

レモン電池で動作する低電力アクセラレータ CMA-SOTB-2

増山 滉一朗, 藤田 悠, 奥原 颯, 天野 英晴 (慶應大)

イントロダクション

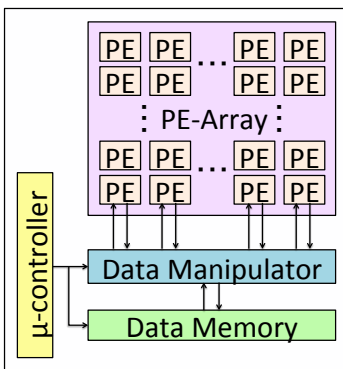
CMA-SOTB-2はバッテリー駆動のデバイスで低電力かつ高性能な処理を実現するために、Silicon on Thin BOX (SOTB)テクノロジーを用いて実装された粗粒度再構成可能アクセラレータである。SOTBは日本の超低電圧デバイス技術研究組合(LEAP)によって開発された新しいプロセステクノロジーである。CMA-SOTB-2は1mW以下の非常に小さな電力で動作可能となっており、レモン電池を用いた電源のみで画像アプリケーションを実行することができる。

CMA-SOTB-2

Cool mega array (CMA) アーキテクチャ

再構成可能アクセラレータCMA

- 組み合わせ回路のみで構成されるPEアレイ
- PEアレイとデータメモリ間のデータ転送を管理する、小さくプログラマブルなマイクロコントローラ
- 各PEとデータメモリ間のデータを柔軟に制御するためのデータマニピュレータ



PEアレイの3つの特徴

- 1) クロック分配は行われない
- 2) 中間データを保存しない
- 3) 動的再構成プロセッサと違い、コンフィギュレーションを動的に再構成しない

PEアレイとデータメモリ、マイクロコントローラの電源電圧はそれぞれ独立にスケール可能

図1. CMA-SOTB-2のブロック図

SOTBプロセステクノロジー

Silicon on thin BOX (SOTB)とは？

- 極薄の酸化膜上に形成されたトランジスタ
- 日本の国家プロジェクト“LEAP”によって開発されたSilicon on insulator (SOI)の一種

- 1) ボディバイアスによってリーク電流と遅延を広い幅で制御可能 (性能バランスをコントロールできる)
- 2) 低電圧で高速に動作
- 3) トランジスタの特性ばらつきが小さい

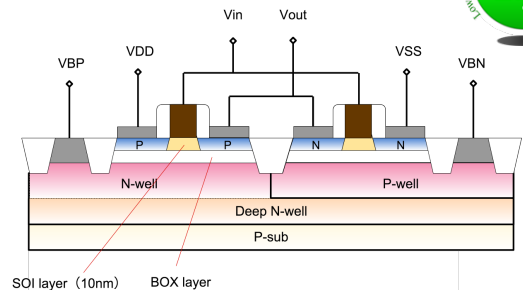


図2. SOTBデバイスの断面図

評価・デモンストレーション

性能

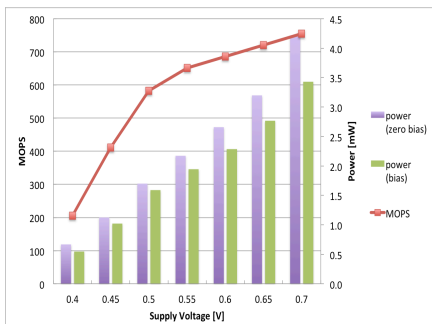


図3. αブレンドにおける電圧と性能、消費電力の関係

- 200-750 MOPSの性能
 - ボディバイアスの印加によって電力消費を最適化
 - 平均して13%程度の削減に成功
 - (zero bias) ボディバイアスを印加しない状態
 - (bias) ボディバイアスによって電力を最適化した状態
- * MOPS: Million operation per second

電力効率

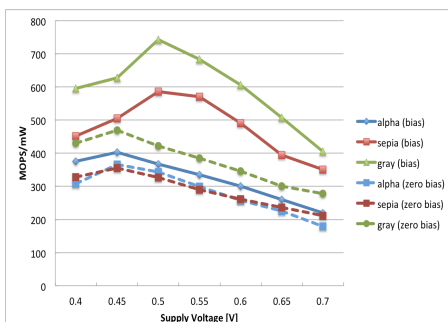


図4. アプリケーション毎の電圧と電力効率の関係

【ゼロバイアス時】
0.45 Vで最高性能
470 MOPS/mW

【バイアス印加時】
0.5 Vで最高性能
743 MOPS/mW

デモンストレーション

- CMA-SOTB-2では、**レモン電池**による電源のみでαブレンドと呼ばれる画像処理アプリケーションが動作可能
 - 動作電圧は**0.7-0.8 V**
 - 5-25 MOPSの性能を維持
 - 必要な電力はたったの**0.3 mW**のみ

- 室内光を利用した**ソーラー電池**でも動作可能

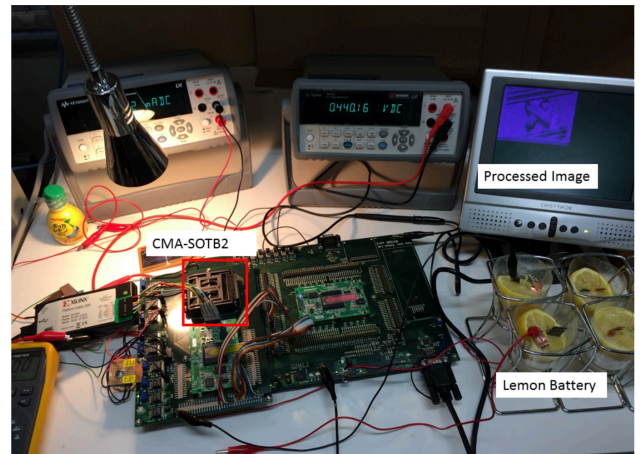


図5. レモン電池を利用したCMA-SOTB-2のデモンストレーション