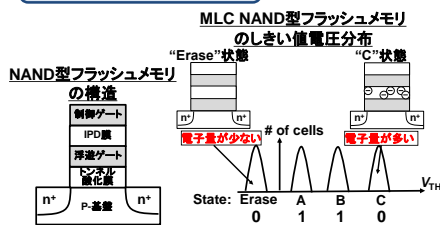


NAND型フラッシュメモリを用いた階層型ストレージ向けデータ圧縮・高信頼化技術 Data Compression/Reliability Enhancement Techniques for NAND Flash-based Hierarchical Storage

渡邊 光・ネットワーク分科会・中央大学

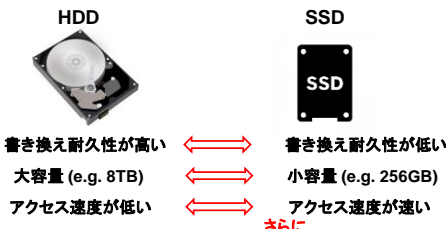
Compression and high reliability method is proposed for MLC/3LC NAND flash memory used as SSD in the tiered hierarchical storage. Proposed method compresses data, reduces asymmetric memory cell errors by modulating V_{TH} distribution and thus enhances reliability and endurance of memory cells. Proposed method decreases data-retention errors by 82.6% and achieves compression ratio by 0.342 of MLC and 3LC NAND flash.

背景・導入

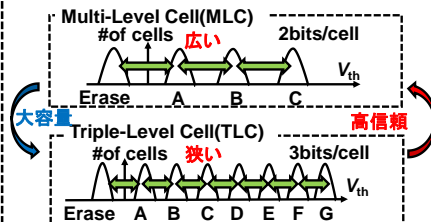


・NAND型フラッシュメモリでは、絶縁膜に挟まれた電極に電子を注入することで、データを保持する

SSDとHDDの比較

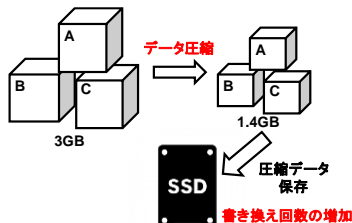


メモリのトレードオフ



・SSDの信頼性と容量にはトレードオフの関係がある

データ圧縮の必要性

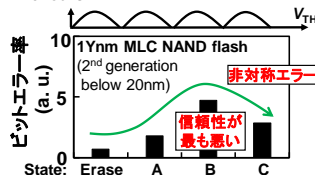


・NAND型フラッシュメモリは書き換え回数に上限があり、保存するデータを圧縮することで書き換え回数を実質的に増加できる

1Ynm MLC NAND型フラッシュメモリの非対称エラー

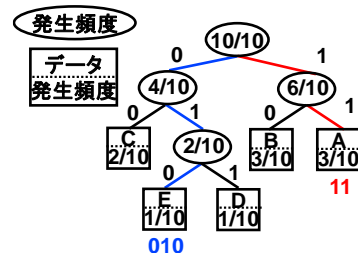
書き換え回数 (N_{WE}) = 500, データ保持時間 ($T_{retention}$) = 29days, @85degC

of cells ランダムデータ



・B状態のエラーが一番高く、エラーの発生が非対称となっている

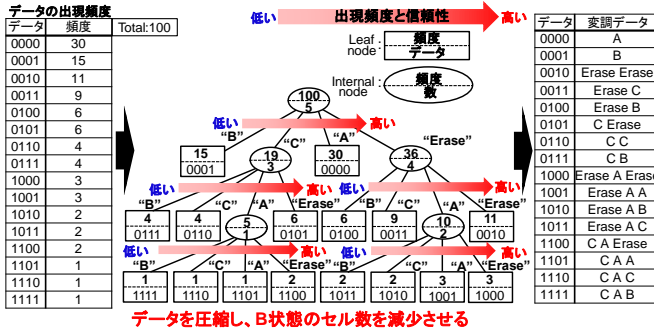
ハフマン符号



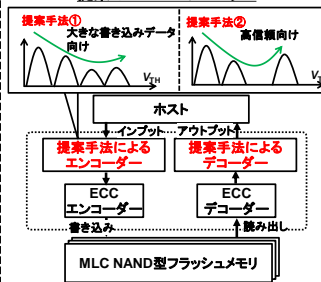
・ハフマン符号はデータの出現頻度に応じて圧縮する

提案手法

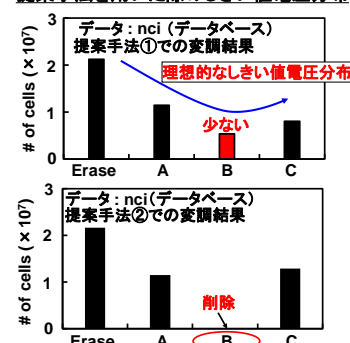
ハフマン符号を応用した非対称エラー削減手法



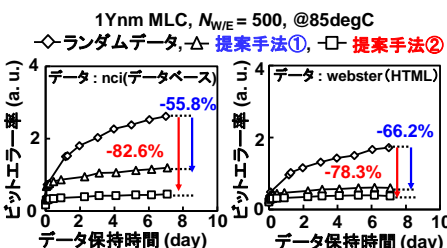
提案のSSDコントローラ



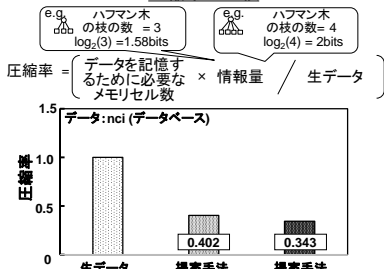
提案手法を用いた際のしきい値電圧分布



実測したデータ保持エラー



圧縮率の比較



結論

Data	圧縮率	ビットエラー率
nci (データベース)	従来のハフマン符号	Baseline
	提案手法①	0.342 -55.8%
	提案手法②	0.402 -82.6%
webster (HTML)	従来のハフマン符号	Baseline
	提案手法①	0.634 -66.2%
	提案手法②	0.798 -78.3%

・提案手法によってビットエラー率を最大82.6%、圧縮率は最大0.342を達成することができた

・提案手法によって、データ圧縮と非対称エラーの削減による高信頼化の両方を同時に達成することができた