

УДК 621.382

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ЯЧЕЙКА SRAM С БОЛЬШИМ СТАТИЧЕСКИМ ЗАПАСОМ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ И ПОВЫШЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТЬЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕМРИСТОРОВ 45-НМ ТЕХНОЛОГИИ*

Ш. СИНГХ, В. МИШРА

*ITM университет,
Индия, Гвалиор*

Аннотация. Технология сверхбольших интегральных схем VLSI (very large scale integrated) завоевала популярность благодаря возможности значительного изменения и адаптации. Развитие данных платформ идет по пути уменьшения размеров элементов. Но происходит не только уменьшение размеров, но и революция в конструировании, когда все схемы переключаются с уровня единичных элементов к уровню других появляющихся устройств. В этой борьбе мемристоры более способны закрепиться в области VLSI по сравнению с другими новыми устройствами. В данной работе представлено изучение статического запаса помехоустойчивости, подчеркивается новая проблема точности, поскольку шум оказывает большое влияние на напряжение удержания ячейки SRAM и это влияние в мемристорной ячейке меньше, чем для традиционной ячейки 7T SRAM. Результаты имитационного моделирования представлены для ячейки 7T SRAM и мемристорной 7T SRAM ячейки технологии 45 нм. В данной работе обсуждается и сравнивается влияние коэффициентов ячейки и нагрузки.

Ключевые слова: напряжение шума; RSNM; WSNM; коэффициент ячейки; коэффициент нагрузки; мемристор; ячейка 7T SRAM

1. ВВЕДЕНИЕ

Технология комплементарных транзисторов метал–оксид–полупроводник CMOS (complementary metal oxide semiconductor, КМОП) сталкивается с существенными проблемами при размерах канала менее 45 нм. Это такие проблемы, как подпороговые токи утечки, влияние горячих носителей заряда, несоответствие устройств и ухудшение подвижности носителей заряда. В этой борьбе транзисторы с множеством затворов решают эти проблемы CMOS с монокристаллической подложкой. Очевидно, что материалы последующей технологии

должны показывать высокую стабильность, подвижность, масштабируемость и уменьшение влияния укороченного канала по отношению к вариациям техпроцесса.

Мемристоры сейчас являются многообещающими устройствами для разработчиков, поскольку обладают множеством необходимых свойств. Они компактны, занимают небольшую площадь, имеют малую потребляемую мощность и малые токи утечки. В дополнение к этим свойствам мемристоры делают систему энергонезависимой, поскольку мемристоры имеют энергонезависимую природу,

* Работа выполнена при поддержке ITM University (Gwalior) в сотрудничестве с Cadence Design System (Bangalore).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bowman, K. A.; Duvall, S. G.; Meindl, J. D. "Impact of die-to-die and within-die parameter fluctuations on the maximum clock frequency distribution for gigascale integration," *IEEE J. Solid-State Circuits*, Vol. 37, No. 2, P. 183-190, Feb. 2002. DOI: [10.1109/4.982424](https://doi.org/10.1109/4.982424).
2. Borkar, S.; Karnik, T.; Narendra, S.; Tschanz, J.; Keshavarzi, A.; De, V. "Parameter variations and impact on circuits and microarchitecture," *Proc. of 40th Annual Design Automation Conf.*, 2-6 Jun. 2003, Anaheim, CA, USA. ACM, 2006, pp. 338-342. DOI: [10.1145/775832.775920](https://doi.org/10.1145/775832.775920).
3. Karnik, T.; De, V.; Borkar, S. "Statistical design for variation tolerance: key to continued Moore's law," *Proc. of Int. Conf. on Integrated Circuit Design and Technology*, 17-20 May 2004, Austin, TX, USA. IEEE, 2004, pp. 175-176. DOI: [10.1109/ICICDT.2004.1309939](https://doi.org/10.1109/ICICDT.2004.1309939).
4. Doyle, S.; Ramaswamy, S.; Hoang, T.; Rockett, L.; Grembowski, T.; Bumgarner, A. "High performance radiation hardened static random access memory (SRAM) design for space applications," *Proc. of IEEE Aerospace Conf.*, 6-13 Mar. 2004, Big Sky, MT, USA. IEEE, 2004, pp. 2284-2293. DOI: [10.1109/AERO.2004.1368022](https://doi.org/10.1109/AERO.2004.1368022).
5. Chua, L. "Memristor-The missing circuit element," *IEEE Trans. Circuit Syst.*, Vol. 18, No. 5, P. 507-519, 1971. DOI: [10.1109/TCT.1971.1083337](https://doi.org/10.1109/TCT.1971.1083337).
6. Strukov, D. B.; Snider, G. S.; Stewart, D. R.; Williams, R. Stanley. "The missing memristor found," *Nature*, Vol. 453, P. 80-83, 2008. DOI: [10.1038/nature06932](https://doi.org/10.1038/nature06932).
7. Itoh, M.; Chua, L. O. "Memristor oscillators," *Int. J. Bifurcation Chaos*, Vol. 18, No. 11, P. 3183-3206, 2008. DOI: [10.1142/S0218127408022354](https://doi.org/10.1142/S0218127408022354).
8. Mukherjee, Debasis; Mondal, Hemanta Kr.; Reddy, B. V. R. "Static noise margin analysis of SRAM cell for high speed application," *Int. J. Computer Science Issues*, Vol. 7, No. 5, Sept. 2010. URI: <https://www.ijcsi.org/papers/7-5-175-180.pdf>.
9. Chandrakasan, A. P.; Sheng, S.; Brodersen, R. W. "Low-power CMOS digital design," *IEEE J. Solid-State Circuits*, Vol. 27, No. 4, P. 473-484, Apr. 1992. DOI: [10.1109/4.126534](https://doi.org/10.1109/4.126534).
10. Pavlov, Andrei; Sachdev, Manoj. *CMOS SRAM Circuit Design and Parametric Test in Nano-Scaled Technologies*. Springer, 2008. DOI: [10.1007/978-1-4020-8363-1](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8363-1).
11. Kang, Sung-Mo; Leblebici, Yusuf. *CMOS Digital Integrated Circuits: Analysis & Design*, 3rd ed. McGraw-Hill Education, 2002.
12. Singh, Shalini; Sable, Varun; Baghel, Vijay Singh; Akashe, Shyam. "Memory device with non-volatile memory array including one FinFET one memristor (1F1M)," Ref. No. 3093/MUM/2015, Pub. 11 Sept. 2015, India.
13. Rabaey, Jan M.; Chandrakasan, Anantha; Nikolic, Borivoje. *Digital Integrated Circuits*, 2nd ed. Pearson, 2003.

Поступила в редакцию 17.11.2015

После переработки 16.03.2018