

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4979844号
(P4979844)

(45) 発行日 平成24年7月18日(2012.7.18)

(24) 登録日 平成24年4月27日(2012.4.27)

(51) Int.Cl. F I
B 4 1 J 2/02 (2006.01) B 4 1 J 3/04 1 O 3 E

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2000-330925 (P2000-330925)	(73) 特許権者	590000846
(22) 出願日	平成12年10月30日(2000.10.30)		イーストマン コダック カンパニー
(65) 公開番号	特開2001-158101 (P2001-158101A)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
(43) 公開日	平成13年6月12日(2001.6.12)		スター ステート ストリート 343
審査請求日	平成19年10月11日(2007.10.11)	(74) 代理人	100099759
(31) 優先権主張番号	09/430719		弁理士 青木 篤
(32) 優先日	平成11年10月29日(1999.10.29)	(74) 代理人	100077517
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェット印刷システムにおける改良した流体および真空の制御

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続式インクジェット印刷装置のプリントヘッドのインク圧システムおよび真空システムの動作パラメータを制御するためのシステムにおいて、

前記動作パラメータを制御するための多段サーボ・コントローラであって、該多段サーボ・コントローラの異なった段は、1組の制御パラメータによって制御される異なった利得を有しており、該多段サーボ・コントローラは、動作パラメータに対して異なった動作上の過渡応答特性を有する、前記印刷装置の少なくとも2つの状態に対応した、該多段サーボ・コントローラのための複数の組の制御パラメータを格納するように構成されている前記の多段サーボ・コントローラと、

前記多段サーボ・コントローラが使用すべき前記複数の組の制御パラメータの内の適当な1つを選択することによって、前記多数の動作状態の各々において前記動作パラメータの制御を維持する手段と、から成る制御システム。

【請求項 2】

請求項1記載のシステムにおいて、前記多段サーボ・コントローラは、比例段および積分段を有する多段サーボ・コントローラから成ること、を特徴とする制御システム。

【請求項 3】

請求項1記載のシステムにおいて、前記多段サーボ・コントローラは、比例段および微分段を有する多段サーボ・コントローラから成ること、を特徴とする制御システム。

【請求項 4】

10

20

請求項 1 記載のシステムであって、さらに、多段サーボ・コントローラの前記段の少なくとも 1 つの利得を変化させる手段、を含むことを特徴とする制御システム。

【請求項 5】

請求項 1 記載のシステムにおいて、前記複数の組の制御パラメータは、前記多段サーボ・コントローラにおいて使用するためのマルチプライヤ係数から成ること、を特徴とする制御システム。

【請求項 6】

請求項 1 記載のシステムであって、さらに、前記動作パラメータに対する目標値を変化させる手段、を含むことを特徴とする制御システム。

【請求項 7】

連続式インクジェット印刷装置のプリントヘッドのインク圧システムおよび真空システムの動作パラメータを制御するための方法において、

多段サーボ・コントローラであって該コントローラの異なった段が 1 組の制御パラメータによって制御される異なった利得を有する多段サーボ・コントローラを用いて前記動作パラメータを制御するステップと、

前記動作パラメータに対して異なった動作上の過渡応答特性を有する前記印刷装置の少なくとも 2 つの状態に対応した、前記多段サーボ・コントローラのための複数の組の制御パラメータを提供するステップと、

前記多段サーボ・コントローラが使用すべき前記複数の組の制御パラメータの内の適当な 1 つを選択することによって、前記多数の動作状態の各々において前記動作パラメータの制御を維持するステップとから成る制御方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載の方法において、前記の多段サーボ・コントローラを使用するステップは、比例段および積分段を有する多段サーボ・コントローラを使用するステップから成ること、を特徴とする制御方法。

【請求項 9】

請求項 7 記載の方法において、前記の多段サーボ・コントローラを使用するステップは、比例段および微分段を有する多段サーボ・コントローラを使用するステップから成ること、を特徴とする制御方法。

【請求項 10】

請求項 7 記載の方法であって、さらに、多段サーボ・コントローラの前記段の少なくとも 1 つの利得を変化させるステップ、を含むことを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、連続式インクジェット印刷の分野に関し、特に、連続式インクジェット印刷システムにおける流体および真空の改良した制御に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

連続式インクジェット印刷システムにおいて、真空および圧力のレベルを特定の目標に制御することが必要である。これら目標レベルは、このシステムが、印刷のためにプリントヘッドを準備すること、このプリントヘッドをシャットダウンすること、プリントヘッドをクリーニングすること、あるいはシステムをフラッシングすることに関連した種々の状態をステップ進行するときに、変化する。

【0003】

先行のシステムにおいては、比例－積分－微分（PID）制御アルゴリズムを使用して、システムをそれら目標値にサーボ動作させていた。しかし残念ながら、1 組の PID 制御定数は、システム内のある所与のバルブ構成に対し、良好なシステム応答（すなわち、急峻な応答、最小のオーバーシュート、定常状態発振なし）をもたらしたが、この同じ組の定数は、別のバルブ構成に対してはうまく機能しなかった。

【0004】

従来技術のシステムにおいては、インクジェットプリンタの真空および圧力システムの異なった応答特性に対処するため、PID制御定数を使用して、これで全ての条件に対して安定性（発振のないこと）を確保する必要があった。一般に、パルス状態の内の1つは、その他のものよりもより発振する傾向となる。この状態に対して発振を防止するのに必要な制御定数は、その他のパルス状態の内の多くのものに対して望ましいものよりも遅い応答速度を発生することになる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

先行の連続式インクジェット印刷システムでは、各プリントヘッドに対し別個の真空ソースを含んでいた。このようなシステムでは、真空を維持することは、比較的簡単なタスクであった。しかし、2つ以上のプリントヘッドが同一の真空ソースを使用する場合には、真空システムの時定数は、より大幅に変化する。全てのパルス条件に対し安定性を確保するため必要なPID制御定数は、他のパルス条件のあるものに対しかなり悪い応答速度をもたらすことになる。これら遅い応答速度は、受け入れることができないものとなる。

【0006】

さらに、2以上のプリントヘッドに対し1つの共通の真空システムを有する流体システムにおいては、ある1つのシステムにおける真空負荷のステップ変化が（真空システム・パルスを例えばスタートアップの間に作動するとき）要求される一方で、第2のシステムに対する真空レベルは一定に保持しなければならない時がある。このような時に発生されるトランジェントは、その第2のシステムに対する真空レベルに受け入れられない程のエクスカージョンをもたらすことが起こり得、これは、第2のプリントヘッドの性能に悪影響を及ぼすことがある。

【0007】

これから分かるように、システムに対し受け入れ可能な程の応答速度を提供する一方で、システムの安定性を維持することができる、改良した流体および真空の制御システムに対するニーズが存在する。

【0008】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の本発明は、連続式インクジェット印刷装置のプリントヘッドのインク圧システムおよび真空システムの動作パラメータを制御するためのシステムにおいて、前記動作パラメータを制御するための多段サーボ・コントローラであって、該多段サーボ・コントローラの異なった段は、1組の制御パラメータによって制御される異なった利得を有しており、該多段サーボ・コントローラは、動作パラメータに対して異なった動作上の過渡応答特性を有する、前記印刷装置の少なくとも2つの状態に対応した、該多段サーボ・コントローラのための複数の組の制御パラメータを格納するように構成されている前記の多段サーボ・コントローラと、前記多段サーボ・コントローラが使用すべき前記複数の組の制御パラメータの内の適当な1つを選択することによって、前記多数の動作状態の各々において前記動作パラメータの制御を維持する手段とから成る制御システムを要旨とする。

更に、請求項7に記載の本発明は、連続式インクジェット印刷装置のプリントヘッドのインク圧システムおよび真空システムの動作パラメータを制御するための方法において、多段サーボ・コントローラであって該コントローラの異なった段が1組の制御パラメータによって制御される異なった利得を有する多段サーボ・コントローラを用いて前記動作パラメータを制御するステップと、前記動作パラメータに対して異なった動作上の過渡応答特性を有する前記印刷装置の少なくとも2つの状態に対応した、前記多段サーボ・コントローラのための複数の組の制御パラメータを提供するステップと、前記多段サーボ・コントローラが使用すべき前記複数の組の制御パラメータの内の適当な1つを選択することによって、前記多数の動作状態の各々において前記動作パラメータの制御を維持するステップとから成る制御方法を要旨とする。

10

20

30

40

50

【0009】

本発明のインクジェット印刷システムにおける真空および圧力の制御を改善するための制御システムおよび制御方法によれば、システムの応答時間を低減させ、インク圧あるいはシステム真空のような被制御パラメータのオーバーシュートを最小にし、定常状態発振を除去し、そして負荷変化にตอบสนองしての被制御パラメータのエクスカージョンの大きさを低減させることによって、上記制御に対し積極的に影響を及ぼす。

【0010】

本発明の他の目的および利点については、以下の説明、添付図面および添付の特許請求の範囲の記載から明かとなる。

【0011】

10

【実施の形態】

連続式インクジェット印刷システムにおいて、インクは、図1に示したように、流体システムによる圧力の下でプリントヘッドに供給する。このプリントヘッドにより形成するインク点滴のあるものは、紙に当たって所望のイメージを形成する。残りのインク点滴は、キャッチャに当たるようにする。インク容器内の真空を使用することにより、キャッチャからのインクをインク容器に戻し、そしてこれから再使用をすることができる。通常の動作においては、真空を目標値の約0.5 Hg内に維持し、また圧力を目標の約0.2 psi内に維持することによって、システムが適正に機能するようにする必要がある。

【0012】

真空が高すぎる場合、非荷電の点滴は、最終的には印刷されるべきであるが、逆にキャッチャに吸い込まれることになる。大量の泡も、インク容器内に生成される。真空が低すぎる場合、システムは、キャッチャ面からインクを十分な程迅速に取り除くことができず、インクが、印刷媒体上にしたり落ち、印刷した製品の品質を低下させる。

20

【0013】

同様に、インク圧が高すぎるかあるいは低すぎる場合、点滴形成および点滴偏向は、深刻な程影響を受け、同じく最終製品の劣化をもたらす。

適正な真空レベルおよびインク圧レベルを維持するため、インクジェットプリンタは、代表的には、コントローラ手段を組み込んでいる。これらコントローラ手段は、大概、圧力および真空の検知手段と、制御電子装置と、そしてポンプ速度を調節する手段とを備えている。制御電子装置は、通常は、比例-積分-微分(PID)制御システムを備えている。PIDコントローラは、これらが、制御パラメータの最小の変動、高速のセtring時間および無発振を提供することができるものとして使用されている。

30

【0014】

PIDコントローラを使用すると、このコントローラの安定性、応答速度、およびオーバーシュートの量は、このコントローラの各段に対し使用するマルチプライヤ値に依存する。PIDコントローラにおいて使用されるこのマルチプライヤ値は、理想的には、制御すべきシステムの自然(natural)の応答速度に基づき選択する。理想と異なったマルチプライヤ値は、不安定性、すなわちシステムが発振することがある、ということをもたらすことがある。この理想の他方の側にあるマルチプライヤ値は、セtring時間を遅くし、被制御パラメータの理想的な変動よりも大きくする。システム利得と応答速度が異なった条件に対して変化する場合、PIDコントローラが使用するマルチプライヤ値は、もはや最適なものでなくなっていることがある。これら変化が小さい場合、コントローラのセtring時間あるいはオーバーシュートに対する影響は大したものではなくなる。これら値がより顕著に変化する場合、コントローラは、不安定となり、また発振することがあるか、あるいは、セtring速度またはオーバーシュートが受け入れられないものとなる。

40

【0015】

図1において、単一の流体システム100を示しており、これは、多数のプリントヘッドの集まりを互いに独立にしかも同時に制御する能力をもっている。1つの流体システムがサポートする2つのプリントヘッドの集まりには、既存の流体システムからの共有のコンポーネントと追加のコンポーネントの両方と、そして新たなコンポーネントが関与し、そ

50

してこれらが本システムの動作を可能にする。

【0016】

各プリントヘッドは、別個のプリントヘッド・インターフェース・コントローラ（P I C）ボックス102a, 102bにより制御され、そして1つの共通のインク容器またはインク・タンク104を共有する。インク・タンクは、調整された真空システム手段により供給される真空の下にある。調整式真空システム手段は、米国特許5,394,177に記載のタイプのものとしたり、あるいは好ましい実施形態においては、同時係属中の同じく譲渡された米国特許出願09/211,777に記載のものとするすることができる。

【0017】

インクは、インク・タンク104から各インク・ポンプ110により引き出し、そしてこれらポンプの各々は、インクを単一のプリントヘッドに供給する。各ポンプ110は、可変速度ブラシレスV D Cモータにより駆動され、そしてこのモータは、各プリントヘッドへのフロー・レートの制御を可能にする。ここで、可変フロー制御式ソレノイド・バルブの追加により、1つのインク・ポンプが両方のプリントヘッドに対しインクを供給するのに十分となることは、重要であることを注記する。しかし、他の設計パラメータも、各プリントヘッドにそれ自身のインク・ポンプを割り当てることを必要とすることがある。

10

【0018】

インク・ポンプ110に加えて、各プリントヘッドはまた、同じく譲渡されかつ同時係属中の米国特許出願09/211,066に記述され特許請求の範囲に記載されている、加熱式アンビリカル112のような任意の適当なタイプの個別のインク・ヒータも有する。1つの共通のヒータ・コントローラ手段は、これら2つのインク・ヒータを制御するのに使用する。このコントローラは、各プリントヘッド内のインク温度を、別個の温度センサ114によってモニタし、そして別個のヒータ制御リレー（図示せず）によってインク・ヒータを付勢したり消勢したりすることにより、それら2つのプリントヘッドに対するインク温度の別々のサーボ制御を提供する。

20

【0019】

電磁放出を最小限にするため、ヒータ電力のスイッチングは、A C正弦波のクロスオーバー点で行う。各インク・ヒータは、大量の電力を消費するため、共通のヒータ・コントローラは、両ヒータを同時に付勢しないよう確保する。同時付勢ではなく、ヒータ電力は、ピンポン形式で2つのヘッダ間で分配する。さらに、スタートアップ・シーケンスの間、プリントヘッド内のインク温度が、急速に上昇することによって、荷電プレートをクリーニングするのに必要な凝縮（condensation）を発生することが望ましい。この所望の急速の温度上昇を提供するため、システム・コントローラは、それら2つのプリントヘッドに対するスタートアップ・シーケンスを互い違いにして、ヒータ・コントローラが、単一のヒータに対し、次のヒータに電力をスイッチングしてこの次のプリントヘッドに対し所望の凝縮を発生する前に、所望の凝縮を得るのに必要な時間の間、十分な電力を供給することができるようにする。このようにして、2つのプリントヘッドに対する単一の共通のヒータ・コントローラは、多数プリントヘッド・システムに対するピーク電流要求をかなり低減させることができる。別々のインク・ヒータは、別々のサーモスタット（図示せず）を有し、これは、本システムを過熱から保護し、そしてこれらサーモスタットは、温度制御には使用しない。

30

40

【0020】

同じく譲渡されかつ同時係属中の米国特許出願09/211,035に記述され特許請求の範囲に記載されている凝縮制御センサ124は、インク凝縮をモニタする。インクは、小さな別個の流体ポンプ126によって、インク・タンクから凝縮センサを通して循環させる。このように、このセンサを通るフローは、プリントヘッドのいずれに対するフローとも独立である。凝縮制御システムは、その構成によって、流体システム100がフレッシュなインクで満たされたときに、インクが凝縮センサの入口にあるバルブ128を通り、そしてこのセンサを通る。このようにして、このセンサは、フレッシュ・インクに対し較正することができる。流体システム制御電子装置は、既存の流体システムと同様に、インク・タン

50

クへのインクまたは補給流体の追加を制御する時に、このセンサの出力とインクタンク・レベル・センサの出力とをモニタする。

【0021】

また、インクが流体システムに追加されるときに凝縮センサによってメイクアップ・インクの凝縮をチェックすることは、フェールセーフ・テストを提供することによって、間違ったタイプまたはカラーのインクが流体システムに追加されるのを防止することができる。

【0022】

正空気ポンプ130は、クリーンな空気を流体ラインに供給する。流体システム100内のこの正空気ポンプは、クリーンな空気を空気バルブ108を通して各点滴発生器に提供することにより、両プリントヘッドのシャットダウンの間のプリントヘッドからのインクの除去を助ける。この空気ポンプの機能は、同じく譲渡されかつ同時係属中の米国特許出願09/211,213により詳細に記述されている。

【0023】

ある代表的なインクジェットプリンタにおいては、真空レベルは、ポンプ速度により、あるいは制御目的のためポンプ電圧によって制御される。また、これは、オープン・キャッチャ、キャッチャ・パン・ライン、および他の可能な空気ブリードのような種々の空気ブリードを通して、真空システムに入ることを許す空気の量によって影響を受ける。より多くの空気ブリードを開くと、ポンプ電圧における小さな変化は、真空レベルにおいてより大きな変化を作ることになる。すなわち、真空システム応答の利得は、空気ブリード・バルブを閉じるにつれ増加する。また、種々の空気ブリード・バルブを開いたりあるいは閉じたりすることは、このシステムの応答速度または時定数に影響を与える。同様に、インク圧システムの自然の応答は、プリントヘッドからの出力バルブが開いているかあるいは閉じているかに依存する。

【0024】

図2および図3には、種々のバルブまたはブリード条件により発生される自然のシステム応答におけるそれら変化の効果を示している。図3Aのグラフにおいては、システムの応答は、空気ブリード・バルブを閉じ、かつPIDコントローラ・マルチプライヤ係数が最適に近いときのものを示している。約8時間単位(time unit)において、このシステムは、その所望の値にセtringする。図3Bは、空気ブリード・バルブが開いており、かつマルチプライヤ係数をこの条件に対し最適近辺に変化させたとき、sのときの本システムの応答のグラフを示している。約10時間単位において、このシステムは、その所望の値にセtringする。これら2つのグラフは、適正に調節したPIDコントローラでは、この制御を受けるシステムは、空気ブリード・バルブが開いているかあるいは閉じている状態で、所望の新たな値に急速にセtringする。

【0025】

従来技術のシステムでは、1組のPID制御パラメータが、全ての流体システム状態に対し使用されていた。これは、流体システム状態の内の多くの状態に対し、受け入れることができない応答を発生することがあった。例えば、使用されるPIDマルチプライヤ値(図3A)を全ての流体システムに対し使用する流体システムについて考慮することにする。バルブが開いている状態においては、図2Aにあるように、受け入れられないオーバーシュートが発生する。より極端な条件においては、このシステムは、おそらく発振状態に入ってしまうことがある。他方、使用されるPIDマルチプライヤ値(図3B)を全ての状態に使用する流体システムを考慮する。図2Bに示すように、バルブが閉じているとき、このシステムは、受け入れられない程長い応答時間を有することがある。20時間単位後においても、このシステムは、依然として所望のセットポイントに達することから程遠い。この第2組のPIDマルチプライヤ値は、全ての場合においてオーバーシュートおよび発振を回避することになり、これによりこのシステムをより安定とするが、システム応答が、動作状態内のあるものにおいては非常に遅くなることがあり得る。従来技術のシステムでは、これら2組のPIDマルチプライヤ係数間の選択に面したとき、全ての条件に

10

20

30

40

50

において安定性を確保する必要性が、第2の組のPIDマルチプライヤ値について、ある流体システム状態に対して良くない応答速度であっても、その使用を命ずることになる。

【0026】

より最新のインクジェット印刷システムは、多数のプリントヘッドを駆動することができる流体システムを有している。このため、真空システムの自然な応答特性は、2以上のプリントヘッドのキャッチャ、キャッチャ・パン・バルブにより影響を受ける。この結果、応答特性は、以前のシステムにおけるものと比べ、より大幅に変化することになる。したがって、あらゆる条件の下での安定性のためにパラメータをセットし、そして他の状態に対して遅い応答を受け入れることは、もはや実行可能な選択肢ではない。

【0027】

本発明は、真空システムおよび圧力制御システムに対し流体システム状態依存のパラメータを使用することによって、この問題を解決する。それらパラメータは、テーブルに格納することができる。流体システムのどの動作状態に対しても、理想のPID制御パラメータは、その動作状態に対し指定されたテーブルからデータを選択することによって得ることができる。

【0028】

再び図1を参照すると、現行の印刷システムは、DCモータ駆動式のポンプを用いて、真空および圧力の両方のソースとして動作するようにする。真空システムに対しては、インク・タンク内に配置したトランスジューサは、その測定したレベルを提供する。圧力システムに関しては、トランスジューサを使用して、プリントヘッド内の圧力を測定する。

【0029】

真空の目標値は、状態テーブルによって決定する。この状態テーブル／ソフトウェア・ファイルは、種々のエボルーション（例えば、ブリング・アップ（bring up）、シャットダウン）を実行するのに使用する状態シーケンスを含んでいる。真空のためのこの目標値は、状態テーブルとプリントヘッドとの両方により決まるが、それは、真空のイン・キャッチ（in-catch）値はプリントヘッド内に格納されているからである。

【0030】

一旦、この目標値が確立されると、PIDコントローラは、その目標レベルに達しそしてそれを維持するようにしようとして、適当なDCモータ駆動式ポンプへの駆動レベルを調節することができる。1つのこのようなインクジェットプリンタにおいては、所望のシステム制御仕様は、以下の通りである。

【0031】

【表1】

10

20

30

(1) 圧力 — 5 p s i の定常状態レベルから開始し、目標値における 5 – 1 5 p s i のステップ変化が、システムをその所望値 (1 5 p s i) に 8 秒以下で到達させ、そしてオーバーシュートは、1 p s i 以下である。同様に、1 5 p s i – 5 p s i までの目標におけるステップは、システムが、5 p s i 目標に 8 秒以下で到達させ、アンダーシュートは 1 p s i 以下である。このようなトランジエントの後、圧力は、その目標値の 0 . 2 p s i 内に保たれるべきである。

10

(2) 真空 — 5 H g の定常状態レベルから開始し、目標値における 5 – 1 5 H g のステップ変化が、システムをその所望の値 (1 5 H g) に 8 秒以内で到達させ、そしてオーバーシュートは 1 H g 以下である。同様に、1 5 H g – 5 H g までの目標におけるステップは、システムが、5 H g 目標に 8 秒以下で到達させ、アンダーシュートは 1 H g 以下である。このようなトランジエントの後、真空レベルは、その目標値の 0 . 5 H g 内に保たれるべきである。

20

【0032】

これら規準は、システムのパルプ構成に拘わらず適用する。

30

真空システム・プラント応答に対し支配的な影響をもつ 2 つの値が、各プリントヘッドに對しある。これらは、キャッチャ・バルブおよびキャッチパン・バルブを含む。ここで、1 例として使用するこのシステムは、2 つのプリントヘッドを有している。全部で 4 つのバルブがあるため、1 6 個の可能なバルブ・コンフィギュレーションがある。しかし、これらコンフィギュレーションの内のいくつかは、真空システム応答に関しては冗長である。すなわち、もし | A | 側キャッチャ・バルブが開き、かつ | B | 側キャッチパン・バルブが開いている場合、応答は、| B | 側キャッチャが開き、かつ | A | 側キャッチパンが開いている場合と同じとなる。これは、制御システムが対処する必要のあるコンフィギュレーションの数を 8 個に減らす。これら 8 個のコンフィギュレーションの各々におけるシステム応答を経験的に決めることにより、P I D 定数のテーブルを本発明にしたがって開発し、これは、本システムが、その制御アルゴリズムをこのシステム・コンフィギュレーションに對し適合させることができるようにする。

40

【0033】

圧力システムの自然の応答は、複雑さが遙かに少ないが、それは、1 つのバルブ、すなわちクロスフラッシュ・バルブしかないためであり、これは、システム応答に対するインパクトを有している。さらに、2 つの側は独立に動作する。すなわち、| A | 側のコンフィギュレーションは、| B | 側のコンフィギュレーションの動作に對し影響を与えない。したがって、圧力応答テーブルに對し、たった 2 組の定数しか必要でない。1 組は、開いているクロスフラッシュ・バルブに對するものであり、そして 1 組は、閉じているクロスフラッシュ・バルブに對するものである。

50

【0034】

好ましい実施形態においては、デジタル信号処理技術を使用して、PIDコントローラを実現することができる。デジタル実現例（図4参照）においては、圧力センサおよび真空センサからのアナログ信号は、アナログ-デジタル・コンバータが読み取る。このデバイスからの出力は、サンプリング・タイムにおける入力値に対応する数のストリームである。各サンプリング・タイムに関し、所望の目標値と測定した値との差を計算して、誤差値を発生する。この誤差値に対し所望の定数を乗算することにより、比例出力を発生する。各サンプリング・タイムにおいて、誤差値の積分は、現在の誤差値を、先行の誤差値全ての和に加算することによって概算する。この和には、次に積分マルチプライヤ係数を乗算する。微分は、隣接する誤差値間の差によって概算することができる。この差には、次に、微分マルチプライヤ係数を乗算することができる。比例段、積分段および微分段からの出力は、互いに加算することによって、所望のコントローラ出力値を発生する。デジタル-アナログ・コンバータを次に使用して、このデジタル値を、適当なポンプ速度を制御するためのアナログ値に変換し戻す。

10

【0035】

代替的には、アナログPID制御回路を使用することもできる。図4のブロック図は、状態依存PID制御パラメータと共に使用するためのアナログPID回路400を示している。コントローラ402は、入力段422を有し、これは、システム出力424を、デジタル的に制御されたセットポイント426と比較する。コントローラは、次に、並列の比例段（1の利得）404、積分段406、および微分段408を有している。積分段および微分段の利得は、410および412でのデジタル的に制御される利得を有する増幅器をそれぞれ有し、これらは、デジタル-アナログ・コンバータ414および416の出力によって制御する。これら3つの段からの出力は、418で加算する。最後に、420のフィードバック・システムの全利得は、デジタル的に制御される増幅器によりセットする。デジタル・ホスト・システム430は、デジタル-アナログ・コンバータ414、416、426、428によって、コントローラの各段に対し制御セットポイントおよびマルチプライヤ値をセットすることができる。状態テーブル432は、バルブ開閉条件に対する制御情報および本発明に関する他のシステム・パラメータを含んでいるが、さらに、各動作状態において使用するための適切な状態依存マルチプライヤ値も含んでいる。流体システムを種々の動作状態を通してシーケンス動作させるとき、デジタル・ホストは、その状態テーブルから、その適切な制御パラメータ値を識別することができ、そしてこれらをこのアナログ制御システムにおいて実現することができる。このシステムは、各流体システムに対し必要とされるPIDパラメータを調節する所望の能力を提供する。コントローラは、この制御機能のためのアナログ回路を使用するが、全てのその利得は、デジタル的に制御する。

20

30

【0036】

真空制御システムにおいては、バルブ作動は、真空エクスカージョンをもたらす、これは、その大きさに依存して、印刷品質に影響を与えることがある。例えば、キャッチパンをインストール（そしてこれによりキャッチパン・ラインを開く）することにより、真空は、瞬時的に数Hg低下する。最終的には、PIDコントローラは、ポンプ電圧を調節することによって、所望の真空を発生することができるが、かなりの真空レベル・トランジェントが発生する。プリンタの適切な動作のためには、このトランジェント真空エクスカージョンを、PIDコントローラにより得られるものより下に減少させることが望ましい。

40

【0037】

これがどのような実現されるかを理解できるようにするため、以下のことを理解すると役に立つ。本システムが所望の真空に維持されるとき、誤差信号はゼロである。この時間微分もまた、ゼロである。したがって、PIDコントローラの比例段および微分段からの出力信号は、本質的にゼロである。したがって、PIDコントローラからの出力は、積分器段の出力にほとんど完全に対応する。この積分段の出力は、精密にはこれが積分であるため、真空における変化にゆっくりと応答する。より小さなトランジェント・エクスカージョ

50

ンおよびより速い応答は、この積分段が状態と状態との間の変化に素早く応答するようにできれば、実現されることになる。これは、ある状態変化の直後において、この状態変化直前からの積分した誤差値がもはや、新たな目標値に達するのに有効ではないかあるいは役に立たない、ということを経験することにより実現することができる。したがって、積分出力をクリアし、そして新たな出力からスタートすることが好ましい。任意の動作状態に対する積分器用の良好な種値 (seed value) は、定常状態条件におけるその状態に対する積分器の最終出力値に対応する。このようにして、それら種値は、経験的に決定することができる。

【0038】

状態依存PIDコントローラには、積分器プリセットをもたせることができる。このようなコントローラは、前述のデジタルPIDコントローラに似ているが、但し、この場合は、デジタル制御が積分段の加算値をクリアしプリセットする手段を有している。このクリアしプリセットする機能は、状態変化が制御パラメータにおけるトランジェント変動を発生しそうなときに、状態テーブルにおいて示した通りに実行する。本発明の代替の実施形態においては、積分器値のこのクリアおよびプリセット操作は、実際には、トランジェント応答を発生するバルブ作動に先行することになる。積分段をクリアしプリセットするこの技術は、システム応答時間を低減させる所望の効果を有し、したがって圧力サーボ・アルゴリズムに対し適用することができる。

【0039】

以上、本発明について、一定の好ましい実施形態を特に参照して詳細に説明したが、理解されるように、本発明の要旨および範囲内において変更および変形を行うことができる。特に、以上の説明では、インク圧およびシステム真空を制御するため、dcサーボ駆動式ポンプを用いた。アクチュエータ制御式フロー絞りのようなこれらパラメータを制御するための代替の手段も、使用することができる。これら同じタイプの制御システムは、他の動作パラメータを制御するのに使用することができる。これらには、インクの温度または凝縮が含まれる。さらに認識されるべきであるが、ある種のシステムは、完全なPIDコントローラの内の積分段または微分段のいずれかを必要としない場合がある。このようなシステムに対しては、比例-微分コントローラあるいは比例-積分コントローラを使用することもでき、この場合、コントローラの2つの段のセクションの利得は、異なった動作状態に対して変化させることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、印刷システムの概略ブロック図。

【図2】図2のAとBは、本発明の技術を組み込んでいないシステムについての、受け入れ可能でないシステム応答を示している。

【図3】図3のAとBは、本発明の技術を組み込んだシステムについての、受け入れ可能なシステム応答を示す。

【図4】図4は、本発明の1実施形態による、アナログPIDコントローラの概略ブロック図。

【符号の説明】

- 400 被制御システム
- 406 積分増幅器
- 408 微分増幅器
- 418 加算増幅器
- 422 差分増幅器
- 430 デジタル・ホスト
- 432 状態テーブル

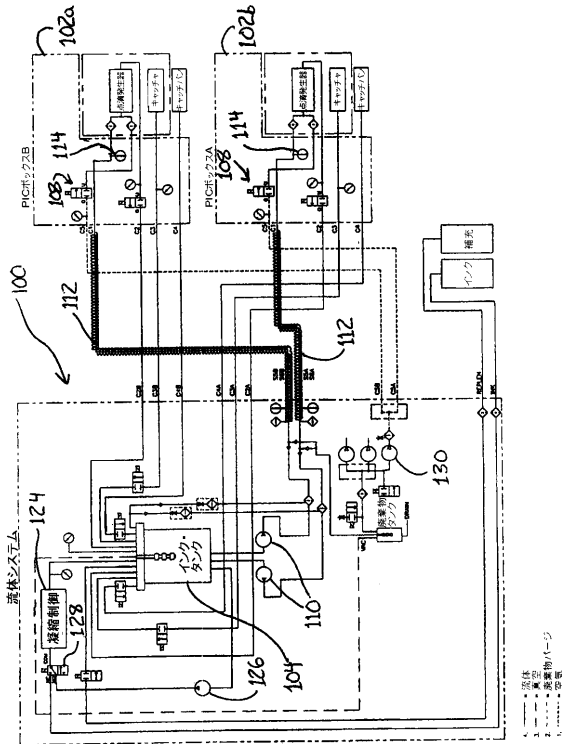
10

20

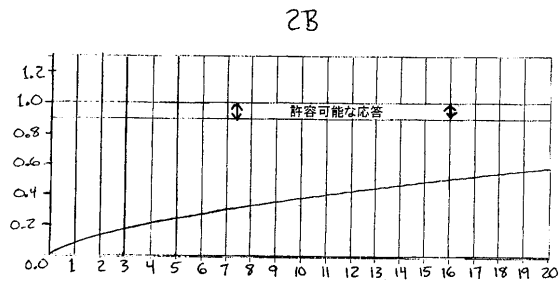
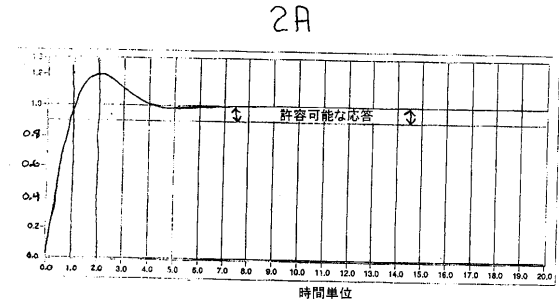
30

40

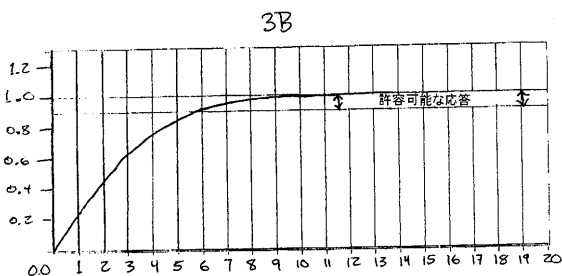
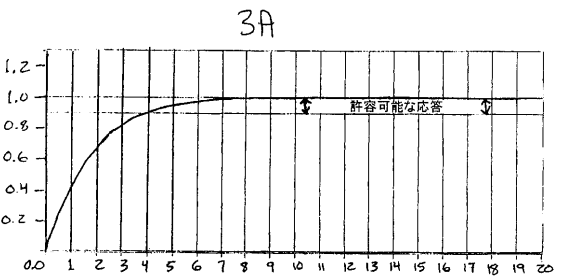
【図 1】



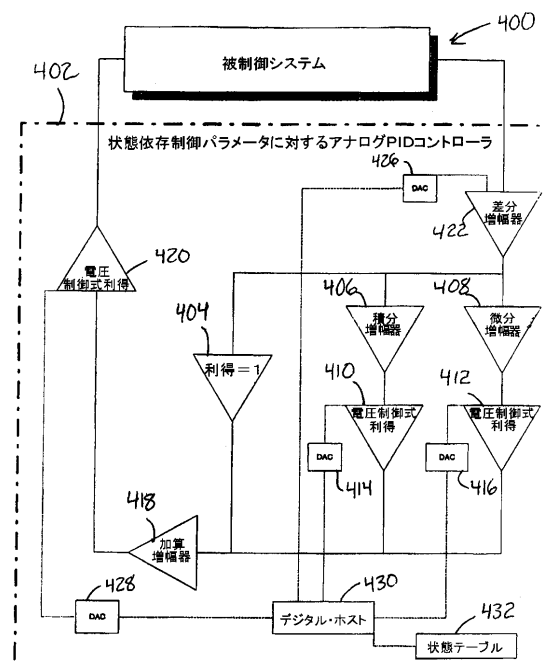
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100102990

弁理士 小林 良博

(74)代理人 100108383

弁理士 下道 晶久

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 ダン・シー・ライマン

アメリカ合衆国オハイオ州45238, シンシナティ, パークトレイル・レイン 317

(72)発明者 デイヴィッド・エフ・タンモア

アメリカ合衆国オハイオ州45385, ゼニア, サニーミード・ロード 1682

審査官 藤本 義仁

(56)参考文献 特開平02-196664 (JP, A)

特開昭55-084679 (JP, A)

特開平06-208419 (JP, A)

特開平10-052910 (JP, A)

特開昭50-105733 (JP, A)

特開平10-129007 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/07