



家庭・業務部門

通信機器等の省エネルギー化に有用な 原子スイッチFPGA大規模化技術を開発



S-9

戦略的省エネルギー技術革新プログラム／
100万LUT規模原子スイッチFPGAの開発

プロジェクト実施者：日本電気（株）、立命館大学
プロジェクト実施期間：2016～2018年度

背景

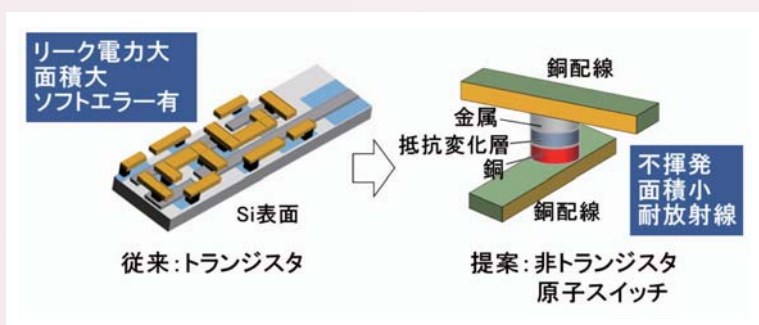
FPGA(Field Programmable Gate Array)は客先で回路を書換えられる論理LSIです。その特性により少量多品種に有利であり、ハードウェア処理のためCPUと比べて高速かつ高電力効率の処理が可能となります。この特長により、通信インフラ装置では多用されています。一方、大規模化に伴い、配線切替スイッチを構成するトランジスタ数も膨大なものとなり、トランジスタのリーク電流による待機時電力が増大、課題となっていました。

目的

FPGAの待機時電力の課題解決のためには、新トランジスタや新アーキテクチャの採用等の技術提案がなされていますが、我々は配線切替スイッチの非トランジスタ化を提案します。現時点で集積化実績がある唯一の非トランジスタスイッチ素子である「原子スイッチ」を用い、通信機器のFPGAを置換可能な100万LUT規模の原子スイッチFPGAを開発、従来のFPGAと比べて消費電力が1/10になることを実証します。従来FPGAの置換を狙うとともに、消費電力が大きいが故にFPGAを使えなかった論理LSI市場の一部の置換をも目指します。FPGA市場は約6000億円、論理LSIの置換市場のポテンシャルは6兆円と見込んでいます。

事業概要

電力問題が顕在化する高温環境において、リーク電力が増えないという優れた特性を持つ原子スイッチを用いる原子スイッチFPGAを100万LUT規模にするために不可欠な技術（製造ウェハ低欠陥密度化技術、高歩留化技術、大規模化技術）を開発し、通信機器等への原子スイッチFPGAの搭載・評価を行います。

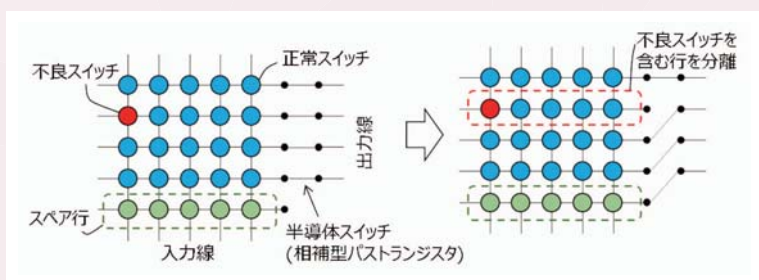


原子スイッチFPGAの特長（左図上）：

- ・不揮発：不要時に電源CUT可能
- ・面積小：チップ面積小⇒配線短⇒動作電力小
- ・高温リーク小：金属の為、高温でリーク増えず
- ・耐放射線：金属の為、ソフトエラーなし

製造ウェハ低欠陥密度化技術：

- ・半導体量産工場に原子スイッチ製造装置を導入
- ・試作ラインのプロセスを低欠陥観点で変更、追加



原子スイッチFPGA高歩留化技術（左図下）：

- ・クロスバ毎に冗長機能を実装するためにオーバーヘッドの小さい救済回路を開発

原子スイッチFPGA大規模化技術：

- ・書込み回数耐性向上の為の分散書き込み技術を開発、配置配線ツールに組み込み
- ・高速動作の為のロジックセル・配線アーキテクチャ技術の開発
- ・高速な演算を可能とする演算器IPコア開発

成果

製造ウェハ低欠陥密度化技術開発:

- ・量産レベルの欠陥密度を達成

原子スイッチFPGA高歩留化技術開発:

- ・10の-6乗レベルの素子不良率でも、高い歩留りで良品が得られることを確認

消費電力比較実験:

- ・28nm市販FPGAと比べて電力1/10を確認

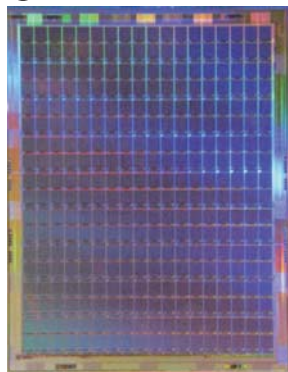
28nm原子スイッチFPGA(①)、評価ボード(②):

- ・4入力LUTおよびFFを含むロジックセル
- ・通信機器用に必要なブロックRAM、演算器、PLLを搭載
- ・28nmプロセス利用で100万LUT規模を実現
- ・評価ボードにて通信機器用アプリの評価可能

原子スイッチFPGAの軌道上評価:

- ・本事業で製造した40nm原子スイッチFPGAを2019年1月18日打上の小型衛星RAPIS-1(③)のカメラモジュール(④)に搭載し、軌道上評価(JAXA革新的衛星技術実証プログラム)を実施、放射線耐性を実証

①



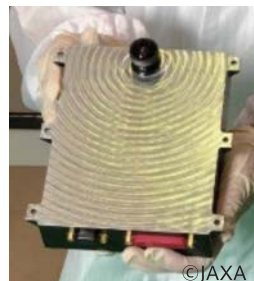
②



③



④



省エネルギー効果

- 2026年度: 0.91万kL/年
- 2030年度: 0.65万kL/年

2030年度の省エネ効果: 大型タンクローリー 4,825台分



※大型タンクローリーの容量を20kL/台として算出

今後の展望

- 2019年原子スイッチ搭載チップの受託製造事業を開始、実施中。
- 2022年のFPGA-IP事業の本格立ち上げを目指し、エンドユーザーとのPoCを推進中。
- 並行して、設計ツール関連技術の研究開発、AI関連技術の研究開発を実施中。

問い合わせ先

ナノブリッジ・セミコンダクター株式会社
〒305-0047 茨城県つくば市千現2-1-6
TEL/FAX: 029-893-5481 URL: <https://nanobridgesemi.com>

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番 ミューザ川崎セントラルタワー 20F

TEL: 044-520-5180 FAX: 044-520-5186

<https://www.nedo.go.jp>