路は、ノズルプライミングイベント中にインクレベルを決定し、該イベントによって、前記ノズルを通じて前記流体チャネル内に引き込まれた空気に前記センサプレートがさらされることからなる、流体レベルセンサー。

【請求項 2】

前記センサー回路は、

前記電流源に前記バイアス電圧を加えている間閉じた位置において前記センサープレートを短絡し、開いた位置において前記電流源からの電流を前記センサープレートに加えるためのスイッチ

をさらに備える、請求項1の流体レベルセンサー。

【請求項3】

前記センサー回路はさらに、前記センサープレートにおけるアナログ応答電圧をサンプリングするための出力サンプルアンドホールドを備える、請求項1または2の流体レベルセンサー。

【請求項4】

前記センサー回路はさらに、前記アナログ応答電圧をデジタル値に変換するためのアナログ-デジタル変換器(ADC)を備える、請求項3の流体レベルセンサー。

【請求項5】

前記センサー回路はさらに、前記デジタル値を格納するための出力レジスターを備える、請求項4の流体レベルセンサー。

【請求項6】

前記電流源は電流生成トランジスタを備え、前記バイアス電圧は、該電流生成トランジスタに加えられる、請求項1~5のいずれかの流体レベルセンサー。

【請求項7】

前記電流源は、3つの異なる電流範囲中の電流を生成するための3つの電流生成トランジスタを備える、請求項1~5のいずれかの流体レベルセンサー。

【請求項8】

前記電流源はさらに、前記DACからの電圧を、前記3つの電流生成トランジスタのうちの1つに加えるための範囲選択回路を備える、請求項7の流体レベルセンサー。

【請求項9】

前記センサー回路は、前記ノズルプライミングイベントを開始する、請求項1~8のいずれかの流体レベルセンサー。

【請求項10】

ノズル、流体スロット、及び、該ノズルを該流体スロットに流体結合するための流体チャネルと、

前記流体チャネルの底部にあるセンサープレートと、

前記センサープレートに電圧応答を生じさせるための電流源と、

入力コードを、前記電流源に加えられるバイアス電圧に変換するDACと、

前記DACから前記バイアス電圧をサンプリングして前記電流源に加えるための入力サンプルアンドホールド要素と、

前記電圧応答を測定するための出力サンプルアンドホールド要素を備える、インクジェットプリントヘッド。

【請求項11】

前記電圧応答をデジタル値に変換するADCをさらに備える、請求項10のインクジェットプリントヘッド。

【請求項12】

前記入力コードを前記DACに提供するための入力レジスターと、

前記デジタル値を格納するための出力レジスター

をさらに備える、請求項11のインクジェットプリントヘッド。

【請求項13】

前記電流源に前記バイアス電圧を加えている間閉じた位置において前記センサープレートを短絡し、開いた位置において、前記電流源からの電流を前記センサープレートに加えるためのスイッチをさらに備える、請求項10~12のいずれかのインクジェットプリントヘッド。

【請求項14】

10

20

30

40

50

前記電流源は電流生成トランジスタを備え、前記バイアス電圧は、該電流生成トランジスタに加えらる、請求項10～12のいずれかのインクジェットプリントヘッド。

【請求項15】

前記電流源は、3つの異なる電流範囲中の電流を生成するための3つの電流生成トランジスタを備える、請求項10～12のいずれかのインクジェットプリントヘッド。

【請求項16】

前記電流源はさらに、前記DACからの電圧を、前記3つの電流生成トランジスタのうち
の1つに加えるための範囲選択回路を備える、請求項15のインクジェットプリントヘッ
ド。

【発明の詳細な説明】

10

【背景技術】

【0001】

種々のタイプのインクジェットプリンターについて、インクリ供給リザーバ（インク供給槽）内のインクレベル（インク量またはインク面レベル）を正確に検出することは、多くの理由から望ましい。たとえば、インクの正確なレベルを検出して、1つの流体カートリッジ内に残っている該レベルに対応するインク量の指標を提供することによって、プリンターのユーザーは、消耗したインクカートリッジを交換する準備することが可能になる。正確なインクレベルの指標は、インクの浪費を回避するのにも役立つ。なぜなら、インクレベルの指標が不正確だと、まだインクが残っているインクカートリッジを早まって交換してしまうことが多いからである。さらに、印刷システムは、不十分な供給レベルに起因して生じる低品質の印刷を防止するのに役立つ所定のアクションを起動するためにインクレベル検出を使用することができる。

20

【0002】

リザーバすなわち流体室（流体チャンバ）内の流体のレベル（流体の量もしくは液面レベル。以下同じ）を決定するために利用できる多くの技術があるが、それらの精度及びコストに関連する種々の課題が依然として存在している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】（追って補充）

30

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図1】1実施形態にしたがう、流体レベルセンサーを組み込むのに適したインクジェット印刷システムとして具現化された流体噴射装置を示す。

【図2】1実施形態にしたがう、シリコンダイ基板中に形成された単一の流体スロットを有するTIJプリントヘッドの一方の端部の底面図である。

【図3】1実施形態にしたがう、流体滴発生器の1例の断面図である。

【図4】1実施形態にしたがう、プライミング動作中にインクがセンサープレートの上を後退させられるときのいくつかの異なる段階にあるMEMS構造の部分上面図及び部分側面図である。

40

【図5】1実施形態にしたがう、インクレベルセンサー回路の高レベルブロック図の1例を示す。

【図6】1実施形態にしたがう、範囲選択回路を示す。

【図7】1実施形態にしたがう、インクレベルセンサーをブラックボックス要素として示した図である。

【図8】1実施形態にしたがう、ある範囲の入力刺激にわたる、ドライ応答曲線、ウェット応答曲線、及び差曲線を示す。

【図9】1実施形態にしたがう、弱いドライ応答曲線、弱いウェット応答曲線、及び弱い差曲線を示す。

【図10】1実施形態にしたがう、弱いウェット応答曲線及び弱いドライ応答曲線に影響

50

を与えるプロセス及び環境の変化の例を示す。

【図 1 1】 1 実施形態にしたがう、図 1 0 からのウェットとドライの差（ウェット - ドライ）信号を重ねて表示した図であり、刺激に対して該差がプロットされており、プロセス及び環境によって引き起こされた変化を示している。

【図 1 2】 1 実施形態にしたがう、刺激の代わりに応答に基づく差信号曲線を示す。

【図 1 3】 1 実施形態にしたがう、流体レベルを検出する方法の 1 例のフローチャートを示す。

【図 1 4】 1 実施形態にしたがう、流体レベルを検出する方法の 1 例のフローチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

10

【0005】

以下、本発明の実施形態を添付の図面を参照して説明する。

【0006】

課題とその解決策の概観

上記したように、リザーバすなわち流体室内の流体のレベルを決定するために利用できる多くの技術が存在する。たとえば、インクカートリッジ内で光ビームを反射または屈折させて、電氣的な及び/またはユーザーが視認することができるインクレベル指標を生成するために、プリズムが使用されている。背圧インジケータは、リザーバ内の流体レベルを決定するための別の手段である。いくつかの印刷システムは、インクレベル（またはインク残量。以下同じ）を決定する方法として、インクジェットプリントカートリッジから噴射されるインク滴の数を数える。さらに他の技術は、印刷システムにおける流体レベルのインジケータとして流体の導電率を使用する。しかしながら、流体レベルを検出するシステム及び技術の精度及びコストを改善することに関する課題が依然として存在している。

20

【0007】

本開示の実施形態は、従来のインクレベル検出技術を改良する流体レベルセンサー及び関連する方法を提供する。開示されているセンサー及び方法は、流体要素（流体素子）を具備するMEMS構造、センサー回路、及び、該回路を最適な動作点にバイアスするためのバイアス技術を含む。回路がバイアスされている動作点は、ドライインク状態（すなわち、インクが存在しない状態）とウェットインク状態（すなわち、インクが存在する状態）の間の最大出力差信号を可能にする（すなわち差信号の最大化を可能にする）。センサー回路は、流体チャンネル内にセンサプレートを用意している。（たとえば、スピittingまたはプライミング中に）該チャンネル内のインクに加えられる背圧によって、インクがノズルから引き出されて、センサプレートの上を該チャンネルを通過して引き戻され、これによって、該プレートが空気にさらされる。該回路は、センサプレートに電流を供給して、該プレートに（たとえば該プレートの両端間に）電圧応答を生じさせるための電流源を備えている。測定された該プレートの電圧応答は、該プレートがウェット（ウェットは、流体チャンネル内にインクがあることを示している）であるか、ドライ（ドライは、流体チャンネル内に空気が存在することを示している）であるかの指標を提供する。バイアス技術は、該電流源を最適な動作点にバイアスするためのアルゴリズムを利用し、この最適な動作点では、センサプレートに供給される電流の量によって、微弱信号状態におけるウェットプレート状態とドライプレート状態間のセンサプレートの最大差電圧応答が引き起こされる。

30

40

【0008】

開示されている流体レベルセンサー及び関連する方法の利点には、MEMS構造（たとえば、流体チャンネル及びインク室）に残ったくずや破片による汚染に対する高い耐性が含まれ、この高い耐性によって、ウェット状態とドライ状態を正確に示すことが可能になる。センサーのコストは、既存のサーマルインクジェットプリントヘッドに配置される回路及びMEMS構造を使用するがゆえに抑えられる。該回路のサイズ（大きさ）は、数個（たとえば 2 ~ 3 個）のインクジェットノズルの空間に該回路を配置可能な程度のものである。

50

【 0 0 0 9 】

1 実施形態では、流体レベルセンサーは、センサプレート及び電流源を有するセンサー回路を備える。流体レベルセンサーはまた、電流源からセンサプレートに加えられた電流によって、ドライセンサプレート状態とウェットセンサプレート状態間の応答電圧に最大の差が生じるように該電流源をバイアスするための、プロセッサが実行可能な命令（プロセッサ実行可能命令）を有するアルゴリズムを含んでいる。

【 0 0 1 0 】

1 実施形態では、流体レベルセンサーは、電流源と、入力コードを電流源のバイアス電圧に変換するためのDAC（デジタル - アナログ変換器）を備える。該センサーはまた、センサプレートと、該センサプレートに電流源からの電流を与えるためのスイッチを備える。測定モジュールは、センサプレートの応答電圧をある閾値を比較することによって、ウェットセンサプレート状態かドライセンサプレート状態かを決定する。

【 0 0 1 1 】

別の実施形態では、流体レベルを検出する方法は、ウェット状態及びドライ状態においてセンサー回路に刺激電圧を印加することを含む。刺激電圧は、ある最小電圧からある最大電圧までの範囲を有する。該方法は、該刺激の範囲にわたってウェット応答及びドライ応答を測定することを含む。ウェット応答とドライ応答間の差応答が決定され、該差応答におけるピーク差（最大差）が特定される。該方法は、次に、該ピーク差に対応するピーク刺激電圧（最大刺激電圧）を決定する。

【 0 0 1 2 】

別の実施形態では、流体レベルを検出する方法は、電流が、ウェットセンサプレート状態とドライセンサプレート状態間でセンサプレートの最大電圧変化を引き起こすように（すなわち、それらの2つの状態間でセンサプレートにかかる電圧の変化が最大になるように）電流源をバイアスすることを含む。該方法はまた、該電流をセンサプレートに加えること、センサプレートの応答電圧をサンプリングすること、該応答電圧をある閾値電圧と比較すること、及び、該比較に基づいて該ドライセンサプレート状態を決定することを含む。

【 0 0 1 3 】

例示的な実施形態

図1は、本開示の1実施形態にしたがう、本明細書に開示されている流体レベルセンサー及び方法を実施するのに適したインクジェット印刷システム100として具現化された流体噴射装置を示している。この実施形態では、流体噴射アセンブリは、流体滴噴射プリントヘッド114として開示されている。インクジェット印刷システム100は、インクジェットプリントヘッドアセンブリ102、インク供給アセンブリ104、搭載アセンブリ106、媒体搬送アセンブリ108、電子プリンターコントローラ110、及び、インクジェット印刷システム100の種々の電氣的構成要素に電力を供給する少なくとも1つの電源112を備えている。インクジェットプリントヘッドアセンブリ102は、印刷媒体118に印刷するために、複数のオリフィスすなわちノズル116を通じて、印刷媒体118に向けてインク滴を噴射する少なくとも1つの流体噴射アセンブリ114（プリントヘッド114）を備えている。印刷媒体118を、紙、カード用紙、透明フィルム（OH Pフィルムなど）、ポリエステル、合板、フォームボード（foam board：発泡板）、布地、キャンバス（カンバス）などの、任意のタイプの適切なシート状物質やロール材とすることができる。ノズル116は、典型的には、1以上の列すなわちアレイをなすように配置され、インクジェットプリントヘッドアセンブリ102と印刷媒体118とが互いに相対的に移動する際に、ノズル116から適切な順番でインクを噴射することにより、文字、記号、及び/又は他の図形あるいは画像を印刷媒体118上に印刷するようになっている。

【 0 0 1 4 】

インク供給アセンブリ104は、プリントヘッドアセンブリ102に流体インクを供給し、また、インクを格納するためのリザーバ120を備えている。インクはリザーバ12

10

20

30

40

50

0 からインクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 へ流れる。インク供給アセンブリ 104 及びインクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 は、一方向インク配送システムと循環式インク配送システムのいずれかを形成することができる。一方向インク配送システムの場合は、インクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 に供給されるインクは実質的に全て、印刷中に消費される。一方、循環式インク配送システムの場合は、プリントヘッドアセンブリ 102 に供給されるインクは、そのうちの一部だけが、印刷中に消費される。印刷中に消費されなかったインクは、インク供給アセンブリ 104 へ戻される。

【0015】

1 実施形態では、インク供給アセンブリ 104 は、インクを、インク調節アセンブリ 105 を通じて、正圧下で、インクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 へと、供給管などのインターフェース接続を介して供給する。インク供給アセンブリ 104 は、たとえば、リザーバ 120、ポンプ及び圧力調整器（図には明示されていない）を備えている。リザーバ 120 を、取り外し、交換し、及び/または再充填することができる。インク調節アセンブリ 105 における調節には、フィルタリング、予熱、圧力サージ吸収、及びガス抜きを含めることができる。インクは、負圧下で、プリントヘッドアセンブリ 102 からインク供給アセンブリ 104 へと引き込まれる。プリントヘッドアセンブリ 102 の入口と出口間の圧力差は、ノズル 116 に適切な背圧を確立するように選択され、通常は、H20 の -1 と -10 の間の負圧である。しかしながら、（たとえば、リザーバ 120 における）インク供給が耐用期限（寿命）の終わりに近づくと、印刷またはブライミング動作中に加えられる背圧が上昇する。この上昇した背圧の強さは、インクメニスカスをノズル 116 から後退させて、MEMS 構造の流体チャネルを通じて引き戻すのに十分なものである。1 実施形態では、プリントヘッド 114 は、この上昇した背圧及び後退させられたメニスカスを用いて、インク供給の耐用期限近くにおける正確なインクレベルの指標を提供するインクレベルセンサー 206 を備えている。

【0016】

搭載アセンブリ 106 は、インクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 を媒体搬送アセンブリ 108 に対して位置決めし、媒体搬送アセンブリ 108 は、印刷媒体 118 をインクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 に対して位置決めする。したがって、インクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 と印刷媒体 118 との間の領域には、ノズル 116 の近くにまたは隣接して印刷ゾーン 122 が画定される。1 実施形態では、インクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 は走査型プリントヘッドアセンブリである。その場合、搭載アセンブリ 106 は、インクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 を媒体搬送アセンブリ 108 に対して移動させて、印刷媒体 118 を走査するためのキャリアッジを有する。他の実施形態では、インクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 は非走査型プリントヘッドアセンブリである。その場合、搭載アセンブリ 106 は、インクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 を媒体搬送アセンブリ 108 に対して所定の位置に固定し、一方、媒体搬送アセンブリ 108 は、印刷媒体 118 をインクジェットプリントヘッドアセンブリ 102 に対して位置決めする。

【0017】

電子プリンターコントローラ 110 は、典型的には、インクジェットプリントヘッドアセンブリ 102、搭載アセンブリ 106、及び媒体搬送アセンブリ 108 と通信し及びこれらを制御するためのプロセッサ、ファームウェア、ソフトウェア、揮発性及び不揮発性の記憶要素（記憶装置の構成要素）を含む 1 以上の記憶要素、及びその他のプリンター電子回路を含む。電子コントローラ 110 は、コンピュータ等のホストシステムからデータ 124 を受信し、データ 124 を記憶装置に一時的に格納する。データ 124 は、典型的には、電子、赤外線、光またはその他による情報伝送経路を介してインクジェット印刷システム 100 に伝送される。データ 124 は、たとえば、印刷すべき文書及び/又はファイルを表す。したがって、データ 124 は、インクジェット印刷システム 100 に対する印刷ジョブを形成し、及び、1 以上の印刷ジョブコマンド及び/またはコマンドパラメータを含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

1実施形態では、電子プリンターコントローラ110は、ノズル116からインク滴を噴射させるために、インクジェットプリントヘッドアセンブリ102を制御する。したがって、電子コントローラ110は、文字、記号、及び/または他の図形あるいは画像を印刷媒体118上に形成する噴射インク滴のパターンを画定する。噴射インク滴のパターンは、データ124からの印刷ジョブコマンド及び/またはコマンドパラメータによって決定される。1実施形態では、電子コントローラ110は、コントローラ110で実行される実行可能命令を有するバイアスアルゴリズム126を含む。バイアスアルゴリズム126は、インクレベルセンサー206(図2)を制御し、及び、ウェット状態(すなわち、インクがあるとき)とドライ状態(すなわち、空気が存在するとき)間で、センサー206から最大の電圧応答差が生じる最適な動作/バイアス点を決定するために実行される。電子コントローラ110はさらに、コントローラ110で実行される実行可能命令を有する測定モジュール128を備えている。最適なバイアス点が決定されると、測定モジュール128が実行され、これによって、インクレベルセンサー206を制御する測定サイクルが開始されて、測定された時間(この時間は、ドライ状態がMEMS構造の流体チャンネル内で持続している時間である)に基づいてインクレベルが決定される。

10

【 0 0 1 9 】

説明している実施形態では、インクジェット印刷システム100は、本明細書に開示されているインクレベルセンサーを実施するのに適したサーマルインクジェット(TIJ)プリントヘッド114を有するドロップオンデマンドサーマルインクジェット印刷システムである。1実施例では、インクジェットプリントヘッドアセンブリ102は、単一のTIJプリントヘッド114を備えている。別の実施例では、インクジェットプリントヘッドアセンブリ102は、ワイドアレイのTIJプリントヘッド114を備えている。TIJプリントヘッドに関連する製造プロセスは、開示されているインクレベルセンサーの組み込みに好適であるが、圧電プリントヘッドなどの他のプリントヘッドタイプも、そのようなインクレベルセンサーを実施することができる。したがって、開示されているインクレベルセンサーは、TIJプリントヘッド114における実施には限定されない。

20

【 0 0 2 0 】

図2は、本開示の1実施形態による、シリコンダイ基板202中に形成された単一の流体スロット200を有するTIJプリントヘッド114の一方の端部の底面図である。プリントヘッド114は単一の流体スロット200を有するものとして図示されているが、本明細書に開示されている原理の適用例は、1つのスロット200のみを有するプリントヘッドには限定されない、2つ以上の流体スロットを有するプリントヘッドや流体チャンネル及び流体室にインクをもたらしするために種々の大きさの穴を使用するプリントヘッドなどの他のプリントヘッド構成も可能である。流体スロット200は、基板202中に形成された細長いスロットであって、流体リザーバ120などの流体供給部と流体連絡(すなわち流体が行き来できるように)している。流体スロット200は、流体室204及びノズル116を含む該スロットの両側に沿って配置された流体滴発生器300を有している(流体滴発生器は液滴発生器ともいう)。図3を参照して後述するように、基板202は、流体室204を有するチャンバ層と、ノズル116が内部に形成されているノズル層の下にある。しかしながら、説明の便宜上、下にある基板202を見せるために、図2のチャンバ層及びノズル層は透明であると想定されている。このため、図2では、室204及びノズル116は破線を用いて示されている。

30

40

【 0 0 2 1 】

スロット200の両側に沿って配置された流体滴発生器300に加えて、TIJプリントヘッド114は、1以上の流体(ここではインク)レベルセンサー206を備えている。インクレベルセンサー206は、一般に、MEMS構造、及び、一体化されたすなわち組み込まれたセンサー回路208を備えている。MEMS構造は、たとえば、流体スロット200、流体チャンネル210、流体室204、及びノズル116を備えている。センサー回路208は、流体チャンネル210の底部に配置されたセンサープレート212、及び他の回路2

50

14を備えている。該他の回路214は、たとえば、電流源、バッファアンプ（緩衝増幅器）、DAC（デジタル-アナログ変換器）、ADC（アナログ-デジタル変換器）、及び測定回路を備えている。センサープレート212は、たとえばタンタルから形成された金属プレート（金属板）である。ADC及び測定回路などの他の回路214の一部は、その全てが基板202上の一つの場所にはなくてもよく、基板202上の異なる位置に分散していてもよい。流体センサー206及びセンサー回路208については、図4及び図5を参照してより詳細に後述する。

【0022】

図3は、本開示の1実施形態による、流体滴発生器の1例300の断面図である。各流体滴発生器300は、ノズル116、流体室204、及び流体室204内に配置されている噴射要素302を備えている。ノズル116は、ノズル層310内に形成されており、流体スロット200の側部に沿ってノズル列を形成するように全体的に配置されている。噴射要素302は、シリコン基板202の表面上の絶縁層（たとえば、ポリシリコンガラス：PSG（polysilicon glass））304上の金属プレート（たとえば、タンタル-アルミニウム：TaAl）から形成された熱抵抗器である。噴射要素302を覆う（または該噴射要素302の上にある）パッシベーション層306は、噴射要素を室204内のインクから保護し、及び、崩壊する気泡の衝撃を吸収するための機械的パッシベーションまたは保護用のキャビテーションバリア（cavitation barrier）構造として作用する。チャンバ層308は、壁、及び、基板202をノズル層310から分離する室（チャンバ）204を有している。

【0023】

印刷中、流体滴（または液滴。以下同じ）が、対応するノズル116を通過して室204から噴射され、その後、室204は、流体スロット200からの循環する流体で再充填される。より具体的には、電流が抵抗噴射要素（抵抗噴射素子ともいう）302を流れ、これによって該要素が急速に加熱される。噴射要素302の上にある（または該要素302を覆っている）パッシベーション層306に隣接する流体の薄い層は、過熱されて気化し、これによって、対応する噴射室（噴射チャンバともいう）204内に気泡（蒸気泡）が生成される。急速に膨張する気泡は、流体滴を対応するノズル116の外に押し出す。加熱要素が冷えると、該気泡は急速に崩壊して、流体スロット200から噴射室204内へとより多くの流体が引き込まれ、これによって、ノズル116から別の流体滴を噴射する準備が整う。

【0024】

図4は、本開示の1実施形態による、プライミング動作中に、インクがセンサープレートの上を引き戻されるときのいくつかの異なる段階におけるMEMS構造の部分上面図及び部分側面図である。上記したように、流体レベルセンサー206は、一般に、流体チャンネル210、流体室204、及び専用のセンサーノズル116を有するMEMS構造を備えている。流体レベルセンサー206はまた、流体チャンネル210の底部に配置されたセンサープレート212を具備するセンサー回路208を備えている。センサー回路208は、プライミング動作中に流体チャンネル内に流体（インク）が存在するかどうかを検出するように動作する。リザーバ120におけるインク供給が耐用期限に近づくと、インクメニスカスがノズル116から流体チャンネル210を通過して引き戻され（または後退させられ）、これによって、センサープレート212が空気にされることになるのに十分なほど印刷またはプライミング動作中に加えられる背圧が強くなる。図4の（a）は、インク400が、室204を満たしており、ノズル116内にインクメニスカス402を形成している通常状態を示している。この状態では、センサープレート212は流体チャンネル210を満たしているインクで覆われているので、センサープレート212はウェット状態にある。プライミング動作中、または、通常のインク滴噴射による印刷動作中は、ある背圧が流体チャンネル210内のインクに加えられ、これによって、図4の（b）に示すように、インクメニスカス402が、ノズルから後退させられて、該チャンネルの内部へと引き戻される。リザーバ120におけるインク供給が耐用期限に近づくと、この背圧が上昇し、チャネ

ル 2 1 0 及びノズル 1 1 6 へとインクが流れるのに要する時間も長くなる。図 4 の (c) に示すように、上昇した背圧は、センサープレート 2 1 2 がノズル 1 1 6 を通じて引き込まれた空気にさらされるのに十分なほどインクメニスカスをチャンネル 2 1 0 中へと引き戻す。後述するように、センサー回路 2 0 8 は、空気にさらされたセンサープレート 2 1 2 を用いて、インク供給の耐用期限の終了近くにおける正確なインクレベルを決定する。

【 0 0 2 5 】

図 5 は、本開示の 1 実施形態による、流体レベルセンサー回路 2 0 8 の高レベルのブロック図の 1 例である。センサー回路 2 0 8 は、DAC (デジタル - アナログ変換器) 5 0 0 、入力 S&H (サンプルアンドホールド要素) 5 0 2 、電流源 5 0 4 、センサープレート 2 1 2 、スイッチ 5 0 6 、出力 S&H 5 0 8 、ADC (アナログ - デジタル変換器) 5 1 0 、状態機械 (ステートマシン) 5 1 2 、クロック 5 1 4 、及び、レジスタ 0XD0 ~ 0xD6 (5 1 6) などの複数のレジスタを備えている。センサー回路 2 0 8 の動作は、スイッチ 5 0 6 が閉じてセンサープレート 2 1 2 を短絡している間に、電流源 5 0 4 を DAC 5 0 0 及び入力 S&H 5 0 2 で構成ないし設定する (すなわちバイアスする) ことから開始する。より詳細に後述するバイアスアルゴリズム 1 2 6 が、コントローラ 1 1 0 で実行されて、レジスタ 0XD2 に与えるための刺激 (入力コード) を決定する。該刺激は、DAC 5 0 0 から最適なバイアス電圧が出力されるようにするものであり、電流源 5 0 4 は、この最適なバイアス電圧でバイアスされる。

【 0 0 2 6 】

電流源 5 0 4 がバイアスされた後で、測定モジュール 1 2 8 が、コントローラ 1 1 0 で実行されて、流体レベル測定サイクルを開始する。この測定サイクルの間、測定モジュール 1 2 8 は、状態機械 5 1 2 を用いてセンサー回路 2 0 8 を制御する。測定時間になると、状態機械 5 1 2 は、回路 2 0 8 を準備し、測定を行い、該回路をアイドル状態に戻すといういくつかの段階中を 1 段階ずつ回路 2 0 8 を進めることによって該測定を調整する。最初のステップにおいて、状態機械 5 1 2 がプライミングイベント (プライミング処理) を開始する。プライミングイベントは、ノズル 1 1 6 からインクを吐出または噴射して、ノズル及び室 2 0 4 からインクを除去し、及び、流体チャンネル 2 1 0 内に背圧スパイクを生成する。状態機械 5 1 2 は、次に、遅延時間 (遅延期間) を提供する。この遅延時間は可変であるが、典型的には、約 2 マイクロ秒 ~ 3 2 マイクロ秒の間継続する。この遅延の後、第 1 の回路準備ステップにおいて、スイッチ 5 0 6 を開き、これによって、電流源 5 0 4 からの電流がセンサープレート 2 1 2 に加えられる (すなわち、該プレート 2 1 2 に該電流が流れる) 。加えられた電流によって、該プレートのキャパシタンス (静電容量) が充電され、該プレート (たとえば該プレートの両端間) に電圧応答が生じる。

【 0 0 2 7 】

電流源 5 0 4 から供給される電流は、

$$I = (V_{gs} - V_t)^2$$

という関係でバイアスされていることに留意されたい。ここで、 V_{gs} は DAC 5 0 0 からのバイアス電圧である。 V_{gs} は、ゲート - ソース間電圧であり、 V_t は、電流源 5 0 4 の電流生成トランジスタのゲート閾値電圧である。電流源 5 0 4 は、図 6 に一般的に示されている範囲選択回路を備えており、該選択回路は、DAC 5 0 0 からの電圧を、 $1 \times$ (1 倍) 、 $10 \times$ (10 倍) 及び $100 \times$ (100 倍) という範囲について電流をそれぞれ生成する 3 つの電流生成トランジスタ 6 0 0 、 6 0 2 、 6 0 4 のうちの 1 つに印加できるようにしている。電流を生成するために 1 つのトランジスタが選択されると、DAC 5 0 0 からの電圧がその選択されたトランジスタのゲートに印加され、該選択されたトランジスタによって電流源 5 0 4 が供給する電流の量が決定される。

【 0 0 2 8 】

第 2 の回路準備ステップにおいて、状態機械 5 1 2 が、スイッチ 5 0 6 を開いて、第 2 の遅延時間 (この遅延時間も約 2 ~ 3 2 マイクロ秒の間継続する) を提供する。第 2 の遅延の後、状態機械 5 1 2 は、出力 S&H 要素 5 0 8 に、センサープレート 2 1 2 におけるアナログ応答電圧をサンプリング (すなわち測定) して、それをホールド (保持) させる。

状態機械 5 1 2 は、次に、ADC 5 1 0 による変換を開始する。この変換によって、サンプリングされたアナログ応答電圧が、レジスタ 0xD6 に格納されるデジタル値（デジタル応答電圧）に変換される。該レジスタは、測定モジュール 1 2 8 が該レジスタ（に格納されているデータ）を読み取るまで該デジタル応答電圧を保持する。回路 2 0 8 は、次に、別の測定サイクルが開始されるまでアイドルモード（アイドル状態）にされる。

【 0 0 2 9 】

測定モジュール 1 2 8 は、該デジタル応答電圧を R_{detect} 閾値と比較して、センサプレートがドライ状態にあるか否かを判定する。測定された応答が R_{detect} を超えている場合には、ドライ状態が存在し、そうでなければ、ウェット状態が存在する（ R_{detect} 閾値の計算については後述する）。ドライ状態が検出されたことは、センサプレート 2 1 2 が空気にさらされるのに十分な程度に流体チャネル内 2 1 0 内のインクが背圧によって引き戻されていることを示している。追加の測定サイクルを通じて、ドライ状態が持続した（すなわち、センサプレートが空気にさらされた）時間の長さが測定されて、該時間の長さを用いてドライ状態を生成している背圧の大きさを補間する（補間によって求める）。背圧は、インク供給の耐用期限の近くにおいて（または該期限に近づいているときに）予測可能に上昇するので、インクレベルの正確な決定を行うことができる。

【 0 0 3 0 】

上記したように、バイアスアルゴリズム 1 2 6 はコントローラ 1 1 0 で実行されて、電流源 5 0 4 をバイアスするための、DAC 5 0 0 からの最適なバイアス電圧を決定する。バイアスアルゴリズム 1 2 6 は、バイアス電圧を決定する一方で、流体レベルセンサー 2 0 6（すなわち、センサー回路 2 0 8 及び MEMS 構造）を制御する。バイアスアルゴリズム 1 2 6 から見れば、図 7 に示すように、流体レベルセンサー 2 0 6 は、入力または刺激を受けて出力または応答を出力するブラックボックス要素である。入力電圧は、センサー回路 2 0 8 のレジスタ 0xD2 に与えられる 0 ~ 2 5 5（8 ビット）の数値（入力コード）を用いて設定される。レジスタ 0xD2 に入力された数値またはコードは、DAC 5 0 0 に与えられる刺激であり、該 DAC から出力されるアナログ電圧は、その刺激に 1 0 mV を乗じたものである。したがって、電流源 5 0 4 をバイアスするために利用できる DAC 5 0 0 からのアナログバイアス電圧の範囲は、0 ~ 2 . 5 5 V である。センサー回路 2 0 8 からの出力または応答は、8 ビットレジスタ 0xD6 に格納されているデジタルコード（デジタル符号）である。

【 0 0 3 1 】

バイアスアルゴリズムは、入力コードと出力コード間のセンサ回路 2 0 8 の刺激対応答関係を用いて、センサプレート 2 1 2 がウェットである（すなわち、インクが、MEMS 流体チャネル 2 1 0 内に存在して、該プレートを覆っている）ときと、センサプレート 2 1 2 がドライである（すなわち、インクが MEMS 流体チャネル 2 1 0 から引き戻され（ないし後退させられて）、空気が該プレートを取り囲んでいる）ときとの間で、最適な出力デルタ信号（すなわち最大応答電圧）を提供する。図 8 に示すように、刺激（入力コード）が最小のプリチャージ電圧カウント値から最大のプリチャージ電圧カウント値まで（すなわち、0 から 2 5 5 まで、つまり、 S_{min} から S_{max} まで）走査される（移動させられる）と、応答（出力コード）は、3 つの異なる領域、すなわち、オフ領域、活性領域、及び飽和領域を経る応答波形を生成する。これらの 3 つの領域は全体で、くずれ気味の「S」の形状を形成する。図 8 は、入力刺激のこの範囲に対する、ドライ応答曲線 8 0 0、ウェット応答曲線 8 0 2、及び、該ウェット応答曲線と該ドライ応答曲線の差を示す差曲線 8 0 4 を示している。図 8 の応答曲線は、それらの応答が強い好適な状態を示している。一般に、最大の信号差（すなわち、最大の差応答曲線）は、センサプレート 2 1 2 がチャネル一杯のインクで完全にウェット状態にある（たとえば完全に濡れている）ときと、センサプレート 2 1 2 が該チャネル内の空気と最大限に接触して完全にドライ状態にある（たとえば乾いている）ときとの間に生じる。

【 0 0 3 2 】

流体 / インクが存在するときと存在しないときとで（すなわち、ウェット状態とドライ

10

20

30

40

50

状態とで) 応答曲線は変わるが、MEMS構造内に伝導性もしくは導電性のくずないし破片やインク残留物などの汚染物がほとんど存在しないかまたは全く存在しないときに、その変化はより大きい。したがって、図8の強い応答曲線によって示されているように、応答は最初は強い。しかしながら、時間が経つにつれて、MEMS構造は、流体チャネル及び流体室内のインク残留物で汚染される場合があり、具体的には、ドライ応答が弱まって、ウェット応答に近づく。汚染物は、ドライ状態においてドライ応答を弱める伝導もしくは導電状態を生じさせ、これによって、ドライ応答とウェット応答の差が小さくなる。図9は、弱いドライ応答曲線900、弱いウェット応答曲線902、及び弱い差応答曲線904を示しており、この場合、MEMS構造内の汚染物などの好ましくない状態によってそれらの応答が弱められている。図9からわかるように、弱いウェット応答曲線と弱いドライ応答曲線との差は、図8の強い応答曲線で示されている差よりもずっと小さい。図8に示されている強い差曲線804は、容易に評価ないし判断することができる、ウェット状態とドライ状態との間のはっきりとした相違ないし区別を提供している。しかしながら、弱い応答状態の下では、ウェット状態とドライ状態の相違を見出す(すなわち、それらの状態を区別する)ことは、それらの間の差が小さいためにより難しくなっている。バイアスアルゴリズム126は、(図9に示されている)弱い応答差曲線904における差の最適な点を見つける。該最適な点において、流体/インクレベル測定は、ウェット状態とドライ状態との間の最大の応答を提供する。

【0033】

図10(a.1、a.2、a.3、b.1、b.2、b.3、c.1、c.2、c.3)は、本開示の1実施形態による、製造プロセス、供給電圧及び温度(これらプロセス、電圧及び温度をPV&Tという)などのプロセス及び環境条件の違いに応じた、弱いドライ応答曲線1000、弱いウェット応答曲線1002、及び、それらの差異の例を示している。図10のa.1、a.2、及びa.3は、プロセス条件が最悪(W)で、供給電圧が5.5Vで、温度が摂氏15度(これらは、それらの図において「W;5.5V;15C」で示されている)の場合における、それぞれ、1x(すなわち1倍)、10x(すなわち10倍)、及び100x(すなわち100倍)という入力刺激範囲に対する曲線の例を示している。図10のb.1、b.2、及びb.3は、プロセス条件が最良(B)で、供給電圧が4.5Vで、温度が摂氏110度(これらは、それらの図において「B;4.5V;110C」で示されている)の場合における、それぞれ、1x(すなわち1倍)、10x(すなわち10倍)、及び100x(すなわち100倍)という入力刺激範囲に対する曲線の例を示している。図10のc.1、c.2、及びc.3は、プロセス条件が典型的(T)で、供給電圧が5.0Vで、温度が摂氏60度(これらは、それらの図において「T;5.0V;60C」で示されている)の場合における、それぞれ、1x(すなわち1倍)、10x(すなわち10倍)、及び100x(すなわち100倍)という入力刺激範囲に対する曲線の例を示している。いくつかの場合では、応答曲線の活性領域は、PV&Tの変化に起因してその傾きが変わる。他の場合では、応答曲線の活性領域は、該領域が、オフ領域内の前の方から開始するか後の方から開始するかというようにその配置がシフト(または変化)する。図10のa.1~a.3、b.1~b.3、及びc.1~c.3におけるドライ及びウェット応答曲線は、PV&T条件の変化によって生じうるそのような傾き及び開始点の変化を示している。図10のa.1~a.3、b.1~b.3、及びc.1~c.3における差曲線1004は、該入力刺激範囲に対する及びPV&T条件の変化に対するウェット応答曲線とドライ応答曲線との差を示している。

【0034】

図11は、本開示の1実施形態による、刺激に対してプロットされたドライ応答とウェット応答の差を示している。図10に示されている差曲線1004を重ねて図11が作成されている。これは、差曲線のピークの高さ、差曲線の進入部分(アプローチ)及び減衰部分の勾配、差曲線に沿った刺激軸の中心の配置がすべて、PV&Tに応じて変わることを例示することを意図したものである。

【0035】

図12は、本開示の1実施形態による、ウェット応答に対してプロットされた複合差曲

10

20

30

40

50

線の1例1200を示している。差曲線の基準を、刺激ではなく応答に対してシフトする（すなわち変える）ことによって、PV&Tの相違からの分離（独立性）の尺度が得られる。バイアルゴリズム126は、差が小さい場合に、ウェット状態とドライ状態の間の最大のインクレベル測定応答を提供する最適な差位置がどこにあるかという解を見つける。したがって、その解は、PV&Tのそのような変化に対して耐性があり、かつ、可能なかぎり大きなマージン（余裕）を提供するはずのものである。したがって、図12に示されているように、差曲線1004を、入力刺激の関数ではなく、ウェット応答曲線1002の関数として見ることによって、PV&Tによる変化（またはPV&Tの変化）の大部分を除去することができる。これは、プロセス、電圧及び温度（PV&T）によって、所与の刺激に対する出力値が大きく変化するからである。しかしながら、ドライ状態（インクなし）とウェット状態（インクあり）との間の差は、PV&Tによってそれほど変化しないので、この差を用いて、PV&Tによって引き起こされる変化の大部分を除去することができる。差曲線の複合体は、全てのプロセス及び環境（PV&T）条件にわたって決定された多くの差曲線を重ね合わせるによって形成された領域を取り囲んでいる。したがって、該複合差曲線の上にある領域は、PV&T条件の影響を受けない存在可能な信号応答領域を表している。複合差曲線の中心は、ドライ状態とウェット状態間の電圧応答を最大にするピーク応答（ R_{peak} ）を実現するために、インクレベル測定がなされるべき場所を表している。 R_{peak} 応答の位置は、最小のウェット応答 R_{min} と最大のウェット応答 R_{max} 間の範囲（または R_{min} と R_{max} 間の全長）に対する割合として表される。したがって、複合差曲線1200における R_{peak} の位置は $R_{pd\%}$ と呼ばれる。さらに、測定サイクル中において、 $R_{pd\%}$ の位置における複合差曲線1200のピークの高さは、ドライ状態が存在するときに予期される（ R_{min} と R_{max} 間の範囲に対する割合としての）最小差（ $D_{min\%}$ と呼ぶ場合がある）を表している。

【0036】

バイアルゴリズム126は、複合差曲線1200の $R_{pd\%}$ に配置されているピーク応答 R_{peak} を生じる入力刺激値 S_{peak} を決定する。該アルゴリズムは、レジスター0xD2に最小刺激（ S_{min} ）を入力して、レジスター0xD6内の応答をサンプリング（たとえば所定のタイミングで）測定する。該アルゴリズムはまた、レジスター0xD2に最大刺激（ S_{max} ）を入力して、レジスター0xD6内の応答をサンプリングする。レジスター0xD6内のこれらの2つの値は、応答の両極端のそれぞれの値、すなわち、 R_{min} と R_{max} である。この場合、ピーク応答値 R_{peak} を、次のように計算することができる。

$$R_{peak} = R_{min} + (R_{pd\%} \times (R_{max} - R_{min}))$$

【0037】

さらに、対応する刺激値 S_{peak} を、種々のアプローチによって見いだすことができる。刺激を、たとえば、 S_{min} から S_{max} まで走査（移動）させて、応答が R_{peak} に達したときに止めることができる。別のアプローチは、二分探索を使用することである。ピーク応答 R_{peak} を生じる刺激値 S_{peak} は、センサー回路208内の電流源504を最適にバイアスすることによって、センサープレート212においてドライプレート状態とウェットプレート状態間の最大の応答を測定できるようにするためにレジスター0xD2に与えられる入力コードである。

【0038】

上記したように、ある1つの測定サイクルにおいて、測定モジュール128は、センサープレート212の（または、センサープレート212にかけられた）測定された応答電圧と R_{detect} 閾値を比較することによって、センサープレート212がドライ状態にあるか否かを判定する。測定された応答が R_{detect} を超えている場合には、ドライ状態が存在し、そうでない場合には、ウェット状態が存在する。 R_{detect} 閾値は、次の式によって計算される。

$$R_{detect} = R_{peak} + ((R_{max} - R_{min}) \times (D_{min\%} / 2))$$

【0039】

応答電圧において予期される最小差 $D_{min\%}$ は、ドライ状態の場合とウェット状態の場合の間でノイズマージンを共有するために分割される（すなわち2で割られる）。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

図 1 3 は、本開示の 1 実施形態による、流体レベルを検出する方法の 1 例 1 3 0 0 のフローチャートである。方法 1 3 0 0 は、図 1 ~ 図 1 2 に関して説明した実施形態に関連する。方法 1 3 0 0 はブロック 1 3 0 2 から開始し、そこで、ウェット状態及びドライ状態において、センサー回路に刺激電圧を印加する。印加された刺激電圧は、ある最小電圧からある最大電圧までの範囲を有している。ブロック 1 3 0 4 において、該刺激範囲にわたってウェット応答及びドライ応答が測定される。この測定は、流体が入っている流体チャンネル内のセンサープレートにかかっている電圧をサンプリングするステップ、及び、加えられている背圧によって流体が引き込まれている（または後退させられている）ところの流体チャンネル内のセンサープレートにかかっている電圧をサンプリングするステップを含む。方法 1 3 0 0 は、ブロック 1 3 0 6 に進み、そこで、ウェット応答とドライ応答間の差応答を求め、ブロック 1 3 0 8 において、該差応答におけるピーク差（最大差）を突き止める。ブロック 1 3 1 0 において、該ピーク差に対応するピーク刺激が決定される。このステップは、該ピーク差に対応するウェット応答値を決定するステップと、該ウェット応答値をピーク刺激電圧に関連づけるステップを含む。方法 1 3 0 0 のブロック 1 3 1 2 において、センサー回路の電流源がピーク刺激を用いてバイアスされ、ブロック 1 3 1 4 において、電流源からの電流がセンサープレートに加えられる。ブロック 1 3 1 6 において、センサープレートにおける電圧応答がサンプリングされる。ブロック 1 3 1 8 において、センサープレートの電圧をある閾値電圧と比較してドライプレート状態（またはドライプレート状態であるか否か）を決定ないし判定し、ブロック 1 3 2 0 において、ドライプレート状態が持続した時間（期間）が測定される。方法 1 3 0 0 のブロック 1 3 2 2 において、該時間に基づいて流体レベルが決定される。

10

20

【 0 0 4 1 】

図 1 4 は、本開示の 1 実施形態による、流体レベルを検出する方法の別の例 1 4 0 0 のフローチャートである。方法 1 4 0 0 は、図 1 ~ 図 1 2 に関して説明した実施形態に関連する。方法 1 4 0 0 は、ブロック 1 4 0 2 で開始し、そこで、電流源からの電流が、センサープレートにおいて、ウェットセンサープレート状態とドライセンサープレート状態間の最大電圧変化を引き起こすように、電流源をバイアスする。この電流源のバイアスは、該最大電圧変化を生じる入力バイアス電圧を決定するステップと、該入力バイアス電圧を電流源のトランジスタゲートに印加するステップを含む。入力バイアス電圧を決定するステップは、ウェットセンサープレート状態とドライセンサープレート状態の両方に対して、ある最小刺激電圧からある最大刺激電圧にわたる範囲の（または、該最小刺激電圧から該最大刺激電圧までのある範囲の）刺激を電流源に加えるステップを含む。刺激を加えるこのステップは、0 ~ 2 5 5 までの範囲の 8 ビット数を DAC に与える（たとえば入力する）ステップと、該 8 ビット数にあるアナログ電圧（たとえば、1 mV、1 0 mV、1 0 0 mV）を乗じたものを該 DAC から出力するステップを含む。入力バイアス電圧を決定するステップはまた、該刺激範囲にわたって、センサープレートにおけるウェット状態電圧応答及びドライ状態電圧応答を決定するステップ、ウェット状態電圧応答とドライ状態電圧応答との差応答を決定するステップ、該差応答からピーク差応答を決定するステップ、及び、該ピーク差応答を生じるピーク刺激電圧を突き止めるステップを含む。

30

40

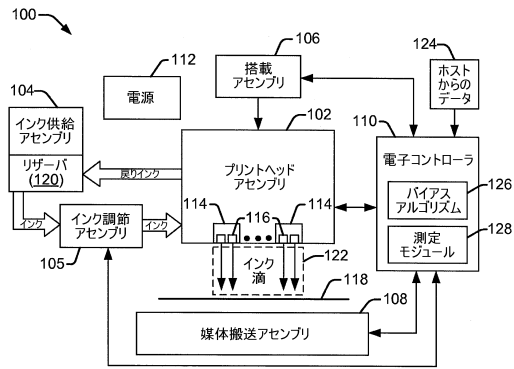
【 0 0 4 2 】

方法 1 4 0 0 のブロック 1 4 0 4 において、バイアスされた電流源によって生成された電流がセンサープレートに加えられ、ブロック 1 4 0 6 において、該センサーにおける（または該センサープレートにかかっている）応答電圧がサンプリングされる。ブロック 1 4 0 8 において、該応答電圧がある閾値電圧と比較されて、ブロック 1 4 1 0 に示すようにドライプレート状態（またはドライプレート状態であるか否か）が決定される。ブロック 1 4 1 2 において、そのようなサンプリングの前に、メニスカスを、ノズルから、流体チャンネル内のセンサープレートを通り過ぎて引き戻す（または後退させる）ために背圧が加えられる。この背圧は、背圧スパイクを生じるノズルのプライミングを通じて（または、該プライミングの間）加えられる。ブロック 1 4 1 4 において、ドライセンサープレ-

50

ト状態が継続した時間長が測定され、ブロック 1 4 1 6 において、該時間長に基づいてリ
ザーバ内の流体レベルが決定される。

【図 1】



【図 2】

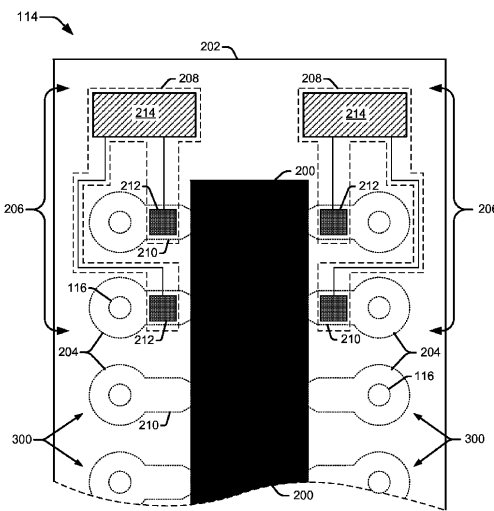
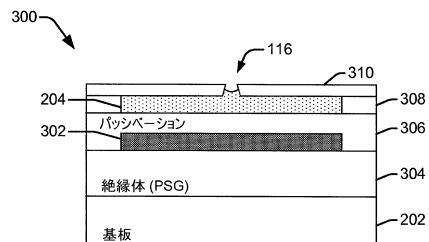
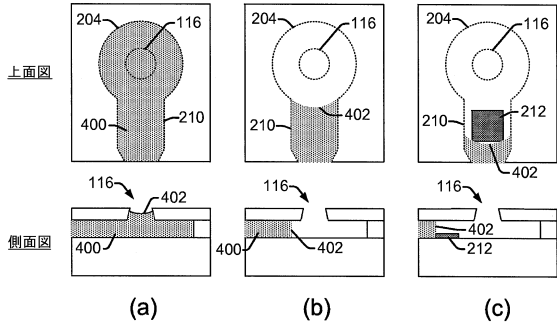


FIG. 2

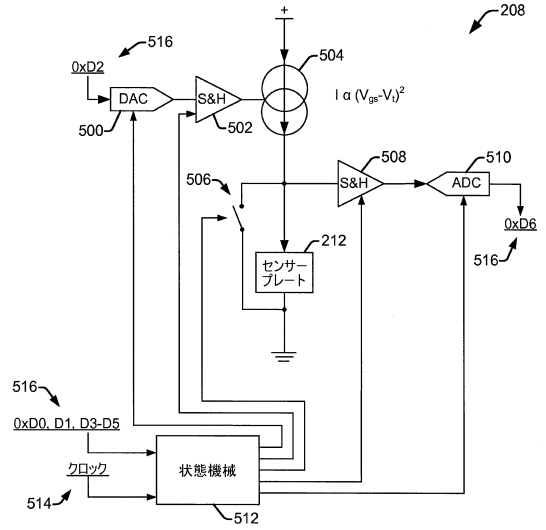
【図 3】



【図4】



【図5】



【図6】

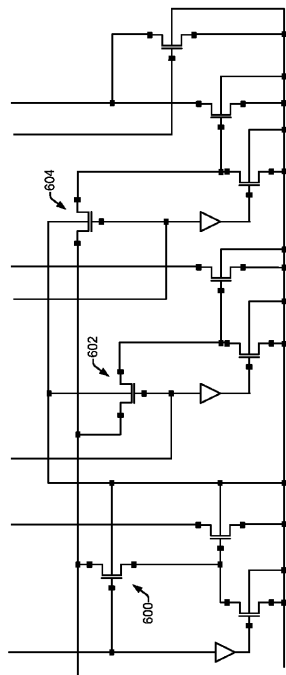
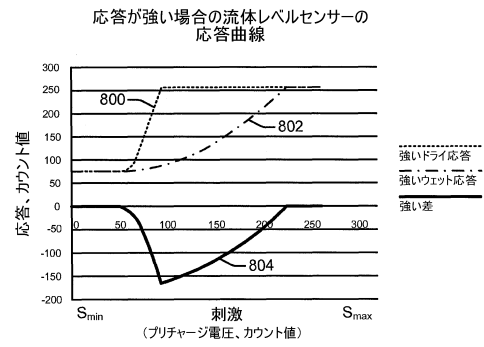
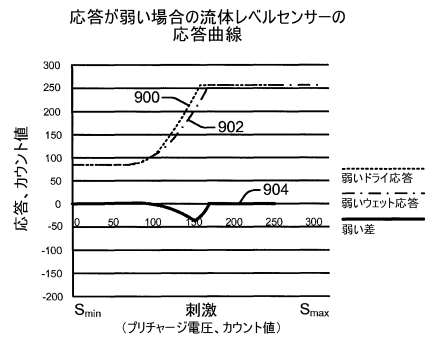


FIG. 6

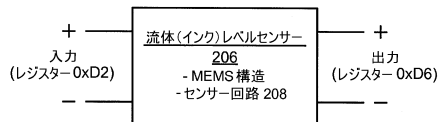
【図8】



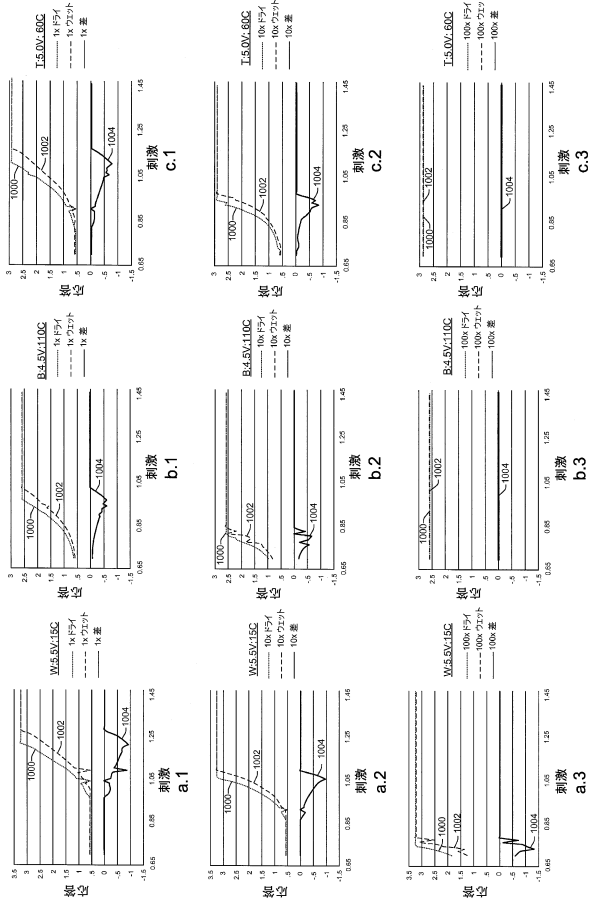
【図9】



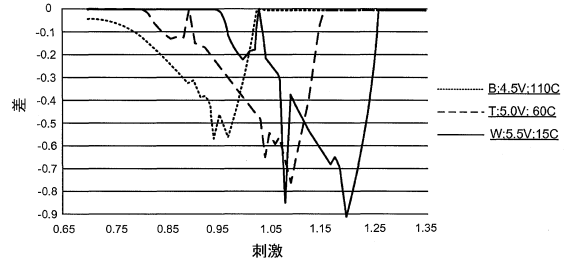
【図7】



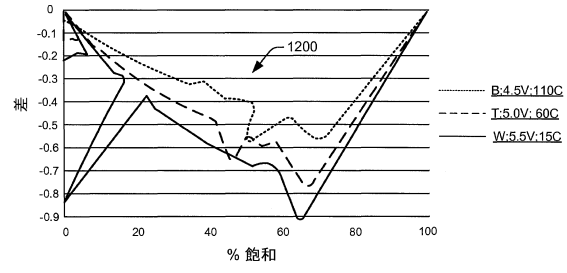
【 図 1 0 】



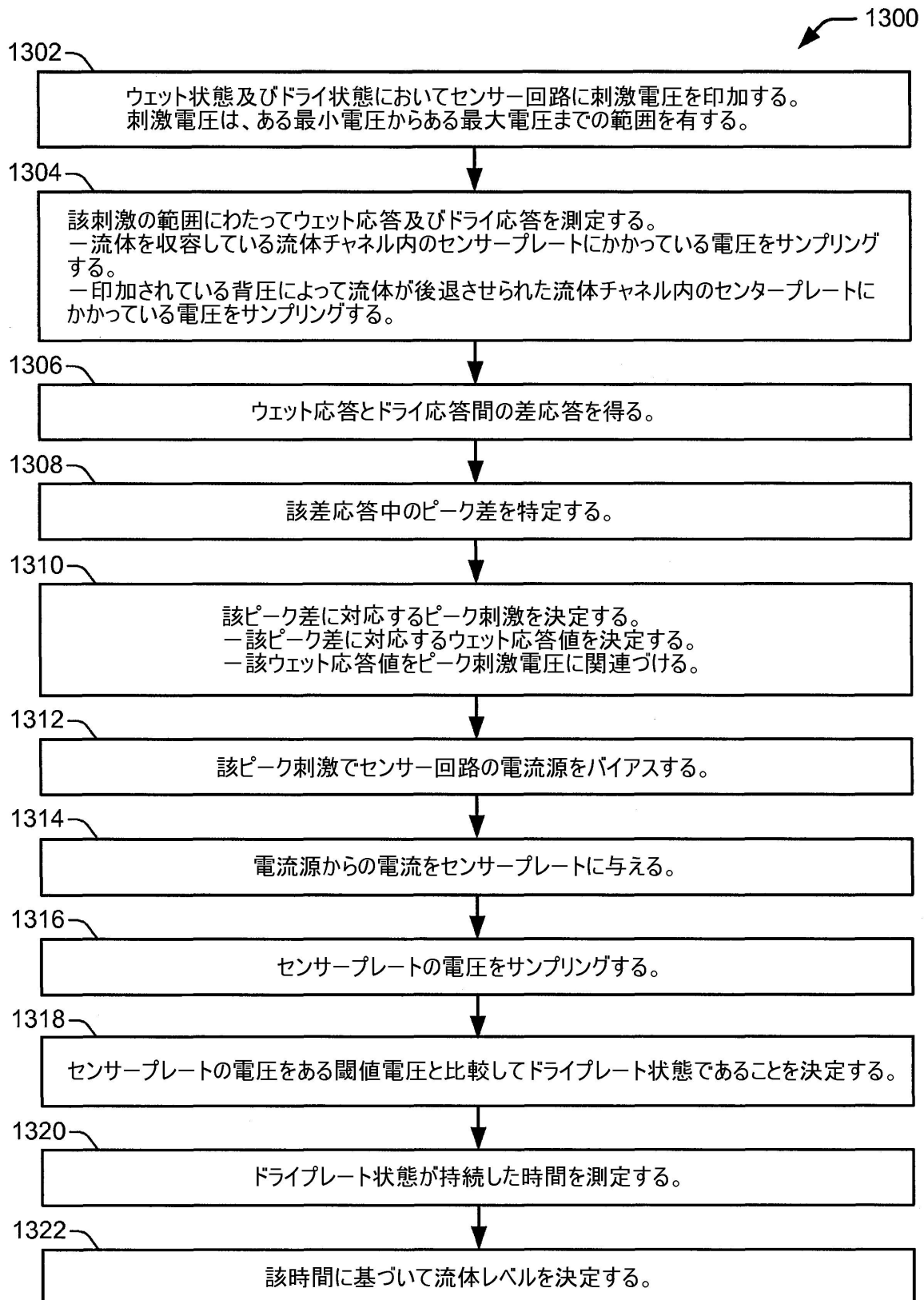
【 図 1 1 】



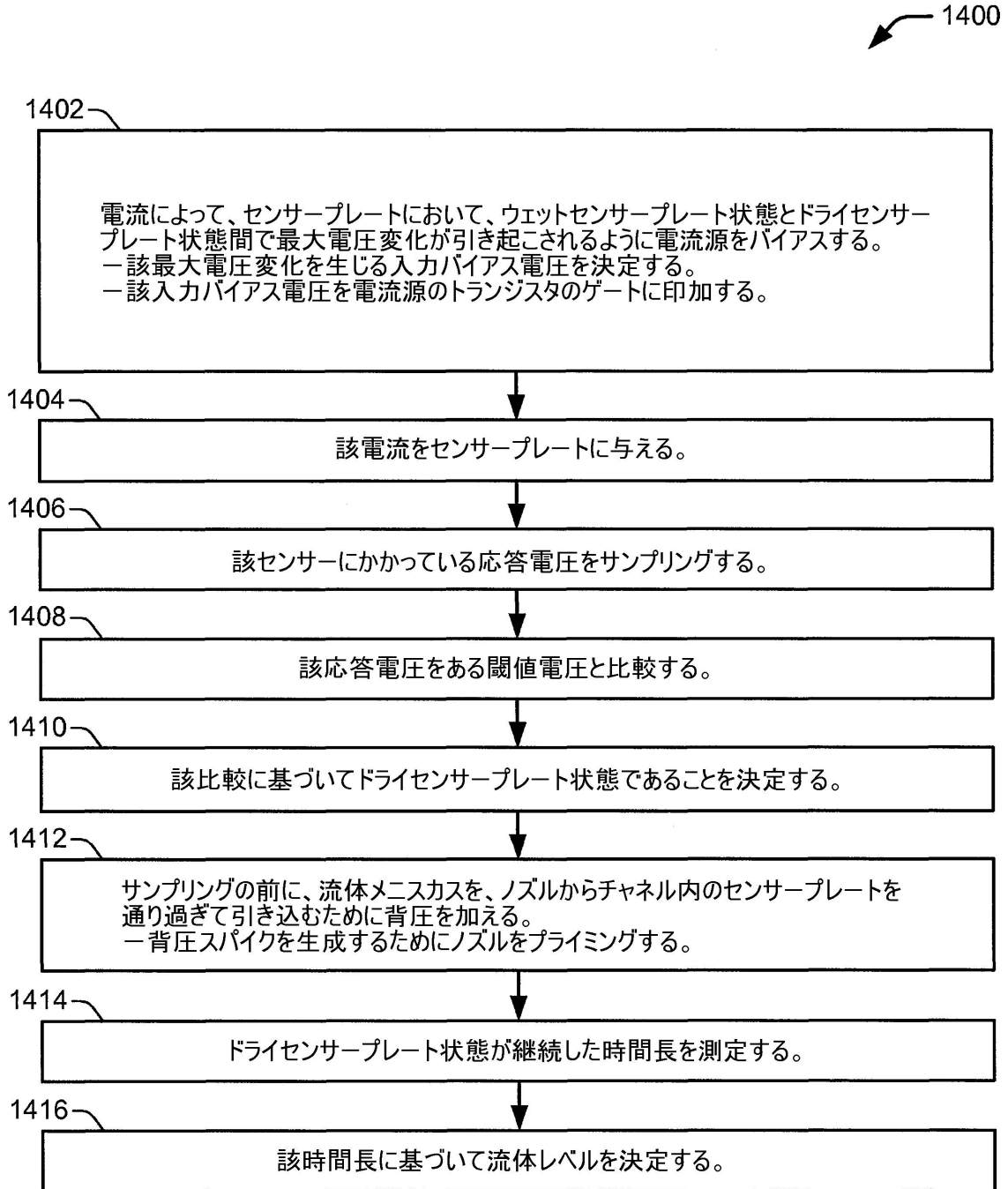
【 図 1 2 】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

- (72)発明者 ヴァン・ブロックリン, アンドリュー, エル
アメリカ合衆国オレゴン州97330, コーバリス, ノースイースト・サークル・ブルバード・1
000
- (72)発明者 ライバート, ポール, エイ
アメリカ合衆国オレゴン州97330, コーバリス, ノースイースト・サークル・ブルバード・1
000
- (72)発明者 ゴージール, アダム, エル
アメリカ合衆国オレゴン州97330, コーバリス, ノースイースト・サークル・ブルバード・1
000
- (72)発明者 リン, スコット, エイ
アメリカ合衆国オレゴン州97330, コーバリス, ノースイースト・サークル・ブルバード・1
000

審査官 藏田 敦之

- (56)参考文献 特開2001-146022(JP, A)
特開平10-034938(JP, A)
特開平11-010901(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B41J 2/01 - 2/215