

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4222643号
(P4222643)

(45) 発行日 平成21年2月12日 (2009. 2. 12)

(24) 登録日 平成20年11月28日 (2008. 11. 28)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 26/08 (2006.01)

G O 2 B 26/08

E

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平9-46383	(73) 特許権者	590000879
(22) 出願日	平成9年2月28日 (1997. 2. 28)		テキサス インストルメンツ インコーポ
(65) 公開番号	特開平10-48543		レイテッド
(43) 公開日	平成10年2月20日 (1998. 2. 20)		アメリカ合衆国テキサス州ダラス、ノース
審査請求日	平成16年2月27日 (2004. 2. 27)		セントラルエクスプレスウェイ 135
審査番号	不服2007-15513 (P2007-15513/J1)		〇〇
審査請求日	平成19年6月4日 (2007. 6. 4)	(74) 代理人	100066692
(31) 優先権主張番号	012529		弁理士 浅村 皓
(32) 優先日	平成8年2月29日 (1996. 2. 29)	(74) 代理人	100072040
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 浅村 肇
		(74) 代理人	100091339
			弁理士 清水 邦明
		(74) 代理人	100094673
			弁理士 林 拓三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロメカニカル・デバイスの相補リセット方式

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の状態から次の状態へマイクロメカニカル・デバイスを遷移させる方法であって、
当該次の状態は前記マイクロメカニカル・デバイスが前記第 1 の状態と同じ物理的位置に位
置するか又は前記第 1 の状態から逆側の物理的位置に位置することに対応し、前記マイク
ロメカニカル・デバイスはミラーとアドレス電極を有し、当該ミラーは前記アドレス電極
との間の静電力にตอบสนองして移動可能であって、前記方法は、

前記デバイスの前記次の状態のデータを受信するのに関連して、ミラーとアドレス電極
とを互いにバイアスして平衡を次の状態のために受信したデータに対応するものから反対
の方向にシフトし、

次に、前記アドレス電極に関して、ミラーのバイアスを減少させ、および
次の状態にしたがって、前記ミラーとアドレス電極を相互にバイアスする、
ステップからなる方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法において、前記ミラーをバイアスして平衡をシフトするステップ
は；

前記デバイスの次の状態のための受信されたデータで示された前記状態に関連する相補
的データ状態に対応してアドレス電極をバイアスする、ことを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法において、前記ミラーをバイアスして平衡をシフトするステップ

10

20

は；

前記デバイスの次の状態のための受信したデータに対応して前記アドレス電極をバイアスし、および

次に前記ミラー上の前記バイアスを反転させる、ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、マイクロメカニカル・デバイスのオペレーションに関連し、更に詳細には、このようなデバイスの活性化(activation)及びリセットに関連する。

【0002】

10

【従来の技術及びその課題】

マイクロメカニカル・デバイスは典型的に、電流又は電界によって活性化される微小化された可動部品で構成される。これらの可動部品には、ギヤやモーターから可動ミラーやシャッターまで含まれる。部品周辺の電界の制御によって、さらに精巧な基礎電子回路を通常有するこれらのデバイスのオペレーションが可能になる。

【0003】

マイクロメカニカル可動部品に関する課題の1つは、その部品の活性化と動きにある。ギヤやモーターのように、継続して部品を動作させる場合、必要な電界が、動きを開始するために提供され、動きを継続するために供給され、その後、動きを止めるために取除かれるとき、活性化が起こる。反対に、上述のシャッターやミラーのような、段階的な動きを有するマイクロメカニカル・デバイスの場合、全く異なる一連の現象が起こる。

20

【0004】

部品が動きを開始し、その部品が動き、そして停止するために、提供された電界によって作用されるとき、これらのマイクロメカニカル・デバイスが活性化される。1つの状態から別の状態へ遷移する時間は、「フライト」時間と呼ばれる。デバイス内で多くのこれらの部品を操作するとき、各部品のフライト時間は、別の部品のフライト時間と調整する必要がある。更に、部品が次の状態への準備のため現在の状態から開放される各部品のリセットは、部品間で調整される必要がある。

【0005】

これらの工程により、デバイスの制御性要求条件は増加する。更に、各個別の部品は新しい状態で静止するため、その初期動作を開始するために要求される必要な電界力は更に高くなり得る。これにより、活性化回路の複雑性が増すことになる。これらの問題点によりデバイスは、非常に厳密に制御される必要のある更に複雑なものになる。

30

このため、このフライト時間を減少させ制御性を増加させる、マイクロメカニカル・デバイスのオペレーションおよび制御の方法が必要とされている。

【0006】

【課題を達成するための手段及び作用】

本発明の1つの態様では、次の状態の準備のためにその部品が現在の状態から開放される、マイクロメカニカル部品のリセット工程を助けるために、相補データ又は見かけ上の相補性データのいずれかが用いられる。電界は、次のシステムの状態の逆側に平衡をシフトするように簡単にセットされる。これにより、エネルギーがシステムへ送り込まれ、次の状態遷移の準備をする。

40

【0007】

活性化工程が、真のデータに対応する電界に相補的な電界によるか、又は捕捉電界の極性がリバースされて、データに相補性を現すことのいずれかによって起こる。その後、捕捉電界が除去されるか、下げられ、その部品は次の状態へ遷移する。次の状態は、第1の状態と同じ状態であっても、第1の状態と異なる状態であってもよい。

【0008】

本発明の利点の一つは、本発明により、部品が第1の状態とは異なる次の状態へ移動する離脱スピードが増す点にある。

50

更に、本発明の利点は、本発明により、部品が第 1 の状態と同じである次の状態へ移動する離脱スピードが減少する点にある。

本発明のもう 1 つの利点は、本発明により、これらの個々のデバイスのアレイの制御性が増す点にある。

【 0 0 0 9 】

【実施例】

本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

本発明に説明された技術は、すべてのマイクロメカニカル・デバイスに適用し得るが、1 つの静止状態から別の静止状態へ遷移する際、段階的に移動するようなデバイスに、特に適している。典型的に、これらのデバイスは、入力データに対応して供給される電界に基づいて状態を変化させる。本発明の説明は、この種のデバイスに焦点を合わせているが、本発明の特許請求の範囲を限定することを意味するものではない。

【 0 0 1 0 】

一例として、本発明のデバイスは、電気信号および静電界を用いて、部品を活性化し、その後それらを捕獲する。本発明のデバイスのこれらの活性化電界および捕獲電界を、データおよびバイアス電圧と呼んでいる。しかし、電気的に制御されたマイクロメカニカル・デバイスに任意の方法で本発明の実施例を適用することが、これらの用語の使用により制限されることを意味するものではない。

【 0 0 1 1 】

様々な操作上の制約を受けているこれらの段階的デバイスの 1 つの例は、マイクロメカニカル空間光変調器である。この種のデバイスは典型的に、画像を形成するために用いられる、個別にアドレス指定可能なアレイで構成される。これらのデバイスが大抵の制約を受けるのは、画像形成の用途においてである。入力ビデオデータから画像を形成する際、変調器の素子は、非常に速いスピードで状態を切替えることができない。更に、これらの素子がヒンジの上に支持されるミラーで構成される例において、これらは、ミラーを支持するヒンジがその静止位置に完全には戻らず、画像光学系に入る漂遊光 (stray light) を生じさせるヒンジたわみと呼ばれる状態にしばしばなることがある。更に、ミラーが別の表面上へ実際に着地するように活性化される場合、膠着と摩擦の組合せ (張り付き (stiction) という) が、これらの部品の開放 (リセット) を困難にすることがある。

【 0 0 1 2 】

これらの素子は、素子と活性化回路との間に静電引力をつくるようにせしめることによって特定の状態になるようにする電気信号によって活性化される。リセットとは、その次の状態へ移動するための準備をするため、素子が現在の状態から開放される工程をいう。素子は、この場合はバイアス電圧である捕獲電界によって、状態から状態への遷移の間の場所に保持される。

【 0 0 1 3 】

このような変調器の一つの例は、図 1 a から図 1 b に示すデジタル・マイクロミラー・デバイス (DMD (商標)) である。図 1 a において、変調器素子 10 はアドレス指定されていない状態で示されている。この素子は、ヨーク 14 上に支持されたミラー 12 を有する。ヨーク 14 は、図示されていないが、この図のページには現れない平面にあるヒンジを有する。ヒンジは、ヨーク 14、およびそれに従ってミラー 12 を、活性化信号に応じてヒンジの軸の回りに動かす。

【 0 0 1 4 】

活性化信号は、アドレス指定電極 18 a および 18 b 上に供給される。これらの電極がアドレス指定されるとき、ヨーク 14 とアドレス電極の一方との間の静電力は、その静電力が非平衡となるようにつくられる。これにより、ヨーク 14 が、アドレス指定されるアドレス電極の任意の一方に引き付けられる。この引力の結果が図 1 b に示されている。

【 0 0 1 5 】

この例では、ヨーク 14 がそれに引き付けられるように、アドレス電極 18 b がアドレス

10

20

30

40

50

指定される。その後、ヨーク／ミラー構造は、ヨークが着地電極 16b とコンタクトするまでアドレス電極 18b に向かってヒンジの回りを偏向する。更に、ミラー・ストップ又は着地電極 20b が提供され得る。この時点で、ミラーは安定状態に遷移し、画像化の用途では、偏向ミラーから反射された光が画像光学系に導かれる ON 状態か、光が画像光学系からそれる OFF 状態になる。

【0016】

静電界の強度及び平衡は、様々な電圧の操作を通して維持される。これらの遷移を生じさせるために用いられ得る電圧値の先行技術のシーケンス及び例が、図 2a から図 2h に示されている。図 2a において、ミラーは図 1b に示した状態にある。これは、この例の場合、ビデオ用途における新しいフレームなどの様な、新しいデータセグメントの始まりであると仮定され得る。ミラーはその上に、20 ボルトに等しいバイアス電圧 V_M を有する。活性化された電極 18b は、0 ボルトに等しい電圧 V_b を有する。反対側の電極 18a は、6 ボルトに等しい電圧 V_a を有する。

【0017】

電圧 V_a 及び電圧 V_b は、新しいデータが次のフレーム用にロードされている図 2b でそのまま残っている。この場合、新しいデータは素子とその同じ状態にとどまることを必要とする。 V_a は、6 ボルト、電圧 V_b は 0 ボルトに等しい。図 2c では、素子とその新しい状態へ遷移できるように、バイアス電圧 V_M が瞬間的に 6 ボルトまで下がる。データは、その前のフレーム用のものと同じであるため、電圧 V_a 及び V_b は同じままであり、素子は現在の状態から動くべきではない。しかし、それが瞬間的に非平衡となりうるため、素子の動きがあり得る。図 2d において、バイアス電圧 V_M が 20 ボルトに戻るとき、瞬間的不安定がなくなる。この古いデータから、古いデータと実質的に同じ新しいデータへの遷移は、『同側(same side)』遷移と呼ぶ。

【0018】

図 2e から図 2h において、次のフレームでロードされるデータに基づいて状態を変える素子に同じシーケンスがなされる。図 2e は右（又は“a”）側に偏向する素子を示す。この場合、活性化された電極は 0 ボルトに等しい電圧 V_a を有し、反対側の電極は 6 ボルトに等しい電圧 V_b を有する。図 2f において、次のフレーム用の新しいデータがロードされる。ここで、電圧 V_b が 0 ボルトに等しく、電圧 V_a が 6 ボルトに等しくセットされるように、素子を別の状態にさせるようにすることが望ましい。図 2g において、 V_M は瞬間的に 6 ボルトまで下がり、ミラーが開放され、左（又は“b”）側に遷移される。図 2h において、 V_M は 20 ボルトに戻りミラーを安定させる。古いデータから、古いデータとは異なる新しいデータへのこの遷移は、『逆側(opposite side)』遷移と呼ぶ。

【0019】

ミラーとアドレス電極との間の電位は、次の表に示すことができる。

【表 1】

画像アップデート工程	同側遷移		逆側遷移	
	電圧	力	電圧	力
フレームのスタート	20ボルト	400ニット	20ボルト	400ニット
次のフレーム用データロード	20ボルト	400ニット	14ボルト	196ニット
バイアスの下降	6ボルト	36ニット	0ボルト	0ニット
バイアスの再供給	20ボルト	400ニット	20ボルト	400ニット

【0020】

これらのデバイスの高速でのオペレーションでは、アレイの各素子の非常に精密な制御が必要とされる。素子を作動へと活性化しラッチしその後それらを安定させる電圧は、信号を介して素子へ送られる必要がある。これらの信号の時間は、厳密に制御されなければならない。素子が遷移することを可能にするために、素子をラッチするバイアス電圧が非常に長い間下がっていると、素子はその状態から開放され、漂遊光は ON 光パスに集まる。

バイアス電圧が非常に短い間しか下がっていない場合、どの素子も開放されず、画像をアップデートするための状態へは変化しない。

【 0 0 2 1 】

本発明の第 1 の実施例において、バイアス電圧 V_M の瞬間的な下落のすぐ前に、データはリバースされるように又は相補性であるように現れる。このアプローチの一例を図 3 a から図 3 h に示す。図 3 a において、素子は新しいフレームのスタートで “ b ” 側に示されている。ミラーバイアス V_M は 2 0 ボルト、アドレス電極は $V_b = 0$ ボルト、 $V_a = 6$ ボルトである。見かけ上の相補性データは、デバイスの平衡を次の状態から離すようシフトするように機能する。

【 0 0 2 2 】

図 3 b において、新しいフレーム用のデータがロードされる。データは、図 2 f で説明したように逆側遷移用のものであるように思われるが、実際は同側遷移用であることに注意されたい。 V_b は 0 ボルトから 6 ボルトへ変わり、 V_a は 6 ボルトから 0 ボルトに変わる。図 3 c において、ミラーバイアス V_M は 0 まで下がるが、相補データはアドレス電極上にある。最後に、図 3 d において、 V_M が再度供給され、 V_a 及び V_b は 0 ボルト及び 6 ボルトのそれぞれ同じ側の電圧に戻る。

【 0 0 2 3 】

図 3 e から図 3 h は、逆側遷移用の電圧シーケンスを示す。図 3 a は、予測電圧値を示し、ミラーが偏向する側で 0 ボルト、反対側で 6 ボルトである。次のフレーム用のデータロードの間、逆側遷移が望ましいオペレーションであるとしても、これらの電圧は同じままである。図 3 g において、6 ボルトを有する側へミラーを動かす V_M (この場合は 1 8 b である) はゼロまで下がる。図 3 h において、 V_M は再供給され、電極上の電圧は予め予測されていたレベルまで戻る。

【 0 0 2 4 】

その後、本質的に、アドレス電極上のデータは、バイアスが取除かれるとき相補性を現す。このデータは、バイアスが再供給されるとき、真の値(ここで、真の値は、図 2 a から図 2 h の先行技術の実施例で用いられた値)にもどる。このアプローチの利点は、同側遷移を構成する素子の離脱速度が減少する一方、逆側遷移を構成する素子の離脱速度が増加することである。同側遷移は理想的には全く遷移がなく、そのため、素子の不安定さを制限する同側の離脱速度を減少させることを想起されたい。

【 0 0 2 5 】

この相補データ方法の効果を次の表に要約する。

【表 2】

画像アップデート工程	同側遷移力	逆側遷移力
フレームのスタート	4 0 0 ユニット	4 0 0 ユニット
次のフレーム用データロード	1 9 6 ユニット	4 0 0 ユニット
バイアスの下降	3 6 ユニット	0 ユニット
バイアスの再供給	4 0 0 ユニット	4 0 0 ユニット

【 0 0 2 6 】

先行技術の実施例において、次のフレーム用のデータをロードする工程とバイアスを下げる工程の作用の差は、同側で 3 6 4 ユニット、逆側で 1 9 6 ユニットである。上述の実施例において、同じ工程間の差は、同側で 1 6 0 ユニット、逆側で 4 0 0 ユニットである。これは、上述の離脱速度の差となる。これらの変化の最終的な結果は、アレイの素子の制御性の増大である。更に、素子がパルスされてそれらを新しい状態へ移動させる、リセットのオペレーションは、その静電力のブーストのため、より効率的である。

【 0 0 2 7 】

この相補アプローチの実施例は、2 通りの方法で成され得る。1 つは、相補方式と呼ばれ、図 3 a から図 3 h に示されている。この方法を用いる場合、素子の全アレイは、相補デ

10

20

30

40

50

ータと共にロードされ、バイアスは下げられ、真のデータがアレイ上にロードされ、バイアスが再供給される。この実施例のリセット波形の一例のグラフを図 5 a に示す。

【 0 0 2 8 】

この種の相補アドレス指定の第 2 の実施例は、パイポーラ方式と呼ばれる。この方法では、真のデータがアレイ上にロードされ、バイアスの極性がリバースされ、その後下げられ、その基のレベルで再供給される。この第 2 の実施例を図 4 a から図 4 j に関連して説明する。

【 0 0 2 9 】

この実施例を用いた同側遷移が、図 4 a から図 4 e に示される。図 4 a において、その画素はフレームのスタートであり、その予測レベルの電圧を有する。図 4 b において、次のフレームのためにデータがロードされる。図 4 c において、ミラー上のバイアス V_M が 20 ボルトから -14 ボルトにリバースされるという、今までに使われなかった工程が起こる。図 4 d において、バイアスは 6 ボルトに下げられる。バイアスが下げられる直前に、前の実施例で実際に相補データを用いて成されたように、リバース・バイアスはデータが相補性を現すようにする。バイアスが下げられると、同じ効果が起こる。図 4 e において、バイアスは 20 ボルトで再供給される。

【 0 0 3 0 】

逆側遷移が図 4 f から図 4 j に示されている。図 4 f は “ a ” 側に偏向したミラーのためにその予測レベルの電圧を有する。図 4 g において、新しいフレームのためのデータがロードされ、電圧 V_b 及び V_a が切替えられる。 V_M がリバースされるとき、ミラーはそのデータを逆であるとみて、図 4 i においてバイアスが下げられるときミラーは新たな側に遷移する。最後に、バイアスが図 4 j で再供給される。この実施例のリセット波形の一例を図 5 b に示す。この実施例において、バイアスのリバースは、デバイスの平衡が次の状態から離れるようシフトするように機能する。

【 0 0 3 1 】

上述の説明は特定の電圧値と 2 つの状態の間の遷移に関して成されたが、その状況に限定されるものではないことに注意されたい。電圧の相対値が重要であり、相補データをロードする又はデータに相補性を現すようにさせるためバイアスをリバースするという考えは、他の状況にも適用できる。例えば、任意の数のマイクロメカニカル・デバイスの活性化回路に、アドレス電極の代りに電圧を供給することが可能である。唯一の制約は、マイクロメカニカル・デバイスは 1 つ以上の新しい状態を有し得る、新しい状態を指令するデータか、あるいは動きが必要とされないことを指令するデータのいずれかと共にアドレス指定される必要があることである。この種のデバイスのアレイが用いられるとき、すべてのデバイスがアドレス指定される場合アドレス指定を容易にすることを除くと、状態を変える必要がある場合又は無い場合に、デバイスを同じ状態に維持するデータをロードすることができることは、欠点になり得る。

【 0 0 3 2 】

同様に、上述の説明は電気信号および静電力の使用に焦点をあてている。磁界を含む任意の種類のフィールドによって活性化及び捕獲されるマイクロメカニカル・デバイスによって、同じ工程を用いることが可能である。

【 0 0 3 3 】

本発明はここまで、マイクロメカニカル・デバイスの相補アドレス指定のための方法及び装置に関し、特定の実施例を説明してきたが、添付の特許請求の範囲において明らかにした以外は、その特定の参照例が本発明の特許請求の範囲を制限すると考えられることを意図するものではない。

【 0 0 3 4 】

以上の説明の関して更に次の項を開示する。

(1) 第 1 の状態のマイクロメカニカル・デバイスを操作する方法であって、前記デバイスの活性化回路上に前記デバイスの次の状態用のデータをロードし、次の状態からはなれるよう平衡をシフトするように電界を操作し、

10

20

30

40

50

前記デバイス上の捕捉電界の力を減少させ、
前記デバイスを前記次の状態へ遷移させる信号を供給し、
前記次の状態に前記デバイスを保持するように前記捕捉電界を再び提供する工程を含む方法。

(2) 第1項に記載の方法であって、前記の操作の工程は、前記活性化回路上に相補データをロードすることを更に含む方法。

(3) 第1項に記載の方法であって、前記の操作の工程は、前記捕捉電界の極性をリバースすることによって、前記データが相補性を現すようにすることを更に含む方法。

(4) 第1項に記載の方法であって、前記次の状態が、前記第1の状態と実質的に同じ状態である方法。

10

(5) 第1項に記載の方法であって、前記次の状態が、前記第1の状態と異なる状態である方法。

(6) マイクロメカニカル・デバイス12を操作する方法。デバイスは第1の状態にある。デバイスの次の状態がそのデバイスが現在あるのと同じ状態であるか、又は第1の状態とは異なる状態であるデバイスの活性化回路18a, 18b上に、デバイスの次の状態のためのデータがロードされる。そのデータが次の状態の真のデータと相補性を現すようにすることによって、デバイスの平衡が次の状態から開放されてシフトされる。捕捉電界が取除かれ又は下げられ、遷移を始める信号が供給されるとき、デバイスは新しい状態へ移動し、捕捉電界が再び提供される。真のデータに対する補数をロードすることによって、又は捕捉電界の極性をリバースすることによって、相補的であるようにデータを作ることが可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】活性化データに従って、1つの安定状態から別の状態へ移動する先行技術のマイクロメカニカル・デバイスの断面図を示す図。

【図2】新しいデータによって指令された状態へ遷移するマイクロメカニカル・デバイスの先行技術のシーケンスを示す図。

【図3】マイクロメカニカル・デバイス遷移のための改良されたシーケンスの一実施例を示す図。

【図4】マイクロメカニカル・デバイス遷移のための改良されたシーケンスの第2の実施例を示す図。

30

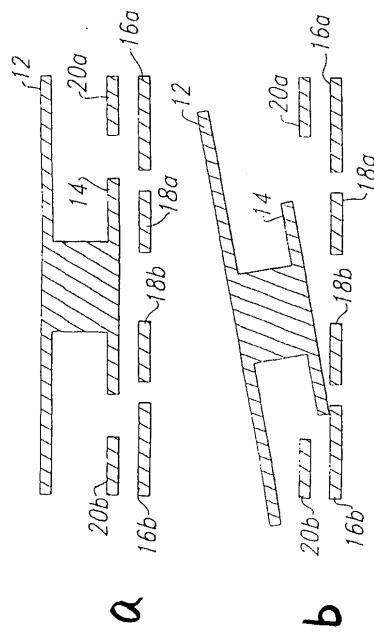
【図5】本発明の上述の実施例の波形の例を示す図。

【符号の説明】

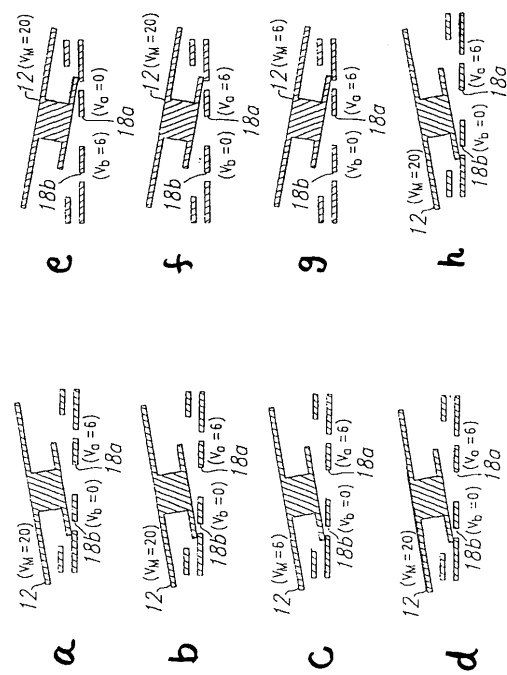
12 マイクロメカニカル・デバイス

18a, 18b アドレス指定電極

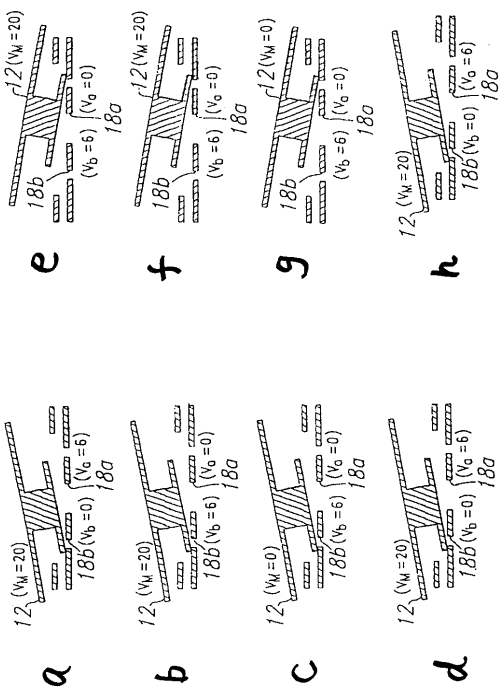
【図 1】



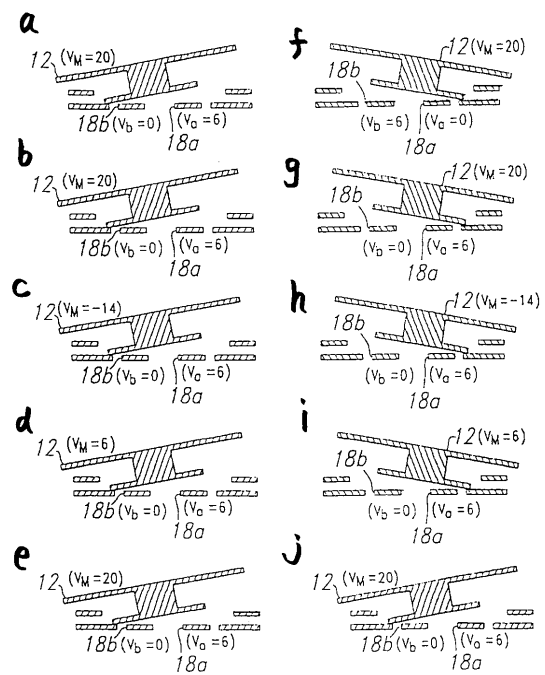
【図 2】



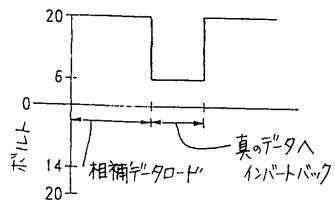
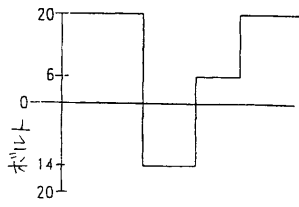
【図 3】



【図 4】



【図 5】

**a****b**

フロントページの続き

- (72)発明者 リチャード エル・ナイク
アメリカ合衆国テキサス州マッキニー, ディープ バレイ ドライブ 2202
- (72)発明者 デュアン イー・カーター
アメリカ合衆国テキサス州プラノ, コールドウェル レーン 7016
- (72)発明者 ライオネル エス・ホワイト
アメリカ合衆国テキサス州ダラス, カレッジ パーク 4680

合議体

審判長 吉野 公夫
審判官 西村 直史
審判官 稲積 義登

- (58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)
G02B 26/08