

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4557577号
(P4557577)

(45) 発行日 平成22年10月6日(2010.10.6)

(24) 登録日 平成22年7月30日(2010.7.30)

(51) Int.Cl. F I
H02M 3/07 (2006.01) H02M 3/07

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-92639 (P2004-92639)	(73) 特許権者	000001889 三洋電機株式会社
(22) 出願日	平成16年3月26日(2004.3.26)		大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(65) 公開番号	特開2005-278378 (P2005-278378A)	(74) 代理人	100107906 弁理士 須藤 克彦
(43) 公開日	平成17年10月6日(2005.10.6)	(72) 発明者	鈴木 達也 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
審査請求日	平成19年2月8日(2007.2.8)	(72) 発明者	金田 安弘 群馬県邑楽郡大泉町坂田一丁目1番1号 三洋エルエスアイデザイン・システムソフト株式会社内
		審査官	安池 一貴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チャージポンプ回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直列に接続された第1及び第2の電荷転送用MOSトランジスタと、
 前記第1の電荷転送用MOSトランジスタと前記第2の電荷転送用MOSトランジスタの接続点に一方の端子が接続された第1のコンデンサと、
 直列に接続された第3及び第4の電荷転送用MOSトランジスタと、
 前記第3の電荷転送用MOSトランジスタと前記第4の電荷転送用MOSトランジスタの接続点に一方の端子が接続された第2のコンデンサと、
 前記第1のコンデンサの他方の端子と前記第2のコンデンサの他方に端子に相補的なクロックを供給するクロックドライバと、
 前記第1及び第3の電荷転送用MOSトランジスタが接続された入力端子に入力電圧を供給する電圧源と、
 前記第1乃至第4の電荷転送用MOSトランジスタを全てオフさせた状態で前記クロックドライバのクロックの電圧レベルを反転させ、その後、前記第2及び第3の電荷転送用MOSトランジスタをオンさせ、その後、前記第1乃至第4の電荷転送用MOSトランジスタを全てオフさせた状態で前記クロックドライバのクロックの電圧レベルを更に反転させ、その後、前記第1及び第4の電荷転送用MOSトランジスタをオンさせるように制御する制御回路と、
 前記第2及び第4の電荷転送用MOSトランジスタが接続された出力端子から前記入力電圧が昇圧された出力電圧を出力する出力回路と、

10

20

前記第 1 の電荷転送用 MOS トランジスタ及び前記第 3 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートの電圧の初期値が所定値以上にならないように電圧設定する初期電圧設定回路と、を備え、

前記制御回路は、第 1 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートに第 1 の結合コンデンサを介して第 1 のクロックを供給する第 1 のクロック供給手段と、

前記第 1 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートに前記入力電圧を供給する第 1 のバイアス用 MOS トランジスタと、

第 3 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートに第 3 の結合コンデンサを介して第 3 のクロックを供給する第 3 のクロック供給手段と、

前記第 3 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートに前記入力電圧を供給する第 3 のバイアス用 MOS トランジスタと、を有し、前記第 1 のクロックが第 1 のレベルから第 2 のレベルに変化すると前記第 1 の電荷転送用 MOS トランジスタ及び前記第 3 のバイアス用 MOS トランジスタがオンし、前記第 3 の電荷転送用 MOS トランジスタがオフし、次に、前記第 3 のクロックが第 1 のレベルから第 2 のレベルに変化すると前記第 3 の電荷転送用 MOS トランジスタ及び前記第 1 のバイアス用 MOS トランジスタがオンし、前記第 1 の電荷転送用 MOS トランジスタがオフするように制御することを特徴とするチャージポンプ回路。

【請求項 2】

前記初期電圧設定回路は、前記第 1 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲート及び前記第 2 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートと前記出力端子との間に設けられた一対のダイオード素子で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載のチャージポンプ回路。

【請求項 3】

前記制御回路は、第 2 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートに第 2 の結合コンデンサを介して第 2 のクロックを供給する第 2 のクロック供給手段と、

前記第 2 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートに前記出力電圧を供給する第 2 のバイアス用 MOS トランジスタと、

第 4 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートに第 4 の結合コンデンサを介して第 4 のクロックを供給する第 4 のクロック供給手段と、

前記第 4 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートに前記出力電圧を供給する第 4 のバイアス用 MOS トランジスタと、を有し、

前記第 2 のクロックが第 1 のレベルから第 2 のレベルに変化すると前記第 2 の電荷転送用 MOS トランジスタ及び前記第 4 のバイアス用 MOS トランジスタがオンし、前記第 4 の電荷転送用 MOS トランジスタがオフし、次に、前記第 4 のクロックが第 1 のレベルから第 2 のレベルに変化すると前記第 4 の電荷転送用 MOS トランジスタ及び前記第 2 のバイアス用 MOS トランジスタがオンし、前記第 2 の電荷転送用 MOS トランジスタがオフするように制御することを特徴とする請求項 2 に記載のチャージポンプ回路。

【請求項 4】

前記第 2 の電荷転送用 MOS トランジスタ及び前記第 4 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートの電圧の初期値が所定値以下にならないように電圧設定する初期電圧設定回路を設けたことを特徴とする請求項 3 に記載のチャージポンプ回路。

【請求項 5】

前記初期電圧設定回路は、前記第 3 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲート及び前記第 4 の電荷転送用 MOS トランジスタのゲートと前記入力端子との間に設けられた一対のダイオード素子で構成されることを特徴とする請求項 4 に記載のチャージポンプ回路。

【請求項 6】

前記出力電圧をコンデンサマイクの電源電圧として用いることを特徴とする請求項 5 に記載のチャージポンプ回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、チャージポンプ回路に関する。

【背景技術】

【0002】

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) やフラッシュメモリ (Flash Memory) の書き込み / 消去システム、LCD (Liquid Crystal Display) システム、アナログスイッチを駆動するシステム等においては、電源電圧 V_{dd} より高い電圧を供給する必要がある。

【0003】

そこで、これらのシステムにおいてはチャージポンプ回路を内蔵するものが広く用いられている。チャージポンプ回路は簡単な回路で電源電圧を昇圧できる回路であり、システム内の単一電源を用いて、その電源電圧よりも高い電圧を提供することができる。

10

【0004】

一般的なチャージポンプ回路では、電荷転送用MOSトランジスタを直列接続して複数段のポンピングパケットを構成して入力電圧を昇圧する。 V_{dd} を入力電圧、 V_d をトランジスタの閾値電圧、 V_{out} を昇圧電圧とすると、 N 段のチャージポンプ回路において昇圧電圧 V_{out} は、次式で表される。

$$V_{out} = (N + 1) (V_{dd} - V_d)$$

なお、先行技術文献として以下の特許文献1、非特許文献1がある。

【特許文献1】特開2001-211637号公報

【非特許文献1】「改良された電圧増幅回路技術を用いたNMOS集積回路におけるオンチップ高電圧の発生」“On-chip High-Voltage Generation in NMOS Integrated Circuits Using an Improved Voltage Multiplier Technique” アイ・イー・イー・イー ジャーナル・オブ・ソリッドステート サークイット SC-11巻 NO.3 374-378頁 1976年6月

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、チャージポンプ回路の応用分野の中でも、微少な出力電流と低消費電力の仕様が要求される応用分野、例えばコンデンサマイクの電源回路に適したチャージポンプ回路を提供するものである。特に、そのようなチャージポンプ回路において、電荷転送用MOSトランジスタの逆電流により生じる電圧損失を防止するものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

そこで、本発明のチャージポンプ回路は、直列に接続された第1及び第2の電荷転送用スイッチング素子と、

前記第1の電荷転送用スイッチング素子と前記第2の電荷転送用スイッチング素子の接続点に一方の端子が接続された第1のコンデンサと、

直列に接続された第3及び第4の電荷転送用スイッチング素子と、

前記第3の電荷転送用スイッチング素子と前記第4の電荷転送用スイッチング素子の接続点に一方の端子が接続された第2のコンデンサと、

40

前記第1のコンデンサの他方の端子と前記第2のコンデンサの他方に端子に相補的なクロックを供給するクロックドライバート、

前記第1及び第3の電荷転送用スイッチング素子が接続された入力端子に入力電圧を供給する電圧源と、前記第1乃至第4の電荷転送用スイッチング素子を全てオフさせた状態で前記クロックドライバークロックの電圧レベルを反転させ、その後、前記第2及び第3の電荷転送用スイッチング素子をオンさせ、その後、前記第1乃至第4の電荷転送用スイッチング素子を全てオフさせた状態で前記クロックドライバークロックの電圧レベルを更に反転させ、その後、前記第1及び第4の電荷転送用スイッチング素子をオンさせるように制御する制御回路と、を備え、前記第2及び第4の電荷転送用スイッチング素子が接続された出力端子から前記入力電圧が昇圧された出力電圧を得ることを特徴とするもので

50

ある。

【発明の効果】

【0007】

本発明のチャージポンプ回路によれば、電荷転送用MOSトランジスタの逆電流の発生を防止し、それにより生じる電圧損失を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

次に本発明の実施形態に係るチャージポンプ回路について図面を参照しながら説明する。図1は、このチャージポンプ回路が応用されるコンデンサマイクシステムの回路図である。半導体チップ上に一对の容量電極とそれらの容量電極間に容量誘電体が介在されてなるコンデンサマイク10が形成され、一对の容量電極間にバイアス用電源20が抵抗30を介して接続される。一对の容量電極は外部からの音声(音圧)によって微小振動することでコンデンサマイクの容量値が微小変化する。するとコンデンサマイク10の出力信号Vもそれに応じて微小変化し、その出力信号Vをマイクアンプで増幅することで音声出力信号を得ることができる。このバイアス用電源20としてチャージポンプ回路が用いられる。

10

【0009】

図2は、バイアス用電源20の回路図である。この回路は、N個の2倍昇圧回路(1)~(N)を直列接続し、初段の2倍昇圧回路(1)に入力電圧 V_{in} を印加し、最終段の2倍昇圧回路(N)から $V_{out} = V_{in} + N \times V_{dd}$ という電圧を得る。2倍昇圧回路(1)~(N)は、入力電圧 V_{in} に2倍昇圧回路(1)~(N)の電源電圧 V_{dd} を加算する回路である。図2の例では、 $V_{in} = V_{dd}$ に設定され、 $V_{out} = V_{in} \times (N + 1)$ となる。

20

【0010】

次に、図2の2倍昇圧回路(1)~(N)回路、即ち、チャージポンプ回路の具体的な回路について説明する。図3は、そのようなチャージポンプ回路の一例を示す回路図である。第1及び第2の電荷転送用MOSトランジスタM1, M2は直列接続され、それらの接続ノードに第1のポンプアップコンデンサC1の一方の端子が接続され、第1のポンプアップコンデンサC1の他方の端子にクロックドライバー(不図示)からのクロックCLKが印加されている。第1の電荷転送用MOSトランジスタM1のソースには入力端子Pinから入力電圧 V_{in} が印加され、第2の電荷転送用MOSトランジスタM2のソースは出力端子Poutに接続されている。

30

【0011】

一方、第3及び第4の電荷転送用MOSトランジスタM3, M4も直列接続され、それらの接続ノードに第2のポンプアップコンデンサC2の一方の端子が接続され、第2のポンプアップコンデンサC2の他方の端子にクロックドライバー(不図示)からの反転クロック*CLK(*CLKはCLKの反転クロック)が印加されている。第3の電荷転送用MOSトランジスタM3のソースには入力端子Pinから入力電圧 V_{in} が印加され、第4の電荷転送用MOSトランジスタM4のソースは、出力端子Poutに接続されている。

40

【0012】

また、出力端子Poutには平滑用コンデンサCoutが接続されている。第1及び第3の電荷転送用MOSトランジスタM1, M3はNチャンネル型、第2及び第4の電荷転送用MOSトランジスタM2, M4はPチャンネル型である。クロックドライバーの電源電圧を V_{dd} とし、クロックCLK、反転クロック*CLKの振幅もそれぞれ V_{dd} であるとする。

【0013】

このチャージポンプ回路の動作は以下の通りである。クロックCLKが「ハイ」の期間は、M2、M3はオンし、M1, M4はオフする。これにより、第1のポンピングコンデンサC1が放電され、第2のポンピングコンデンサC2が充電される。第1のポンピング

50

コンデンサC1の放電電流はM2を通して流れ、出力電圧 $V_{out} = V_{in} + V_{dd}$ が得られる。一方、クロックCLKが「ロウ」の期間は、M1、M4はオンし、M2、M3はオフする。これにより、第2のポンピングコンデンサC2が放電され、第1のポンピングコンデンサC1が充電される。第2のポンピングコンデンサC2の放電電流はM4を通して流れ、出力電圧 $V_{out} = V_{in} + V_{dd}$ が得られる。こうして、全クロック期間を通してM2、M4のいずれかを通してポンピングコンデンサの放電電流が流れることで効率的な昇圧動作が行われる。

【0014】

しかしながら、このチャージポンプ回路では、電荷転送用MOSトランジスタのオンオフが同時に行われるために、実際には、電荷転送用MOSトランジスタのスイッチング時に逆電流 I_1 、 I_2 が流れ、チャージポンプ回路の電圧損失 V が生じてしまう。即ち、出力電圧 $V_{out} = V_{in} + V_{dd} - V$ となる。

10

【0015】

例えば、クロックCLKが「ハイ」から「ロウ」に変化するときに考えると、M2はオンからオフに、M1はオフからオンにスイッチングする。しかしながら、MOSトランジスタのスイッチングはある時間を必要とするため、過渡的には、M1とM2が同時にオンする期間が生じることは避けられない。すると、M1とM2が同時にオンしている期間に、昇圧電圧が生じている出力端子 P_{out} から、M2、M1を通して、入力端子 P_{in} に逆電流 I_1 が流れてしまう。同様に、クロックCLKが「ロウ」から「ハイ」に変化するときにも、出力端子 P_{out} から、M4、M3を通して、入力端子 P_{in} に逆電流 I_2 が流れてしまう。

20

【0016】

そこで、そのような逆電流の発生を防止したチャージポンプ回路について以下で説明する。図4に係るチャージポンプ回路の回路図である。第1及び第2の電荷転送用MOSトランジスタM11、M12は直列接続され、それらの接続ノードに第1のポンプアップコンデンサCAの一方の端子が接続され、第1のポンプアップコンデンサCAの他方の端子にクロックドライバー（不図示）からのクロックCLKが印加されている。第1の電荷転送用MOSトランジスタM11のソースには入力端子 P_{in} から入力電圧 V_{in} が印加され、第2の電荷転送用MOSトランジスタM12のソースは出力端子 P_{out} に接続されている。

30

【0017】

一方、第3及び第4の電荷転送用MOSトランジスタM13、M14も直列接続され、それらの接続ノードに第2のポンプアップコンデンサCBの一方の端子が接続され、第2のポンプアップコンデンサCBの他方の端子にクロックドライバー（不図示）からの反転クロック*CLK（*CLKはCLKの反転クロック）が印加されている。第3の電荷転送用MOSトランジスタM13のソースには入力端子 P_{in} から入力電圧 V_{in} が印加され、第4の電荷転送用MOSトランジスタM14のソースは出力端子 P_{out} に接続されている。

【0018】

また、出力端子 P_{out} には平滑用コンデンサ C_{out} が接続されている。第1及び第3の電荷転送用MOSトランジスタM11、M13はNチャネル型、第2及び第4の電荷転送用MOSトランジスタM12、M14はPチャネル型である。

40

【0019】

第1の電荷転送用MOSトランジスタM11のゲートには第1の結合コンデンサC11を介して第1のクロックCLK(B)が供給される。また、入力端子 P_{in} と第1の電荷転送用MOSトランジスタM11のゲートの間には第1のバイアス用MOSトランジスタM15が接続されている。一方、第3の電荷転送用MOSトランジスタM13のゲートには第3の結合コンデンサC13を介して第3のクロックCLK(C)が供給される。

【0020】

また、入力端子 P_{in} と第3の電荷転送用MOSトランジスタM13のゲートの間には

50

第3のバイアス用MOSトランジスタM17が接続されている。そして、第1のバイアス用MOSトランジスタM15のゲートと第3の電荷転送用MOSトランジスタM13のゲートとが互いに接続され、そして、第3のバイアス用MOSトランジスタM17のゲートと第1の電荷転送用MOSトランジスタM11のゲートとが互いに接続されている。

【0021】

同様に、第2の電荷転送用MOSトランジスタM12のゲートには第2の結合コンデンサC12を介して第2のクロックCLK(A)が供給される。また、出力端子Poutと第2の電荷転送用MOSトランジスタM12のゲートの間には第2のバイアス用MOSトランジスタM16が接続されている。一方、第4の電荷転送用MOSトランジスタM14のゲートには第4の結合コンデンサC14を介して第4のクロックCLK(D)が供給される。また、出力端子Poutと第4の電荷転送用MOSトランジスタM14のゲートの間には第4のバイアス用MOSトランジスタM18が接続されている。

10

【0022】

そして、第2のバイアス用MOSトランジスタM16のゲートと第4の電荷転送用MOSトランジスタM14のゲートとが互いに接続され、そして、第4のバイアス用MOSトランジスタM18のゲートと第2の電荷転送用MOSトランジスタM12のゲートとが互いに接続されている。

【0023】

さらに、第1の電荷転送用MOSトランジスタM11のゲートと出力端子Poutとの間には第1の初期電圧設定用ダイオードD1が接続されている。即ち、第1の初期電圧設定用ダイオードD1のアノードが第1の電荷転送用MOSトランジスタM11のゲートに接続され、第1の初期電圧設定用ダイオードD1のカソードが出力端子Poutに接続されている。同様に、第3の電荷転送用MOSトランジスタM13のゲートと出力端子Poutとの間には第3の初期電圧設定用ダイオードD3が接続されている。

20

【0024】

即ち、第3の初期電圧設定用ダイオードD3のアノードが第3の電荷転送用MOSトランジスタM13のゲートに接続され、第3の初期電圧設定用ダイオードD3のカソードが出力端子Poutに接続されている。

【0025】

また、第2の電荷転送用MOSトランジスタM12のゲートと入力端子Pinとの間には第2の初期電圧設定用ダイオードD2が接続されている。即ち、第2の初期電圧設定用ダイオードD2のカソードが第2の電荷転送用MOSトランジスタM12のゲートに接続され、第2の初期電圧設定用ダイオードD2のアノードが入力端子Pinに接続されている。同様に、第4の電荷転送用MOSトランジスタM14のゲートと入力端子Pinとの間には第4の初期電圧設定用ダイオードD4が接続されている。

30

【0026】

即ち、第4の初期電圧設定用ダイオードD4のカソードが第4の電荷転送用MOSトランジスタM14のゲートに接続され、第4の初期電圧設定用ダイオードD4のアノードが入力端子Pinに接続されている。

【0027】

次に上述した図4のチャージポンプ回路の動作について図面を参照しながら説明する。図5はこのチャージポンプ回路のクロックタイミング図、図6は、図5の状態A(M12, M13がオンの状態)における動作を説明する回路図、図7は図5の状態B(M11, M14がオンの状態)における動作を説明する回路図である。

40

【0028】

このチャージポンプ回路の動作の要点は、図5に示す如く、第1乃至第4電荷転送用MOSトランジスタM11, M12, M13, M14を全てオフさせた状態で、クロックドライバからのクロックCLK、*CLKをロウからハイへ、もしくはハイからロウへ変化させ、その後、第2の電荷転送用MOSトランジスタM12をオンさせて第1のポンピングコンデンサCAを放電し、第3のMOSトランジスタM13をオンさせて第2のポン

50

ピングコンデンサC Bを充電する(状態A)。

【0029】

次に、第1乃至第4電荷転送用M O SトランジスタM 1 1 , M 1 2 , M 1 3 , M 1 4を再び全てオフさせた状態で、クロックドライバからのクロックC L K、* C L Kをロウからハイへ、もしくはハイからロウへ変化させ、その後、第4の電荷転送用M O SトランジスタM 1 4をオンさせて第2のポンピングコンデンサC Bを放電し、第1のM O SトランジスタM 1 1をオンさせて第1のポンピングコンデンサC Aを充電する(状態B)。

【0030】

こうすることで、第1の電荷転送用M O SトランジスタM 1 1と第2の電荷転送用M O SトランジスタM 1 2が同時にオンすることがなく、同様に、第3の電荷転送用M O SトランジスタM 1 3と第4の電荷転送用M O SトランジスタM 1 3が同時にオンすることがなくなるので、逆電流の発生を完全に防止することができる。

10

【0031】

次に、チャージポンプ回路の動作について詳しく説明する。以下の説明では、第1乃至第4の電荷転送用M O SトランジスタM 1 1 , M 1 2 , M 1 3 , M 1 4を単に、M 1 1 , M 1 2 , M 1 3 , M 1 4と、第1乃至第4のバイアス用M O SトランジスタM 1 5 , M 1 6 , M 1 7 , M 1 8を単に、M 1 5 , M 1 6 , M 1 7 , M 1 8と記載する。

【0032】

また、クロックドライバの電源電圧をV d dとし、クロックC L K、* C L KのハイレベルはV d d、ロウレベルはV s s(接地電圧)であるとする。また、同様に、第1乃至第4のクロックC L K(B), C L K(A), C L K(C), C L K(D)のハイレベルはV d d、ロウレベルはV s s(接地電圧)であるとする。また、入力端子P i nには入力電圧V i nが印加されている。

20

【0033】

まず、M 1 1 , M 1 2 , M 1 3 , M 1 4を全てオフさせた状態で、クロックドライバからのクロックC L Kをロウからハイへ、反転クロック* C L Kをハイからロウへ変化させる。すると、M 1 1とM 1 2の接続ノードの電圧はV i nからV i n + V d dに変化し、M 1 3とM 1 4の接続ノードの電圧はV i n + V d dからV i nに変化する。

【0034】

次に、第2のクロックC L K(A)をハイからロウへ変化させ、これと同時に第3のクロックC L K(C)をロウからハイへ変化させる。すると、チャージポンプ回路は、図5の状態Aとなる。この状態の回路動作を、図6を参照して説明する。

30

【0035】

第2のクロックC L K(A)をハイからロウへ変化させると、M 1 2 , M 1 8のゲート電圧はV i nになり、M 1 2及びM 1 8がオンする。M 1 2がオンすることで第1のポンピングコンデンサC Aの電荷が出力端子P o u tへ放電される。これにより、出力端子P i nに出力電圧V o u t = V i n + V o u tが得られる。また、M 1 8がオンすることでM 1 4のゲート電圧は出力電圧V o u tと同じV i n + V o u tになるので、M 1 4はオフする。

【0036】

一方、第3のクロックC L K(C)をロウからハイへ変化させると、M 1 3 , M 1 5のゲート電圧はV i n + V d dになり、M 1 3及びM 1 5がオンする。M 1 3がオンすることで第2のポンピングコンデンサC Bが充電される。また、M 1 5がオンすることでM 1 1のゲート電圧はV i nになるので、M 1 1はオフする。

40

【0037】

次に、再び、M 1 1 , M 1 2 , M 1 3 , M 1 4を全てオフさせた状態で、クロックドライバからのクロックC L Kをハイからロウへ、反転クロック* C L Kをロウからハイへ変化させる。すると、M 1 1とM 1 2の接続ノードの電圧はV i n + V d dからV i nに変化し、M 3とM 4の接続ノードの電圧はV i nからV i n + V d dに変化する。

【0038】

50

次に、第1のクロックCLK(B)をロウからハイへ変化させ、これと同時に第4のクロックCLK(D)をハイからロウへ変化させる。すると、チャージポンプ回路は、図5の状態Bとなる。この状態の回路動作を、図7を参照して説明する。

第1のクロックCLK(B)をロウからハイへ変化させると、M11, M17のゲート電圧は $V_{in} + V_{dd}$ になり、M11及びM17がオンする。M11がオンすることで第1のポンピングコンデンサCAが充電される。また、M17がオンすることでM13のゲート電圧は入力電圧 V_{in} になるので、M13はオフする。

【0039】

一方、第4のクロックCLK(D)をハイからロウへ変化させると、M14, M16のゲート電圧は V_{in} になり、M14及びM16がオンする。M14がオンすることで第2のポンピングコンデンサCBの電荷が出力端子Poutへ放電される。これにより、出力端子Pinに出力電圧 $V_{out} = V_{in} + V_{out}$ が得られる。また、M16がオンすることでM12のゲート電圧は出力電圧 V_{out} と同じ $V_{in} + V_{out}$ になるので、M12はオフする。

10

【0040】

次に、第1乃至第4の初期電圧設定用ダイオードD1, D2, D3, D4の動作について図8を参照して説明する。第1及び第2の初期電圧設定用ダイオードD1, D3がない場合、図中のノードA又はA'の初期値が $V_{out} + V_{tn}$ 以上であると、M15, M17のいずれか一方が常にオンし、他方が常にオフするため回路が動作しない。 V_{tn} はM15, M17のしきい値電圧である。

20

【0041】

例えばノードAの初期値が $V_{out} + V_{tn}$ 以上であるとする。すると、M15のゲート電圧も $V_{out} + V_{tn}$ 以上であり、常にオン状態である。また、ノードA'は常に V_{in} となるため、M17のゲート電圧も常に V_{in} であり、M17は常にオフ状態である。そこで、第1及び第2の初期電圧設定用ダイオードD1, D2を設けることで、ノードA, A'が V_{out} 以上である場合には、ダイオードの順方向電流が流れ、ノードA, A'の電圧を下げるようにした。

【0042】

一方、第3及び第4の初期電圧設定用ダイオードD2, D4がない場合、図中のノードB又はB'の初期値が $V_{out} + V_{tp}$ 以下であると、M16, M18のいずれか一方が常にオンし、他方が常にオフするため回路が動作しない。 V_{tp} はM16, M18のしきい値電圧である。例えばノードBの初期値が $V_{out} + V_{tp}$ 以下であるとする。すると、M18のゲート電圧も $V_{out} + V_{tp}$ 以下であり、常にオン状態である。

30

【0043】

また、ノードB'は常に V_{out} となるため、M16のゲート電圧も常に V_{out} であり、M16は常にオフ状態である。そこで、第3及び第4の初期電圧設定用ダイオードD3, D4を設けることで、ノードB, B'が V_{out} 以下である場合には、ダイオードの順方向電流が流れ、ノードB, B'の電圧を上げるようにした。

【0044】

図9は、本実施形態のチャージポンプ回路の出力電圧 V_{out} の回路シミュレーション結果を示す図である。逆電流対策なしの回路(図3の回路)では、逆電流による電圧損失が生じるが、逆電流対策ありの回路(図4の回路)ではそのような電圧損失が防止されていることがわかる。

40

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の実施形態に係るチャージポンプ回路が応用されるコンデンサマイクシステムの回路図である。

【図2】図1のコンデンサマイクシステムのバイアス用電源の回路図である。

【図3】本発明の実施形態に係るチャージポンプ回路の回路図である。

【図4】本発明の実施形態に係るチャージポンプ回路の回路図である。

50

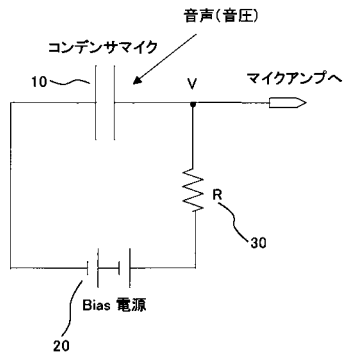
【図5】本発明の実施形態に係るチャージポンプ回路の動作タイミング図である。
 【図6】本発明の実施形態に係るチャージポンプ回路の動作を説明する回路図である。
 【図7】本発明の実施形態に係るチャージポンプ回路の動作を説明する回路図である。
 【図8】本発明の実施形態に係るチャージポンプ回路の動作を説明する回路図である。
 【図9】本発明の実施形態に係るチャージポンプ回路のシミュレーション結果を示す図である。

【符号の説明】

【0046】

10	コンデンサ	20	バイアス用電源	30	抵抗	
M1	第1の電荷転送用MOSトランジスタ					10
M2	第2の電荷転送用MOSトランジスタ					
M3	第3の電荷転送用MOSトランジスタ					
M4	第4の電荷転送用MOSトランジスタ					
C1	第1のポンピングコンデンサ					
C2	第2のポンピングコンデンサ					
M11	第1の電荷転送用MOSトランジスタ					
M12	第2の電荷転送用MOSトランジスタ					
M13	第3の電荷転送用MOSトランジスタ					
M14	第4の電荷転送用MOSトランジスタ					
CA	第1のポンピングコンデンサ					20
CB	第2のポンピングコンデンサ					
M15	第1のバイアス用MOSトランジスタ					
M16	第2のバイアス用MOSトランジスタ					
M17	第3のバイアス用MOSトランジスタ					
M18	第4のバイアス用MOSトランジスタ					
C11	第1のカップリングコンデンサ					
C12	第2のカップリングコンデンサ					
C13	第3のカップリングコンデンサ					
C14	第4のカップリングコンデンサ					

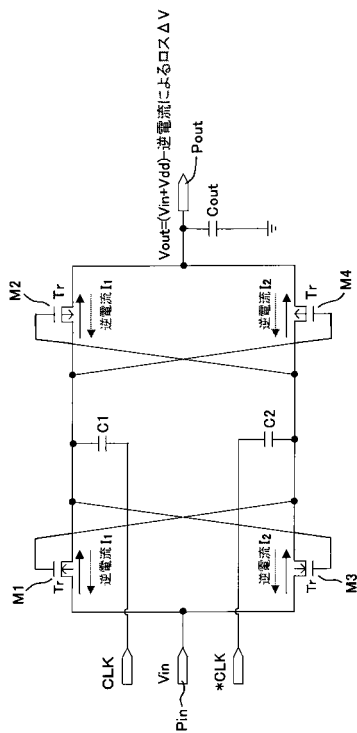
【 図 1 】



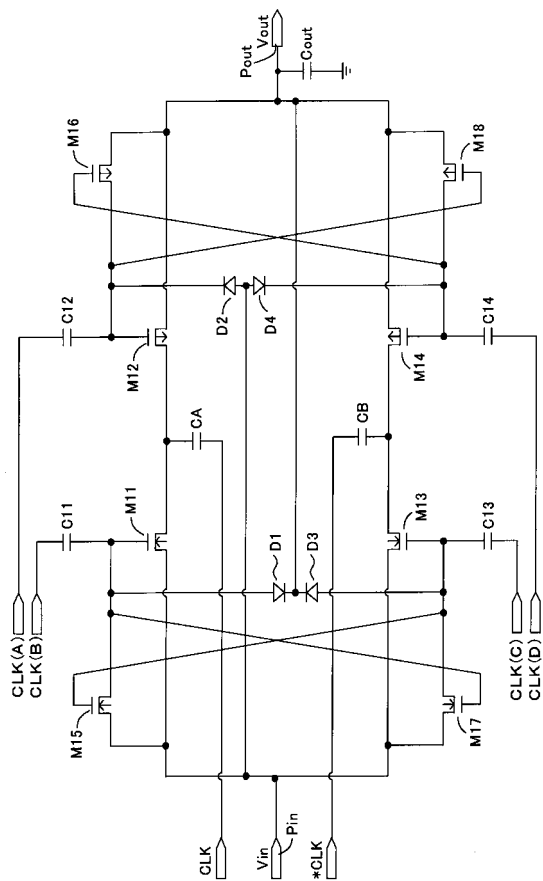
【 図 2 】



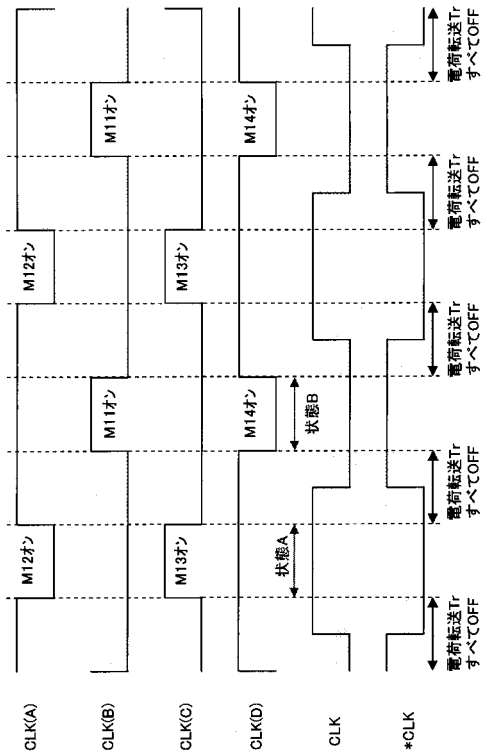
【 図 3 】



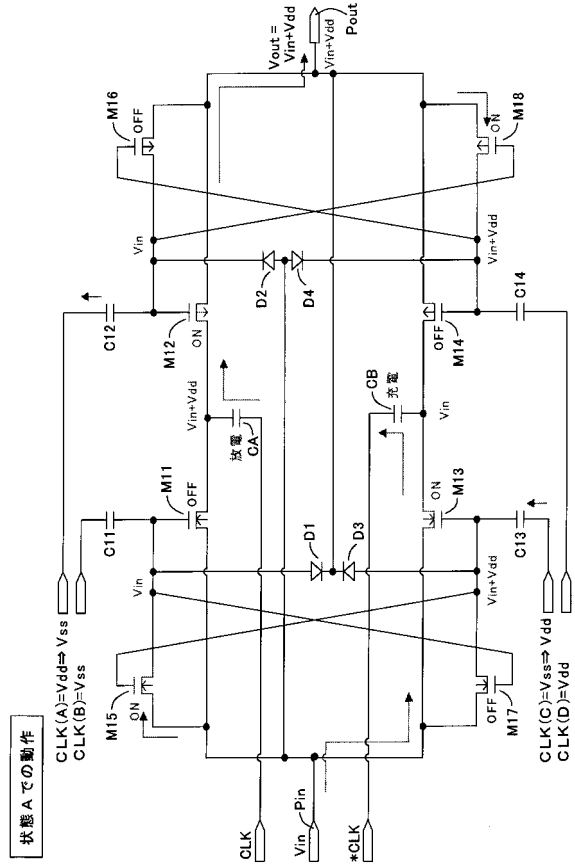
【 図 4 】



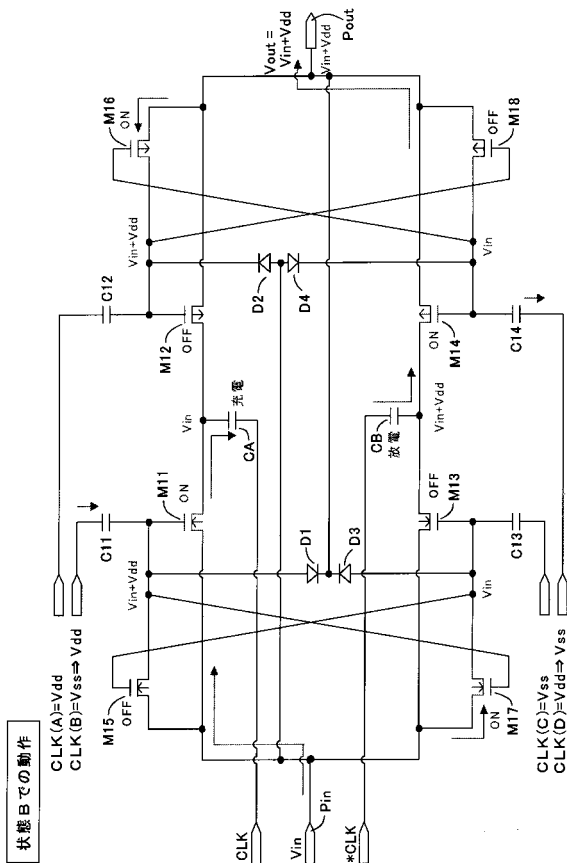
【 図 5 】



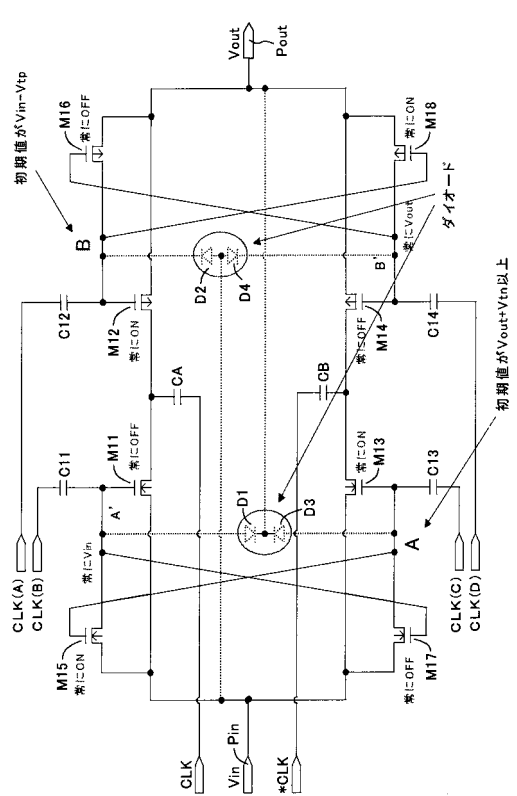
【 図 6 】



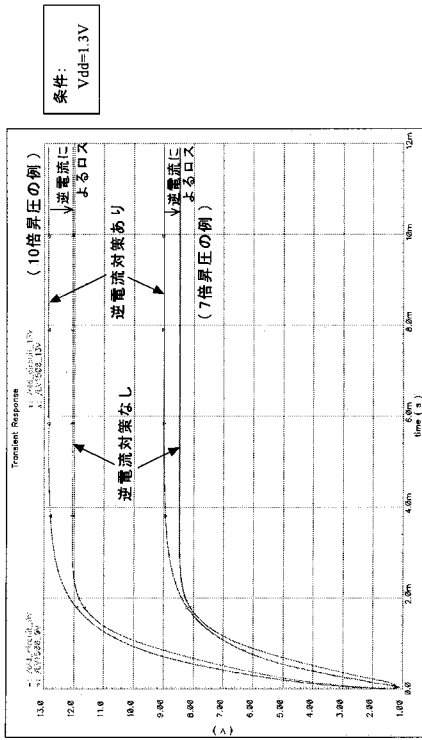
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-100077(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/07