

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6387632号  
(P6387632)

(45) 発行日 平成30年9月12日(2018.9.12)

(24) 登録日 平成30年8月24日(2018.8.24)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>B 4 1 J</b>	<b>2/01</b>	<b>(2006.01)</b>	B 4 1 J	2/01	2 0 7
<b>B 4 1 J</b>	<b>2/19</b>	<b>(2006.01)</b>	B 4 1 J	2/19	
<b>B 4 1 J</b>	<b>2/045</b>	<b>(2006.01)</b>	B 4 1 J	2/045	
<b>B 4 1 J</b>	<b>2/14</b>	<b>(2006.01)</b>	B 4 1 J	2/14	6 0 7
			B 4 1 J	2/01	4 5 1

請求項の数 15 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2014-51212 (P2014-51212)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成26年3月14日 (2014.3.14)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-174267 (P2015-174267A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成27年10月5日 (2015.10.5)	(74) 代理人	100125689
審査請求日	平成29年2月20日 (2017.2.20)		弁理士 大林 章
		(74) 代理人	100121108
			弁理士 高橋 太郎
		(72) 発明者	新川 修
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	村田 顕一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体吐出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

駆動信号に応じて変位する圧電素子と、  
内部に液体が充填され前記駆動信号に基づく前記圧電素子の変位により当該内部の圧力が増減される圧力室と、  
前記圧力室に連通し前記圧力室の内部の圧力の増減により前記圧力室の内部に充填された液体を吐出可能なノズルと、  
前記駆動信号を前記圧電素子に供給する駆動信号供給部と、  
前記圧電素子に前記駆動信号が供給された後に生じる前記圧力室の内部の圧力の変化に基づく前記圧電素子の起電力の変化を残留振動信号として検出する検出部と、  
前記残留振動信号の振幅中心レベルと略一致する第1閾値で前記残留振動信号を2値化した第1比較信号と、前記残留振動信号を第2閾値で2値化した第2比較信号と、前記残留振動信号を第3閾値で2値化した第3比較信号と、を生成する比較信号生成部と、  
少なくとも前記第1比較信号及び前記第2比較信号に基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定する判定部と、を備え、  
前記判定部は、  
前記第1比較信号に基づいて前記残留振動信号の位相に応じた位相指標データを生成する位相指標データ生成部と、前記第2比較信号に基づいて前記残留振動信号が前記第2閾値を超える時間を示す第1時間、前記第3比較信号に基づいて前記残留振動信号が前記第3閾値を超える時間を示す第2時間を特定し、少なくとも前記第1時間と前記第2時間を

10

20

合計して振幅指標データを生成する振幅指標データ生成部とを備え、

前記位相指標データ及び前記振幅指標データに基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定する、

ことを特徴する液体吐出装置。

【請求項 2】

駆動信号に応じて変位する圧電素子と、

内部に液体が充填され前記駆動信号に基づく前記圧電素子の変位により当該内部の圧力が増減される圧力室と、

前記圧力室に連通し前記圧力室の内部の圧力の増減により前記圧力室の内部に充填された液体を吐出可能なノズルと、

前記駆動信号を前記圧電素子に供給する駆動信号供給部と、

前記圧電素子に前記駆動信号が供給された後に生じる前記圧力室の内部の圧力の変化に基づく前記圧電素子の起電力の変化を残留振動信号として検出する検出部と、

前記残留振動信号を第 1 閾値で 2 値化した第 1 比較信号と、前記残留振動信号を第 2 閾値で 2 値化した第 2 比較信号と、を生成する比較信号生成部と、

少なくとも前記第 1 比較信号及び前記第 2 比較信号に基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定する判定部と、を備え、

前記判定部は、

前記第 1 比較信号に基づいて前記残留振動信号の位相に応じた位相指標データを生成する位相指標データ生成部と、少なくとも前記第 2 比較信号に基づいて前記残留振動信号の振幅に応じた振幅指標データを生成する振幅指標データ生成部と、前記第 1 比較信号に基づいて前記残留振動信号の周期に応じた周期指標データを生成する周期指標データ生成部とを備え、

前記位相指標データ、前記周期指標データ及び前記振幅指標データに基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定する、

ことを特徴する液体吐出装置。

【請求項 3】

前記位相指標データ生成部は、前記駆動信号を前記圧電素子に印加してから、前記第 1 比較信号を所定時間だけ無効にした後に発生する前記第 1 比較信号のエッジまでの時間を前記位相指標データとして生成し、

前記周期指標データ生成部は、前記第 1 比較信号の前記エッジが発生した後の 1 周期の時間を前記周期指標データとして生成する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の液体吐出装置。

【請求項 4】

前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲の下限未満の場合、前記圧力室に気泡が混入していると判定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載の液体吐出装置。

【請求項 5】

前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲の上限を超え、且つ前記残留振動信号に基づいて前記周期指標データを生成することが不能である場合、前記液体が増粘していると判定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の液体吐出装置。

【請求項 6】

前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲の上限を超え、且つ前記周期指標データが正常範囲の下限未満である場合、前記圧力室に気泡が混入していると判定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の液体吐出装置。

【請求項 7】

前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲の上限を超え、且つ前記周期指標データが正常範囲の下限以上である場合、前記ノズ

10

20

30

40

50

ルから液体がしみ出していると判定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の液体吐出装置。

【請求項 8】

前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲にある場合において、前記残留振動信号に基づいて前記周期指標データを生成不能である場合、又は前記周期指標データが正常範囲の上限を超える場合、前記液体が増粘していると判定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の液体吐出装置。

【請求項 9】

前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲にあり、且つ前記周期指標データが正常範囲の下限未満である場合、前記圧力室に気泡が混入していると判定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の液体吐出装置。

10

【請求項 10】

前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲の下限未満であり、且つ前記位相指標データが正常範囲の下限未満である場合、前記圧力室に気泡が混入していると判定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の液体吐出装置。

【請求項 11】

前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲の下限未満であり、且つ前記位相指標データが正常範囲の上限を超える場合、前記液体が増粘していると判定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の液体吐出装置。

【請求項 12】

前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲の下限未満であり、且つ前記位相指標データが正常範囲にある場合において、前記残留振動信号に基づいて前記周期指標データを生成不能である、前記周期指標データが正常範囲の下限未満である、又は前記周期指標データが正常範囲の上限を超える場合、前記圧力室に気泡が混入していると判定することを特徴とする請求項 3 に記載の液体吐出装置。

20

【請求項 13】

前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲の下限未満であり、且つ前記位相指標データが正常範囲にあり、且つ前記周期指標データが正常範囲にある場合、前記液体が増粘していると判定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の液体吐出装置。

【請求項 14】

駆動信号に応じて変位する圧電素子と、  
内部に液体が充填され前記駆動信号に基づく前記圧電素子の変位により当該内部の圧力が増減される圧力室と、

30

前記圧力室に連通し前記圧力室の内部の圧力の増減により前記圧力室の内部に充填された液体を吐出可能なノズルと、

前記駆動信号を前記圧電素子に供給する駆動信号供給部と、

前記圧電素子に前記駆動信号が供給された後に生じる前記圧力室の内部の圧力の変化に基づく前記圧電素子の起電力の変化を残留振動信号として検出する検出部と、

前記残留振動信号の振幅中心レベルと略一致する第 1 閾値で前記残留振動信号を 2 値化した第 1 比較信号と、前記残留振動信号を第 2 閾値で 2 値化した第 2 比較信号と、を生成する比較信号生成部と、

40

少なくとも前記第 1 比較信号及び前記第 2 比較信号に基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定する判定部と、を備え、

前記判定部は、

前記第 1 比較信号に基づいて前記残留振動信号の周期に応じた周期指標データを生成する周期指標データ生成部と、前記第 2 比較信号に基づいて前記残留振動信号が前記第 2 閾値を超える時間を示す第 1 時間を振幅指標データとして生成する振幅指標データ生成部とを備え、

前記振幅指標データと前記周期指標データとの比に基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定する、

50

ことを特徴する液体吐出装置。

【請求項 15】

駆動信号に応じて変位する圧電素子と、

内部に液体が充填され前記駆動信号に基づく前記圧電素子の変位により当該内部の圧力が増減される圧力室と、

前記圧力室に連通し前記圧力室の内部の圧力の増減により前記圧力室の内部に充填された液体を吐出可能な所定数のノズルと、

前記駆動信号を前記圧電素子に供給する駆動信号供給部と、

前記圧電素子に前記駆動信号が供給された後に生じる前記圧力室の内部の圧力の変化に基づく前記圧電素子の起電力の変化を残留振動信号として検出する検出部と、

前記残留振動信号の振幅中心レベルと略一致する第1閾値で前記残留振動信号を2値化した第1比較信号と、前記残留振動信号を第2閾値で2値化した第2比較信号とを生成する比較信号生成部と、

少なくとも前記第1比較信号及び前記第2比較信号に基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定する判定部と、を備え、

前記判定部は、

前記第1比較信号に基づいて前記残留振動信号の位相に応じた位相指標データを生成する位相指標データ生成部と、前記第2比較信号に基づいて前記残留振動信号が前記第2閾値を超える時間を示す第1時間を振幅指標データとして生成する振幅指標データ生成部とを備え、

少なくとも前記位相指標データおよび前記振幅指標データがそれぞれの閾値を超えるか否かを判定し、

前記閾値を超えると判定された前記ノズルの個数が基準値以上である場合、前記所定数のノズルについて液体がしみ出していると判定し、前記閾値を超えると判定された前記ノズルの個数が前記基準値未満である場合、前記所定数のノズルについて液体がしみ出していないと判定する、

ことを特徴とする液体吐出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体吐出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

インクジェットプリンターは、吐出部に設けられる圧電素子を駆動信号により駆動させることにより、吐出部の内部に充填されたインクを吐出させて、記録媒体上に画像を形成する。

しかし、吐出部内のインクが増粘すると、吐出異常が発生し、印刷される画像の画質が低下することがある。また、吐出部内のインクに気泡が含まれる場合、あるいは、吐出部のノズル近傍に紙粉が付着する場合も、吐出異常が生じ、印刷される画像の画質が低下することがある。よって、高品位な印刷を実現するためには、吐出部におけるインクの吐出状態を検査することが好ましい。

特許文献1には、駆動信号により圧電素子を駆動させることで生じる残留振動を検出し、検出結果に基づいて吐出部におけるインクの吐出状態を検査する手法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-028183号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【0004】

ところで、吐出部におけるインクの吐出状態の検査は、圧電素子を駆動させたときの残留振動波形を用いて行われることがある。残留振動波形を所定の閾値電位と比較することによって得られた比較信号の周期を計測することによって、残留振動の周期を特定することができる。

しかしながら、残留振動波形の振幅方向の情報は、残留振動波形をA/D変換する必要があるが、A/D変換器は構成が複雑となるといった問題があった。

本発明は上述した事情に鑑みてなされたものであって、簡易な構成で残留振動の振幅方向の情報を得ることを解決課題の一つとする。

## 【課題を解決するための手段】

10

## 【0005】

以上の課題を解決するために、本発明に係る液体吐出装置の一態様は、駆動信号に応じて変位する圧電素子と、内部に液体が充填され前記駆動信号に基づく前記圧電素子の変位により当該内部の圧力が増減される圧力室と、前記圧力室に連通し前記圧力室の内部の圧力の増減により前記圧力室の内部に充填された液体を吐出可能なノズルと、前記駆動信号を前記圧電素子に供給する駆動信号供給部と、前記圧電素子に前記駆動信号が供給された後に生じる前記圧力室内の圧力の変化に基づく前記圧電素子の起電力の変化を残留振動信号として検出する検出部と、前記残留振動信号を第1閾値で2値化した第1比較信号と、前記残留振動信号を第2閾値で2値化した第2比較信号と、を生成する比較信号生成部と、

20

少なくとも前記第1比較信号及び前記第2比較信号に基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定する判定部と、を備える。

## 【0006】

上述した液体吐出装置の一態様によれば、残留振動信号を第1閾値と第2閾値とで各々2値化して第1比較信号及び第2比較信号を生成する。このように異なる2つの閾値で2値化することによって、第1比較信号のみ、あるいは第2比較信号のみに基づいてノズルにおける液体の吐出状態を判定する場合と比較して、より正確に吐出状態を判定することが可能となる。

## 【0007】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記第1閾値は、前記残留振動信号の振幅中心レベルと略一致し、前記判定部は、前記第1比較信号に基づいて前記残留振動信号の位相に応じた位相指標データを生成する位相指標データ生成部と、少なくとも前記第2比較信号に基づいて前記残留振動信号の振幅に応じた振幅指標データを生成する振幅指標データ生成部とを備え、前記位相指標データ及び前記振幅指標データに基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定する、ことが好ましい。

30

## 【0008】

残留振動信号は、時間の経過とともに減衰していくため、その位相は残留振動信号のレベルが振幅中心レベルと略一致するタイミングによって知ることができる。一方、第2閾値と残留振動信号を比較することによって、残留振動信号の振幅に応じた振幅指標を得ることができる。一般に信号の振幅に関する情報を取得するには、信号をA/D変換する必要があるが、この発明によれば、簡易な構成で振幅に関する情報を得ることができる。この結果、ノズルにおける液体の吐出状態をより正確に判定することが可能となる。なお、残留振動信号の振幅中心レベルとは、実質的に残留振動が減衰し収束し、振動の発生源である圧電素子に対して外的に力が印加されていない状態における残留振動信号のレベルの意味である。また、略一致とは、完全に一致していなくてもよく、残留振動の位相又は周期をノズルの吐出状態を判定できる程度の誤差を含んでいてもよいことを意味する。

40

## 【0009】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記比較信号生成部は、前記残留振動信号を第3閾値で2値化して第3比較信号を生成し、前記振幅指標データ生成部は、前記第2比較信号に基づいて前記残留振動信号が前記第2閾値を超える時間を示す第1時間、前記第

50

3 比較信号に基づいて前記残留振動検出信号が前記第 3 閾値を超える時間を示す第 2 時間を特定し、少なくとも前記第 1 時間と前記第 2 時間を合計して前記振幅指標データを生成する、ことが好ましい。

この発明によれば、残留振動信号を複数の閾値で比較し、比較結果から得られる時間を加算して振幅指標データを生成するから、振幅指標データの精度を向上させることができる。

#### 【 0 0 1 0 】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記第 1 比較信号に基づいて前記残留振動信号の周期に応じた周期指標データを生成する周期指標データ生成部を備え、

前記位相指標データ、前記周期指標データ及び前記振幅指標データに基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定する、ことが好ましい。この発明によれば、位相指標データを考慮してノズルにおける液体の吐出状態を判定するので、より正確な判定を行うことが可能となる。

#### 【 0 0 1 1 】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記位相指標データ生成部は、前記駆動信号を前記圧電素子に印加してから、前記第 1 比較信号を所定時間だけ無効にした後に発生する前記第 1 比較信号のエッジまでの時間を前記位相指標データとして生成し、前記周期指標データ生成部は、前記第 1 比較信号の前記エッジが発生した後の 1 周期の時間を前記周期指標データとして生成することが好ましい。この発明によれば、位相指標データを生成した後、周期指標データを生成することになる。周期を検出するには、少なくとも 1 周期の時間だけ、残留振動信号がノイズの影響を受けることなく安定している必要がある。一方、残留振動信号の位相は、1 周期の期間、安定する必要はない。残留振動信号には、圧電素子の切り替えに伴うノイズが重畳するが、先に位相指標データを生成し、その後周期指標データを生成するので、2 つの指標データを短い時間で安定して生成することが可能となる。

#### 【 0 0 1 2 】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲の下限未満の場合、前記圧力室に気泡が混入していると判定することが好ましい。この場合、残留振動信号の位相が進むことになるが、これは気泡によってイナータンスが減少したと考えることができる。

#### 【 0 0 1 3 】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲の上限を超え、且つ前記残留振動信号に基づいて前記周期指標データを生成することが不能である場合、前記液体が増粘していると判定することが好ましい。位相指標データが上限を超えるので、イナータンスが増加したことになる。このため、液体が増粘していると判定することができる。

#### 【 0 0 1 4 】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲の上限を超え、且つ前記周期指標データが正常範囲の下限未満である場合、前記圧力室に気泡が混入していると判定することが好ましい。周期指標データが正常範囲の下限未満となることから、気泡によってイナータンスが減少したと考えることができる。

#### 【 0 0 1 5 】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲の上限を超え、且つ前記周期指標データが正常範囲の下限以上である場合、前記ノズルから液体がしみ出していると判定することが好ましい。残留振動信号の振幅が正常範囲であり、位相が正常範囲の上限を超えるので、インクのしみ出しイナータンスが増加したと考えるからである。

#### 【 0 0 1 6 】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲にある場合において、前記残留振動信号に基づいて前記周期指標データを生成不能である場合、又は前記周期指標データが正常範囲の上限を超える場合、前記液体が増粘していると判定することが好ましい。周期指標データを生成不能の場合は増粘によって振幅が低下したと考えられ、また、周期指標データが上限を超える場合は、増粘によってイナータンスが増加したと考えられるからである。

【0017】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲にあり、且つ前記位相指標データが正常範囲にあり、且つ前記周期指標データが正常範囲の下限未満である場合、前記圧力室に気泡が混入していると判定することが好ましい。周期指標が短くなることから、気泡によってイナータンスが減少したと考えられるからである。

10

【0018】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲の下限未満であり、且つ前記位相指標データが正常範囲の下限未満である場合、前記圧力室に気泡が混入していると判定することが好ましい。位相が進むことから、気泡によってイナータンスが減少したと考えられるからである。

【0019】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記振幅指標が正常範囲の下限未満であり、且つ前記位相指標が正常範囲の上限を超える場合、前記液体が増粘していると判定することが好ましい。位相指標が遅れることから、増粘によってイナータンスが増加したと考えられるからである。

20

【0020】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲の下限未満であり、且つ前記位相指標データが正常範囲にある場合において、前記残留振動信号に基づいて前記周期指標データを生成不能である、前記周期指標データが正常範囲の下限未満である、又は前記周期指標データが正常範囲の上限を超える場合、前記圧力室に気泡が混入していると判定することが好ましい。

【0021】

上述した液体吐出装置の一態様において前記判定部は、前記振幅指標データが正常範囲の下限未満であり、且つ前記位相指標データが正常範囲にあり、且つ前記周期指標データが正常範囲にある場合、前記液体が増粘していると判定することが好ましい。

30

【0022】

上述した液体吐出装置の一態様において、前記第1閾値は、前記残留振動信号の振幅中心レベルと略一致し、前記判定部は、前記第1比較信号に基づいて前記残留振動信号の周期に応じた周期指標データを生成する周期指標データ生成部と、少なくとも前記第2比較信号に基づいて前記残留振動信号の振幅に応じた振幅指標データを生成する振幅指標データ生成部とを備え、前記振幅指標データと前記周期指標データとの比に基づいて、前記ノズルにおける液体の吐出状態を判定することが好ましい。各ノズルによって周期指標データはばらつくが、本発明によれば、残留振動の振幅を周期で正規化することができるので、周期のばらつきを吸収して振幅を評価することが可能となる。この結果、より正確にノズルにおける液体の吐出状態を判定することが可能になる。

40

上述した液体吐出装置の一態様において、前記ノズルを所定数備え、前記判定部は、少なくとも前記第1比較信号及び前記第2比較信号に基づいて生成した指標データが閾値を超えるか否かを判定し、前記閾値を超えると判定された前記ノズルの個数が基準値以上である場合、前記所定数のノズルについて液体がしみ出していると判定し、前記閾値を超えると判定された前記ノズルの個数が前記基準値未満である場合、前記所定数のノズルについて液体がしみ出していないと判定してもよい。

正常な吐出状態のノズル数の指標に対する分布と、液体がしみ出したノズル数の指標に対する分布とは、重複する部分がある。このため、閾値を重複部分に設定すると、正常に

50

吐出しているにも拘わらず、しみ出しと判定されるノズルが発生する。一方、液体のしみ出しは、複数のノズルに発生する傾向にある。この発明によれば、所定数のノズルについて指標が閾値を超えるか否かを判定し、閾値を超えたノズル数が基準値未満の場合には、所定数のノズルについては、しみ出しが発生していないと判定するので、液体のしみ出しを過検出する可能性を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の第1実施形態に係るインクジェットプリンター1の構成の概要を示す概略図である。

【図2】インクジェットプリンター1の構成を示すブロック図である。

10

【図3】吐出部35の概略的な断面図である。

【図4】ヘッド部30が備えるノズルプレート240の概略的な平面図である。

【図5】吐出部35Aの概略的な断面図である。

【図6】駆動信号Vinの供給時における吐出部35の断面形状の変化を説明するための説明図である。

【図7】吐出部35における残留振動を表す単振動のモデルを示す回路図である。

【図8】吐出部35における吐出状態が正常である場合の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。

【図9】キャピティ245内部に気泡が混入した場合の吐出部35の状態を示す説明図である。

20

【図10】キャピティ245内部への気泡混入によりインクを吐出できなくなった状態における残留振動の実験値と計算値とを示すグラフである。

【図11】ノズルN付近のインクが固着した場合の吐出部35の状態を示す説明図である。

【図12】ノズルN付近のインクの固着によりインクを吐出できなくなった状態における残留振動の実験値と計算値とを示すグラフである。

【図13】ノズルNの出口付近に紙粉が付着した場合の吐出部35の状態を示す説明図である。

【図14】ノズルNの出口付近への紙粉の付着によりインクを吐出できなくなった状態における残留振動の実験値と計算値とを示すグラフである。

30

【図15】駆動信号生成部51の構成を示すブロック図である。

【図16】デコーダーDECのデコード内容を示す説明図である。

【図17】単位動作期間Tuにおける駆動信号生成部51の動作を示すタイミングチャートである。

【図18】単位動作期間Tuにおける駆動信号Vinの波形を表すタイミングチャートである。

【図19】切替部53の構成を示すブロック図である。

【図20】吐出異常検出回路DTの構成を示すブロック図である。

【図21】吐出異常検出回路DTの動作を示すタイミングチャートである。

【図22】残留振動信号Voutと第1乃至第4閾値電位Vth1~Vth4の関係を説明図である。

40

【図23】マスク信号Msk1及びMsk2と、第1乃至第4比較信号CP1~CP4との関係を示す説明図である。

【図24】マスク信号Msk1及びMsk2と、第1乃至第4比較信号CP1~CP4との関係を示す説明図である。

【図25】マスク信号Msk1及びMsk2と、第1乃至第4比較信号CP1~CP4との関係を示す説明図である。

【図26】位相評価データの真理値表である。

【図27】周期評価データの真理値表である。

【図28】判定データの真理値表である。

50

【図29】正常にインクを吐出するノズルの位相指標データN t Fの度数分布Xと、インクがしみ出したノズルの位相指標データN t Fの度数分布Yを示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明する。ただし、各図において、各部の寸法及び縮尺は、実際のもものと適宜に異ならせてある。また、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0025】

<実施形態>

本実施形態では、印刷装置として、インク（「液体」の一例）を吐出して記録用紙Pに画像を形成するインクジェットプリンターを例示して説明する。

【0026】

<1.インクジェットプリンターの構成>

図1は、本実施形態に係るインクジェットプリンター1の構成の概略を示す斜視図である。図1を参照しつつ、インクジェットプリンター1の構成を説明する。なお、以下の説明では、図1中、上側（+Z方向）を「上部」、下側（-Z方向）を「下部」という場合がある。

【0027】

図1に示すように、インクジェットプリンター1は、上部後方に記録用紙Pを設置するトレイ91と、下部前方に記録用紙Pを排出する排紙口92と、上部面に操作パネル93とが設けられている。

操作パネル93は、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、LEDランプ等で構成され、エラーメッセージ等を表示する表示部（図示せず）と、各種スイッチ等で構成される操作部（図示せず）とを備えている。この操作パネル93の表示部は、報知手段として機能する。

【0028】

また、図1に示すように、インクジェットプリンター1は、往復動する移動体3を有する印刷手段4を備える。

移動体3は、M個の吐出部35を具備するヘッド部30と、4個のインクカートリッジ31と、ヘッド部30及び4個のインクカートリッジ31を搭載したキャリッジ32と、を備える（Mは、2以上の自然数）。各吐出部35は、インクカートリッジ31から供給されたインクを内部に充填し、充填したインクを吐出することができる。また、4個のインクカートリッジ31は、イエロー、シアン、マゼンタ、及び、ブラックの4つの色と1対1に対応して設けられたものであり、各インクカートリッジ31には、当該インクカートリッジ31に対応する色のインクが充填されている。M個の吐出部35の各々は、4個のインクカートリッジ31のいずれか1つからインクの供給を受ける。これにより、M個の吐出部35から全体として4色のインクを吐出することが可能となり、フルカラー印刷が実現される。

【0029】

なお、本実施形態に係るインクジェットプリンター1は、当該4色のインクに対応する4個のインクカートリッジ31を備えるが、本発明はこのような態様に限定されるものではなく、当該4色とは異なる色のインクを充填したインクカートリッジ31を更に備えるものであってもよいし、当該4色のうちの一部の色に対応するインクカートリッジ31のみを備えるものであってもよい。

また、各インクカートリッジ31は、キャリッジ32に搭載される代わりに、インクジェットプリンター1の別の場所に設けられるものであってもよい。

【0030】

図1に示すように、印刷手段4は、移動体3を主走査方向に移動（往復動）させる駆動

10

20

30

40

50

源となるキャリッジモーター 4 1 と、キャリッジモーター 4 1 の回転を受けて、移動体 3 を往復動させる往復動機構 4 2 とを備える。なお、主走査方向とは、図 1 において Y 軸が延在する方向である。往復動機構 4 2 は、その両端をフレーム（図示せず）に支持されたキャリッジガイド軸 4 2 2 と、キャリッジガイド軸 4 2 2 と平行に延在するタイミングベルト 4 2 1 とを有している。移動体 3 のキャリッジ 3 2 は、往復動機構 4 2 のキャリッジガイド軸 4 2 2 に往復動自在に支持されるとともに、タイミングベルト 4 2 1 の一部に固定されている。そのため、キャリッジモーター 4 1 の作動により、プーリを介してタイミングベルト 4 2 1 を正逆走行させると、キャリッジガイド軸 4 2 2 に案内されて、移動体 3 が往復動する。

#### 【 0 0 3 1 】

また、図 1 に示すように、インクジェットプリンター 1 は、記録用紙 P を印刷手段 4 に対し供給・排出する給紙装置 7 を備える。

給紙装置 7 は、その駆動源となる給紙モーター 7 1 と、給紙モーター 7 1 の作動により回転する給紙ローラ 7 2 とを有している。給紙ローラ 7 2 は、記録用紙 P の搬送経路（記録用紙 P）を挟んで上下に対向する従動ローラ 7 2 a と駆動ローラ 7 2 b とで構成され、駆動ローラ 7 2 b は給紙モーター 7 1 に連結されている。これにより、給紙ローラ 7 2 は、トレイ 9 1 に設置した複数枚の記録用紙 P を、印刷手段 4 に向かって 1 枚ずつ送り込んだり、印刷手段 4 から 1 枚ずつ排出したりするようになっている。なお、トレイ 9 1 に代えて、記録用紙 P を収容する給紙カセットを着脱自在に装着し得るような構成であってもよい。

#### 【 0 0 3 2 】

また、図 1 に示すように、インクジェットプリンター 1 は、印刷手段 4 及び給紙装置 7 を制御する制御部 6 とを備える。

制御部 6 は、パーソナルコンピューターやデジタルカメラ等のホストコンピューター 9 から入力された画像データ I mg に基づいて、印刷手段 4 や給紙装置 7 等を制御することにより記録用紙 P への印刷処理を行う。

具体的には、制御部 6 は、給紙装置 7 を制御することで、記録用紙 P を一枚ずつ副走査方向（X 軸方向）に間欠送りする。また、制御部 6 は、移動体 3 を記録用紙 P の送り方向（X 軸方向）と交差する主走査方向（Y 軸方向）に往復動させるように制御する。つまり、制御部 6 は、移動体 3 を主走査方向に往復動させるように制御するとともに、記録用紙 P を副走査方向に間欠送りするように給紙装置 7 を制御しつつ、画像データ I mg に基づいて各吐出部 3 5 からインクを吐出させまたはインクを非吐出とするようにヘッド部 3 0 の駆動を制御することにより、記録用紙 P への印刷処理を実行する。

なお、制御部 6 は、操作パネル 9 3 の表示部にエラーメッセージ等を表示させ、あるいは L E D ランプ等を点灯 / 点滅させるとともに、操作パネル 9 3 の操作部から入力された各種スイッチの押下信号に基づいて、対応する処理を各部に実行させる。さらに、制御部 6 は、必要に応じてエラーメッセージや吐出異常等の情報をホストコンピューター 9 に転送する処理を実行するものであってもよい。

#### 【 0 0 3 3 】

図 2 は、本実施形態に係るインクジェットプリンター 1 の構成を示す機能ブロック図である。

インクジェットプリンター 1 は、M 個の吐出部 3 5 を具備するヘッド部 3 0 と、ヘッド部 3 0 を駆動するヘッドドライバー 5 0（「駆動信号供給部」の一例）と、吐出部 3 5 における吐出異常を検出する吐出異常検出部 5 2 と、吐出部 3 5 における吐出異常が検出された場合に当該吐出部 3 5 における吐出状態を正常に回復させる回復機構 8 4 と、を備える。

また、インクジェットプリンター 1 は、ヘッド部 3 0 を往復動させるためのキャリッジモーター 4 1 と、キャリッジモーター 4 1 を駆動するキャリッジモータードライバー 4 3 と、記録用紙 P を搬送するための給紙モーター 7 1 と、給紙モーター 7 1 を駆動する給紙モータードライバー 7 3 と、を備える。

10

20

30

40

50

また、インクジェットプリンター 1 は、インクジェットプリンター 1 の各部の動作を制御するための制御部 6 を備える。

【 0 0 3 4 】

図 2 に示すように、制御部 6 は、CPU 6 1 と、記憶部 6 2 とを備える。

記憶部 6 2 は、ホストコンピューター 9 から図示省略したインターフェース部を介して供給される画像データ *Img* をデータ格納領域に格納する不揮発性半導体メモリーの種類である E E P R O M (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) を備える。また、記憶部 6 2 は、印刷処理等の各種処理を実行する際に必要なデータを一時的に格納し、あるいは印刷処理等の各種処理を実行するための制御プログラムを一時的に展開する R A M (Random Access Memory) を備える。また、記憶部 6 2 は、インクジェットプリンター 1 の各部を制御する制御プログラム等を格納する不揮発性半導体メモリーの種類である P R O M を備える。

10

【 0 0 3 5 】

C P U 6 1 は、ホストコンピューター 9 から供給される画像データ *Img* を、記憶部 6 2 に格納する。また、C P U 6 1 は、画像データ *Img* 等の記憶部 6 2 に格納されている各種データに基づいて、キャリッジモータードライバー 4 3 の動作を制御するためのドライバー制御信号 *Ctr1* と、給紙モータードライバー 7 3 の動作を制御するためのドライバー制御信号 *Ctr2* と、ヘッドドライバー 5 0 の動作を制御して吐出部 3 5 を駆動させるための印刷信号 *SI*、切替制御信号 *Sw*、及び、駆動波形信号 *Com* 等の各種信号と、回復機構 8 4 の動作を制御するための信号と、操作パネル 9 3 の動作を制御するための信号と、を生成し、これら生成した信号を出力する。

20

【 0 0 3 6 】

ヘッドドライバー 5 0 は、駆動信号生成部 5 1、吐出異常検出部 5 2、及び、切替部 5 3 を備える。

駆動信号生成部 5 1 は、制御部 6 から供給される印刷信号 *SI* 及び駆動波形信号 *Com* に基づいて、ヘッド部 3 0 が備える吐出部 3 5 を駆動するための駆動信号 *Vin* を生成する。なお、詳細は後述するが、本実施形態において駆動波形信号 *Com* は、駆動波形信号 *Com-A*、*Com-B*、及び、*Com-C* を含む。

吐出異常検出部 5 2 は、吐出部 3 5 が駆動信号 *Vin* により駆動された後に生じる、吐出部 3 5 の内部のインクの振動等に起因する吐出部 3 5 内部の圧力の変化を残留振動信号 *Vout* として検出する。また、吐出異常検出部 5 2 は、残留振動信号 *Vout* に基づいて、当該吐出部 3 5 に吐出異常があるか否か等、当該吐出部 3 5 におけるインクの吐出状態を判定し、当該判定結果を表す判定データ *Rs* を出力する。また、吐出異常検出部 5 2 は、残留振動信号 *Vout* に表される波形の 1 波長分の周期を表す周期指標データ *NtC* を出力する。

30

切替部 5 3 は、制御部 6 から供給される切替制御信号 *Sw* に基づいて、各吐出部 3 5 を、駆動信号生成部 5 1 または吐出異常検出部 5 2 のいずれか一方に電気的に接続させる。

【 0 0 3 7 】

また、インクジェットプリンター 1 は、吐出部 3 5 からインクが吐出されたか否かを検出する、吐出検出手段 8 5 を備える。

40

吐出検出手段 8 5 は、例えば、光学的な手法などを用いて、吐出部 3 5 からのインクの吐出の有無を検出し、検出結果を出力する。

【 0 0 3 8 】

このように、制御部 6 (C P U 6 1) は、ドライバー制御信号 *Ctr1*、ドライバー制御信号 *Ctr2*、印刷信号 *SI*、駆動波形信号 *Com*、切替制御信号 *Sw* 等の各種信号を生成してインクジェットプリンター 1 の各部に供給することで、キャリッジモータードライバー 4 3、給紙モータードライバー 7 3、ヘッドドライバー 5 0、操作パネル 9 3、及び、回復機構 8 4 等、インクジェットプリンター 1 の各部を制御する。

これにより、制御部 6 (C P U 6 1) は、印刷処理、吐出異常検出処理、検査波形決定処理、及び、回復処理等の各種処理を実行する。

50

## 【 0 0 3 9 】

ここで、印刷処理とは、制御部 6 が、画像データ *Img* に基づいてヘッドドライバー 5 0 の動作を制御することで、吐出部 3 5 からインクを吐出させ、記録用紙 *P* に画像を形成する処理である。

また、吐出異常検出処理とは、制御部 6 が、ヘッドドライバー 5 0 の動作を制御して、吐出部 3 5 に検査用の駆動信号 *V<sub>in</sub>* を供給させることで、当該吐出部 3 5 において残留振動を生じさせ、発生した残留振動に基づいて当該吐出部 3 5 におけるインクの吐出状態を検査する処理である。

また、検査波形決定処理とは、吐出異常検出処理の対象となる吐出部 3 5 に対してヘッドドライバー 5 0 が供給する検査用の駆動信号 *V<sub>in</sub>* の波形を決定する処理である。

また、回復処理とは、吐出異常検出処理において、吐出部 3 5 におけるインクの吐出異常が発見された場合に、回復機構 8 4 を用いて、当該吐出部 3 5 のノズルプレート 2 4 0 に付着した紙粉等の異物をワイパー（図示省略）により拭き取るワイピング処理、当該吐出部 3 5 のキャビティ 2 4 5 内の増粘したインクや気泡等をチューブポンプ（図示省略）により吸引するポンピング処理、または、当該吐出部 3 5 からインクを予備的に吐出させるフラッシング処理等、当該吐出部 3 5 のインクの吐出状態を正常に戻すための処理の総称である。制御部 6 は、吐出異常検出処理の結果に基づいて、フラッシング処理、ワイピング処理、ポンピング処理等から、吐出部 3 5 の吐出状態を回復させるのに適した 1 または 2 以上の回復処理を選択し、選択した回復処理を実行する。

## 【 0 0 4 0 】

< 2 . ヘッド部の構成 >

次に、図 3 及び図 4 を参照しつつ、ヘッド部 3 0、及び、ヘッド部 3 0 が備える吐出部 3 5 の構成について説明する。

図 3 は、ヘッド部 3 0 が備える各吐出部 3 5 の概略的な断面図である。図 3 に示す吐出部 3 5 は、圧電素子 2 0 0 の駆動によりキャビティ 2 4 5（「圧力室」の一例）内のインク（「液体」の一例）がノズル *N* から吐出するものである。この吐出部 3 5 は、ノズル *N* が形成されたノズルプレート 2 4 0 と、キャビティプレート 2 4 2 と、振動板 2 4 3 と、複数の圧電素子 2 0 0 を積層してなる積層圧電素子 2 0 1 とを備えている。

## 【 0 0 4 1 】

キャビティプレート 2 4 2 は、所定の形状（凹部が形成されるような形状）に成形され、これにより、キャビティ 2 4 5 およびリザーバ 2 4 6 が形成される。キャビティ 2 4 5 とリザーバ 2 4 6 とは、インク供給口 2 4 7 を介して連通している。また、リザーバ 2 4 6 は、インク供給チューブ 3 1 1 を介してインクカートリッジと連通している。

## 【 0 0 4 2 】

図 3 において積層圧電素子 2 0 1 の下端は、中間層 2 4 4 を介して振動板 2 4 3 と接合されている。積層圧電素子 2 0 1 には、複数の外部電極 2 4 8 および内部電極 2 4 9 が接合されている。即ち、積層圧電素子 2 0 1 の外表面には、外部電極 2 4 8 が接合され、積層圧電素子 2 0 1 を構成する各圧電素子 2 0 0 同士の間（または各圧電素子の内部）には、内部電極 2 4 9 が設置されている。この場合、外部電極 2 4 8 と内部電極 2 4 9 の一部が、交互に、圧電素子 2 0 0 の厚さ方向に重なるように配置される。

## 【 0 0 4 3 】

そして、外部電極 2 4 8 と内部電極 2 4 9 との間に、駆動信号生成部 5 1 より駆動信号 *V<sub>in</sub>* を供給することにより、積層圧電素子 2 0 1 が図 3 の矢印で示すように変形して（図 3 において上下方向に伸縮して）振動し、この振動により振動板 2 4 3 が振動する。この振動板 2 4 3 の振動によりキャビティ 2 4 5 の容積（キャビティ内の圧力）が変化し、キャビティ 2 4 5 内に充填されたインク（液体）がノズル *N* より液体として吐出する。

インクの吐出によりキャビティ 2 4 5 内のインクが減少した場合、リザーバ 2 4 6 からインクが供給される。また、リザーバ 2 4 6 へは、インクカートリッジ 3 1 からインク供給チューブ 3 1 1 を介してインクが供給される。

## 【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

50

なお、図3に示すノズルプレート240に形成されたノズルNの配列パターンは、例えば、図4に示すノズル配置パターンのように、段をずらして配置される。また、このノズルN間のピッチは、印刷解像度(dpi: dot per inch)に応じて適宜設定され得るものである。なお、図4では、4色のインク(インクカートリッジ)を適用した場合におけるノズルNの配置パターンを示している。

【0045】

次に、吐出部の他の例について説明する。図5に示す吐出部35Aは、圧電素子200の駆動により振動板262が振動し、キャビティ258内のインク(液体)がノズルNから吐出するものである。ノズルNが形成されたステンレス鋼製のノズルプレート252には、ステンレス鋼製の金属プレート254が接着フィルム255を介して接合されており、さらにその上に同様のステンレス鋼製の金属プレート254が接着フィルム255を介して接合されている。そして、その上には、連通口形成プレート256およびキャビティプレート257が順次接合されている。

10

【0046】

ノズルプレート252、金属プレート254、接着フィルム255、連通口形成プレート256、及び、キャビティプレート257は、それぞれ所定の形状(凹部が形成されるような形状)に成形され、これらを重ねることにより、キャビティ258およびリザーバ259が形成される。キャビティ258とリザーバ259とは、インク供給口260を介して連通している。また、リザーバ259は、インク取り入れ口261に連通している。

【0047】

キャビティプレート257の上面開口部には、振動板262が設置され、この振動板262には、下部電極263を介して圧電素子200が接合されている。また、圧電素子200の下部電極263と反対側には、上部電極264が接合されている。駆動信号生成部51は、上部電極264と下部電極263との間に駆動信号Vinを供給することにより、圧電素子200が振動し、それに接合された振動板262が振動する。この振動板262の振動によりキャビティ258の容積(キャビティ内の圧力)が変化し、キャビティ258内に充填されたインク(液体)がノズルNより吐出される。

20

【0048】

インクが吐出されてキャビティ258内のインク量が減少した場合、リザーバ259からインクが供給される。また、リザーバ259へは、インク取り入れ口261からインクが供給される。

30

【0049】

次に、インクの吐出について、図6を参照しながら説明する。

駆動信号生成部51から図3(図5)に示す圧電素子200に駆動信号Vinが供給されると、電極間に印加された電界に比例した歪が発生し、振動板243(262)は、図6(a)に示す初期状態に対して、図3(図5)中の上方向へ撓み、図6(b)に示すようにキャビティ245(258)の容積が拡大する。この状態において、駆動信号生成部51の制御により、駆動信号Vinの示す電圧を変化させると、振動板243(262)は、その弾性復元力によって復元し、初期状態における振動板243(262)の位置を越えて下方向に移動し、図6(c)に示すようにキャビティ245(258)の容積が急激に収縮する。このときキャビティ245(258)内に発生する圧縮圧力により、キャビティ245(258)を満たすインクの一部が、このキャビティ245(258)に連通しているノズルNからインク滴として吐出される。

40

【0050】

各キャビティ245の振動板243は、この一連のインク吐出動作が終了した後、次のインク吐出動作を開始するまでの間、減衰振動をしている。以下、この減衰振動を残留振動とも称する。振動板243の残留振動は、ノズルNやインク供給口247の形状、あるいはインク粘度等による音響抵抗 $r$ と、流路内のインク重量によるイナータンス $m$ と、振動板243のコンプライアンス $C_m$ と、によって決定される固有振動周波数を有するものと想定される。

50

## 【 0 0 5 1 】

< 3 . 残留振動について >

上記想定に基づく振動板 2 4 3 の残留振動の計算モデルについて説明する。

図 7 は、振動板 2 4 3 の残留振動を想定した単振動の計算モデルを示す回路図である。このように、振動板 2 4 3 の残留振動の計算モデルは、音圧  $p$  と、上述のイナータンス  $m$ 、コンプライアンス  $C_m$  及び音響抵抗  $r$  とで表せる。そして、図 7 の回路に音圧  $p$  を与えた時のステップ応答を体積速度  $u$  について計算すると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} u &= \{ p / ( \quad \cdot m ) \} e^{- \quad t} \cdot \sin( \quad t ) \\ &= \{ 1 / ( m \cdot C_m ) - \quad^2 \}^{1 / 2} \\ &= r / ( 2 m ) \end{aligned}$$

10

## 【 0 0 5 2 】

この式から得られた計算結果と、別途行ったインク滴の吐出後の振動板 2 4 3 の残留振動の実験における実験結果とを比較する。図 8 は、振動板 2 4 3 の残留振動の実験値と計算値との関係を示すグラフである。この図 8 に示すグラフからも分かるように、実験値と計算値の 2 つの波形は、概ね一致している。

## 【 0 0 5 3 】

さて、吐出部 3 5 において、前述したような吐出動作を行ったにもかかわらずノズル N からインク滴が正常に吐出されない現象、即ち液滴の吐出異常が発生する場合がある。この吐出異常が発生する原因としては、( 1 ) キャビティ 2 4 5 内への気泡の混入、( 2 ) ノズル N 付近でのインクの乾燥・増粘(固着)、( 3 ) ノズル N の出口付近への紙粉付着、等が挙げられる。

20

## 【 0 0 5 4 】

この吐出異常が発生すると、その結果としては、典型的にはノズル N から液滴が吐出されないこと、即ち液滴の不吐出現象が現れ、その場合、記録用紙 P に印刷した画像における画素のドット抜けを生じる。また、吐出異常の場合には、ノズル N から液滴が吐出されたとしても、液滴の量が過少であったり、その液滴の飛行方向(弾道)がずれたりして適正に着弾しないので、やはり画素のドット抜けとなって現れる。このようなことから、以下の説明では、液滴の吐出異常のことを単に「ドット抜け」と言う場合もある。

## 【 0 0 5 5 】

以下においては、図 8 に示す比較結果に基づいて、吐出部 3 5 に発生する印刷処理時のドット抜け(吐出異常)現象(液滴不吐出現象)の原因別に、振動板 2 4 3 の残留振動の計算値と実験値がマッチ(概ね一致)するように、音響抵抗  $r$  及びイナータンス  $m$  のうち少なくとも一方の値を調整する。

30

## 【 0 0 5 6 】

まず、ドット抜けの 1 つの原因である、( 1 ) キャビティ 2 4 5 内への気泡の混入について検討する。図 9 は、キャビティ 2 4 5 内に気泡が混入した場合のノズル N 付近の概念図である。図 9 に示すように、発生した気泡は、キャビティ 2 4 5 の壁面に発生付着しているものと想定される。

このように、キャビティ 2 4 5 内に気泡が混入した場合には、キャビティ 2 4 5 内を満たすインクの総重量が減り、イナータンス  $m$  が低下するものと考えられる。また、図 9 に例示するように、気泡がノズル N 付近に付着している場合には、その径の大きさだけノズル N の径が大きくなったような状態となり、音響抵抗  $r$  が低下するものと考えられる。

40

したがって、インクが正常に吐出された図 8 の場合に対して、音響抵抗  $r$ 、イナータンス  $m$  を共に小さく設定して、気泡混入時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図 10 のような結果(グラフ)が得られた。図 8 及び図 10 のグラフから分かるように、キャビティ 2 4 5 内に気泡が混入した場合には、正常吐出時に比べて周波数が高くなる特徴的な残留振動波形が得られる。なお、音響抵抗  $r$  の低下などにより、残留振動の振幅の減衰率も小さくなり、残留振動は、その振幅をゆっくりと下げていることも確認することができる。

## 【 0 0 5 7 】

50

次に、ドット抜けのもう1つの原因である、(2)ノズルN付近でのインクの乾燥(固着、増粘)について検討する。図11は、図3のノズルN付近のインクが乾燥により固着した場合のノズルN付近の概念図である。この図11に示すように、ノズルN付近のインクが乾燥して固着した場合、キャピティ245内のインクは、キャピティ245内に閉じこめられたような状況となる。このように、ノズルN付近のインクが乾燥、増粘した場合には、音響抵抗 $r$ が増加するものと考えられる。

したがって、インクが正常に吐出された図8の場合に対して、音響抵抗 $r$ を大きく設定して、ノズルN付近のインク乾燥固着(増粘)時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図12のような結果(グラフ)が得られた。なお、図12に示す実験値は、数日間図示しないキャップを装着しない状態で吐出部35を放置し、ノズルN付近のインクが乾燥、増粘したことによりインクを吐出することができなくなった(インクが固着した)状態における振動板243の残留振動を測定したものである。図8及び図12のグラフから分かるように、ノズルN付近のインクが乾燥により固着した場合には、正常吐出時に比べて周波数が極めて低くなるとともに、残留振動が過減衰となる特徴的な残留振動波形が得られる。これは、インク滴を吐出するために振動板243が図3中上方に引き寄せられることによって、キャピティ245内にリザーバからインクが流入した後に、振動板243が図3中下方に移動するときに、キャピティ245内のインクの逃げ道がないために、振動板243が急激に振動できなくなるため(過減衰となるため)である。

#### 【0058】

次に、ドット抜けのさらにもう1つの原因である、(3)ノズルN出口付近への紙粉付着について検討する。図13は、図3のノズルN出口付近に紙粉が付着した場合のノズルN付近の概念図である。この図13に示すように、ノズルNの出口付近に紙粉が付着した場合、キャピティ245内から紙粉を介してインクがしみ出してしまうとともに、ノズルNからインクを吐出することができなくなる。このように、ノズルNの出口付近に紙粉が付着し、ノズルNからインクがしみ出している場合には、振動板243から見てキャピティ245内及びしみ出し分のインクが正常時よりも増えることにより、イナータンス $m$ が増加するものと考えられる。また、ノズルNの出口付近に付着した紙粉の繊維によって音響抵抗 $r$ が増大するものと考えられる。

したがって、インクが正常に吐出された図8の場合に対して、イナータンス $m$ 、音響抵抗 $r$ を共に大きく設定して、ノズルNの出口付近への紙粉付着時の残留振動の実験値とマッチングすることにより、図14のような結果(グラフ)が得られた。図8及び図14のグラフから分かるように、ノズルNの出口付近に紙粉が付着した場合には、正常吐出時に比べて周波数が低くなる特徴的な残留振動波形が得られる。

なお、図12及び図14に示すグラフから、紙粉付着の場合は、インクの乾燥の場合と比較して、残留振動の周波数が高いことが分かる。

#### 【0059】

ここで、ノズルN付近のインクが乾燥して増粘した場合と、ノズルNの出口付近に紙粉が付着した場合とは、いずれも正常にインク滴が吐出された場合に比べて減衰振動の周波数が低くなっている。これら2つのドット抜け(インク不吐出:吐出異常)の原因を振動板243の残留振動の波形から特定するために、例えば、減衰振動の周波数や周期、位相において所定のしきい値を持って比較するか、あるいは、残留振動(減衰振動)の周期変化や振幅変化の減衰率から特定することができる。このようにして、各吐出部35におけるノズルNからのインク滴が吐出されたときの振動板243の残留振動の変化、特に、その周波数の変化によって、各吐出部35の吐出異常を検出することができる。また、その場合の残留振動の周波数を正常吐出時の残留振動の周波数と比較することにより、吐出異常の原因を特定することもできる。

本実施形態に係るインクジェットプリンター1は、残留振動を解析して吐出異常を検知する吐出異常検出処理を実行する。

#### 【0060】

<4.ヘッドドライバー及び吐出異常検出部の構成及び動作>

10

20

30

40

50

次に、図15乃至図28を参照しつつヘッドドライバー50（駆動信号生成部51、及び、切替部53）、並びに、吐出異常検出部52の構成及び動作について説明する。

【0061】

図15は、ヘッドドライバー50のうち駆動信号生成部51の構成を示すブロック図である。図15に示すように、駆動信号生成部51は、シフトレジスタSR、ラッチ回路LT、デコーダDEC、並びに、トランスマッションゲートTGa、TGb、及び、TGcからなる組を、M個の吐出部35に1対1に対応するようにM個有する。以下では、これらM個の組を構成する各要素を、図において上から順番に、1段、2段、...、M段と称することがある（図15においては、図示の都合上、シフトレジスタSRについてのみ段数を表示している）。

10

なお、詳細は後述するが、吐出異常検出部52は、M個の吐出部35に1対1に対応するようにM個の吐出異常検出回路DT（DT[1]、DT[2]、...、DT[M]）を具備する。

【0062】

駆動信号生成部51には、制御部6から、クロック信号CL、印刷信号SI、ラッチ信号LAT、チェンジ信号CH、及び、駆動波形信号Com（Com-A、Com-B、Com-C）が供給される。

ここで、印刷信号SIとは、画像の1ドットを形成するにあたって、各吐出部35（各ノズルN）から吐出させるインク量を規定するデジタルの信号である。より詳細には、本実施形態に係る印刷信号SIは、各吐出部35（各ノズルN）から吐出させるインク量を、上位ビットb1、中位ビットb2、及び、下位ビットb3の3ビットで規定するものであり、制御部6からクロック信号CLに同期して駆動信号生成部51にシリアルで供給される。この印刷信号SIにより、各吐出部35から吐出されるインク量を制御することで、記録用紙Pの各ドットにおいて、非記録、小ドット、中ドット、及び、大ドットの4階調を表現することが可能となり、さらに残留振動を発生させてインクの吐出状態を検査するための検査用の駆動信号Vinを生成することが可能となる。

20

【0063】

シフトレジスタSRのそれぞれは、印刷信号SIを、各吐出部35に対応する3ビット毎に、一旦保持する。詳細には、M個の吐出部35に1対1に対応する、1段、2段、...、M段のM個のシフトレジスタSRが互いに縦続接続されるとともに、シリアルで供給された印刷信号SIが、クロック信号CLにしたがって順次後段に転送される。そして、M個のシフトレジスタSRの全てに印刷信号SIが転送された時点で、クロック信号CLの供給が停止し、M個のシフトレジスタSRのそれぞれが印刷信号SIのうち自身に対応する3ビット分のデータを保持した状態を維持する。

30

【0064】

M個のラッチ回路LTのそれぞれは、ラッチ信号LATが立ち上がるタイミングで、M個のシフトレジスタSRのそれぞれに保持された、各段に対応する3ビット分の印刷信号SIを一斉にラッチする。図15において、SI[1]、SI[2]、...、SI[M]のそれぞれは、1段、2段、...、M段のシフトレジスタSRに対応するラッチ回路LTによってそれぞれラッチされた、3ビット分の印刷信号SIを示している。

40

【0065】

ところで、インクジェットプリンター1が印刷処理、吐出異常検出処理、及び、検査波形決定処理のうち少なくとも1の処理を実行する期間である動作期間は、複数の単位動作期間Tuからなる。各単位動作期間Tuは、制御期間Ts1とこれに後続する制御期間Ts2とからなる。本実施形態では、制御期間Ts1及びTs2は、互いに等しい時間長を有する。

なお、動作期間を構成する複数の単位動作期間Tuには、印刷処理が実行される単位動作期間Tu、吐出異常検出処理が実行される単位動作期間Tu、印刷処理及び吐出異常検出処理の両方の処理が実行される単位動作期間Tu、及び、検査波形決定処理が実行される単位動作期間Tu、の4種類の単位動作期間Tuが含まれうる。

【0066】

50

制御部 6 は、駆動信号生成部 5 1 に対して単位動作期間  $T_u$  毎に印刷信号  $S I$  を供給するとともに、ラッチ回路  $L T$  が単位動作期間  $T_u$  毎に印刷信号  $S I [ 1 ]$ 、 $S I [ 2 ]$ 、 $\dots$ 、 $S I [ M ]$  をラッチするように駆動信号生成部 5 1 を制御する。すなわち、制御部 6 は、 $M$  個の吐出部 3 5 に対して単位動作期間  $T_u$  毎に駆動信号  $V_{in}$  が供給されるように、駆動信号生成部 5 1 を制御する。

より具体的には、制御部 6 は、単位動作期間  $T_u$  において印刷処理のみを実行する場合、 $M$  個の吐出部 3 5 に対して印刷用の駆動信号  $V_{in}$  が供給されるように駆動信号生成部 5 1 を制御する。これにより、 $M$  個の吐出部 3 5 が画像データ  $I_{mg}$  に応じた量のインクを記録用紙  $P$  に吐出し、記録用紙  $P$  上に画像データ  $I_{mg}$  に対応する画像が形成される。

一方、制御部 6 は、単位動作期間  $T_u$  において吐出異常検出処理のみを実行する場合、 $M$  個の吐出部 3 5 に対して検査用の駆動信号  $V_{in}$  が供給されるように駆動信号生成部 5 1 を制御する。

また、制御部 6 は、単位動作期間  $T_u$  において印刷処理及び吐出異常検出処理の両方を実行する場合、 $M$  個の吐出部 3 5 の一部に対して印刷用の駆動信号  $V_{in}$  が供給されるとともに、残りの吐出部 3 5 に対して検査用の駆動信号  $V_{in}$  が供給されるように駆動信号生成部 5 1 を制御する。

なお、制御部 6 は、単位動作期間  $T_u$  において検査波形決定処理を実行する場合においても、 $M$  個の吐出部 3 5 に対して検査用の駆動信号  $V_{in}$  が供給されるように駆動信号生成部 5 1 を制御する。但し、詳細は後述するが、検査波形決定処理において吐出部 3 5 に供給する検査用の駆動信号  $V_{in}$  は、吐出異常検出処理において用いられる検査用の駆動信号  $V_{in}$  の波形を決定するための駆動信号  $V_{in}$  であり、吐出異常検出処理において用いられる検査用の駆動信号  $V_{in}$  とは必ずしも一致するものではない。

#### 【 0 0 6 7 】

デコーダ  $D E C$  は、ラッチ回路  $L T$  によってラッチされた 3 ビット分の印刷信号  $S I$  をデコードし、制御期間  $T_{s1}$  及び  $T_{s2}$  のそれぞれにおいて、選択信号  $S_a$ 、 $S_b$ 、及び、 $S_c$  を出力する。

図 1 6 は、デコーダ  $D E C$  が行うデコードの内容を示す説明図 ( テーブル ) である。この図に示すように、 $m$  段 ( $m$  は、 $1 \leq m \leq M$  を満たす自然数) に対応する印刷信号  $S I [ m ]$  の示す内容が、例えば  $( b_1, b_2, b_3 ) = ( 1, 0, 0 )$  である場合、 $m$  段のデコーダ  $D E C$  は、制御期間  $T_{s1}$  において、選択信号  $S_a$  をハイレベル  $H$  に設定するとともに、選択信号  $S_b$  及び  $S_c$  をローレベル  $L$  に設定し、また、制御期間  $T_{s2}$  において、選択信号  $S_a$  及び  $S_c$  をローレベル  $L$  に設定するとともに、選択信号  $S_b$  をハイレベル  $H$  に設定する。

また、下位ビット  $b_3$  が「 1 」の場合、つまり、 $( b_1, b_2, b_3 ) = ( 0, 0, 1 )$  である場合、 $m$  段のデコーダ  $D E C$  は、制御期間  $T_{s1}$  及び  $T_{s2}$  において、選択信号  $S_a$  及び  $S_b$  をローレベル  $L$  に設定するとともに、選択信号  $S_c$  をハイレベル  $H$  に設定する。

#### 【 0 0 6 8 】

説明を図 1 5 に戻す。

図 1 5 に示すように、駆動信号生成部 5 1 は、トランスミッションゲート  $T G_a$ 、 $T G_b$ 、及び、 $T G_c$  の組を  $M$  個備える。これら、 $M$  個のトランスミッションゲート  $T G_a$ 、 $T G_b$ 、及び、 $T G_c$  の組は、 $M$  個の吐出部 3 5 に 1 対 1 に対応するように設けられる。

トランスミッションゲート  $T G_a$  は、選択信号  $S_a$  が  $H$  レベルのときにオンし、 $L$  レベルのときにオフする。トランスミッションゲート  $T G_b$  は、選択信号  $S_b$  が  $H$  レベルのときにオンし、 $L$  レベルのときにオフする。トランスミッションゲート  $T G_c$  は、選択信号  $S_c$  が  $H$  レベルのときにオンし、 $L$  レベルのときにオフする。

例えば、 $m$  段において、印刷信号  $S I [ m ]$  の示す内容が、 $( b_1, b_2, b_3 ) = ( 1, 0, 0 )$  である場合には、制御期間  $T_{s1}$  においてトランスミッションゲート  $T G_a$  がオンするとともにトランスミッションゲート  $T G_b$  及び  $T G_c$  がオフし、また、制御期間  $T_{s2}$  においてトランスミッションゲート  $T G_b$  がオンするとともにトランスミッションゲート  $T G_a$  及び  $T G_c$  がオフする。

## 【 0 0 6 9 】

トランスミッションゲート T Ga の一端には駆動波形信号 Com- A が供給され、トランスミッションゲート T Gb の一端には駆動波形信号 Com- B が供給され、トランスミッションゲート T Gc の一端には駆動波形信号 Com- C が供給される。また、トランスミッションゲート T Ga、T Gb、及び、T Gc の他端は、切替部 5 3 への出力端 OTN に共通接続されている。

トランスミッションゲート T Ga、T Gb、及び、T Gc は排他的にオンとなり、制御期間 Ts1 及び Ts2 毎に選択された駆動波形信号 Com- A、Com- B、または、Com- C が、駆動信号 Vin [ m ] として出力端 OTN に出力され、これが、切替部 5 3 を介して m 段の吐出部 3 5 に供給される。

10

## 【 0 0 7 0 】

図 1 7 は、単位動作期間 Tu における駆動信号生成部 5 1 の動作を説明するためのタイミングチャートである。図 1 7 に示すように、単位動作期間 Tu は、制御部 6 が出力するラッチ信号 LAT により規定される。また、単位動作期間 Tu に含まれる制御期間 Ts1 及び Ts2 は、制御部 6 が出力するラッチ信号 LAT 及びチェンジ信号 CH により規定される。

## 【 0 0 7 1 】

単位動作期間 Tu において制御部 6 から供給される駆動波形信号 Com- A は、印刷用の駆動信号 Vin を生成するための信号であり、図 1 7 に示されるように、単位動作期間 Tu のうち制御期間 Ts1 に配置された単位波形 PA1 と、制御期間 Ts2 に配置された単位波形 PA2 と、を連続させた波形を有する。単位波形 PA1、及び、単位波形 PA2 の開始及び終了のタイミングにおける電位は、いずれも基準電位 V0 である。また、この図に示す通り、単位波形 PA1 の電位 Va11 と電位 Va12 との電位差は、単位波形 PA2 の電位 Va21 と電位 Va22 との電位差よりも大きい。このため、各吐出部 3 5 が備える圧電素子 2 0 0 が単位波形 PA1 により駆動された場合に当該吐出部 3 5 が備えるノズル N から吐出されるインクの量は、単位波形 PA2 により駆動された場合に吐出されるインクの量よりも多い。

20

## 【 0 0 7 2 】

単位動作期間 Tu において制御部 6 から供給される駆動波形信号 Com- B は、印刷用の駆動信号 Vin を生成するための信号であり、制御期間 Ts1 に配置された単位波形 PB1 と、制御期間 Ts2 に配置された単位波形 PB2 とを連続させた波形を有する。

30

単位波形 PB1 の開始及び終了のタイミングにおける電位は、いずれも基準電位 V0 であり、単位波形 PB2 は制御期間 Ts2 に亘って基準電位 V0 に保たれる。また、単位波形 PB1 の電位 Vb11 と基準電位 V0 との電位差は、単位波形 PA2 の電位 Va21 と電位 Va22 との電位差よりも小さい。そして、各吐出部 3 5 が備える圧電素子 2 0 0 が単位波形 PB1 により駆動された場合であっても当該吐出部 3 5 が備えるノズル N からはインクは吐出されない。同様に、圧電素子 2 0 0 に単位波形 PB2 が供給された場合にも、ノズル N からインクが吐出されることはない。

## 【 0 0 7 3 】

単位動作期間 Tu において制御部 6 から供給される駆動波形信号 Com- C は、検査用の駆動信号 Vin を生成するための信号であり、制御期間 Ts1 に配置された単位波形 PC1 と、制御期間 Ts2 に配置された単位波形 PC2 とを連続させた波形を有する。単位波形 PC1 の開始のタイミングにおける電位及び単位波形 PC2 の終了のタイミングにおける電位は、いずれも基準電位 V0 である。単位波形 PC1 は基準電位 V0 から電位 Vc11 に遷移した後に、電位 Vc11 から電位 Vc12 に遷移し、その後、制御期間 Ts1 の終了まで電位 Vc12 に保たれる。また、単位波形 PC2 は、電位 Vc12 を維持した後に、制御期間 Ts2 が終了する前に電位 Vc12 から基準電位 V0 に遷移する。電位 Vc11 及び電位 Vc12 の電位差である駆動電圧 D は、後述する検査波形決定処理により、吐出部 3 5 が備える圧電素子 2 0 0 が単位波形 PC1 ( 及び単位波形 PC2 ) により駆動された場合であっても当該吐出部 3 5 が備えるノズル N からはインクが吐出されないような電圧に設定される。

40

## 【 0 0 7 4 】

50

図17に示すように、M個のラッチ回路LTは、ラッチ信号LATの立ち上がりのタイミング、すなわち、単位動作期間Tuが開始されるタイミングにおいて、印刷信号SI[1]、SI[2]、...、SI[M]を出力する。

また、m段のデコーダDECは、上述のとおり、印刷信号SI[m]に応じて、制御期間Ts1及びTs2のそれぞれにおいて、図16に示すテーブルの内容に基づいて選択信号Sa、Sb、及び、Scを出力する。

また、m段のトランスミッションゲートT Ga、T Gb、及び、T Gcは、上述のとおり、選択信号Sa、Sb、及び、Scに基づいて、駆動波形信号Com-A、Com-B、及び、Com-Cのいずれか1つを選択し、選択した駆動波形信号Comを駆動信号Vin[m]として出力する。

10

なお、図17に示す切替期間指定信号RTは、切替期間Tdを規定する信号である。切替期間指定信号RT及び切替期間Tdについては、後述する。

#### 【0075】

図15乃至図17加え、図18を参照しつつ、単位動作期間Tuにおいて駆動信号生成部51が出力する駆動信号Vinの波形について説明する。

単位動作期間Tuにおいて供給される印刷信号SI[m]の内容が(b1、b2、b3) = (1、1、0)である場合には、制御期間Ts1において、選択信号Sa、Sb、及び、ScがそれぞれHレベル、Lレベル、Lレベルとなるため、トランスミッションゲートT Gaにより駆動波形信号Com-Aが選択され、単位波形PA1が駆動信号Vin[m]として出力される。また、制御期間Ts2においても制御期間Ts1と同様に、トランスミッションゲートT Gaにより駆動波形信号Com-Aが選択され、単位波形PA2が駆動信号Vin[m]として出力される。

20

すなわち、印刷信号SI[m]の内容が(b1、b2、b3) = (1、1、0)である場合、単位動作期間Tuにおいてm段の吐出部35に供給される駆動信号Vin[m]は印刷用の駆動信号Vinであり、その波形は、図18に示すように、単位波形PA1及び単位波形PA2を含む波形DpAAとなる。この結果、m段の吐出部35は、単位動作期間Tuにおいて、単位波形PA1に基づく中程度の量のインクの吐出、及び、単位波形PA2に基づく小程度の量のインクの吐出がなされ、これら2度にわたり吐出されたインクがラベル用紙P上で合体するため、ラベル用紙P上には、大ドットが形成される。

#### 【0076】

単位動作期間Tuにおいて供給される印刷信号SI[m]の内容が(b1、b2、b3) = (1、0、0)である場合には、制御期間Ts1において、選択信号Sa、Sb、及び、ScがそれぞれHレベル、Lレベル、Lレベルとなるため、トランスミッションゲートT Gaにより駆動波形信号Com-Aが選択され、単位波形PA1が駆動信号Vin[m]として出力される。また、制御期間Ts2において、選択信号Sa、Sb、及び、ScがそれぞれLレベル、Hレベル、Lレベルとなるため、トランスミッションゲートT Gbにより駆動波形信号Com-Bが選択され、単位波形PB2が駆動信号Vin[m]として出力される。

30

すなわち、印刷信号SI[m]の内容が(b1、b2、b3) = (1、0、0)である場合、単位動作期間Tuにおいてm段の吐出部35に供給される駆動信号Vin[m]は印刷用の駆動信号Vinであり、その波形は、図18に示すように、単位波形PA1及び単位波形PB2を含む波形DpABとなる。この結果、m段の吐出部35は、単位動作期間Tuにおいて、単位波形PA1に基づく中程度の量のインクの吐出がなされ、ラベル用紙P上には、中ドットが形成される。

40

#### 【0077】

単位動作期間Tuにおいて供給される印刷信号SI[m]の内容が(b1、b2、b3) = (0、1、0)である場合には、制御期間Ts1において、選択信号Sa、Sb、及び、ScがそれぞれLレベル、Hレベル、Lレベルとなるため、トランスミッションゲートT Gbにより駆動波形信号Com-Bが選択され、単位波形PB1が駆動信号Vin[m]として出力される。また、制御期間Ts2において、選択信号Sa、Sb、及び、ScがそれぞれHレベル、Lレベル、Lレベルとなるため、トランスミッションゲートT Gaにより駆動波形信

50

号 Com- A が選択され、単位波形 PA2 が駆動信号  $V_{in}[m]$  として出力される。

すなわち、印刷信号  $S I [m]$  の内容が  $(b1, b2, b3) = (0, 1, 0)$  である場合、単位動作期間  $T_u$  において  $m$  段の吐出部 35 に供給される駆動信号  $V_{in}[m]$  は印刷用の駆動信号  $V_{in}$  であり、その波形は、図 18 に示すように、単位波形 PB1 及び単位波形 PA2 を含む波形 DpBA となる。この結果、 $m$  段の吐出部 35 は、単位動作期間  $T_u$  において、単位波形 PA2 に基づく小程度の量のインクの吐出がなされ、ラベル用紙 P 上には、小ドットが形成される。

【0078】

単位動作期間  $T_u$  において供給される印刷信号  $S I [m]$  の内容が  $(b1, b2, b3) = (0, 0, 0)$  である場合には、制御期間  $T_{s1}$  において、選択信号  $S_a$ 、 $S_b$ 、及び、 $S_c$  がそれぞれ L レベル、H レベル、L レベルとなるため、トランスミッションゲート  $T_{Gb}$  により駆動波形信号 Com- B が選択され、単位波形 PB1 が駆動信号  $V_{in}[m]$  として出力される。また、制御期間  $T_{s2}$  においても制御期間  $T_{s1}$  と同様に、トランスミッションゲート  $T_{Gb}$  により駆動波形信号 Com- B が選択され、単位波形 PB2 が駆動信号  $V_{in}[m]$  として出力される。

10

すなわち、印刷信号  $S I [m]$  の内容が  $(b1, b2, b3) = (0, 0, 0)$  である場合、単位動作期間  $T_u$  において  $m$  段の吐出部 35 に供給される駆動信号  $V_{in}[m]$  は印刷用の駆動信号  $V_{in}$  であり、その波形は、図 18 に示すように、単位波形 PB1 及び単位波形 PB2 を含む波形 DpBB となる。この結果、 $m$  段の吐出部 35 からは、単位動作期間  $T_u$  において、インクの吐出がなされず、ラベル用紙 P 上には、ドットが形成されない（非記録となる）。

20

【0079】

単位動作期間  $T_u$  において供給される印刷信号  $S I [m]$  の内容が  $(b1, b2, b3) = (0, 0, 1)$  である場合には、制御期間  $T_{s1}$  において、選択信号  $S_a$ 、 $S_b$ 、及び、 $S_c$  がそれぞれ L レベル、L レベル、H レベルとなるため、トランスミッションゲート  $T_{Gc}$  により駆動波形信号 Com- C が選択され、単位波形 PC1 が駆動信号  $V_{in}[m]$  として出力される。また、制御期間  $T_{s2}$  においても制御期間  $T_{s1}$  と同様に、トランスミッションゲート  $T_{Gc}$  により駆動波形信号 Com- C が選択され、単位波形 PC2 が駆動信号  $V_{in}[m]$  として出力される。

すなわち、印刷信号  $S I [m]$  の内容が  $(b1, b2, b3) = (0, 0, 1)$  である場合、単位動作期間  $T_u$  において  $m$  段の吐出部 35 に供給される駆動信号  $V_{in}[m]$  は検査用の駆動信号  $V_{in}$  であり、その波形は、図 18 に示すように、単位波形 PC1 及び単位波形 PC2 を含む波形 DpT となる。

30

なお、波形 DpT（駆動電圧  $D$  の大きさ）は、検査波形決定処理において、波形 DpT を有する駆動信号  $V_{in}$  が吐出部 35 に供給されても、吐出部 35 からはインクが吐出されないような波形に定められる。

【0080】

図 19 は、ヘッドドライバー 50 のうち切替部 53 の構成、並びに、切替部 53 と吐出異常検出部 52、ヘッド部 30、及び、駆動信号生成部 51 との電気的な接続関係を示すブロック図である。

40

図 19 に示すように、切替部 53 は、 $M$  個の吐出部 35 に 1 対 1 に対応する 1 段～ $M$  段の  $M$  個の切替回路  $U$  ( $U[1]$ 、 $U[2]$ 、...、 $U[M]$ ) を備える。また、吐出異常検出部 52 は、 $M$  個の吐出部 35 に 1 対 1 に対応する 1 段～ $M$  段の  $M$  個の吐出異常検出回路  $DT$  ( $DT[q]$ 、 $DT[q]$ 、...  $DT[q]$ ) を備える。

$m$  段の切替回路  $U[m]$  は、 $m$  段の吐出部 35 の圧電素子 200 を、駆動信号生成部 51 が備える  $m$  段の出力端 OTN、または、吐出異常検出部 52 が備える  $m$  段の吐出異常検出回路  $DT[m]$  のいずれか一方に、電気的に接続する。

以下では、各切替回路  $U$  において、吐出部 35 と駆動信号生成部 51 の出力端 OTN とが電気的に接続させている状態を第 1 の接続状態と称する。また、吐出部 35 と吐出異常検出部 52 の吐出異常検出回路  $DT$  とが電気的に接続させている状態を第 2 の接続状態と称

50

する。

#### 【 0 0 8 1 】

制御部 6 は、各切替回路 U の接続状態を制御するための切替制御信号  $S_w$  を、各切替回路 U に対して出力する。

具体的には、制御部 6 は、m 段の吐出部 3 5 が単位動作期間  $T_u$  において印刷処理に使用される場合、当該 m 段の吐出部 3 5 に対応する切替回路  $U[m]$  が当該単位動作期間  $T_u$  の全期間に亘って第 1 の接続状態を維持するような切替制御信号  $S_w[m]$  を、切替回路  $U[m]$  に供給する。

他方、制御部 6 は、m 段の吐出部 3 5 が単位動作期間  $T_u$  において吐出異常検出処理の対象となる場合、または、検査波形決定処理の対象となる場合、当該 m 段の吐出部 3 5 に対応する切替回路  $U[m]$  が、当該単位動作期間  $T_u$  のうち切替期間  $T_d$  以外の期間において第 1 の接続状態となり、当該単位動作期間  $T_u$  のうち切替期間  $T_d$  において第 2 の接続状態となるような切替制御信号  $S_w[m]$  を、切替回路  $U[m]$  に供給する。このため、単位動作期間  $T_u$  のうち切替期間  $T_d$  以外の期間において、吐出異常検出処理（または検査波形決定処理）の対象となる吐出部 3 5 に対して駆動信号生成部 5 1 から駆動信号  $V_{in}$  が供給されるとともに、単位動作期間  $T_u$  のうち切替期間  $T_d$  において、吐出異常検出回路  $D_T$  に対して、吐出部 3 5 から残留振動信号  $V_{out}$  が供給されることになる。

#### 【 0 0 8 2 】

なお、切替期間  $T_d$  とは、図 1 7 に示すように、制御部 6 が生成する切替期間指定信号  $R_T$  が電位  $V_L$  に設定される期間である。具体的には、切替期間  $T_d$  は、単位動作期間  $T_u$  の中で、駆動波形信号  $Com-C$ （つまり、波形  $D_pT$ ）が、電位  $V_{c12}$  を維持している期間の一部または全部となるように定められる期間である。

吐出異常検出回路  $D_T$  は、切替期間  $T_d$  において検査用の駆動信号  $V_{in}$  が供給された吐出部 3 5 の圧電素子 2 0 0 の起電力の変化を残留振動信号  $V_{out}$  として検出する。

#### 【 0 0 8 3 】

図 2 0 は、吐出異常検出部 5 2 が備える吐出異常検出回路  $D_T$  の構成を示すブロック図である。

図 2 0 に示すように、吐出異常検出回路  $D_T$  は、残留振動信号  $V_{out}$  が供給される比較信号生成部 7 0、及び比較部 7 0 の比較結果に基づいてノズルの状態を判定する判定部 8 0 を備える。なお、残留振動信号  $V_{out}$  を比較信号生成部 7 0 に直接供給するのではなく、波形整形等の処理を施して比較信号生成部 7 0 に供給してもよい。この場合、波形整形処理は、例えば、残留振動信号  $V_{out}$  の周波数帯域よりも低域の周波数成分を減衰させた信号を出力するためのハイパスフィルターや、残留振動信号  $V_{out}$  の周波数帯域よりも高域の周波数成分を減衰させた信号を出力するためのローパスフィルター等によって、残留振動信号  $V_{out}$  の周波数範囲を限定しノイズ成分を除去することが好ましい。このようにノイズ成分が除去された信号も残留振動信号  $V_{out}$  に他ならない。

#### 【 0 0 8 4 】

比較信号生成部 7 0 は、コンパレータ 7 1 1 ~ 7 1 4 を備える。コンパレータ 7 1 1 は、残留振動信号  $V_{out}$  を第 1 閾値電位  $V_{th1}$  と比較して、残留振動信号  $V_{out}$  のレベルが第 1 閾値電位  $V_{th1}$  未満となる場合にハイレベルとなり、残留振動信号  $V_{out}$  のレベルが第 1 閾値電位  $V_{th1}$  以上となる場合にローレベルとなる第 1 比較信号  $CP1$  を出力する。

コンパレータ 7 1 2 は、残留振動信号  $V_{out}$  を第 2 閾値電位  $V_{th2}$  と比較して、残留振動信号  $V_{out}$  の振幅が大きくなり、そのレベルが第 2 閾値電位  $V_{th2}$  未満となる場合にハイレベルとなり、残留振動信号  $V_{out}$  のレベルが第 2 閾値電位  $V_{th2}$  以上となる場合にローレベルとなる第 2 比較信号  $CP2$  を出力する。

コンパレータ 7 1 3 は、残留振動信号  $V_{out}$  を第 3 閾値電位  $V_{th3}$  と比較して、残留振動信号  $V_{out}$  の振幅が大きくなり、そのレベルが第 3 閾値電位  $V_{th3}$  未満となる場合にハイレベルとなり、残留振動信号  $V_{out}$  のレベルが第 3 閾値電位  $V_{th3}$  以上となる場合にローレベルとなる第 3 比較信号  $CP3$  を出力する。

コンパレータ 7 1 4 は、残留振動信号  $V_{out}$  を第 4 閾値電位  $V_{th4}$  と比較して、残留振動

10

20

30

40

50

信号  $V_{out}$  の振幅が大きくなり、そのレベルが第 4 閾値電位  $V_{th4}$  未満となる場合にハイレベルとなり、残留振動信号  $V_{out}$  のレベルが第 4 閾値電位  $V_{th4}$  以上となる場合にローレベルとなる第 4 比較信号  $CP4$  を出力する。

【 0 0 8 5 】

図 2 1 に、残留振動信号  $V_{out}$ 、第 1 乃至第 4 閾値  $V_{th1} \sim V_{th4}$  及び第 1 乃至第 4 比較信号  $CP1 \sim CP4$  のタイミングチャートを示す。この図に示すように、第 1 閾値電位  $V_{th1}$  は、残留振動信号  $V_{out}$  の振幅中心レベルと略一致している。ここで、残留振動信号  $V_{out}$  の振幅中心レベルとは、実質的に残留振動が減衰し収束し、振動の発生源である圧電素子 2 0 0 に対して外的に力が印加されていない状態における残留振動信号  $V_{out}$  のレベルである。

10

コンパレータ 7 1 1 はヒステリシス特性を有する。すなわち、厳密には、残留振動信号  $V_{out}$  のレベルが、 $V_{th1-}$   $V$  を超えて負方向に遷移すると第 1 比較信号  $CP1$  はハイレベルとなり、残留振動信号  $V_{out}$  のレベルが、 $V_{th1+}$   $V$  を超えて正方向に遷移すると第 1 比較信号  $CP1$  はローレベルとなる。したがって、残留振動信号  $V_{out}$  の振幅が  $V_{th1-}$   $V$  から  $V_{th1+}$   $V$  の範囲にある場合には、第 1 比較信号  $CP1$  はローレベルとなっている。

【 0 0 8 6 】

残留振動は、ノズル N の吐出状態によって変化する。例えば、ノズル N の先端でインクが増粘したり、あるいはノズル N が異物で塞がれると、圧電素子 2 0 0 に駆動波形信号を印加しても、残留振動が殆ど発生しなくなる。このような場合には、残留振動信号  $V_{out}$  の振幅が極めて小さくなり、振幅中心レベルの近傍で振れる程度となってしまう、残留振動信号  $V_{out}$  を第 1 閾値電位  $V_{th1}$  で 2 値化しても、第 1 比較信号  $CP1$  がチャタリングするだけであって、有用な情報を得ることができない。 $V$  は、残留振動信号  $V_{out}$  のノイズレベルを考慮して定められ、残留振動信号  $V_{out}$  に含まれる残留振動成分とノイズ成分とを判別できるように設定される。後述するように第 1 比較信号  $CP1$  に基づいて、残留振動の位相に応じた位相指標データ  $NtF$  と残留振動の周期に応じた周期指標データ  $NtC$  を生成するが、残留振動の振幅が小さくノイズに埋もれる場合には、残留振動信号  $V_{out}$  に基づいて位相指標データ  $NtF$  又は周期指標データ  $NtC$  を生成すること不能となる。なお、コンパレータ 7 1 2 ~ 7 1 4 についてもヒステリシス特性を持たせてもよい。

20

【 0 0 8 7 】

また、第 1 乃至第 4 閾値電位  $V_{th1} \sim V_{th4}$  は、以下の関係がある。

30

$$V_{th1} < V_{th2} < V_{th3} < V_{th4}$$

即ち、残留振動信号  $V_{out}$  の振幅が次第に大きくなると、最初に第 2 閾値電位  $V_{th2}$  を超え、次に、第 3 閾値電位  $V_{th3}$  を超え、その次に、第 4 閾値電位  $V_{th4}$  を超える。従って、第 2 比較信号  $CP2$  ~ 第 4 比較信号  $CP4$  に基づいて、残留振動信号  $V_{out}$  の振幅に応じた振幅指標データ  $NtDadd$  を得ることができる。

【 0 0 8 8 】

図 2 0 に示す判定部 8 0 は、第 1 比較信号  $CP1$  に基づいて残留振動信号  $V_{out}$  の位相に応じた位相指標データ  $NtF$  を生成する位相指標データ生成部 8 1 A と、第 1 比較信号  $CP1$  に基づいて残留振動信号  $V_{out}$  の周期に応じた周期指標データ  $NtC$  を生成する周期指標データ生成部 8 1 B と、残留振動信号  $V_{out}$  の振幅に応じた振幅指標データ  $NtDadd$  を生成する振幅指標データ生成部 8 2 とを備える。

40

【 0 0 8 9 】

位相指標データ生成部 8 1 A は、マスク回路 8 1 1、エッジ検出回路 8 1 2、及びタイマー 8 1 3 を備える。周期指標データ生成部 8 1 B は、マスク回路 8 1 1、エッジ検出回路 8 1 2、及びタイマー 8 1 4 を備える。マスク回路 8 1 1 及びエッジ検出回路 8 1 2 は、位相指標データ生成部 8 1 A と周期指標データ生成部 8 1 B とで兼用されている。

マスク回路 8 1 1 は、第 1 比較信号  $CP1$  をマスク信号  $Msk1$  がハイレベルの期間、マスクして第 1 マスク比較信号  $MCP1$  を出力する。マスク信号  $Msk1$  は、図 2 1 に示すように時刻  $t_0$  から時刻  $t_a$  までの期間  $T_a$  においてハイレベルとなる。期間  $T_a$  にお

50

いては、第1比較信号C P 1が変化しても第1マスク比較信号M C P 1はローレベルとなる。

【0090】

上述した切替回路U ( U [ 1 ]、U [ 2 ]、...、U [ M ] ) においては、圧電素子200を、駆動信号生成部51に接続するか吐出異常検出部52に接続するかを切り替えるが、この切り替えに同期してノイズが発生する。マスク回路811によって、切り替えに伴うノイズを除去することができる。なお、後述するマスク回路821~823も同様に機能する。

【0091】

エッジ検出回路812は、マスク信号M s k 1と第1マスク比較信号M C P 1とに基づいて、時刻t aが経過した後に発生する第1マスク比較信号M C P 1のエッジを検出して検出パルスD pをタイマー813とタイマー814とに出力する。

タイマー813は、残留振動の開始から所定時間だけハイレベルとなる信号T sigの立ち上がりから検出パルスD pがアクティブとなるまでの時間を計測し、計測時間を示す位相指標データN t Fを生成する。図21に示す例では、時刻t 0から時刻t 1までの時間が位相指標データN t Fとして生成される。この時間は、圧電素子200に検査用の駆動信号の印加が終了してから、残留振動信号V outがその振幅中心レベルである第1閾値電位V th1をよぎるまでの時間であり、残留振動の位相を示している。

上述したようにコンパレータ711はヒステリシス特性を有し、残留振動の振幅が小さくノイズに埋もれる場合には、第1比較信号C P 1はローレベルを維持し変化しない。この場合は、検出パルスD pが生成されないため、残留振動信号V outに基づいて、位相指標データN t Fを生成することが不能となる。この場合、タイマー813は位相指標データN t Fを生成することが不能であることを示す位相無効フラグf r g 1を生成する。

【0092】

次に、タイマー814は、検出パルスD pがアクティブとなってから第1マスク比較信号M C P 1の次のエッジが発生するまでの時間を計測し、計測時間を示す周期指標データN t Cを生成する。図21に示す例では、時刻t 1から時刻t 2までの時間が周期指標データN t Cとして生成される。この時間は、残留振動信号V outの1周期の時間を示している。

なお、検出パルスD pが非アクティブを維持したり、第1比較信号C P 1がローレベルを維持し変化しない場合、残留振動信号V outに基づいて、周期指標データN t Cを生成することが不能となる。この場合、タイマー814は周期指標データN t Cを生成することが不能であることを示す周期無効フラグf r g 2を生成する。

【0093】

次に、振幅指標生成部82は、マスク回路821~823とタイマー824~826と、加算回路827とを備える。マスク回路821は、第2比較信号C P 2をマスク信号M s k 2がハイレベルの期間、マスクして第2マスク比較信号M C P 2を出力する。マスク信号M s k 2は、図21に示すように時刻t 0から時刻t bまでの期間T bにおいてハイレベルとなる。期間T bにおいては、第2比較信号C P 2が変化しても第2マスク比較信号M C P 2はローレベルとなる。同様にマスク回路822は、第3比較信号C P 3をマスク信号M s k 2がハイレベルの期間、マスクして第3マスク比較信号M C P 3を出力し、マスク回路823は、第4比較信号C P 4をマスク信号M s k 2がハイレベルの期間、マスクして第4マスク比較信号M C P 4を出力する。

【0094】

タイマー824は第2マスク比較信号M C P 2が最初にハイレベルとなる期間を計測し、計測時間を示す計測値N t D 2 ( 第1時間 ) を出力し、タイマー825は第3マスク比較信号M C P 3が最初にハイレベルとなる期間を計測し、計測時間を示す計測値N t D 3 ( 第2時間 ) を出力し、タイマー826は第3マスク比較信号M C P 3が最初にハイレベルとなる期間を計測し、計測時間を示す計測値N t D 4を出力する。

【0095】

10

20

30

40

50

加算回路 827 は、計測値  $NtD2 \sim NtD4$  を加算して振幅指標データ  $NtDadd$  を生成する。例えば、残留振動信号  $Vout$  の波形が図 22 に示す波形  $V1$  である場合、 $NtD2 = Nt21$ 、 $NtD3 = Nt31$ 、 $NtD4 = 0$  となり、 $NtDadd = Nt21 + Nt31$  となる。また、残留振動信号  $Vout$  の波形が波形  $V2$  である場合、 $NtD2 = Nt22$ 、 $NtD3 = Nt32$ 、 $NtD4 = Nt42$  となり、 $NtDadd = Nt22 + Nt32 + Nt42$  となる。すなわち、振幅指標データ  $NtDadd$  が大きい程、残留振動信号  $Vout$  の振幅は大きくなる。

また、残留振動信号  $Vout$  の振幅は、計測値  $NtD2$  に反映されているが、残留振動信号  $Vout$  を複数の閾値 ( $Vth2 \sim Vth4$ ) と比較し、それらの合計を算出することによって、より正確に残留振動信号  $Vout$  の振幅を特定することが可能となる。

10

## 【0096】

次に、マスク信号  $Msk1$  及び  $Msk2$  と、第 1 乃至第 4 比較信号  $CP1 \sim CP4$  との関係、図 23 乃至図 25 を参照して説明する。図 23 示すようにマスク信号  $Msk1$  の立下りエッジが発生してマスクが解除された後に、第 1 比較信号  $CP1$  の立下りエッジ  $DE1$  が発生した場合は、立下りエッジ  $DE1$  は有効になる。また、マスク信号  $Msk2$  の立下りエッジが発生してマスクが解除された後に、第 2 乃至第 4 比較信号  $CP2 \sim CP4$  がアクティブになった場合には、計測値  $NtD2 \sim NtD4$  は有効になる。

これに対して、図 24 に示す例では、マスク信号  $Msk1$  によってマスクが解除される前に第 1 比較信号  $CP1$  の立下りエッジ  $DE1$  が発生しているため、位相指標データ  $NtF$  は生成されない。一方、計測値  $NtD2 \sim NtD4$  については有効になる。

20

また、図 25 に示す例では、マスク信号  $Msk2$  によってマスクが解除される前に第 2 比較信号  $CP2$  及び第 3 比較信号  $CP3$  の立ち上がりエッジが発生するので、これらの信号に対応する計測値  $NtD2$  及び  $NtD3$  はゼロとなる一方、マスクが解除された後に第 4 比較信号  $CP4$  の立ち上がりエッジが発生するので、計測値  $NtD4$  が有効となる。

## 【0097】

次に、図 20 に示す判定データ生成部 83 は、位相指標データ  $NtF$ 、位相無効フラグ  $frg1$ 、周期指標データ  $NtC$ 、周期無効フラグ  $frg2$  及び振幅指標データ  $NtDadd$  に基づいて、ノズル  $N$  におけるインクの吐出状態を判定する。位相指標データ  $NtF$  は、インクの吐出状態が正常である場合、 $Fmin \leq NtF \leq Fmax$  となる。判定データ生成部 83 は、位相指標データ  $NtF$  を下限値  $Fmin$  及び上限値  $Fmax$  と比較する。判定データ生成部 83 は、この比較結果と位相無効フラグ  $frg1$  とを組み合わせ、2 ビットの位相評価データ  $DF$  を生成する。図 26 に位相評価データの真理値表を示す。この図に示すように、位相無効フラグ  $frg1$  が有効となり、残留振動信号  $Vout$  に基づいて位相指標データ  $NtF$  の生成が不能な場合、位相評価データ  $DF$  は「00」となり、位相指標データ  $NtF$  が下限値  $Fmin$  未満の場合、位相評価データ  $DF$  は「01」となり、位相指標データ  $NtF$  が上限値  $Fmax$  を超える場合、位相評価データ  $DF$  は「10」となり、位相指標データ  $NtF$  が正常範囲内である場合、位相評価データ  $DF$  は「11」となる。

30

## 【0098】

周期指標データ  $NtC$  は、インクの吐出状態が正常である場合、 $Cmin \leq NtC \leq Cmax$  となる。判定データ生成部 83 は、周期指標データ  $NtC$  を下限値  $Cmin$  及び上限値  $Cmax$  と比較する。判定データ生成部 83 は、この比較結果と周期無効フラグ  $frg2$  とを組み合わせ、2 ビットの周期評価データ  $DC$  を生成する。図 27 に周期評価データの真理値表を示す。この図に示すように、周期無効フラグ  $frg2$  が有効となり、残留振動信号  $Vout$  に基づいて周期指標データ  $NtC$  の生成が不能な場合、周期評価データ  $DC$  は「00」となり、周期指標データ  $NtC$  が下限値  $Cmin$  未満の場合、周期評価データ  $DC$  は「01」となり、周期指標データ  $NtC$  が上限値  $Cmax$  を超える場合、周期評価データ  $DC$  は「10」となり、周期指標データ  $NtC$  が正常範囲内である場合、周期評価データ  $DC$  は「11」となる。

40

## 【0099】

また、判定データ生成部 83 は、振幅指標データ  $NtDadd$  を閾値  $Tref$  と比較し、振幅

50

評価データDLを生成する。N t Dadd = Trefである場合、残留振動信号Voutの振幅は正常範囲にあり、DL = 1となる。一方、N t Dadd < Trefである場合、残留振動信号Voutの振幅は異常であり、DL = 0となる。

#### 【0100】

更に、判定データ生成部83は、位相評価データDF、周期評価データDC、及び振幅評価データDLに基づいて、判定データRsを生成する。判定データRsは2ビットのデータであって、判定データRsが「00」の場合にエラーまたはしみ出しを示し、判定データRsが「01」の場合に気泡を示し、判定データRsが「10」の場合にインクが増粘していることを示し、判定データRsが「11」の場合に正常を示す。より具体的には、ノズルNの先端でインクが増粘した場合や、ノズルNが異物によって塞がれる等して、残留振動が殆ど発生しないか、発生してもその振幅が小さい状態が該当する。

10

#### 【0101】

図28に判定データの真理値表を示す。まず、NO1~NO4の態様では、残留振動信号Voutの振幅が正常であり(DL = 1)、その一方、位相評価データDFは残留振動信号Voutに基づいて位相指標データN t Fを生成不能であることを示している。これは、矛盾しており、回路が故障していることが考えられる。このため、判定データRsはエラーを示す「00」となる。

また、NO18~NO20の態様では、位相評価データDFが残留振動信号Voutに基づいて位相指標データN t Fの生成不能を示しているにも拘わらず、周期指標データN t Cが生成されている。周期指標データN t Cは、位相指標データN t Fが有効であることを前提とするので、矛盾があり、回路が故障していることが考えられる。このため、判定データRsはエラーを示す「00」となる。

20

#### 【0102】

次に、NO5~NO8の態様では、振幅指標データN t Daddが正常範囲を示しており(DL = 1)、位相指標データN t Fが正常範囲の下限値Fmin未満の場合に(DF = [01])、判定データ生成部83は、キャピティ245に気泡が混入していると判定する(Rs = [01])。キャピティ245に気泡が混入すると、イナータンスが減少するため、残留振動信号Voutの位相が進むからである。この際、周期指標データN t Cは考慮しない。これは、位相指標データN t Fは、図21に示すように周期指標データN t Cよりも先に得られ、また、残留振動信号Voutの1周期よりも長い期間に基づいて生成されるので、イナータンスの変化の影響を周期指標データN t Cより受け易く、感度が高いからである。

30

#### 【0103】

また、NO21~NO24の態様では、振幅指標データN t Daddが正常範囲の下限値Tref未満を示しており(DL = 0)、位相指標データN t Fが正常範囲の下限値Fmin未満の場合に(DF = [01])、判定データ生成部83は、キャピティ245に気泡が混入していると判定する(Rs = [01])。これは、残留振動信号Voutの振幅が小さいが、残留振動信号Voutはノイズに埋もれることなく変動しており、その位相が進んでいる場合である。この場合も、イナータンスが減少していると考えられるので、NO4~NO8の態様と同様の理由によって、判定データ生成部83は、キャピティ245に気泡が混入していると判定する(Rs = [01])。

40

#### 【0104】

次に、NO9の態様では、振幅指標データN t Daddが正常範囲にあり(DL = 1)、位相指標データN t Fが正常範囲の上限値Fmaxを超え(DF = [10])、且つ周期無効フラグfrg2が有効であり、残留振動信号Voutに基づいて周期指標データN t Cを生成不能であることを示している。この場合、位相指標データN t Fが正常範囲の上限値Fmaxを超えるので、イナータンスが増加しており、且つ、残留振動信号Voutに基づいて周期指標データN t Cを生成不能であることから、判定データ生成部83は、インクが増粘していると判定する(Rs = [00])。

#### 【0105】

50

次に、NO10の態様では、振幅指標データN t Daddが正常範囲にあり(D L = 1)、位相指標データN t Fが正常範囲の上限値F maxを超え(D F = [1 0])、且つ周期指標データN t Cが正常範囲の下限値C min未満である(D C = [0 1])。この場合は、位相指標データN t Fは、位相の遅れからイナータンスの増加を示唆する一方、周期指標データN t Cは周期が短くなることからイナータンスの減少を示唆している。位相指標データN t Fは、直前の駆動信号の影響を受ける場合もあり得るので、過去の駆動波形信号の影響を受けにくい周期指標データN t Cを優先させ、判定データ生成部83は、キャピティ245に気泡が混入したと判定する(R s = [0 1])。

#### 【0106】

次に、NO11の態様では、振幅指標データN t Daddが正常範囲にあり(D L = 1)、位相指標データN t Fが正常範囲の上限値F maxを超え(D F = [1 0])、且つ周期指標データN t Cが正常範囲の上限値C maxを超える(D C = [1 0])。この場合は、位相指標データN t Fと周期指標データN t Cとは、イナータンスの増加を示唆するので、判定データ生成部83は、ノズルNからインクがしみ出していると判定する(R s = [1 0])。

また、NO12の態様では、振幅指標データN t Daddが正常範囲にあり(D L = 1)、位相指標データN t Fが正常範囲の上限値F maxを超え(D F = [1 0])、且つ周期指標データN t Cが正常範囲にある(D C = [1 1])。この場合は、位相指標データN t Fに着目して、判定データ生成部83は、ノズルNからインクがしみ出していると判定する(R s = [1 0])。

#### 【0107】

次に、NO13及びNO15の態様は、振幅指標データN t Dadd及び位相指標データN t Fが正常範囲にある場合である(D L = 1、D F = [1 1])。そして、周期無効フラグf r g 2が有効であるか(D C = [0 0])、あるいは、周期指標データN t Cが正常範囲の上限値C maxを超える(D C = [1 0])場合は、残留振動信号V outに基づいて周期指標データN t Cが生成不能であるか、イナータンスの増加が示唆される。このため、判定データ生成部83は、インクが増粘していると判定する(R s = [0 0])。

#### 【0108】

次に、NO14の態様は、振幅指標データN t Dadd及び位相指標データN t Fが正常範囲にある場合である(D L = 1、D F = [1 1])。そして、周期指標データN t Cが正常範囲の下限値C min未満である(D C = [0 1])。この場合は、周期指標データN t Cは周期が短くなることからイナータンスの減少を示唆しているため、判定データ生成部83は、キャピティ245に気泡が混入したと判定する(R s = [0 1])。

#### 【0109】

次に、NO16の態様は、振幅指標データN t Dadd、位相指標データN t F及び周期指標データN t Cが正常範囲にある(D L = 1、D F = [1 1]、D C = [1 1])。この場合、判定データ生成部83は、ノズルNのインクの吐出状態は正常であると判定する(R s = [1 1])。

次に、NO17の態様は、振幅指標データN t Daddが正常範囲の下限値T ref未満であり、位相無効フラグf r g 1及び周期無効フラグf r g 2がゼロであり、残留振動信号V outに基づいて位相指標データN t F及び周期指標データN t Cを生成不能な場合である。この場合、判定データ生成部83は、インクが増粘していると判定する(R s = [0 0])。

#### 【0110】

次に、NO25～NO28の態様は、振幅指標データN t Daddが正常範囲の下限値T ref未満であり、且つ位相指標データN t Fが正常範囲の上限値F maxを超えている。残留振動の存在が認められるが、振幅が比較的小さく、残留振動信号V outの位相が遅れている。この場合、イナータンスが大幅に増加しており、判定データ生成部83は、ノズルNの先端のインクが増粘したり、あるいはノズルNが異物で塞がれた状態であり、インクが増粘していると判定する(R s = [0 0])。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 1 】

次に、NO29～NO31の態様は、振幅指標データNtDaddが正常範囲の下限値Tref未満であり、且つ位相指標データNtFが正常範囲にある。そして、周期指標データNtCが正常範囲の下限値Cmin未満、上限値Cmaxを超える、あるいは周期無効フラグflag2が有効である場合である。これらの場合は、判定データ生成部83は、キャピティ245に気泡が混入していると判定する(Rs=[01])。

## 【 0 1 1 2 】

次に、NO32の態様は、振幅指標データNtDaddが正常範囲の下限値Tref未満であり、且つ位相指標データNtF及び周期指標データNtCが正常範囲にある。この場合、残留振動の存在が認められるがその振幅が小さい。判定データ生成部83は、インクが増粘していると判定する(Rs=[00])。

## 【 0 1 1 3 】

このようにして生成された判定データRs及び周期指標データNtCは、吐出異常検出部52から図1に示す制御部6に送信される。制御部6は、判定データRsに応じた回復処理を選択して、吐出異常のノズルNから正常にインクが吐出できるように回復機構84を制御する。この回復処理としては、増粘したインクをノズルNから吐出させるフラッシング、ノズルプレートの表面をふき取るワイピング、ノズルNからインクを吸い取る吸引などの処理がある。制御部6は、吐出異常の状態に応じて適切な回復処理を選択することができる。

## 【 0 1 1 4 】

上述した実施形態によれば、複数の閾値電位と残留振動信号Voutとを比較することによって、残留振動の位相や周期といった時間軸方向の情報を生成するとともに、残留振動の振幅方向の情報を生成することができる。この結果、簡易な構成で振幅指標データNtDaddを生成することが可能となる。

また、振幅指標データNtDaddは、残留振動信号Voutを第2閾値電位Vth2と比較して2値化して得た第2比較信号CP2のハイレベル期間、残留振動信号Voutを第3閾値電位Vth3と比較して2値化して得た第3比較信号CP3のハイレベル期間、及び残留振動信号Voutを第4閾値電位Vth4と比較して2値化して得た第4比較信号CP4のハイレベル期間の合計で与えられる。このように残留振動信号Voutを複数の閾値電位と比較し、比較結果の時間の合計を算出することによって、より正確な振幅方向の情報を得ることができる。

## 【 0 1 1 5 】

<変形例>

以上の各形態は多様に変形され得る。具体的な変形の態様を以下に例示する。以下の例示から任意に選択された2以上の態様は、相互に矛盾しない範囲内で適宜に併合され得る。

## 【 0 1 1 6 】

<変形例1>

上述した実施形態では、ノズルNごとに、インクのしみ出しを判定した(図28に示すNO11及びNO12)。しかしながら、インクのしみ出しは複数のノズルNで発生するのが通常である。そこで、所定数のノズル単位でインクのしみ出しを判定してもよい。

図29は、正常にインクを吐出するノズルの位相指標データNtFの度数分布Xと、インクがしみ出したノズルの位相指標データNtFの度数分布Yを示す説明図である。この図に示すように正常にインクを吐出するノズルの度数分布Xと、インクがしみ出したノズルの度数分布Yとは一部で重なる。ここで、位相指標データNtFの正常範囲の上限値Fmax(閾値)を超える部分Qでは、正常にインクを吐出するにも拘わらず、インクがしみ出していると判定されてしまう。そこで、所定数のノズル単位でしみ出しと判定されるノズル数がK個(基準値)以上になった場合に、所定数のノズルをしみ出しと判定し、K個未満の場合は所定数のノズルをインクのしみ出しが無いと判定してもよい。この場合には、インクのしみ出しを過検出する可能性を低減し、適切な判定を行うことができる。

## 【 0 1 1 7 】

## &lt; 変形例 2 &gt;

上述した実施形態では、第 1 乃至第 4 比較信号 C P 1 ~ C P 4 に基づいて、ノズル N におけるインク（液体）の吐出状態を判定したが、本発明はこれに限定されるものではなく、少なくとも第 1 比較信号 C P 1 及び第 2 比較信号 C P 2 に基づいて、ノズル N におけるインクの吐出状態を判定してもよい。

## 【 0 1 1 8 】

## &lt; 変形例 3 &gt;

上述した実施形態では、第 1 比較信号 C P 1 に基づいて、位相指標データ N t F と周期指標データ N t C を生成したが、本発明はこれに限定されるものではなく、位相指標データ N t F のみを生成してもよい。この場合、判定データ生成部 8 3 は、振幅指標データ N t D add と位相指標データ N t F とに基づいてノズル N におけるインクの吐出状態を判定してもよい。具体的には、図 2 8 の N O 5 ~ N O 8 に示すように振幅指標データ N t D add が正常範囲にあり、位相指標データ N t F が正常範囲の下限値 F min 未満である場合には、キャピティ 2 4 5 に気泡が混入していると判定してもよい。

## 【 0 1 1 9 】

## &lt; 変形例 4 &gt;

上述した実施形態及び変形例では、駆動波形信号 Com は、Com- A、Com- B、及び、Com- C の 3 つの信号を含むが、本発明はこのような態様に限定されるものではなく、駆動波形信号 Com は、1 つの信号（例えば、Com- A のみ）からなるものでもよいし、2 以上の任意の個数の信号（例えば、Com- A 及び Com- B）からなるものでもよい。

また、上述した実施形態及び変形例において、制御部 6 は、駆動波形信号 Com として、印刷用の駆動信号 V in を生成するための駆動波形信号 Com- A 及び Com- B（以下、「印刷用駆動波形信号」と称する）と、検査用の駆動信号 V in を生成するための駆動波形信号 Com- C（以下、「検査用駆動波形信号」と称する）を、各単位動作期間 Tu において同時に供給するが、本発明はこのような態様に限定されるものではない。例えば、制御部 6 は、ある単位動作期間 Tu において印刷処理を実行する場合においては、印刷用駆動波形信号のみを含む駆動波形信号 Com（例えば、Com- A 及び Com- B）を供給し、ある単位動作期間 Tu において吐出異常検出処理または検査波形決定処理を実行する場合においては、検査用駆動波形信号のみを含む駆動波形信号 Com（例えば、Com- A に代えて Com- C）を供給する等、各単位動作期間 Tu において実行される処理の種別に応じて、駆動波形信号 Com に含まれる各信号の波形を変更するものであってもよい。

なお、印刷信号 S I のビット数は、3 ビットに限定されるものではなく、表示すべき階調や、駆動波形信号 Com に含まれる信号の数により適宜決定すればよい。

## 【 0 1 2 0 】

## &lt; 変形例 5 &gt;

上述した実施形態及び変形例では、ヘッド部 3 0 の主走査方向と記録用紙 P が搬送される副走査方向が異なるシリアルプリンタを一例として説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、ヘッド部 3 0 の幅が記録用紙 P の幅以上の幅となるラインプリンタであってもよい。残留振動による吐出状態の判定は、インクを記録用紙 P に吐出することなく実行できるので、ラインプリンタにおいて印刷中に吐出状態の検査を行うことが可能となる。

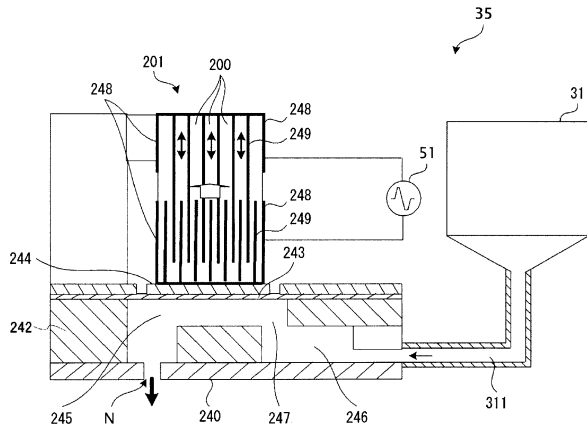
## 【 0 1 2 1 】

## &lt; 変形例 6 &gt;

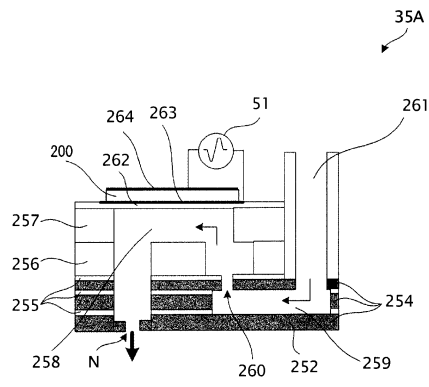
上述した実施形態及び変形例では、位相指標データ N t F、周期指標データ N t C、及び振幅指標データ N t D add に基づいて、ノズル N のインクの吐出状態を判定したが、振幅指標データ N t D add と周期指標データ N t C との比（ $N t D add / N t C$ ）に基づいて、ノズル N のインクの吐出状態を判定してもよい。各ノズル N によって周期指標データ N t C がばらつくが、この判定方法によれば、残留振動の振幅を周期で正規化することができるので、周期のばらつきを吸収して振幅を評価することが可能となる。この結果、より



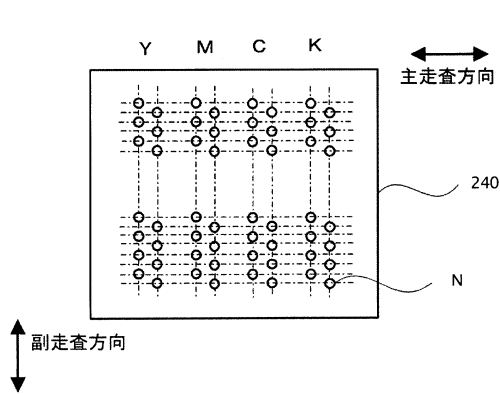
【図3】



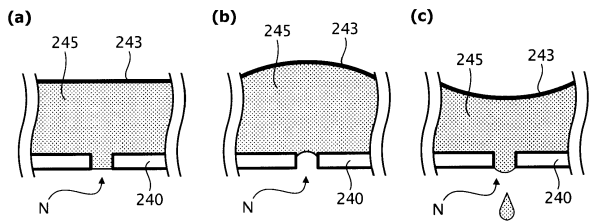
【図5】



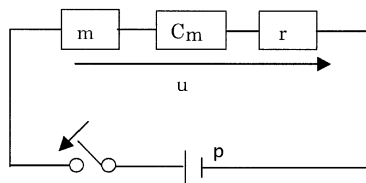
【図4】



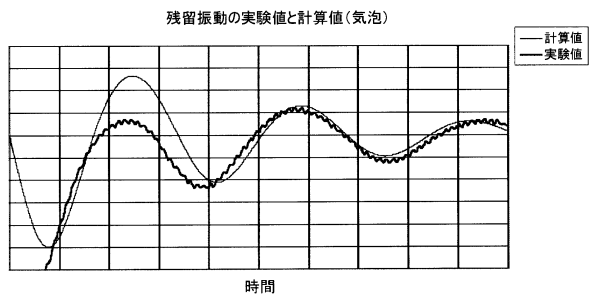
【図6】



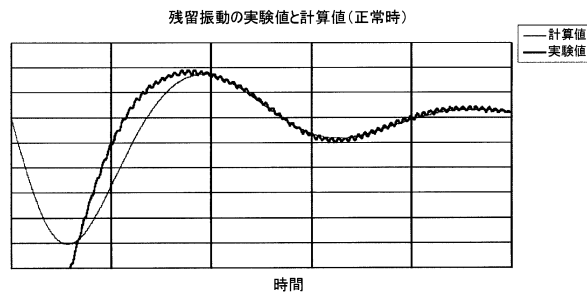
【図7】



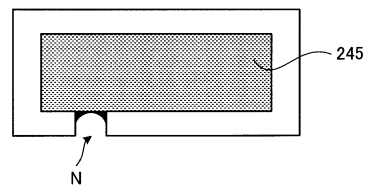
【図10】



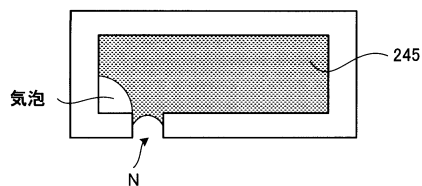
【図8】



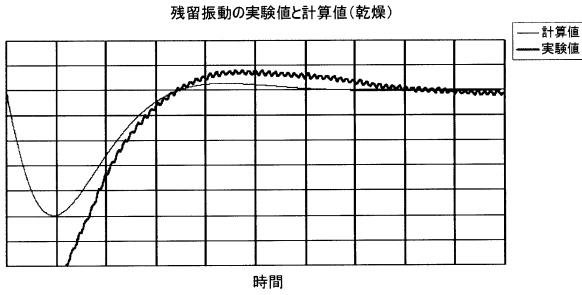
【図11】



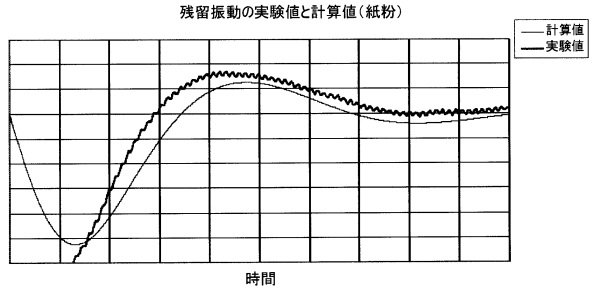
【図9】



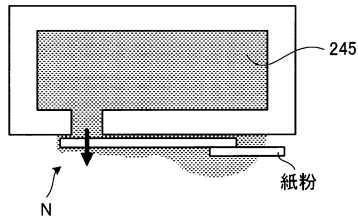
【図12】



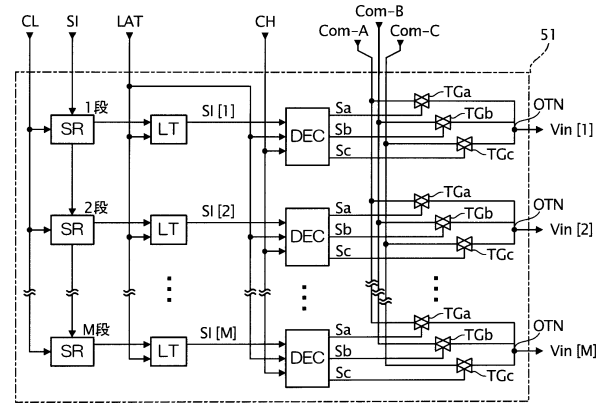
【図14】



【図13】



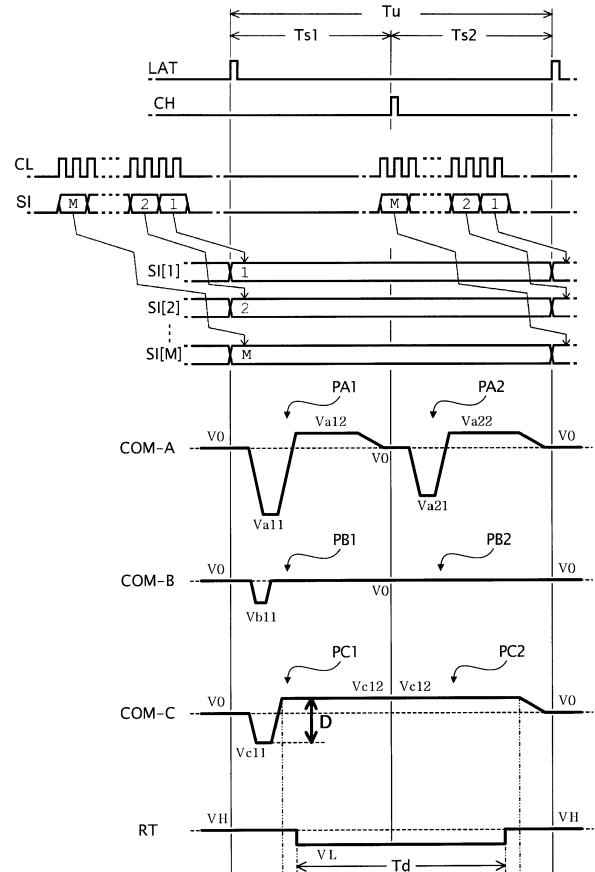
【図15】



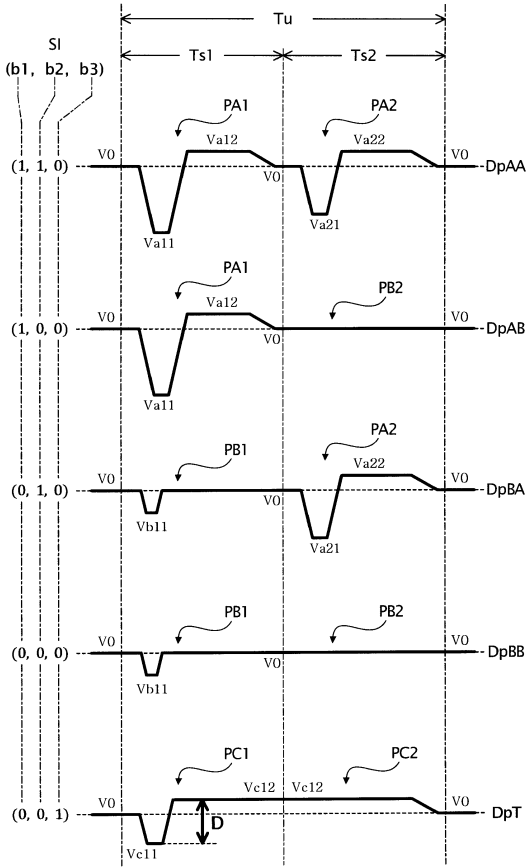
【図16】

SI (b1, b2, b3)	Ts1			Ts2		
	Sa	Sb	Sc	Sa	Sb	Sc
(1, 1, 0)	H	L	L	H	L	L
(1, 0, 0)	H	L	L	L	H	L
(0, 1, 0)	L	H	L	H	L	L
(0, 0, 0)	L	H	L	L	H	L
(0, 0, 1)	L	L	H	L	L	H

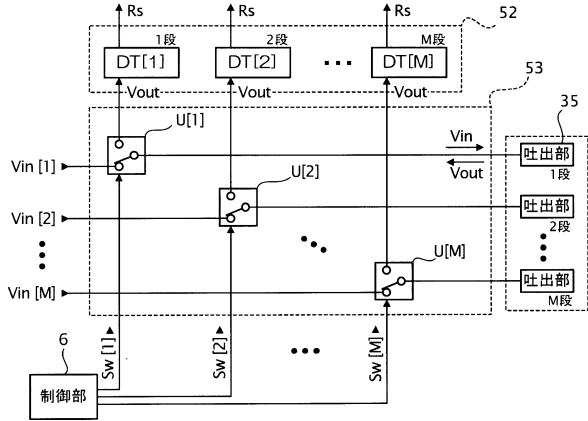
【図17】



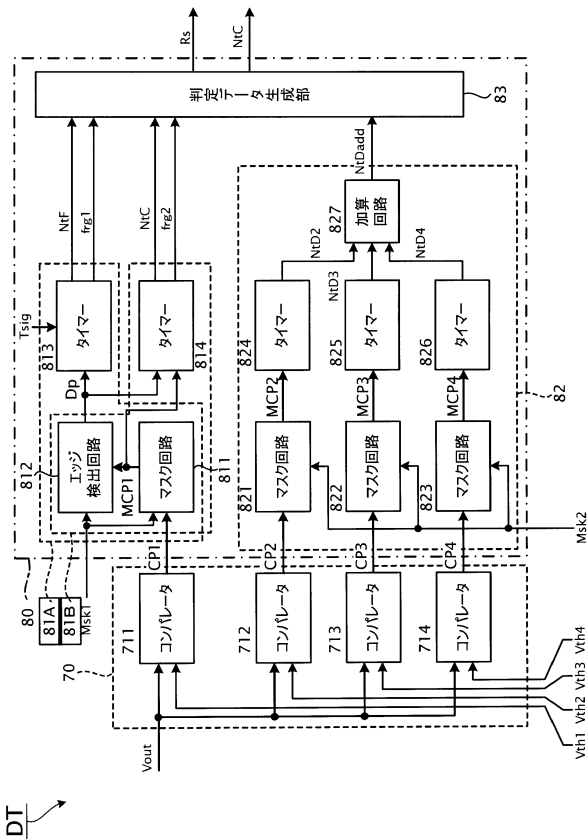
【図18】



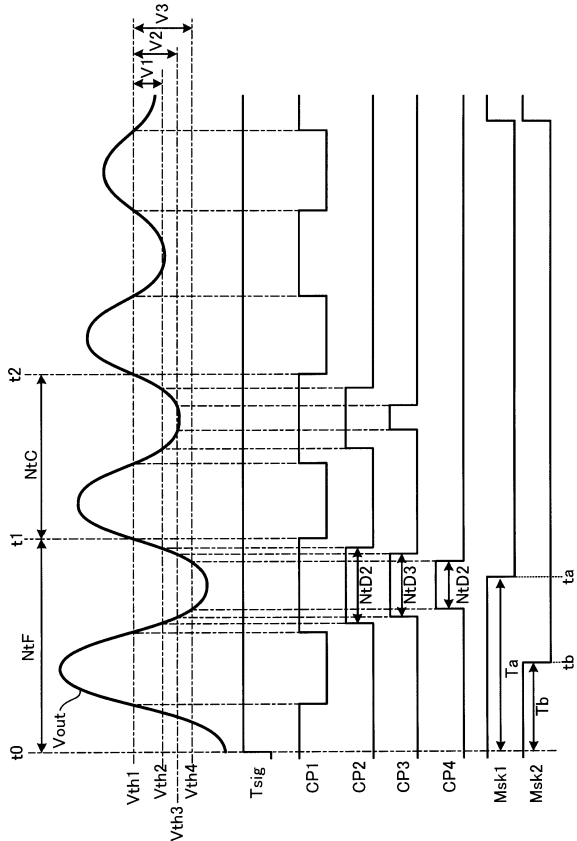
【図19】



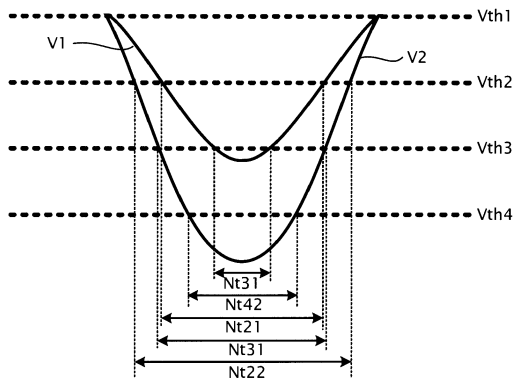
【図20】



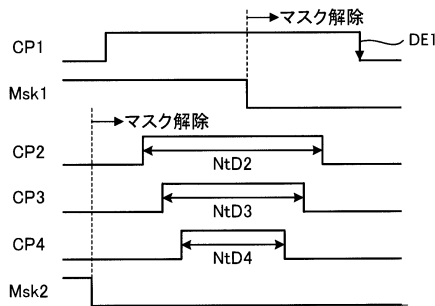
【図21】



【図 2 2】



【図 2 3】



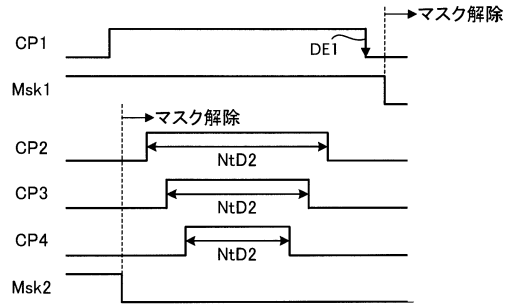
【図 2 6】

DF	内容
00	frg1=1
01	$NtF < Fmin$
10	$Fmax < NtF$
11	$Fmin \leq NtF \leq Fmax$

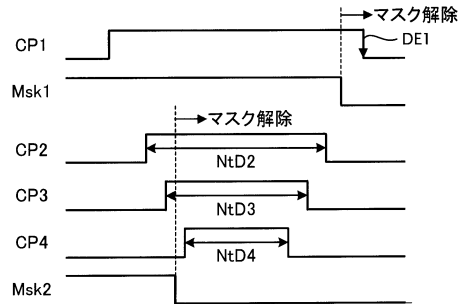
【図 2 7】

DC	内容
00	frg2=1
01	$NtC < Cmin$
10	$Cmax < NtC$
11	$Cmin \leq NtC \leq Cmax$

【図 2 4】



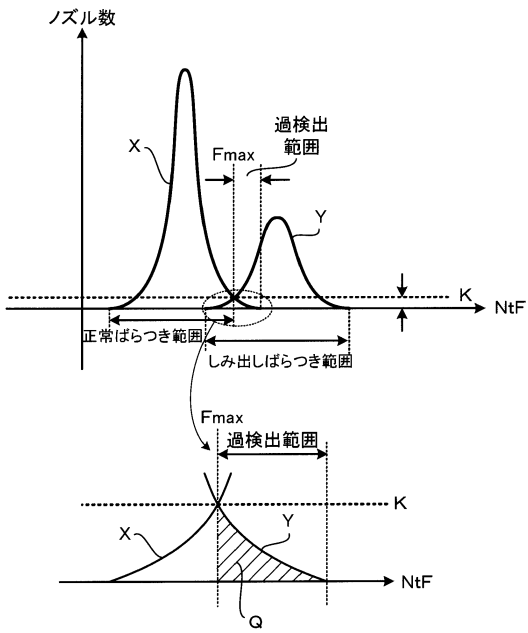
【図 2 5】



【図 2 8】

NO	パラメータ			Rs	内容
	DL (NtDadd)	DF (NtF)	DC (NtC)		
1	1	00	00	00	エラー
2	1	00	01	00	エラー
3	1	00	10	00	エラー
4	1	00	11	00	エラー
5	1	01	00	01	気泡
6	1	01	01	01	気泡
7	1	01	10	01	気泡
8	1	01	11	01	気泡
9	1	10	00	00	増粘
10	1	10	01	01	気泡
11	1	10	10	10	しみ出し
12	1	10	11	10	しみ出し
13	1	11	00	00	増粘
14	1	11	01	01	気泡
15	1	11	10	00	増粘
16	1	11	11	11	正常
17	0	00	00	00	増粘
18	0	00	01	00	エラー
19	0	00	10	00	エラー
20	0	00	11	00	エラー
21	0	01	00	01	気泡
22	0	01	01	01	気泡
23	0	01	10	01	気泡
24	0	01	11	01	気泡
25	0	10	00	00	増粘
26	0	10	01	00	増粘
27	0	10	10	00	増粘
28	0	10	11	00	増粘
29	0	11	00	01	気泡
30	0	11	01	01	気泡
31	0	11	10	01	気泡
32	0	11	11	00	増粘

【図29】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-189655(JP,A)  
米国特許出願公開第2011/0193903(US,A1)  
特開2006-123539(JP,A)  
特開2013-000958(JP,A)  
特開2011-189656(JP,A)

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