

3D-TLC NAND 型フラッシュを用いたハイブリッド SSD の性能評価

Performance Evaluation of Hybrid SSDs Adopting 3D-TLC NAND Flash

○榊 佑季哉, 松井 千尋, 山賀 祐典, 竹内 健 (中大理工)

○Yukiya Sakaki, Chihiro Matsui, Yusuke Yamaga, Ken Takeuchi (Chuo Univ.)

E-mail: sakaki@takeuchi-lab.org

1. 初めに

近年、Internet of Things (IoT)の普及やビッグデータの活用に伴い、データを高速に処理するストレージとして、高速な NAND 型フラッシュを用いた Solid-state drive (SSD)が採用され始めている。NAND 型フラッシュは大容量化を実現する為に、縦方向にセルアレイを積層した 3D NAND 型フラッシュメモリが開発された。本論文では、3D-TLC NAND 型フラッシュを採用したハイブリッド SSD を提案し、2D-TLC NAND 型フラッシュを用いた従来のハイブリッド SSD[1]と比較して評価した[2]。

2. Proposed 2D-MLC/3D-TLC NAND flash hybrid SSD

図 1 に 2D-TLC NAND 型フラッシュを用いた従来のハイブリッド SSD と、3D-TLC NAND 型フラッシュを用いたハイブリッド SSD の構成図を示す。2D-TLC NAND 型フラッシュと 3D-TLC NAND 型フラッシュでは、1 ブロックあたりのページ数 (ブロックサイズ)、書き込み単位、書き込み/読み出し/消去レイテンシがそれぞれ異なる。3D-TLC NAND 型フラッシュはセルアレイを積層する構造から、2D-TLC NAND 型フラッシュよりもブロックサイズが大きい。また、図 2 より、2D-TLC NAND 型フラッシュはセル間干渉の低減を目的として書き込み順番を複雑にしている為、ブロック書き込みが推奨される[3]。一方、3D-TLC NAND 型フラッシュメモリはその構造上、セル間干渉を無視できる事から、Word-line (WL)単位での書き込みが可能となる。その為、3D-TLC NAND 型フラッシュは lower page と middle page の書き込みレイテンシがページバッファに書き込むレイテンシのみとなる。

SSD の性能はアプリケーションによって異なる為、アクセスパターンが異なるワークロード (図 3)を用いてシミュレーションを行う。

図 4 に 3D-TLC NAND 型フラッシュを用いたハイブリッド SSD の input/output per sec. (IOPS)を示す。提案したハイブリッド SSD の IOPS は従来のハイブリッド SSD と比較して、IOPS が最大 23%向上した。表 1 は、3D-TLC NAND 型フラッシュのブロックサイズ、アクセスレイテンシ、書き込み単位を各々2D-TLC NAND フラッシュのパラメータに変えた SSD の IOPS 比較を示す。表 1 から、提案したハイブリッド SSD の IOPS が 23%向上した原因は、3D-TLC NAND 型フラッシュのレイテンシが 2D-TLC NAND 型フラッシュと比較して短い事だと分かる。

3. まとめ

本研究では、3D-TLC NAND 型フラッシュを用いたハイブリッド SSD を提案し、シミュレーションで評価した。2D-TLC NAND 型フラッシュを採用した従来のハイブリッド SSD と比較して、IOPS が最大 23%向上し、その原因は 3D-TLC NAND 型フラッシュのレイテンシだと分かった。

謝辞

本研究の一部は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成によって行われた。
山田知明さんのご協力に深謝します。

参考文献

- [1] S. Hachiya et al., *SSDM*, 2013, pp. 894-895.
- [2] Y. Sakaki et al., *SSDM*, 2017, pp. 183-184.
- [3] S.-H. Shin et al., *VLSI Circuits*, 2012, pp. 132-133.

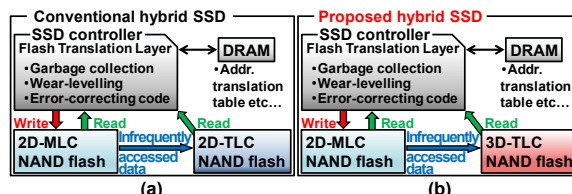


図 1 (a) 2D-TLC NAND 型フラッシュを採用したハイブリッド SSD と (b) 3D-TLC NAND 型フラッシュを採用したハイブリッド SSD

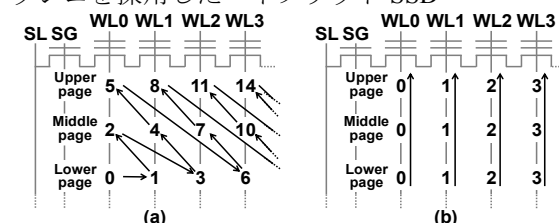


図 2 (a) 2D-TLC NAND flash の書き込み順番と (b) 3D-TLC NAND flash の書き込み順番

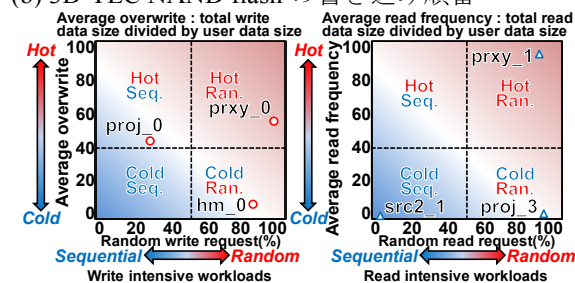


図 3 シミュレーションに用いるワークロード

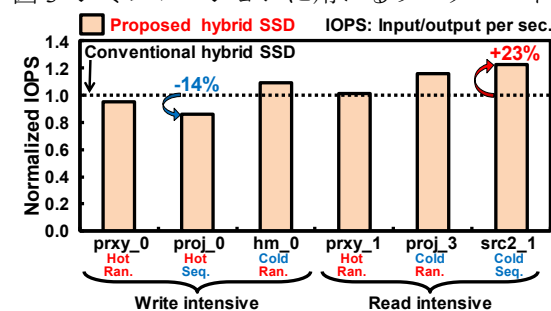


図 4 3D-TLC NAND flash を用いたハイブリッド SSD の IOPS 評価

表 1 3D-TLC NAND flash のパラメータ感度特性

Parameter sensitivity	IOPS of 2D MLC/3D TLC hybrid SSD					
	Write intensive			Read intensive		
	prxy_0 Hot-Ran.	proj_0 Hot-Seq.	hm_0 Cold-Ran.	prxy_1 Hot-Ran.	proj_3 Cold-Ran.	src2_1 Cold-Seq.
Block size	-5%	-1%	+1%	0%	+2%	0%
Latency	0%	+1%	+5%	+1%	+24%	+23%
Write unit	-1%	-12%	+12%	+5%	-2%	0%