

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5404022号  
(P5404022)

(45) 発行日 平成26年1月29日(2014.1.29)

(24) 登録日 平成25年11月8日(2013.11.8)

(51) Int.Cl.

F I

B 4 1 J 2/01 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 1 Z

B 4 1 J 2/05 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 B

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-322583 (P2008-322583)  
 (22) 出願日 平成20年12月18日(2008.12.18)  
 (65) 公開番号 特開2010-143074 (P2010-143074A)  
 (43) 公開日 平成22年7月1日(2010.7.1)  
 審査請求日 平成23年11月21日(2011.11.21)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 110001243  
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所  
 (74) 代理人 100077481  
 弁理士 谷 義一  
 (74) 代理人 100088915  
 弁理士 阿部 和夫  
 (72) 発明者 笹川 直人  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ヤノン株式会社内

審査官 中村 真介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 吐出状態判定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ノズルからインクを吐出するための熱エネルギーを発生する発熱素子と、該発熱素子の駆動に伴って変化する温度を検知する温度検知素子と、を有するインクジェット記録ヘッドの前記ノズルのインク吐出状態を判定する吐出状態判定方法であって、

前記発熱素子の駆動後に前記温度検知素子が検知する温度の下降過程において、前記発熱素子の駆動によって前記インクが正常に吐出された場合に発生する変曲点が出現するタイミングを含む所定区間内の複数の点の温度情報を抽出データとして抽出する抽出工程と

、当該抽出データを時間に関して二階微分し、二次導関数を取得する取得工程と、

吐出不良が発生した場合に取得される前記所定区間内の複数の点の温度情報を時間に関して二階微分して得られた二次導関数よりも前記所定区間内の少なくとも一部において小さい値となる値を第一の閾値とし、前記取得工程で取得された二次導関数が前記第一の閾値以下となる領域において、前記取得工程で取得された二次導関数と前記第一の閾値との差の絶対値の総和を算出する算出工程と、

当該算出された総和が、予め定められた第二の閾値より大きい場合には、インクが正常に吐出されている状態であると判定する判定工程と、  
 を具備したことを特徴とする吐出状態判定方法。

【請求項 2】

前記温度検知素子と前記発熱素子とは、積層されていることを特徴とする請求項 1 に記

10

20

載の吐出状態判定方法。

【請求項 3】

前記温度検知素子は、温度に応じて抵抗値が変化する薄膜抵抗体で形成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の吐出状態判定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ノズルからインクを吐出するために利用されるエネルギーとして熱エネルギーを発生する発熱素子（ヒータ）を有するインクジェット記録ヘッドのインク吐出状態を判定する吐出状態判定方法に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

吐出口からインクを例えば滴として吐出させ、紙、プラスチックフィルムその他の記録媒体に付着させるインクジェット記録方式の中で、インクを吐出するために利用されるエネルギーとして熱エネルギーを発生するヒータを有する記録ヘッドを用いるものがある。この方式は、例えば通電に応じて発熱する電気熱変換素子およびその駆動回路などを半導体製造工程と同様の工程を用いて形成できることから、ノズルの高密度実装が容易であり記録の高精細化が達成できるなどの利点を有する。

【0003】

一方この方式の記録ヘッドにおいても、異物や増粘したインクなどによるノズルの目詰まり、インク供給経路ないしはノズル内に混入した気泡、あるいはノズル表面の濡れ性の変化などの原因により、記録ヘッドの全部または一部のノズルで吐出不良が発生し得る。そのような吐出不良が発生した場合に生じる画像品位の低下を避けるために、吐出状態を回復させる回復動作や、他のノズルなどによる補完動作を速やかに実行することが好ましい。しかしこれらの動作を速やかに行うためには、吐出状態の判定ないしは吐出不良発生の判定を正確に、かつ適時に行うことが極めて重要な課題となっている。

20

【0004】

そこで従来から、種々の吐出状態判定方法や補完方法ないしはこれらを適用した装置が提案されている。

【0005】

30

特許文献 1 には、プリント物を検出し画像欠陥のない画像を得るプリント方法として、検出用の紙に所定パターンをプリントし、読取装置により読取って異常なプリント素子を検出する構成が開示されている。この特許文献 1 には、異常なプリント素子に加えるべき画像データを移動して他のプリント素子の画像データに重畳し、プリントを補完させることにより画像欠陥のない画像が得られるようにしている。

【0006】

また特許文献 2 には、記録媒体幅に対応したヘッド（ラインヘッド）を用いる構成において、記録媒体幅方向に配列されたノズルの吐出状態を均等にするために、インクが吐出されたか否かを検出する検出手段（読取りヘッド）を設けた構成が開示されている。そして特許文献 2 には、当該検出時のノズルの駆動条件に基づいて適切な制御を設定する構成も開示されている。

40

【0007】

さらに特許文献 3 には、インク滴の飛翔を検出する方法として、記録ヘッドの吐出口列の一端と他端とにそれぞれ配置された発光素子と受光素子との組みを有する検出手段により、各吐出口のインク滴吐出状態を判断する構成が開示されている。

【0008】

また、特許文献 4 には、吐出状態を直接検出するのではなく、ヒータが発生する熱の影響を受ける位置に導体部を配列し、温度に依存して変化する導体部の抵抗値の変化を検知するようにした構成、すなわちインク吐出源側で検出を行う方法が開示されている。

【0009】

50

さらに特許文献5には、同じくインク吐出源側で検出を行う構成として、ヒータと温度検知素子とをSi基板等の同一の支持体（ヒータボード）上に設けた構成が開示されている。この特許文献5には、膜状に構成される温度検知素子をヒータの配列領域と重なるように設けることが記載されている。また、この特許文献5には、温度変化に応じた温度検知素子の抵抗値変化から不吐出の判定を行うことが記載されている。さらには、成膜プロセスにより膜状の温度検知素子がヒータボード上に形成され、端子を介しワイヤーボンディング等の方法により外部と接続されることも記載されている。

【0010】

【特許文献1】特開平6-79956号公報

【特許文献2】特開平3-234636号公報

【特許文献3】特開平2-194967号公報

【特許文献4】特開昭58-118267号公報

【特許文献5】特開平2-289354号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、特許文献1に開示される吐出状態判定方法では、用紙上にプリントしたチェックパターンを読み取った結果から吐出不良のあるノズルを検出している。そのため、判定に先立つチェックパターンのプリントが前提となっており、速やかに吐出状態判定を行うことが非常に困難である。また、読取装置を設ける必要があり、その分記録装置の大型化や高価格化が生じるものとなる。

【0012】

また、特許文献2および特許文献3に開示される構成でも同様に、装置の小型化や低廉化が難しく、また吐出不良が生じたノズルを速やかに検出することも困難である。

【0013】

さらに、特許文献4および特許文献5に開示される構成では、特許文献1～3に係る問題は緩和されるものと考えられる。しかし吐出状態を正確に判定する上ではまだ不十分であり、また特に、特許文献5では吐出不良の生じたノズルを正確に特定することもできない。

【0014】

本発明は上記問題点を解決して、装置の大型化や高価格化を抑制しつつ規模を大きくすることなく、各ノズルの吐出状態の判定ないしは吐出不良発生判定を正確に、かつ適時に行うことができるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の第1の形態では、ノズルからインクを吐出するための熱エネルギーを発生する発熱素子と、該発熱素子の駆動に伴って変化する温度を検知する温度検知素子と、を有するインクジェット記録ヘッドの前記ノズルのインク吐出状態を判定する吐出状態判定方法であって、

前記発熱素子の駆動後に前記温度検知素子が検知する温度の下降過程において、前記発熱素子の駆動によって前記インクが正常に吐出された場合に発生する変曲点が出現するタイミングを含む所定区間内の複数の点の温度情報を抽出データとして抽出する抽出工程と、

当該抽出データを時間に関して二階微分し、二次導関数を取得する取得工程と、

吐出不良が発生した場合に取得される前記所定区間内の複数の点の温度情報を時間に関して二階微分して得られた二次導関数よりも前記所定区間内の少なくとも一部において小さい値となる値を第一の閾値とし、前記取得工程で取得された二次導関数が前記第一の閾値以下となる領域において、前記取得工程で取得された二次導関数と前記第一の閾値との差の絶対値の総和を算出する算出工程と、

当該算出された総和が、予め定められた第二の閾値より大きい場合には、インクが正常

10

20

30

40

50

に吐出されている状態であると判定する判定工程と、  
を具えたことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

この第 1 の形態において、前記温度検知素子と前記発熱素子とは、積層されていてよい。

【 0 0 1 8 】

上記の形態において、前記温度検知素子は、温度に応じて抵抗値が変化する薄膜抵抗体で形成されることができる。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

発熱素子を駆動した際の温度変化において、インクが正常に吐出された場合には変曲点  
が出現する。そこで本発明では、上記所定区間の温度データの各点における曲率ないし二  
次導関数と、吐出不良発生時の曲率ないし二次導関数に基づいた第一の閾値との差の絶対  
値の総和を求める。吐出不良発生時の曲率ないし二次導関数はほとんど変化しないため、  
吐出不良発生時の総和は 0 に近い値となる。よって、変曲点前後で曲率ないし二次導関数  
が大きく変化する正常吐出時との差が明確に現れる。そこで、上記総和と、総和について  
予め定めた第二の閾値との大小関係から、正常吐出が行われているか吐出不良が発生して  
いるかを判定することができる。

【 0 0 2 1 】

これによれば、装置の大型化や高価格化を抑制しつつ規模を大きくすることなく、各ノ  
ズルの吐出状態の判定ないしは吐出不良発生の判定を正確に、かつ適時に行うことができ  
るようになる。

【 0 0 2 2 】

また、特に本発明の他の形態では、複数のノズルの所定区間の温度データの二次導関数  
について、第一の閾値より小の部分足を足し合わせるにより、選択された複数のノズル  
の中に吐出不良が発生しているノズルが存在するかを判定する。そして、吐出不良のノズ  
ルが存在すると判定された場合のみ、改めて 1 ノズルずつ吐出状態を判定することができ  
る。これによれば、判定処理の高速化を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 3 】

以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。

【 0 0 2 4 】

1. 第 1 の実施形態

(記録装置の構成)

まず、以下に説明するいくつかの実施形態に共通に適用可能なインクジェット記録装置  
の構成について説明する。

【 0 0 2 5 】

図 1 は、本発明を適用可能な記録装置として、シリアル方式のインクジェットプリンタ  
を示す。記録ヘッド 1 はキャリッジ 3 上に搭載され、キャリッジ 3 はタイミングベルト 4  
の回転に従ってガイドレール 6 に沿って矢印 S で示す方向に往復移動が可能のように案内  
支持されている。記録ヘッド 1 は記録媒体 2 と対向する面に、キャリッジ 3 の移動方向と  
異なる方向に配列されたノズル群を有している。そして、キャリッジ 2 および記録ヘッド  
1 が矢印 S 方向に移動する過程で、記録ヘッド 1 のノズル群から記録データに従ってイン  
クを吐出させることで、記録媒体 2 に対する記録が行われる。

【 0 0 2 6 】

記録ヘッド 1 は複数色のインクを吐出することを考慮して複数個数を設けることができ  
るものであり、例えばシアン (C)、マゼンタ (M)、イエロー (Y) および黒 (Bk)  
のインクを用いた記録が可能である。記録ヘッド 1 は、インクが収納されているインクタ  
ンクを分離可能または分離不能に一体に具備するものであってもよい。また、装置の固定  
部位に設けたインクタンクからチューブ等を介してインク供給を受けるものであってもよ

10

20

30

40

50

い。キャリッジ 2 には、フレキシブルケーブル 8 およびコネクタを介して各記録ヘッド 1 に駆動信号等を伝達するための電気接続部が設けられている。

【 0 0 2 7 】

また、図 1 には示されていないが、記録ヘッドの移動範囲であって記録媒体 2 に対する記録範囲外には、記録ヘッドないしノズルのインク吐出動作を良好な状態に維持または回復するために用いられる回復ユニットが設けられてもよい。この回復ユニットは公知の構成のものを採用できる。例えば、記録ヘッドのノズル形成面をキャッピングするキャップや、当該キャッピング状態において負圧を作用させることによりノズルからキャップ内にインクを強制排出させるポンプを備えたものとして行うことができる。また、画像の記録には寄与しないインクの吐出（予備吐出）を例えばキャップ内に行わせるものであってもよい。

10

【 0 0 2 8 】

（記録ヘッドの構成）

図 2（a）および（b）は、それぞれ、温度検知素子を具備するインクジェット記録ヘッドの一実施形態に係る基板（ヒータボード）の一部を示す模式的平面図およびその a - a' 線に沿った模式的断面図である。

【 0 0 2 9 】

列状に設けられた複数個のノズル 103 のそれぞれよりインクを吐出させるために、電力（駆動信号）が供給される。これに応じて電気熱変換体（以下、吐出ヒータ）という 104 が加熱され、例えばインクに膜沸騰を生じさせることによりインク滴が吐出される。

20

【 0 0 3 0 】

106 は電力供給を行うための端子であり、ワイヤボンディングにより外部と接続される。105 は温度検知素子（以下、温度センサという）であり、吐出ヒータ 104 等と同様の成膜プロセスによりヒータボードに形成されている。

【 0 0 3 1 】

図 2（b）に示すように、ヒータボードを構成する Si の基板 108 には、熱酸化膜 SiO<sub>2</sub> 等からなる蓄熱層 109 を介して Al、Pt、Ti、Ta、Cr、W、AlCu 等、温度に応じて抵抗値が変化する薄膜抵抗体で形成される温度センサ 105 が配置される。さらに、Si の基板 108 には、吐出ヒータ 104 に対する個別配線と、吐出ヒータ 104 およびこれに選択的に電力供給を行うための制御回路を接続する配線とを含む Al 等の配線 110 が形成される。さらに、層間絶縁膜 111 を介して吐出ヒータ 104、SiN 等のパシベーション膜 112 および耐キャビテーション膜 113 が半導体製造工程と同様のプロセスにて高密度に積層されて配置される。なお、耐キャビテーション膜 113 には、吐出ヒータ 104 上の耐キャビテーション性を高めるために Ta 等を用いることができる。

30

【 0 0 3 2 】

薄膜抵抗体として形成される温度センサ 105 は、それぞれの吐出ヒータ 104 の直下に分離独立して吐出ヒータ 104 と同数配置される。各温度センサ 105 に接続される個別は配線 110 の一部として構成することができる。これによれば、従来構造を大きく変更することなく本実施形態にヒータボード作製することができるので、生産上の大きな利点がある。

40

【 0 0 3 3 】

温度センサ 105 の平面形状は適宜定めることができる。図 2（a）に示したように吐出ヒータ 104 と同様の寸法を有する矩形状としてもよいし、図 3 に示すように蛇行形状としてもよい。これによれば、温度センサ 105 の高抵抗化を図り、微小な温度変動でも高い検出値を得ることが可能となる。

【 0 0 3 4 】

（制御系の構成）

図 4 は図 1 の構成のプリンタを含む記録システムの制御系の構成例を示すブロック図である。

50

## 【 0 0 3 5 】

図 4 において、1700 はインタフェースであり、コンピュータその他の適宜の形態を有する外部装置 1000 から送られてくるコマンドや画像データを含む記録信号を受信する。また、インタフェース 1700 から外部装置 1000 に対しては、必要に応じてプリンタのステータス情報を送出することができる。1701 は MPU であり、ROM 1702 に記憶された後述する処理手順に対応した制御プログラムや所要のデータに従ってプリンタ内の各部を制御する。

## 【 0 0 3 6 】

1703 は各種データ（上記記録信号やヘッドに供給される記録データ等）を保存しておく DRAM である。1704 は記録ヘッド 1 に対する記録データの供給制御を行うゲートアレイ（G.A.）であり、インタフェース 1700、MPU 1701 および DRAM 1703 間のデータ転送制御も行う。1726 は所要のデータをプリンタの電源オフ時にも保存しておくための EEPROM 等の不揮発性メモリである。

## 【 0 0 3 7 】

1708 はキャリッジモータであり、キャリッジ 3 を図 1 に示したように矢印方向に往復移動させるために用いられる。1709 は搬送モータであり、記録媒体 2 を搬送するために用いられる。1705 は記録ヘッド 1 を駆動するヘッドドライバ、1706 および 1707 は、それぞれ、搬送モータ 1709 およびキャリッジモータ 26 を駆動するためのモータドライバである。1710 は回復ユニットであり、上述したキャップや、ポンプ等 0 を備えたものとして行うことができる。1725 は操作パネルであり、操作者がプリンタに対して各種設定を行う設定入力部や操作者に対してメッセージを表示する表示部などを有している。

## 【 0 0 3 8 】

（吐出状態判定の原理）

本発明が適用される記録ヘッドは、基本的に、インクを吐出するために利用されるエネルギーとして熱エネルギーを発生する発熱素子である吐出ヒータと、その駆動に伴う温度変化を検出する温度検出素子である温度センサと、を有する。そして本発明の 1 つの形態 では、まず吐出ヒータの駆動後に温度センサが検出する温度の下降過程において、インクが正常に吐出された場合に発生する変曲点が出現するタイミングを含む所定区間の複数の点の温度情報を抽出データとして抽出する。次いで、当該抽出データの複数の点のそれぞれにおける温度変化曲線の曲率と、吐出不良が発生した場合の温度変化曲線の曲率に基づいて定めた第一の閾値との差の絶対値の総和を演算する。そして、当該演算された総和と、予め定められた総和についての第二の閾値とに基づいて、インクの吐出状態を判定するものである。これは本発明の 1 つの形態 に対応するが、別の見方をすれば「曲率」を「二次導関数」と言い換えることができる（本発明の 第 1 の形態）。

## 【 0 0 3 9 】

そして本発明の 別の形態 では、複数の点の二次導関数のそれぞれと、第一の閾値とを比較し、この比較の結果第一の閾値より小さいと判定された点の二次導関数と、第一の閾値との差の絶対値の総和を求め、第二の閾値とに基づきインク吐出状態を判定する。第 1 の実施形態はこの本発明の 別の形態 に対応するものであり、その原理について以下に詳述する。

## 【 0 0 4 0 】

図 5 は、正常に吐出が行われている場合と吐出不良が発生した場合とで、温度センサ 105 が検出する温度変化を示している。

## 【 0 0 4 1 】

まず、正常に吐出が行われた場合の温度変化（実線で示す）について説明する。吐出ヒータ 104 にパルス状の電圧が印加されると、吐出ヒータ 104 の温度が急激に上昇する。それに伴い、インク - 耐キャビテーション膜界面の温度も上昇する。インク - 耐キャビテーション膜界面の温度がインクの発泡（沸騰）温度に達すると、気泡が生成・成長していく。このとき、気泡の発生により耐キャビテーション膜 113 の吐出ヒータ 104 の直

10

20

30

40

50

上の付近はインクと接していない状態になる。気泡の熱伝導率はインクの熱伝導率と比べ一桁ほど小さいので、吐出ヒータ 104 直上に気泡が存在している状態では、インク側へは熱があまり伝わらない。

#### 【0042】

電圧パルスの印加が停止されると、温度センサ 105 は最高到達温度を経た後、降温していく。気泡は熱を失うに従い徐々に収縮していくが、気泡内圧力と大気圧とに差が生じることにより、吐出口側から気泡・ヒータボード側へとインクに流れが生じる。その結果、完全に消泡する前に気泡中心上部のインクが耐キャビテーション膜 113 と接触する。熱伝導率の高いインクと耐キャビテーション膜 113 とが接触したことにより、ヒータボードからインクへと熱が流れ、ヒータボード側にある温度センサ 105 は急速に冷却される。よって、温度センサ 105 の検出する温度の下降過程において、急激な冷却速度の変化が生じる。

10

#### 【0043】

次に、吐出不良がある場合の温度変化（破線で示す）について説明する。ノズルに塵埃が詰まったり、ノズル近傍のインクが増粘したりすると、インクを吐出することができなくなることがある。この場合でも、正常吐出時と同様に、吐出ヒータ 104 への電圧パルスの印加に応じて温度が上昇し、インク・耐キャビテーション膜界面の温度がインクの発泡温度に達すると気泡が生成・成長していく。しかしノズルないし吐出口が塞がれているので、吐出方向側の高い流抵抗により、気泡はインク供給方向上流側へと成長していく。時間の経過と共に消泡していくが、吐出によるインクの流れも生じないため、気泡中心上部のインクだけが耐キャビテーション膜 113 と接触するという現象は起きない。よって、インク・耐キャビテーション膜界面は徐々に収縮していき、温度センサ 105 の検出する温度の降温過程において、急激な冷却速度の変化は生じない。よって、急激な冷却速度の変化の有無から、正常吐出の有無を判定することができる。

20

#### 【0044】

図 6 は、図 5 の温度変化を時間に関して二階微分したものである。

#### 【0045】

正常に吐出が行われた場合には、降温過程において急激な冷却速度の変化があるため、負のピーク 14 と正のピーク 15 とが現れる。これに対し、吐出不良が生じている場合には、これらのピークは現れない。よって、温度変化を時間に関して二階微分した結果に基づき、例えば負のピーク 14 が存在するか否かにより、急激な冷却速度の変化が生じたか否か、すなわち正常な吐出が行われたか否かを検出することが可能となる。

30

#### 【0046】

図 7 は、本発明の第 1 の実施形態における、吐出不良発生時の二次導関数に基づいて定めた閾値と、正常吐出時と吐出不良発生時の温度センサ 105 による検出温度変化の二次導関数との関係を示す図である。

#### 【0047】

正常に吐出が行われた場合に二次導関数に出現する負ピーク 14 は吐出不良時の二次導関数より低い値に、正ピークは高い値になる。よって、吐出不良時の二次導関数に基づく閾値を用いずに二次導関数の積分を行うと、負ピーク 14 と正ピーク 15 とが打ち消しあってしまい、吐出不良時との差があまり現れない。また、温度センサ 105 が検出する温度波形はヘッドやノズルの違いに起因したバラツキを持つ。本実施形態では、吐出不良時の二次導関数とそのバラツキまでも考慮し、吐出不良時の二次導関数より小さい値に閾値を設定し、その閾値以下の部分の総和を求めている。

40

#### 【0048】

吐出不良の場合の総和は、雑音の影響により多少の値を持つことはあるものの、0 に近い値となる。一方、正常吐出時には正ピーク 15 の影響が除去され、負ピーク 14 が総和として算出される。よって、正常に吐出が行われている場合には、吐出不良の場合と比べて総和の値が大きくなる。これらのことから、正常に吐出が行われている場合と吐出不良の場合とを正確に判別することが可能である。

50

## 【0049】

図8は、本発明の第1の実施形態における吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値と、正常吐出時の一次導関数および二次導関数との関係を示す図である。

## 【0050】

図7において、正常吐出時の二次導関数と吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値との交点は、正常吐出時の一次導関数と、傾きが吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値である直線（「傾きがborderの直線1、2」と表記する）との接点に対応する。正常吐出時の二次導関数と吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値との差の絶対値の総和を取ることは、上記2接点間の各点における傾きと吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値との差の絶対値の総和を取ることに等しい。吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値を0とした場合の総和の値は、正常吐出時の一次導関数の正負のピークの差aとなる。また、吐出不良発生時には、傾きが吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値である直線と接しないことが多く、その場合には総和は0となる。

10

## 【0051】

図9は、本発明の第1の実施形態における吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値と総和との関係を示す図である。

## 【0052】

正常吐出時において、吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値を0とした場合の総和の値は、「領域1」の面積となる。

## 【0053】

次に、吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値が0よりも大きい場合を考える。吐出不良時の二次導関数に基づく閾値がオフセットとして総和に加えられること（「領域4」）および加算される領域が広がること（「領域2」、「領域3」）により、総和の値は吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値を0とした場合よりも大きくなる。

20

## 【0054】

図10は、本発明の第1の実施形態における吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値と正常吐出時の一次導関数と総和との関係を示す図である。

## 【0055】

「直線1」～「直線4」の傾きは吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値である。このうち、「直線1」および「直線2」は正常吐出時の一次導関数と接する直線、「直線3」および「直線4」は、それぞれ、正常吐出時の一次導関数の極大点および極小点を通る直線である。

30

## 【0056】

正常吐出時の二次導関数と「直線1」との接点から極大点までの各点における傾きと吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値との差の絶対値の総和は、「直線1」と「直線3」との間の距離に等しい。これは、二次導関数に基づく閾値だけ図10を回転移動させると容易に理解できる。「直線1」をx軸と考えると、各点における傾きと吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値との差の絶対値の総和は、この区間でのy座標の変化と考えることができる。同様に、極小点から正常に吐出している時の二次導関数と直線2との接点までの各点における傾きと吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値との差の絶対値の総和は、「直線2」と「直線4」との間の距離に等しい。

40

## 【0057】

また、極大点および極小点間の各点における傾きと吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値との差の絶対値の総和は次の値となる。すなわち、極大点および極小点間の各点における傾きの総和に、吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値を極大点および極小点間の点数だけ足し合わせた値を加えた値になる。極大点および極小点間の各点における傾きの総和はaである。吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値を極大点および極小点間の点数だけ足し合わせた値は、傾きが吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値である直線の極大点から極小点まで、x座標が変化したときのy座標の変化bである。

## 【0058】

50



よって、総和は「 $a + b + c + d$ 」となり、以上から吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値を 0 としたときの総和の値  $a$  よりも大きな値となることが分かる。なお、図 10 の長さ  $a$ 、 $b$ 、 $c$  および  $d$  は、それぞれ、図 9 の「領域 1」、「領域 4」、「領域 2」および「領域 3」の面積に対応する。

【0059】

(吐出状態判定手順)

図 11 は、本実施形態における吐出状態判定手順を示すフローチャートである。

【0060】

まずステップ S1 では、温度が下降する過程において、インクが正常に吐出された場合に発生する変曲点が出現するタイミングを含む所定区間内の  $k + 1$  個の点の温度波形データ  $T_0, T_1, T_2, \dots, T_k$  を取得する。なお、 $k$  の値は求められる吐出状態判定の精度などを勘案して適宜定めることができる。

10

【0061】

次にステップ S2 では、ステップ S1 で得られた温度波形データを二階微分し、二階微分波形データ  $D_0, D_1, D_2, \dots, D_{k-2}$  を取得する。

【0062】

ステップ S2 - 2 では、以下の処理に用いるパラメータ  $i$  および総和演算に用いる値  $sum$  をゼロにリセットする。

【0063】

ステップ S3 では、ステップ S2 で得た二次導関数中の点のデータ  $D_i$  と吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値（第一の閾値）とを比較し、前者が後者よりも小である場合にはステップ S4 へ進み、前者が後者以上である場合にはステップ S5 へ進む。

20

【0064】

ステップ S4 では、ステップ S2 で得た二次導関数中の点のデータ  $D_i$  と吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値との差の絶対値を  $sum$  に加算する。

【0065】

ステップ S5 では、二次導関数中の全ての点のデータに関してステップ S3 の比較が終了しているか否かをパラメータ  $i$  に基づいて判定する。そして、肯定判定であればステップ S6 へと進み、否定判定であればステップ S5 - 2 にてパラメータ  $i$  を + 1 インクリメントしてステップ S3 へ復帰する。

30

【0066】

ステップ S6 では、値  $sum$  と総和に関する閾値（第二の閾値）とを比較し、前者が後者より大きい場合には正常に吐出していると判定し（ステップ S6 - 2）、前者が後者以下であれば吐出不良が発生していると判定する（ステップ S6 - 2）。

【0067】

以上のような吐出状態判定の処理は、適宜のタイミングで、全ノズルについて行うことができる。例えば、これを記録動作中に実行することもできるし、予備吐出に際して実行するようにすることもできる。いずれにしても、吐出状態判定は各ノズルの吐出動作に伴って実行されるものであるので、これを適時に行うことができるとともに、吐出不良の生じたノズルを正確に特定することも可能となる。また、吐出不良の検出に応じ回復処理を速やかに実行したり、あるいは他のノズルで記録を補完する動作を速やかに実行したりすることが可能となる。さらには、最適な駆動パルスの決定、昇温などからの記録ヘッドの保護処理、ユーザへの警告なども迅速に実行できるものとなる。

40

【0068】

2. 第 2 の実施形態

図 12 は、本発明の第 2 の実施形態における吐出不良発生時の二次導関数に基づいて適宜定めた閾値と正常吐出時および吐出不良発生時の温度検知素子の温度変化の二次導関数との関係を示す図である。

【0069】

本実施形態では、吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値と二次導関数との差の絶対

50

値の総和を用いている。吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値を吐出不良発生時の二次導関数のバラツキの中心付近に設定することにより、吐出不良発生時の総和の値を平均的に小さくなるようにしている。正常吐出時には、負ピーク 14 および正ピーク 15 の出現により、吐出不良発生時よりも総和の値は大きくなるので、正常吐出時と吐出不良発生時とを明確に区別できる。

【0070】

図 13 は、本発明の第 2 の実施形態における吐出状態判定処理手順を示すフローチャートである。

【0071】

本手順が図 11 と異なるのは、吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値と二次導関数との大小関係の比較を行うステップ S3 を除外した点である。本実施形態においては、第 1 の実施形態よりも計算の負荷が軽減されるという利点がある。

10

【0072】

### 3. 第 3 の実施形態

次に述べる第 3 の実施形態は本発明の他の形態に対応する。

【0073】

図 14 は、本発明の第 3 の実施形態における吐出状態判定の概要を示す説明図である。

【0074】

本実施形態では、記録ヘッドに配列されるノズル群を N 個ずつのノズルに分けて処理を行う。図 14 は  $N = 3$  としての説明図であり、各ノズルに対応した温度センサの検出に基づく温度波形データを二階微分する。そして、吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値以下の部分（「- 閾値」波形として表記）のみを取り出し（クリップ）、それらを適宜シフトして合成している。なお、図 14 には中央にあるノズルに吐出不良が生じている場合の合成波形が示されている。そしてその合成波形の面積を求め、それを 1 ノズルが正常に吐出していた場合の面積で除したときの商を求める。この商が合成した波形数（図 14 では 3 個）よりも少ない場合には、吐出不良のノズルが存在すると判定する。

20

【0075】

実際のインクジェット記録ヘッドにおいては、ほとんどのノズルは正常に吐出動作を行っている。本実施形態では、複数のノズルをまとめて判定しているが、ほとんどのノズルが正常に吐出しているので、判定結果はかなりの高確率で吐出不良のノズルは存在しないと判定されるはずである。よって、複数のノズルずつをまとめて正常吐出の有無を判定し、否定判定の場合にのみ当該一単位内のノズルについて吐出不良のあるノズルを特定する処理を行えばよい。全ノズルのそれぞれについて吐出状態を判定するよりも高速な判定を行うことができる。

30

【0076】

図 15 は、本発明の第 3 の実施形態における具体的な吐出状態判定処理手順を示すフローチャートである。

【0077】

まずステップ U1 では、N 個のノズルの所定区間の温度波形データ  $T_{j0}, T_{j1}, \dots, T_{jk}$ ; ( $j = 1, 2, \dots, N$ ) を同時に取得する。

40

【0078】

次にステップ U2 では、ステップ U1 で得られた複数の温度波形データを二階微分する処理を並列して行い、 $D_{j0}, D_{j1}, \dots, D_{jk-2}$  を取得する。

【0079】

次に N 個の二次導関数に対してステップ U3 ~ ステップ U6 を並列して行う。

【0080】

ステップ U3 では、二次導関数中の点のデータ  $D_{ji}$  と吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値とを比較し、前者が後者よりも小である場合にはステップ U4 へ進み、前者が後者以上である場合にはステップ U5 へ進む。

【0081】

50

ステップU 4 では、二次導関数中の点の値  $D_{ji}$  を元の値から吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値を減じた値に更新し、ステップU 6 に進む。一方ステップU 5 では、二次導関数中の点の値  $D_{ji}$  を 0 に更新してステップU 6 に進む。

【0082】

ステップU 6 では、二次導関数中の全ての点のデータに関して更新が完了した更新データが作成されているか否かをパラメータ  $i$  に基づいて判定する。そして、肯定判定であればステップU 6 へと進み、否定判定であればパラメータ  $i$  を + 1 インクリメントしてステップU 3 へ復帰する。

【0083】

ステップU 7 では  $N$  個の波形を合成した波形を作成、すなわち  $N$  個の更新データを合計した合計データを求め、次にステップU 8 では合成波形の各点の値（合計データ）の総和の絶対値  $sum$  を求める。

【0084】

次に、ステップU 9 では、値  $sum$  を正常に吐出しているノズル一つ分の総和で除し、その結果とノズル数  $N$  とを比較する。そして、除算結果が  $N$  よりも小である場合には吐出不良が存在すると判定してステップU 11 へ進み、1 つずつノズルを選択して改めて吐出状態判定を行う。一方、除算結果が  $N$  以上であった場合には、 $N$  個のノズルがすべて正常に吐出を行っているとは判定して本手順を終了する。

【0085】

ステップU 11 では、選択されたノズルのステップU 3 ~ ステップU 5 で得られた波形の各点の総和  $sum$  を求める。そして、ステップU 12 では、値  $sum$  と正常に吐出動作を行っているノズル一つ分の総和とを比較し、前者が後者より大である場合には正常吐出と判定し、小である場合には吐出不良と判定する。

【0086】

ステップU 13 では、 $N$  個のノズルすべてについての吐出状態判定が終了しているか否かを判定し、肯定判定であれば本手順を終了する一方、否定判定であればステップU 11 に復帰する。

【0087】

#### 4. その他

以上では、本発明をシリアルプリンタ形態の記録装置に適用した場合について説明した。しかし本発明は、記録媒体の全幅に対応する範囲にわたってノズルを配列した所謂ライン状の記録ヘッドを用いる記録装置にも適用可能であることは勿論である。かかる記録装置では、記録動作が非常に高速であり、また、一連の記録動作中に記録ヘッドを回復ユニットに位置づけて回復処理を行うことができない。従って、キャップへの予備吐出中や、記録動作中において吐出不良が発生したノズルを速やかに特定し、回復処理や、他のライン状記録ヘッドによる記録の補完を迅速に行う上で、本発明は有効なものである。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】本発明を適用可能な記録装置として、シリアル方式のインクジェットプリンタを示す模式的斜視図である。

【図2】(a) および (b) は、それぞれ、温度検知素子を具備するインクジェット記録ヘッドの一実施形態に係る基板（ヒータボード）の一部を示す模式的平面図およびその  $a - a'$  線に沿った模式的断面図である。

【図3】図2のヒータボード上に形成可能な温度センサの他の形状の例を示す模式的平面図である。

【図4】図1の構成のプリンタを含む記録システムの制御系の構成例を示すブロック図である。

【図5】正常に吐出が行われている場合と吐出不良が発生した場合との、温度センサ 105 が検出する温度変化を示す線図である。

【図6】図5の温度変化を時間に関して二階微分したものを示す線図である。

10

20

30

40

50

【図 7】本発明の第 1 の実施形態における、吐出不良発生時の二次導関数に基づいて定めた閾値と、正常吐出時と吐出不良発生時の温度センサによる検出温度変化の二次導関数との関係を示す線図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施形態における吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値と、正常吐出時の一次導関数および二次導関数との関係を示す説明図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施形態における吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値と総和との関係を示す説明図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施形態における吐出不良発生時の二次導関数に基づく閾値と正常吐出時の一次導関数と総和との関係を示す説明図である。

【図 11】本発明の第 1 の実施形態における吐出状態判定手順を示すフローチャートである。

10

【図 12】本発明の第 2 の実施形態における吐出不良発生時の二次導関数に基づいて適宜定めた閾値と正常吐出時および吐出不良発生時の温度検知素子の温度変化の二次導関数との関係を示す説明図である。

【図 13】本発明の第 2 の実施形態における吐出状態判定手順を示すフローチャートである。

【図 14】発明の第 3 の実施形態における吐出状態判定の概要を示す説明図である。

【図 15】本発明の第 3 の実施形態における吐出状態判定手順を示すフローチャートである。

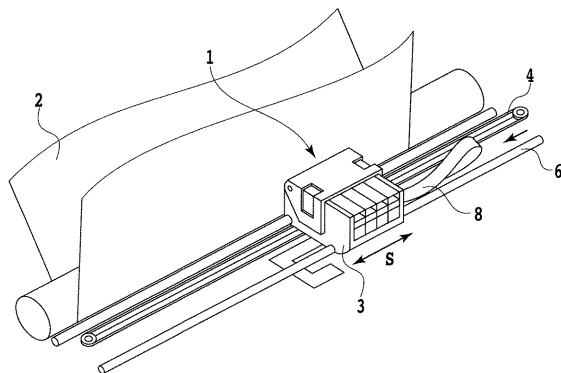
【符号の説明】

20

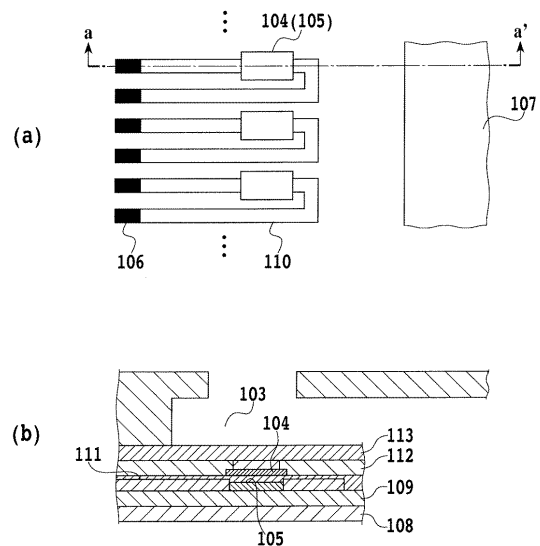
【0089】

- 1 記録ヘッド
- 103 ノズル
- 104 吐出ヒータ
- 105 温度センサ

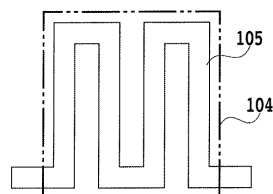
【図 1】



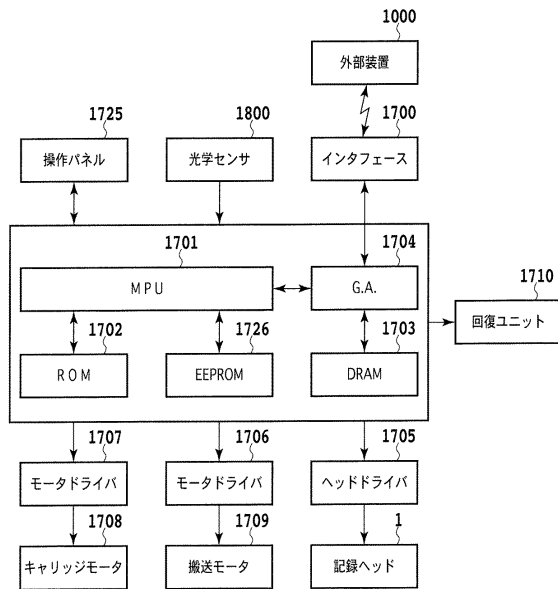
【図 2】



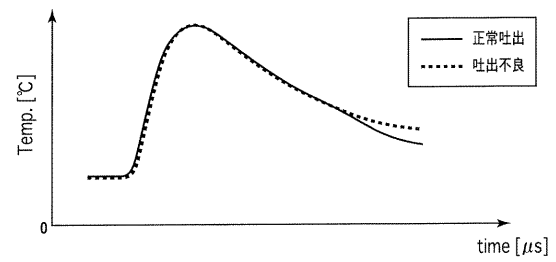
【図 3】



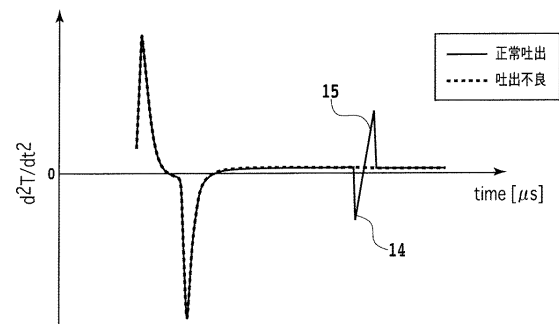
【図 4】



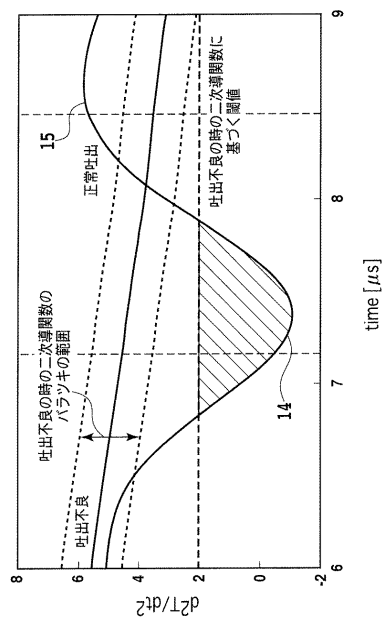
【図 5】



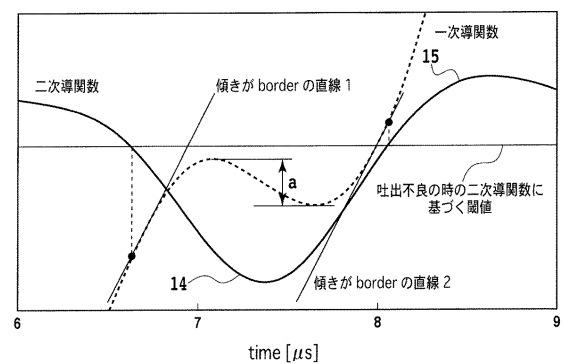
【図 6】



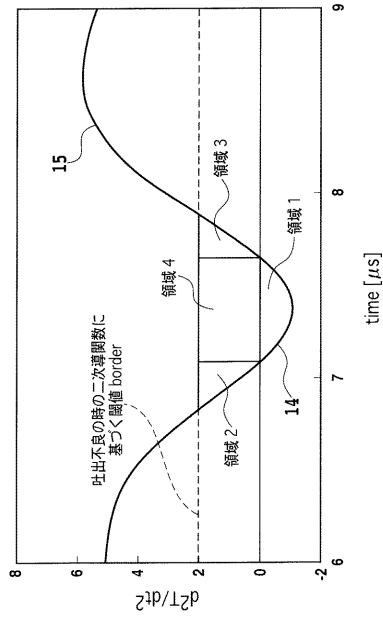
【図 7】



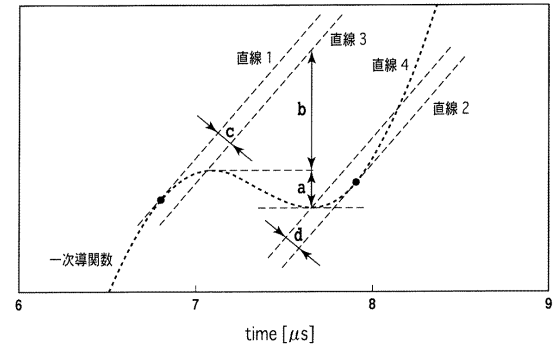
【図 8】



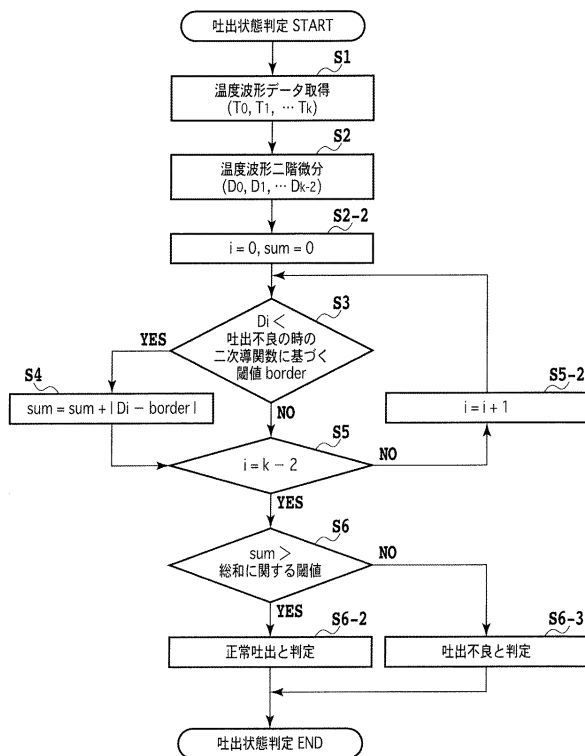
【図 9】



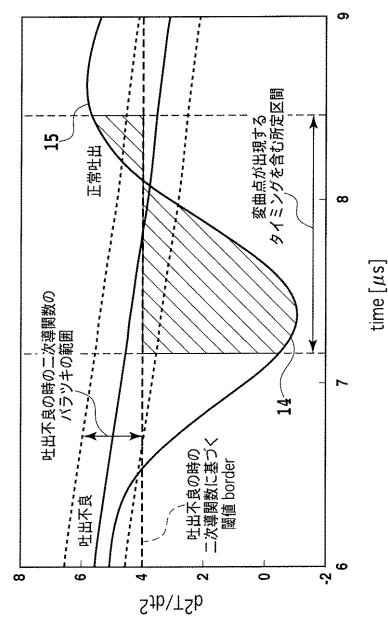
【図 10】



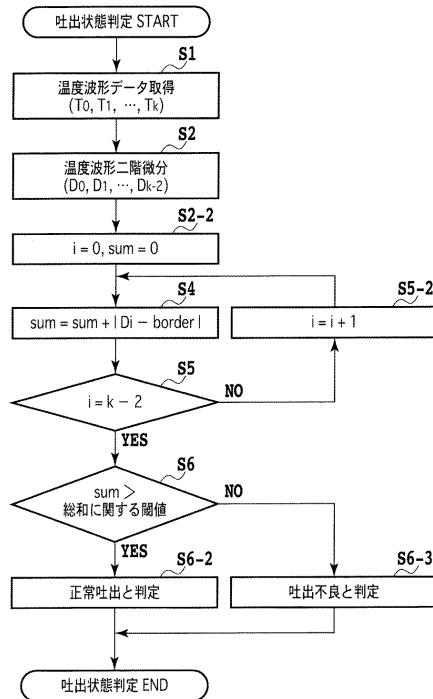
【図 11】



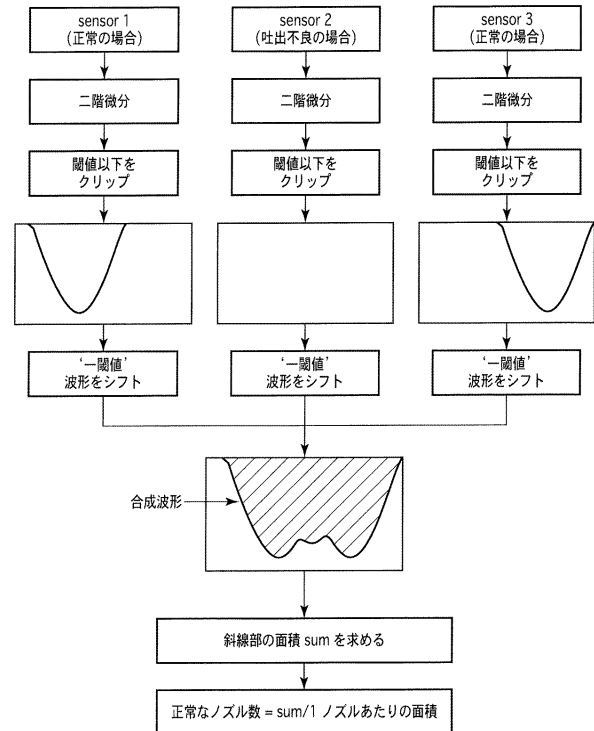
【図 12】



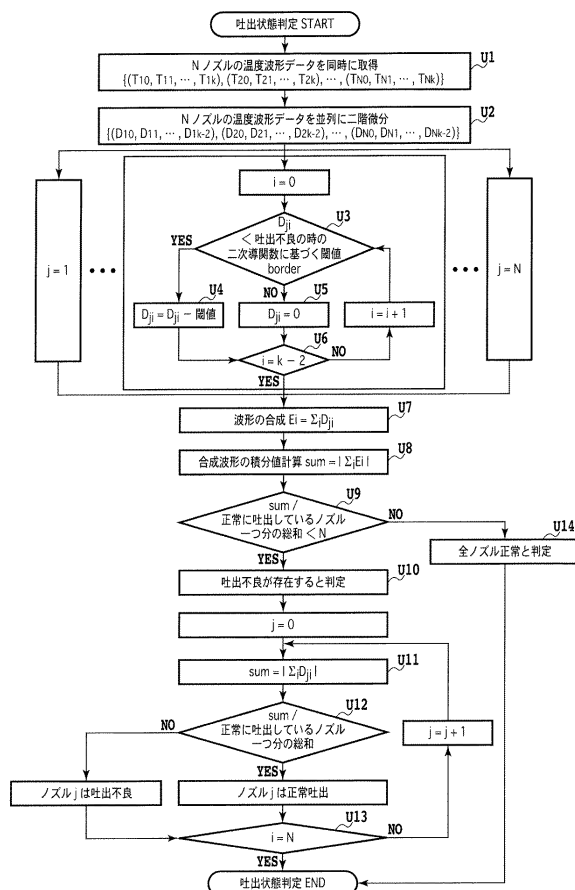
【図 13】



【図 14】



【図 15】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-331193(JP,A)  
特開2008-273013(JP,A)  
特開平02-289354(JP,A)  
特開2001-171147(JP,A)  
特開2002-192715(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/01

B41J 2/05