

A-1-5

メモリスタの抵抗値決定のための電圧波形と消費電力の関係

Relationship between Voltage Waveforms and Power Dissipation for Determination of Memristance Value

尾形 治城¹

Haruki Ogata

高橋 康宏²

Yasuhiro Takahashi

関根 敏和²

Toshikazu Sekine

岐阜大学大学院工学研究科¹

Graduate School of Eng., Gifu University

岐阜大学工学部²

Faculty of Eng., Gifu University

1 まえがき

メモリスタは印加した電圧や電流によって抵抗値が変化する素子であり、抵抗値が変化している状態で入力を止めても直前の抵抗値を保持する機能をもつ。この性質を利用した応用例としてシナプス回路が挙げられる [1]。シナプス回路において、メモリスタの抵抗値を荷重値として扱うため、任意の抵抗値を効率よく設定することが重要になる。本稿では、抵抗値決定に適した入力波形について検討する。

2 シミュレーション

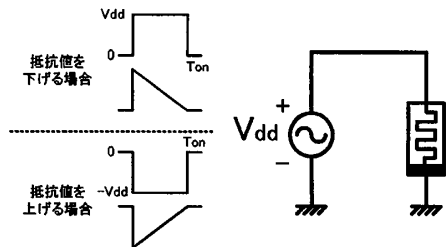


図1 検討回路

図1は検討回路を示す。シミュレーションは、形状の異なる波形を用いて任意の抵抗値を設定する際の消費エネルギー比較を行う。シミュレーションはLTspice、メモリスタモデルは文献 [2] のものを使用した。また、使用したメモリスタの初期抵抗値は11[kΩ]である。

3 シミュレーション結果

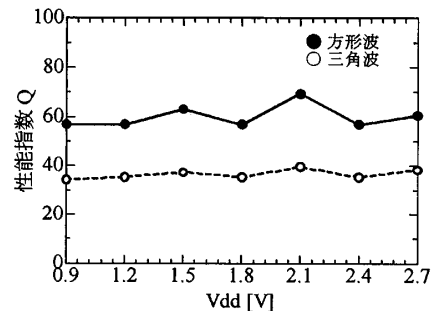
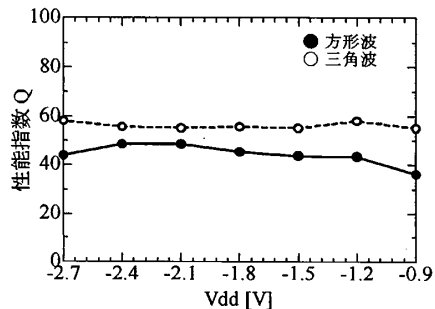
表1 抵抗値 100 Ω の場合 (抵抗値を下げる場合)

| 入力波形 | 設定時間 T_{on} [ms] | 消費エネルギー P [mJ] |
|------|--------------------|------------------|
| 方形波 | 220 | 0.26 |
| 台形波 | 240 | 0.18 |
| 正弦波 | 345 | 0.11 |
| 三角波 | 440 | 0.08 |

表2 抵抗値 16k Ω の場合 (抵抗値を上げる場合)

| 入力波形 | 設定時間 T_{on} [ms] | 消費エネルギー P [mJ] |
|------|--------------------|------------------|
| 方形波 | 400 | 0.09 |
| 台形波 | 450 | 0.09 |
| 正弦波 | 626 | 0.07 |
| 三角波 | 850 | 0.06 |

$V_{dd}=1.8$ [V] のときのシミュレーション結果を表1, 2に示す。いずれの場合でも三角波が最も消費エネルギーが少ないことが分かる。この結果をふまえて、入力電圧

図2 V_{dd} と性能指数 Q の関係 (抵抗値 100 Ω の場合)図3 V_{dd} と性能指数 Q の関係 (抵抗値 16k Ω の場合)

V_{dd} と抵抗値の設定時間 T_{on} の関係を調べる。図2, 3に入力電圧と性能指数 Q の関係を示す。性能指数 Q は次式のように定義する。

$$Q = T_{on} \times P \quad (1)$$

性能指数 Q が低いほど望ましい波形であり、図2, 3より抵抗値を下げる場合は三角波、抵抗値を上げる場合は方形波が望ましい波形であることが分かる。

4 むすび

メモリスタの抵抗値決定のための電圧波形と消費電力の関係について述べた。シミュレーション結果より、抵抗値を下げる場合は三角波、抵抗値を上げる場合は方形波が適していることが分かった。

参考文献

- [1] H. Kim, M. P. Sah, C. Yang, T. Roska, and L. O. Chua, "Neural synaptic weighting with a pulse-based memristor circuit," IEEE Trans. Circuit and Syst. I, vol. 59, no. 1, pp. 148-158, Jan. 2012.
- [2] E. Lehtonen and M. Laiho, "CNN using memristors for neighborhood connections," in Proc. IEEE CNNA 2010, Berkeley, CA, 4pages.