



Title	低電源電圧動作可能な高速 CMOS デマルチプレクサ
Author(s)	清水, 新策; 田中, 智之; 井田, 司 他
Citation	電子情報通信学会論文誌C. 2005, J88-C(1), p. 66-67
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/51659
rights	copyright©2005 IEICE
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

低電源電圧動作可能な高速 CMOS デマルチプレクサ

清水 新策[†]
松岡 俊匡[†]田中 智之[†]
谷口 研二[†]井田 司[†]宮本 潤[†]

High Speed CMOS DEMUX at Low Power Supply Voltage

Shinsaku SHIMIZU[†], Tomoyuki TANAKA[†], Tsukasa IDA[†], Jun MIYAMOTO[†],
Toshimasa MATSUOKA[†], and Kenji TANIGUCHI[†]

あらまし 抵抗とトランジスタ 1 段のみで構成する低電源電圧動作 CSL (Current Switched Logic) ラッチを用いた高速 CMOS 1:8 デマルチプレクサを提案した。0.25 μm の CMOS プロセスパラメータを用いた回路シミュレーションより、デマルチプレクサの消費電力は電源電圧 1V, 4-Gbit/s の伝送速度において 6.2 mW であることを確認した。

キーワード デマルチプレクサ, 低電源電圧, 高速動作, CMOS

1. まえがき

低消費電力化、低コスト化のために、高速シリアル伝送インターフェース用デマルチプレクサを CMOS プロセスを用いて設計する方法が研究されている [1] ~ [3]。しかしデマルチプレクサを構成するラッチ回路は電源電圧とグランド電圧間に縦積み 3 段のトランジスタと抵抗によって構成されているため低電源動作が困難である(図 1 (a))。そのため低電源 CMOS デジタル回路と混載する場合は別電源を用意する必要がある。本論文では低電源電圧動作が可能なラッチ回路を提案し、提案型ラッチによる低消費電力 CMOS 1:8 デマルチプレクサを検討した。

2. 低電源電圧動作 CSL ラッチ

CMOS プロセスにおいて、低電源電圧下でも高速動作可能な CSL (Current Switched Logic) ラッチを図 1 (b) に示す。CSL ラッチは、電源電圧からグランド電圧間に存在する素子が抵抗と 1 段の縦積み MOSFET であるため低電源動作が可能である。CSL ラッチは論理 “H” を示す電圧を V_{DD} 、論理 “L” の電圧は電流値を最小とするために n チャネル MOSFET のしきい値電圧 V_{thn} と同じにする。CK が “L” のとき、OL が “L” となるため、入力信号 D と同じ論理値が Q に出力される。一方 CK が “H” のときは OL が “L” となり、入力にかかわらず前状態のデータが保持される。振幅 ΔV は抵抗 R 及び MOSFET の

しきい値、移動度ばらつきによって変動する。しかし、想定するばらつきにおいて最低の R 値及び最も電流量が少なくなるしきい値、移動度において $IR = \Delta V$ となるように設定することで、そこから素子がばらついても論理 “L” を表す電圧がしきい値以下になるだけで、論理判定に問題はない。

CSL ラッチを用いた分周回路の負荷容量 C_o は自身の出力 MOSFET のドレーン容量及び次段のゲート容量である。 C_o の大部分が MOSFET のゲート幅に比例することから、 $C_o = \alpha W$ とすると、CSL ラッチを用いた分周回路の出力端子の時定数 τ 及び電源電圧は、

$$\tau = \frac{2\alpha L}{\mu C_{ox} \Delta V} \quad (1)$$

$$V_{thn} < V_{DD} = \Delta V + V_{thn} < 2V_{thn} \quad (2)$$

となる。ここで ΔV , C_{ox} はそれぞれ信号振幅、ゲート酸化膜容量である。式 (2) の上限は MOSFET が飽和領域で動作することを保障するためである。したがって CSL ラッチの最高動作速度は $\Delta V = V_{thn}$ のときであり、 V_{thn} によって制限される。

3. MOS-CML との比較

CMOS プロセスを用いたデマルチプレクサの設計には、図 1 (a) に示すような MOS-CML (MOS Current Mode Logic) が用いられている [2], [3]。

MOS-CML における差動入力トランジスタ対はスイッチング動作(スルーフィールドで動作)する必要があることから、

[†] 大阪大学大学院工学研究科電子情報エネルギー工学専攻、吹田市
Department of Electronics and Information Systems, Osaka
University, 2-1 Yamada-oka, Suita-shi, 565-0871 Japan

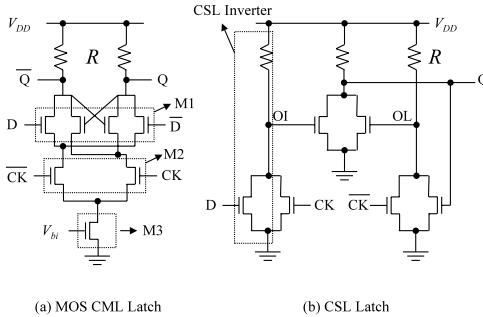


図 1 (a) MOS CML ラッチ , (b) CSL ラッチ
Fig. 1 (a) MOS CML latch, (b) CSL latch.

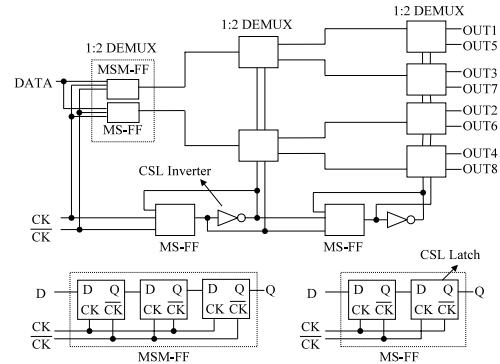


図 2 1:8 デマルチプレクサのブロック図
Fig. 2 Block diagram of the 1:8 DEMUX.

$$\Delta V > \sqrt{\frac{2I}{\mu C_{ox}(W/L)}} \quad (3)$$

となる。したがって MOS-CML ラッチによって構成される分周回路の出力端子の時定数, 電源電圧は,

$$\tau = \frac{4\alpha L}{\mu C_{ox} \Delta V} \quad (4)$$

$$V_{DD} = \Delta V + V_{thn} + V_{ov} \quad (5)$$

である。ここで V_{ov} は M3 のオーバードライブ電圧である。式(4)の係数が式(1)の 2 倍であるのは, M2 が線形領域で動作するため CSL と同じ電流を流すためには M1, M2 のゲート幅を 2 倍以上にする必要があるからである。

以上のことから, CSL ラッチは MOS-CML ラッチと比べて, 低電源下で高速動作が可能である。p-基板, n-well プロセスでは基板バイアス効果により M1, M2 のしきい値電圧が上昇することから CSL のメリットは更に大きくなる。

4. CSL 1:8 デマルチプレクサ

CSL ラッチを用いた 1:8 デマルチプレクサ回路を図 2 に示す。1:2 DEMUX は CSL ラッチを用いた MS-FF(master-slave flip flop) 及び MSM-FF (master-slave-master flip flop) を用いる。0.25 μm CMOS プロセスを用いて, 1:8 デマルチプレクサのシミュレーションを行ったところ, 温度 70°C, Worst パラメータ, 電源電圧 1 V, $\Delta V = 0.4$ V において, 4-Gbit/s 動作を確認した。消費電力は 温度 25°C, Typical パラメータにおいて 6.2 mW であった。

5. む す び

抵抗及び 1 段の MOSFET によって構成される低電源動作 CSL ラッチ回路を提案した。CSL ラッチ回路は従来の MOS-CML によるラッチに比べて, 電流源 MOSFET のオーバードライブ電圧だけ低い電源電圧で動作可能でありながら, 高速動作を実現する。CSL ラッチによって構成される 1:8 デマルチプレクサのシミュレーションを行ったところ, 0.25 μm CMOS プロセス, 電源電圧 1 V, 4-Gbit/s の伝送速度, 6.2 mW の消費電力が確認された。

謝辞 本研究は, 東京大学大規模集積システム設計教育研究センターの協力により行われたものである。また, 独立行政法人科学技術振興機構先端計測分析技術・機器開発事業の援助により行われたものである。

文 献

- [1] M. Fukaishi, K. Nakamura, M. Sato, Y. Tsutui, S. Kishi, and M. Yotsuyanagi, "A 4.25-Gb/s CMOS fiber channel transceiver with asynchronous tree-type demultiplexer and frequency conversion architecture," *IEEE J. Solid-State Circuits*, vol.33, no.12, pp.2139–2147, Dec. 1998.
- [2] A. Tanabe, M. Umetani, I. Fujiwara, T. Ogura, K. Kataoka, M. Okihara, H. Sakuraba, T. Endoh, and F. Masuoka, "0.18- μm CMOS 10-Gb/s multiplexer/demultiplexer ICs using current mode logic with tolerance to threshold voltage fluctuation," *IEEE J. Solid-State Circuits*, vol.36, no.6, pp.988–996, June 2001.
- [3] J. E. Rogers, and J. R. Long, "A 10-Gb/s/CDR/DEMUX with LC delay line VCO in 0.18- μm CMOS," *IEEE J. Solid-State Circuits*, vol.37, no.12, pp.1781–1789, Dec. 2002.

(平成 16 年 9 月 16 日受付)