

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-510347

(P2005-510347A)

(43) 公表日 平成17年4月21日(2005.4.21)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
BO1J 19/00	BO1J 19/00 321	2G052
FO4F 11/00	FO4F 11/00	2G058
GO1N 1/00	GO1N 1/00 101F	4G075
GO1N 35/00	GO1N 35/00 E	
GO1N 35/08	GO1N 35/08 A	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-547050 (P2003-547050)
 (86) (22) 出願日 平成14年11月26日 (2002.11.26)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年5月26日 (2004.5.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/038047
 (87) 国際公開番号 W02003/045556
 (87) 国際公開日 平成15年6月5日 (2003.6.5)
 (31) 優先権主張番号 60/333, 621
 (32) 優先日 平成13年11月26日 (2001.11.26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504016293
 ケック グラデュエイト インスティテュート
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 917
 11, クレアモント, ワトソン ドラ
 イブ 535
 (74) 代理人 100107489
 弁理士 大塩 竹志
 (72) 発明者 スターリング, ジェームス ディー,
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 917
 84, アップランド, ワイルドローズ
 レーン 2521
 Fターム(参考) 2G052 AA28 AA33 AB16 AD26 AD46
 CA03 CA07 DA09 DA22 FB03
 HC03 HC06 HC28 JA04 JA09
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学、生化学、および生物学的アッセイ等のためにエレクトロウェットティングを介してマイクロ流体制御する方法、装置、および物

(57) 【要約】

アクティブマトリクスマイクロ流体プラットフォームは、薄膜トランジスタアクティブ(「TFT」)マトリクス液晶ディスプレイ技術を用いて、例えば、駆動電極の2次元マトリクスアレイを用いて、パーツを動かすことなく化学、生化、または生物学的アッセイ用の流体の小さいサンプルを操作する。このアクティブマトリクスマイクロ流体プラットフォームは、既存のアクティブマトリクスアドレス指定方式および/または市販の「既製の」動画ソフトウェアを用いて、アッセイプロトコルをプログラムする。フィードバックサブシステムは、マイクロ流体構造における流体の実際の位置を決定し、例えば、アクティブマトリクスディスプレイ上に表示するため、および/またはマイクロ流体構造における1つ以上の流体ボディの動きを制御するために、位置情報を提供する。

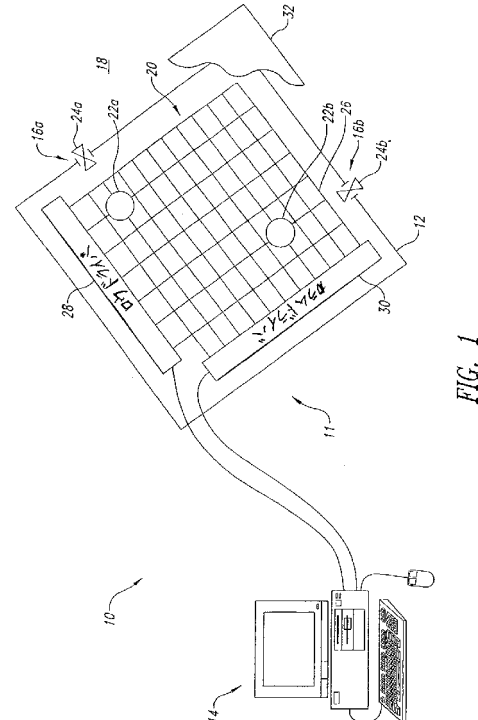


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つの流体ボディを移動させるマイクロ流体構造であって、
第 1 のプレートの少なくとも一部分の上に位置する誘電体を有する第 1 のプレートと

、
該第 2 のプレートと該第 1 のプレートの少なくとも該一部分の上に位置する該誘電体との間に少なくとも 1 つのキャビティを形成するために、該第 1 のプレートから間隔を空けた第 2 のプレートと、

該キャビティと該マイクロ流体構造の外部との間に流体を提供する少なくとも 1 つの第 1 のポートと、

該第 1 のプレートと該第 2 のプレートとの間に収容された駆動電極のアレイと、

薄膜トランジスタのアレイであって、該薄膜トランジスタは、該駆動電極のアレイにおける該駆動電極のそれぞれと接続され、該駆動電極のそれぞれの上に位置する該誘電体のそれぞれの部分に印加されるそれぞれの電位を制御し、該少なくとも 1 つの流体ボディを駆動電極から駆動電極に移動させる、薄膜トランジスタのアレイと

を備える、マイクロ流体構造。

【請求項 2】

前記駆動電極は、2次元マトリクスである、請求項 1 に記載のマイクロ流体構造。

【請求項 3】

前記第 1 のプレートおよび前記第 2 のプレートは実質的に平面であり、互いに対して並行である、請求項 1 に記載のマイクロ流体構造。

【請求項 4】

前記第 1 のポートに接続されたバルブをさらに備え、該バルブは、該第 1 のポートを通る前記少なくとも 1 つの流体ボディの流れを制御するために、選択的に駆動可能である、請求項 1 に記載のマイクロ流体構造。

【請求項 5】

前記駆動電極の各々は、前記少なくとも 1 つの流体ボディの長手方向の寸法よりも小さい寸法を有する、請求項 1 に記載のマイクロ流体構造。

【請求項 6】

前記第 1 のプレートと前記第 2 のプレートとの間に収容された少なくとも 1 つのグラウンド電極であって、前記駆動電極のアレイから前記駆動電極のアレイに対して、一般に、垂直の方向に相対的に間隔を空ける、少なくとも 1 つのグラウンド電極をさらに備える、請求項 1 に記載のマイクロ流体構造。

【請求項 7】

前記駆動電極のアレイは、略平面の 2次元マトリクスであり、ここで、アレイの連続的駆動電極は、前記少なくとも 1 つの流体ボディが移動する平面において前記誘電体のそれぞれの部分に異なったそれぞれの電位を印加するように活性化される、請求項 1 に記載のマイクロ流体構造。

【請求項 8】

前記誘電体層の少なくとも一部分の上に位置する少なくとも 1 つの疎水性の層をさらに備える、請求項 1 に記載のマイクロ流体構造。

【請求項 9】

前記駆動電極のアレイを、前記薄膜トランジスタのアレイを介して少なくとも 1 つの電圧源と電氣的に接続するための少なくとも 1 つの電気コネクタをさらに備える、請求項 1 に記載のマイクロ流体構造。

【請求項 10】

前記マイクロ流体構造の製造が完了した後に、前記第 1 のポートは、前記キャビティと前記マイクロ流体構造の外部との間に流体の伝達を提供する、請求項 1 に記載のマイクロ流体構造。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

マイクロ流体システムであって、

少なくとも1つの電圧を供給するための少なくとも1つの電圧源と、

第1のプレートと、該第1のプレートから間隔を空け、該第1のプレートとの間に少なくとも1つのキャビティを形成する第2のプレートと、該キャビティと該マイクロ流体構造の外部との間に流体の伝達を提供する少なくとも第1のポートと、該第1のプレートと該第2のプレートとの間に収容された駆動電極のアレイと、該駆動電極のアレイの少なくとも一部分の上に位置する誘電体と、薄膜トランジスタのアレイとを備えるマイクロ流体構造であって、該薄膜トランジスタは、該駆動電極のアレイにおける該駆動電極のそれぞれと接続され、該駆動電極の上に位置する該誘電体のそれぞれの部分に印加されたそれぞれの電位を制御し、該駆動電極により、少なくとも1つの流体を移動させる、マイクロ流体構造と、

10

ドライバ命令のセットを実行するようにプログラム可能であり、かつ、ドライバ命令のセットにより、該薄膜トランジスタのアレイの該薄膜トランジスタを制御するために接続されて、該少なくとも1つの電圧を、該薄膜トランジスタを介して該電圧源から該駆動電極に供給するコントローラと

を備える、マイクロ流体システム。

【請求項12】

コンピューティングシステムと、

ユーザ入力に応答して、該コンピューティングシステムに前記ドライバ命令のセットを生成させるためのコンピュータ動画命令のセットを有するコンピュータ読み出し可能媒体と

20

をさらに備える、請求項11に記載のマイクロ流体システム。

【請求項13】

コンピューティングシステムと、

ユーザ入力に応答して、該コンピューティングシステムに前記ドライバ命令のセットを生成させるためのコンピュータ動画命令のセットを有するコンピュータ読み出し可能媒体とをさらに備え、該コンピュータ動画命令は、標準的な、変更されていない市販の動画ソフトウェアパッケージを備える、請求項11に記載のマイクロ流体システム。

【請求項14】

所定の最小の長手方向寸法を有するマイクロ流体ボディを移動させるマイクロ流体プラットフォームであって、

30

該マイクロ流体ボディの該所定の最小の長手方向の寸法よりも小さい寸法を有する複数の駆動電極と、

該複数の電極の少なくとも一部分の上に位置する誘電体層と、

該駆動電極に接続された複数の薄膜トランジスタであって、該誘電体層のそれぞれの部分へのそれぞれの電位を制御して、該流体ボディを、該流体ボディを1つの駆動電極の上に位置する該誘電体層の一部分から別の駆動電極の上に位置する該誘電体層の一部分に移動させる、複数の薄膜トランジスタと、

該マイクロ流体プラットフォームの使用中に、該マイクロ流体プラットフォームの内部と外部との間に流体の伝達を提供するポートと

40

を備える、マイクロ流体プラットフォーム。

【請求項15】

前記電極の前記寸法は、前記マイクロ流体ボディの前記最小の長手方向の寸法のほぼ半分よりも小さい、請求項14に記載のマイクロ流体プラットフォーム。

【請求項16】

前記電極の前記寸法は、前記マイクロ流体ボディの前記最小の長手方向の寸法の約3分の1よりも小さい、請求項14に記載のマイクロ流体プラットフォーム。

【請求項17】

前記流体によってエレクトロウエットングされる面積と等価の面積に、少なくとも3つの駆動電極が存在する、請求項14に記載のマイクロ流体プラットフォーム。

50

【請求項 18】

前記マイクロ流体プラットフォームの使用中に、前記ポートを選択的に開閉するためのバルブをさらに備える、請求項 14 に記載のマイクロ流体プラットフォーム。

【請求項 19】

マイクロ流体ボディを移動させるマイクロ流体プラットフォームであって、

駆動電極の 2 次元マトリクスアレイであって、該駆動電極は、該 2 次元マトリクスで寸法調整され、かつ、互いに間隔を空け、これにより、該マイクロ流体ボディによってエレクトロウェッティングされた表面に対応する面積に、少なくとも 3 つの電極が存在する、2 次元マトリクスアレイと、

該駆動電極の 2 次元マトリクスアレイの少なくとも一部分の上に位置する誘電体と、 10

該駆動電極に接続された複数の薄膜トランジスタであって、該それぞれの駆動電極の上に位置する該誘電体のそれぞれの部分に印加される電位を制御し、該誘電体層の連続的部分間で該マイクロ流体ボディを移動させる、複数の薄膜トランジスタと、

該マイクロ流体プラットフォームの使用中に、該マイクロ流体プラットフォームの内部と外部との間に流体の伝達を提供するポートとを備える、マイクロ流体プラットフォーム。

【請求項 20】

マイクロ流体システムであって、

複数の駆動電極を有するマイクロ流体構造と、

該マイクロ流体構造を制御するために接続されたコントローラと、 20

該マイクロ流体構造において少なくとも 1 つの流体ボディが存在する場合、該少なくとも 1 つの流体ボディの位置を検出する複数のフィードバックセンサ、および、該検出された位置に対応するフィードバック位置信号を提供する少なくとも 1 つの出力を有するフィードバックサブシステムと

を備える、マイクロ流体システム。

【請求項 21】

前記フィードバックサブシステムから前記フィードバック位置信号を受信するように接続され、かつ、該マイクロ流体構造において前記少なくとも 1 つの流体ボディが存在する場合、該少なくとも 1 つの流体ボディの前記検出された位置に対応するイメージを表示するように構成されたディスプレイをさらに備える、請求項 20 に記載のマイクロ流体システム。 30

【請求項 22】

前記マイクロ流体構造であって、

第 1 のプレートと、

該第 1 のプレートとの間に少なくとも 1 つのキャビティを形成するために、該第 1 のプレートから間隔を空けた第 2 のプレートと、

該第 1 のプレートと該第 2 のプレートとの間に収容された前記駆動電極によって形成された 2 次元マトリクスアレイであって、該駆動電極は、別々にアドレス指定可能である、2 次元マトリクスアレイと、

該駆動電極によって形成された該 2 次元マトリクスアレイの少なくとも一部分の上に位置する誘電体層と、 40

薄膜トランジスタのアレイであって、該薄膜トランジスタは、該駆動電極によって該駆動電極の上に位置する該誘電体層の一部分に印加されるそれぞれの電位を制御して前記流体ボディを移動させるために、該駆動電極のそれぞれに接続される、薄膜トランジスタのアレイと

を備える、請求項 20 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 23】

前記フィードバックセンサは、容量を感知するスイッチである、請求項 20 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 24】

前記フィードバックセンサは、イメージャの感光性素子である、請求項 20 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 25】

前記フィードバックセンサは、抵抗を感知するスイッチング素子である、請求項 20 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 26】

前記フィードバックセンサは、圧力を感知するスイッチング素子である、請求項 20 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 27】

マイクロ流体システムであって、

複数の駆動電極を有するマイクロ流体構造と、

該マイクロ流体構造において少なくとも 1 つの流体ボディが存在する場合、該少なくとも 1 つの流体ボディの一部分を検出するための複数のフィードバックセンサ、およびフィードバック位置信号を提供するための少なくとも 1 つの出力を有するフィードバックサブシステムと、

駆動信号を生成し、かつ、該駆動信号を介して該マイクロ流体構造の該駆動電極を制御し、そして、該フィードバックサブシステムから該フィードバック位置信号を受信するように接続されたコントローラと

を備える、マイクロ流体システム。

【請求項 28】

前記コントローラは、前記フィードバック信号に基づいて、前記駆動信号を変更するように構成される、請求項 27 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 29】

前記コントローラは、前記フィードバック信号に基づいて、前記駆動信号を変更するように構成され、該変更は、

前記少なくとも 1 つの流体ボディの前記決定された位置と、該少なくとも 1 つの流体ボディの所望の位置との間の差を決定するステップと、

該少なくとも 1 つの流体ボディの該決定された位置と、該少なくとも 1 つの流体ボディの所望の位置との間の該決定された差に基づいて、前記駆動電極の制御を調整するステップと

によって行われる、請求項 27 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 30】

前記フィードバックセンサは、容量を感知するスイッチである、請求項 27 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 31】

前記フィードバックセンサは、イメージャの感光性素子である、請求項 27 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 32】

前記フィードバックセンサは、抵抗を感知するスイッチング素子である、請求項 27 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 33】

前記フィードバックセンサは、圧力を感知するスイッチング素子である、請求項 27 に記載のマイクロ流体システム。

【請求項 34】

少なくとも 1 つのキャビティと、駆動電極の 2 次元マトリクスアレイと、該駆動電極の 2 次元マトリクスアレイの少なくとも一部分の上に位置する誘電体と、該駆動電極と電気的に接続された薄膜トランジスタのアレイとを有するマイクロ流体構造を制御する方法であって、

少なくとも 1 つの流体を該マイクロ流体構造のキャビティに導入するステップと、

実行可能命令のセットを実行して、前記流体の所望の流路における駆動電極と該流体の

10

20

30

40

50

該所望の流路の外側の駆動電極とを含む該駆動電極の2次元マトリクスアレイにおける駆動電極ごとに駆動信号のセットを生成するステップと、

該駆動信号のセットを該薄膜トランジスタのアレイの薄膜トランジスタに印加するステップと、

該薄膜トランジスタに印加された該駆動信号のセットに応答して、該駆動電極に電位を印加するステップと、

該駆動電極の上に位置するそれぞれの該誘電体のそれぞれの部分にそれぞれの電位を印加して、該所望の流路に沿って、少なくとも1つの流体を該少なくとも1つの駆動電極から少なくとももう1つの駆動電極に移動させるステップと

を包含する、方法。

10

【請求項35】

前記駆動信号のセットを前記薄膜トランジスタのアレイの前記薄膜トランジスタに印加するステップは、前記流体の前記所望の流路と平面方向に前記誘電体の連続的部分に2つの異なった電位を印加するステップを包含する、請求項34に記載の方法。

【請求項36】

前記誘電体の前記それぞれの部分に前記それぞれの電位を印加する前に、前記マイクロ流体の前記キャビティから前記流体を排出させる (e v a c u a t e) ステップをさらに包含する、請求項34に記載の方法。

【請求項37】

少なくとも1つのキャビティと、駆動電極のアレイと、該駆動電極に接続された薄膜トランジスタのアレイとを有するマイクロ流体構造を制御して、少なくとも1つの流体にわたって選択的に電圧を印加する方法であって、該方法は、

20

標準的な、変更されていない動画ソフトウェアパッケージを用いて、動画シーケンスに対応する実行可能命令のセットを生成するステップと、

該少なくとも1つの流体を該マイクロ流体構造の該キャビティに導入するステップと

、

該実行可能命令のセットを実行して、駆動信号のセットを生成するステップと、

前記駆動信号を該薄膜トランジスタに印加するステップと、

該薄膜トランジスタを介して電位を該駆動電極に選択的に印加して、該駆動電極の少なくとも1つから該流体を該駆動電極のもう1つに移動させるステップと

30

を包含する、方法。

【請求項38】

標準的な、変更されていない動画ソフトウェアパッケージを用いて、動画シーケンスに対応する実行可能命令のセットを生成するステップは、該標準的な、変更されていない動画ソフトウェアパッケージのグラフィカルユーザインターフェースから動画コマンドを選択するステップを包含する、請求項37に記載の方法。

【請求項39】

前記駆動電極のアレイは、2次元マトリクスアレイであり、標準的な、変更されていない動画パッケージを用いて動画シーケンスに対応する実行可能命令のセットを生成するステップは、

40

該標準的な、変更されていない動画パッケージのグラフィカルユーザインターフェースから動画コマンドを手動で選択するステップと、

該駆動電極の2次元マトリクスアレイにおける該駆動電極ごとにそれぞれの駆動信号を各フレーム周期に1回、自動的に生成するステップと

を包含する、請求項37に記載の方法。

【請求項40】

前記マイクロ流体構造の前記薄膜トランジスタに前記駆動信号を印加する前に、該駆動信号をアクティブマトリクスディスプレイに提供して、前記動画シーケンスを該アクティブマトリクスディスプレイ上に表示するステップをさらに包含する、請求項37に記載の方法。

50

【請求項 4 1】

前記マイクロ流体構造の前記薄膜トランジスタに前記駆動信号を印加する前に、該駆動信号を変更されていない形態でアクティブマトリクスディスプレイに提供して、前記動画シーケンスを該アクティブマトリクスディスプレイ上に表示するステップをさらに包含する、請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 2】

前記駆動信号をアクティブマトリクスディスプレイに提供して、前記マイクロ流体構造の前記薄膜トランジスタに該駆動信号を印加する前記ステップとほぼ同時に、前記動画シーケンスをアクティブマトリクスディスプレイ上に表示するステップをさらに包含する、請求項 3 7 に記載の方法。

10

【請求項 4 3】

前記駆動信号を変更されていない形態でアクティブマトリクスディスプレイに提供して、前記マイクロ流体構造の前記薄膜トランジスタに該駆動信号を印加する前記ステップとほぼ同時に、前記動画シーケンスをアクティブマトリクスディスプレイ上に表示するステップをさらに包含する、請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 4】

マイクロ流体構造を形成する方法であって、該方法は、

第 1 のプレートを提供するステップと、

第 2 のプレートを提供するステップと、

該第 2 のプレートを該第 1 のプレートから間隔を空けて配置し、該第 1 のキャビティと該第 2 のキャビティとの間に少なくとも 1 つのキャビティを生成するステップと、

20

駆動電極のアレイと、該第 1 のプレートの少なくとも一部分の上に位置する薄膜トランジスタのアレイとに、該駆動電極を制御するために電氣的に接続された該薄膜トランジスタを形成するステップと、

該マイクロ流体構造の外部と該キャビティとの間にポートを提供するステップと、
を包含する、方法。

【請求項 4 5】

前記マイクロ流体構造の使用中に、前記ポートを通る流体の流れを制御するためのバルブを提供するステップをさらに包含する、請求項 4 4 に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記駆動電極のアレイの上に位置する第 1 の流体のコンパティビリティコーティングを形成するステップをさらに包含する、請求項 4 4 に記載の方法。

30

【請求項 4 7】

前記駆動電極のアレイの上に位置する第 1 の疎水性コーティングを形成するステップであって、該第 1 の疎水性コーティングは、前記キャビティの少なくとも 1 つの表面の少なくとも 1 部分を形成する、ステップと、

前記第 2 のプレートの上に位置する第 2 の疎水性コーティングを形成するステップであって、該疎水性コーティングは、該キャビティの少なくとも 1 つの表面の少なくとも一部分を形成する、ステップと

をさらに包含する、請求項 4 4 に記載の方法。

40

【請求項 4 8】

駆動電極のアレイと、前記第 1 のプレートの少なくとも一部分の上に位置する薄膜トランジスタのアレイとに、該駆動電極を形成するように電氣的に接続された該薄膜トランジスタを形成するステップであって、該ステップは、電極の 2 次元マトリクスアレイと、該駆動電極のそれぞれに電氣的に接続された薄膜トランジスタの 2 次元マトリクスアレイとを形成するステップを包含する、請求項 4 4 に記載の方法。

【請求項 4 9】

コンピュータに駆動電極の 2 次元マトリクスアレイと、該駆動電極の 2 次元マトリクスアレイの少なくとも一部分の上に位置する誘電体と、該駆動電極に接続された薄膜トランジスタのアレイとを有するマイクロ流体構造において流体を移動させるための命令を含む

50

コンピュータ読み出し可能媒体であって、

該駆動電極の２次元マトリクスアレイにおける駆動電極ごとに駆動信号のセットを生成するステップであって、該電極は、少なくとも１つの流体の所望の流路内の駆動電極と、該少なくとも１つの流体の所望の流路の外側の駆動電極とを含む、ステップと、

該薄膜トランジスタのアレイの該薄膜トランジスタに駆動信号のセットを印加するステップと、

該薄膜トランジスタに印加された該駆動信号のセットに応答して、該駆動電極に電位を印加するステップと、

該駆動電極のそれぞれの上に位置する該誘電体のそれぞれの部分にそれぞれの電位を印加して、該少なくとも１つの流体を該所望の流路に沿って、少なくとも１つの駆動電極から少なくとももう１つの駆動電極に移動させるステップと

10

によって流体を移動させる、コンピュータ読み出し可能媒体。

【請求項 5 0】

コントローラと、複数の位置フィードバックセンサと、選択的にアドレス指定可能な駆動電極のアレイを備えるマイクロ流体構造とを有するマイクロ流体システム動作させる方法であって、該方法は、

駆動信号を提供して、該駆動電極の選択されたものを駆動させるステップと、

該位置フィードバックセンサから位置フィードバック信号を受取るステップであって、該位置フィードバック信号は、該駆動電極に関して、少なくとも１つの流体ボディの実際の位置を表す、ステップと、

20

該位置フィードバック信号に応答して、該少なくとも１つの流体ボディの実際の位置の表現をアクティブマトリクスディスプレイ上に表示するステップと

を包含する、方法。

【請求項 5 1】

該位置フィードバックセンサから位置フィードバック信号を受信するステップであって、該位置フィードバック信号は、前記駆動電極に関して、少なくとも１つの流体ボディの実際の位置を表す、ステップは、容量を感知するセンサのアレイから信号を受信する、請求項 5 0 に記載の方法。

【請求項 5 2】

該位置フィードバックセンサから位置フィードバック信号を受信するステップであって、該位置フィードバック信号は、前記駆動電極に関して、少なくとも１つの流体ボディの実際の位置を表す、ステップは、イメージセンサのアレイから信号を受信する、請求項 5 0 に記載の方法。

30

【請求項 5 3】

前記少なくとも１つの流体ボディの所望の位置の表現を前記アクティブマトリクスディスプレイ上に表示するステップをさらに包含する、請求項 5 0 に記載の方法。

【請求項 5 4】

前記少なくとも１つの流体ボディの少なくとも１つの所望の流路の表現を前記アクティブマトリクスディスプレイ上に表示するステップをさらに包含する、請求項 5 0 に記載の方法。

40

【請求項 5 5】

コントローラと、複数の位置フィードバックセンサと、選択的にアドレス指定可能な駆動電極のアレイを備えるマイクロ流体構造とを有するマイクロ流体システムを動作させる方法であって、該方法は、

駆動信号を提供して、該駆動電極の選択されたものを駆動するステップと、

該位置フィードバックセンサから位置フィードバック信号を受信するステップであって、該位置フィードバック信号は、該駆動電極に関して、少なくとも１つの流体ボディの実際の位置を表す、ステップと、

少なくとも部分的に該位置フィードバック信号に基づいて、さらなる駆動信号を提供するステップと

50

を包含する、方法。

【請求項 56】

少なくとも部分的に該位置フィードバック信号に基づいて、さらなる駆動信号を提供するステップは、第2の流体ボディを移動させるためにさらなる駆動信号を提供する前に、第1の流体ボディを所望の位置に移動させるためのさらなる駆動信号を提供するステップを包含する、請求項55に記載の方法。

【請求項 57】

少なくとも部分的に該位置フィードバック信号に基づいて、さらなる駆動信号を提供するステップは、該位置フィードバック信号に応答して、駆動信号の次のセットを調整するステップを包含する、請求項55に記載の方法。

10

【請求項 58】

少なくとも部分的に該位置フィードバック信号に基づいて、さらなる駆動信号を提供するステップは、時間に関する少なくとも2つの流体ボディのそれぞれの実際の位置およびそれぞれの所望の位置に基づいて、駆動信号の次のセットを決定するステップを包含する、請求項55に記載の方法。

【請求項 59】

前記少なくとも1つの流体ボディの実際の位置と所望の位置との間の差を決定するステップであって、少なくとも部分的に前記位置フィードバック信号に基づいてさらなる駆動信号を提供するステップは、該決定された差を補償するステップを包含する、請求項55に記載の方法。

20

【請求項 60】

少なくとも部分的に前記位置フィードバック信号に基づいてさらなる駆動信号を提供するステップは、さらなる駆動信号を第1の流路に沿って駆動電極の第1のセットに提供して、第1の流路に沿って、第1の流体ボディの移動レートを調整するステップと、さらなる駆動信号を第2の流路に沿って駆動電極の第1のセットに提供して、第2の流路に沿って、第2の流体ボディの移動レートを調整するステップと

を包含する、請求項55に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

(発明の背景)

(発明の分野)

本開示は、概して、流体の操作、例えば、化学、生化学、細胞および/または生物学アッセイを実行する流体の操作に関し、より具体的には、電解質流体、例えば、薬剤および試薬等の反応物質を操作するエレクトロウェットティングに関する。

【背景技術】

【0002】

(関連技術の説明)

現在、製薬、応用ライフサイエンス、および医学診断用のマイクロな液体チップの開発を推進しているのは、(1)高価な試薬の保存、および廃棄処分問題を低減するためのサンプルボリュームの低減、および、(2)実験結果を取得するための試験所要時間の低減という2つの主要ファクタである。新しいプロセスおよびデバイス工学を通じて、時間にかかる準備手順およびプロトコルが自動化および/または省略され得る。これは、ラボオンチップ(lab-on-a-chip)システム、バイオチップ、および μ TAS(micro Total Analytical Systems)と関連したマイクロ流体を開発する背景にあるモチベーションであった。その結果、フォトリソグラフ、および他のボンディングおよびアセンブリ法を用いて、チャンネル内に微細化されたポンプ、バルブ、スプリッタ、ミキサ、および反応器用の複数の機械的設計がもたらされた。

40

【0003】

さらに、大規模なコンビナトリアル試験の実行が化学、生化学、および生物学の分野に

50

においてもますます必要とされている。あるタイプの大規模な組み合わせ試験は、マイクロアレイを採用する。各マイクロアレイは、スライドまたは「バイオチップ」に付与された数百または数千の液体のスポットからなる。各スポットは、例えば、特定のDNAセグメントを含み得る。マイクロアレイは、ピンを移動して、リザーバから適切な流体を吸い取って、流体の個々のスポットをスライド上に正確に配置するロボットを用いて生成される。ハードウェアは高価であり、スライドの製造は時間を要する。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0004】

(発明の簡単な要旨)

ある局面によると、アクティブマトリクス方式マイクロ流体プラットフォームは、例えば、駆動電極の2次元マトリクスアレイを用いて、諸部分を移動させることなく、薄膜トランジスタアクティブ(「TFT」)マトリクス液晶ディスプレイ技術を用いて化学、生化学、または生物学アッセイ用の流体の小さいサンプルを操作する。

【0005】

別の局面において、アクティブマトリクス方式マイクロ流体プラットフォームは、既成のアクティブマトリクスアドレス指定方式および/または市販の「既製の(off-the-shelf)」動画ソフトウェアを用いてアッセイプロトコルをプログラムし得る。

【0006】

さらなる局面において、フィードバックサブシステムは、マイクロ流体構造における流体の現在位置を決定し、例えば、アクティブマトリクスディスプレイ上に表示するための位置情報を提供し、および/またはマイクロ流体構造における1つ以上の流体ボディの動きを制御する。

【0007】

アクティブマトリクスマイクロ流体プラットフォームは、薬物スクリーニングアプリケーションを実行する製薬業界用の低コストかつ効率的な方法および装置を提供し得る。アクティブマトリクスマイクロ流体プラットフォームは、さらに、コンビナトリアルケミストリーアプリケーションを実行する化学業界用の低コストおよび効率的な方法および装置をさらに提供し得る。アクティブマトリクスマイクロ流体プラットフォームは、さらに、遺伝子発現マイクロアレイリサーチを実行するバイオサイエンス業界用の低コストおよび効率的な方法および装置を提供し得る。アクティブマトリクスマイクロ流体プラットフォームは、臨床診断バイオアッセイ用、およびさらなる「ラボオンチップ(lab-on-a-chip)」の応用につながる低コストおよび効率的な方法および装置をさらに提供し得る。

(図面のいくつかのビューの簡単な説明)

図面において、同じ参照符号は、同じ素子またはステップを示す。図面における素子のサイズおよび相対位置は、必ずしも縮尺どおりに描かれない。例えば、種々の素子の形状および角度は縮尺どおりでなく、これらの素子のいくつかは、図面の明瞭性を向上させるために任意に拡大および位置付けられる。さらに、示されるように、素子の特定の形状は、特定の素子の実際の形状に関する任意の情報を伝達することを意図せず、図面において認識し易いように選択されたにすぎない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

(発明の詳細な説明)

以下の記載において、本発明の種々の実施形態の細部にわたる理解を提供するために、ある特定の詳細が述べられる。しかしながら、当業者は、本発明がこれらの詳細なしに実用化され得ることを理解する。他の例において、アクティブマトリクスディスプレイにおいて用いられるようなマトリクスアレイ、薄膜トランジスタ、電圧源、マイクロプロセッサおよび/またはコンピューティングシステム等のコントローラ、フォトリソグラフィ、微細加工および動画ソフトウェアと関連した周知の構造は、本発明の実施形態の記載を不

10

20

30

40

50

必要に不明瞭にすることを回避するために、詳細には説明および記載されない。

【0009】

文脈が特に必要としない限り、以下の明細書および上記の請求項全体にわたって、「備える (comprise)」という単語、および、「備える (comprises)」および「備えている (comprising)」といった変形は、一般的な、包含的意味、すなわち、「含んでいる (including) と」解釈される「が、これに限定されない」と解釈される。

【0010】

本明細書中に提供される表題は、便宜的にすぎず、請求の範囲に記載されている発明の意味の範囲を解釈させるものではない。

10

【0011】

図1は、マイクロ流体構造12を含むマイクロ流体プラットフォーム11、およびマイクロ流体構造12を制御するために接続されたコンピューティングシステム14等のコントローラを有するマイクロ流体システム10を示す。マイクロ流体構造12は、マイクロ流体構造12の外部18と内部20との間に流体の伝達を提供するために、少なくとも1つのポート16aを備える。ポート16aは、マイクロ流体構造12の製造後および使用中にマイクロ流体構造12の内部20への1つ以上の流体22a、22bの付加および/または除去を可能にする。いくつかの実施形態において、マイクロ流体構造12は、別々の流入ポート16aおよび流出ポート16bを備える。マイクロ流体構造12は、さらに、それぞれのポート16a、16bを通る流体の流れを制御するために、1つ以上のバルブ24aおよび24bをさらに備え得る。

20

【0012】

マイクロ流体構造12は、駆動電極26のアレイを備える。図1に示されるある実施形態において、駆動電極26のアレイは、2次元マトリクスアレイの形態をとる。駆動電極26の2次元マトリクスは、流路を決定する専用のハードウェアなしに、流体が、エレクトロウエッティングを介して、マイクロ流体構造12上の任意の方向に移動することを可能にする。これは、流路を決定するハードウェアなしに、マイクロ流体構造12を介して使用の柔軟性を著しく向上させ、かつ、製造コストがあまりかからない。なぜなら、これは、アクティブマトリクスディスプレイ加工および制御の分野からの高度に発達した技術を使用することが可能だからである。別の実施形態において、駆動電極26のアレイは、流路を規定する特定のハードウェアを記載し、これにより、流体22a、22bは、所定の流路に沿ってのみ移動し得る。上述のように、流路を規定するハードウェアを用いるマイクロ流体構造12は、駆動電極26の2次元マトリクスアレイを用いる場合のようには有利になり得ないが、サンプル純度を維持すること、および/またはサンプル蒸発を回避する等、他の有利な点を達成し得る。

30

【0013】

マイクロ流体構造12は、駆動電極26を駆動するために、ロウ駆動回路28およびカラム駆動回路30をさらに備え得る。図1に示される実施形態において、ロウおよびカラム駆動回路28、30は、マイクロ流体構造12の一部として「オンチップ」で形成されるが、代替的实施形態において、ロウおよびカラム駆動回路28、30は、例えば、コンピューティングシステム14または個別の駆動コントローラ(図示せず)等のオフチップコントローラの一部として、チップから離して配置される。

40

【0014】

いくつかの実施形態において、マイクロ流体構造12は、さらに、駆動電極26のアレイから垂直方向に間隔を空けた、1つ以上のグランド電極32をさらに備え得る。グランド電極32は、流体22a、22bのボディにグランド電極を提供する。

【0015】

マイクロ流体構造12は、情報の視覚的表示と関連する高度に発達した技術、特に、フラットパネルディスプレイ市場を席巻するようになった薄膜トランジスタ(「TFT」)アクティブマトリクス液晶ディスプレイ(「LCD」)を利用し得る。例えば、既存の電

50

極（すなわち、画素）アドレス指定方式、フレームタイム、フレーム周期、表示形式（例えば、S X G A、U X G A、Q S X G A、．．．N T S C、P A L、およびS E C A M）、電極間隔およびサイズ、透明な酸化錫インジウム（「I T O」）のグラウンド電極32としての使用、印加された電位の大きさおよび交互する符号、層の電極と配向との間のギャップ幅は、すべて、マイクロ流体構造12に適切である。従って、本発明は、エレクトロウエットリング小滴制御物理学を介して、流体小滴の動きを制御するために、製造技術を含む既存のアクティブマトリクスLCD技術、および、市販のビデオ生成または編集ソフトウェアを含む動画ソフトウェアを利用して、マイクロ流体プラットフォーム10を開発し得る。

【0016】

駆動電極26のアレイおよび/またはグラウンド電極32のアレイは、流体22a、22bのサンプルまたはボディを操作し、化学、生化学、または細胞/生物学的アッセイを実行するように駆動される。流体22a、22bは、ピコリットルからマイクロリットルのサイズの範囲の電解液滴または小滴の形態であり得る。流体量は、アレイ26上の任意の位置に分割、組み合わせ、かつ配向され得る。流体ボディ22a、22bの動きは、エレクトロウエットリングによって開始および制御される。この現象は、液滴または小滴等の流体22a、22bのボディと、薄い固体の誘電体層（図3～図7に示される）によって流体22a、22bのボディから電氣的に絶縁される駆動電極26との間の電位が印加された結果である。これは、流体22a、22bと、誘電体層の表面との間の接触角を局所的に変更し、その結果、流体ボディ22a、22bの一方の側に優先的に付与され（p r e f e r e n t i a l a p p l i c a t i o n）、流体ボディ22a、22bの不均衡な力を表面に提供する。不均衡な値により、流体ボディ22a、22bを動かす。

【0017】

流体22a、22bのボディを任意に操作するためにエレクトロウエットリングを利用する電極26、32および薄膜技術の使用は、場合によっては画期的である。マイクロ流体構造12は、可動部分を必要としないが、小さい規模、すなわち毛細管力で存在する最も支配的な力を利用する。液体の連続ボリュームを利用するように設計されたマイクロ流体デバイスは、マイクロチャネルにおける（例えば、シリンジポンプまたは他の容積形ポンプの使用）バブルの存在によって妨害され得る。逆に、界面張力の使用は、散在した流体サンプルが送達、混合、反応、および検出される典型的なアッセイ要件と一致する。

【0018】

図2は、マイクロ流体システム10のある例示的实施形態の詳細な図である。

【0019】

コンピューティングシステム14は、プロセッサ34、システムメモリ36、種々のサブシステムと接続する矢印38によって表されるシステムバスアーキテクチャを備える。システムメモリ36は、読み出し専用メモリ（「R O M」）40、および/またはランダムアクセスメモリ（「R A M」）42、または、プロセッサ36によって実行するために命令およびデータを一時的に格納する他のダイナミック記憶装置を備え得る。

【0020】

コンピューティングシステム14は、通常、コンピュータ読み出し可能媒体から読み出し、および/またはこれに書き込むために、1つ以上のコンピュータ読み出し可能媒体ドライブを備える。例えば、ハードディスク46を読み出すためのハードディスクドライブ44、C D - R O MまたはD V D 50等の光ディスクを読み出すための光ディスクドライブおよび/またはフロッピー（登録商標）ディスク54等の磁気ディスクを読み出すための磁気ディスクドライブ52である。

【0021】

コンピューティングシステム14は、アクティブマトリクス56、キーボード58およびマウス60等の複数のユーザインターフェースデバイスを備える。ディスプレイアダプタまたはビデオインターフェース62は、アクティブマトリクスディスプレイ56をシステムバス38に接続し得る。インターフェース64は、キーボード58およびマウスをシ

10

20

30

40

50

ステムバス38に接続し得る。マウス60は、アクティブマトリクスディスプレイ56のスクリーン上に表示されたグラフィカルユーザインターフェース(「GUI」)相互通信するための1つ以上のユーザ選択可能ボタンを有し得る。コンピューティングシステム14は、サウンドカード(図示せず)およびスピーカ(図示せず)等のさらなるユーザインターフェースデバイスを備え得る。

【0022】

コンピューティングシステム14は、1つ以上の通信インターフェースをさらに備え得る。例えば、エクストラネット、イントラネット、またはインターネット等のローカルエリアネットワーク(「LAN」)70および/またはワイドエリアネットワーク(WAN)72を介して、あるいは、任意の他の通信チャンネルを介して双方向通信を提供するためのモデム66および/またはネットワーク68である。 10

【0023】

コンピューティングシステム14は、マイクロコンピュータまたはパーソナルコンピュータ、ミニコンピュータ、ワークステーション、またはパームトップまたはハンドヘルドコンピューティングアプライアンス等の種々の形態のいずれかをとり得る。プロセッサ34は、例えば、Pentium(登録商標)II、Pentium(登録商標)III、Pentium(登録商標)IV、AMD Athlon、Power PC603またはPower PC604プロセッサ等の任意の適切なマイクロプロセッサの形態をとり得る。コンピューティングシステム14は、本発明による使用のために適切である複数のコンピューティングシステムを示す。コンピューティングシステムの他の適切な構成は、 20
当業者に容易に明らかになり得る。他の構成は、特定のアプリケーションのために適切である、より多くのサブシステム、またはより少ないサブシステムを備え得る。例えば、適切なコンピューティングシステム14は、複数のプロセッサ34(すなわち、マルチプロセッサシステム)および/またはキャッシュメモリを備え得る。矢印38は、サブシステムをリンクするために利用される任意の相互接続スキーマを示す。他の適切な相互接続スキーマは、当業者に容易に明らかになる。例えば、ローカルバスは、プロセッサ34をシステムメモリ36およびディスプレイアダプタ62に接続するために利用され得る。

【0024】

コンピューティングシステム14のシステムメモリ36は、示された実施形態を実現するために、プロセッサ34によって実行するための命令およびデータを含む。例えば、シ 30
ステムメモリ36は、コンピューティングシステム14を動作させる命令およびデータを提供するオペレーティングシステム(「OS」)74を備える。OS74は、Washington州、RedmondのMicrosoft Corporationから販売されるWINDOWS(登録商標)95、WINDOWS(登録商標)98、WINDOWS(登録商標)NT4.0および/またはWINDOWS(登録商標)2000等の従来のオペレーティングシステムの形態をとり得る。OS74は、当該分野で慣例的な、コンピューティングシステム14の種々のサブシステムおよび周辺機器とインターフェースするためのアプリケーションプログラミングインターフェース(「API」)(図示せず)を備え得る。例えば、OS74は、アクティブマトリクスディスプレイ56、キーボード58、ウィンドウイング、サウンドおよび通信サブシステムとインターフェースするた 40
めにAPI(図示せず)を備え得る。

【0025】

コンピューティングシステム14のシステムメモリ36は、LAN70、WANまたはインターネット72等の、ネットワーク上のワイヤドおよび/またはワイヤレス通信のさらなる通信またはネットワークソフトウェア(図示せず)をさらに備え得る。例えば、 50
コンピューティングシステム14は、標準的プロトコル(例えば、Transmission Control Protocol/Internet Protocol(TCP/IP)、User Datagram Protocol(UDP))を用いる、インターネット72のWorld Wide Web部分を横断して通信するために、Webクライアントまたはブラウザ76を備え得る。America Onlineから販売

される NETSCAPE NAVIGATOR、および Washington 州、Redmond の Microsoft から販売される INTERNET EXPLORER 等の複数の Web ブラウザが市販されている。

【0026】

後述されるように、マイクロ流体プラットフォームの動作、および、そこから情報を提供するために、コンピューティングシステム 14 のシステムメモリ 36 は、さらに、アプリケーションプログラム 78、他のプログラム、およびモジュール 80 およびプログラムデータ 82 の形態で命令および/またはデータを含み得る。命令は、例えば、ROM 40 内のシステムメモリにプリロードされ得るか、または、媒体ドライブ 44、48、52 の 1 つを介して他のコンピュータ読み出し可能媒体 46、50、54 からプリロードされ得る。

10

【0027】

さらに示されるように、マイクロ流体プラットフォーム 10 は、コンピューティングシステム 14 と、フィードバックサブシステム 86、ロウドライバ 28 およびカラムドライバ 30 等のマイクロ流体プラットフォームの種々のサブシステムとの間に通信を提供するためのインターフェース 84 を備える。マイクロ流体プラットフォームは、さらに、コンピューティングシステム 14 により、ロウおよびカラムドライバ 28、30 に供給される駆動命令に従って、駆動電極 26 および/またはグランド電極 32 に電位を提供するために 1 つ以上の電圧源 88 を備える。マイクロ流体構造 12 の部分として示されるが、いくつかの実施形態において、電圧源 88 は、別個のコンポーネントであり、マイクロ流体プラットフォーム 10 に、および/またはマイクロ流体構造 12 に電氣的に接続され得る。

20

【0028】

図 3 は、単一のアドレス指定可能素子（すなわち、画素）に対応するマイクロ流体構造 12 の一部分の断面を示す。

【0029】

マイクロ流体構造 12 は、第 1 および第 2 の基板 102、104 であって、内部またはキャピティ 106 を間に形成するために間隔を空けて離れる第 1 および第 2 の基板 102、104 と、その外側に外部 108 とを備える。基板 102、104 は、ガラスプレートの形態をとり得、かつ、ナトリウム遮断膜 110a ~ 110d をそれぞれのき番プレートの対向面上に備え得る。ナトリウム遮断膜は、例えば、Sierra Therm 5500 シリーズ APCVD システムを用いて、焼結を介してか、または、常圧化学気層成長（「APCVD」）を介して基板に付与され得る。

30

【0030】

ナトリウムバリア 110b を第 1 の基板 102 の内面上に重ねてゲート絶縁体 112 が形成され得る。駆動電極 26 のアレイは、ゲート絶縁体層 112 上に形成される。駆動電極 26 は、透明であり得、例えば、透明な ITO で形成されている。トランジスタ 114 のアレイ（図 3 には 1 つのみが示される）が、さらに、ゲート絶縁体層 112 上に形成され得る。トランジスタ 114 は、駆動電極 26 を制御するために、これらのいくつかに電氣的に接続される。トランジスタ 114 は、周知の薄膜加工プロセスを介して形成される薄膜トランジスタであり得る。誘電体層 116 は、駆動電極 26 およびトランジスタ 114 を介して形成されて、駆動電極 26 と、流体 22a、22b のボディとの間に適切な誘電キャパシタンスを提供する。誘電体層 116 は、適正なキャパシタンスを提供するために十分な薄さであるが、短絡を引き起こし得るピンホールはまだ有すべきでない。

40

【0031】

1 つ以上のグランド電極 32 が、例えば、ナトリウム遮蔽膜 110d 上に形成される第 2 のガラス基板 104 を第 2 の基板 104 の内面上に重ね得る。グランド電極 32 は、透明であり、例えば、透明の ITO で形成され得る。これは、マイクロ流体の動作を視覚的に検査することを可能にし、これは、後述されるように、フィードバックサブシステム 86 の少なくとも 1 つの実施形態で有利に用いられ得る。

【0032】

50

マイクロ流体構造 1 2 は、キャピティ 1 0 6 の少なくとも一部分を形成する、少なくとも 1 つの流体のコンパティビリティ層 1 1 8 を備え得る。流体のコンパティビリティ層 1 1 8 は、流体のコンパティビリティ材料、すなわち、流体または当該のアッセイのために適切な物理化学的特性を有する材料で形成される。例えば、選択された流体のコンパティビリティ材料は、化学溶液が流体のコンパティビリティ層 1 1 8 と反応することを防止するために適切な疎水性を有する。この観点から、LCD システムにおいて用いられるポリイミドコーティングの使用が当該のアッセイのために有用である見込みはない。テフロン（登録商標）または他の疎水性コーティングは、おそらく、必要とされる。流体のコンパティビリティ材料は、1 つ以上の、例えば、流体のコンパティビリティ層 1 1 8 a が誘電体層 1 1 6 によって駆動電極 2 6 から間隔が空けられるといったように、介在する層によって電極 2 6、3 2 から間隔が空けられ得る。あるいは、電極 2 6、3 2 は、流体のコンパティビリティ層 1 1 8 b が図 3 におけるグラウンド電極 3 2 を直接コーティングするといったように、流体のコンパティビリティ材料で直接コーティングされ得る。さらなる代替例では、マイクロ流体構造 1 2 は、流体のコンパティビリティ層 1 1 8 a を省略し得、ここで、誘電体層 1 1 6 は、疎水性など、適切な流体のコンパティビリティ特性を有する。

10

20

30

40

50

【0033】

LCD ディスプレイの製造において、TFT / 電極プレートおよびITO / カラーフィルタプレートは、スペーサとエポキシ接合される。液晶材料でギャップを充填するために真空が用いられ、エポキシプラグは、周囲から液晶材料をシールする。上述のように、マイクロ流体構造 1 2 は、ボンディングステップの間、基板のエッジにて挿入され得る複数の流体インレットおよびアウトレットポート 1 6 a、1 6 b それぞれを備える（図 1）。複数のポート設計が用いられ得、かつ、製造プロセスが完了した後、例えば、エンドユーザによって用いられる前または間にポート 1 6 a、1 6 b を通って流体 2 2 a、2 2 b の流れを制御する隔壁、毛細管、または、他のバルブ等の、別個、または一体化されて形成されたバルブ 2 4 a、2 4 b を備え得る。マイクロ流体構造 1 2 は、さらに、例えば、空気またはその他の不混和性流体等の不混和性流体 1 2 1 を含み得る。マイクロ流体構造 1 2 は、さらに、湿度制御を取り入れ得る。なぜなら、飽和に近い状態が用いられない場合、流体のボディ（すなわち、小滴）2 2 a、2 2 b は急速に蒸発するからである。あるいは、または、さらに、湿度を慎重に制御するのではなく、蒸発を防止するために、空気の代わりに別の流体 1 2 1 が用いられ得る。

【0034】

従って、マイクロ流体構造 1 2 を達成するための LCD 設計への原理的変更は、(1) 通常、ディスプレイに存在する液晶材料の省略、(2) ディスプレイのために用いられるポリイミド配向層の代わりに、誘電キャパシタンス、化学的防護、および疎水性を当該のサンプルに提供するための適切な層の配置、(3) 他のカラーフィルタまたは偏光膜を必要としない、透明な ITO 電極のすぐ上への保護オーバーコート配置、および / または (4) 空気または他の不混和性流体によって包囲される流体 2 2 a、2 2 b の個々のボディの、液晶材料が通常ディスプレイに存在する領域への配置または除去を可能にする 1 つ以上のポートおよび / または値を包含する。

【0035】

図 4 は、マイクロ流体構造 1 2 の第 1 の代替的实施形態を示し、ここで、トランジスタは、駆動電極 2 6 の平面内に形成され、誘電体層 1 1 6 は、図 3 に示される誘電体層 1 1 6 よりも薄い。従って、図 3 の実施形態は、トランジスタから間隔を空けた駆動電極 2 6 におけるよりも、トランジスタ 1 1 4 における異なったエレクトロウエッティング力を有し、図 4 の実施形態は、より均一なエレクトロウエッティング力が可能になる。より薄い誘電層 1 1 6 は、接触角度のより大きい変化を提供し、流体 2 2 a、2 2 b のボディのより容易な移動を可能にする。他の置換が可能である一方で、実質的にフラットな表面 1 1 8 a を維持して、不利に衝撃的な流体移動を回避することが望ましい。

【0036】

図 5 は、グラウンド電極 3 2、ならびに、第 2 のプレート 1 0 4 および関連したナトリウ

ム遮断膜 110c、110dを省略したマイクロ流体構造 12の、第2の代替的实施形態を示す。第2のプレート104、グランド電極32、および関連した遮断膜110c、110dの省略は、マイクロ流体構造12が既存のロボティック、インクジェットプリンタ、およびDNAマイクロアレイ印刷技術と一緒にすることを可能にする。図5の実施形態において、急速な蒸発を回避することへの特別の注意が必要とされ得る。流体22a、22bのボディは、基板102によって支持されるグランド線「グランド線」とのコンタクトを介してグランド接続され得るか、または、流体22a、22bのボディの電位が、浮動することが可能になり得る。このような場合、駆動電圧の極性が交互になる誘電体116を通る任意の漏れがグランドに対して平均化される。

【0037】

図6および図7は、マイクロ流体構造12における駆動電極26およびTFトランジスタ114、ならびに、トランジスタ114のそれぞれのゲートおよびソース(図6および図7に示されない)に接続された複数のゲート線119aおよびソース線119b(すなわち、ロウおよびカラム線)の配置を示す。流体のコンパティビリティ層118aは、図示を明瞭にするために、図5および図6から省略されている。図7は、さらに、基板102、104それぞれの上に位置する流体のコンパティビリティ層118aと118bとの間のキャビティにおいて受取られた流体ボディ22のジオメトリをさらに示す。流体ボディ22a、22bは、駆動電極26のそれぞれの上に位置する誘電体層116の異なった部分に印加されるそれぞれの電位を変更することによって流路に沿って移動され得る。

【0038】

図8A~図8Eは、図3~図5のマイクロ流体構造12を製作する例示的方法を順番に示す。簡潔にするために、種々の層を形成するための複数の介在する堆積、マスキング、およびエッチングステップは示されないが、シリコンチップの製作、特に、TFの製作の分野における当業者には容易に明らかになる。

【0039】

特に、図8Aは、トランジスタ114のゲートを形成するための堆積、マスキング、およびエッチングの後のガラス基板102上のゲート金属層120を示す。ナトリウム遮断層110bは、明瞭にするために図から省略される。図8Bは、ゲート絶縁層112、および多結晶シリコン層122、および正のドーピングされた多結晶シリコン層124の堆積を示す。図8Cは、トランジスタ114のソース126aおよびドレイン126b、ならびにソース/ドレイン金属層122にエッチングされたトレンチ128、ならびにゲート130を形成するためにゲート金属層120上でドーピングされた多結晶シリコン層124の堆積を示す。図8Dは、通常、少なくとも、堆積、マスキング、およびエッチングステップを包含する駆動電極26の形成を示す。図8Eは、駆動電極アレイ26の上に位置する誘電体層116、とトランジスタアレイ114と、誘電体層116の上に位置する流体のコンパティビリティ層118aとの形成を示す。

【0040】

図9は、例えば、CCDセンサアレイまたはカメラ132の形態のビジュアルフィールドバックセンサを用いるフィールドバックサブシステム86の第1の実施形態を示す。ビジュアルフィールドバックセンサは、電荷接続デバイス(「CCD」)、Vidicon、Plumbicon等の感光性センサの1次元または2次元アレイ等、ならびに、静止画像またはビデオ画像データをキャプチャするように構成されている感光性センサの1次元または2次元アレイを含むが、これらに限定されない、感光性デバイスの変形のいずれかをとり得る。

【0041】

CCDセンサアレイまたはカメラ132は、透明な電極32を通してビジュアルキャプチャイメージに配向される。イメージデータ134は、解析および/または表示のためにコンピューティングシステム14に供給される。イメージデータは、さらに処理されることなく、アクティブマトリクスディスプレイ56上に表示するための適切な形態であり得る。従って、流体22a、22bのボディの現在の動きのライブ、または遅延された表示

10

20

30

40

50

が提供され得る。適切なイメージ処理ソフトウェア（例えば、アプリケーションプログラム 78）は、コンピューティングシステム 14 のシステムメモリ 36 にロードされ、画像データ（例えば、プログラムデータ 86）を処理し、かつ、一連の時間間隔でマイクロ流体構造 12 における流体 22 a、22 b の各ボディの位置を識別し得る。位置情報は、流体 22 a、22 b のボディの動画化された表示を提供し、および/または、より詳細に後述されるように、マイクロ流体構造 12 の駆動電極 26 を駆動信号 136 を介して制御するために処理され得る。

【0042】

図 10 は、位置検出センサ 138 と、ロウおよびカラム検出回路 140、142 とのセットをそれぞれ用いるフィードバックシステム 86 の第 2 の実施形態を示す。位置検出センサ 138 は、圧力感知、抵抗率感知、または容量を感知し得る。

10

【0043】

流体 22 a、22 b（例えば、液滴または小滴）のボディの位置を検出するある方法は、隣接し合うセンサ電極間の抵抗を測定するステップを包含する。センサ電極が流体ボディ 22 a、22 b と電気的に接触している場合、流体 22 a、22 b のボディが両方のセンサ電極と接触しているならば、1つのセンサ電極への電圧パルスの印加が隣接するセンサ電極によって検出され得る。流体 22 a、22 b のボディが両方のセンサ電極と接触していない場合、電極 I 間の空気/不混和性流体の抵抗は、パルスが検出され得るには過剰に大きい。

【0044】

フィードバックサブシステム 86 は、センサ電極 140 のロウを活性化し、その後、センサ電極 142 の 1つのカラムの電位を一度にパルシングすることによってセンサ電極の TFT アレイを用い得る。すべてのロウおよびカラムにわたってラスタ走査することによって、流体 22 a、22 b のボディの現在位置を視覚的に示し、および/または、駆動電極 26 を制御するためにフィードバック信号を提供して、流体 22 a、22 b のボディの動きを調節するために、流体 22 a、22 b のボディを表すデータがアクティブマトリクスディスプレイ 56 に提供され得る。より一般的には、任意のセンサシステムについて、ロウおよびカラム検出回路 140、142 は、位置検出センサ 138 から電気信号を受取り、かつ、位置情報 144 をコンピューティングシステム 14 に提供して、マイクロ流体構造 12 における流体 22 a、22 b の 1つ以上のボディの位置を識別する。適切なロウおよびカラム検出回路 140、142 は、Edwards による、米国特許第 5,194,862 号（1993 年 3 月 16 日発行）に開示される。適切な処理ソフトウェア（例えば、アプリケーションプログラム 78）は、流体 22 a、22 b のボディの動画化されたディスプレイを提供し、および/または、より詳細に後述されるように、駆動信号 136 を介してコンピューティングシステム 14 のシステムメモリ 36 にロードされ得る。

20

30

【0045】

オープンプラットフォームとして、マイクロ流体システム 10 は、ソフトウェアの使用を通じてプロトコルの再構成が各電極 26、32 の電位を規定し、これにより、流体 22 a、22 b の個々のボディの動きを制御することを可能にする。特定のアクセイのプロトコルは、例えば、「動画」を生成するためのビデオ編集ソフトウェア等の市販の既製のソフトウェアを用いて、小滴エッジに隣接する電極 26、30 を連続的に充電し、これにより動きが起こるように制御され得る。少なくとも 2つの駆動電極 26 の上に位置する誘電体層 116 の特定の部分の被覆を可能にする長手方向の寸法（すなわち、液体/固体インターフェースの平面における寸法）を有する流体ボディ 22 a、22 b は、（1）フラットパネルディスプレイにすでに存在する電極電位に対する 8ビット制御で電極をアドレス指定するステップと、（2）1つのディスプレイ画素の赤色、緑色、および青色と関連した 3つのディスプレイカラムを制御して、ディスプレイ電極をアドレス指定し、これにより、マイクロ流体制御は、ディスプレイピクセル密度が 3 というファクタの増加で提供され得る。（例えば、SXGA フォーマットの場合、1280 × 1024 × 3）

40

マイクロ流体構造 12 は、TFT AMLCD 技術および/または電極アドレス指定を

50

用い得、従って、市販の動画ソフトウェア（例えば、アプリケーションプログラム78）を用い得る。1つまたは2つの駆動電極26よりも大きい直径の液滴を制御するために複数のドライブ電極26のアレイを使用することは、これまで方向されていないが、マイクロ流体構造12は、例えば、大きい液滴を2つ以上のより小さい液滴に入れる等、より大きい液滴を操作するために、複数の駆動電極26を利用し得る。特に、流体ボディ22a、22bによって覆われる領域（すなわち、エレクトロウェッティングされた領域）に対する少なくとも2つの駆動電極の比率は、流体ボディ22a、22bを2つの流体ボディに分解することを可能にする。流体ボディ22a、22bによって覆われる領域に対する少なくとも3つの駆動電極26の比率は、流体ボディ22a、22bの特に有効な微粒子制御を可能にする。

10

【0046】

市販の動画ソフトウェアがプロトコルを生成するために用いられ得る一方で、これは、いくつかの場合に、ロバストな小滴制御を保証するため、特に、表面張力が小滴エッジの周囲でわずかに変化するいくつかの小滴分解プロセスのためにトライアルおよびエラープログラムを必要とする。上述のように、小滴の位置を検出するため、および、閉ループフィードバック制御を介してロバストな小滴制御を保証するために、フィードバックサブシステム86が組み込まれ得る。これは、可変の物理特性を有するサンプルを有するユーザにとって有益であることを明らかにする。なぜなら、単一の制御アルゴリズムは、すべてのサンプルに適するというわけではないからである。閉ループフィードバック（すなわち、リアルタイムコントロール）内で動画を生成して、小滴の位置を検証および方向付けるようにカスタマイズされたソフトウェアは、システムが広く受け入れられているので、マイクロ流体システム10プラットフォームの主要な特徴であることが明らかになり得る。

20

【0047】

図11は、マイクロ流体システム12を動作させる方法200を示す。ステップ202において、エンドユーザは、動画ソフトウェアプログラムまたはパッケージのユーザインターフェイスを用いて、実行可能な動画を生成する。いくつかの実施形態において、動画ソフトウェアは、標準的な、変更されていない市販の、アクティブマトリクスディスプレイ上で表示するための動画またはビデオを生成するために適切な動画ソフトウェアであり得る。動画ソフトウェアは、任意のコンピュータ読み出し可能媒体46、50、54（図2）に格納され得、かつ、コンピューティングシステム14（図1）上か、または、その他のコンピューティングシステム（図示せず）上で実行され得る。

30

【0048】

動作204において、コンピューティングシステム14は、動画ファイルを実行する。これに回答して、コンピュータシステム14は、動作206において、ロウおよびカラムドライバ28、30（図1）によってトランジスタ114（図3）に駆動信号を提供する。動作208において、トランジスタ114は、1つ以上の電圧源88に駆動電極26を選択的に接続する。これに回答して、動作210において、それぞれの電位が、誘電体層116のそれぞれの部分に連続的に印加され、流体ボディ22a、22bを駆動電極26から駆動電極26に移動させる。

【0049】

図12は、マイクロ流体システム12を動作させるさらなる方法230を示す。動作232において、位置フィードバックセンサは、流体22a、22bの1つ以上のボディの実際の位置を感知する。動作234において、位置フィードバックセンサは、位置フィードバック信号を生成する。動作236において、コンピューティングシステム14は、位置フィードバック信号を受信する。動作238において、コンピューティングシステム14の処理ユニット34は、位置フィードバック信号をアクティブマトリクスディスプレイ56に提供する。いくつかの実施形態において、例えば、位置検出センサ138のアクティブマトリクスによって位置フィードバック信号が提供される場合に、位置フィードバック信号がアクティブマトリクスディスプレイ56を駆動するための変更または事前処理を必要としない。他の実施形態において、位置フィードバック信号は、例えば、フィードバ

40

50

ック信号がカメラ 1 3 2 等のイメージセンサのアレイによって提供される場合に事前処理を必要とし得る。動作 2 4 0 は、動作 2 4 2 と一緒に実行され、実際および所望の位置および/または流路を同時に表示し得る。

【0050】

動作 2 4 0 において、アクティブマトリクスディスプレイ 5 6 は、1 つ以上の流体ボディ 2 2 a、2 2 b の実際の位置および/または流路を表示する。動作 2 4 2 において、コンピューティングシステム 1 4 の処理ユニット 3 4 は、実行可能動画ファイルを用いて、アクティブマトリクスディスプレイ 5 6 を駆動して、1 つ以上の流体のボディ 2 2 a、2 2 b の所望の位置および/または所望の流路を表示する。いくつかの実施形態において、実行可能動画ファイルは、例えば、実行可能動画ファイルが標準的動画ソフトウェアで生成された場合に、アクティブマトリクスディスプレイ 5 6 を駆動するための変更および事前処理を必要としない。

10

【0051】

図 1 3 は、マイクロ流体システム 1 2 を動作させるさらなる方法 2 5 0 を示す。特に、マイクロ流体システム 1 0 は、位置フィードバックに基づいて、マイクロ流体システム 1 0 の動作を調整するために、位置フィードバックサブシステム 8 6 を用いる。例えば、動作 2 5 2 において、コンピューティングシステム 1 4 は、実際の位置と所望の位置との間の差を決定する。動作 2 5 4 において、コンピューティングシステム 1 4 は、決定された差に基づいて、駆動信号の次のセットを調整する。例えば、コンピューティングシステム 1 4 は、いくつかの信号を遅延するか、または、1 つ以上の流路に沿う電極 2 6、3 2 の動作の周波数を変更し得る。動作 2 5 6 において、コンピューティングシステム 1 4 は、調整された駆動信号の次のセットをトランジスタ 1 1 4 に提供して、駆動電極 2 6 を駆動し、予め決定された流路からの流体 2 2 a、2 2 b の 1 つ以上のボディの動きを調整する。従って、コンピューティングシステム 1 4 は、マイクロ流体構造 1 2 の物理的構造の不均一性 (*inconsistencies*) (例えば、駆動電極 2 6、トランジスタ 1 1 4 および/または流体コンパティビリティ層 1 1 8 にわたる差)、ならびに/あるいは、流体ボディ 2 2 a、2 2 b の異なった特性、ならびに/あるいは、任意の他の予想外か、または動作パラメータを推定することが困難な特性を補償し得る。

20

【0052】

図 1 4 は、マイクロ流体システム 1 2 を動作させるさらなる方法 2 6 0 を示す。動作 2 6 2 において、コンピューティングシステム 1 4 は、受信された位置フィードバック信号を実行可能な動画ファイルに変換する。動作 2 6 4 において、処理ユニット 3 4 は、変換された実行可能動画ファイルにより、アクティブマトリクスディスプレイ 5 6 を駆動して、流体 2 2 a、2 2 b の 1 つ以上のボディの現在の流路の動画を表示する。

30

【0053】

当業者に明らかであるように、上述の方法は、相互に使用され得、かつ、他のステップが変更され得る。例えば、方法 2 6 0 は、方法 2 3 0 の動作 2 4 0 において表示されるべき実際の流路の動画を生成し得る。さらに、例えば、方法 2 5 0 は、方法 2 6 0 と組み合わされて、駆動信号の調整された次のセットをトランジスタ 1 1 4 に提供する前に、調整された位置および/または流路を表示し得る。上述の方法は、いくつかのステップを省略し得、他のステップを追加し得、かつ、示されたものとは異なった順序でステップを実行して本発明の利点を達し得る。

40

【0054】

図 1 5 は、上述の方法による、マイクロ流体構造 1 2 における流体 2 2 a、2 2 b の 2 つのボディそれぞれについての所望の流路 2 7 2、2 7 4、実際の流路 2 7 6、2 7 8、所望の位置 D_1 、 D_2 、および実際の位置 A_1 、 A_2 のセットの実際のマトリクスディスプレイ 5 6 (図 1 および図 2) のスクリーン上の表示 2 7 0 を示す。特に、流体 2 2 a のボディは、第 1 のポート 1 6 a を介して入り、所望の流路 2 7 2 に沿って出口ポート 1 6 b に方向付けられる。実際の流路 2 7 6 によって示されるように、流体 2 2 a のボディは、種々の理由のいずれかにより、所望の流路 2 7 2 から外れており、所与の時間に所望の

50

位置 D_1 にはではなく、実際の位置 A_1 にある。第2の流体ボディ22bは、第1の流体ボディ22aとポイント280で組み合わせられるように、ポート16cを介して入り、所望の流路274に沿って方向付けられる。実際の流路278によって示されるように、第2の流体ボディ22bは、方向付けられるように所望の流路274に従い、実際の位置 A_2 は、所望の位置 D_2 に対応する。コンピューティングシステム14は、駆動信号を適切に調整し、第1および/または第2の流体ボディ22a、22bの速度および/または方向を調整して、第1および第2の流体ボディ22a、22bがポイント280で組み合わせられることを保証し得る。これらの流体ボディは、さらなる反応物または他の分子成分を有してもよいし、有さなくてもよい。

【0055】

本明細書中に提供された詳細な記載の多くは、仮特許出願に記載され、ほとんどのさらなる材料は、そのような仮特許出願に提供される詳細な記載において固有であると当業者に認識されるか、または、仮特許出願に提供された詳細な説明に基づいて当業者に周知である。当業者は、本明細書中の詳細な記載に基づいて、ソースを容易に生成し得る。

【0056】

本発明のマイクロ流体システムおよび方法の特定の実施形態および実施例は、例示の目的で記載されるにすぎないが、当業者によって理解されるように、本発明の主旨および範囲から逸脱することなく、種々の等価の変更がなされ得る。本発明は、薄膜トランジスタアクティブマトリクス液体表示技術を利用して、パーツを移動させることなく科学、生化学、または生物化学アッセイの流体の小サンプルを操作し得る。プラットフォームは、既存のアクティブマトリクスアドレス指定方式、および、ビデオ編集ソフトウェア等の市販の既製の動画ソフトウェアを利用してアッセイプロトコルをプログラムする。本発明の本明細書中に提供された教示は、必ずしも、すでに一般的に記載された例示的アクティブマトリクスマイクロ流体プラットフォームでない他のマイクロ流体プラットフォームに適用され得る。上述の種々の実施形態は、さらなる実施形態を提供するために組み合わせられ得る。

【0057】

エレクトロウエットティングに関する他の教示は、G. BeniおよびM. A. Tennanによる「Dynamics of Electrowetting Displays」J. App. Phys., vol. 52, 6011~6015ページ(1981年)、V. G. Chigrinovによる「Liquid Crystal Devices, Physics and Applications」Artech House(1999年)、E. Luederによる「Liquid Crystal Displays, Addressing Schemes and Electro-Optical Effects」John Wiley & Sons(2001年)、M. G. Pollack、R. B. FairおよびA. Shenderovによる「Electrowetting-based actuation of liquid droplets for microfluidic applications」Appl. Phys. Lett., vol. 77, number 11, 1725~1726ページ(2000年)、ならびにP. YehおよびC. Guによる「Optics of Liquid Crystal Displays」John Wiley & Sons(1999年)を含む。

【0058】

本明細書に引用された、および/または、米国特許第60/333,621号(2001年11月26日出願)を含むが、これに限定されない出願のデータシート(Application Data Sheet)に列挙された上述の米国特許、米国特許出願公報、米国特許出願、海外の特許、海外の特許出願および非特許出願公報のすべては、参考のため、その全体が本明細書中に援用される。

【0059】

本発明に対する種々の変更が上述の記載に照らして行われ得る。一般に、用いられる用

10

20

30

40

50

語は、本明細書および請求項に開示された本発明を特定の実施形態に限定すると考えられるべきでなく、請求項により動作するすべてのマイクロ流体プラットフォームを含むと考えられるべきである。従って、本発明は、開示によって限定されないが、その範囲は、上記の請求項によって完全に決定されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】図1は、コンピューティングシステムの形態のコントローラを備えるマイクロ流体制御システムと、駆動電極、ロウおよびカラム駆動回路、およびグランド電極の2次元マトリクスアレイを備えるマイクロ流体構造を有するマイクロ流体プラットフォーム

【図2】図2は、図1のコンピューティングシステムおよびマイクロ流体プラットフォームの模式図である。 10

【図3】図3は、マイクロ流体構造のある例示的实施形態の断面図である。

【図4】図4は、トランジスタが駆動電極のプレートで形成に形成された、マイクロ流体構造の第1の代替的な例示的实施形態である。

【図5】図5は、基板およびグランド電極を省いた、マイクロ流体構造の第2の代替的な例示的实施形態である。

【図6】図6は、電極の2次元マトリクスアレイ、電極のそれぞれと電氣的に接続されたトランジスタのアレイ、ならびに、トランジスタを駆動するためのゲートおよびソースを示すマイクロ流体構造の斜視図である。

【図7】図7は、マイクロ流体構造のキャピティまたは内部に收容された流体のボディの1つのジオメトリをより完全に示すように、第2のプレートが持ち上げられている、図6のマイクロ流体構造の斜視図である。 20

【図8A】図8Aは、マイクロ流体構造を製作する際の連続的ステップの断面図である。

【図8B】図8Bは、マイクロ流体構造を製作する際の連続的ステップの断面図である。

【図8C】図8Cは、マイクロ流体構造を製作する際の連続的ステップの断面図である。

【図8D】図8Dは、マイクロ流体構造を製作する際の連続的ステップの断面図である。

【図8E】図8Eは、マイクロ流体構造を製作する際の連続的ステップの断面図である。

【図9】図9は、ビジュアルセンサのセットを用いるフィードバックサブシステムのある例示的实施形態を示すマイクロ流体システムの模式図である。

【図10】図10は、容量または抵抗を感知するセンサのセットを用いるフィードバックサブシステムの別の例示的实施形態を示すマイクロ流体システムの模式図である。 30

【図11】図11は、動画ソフトウェアを用いて動画実行可能ファイルを生成するステップを包含する、マイクロ流体システムを動作させるある例示的方法のフローチャートである。

【図12】図12は、位置フィードバックサブシステムを介して流体ボディの位置を決定するステップと、流体ボディの実際の位置および/または流路、あるいは、流体ボディの所望の位置および/または流路を表示するステップとを包含するマイクロ流体システムを動作させるさらなる方法のフローチャートである。

【図13】図13は、位置フィードバックサブシステムを用いて、位置フィードバックに基づいてマイクロ流体システムの動作を調整するステップを包含する、マイクロ流体システムを動作させるさらなる方法のフローチャートである。 40

【図14】図14は、位置フィードバックを位置フィードバックサブシステムから実際の流路の動画に変換するステップを包含する、マイクロ流体システムを動作させるさらなる方法のフローチャートである。

【図15】図15は、マイクロ流体構造における流体の2つのボディの所望の流路、実際の流路、所望の位置、および実際の位置のセットのアクティブマトリクスディスプレイ上のスクリーン表示の模式図である。

【 図 5 】

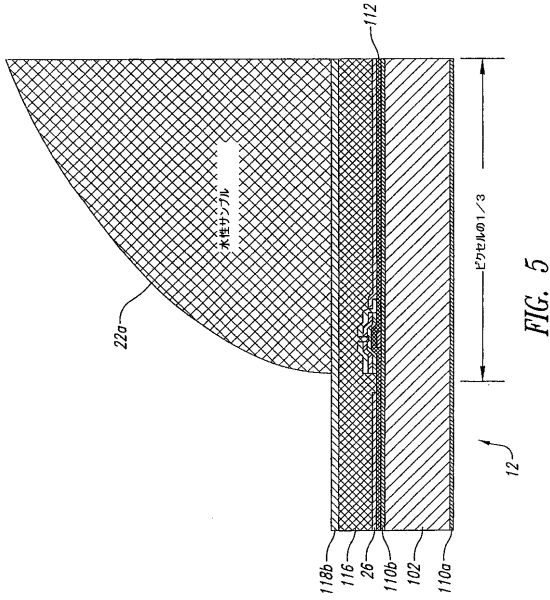


FIG. 5

【 図 6 】

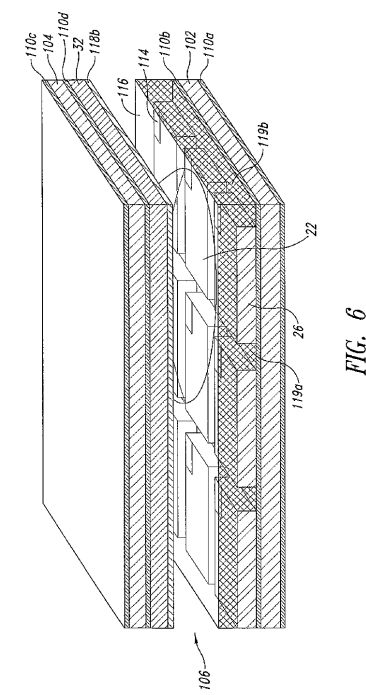


FIG. 6

【 図 7 】

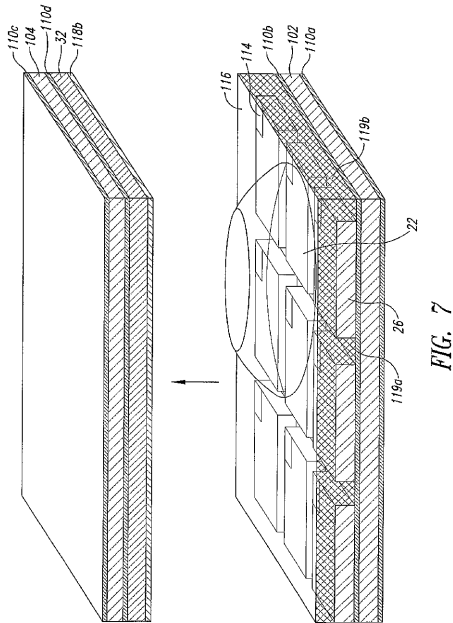


FIG. 7

【 図 8 B 】

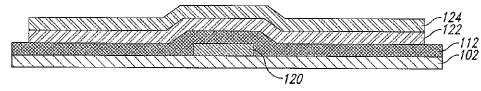


FIG. 8B

【 図 8 C 】

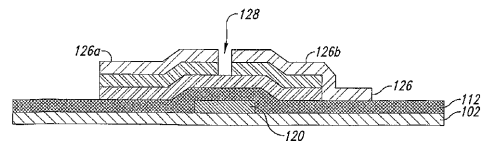


FIG. 8C

【 図 8 D 】

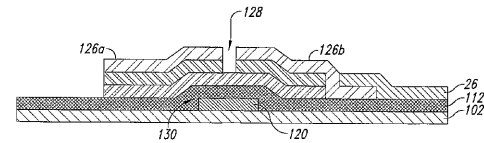


FIG. 8D

【 図 8 A 】

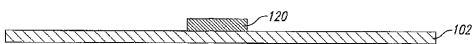


FIG. 8A

【図 8 E】

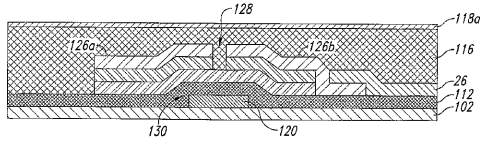


FIG. 8E

【図 9】

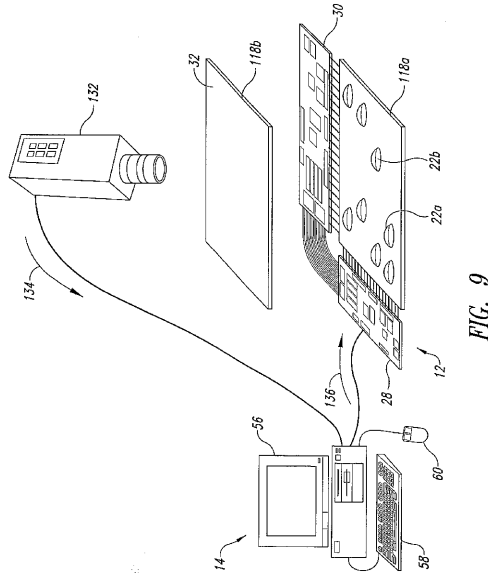


FIG. 9

【図 10】

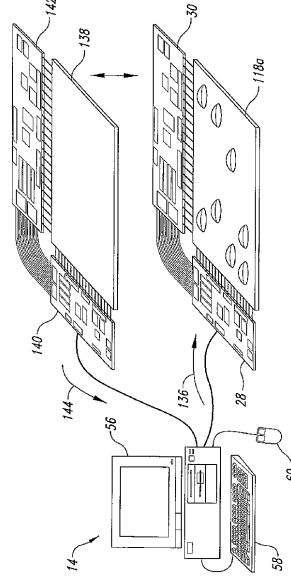


FIG. 10

【図 11】

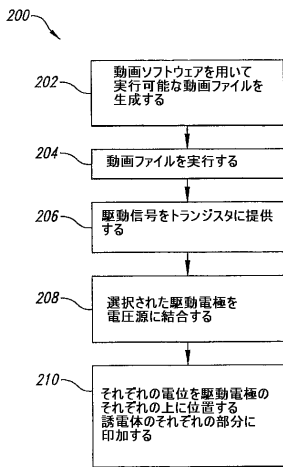


FIG. 11

【図 12】

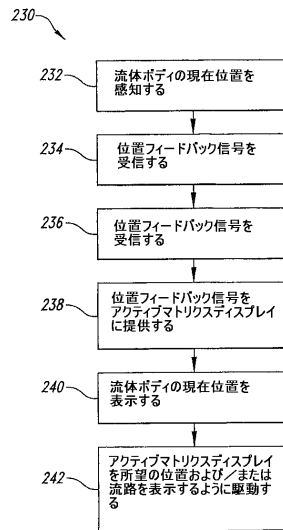


FIG. 12

【図13】

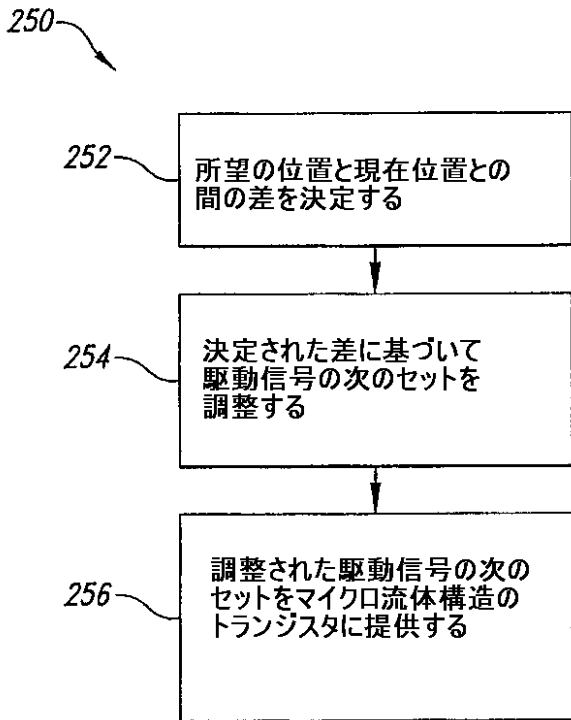


FIG. 13

【図14】

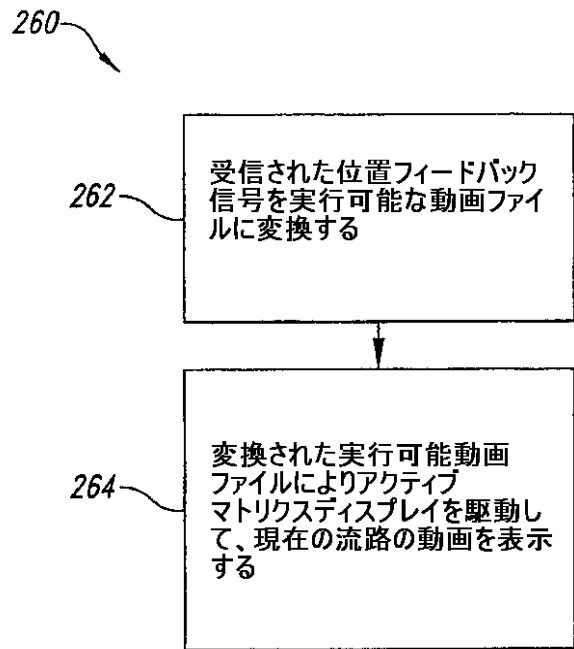


FIG. 14

【図15】

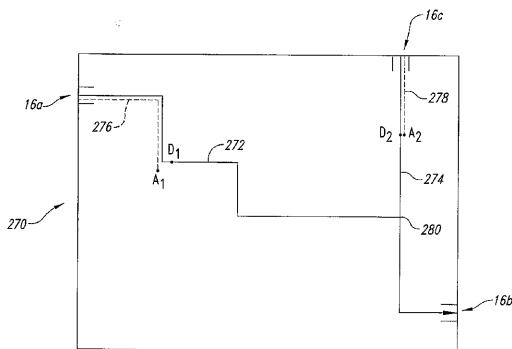


FIG. 15

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/US 02/38047
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B01L3/00 G02F1/00 F04B19/00 B03C5/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F04B B01L G02F G02B B03C G06F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2001/026935 A1 (ACKLEY DONALD E ET AL) 4 October 2001 (2001-10-04) paragraphs '0019!-'0021! paragraphs '0025!-'0040! paragraphs '0074!-'0134! figures 1A,1B,9,19 --- -/--	1-19, 34-49
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 13 August 2003		Date of mailing of the international search report 27 08 2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Tiede, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 02/38047

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JUNGHOOON LEE ET AL: "Addressable micro liquid handling by electric control of surface tension" PROCEEDINGS OF THE IEEE 14TH. ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROELECTRO MECHANICAL SYSTEMS. MEMS 2001. INTERLAKEN, SWITZERLAND, JAN. 21 ~ 25, 2001, IEEE INTERNATIONAL MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS CONFERENCE, NEW YORK, NY: IEEE, US, vol. CONF. 14, 21 January 2001 (2001-01-21), pages 499-502, XP010534657 ISBN: 0-7803-5998-4 the whole document	1-19, 34-49
X	POLLACK M G ET AL: "ELECTROWETTING-BASED ACTUATION OF LIQUID DROPLETS FOR MICROFLUIDIC APPLICATIONS" APPLIED PHYSICS LETTERS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 77, no. 11, 11 September 2000 (2000-09-11), pages 1725-1727, XP000964197 ISSN: 0003-6951 cited in the application the whole document	1-19, 34-49
X	CHO S K, MOON H, FOWLER J, KIM CJ: "Splitting a liquid droplet for electrowetting-based microfluidics" PROCEEDINGS OF 2001 ASME INTERNATIONAL MECHANICAL ENGINEERING CONGRESS AND EXPOSITION, NOVEMBER 11-16, 2001, NEW YORK, vol. CONF, 16 November 2001 (2001-11-16), pages 1-7, XP002242357 the whole document	1-19, 34-49
P,A	WO 02 07503 A (KIM CHANG JIN ;LEE JUNGHOOON (IL); UNIV CALIFORNIA (US)) 31 January 2002 (2002-01-31) the whole document	1-19, 34-49
T	SUNG KWON CHO ET AL: "Towards digital microfluidic circuits: creating, transporting, cutting and merging liquid droplets by electrowetting-based actuation" IEEE 0-7803-7185-2/02, 2002, pages 32-35, XP010577588 page 33, paragraph 3	1-19, 34-49

-/--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 02/38047

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 294 063 B1 (DE GASPERIS GIOVANNI ET AL) 25 September 2001 (2001-09-25) column 2, line 53 -column 5, line 35 column 7, line 37 -column 8, line 23 column 11, line 57 -column 22, line 4 figures 1,3,4,6-8,10,11,13	20-33, 50-60
X	WO 00 69565 A (MEDORO GIANNI ;SILICON BIOSYSTEMS S R L (IT)) 23 November 2000 (2000-11-23) page 3, line 3 -page 3, line 10 page 6, line 8 -page 7, line 7 page 12, line 3 -page 14, line 2 page 19, line 3 -page 25, line 16 figures 1-23	20-24, 27-31, 50-60
A	US 5 495 077 A (STEINBACH GUENTER ET AL) 27 February 1996 (1996-02-27) the whole document	23-26, 30-33

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/US 02/38047

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US 02 88047

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-19,34-49

Microfluidic structure and method of using or forming the same, comprising drive electrodes, plates, thin film transistors and fluid communication ports

2. Claims: 20-33,50-60

Microfluidic system and method of using the same, comprising feedback systems with position sensors and controllers to process their signals

Information on patent family members

International Application No
PCT/US 02/38047

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2001026935	A1	04-10-2001	US 6331274 B1 18-12-2001
			US 6099803 A 08-08-2000
			US 6287517 B1 11-09-2001
			US 5849486 A 15-12-1998
			US 5632957 A 27-05-1997
			US 6582660 B1 24-06-2003
			US 6017696 A 25-01-2000
			US 5605662 A 25-02-1997
			US 5929208 A 27-07-1999
			US 6129828 A 10-10-2000
			AU 742960 B2 17-01-2002
			AU 2763899 A 06-09-1999
			BR 9909207 A 06-11-2001
			CA 2320798 A1 26-08-1999
			CN 1296525 T 23-05-2001
			EP 1054949 A1 29-11-2000
			NZ 506204 A 30-06-2003
			WO 9942558 A1 26-08-1999
			US 2001026778 A1 04-10-2001
			US 6068818 A 30-05-2000
			US 6225059 B1 01-05-2001
			US 6254827 B1 03-07-2001
			US 6315953 B1 13-11-2001
			US 6540961 B1 01-04-2003
			US 2002028503 A1 07-03-2002
			AU 733523 B2 17-05-2001
			AU 5367198 A 29-06-1998
			BR 9713991 A 08-02-2000
			CN 1268905 A 04-10-2000
			EP 0961652 A1 08-12-1999
			JP 2002501611 T 15-01-2002
			KR 2000057400 A 15-09-2000
			WO 9824544 A1 11-06-1998
			US 6309602 B1 30-10-2001
			US 6375899 B1 23-04-2002
			US 6319472 B1 20-11-2001
			US 6423271 B1 23-07-2002
			AU 723134 B2 17-08-2000
			AU 6968996 A 17-04-1997
			BR 9610618 A 06-04-1999
			CA 2233238 A1 03-04-1997
			CN 1202929 A 23-12-1998
			EP 0852617 A1 15-07-1998
JP 11512605 T 02-11-1999			
NZ 318253 A 28-02-2000			
US 2002085954 A1 04-07-2002			
WO 9712030 A1 03-04-1997			
US 6245508 B1 12-06-2001			
US 2002155586 A1 24-10-2002			
US 2003073122 A1 17-04-2003			
WO 0207503	A	31-01-2002	AU 8079601 A 05-02-2002
			WO 0207503 A1 31-01-2002
US 6294063	B1	25-09-2001	CA 2362114 A1 17-08-2000
			EP 1154856 A2 21-11-2001
			JP 2002536167 T 29-10-2002
			WO 0047322 A2 17-08-2000

Information on patent family members

International Application No
PCT/US 02/38047

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6294063	B1	US 2002036139 A1	28-03-2002
WO 0069565	A	23-11-2000	
		IT B0990262 A1	20-11-2000
		AU 4601300 A	05-12-2000
		CA 2370927 A1	23-11-2000
		CN 1361720 T	31-07-2002
		EP 1185373 A1	13-03-2002
		WO 0069565 A1	23-11-2000
		JP 2002543972 T	24-12-2002
		US 2003047456 A1	13-03-2003
		US 2002125138 A1	12-09-2002
US 5495077	A	27-02-1996	
		US 5374787 A	20-12-1994
		US 6414671 B1	02-07-2002
		US 6028271 A	22-02-2000
		US 5543588 A	06-08-1996
		US 5914465 A	22-06-1999
		US 5543590 A	06-08-1996
		US 5543591 A	06-08-1996
		US 5488204 A	30-01-1996
		US 6239389 B1	29-05-2001
		US 2003112228 A1	19-06-2003
		US 5942733 A	24-08-1999
		US 5889236 A	30-03-1999
		US 5880411 A	09-03-1999
		US 5861583 A	19-01-1999
		US 6380931 B1	30-04-2002
		DE 69324067 D1	29-04-1999
		DE 69324067 T2	15-07-1999
		EP 0574213 A1	15-12-1993
		US 5648642 A	15-07-1997
		US 5841078 A	24-11-1998

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

// G 0 1 N 37/00

G 0 1 N 37/00 1 0 1

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW, ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES, FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N O,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

Fターム(参考) 2G058 DA07 EA14 GD07

4G075 AA13 AA39 AA61 BB05 CA12 DA02 EC21 EE12 FA12 FC15

FC20