

【機能メモリ混載システム LSI(藤野)研究室】

～ 特徴あるシステム LSI 設計技術の研究とネットワークアプリケーションへの応用 ～

○研究紹介 * 文章中の(1)～(4)の数字に対応する研究テーマ説明図を見てください。

大容量のメモリとマイクロプロセッサ等のロジック回路を、1チップの大規模集積回路(VLSI)上に実現した「システム LSI」は、さまざまな情報機器で使用される「小型低消費電力かつ高性能なシステムの実現」に必須の技術となっています。しかしながら、最先端のシステム LSI の新規開発には、フォトマスク費用等に多額の初期費用が必要になっており、回路を低コストで書き換えることのできる「やわらかい」ハードウェアが必要となっています。

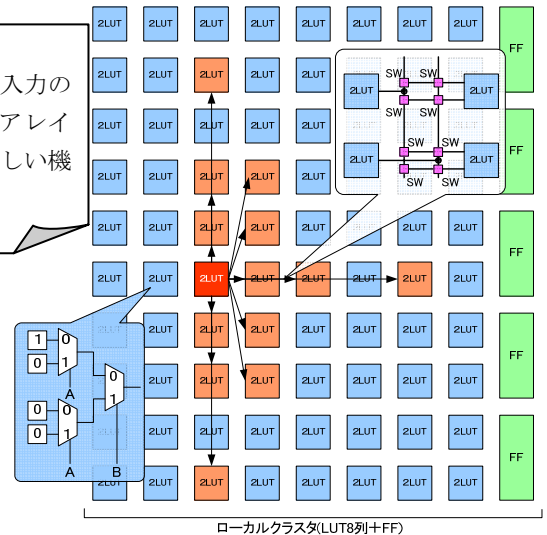
当研究室では、上記の目的を満足する LSI 設計アーキテクチャとして、チップ製造後に電氣的に回路を変更できる(1)「リコンフィギャラブルロジック ePLX」や、チップ製造中に電子ビーム描画装置でビア2層を変更することで回路を変更できる(2)「ビアプログラマブルロジック VPEX」の研究を行ってきました。昨年度、両方のアーキテクチャをテストチップ上で動作実証し、現在継続してアーキテクチャの改良や大規模回路の実装に取り組んでいます。

新しい LSI アーキテクチャのネットワークセキュリティへの応用を目標とした研究も行っています。例えば、IC カード等に搭載された暗号処理回路において、動作時の消費電力を用いて秘密の暗号鍵を推定するというサイドチャネル攻撃技術が研究されていますが、このような攻撃に対する対策を施したロジック回路として(3)「ドミノ型 RSL 回路」の研究を行っています。また、FPGA やプロセッサボードを用いて、ネットワーク上のウイルスや不正攻撃を検知する(4)「分散侵入検知システム」の研究を行っています。

○研究テーマ説明図

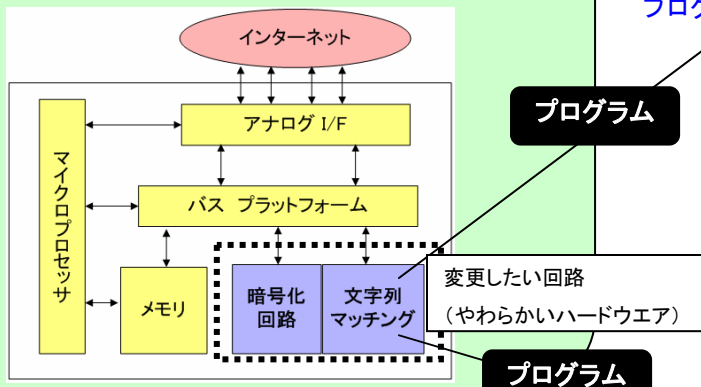
(1) リコンフィギャラブルロジック LSI ePLX

製造後に電氣的に論理が変更できる LSI. 2 入力の LUT(真理値表を格納したメモリ)と配線網をアレイ状に並べたアーキテクチャが特徴. 製造後に新しい機能を追加していく「進化型 LSI」が実現可能.



ネットワークアプリケーション向けシステム LSI

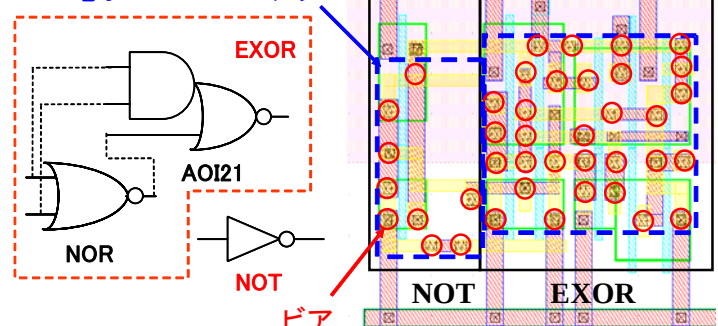
マイクロプロセッサやメモリは共通回路とし、一部の回路を変更して多様なシステム LSI を設計できる. 変更したい回路部に ePLX や VPEX などの「やわらかい」ハードウェアを使用する.



(2) ビアプログラマブルロジック LSI VPEX

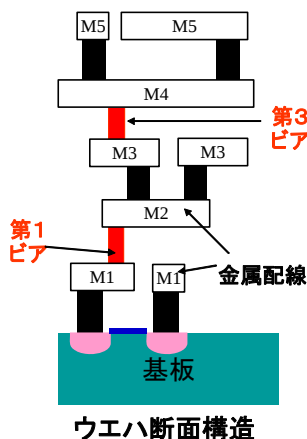
LSI 製造工程でビア 2 層(左図)だけを、フォトマスクの不要な電子ビーム描画装置を使って、プログラムすることで、自由に回路論理を変更できる LSI. ASIC で回路論理を変更するために必要な 1 億円以上のマスクコストを削減できる. 「世界で 1 つしかない LSI」を製造することが可能.

電子ビームでプログラム

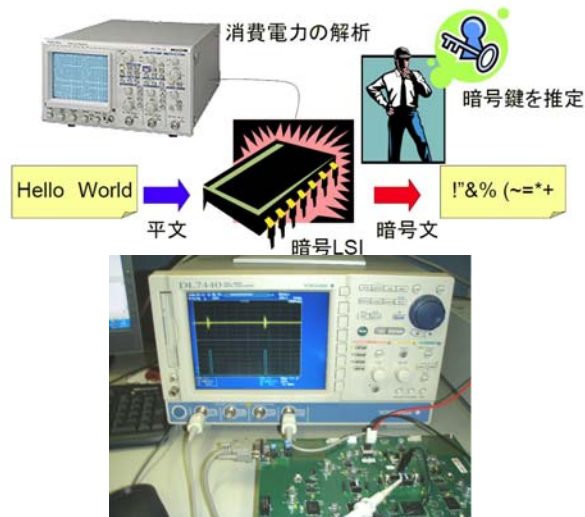


(a) 基本素子回路

(b) 基本素子レイアウト



ウエハ断面構造

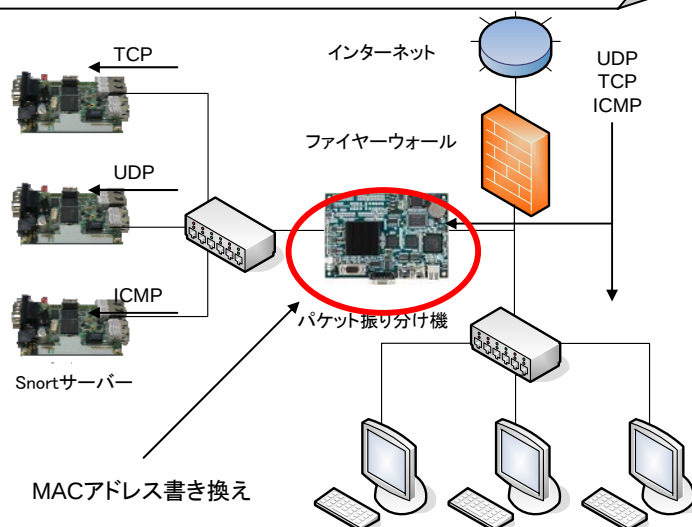


(3) サイドチャネルアタックとドミノ型 RSL 回路

暗号回路の動作中に、その消費電力をモニタすることで暗号鍵を推定する差分電力解析型サイドチャネルアタックを FPGA ボードで検証している。同時に、この攻撃を阻止するドミノ型 RSL 回路を用いた LSI を研究中。

(4) 分散侵入検知 (IDS) システム

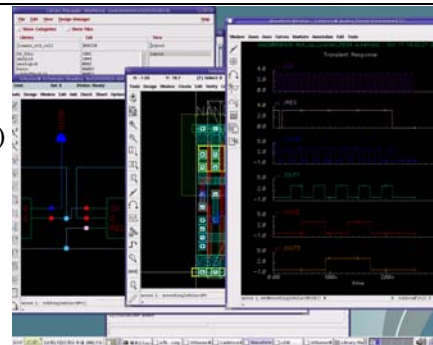
ネットワーク上のウイルスや不正アクセスを検知する Snort ソフトウェアを、低消費電力マイコンボード上に実装し、それらのマイコンへ検査パケットを振り分ける機能を備えた分散 IDS システム。低消費電力と性能スケーラビリティが特徴。



○卒業研究の進め方

配属学生は、4 回生の夏までに、コンピュータの知識・ネットワークの知識を身につけることから始めて、C&verilog HDL のプログラミングおよび、基礎的な LSI 設計ツール実習を行い、卒業研究に必要な知識を修得するところからはじめます。4 回生の夏までにテーマを決定して本格的に研究を開始します。

輪講 (3 回生～ 4 回生)	LSI 設計技術に関する英文教科書 (「Introduction to VLSI Circuits and Systems」) と、ネットワークおよび暗号技術に関する技術書を、毎週分担を決めて読み進めます。これにより、LSI 設計・ネットワーク技術の専門知識、英語力、プレゼンテーション能力を養成します。
応用演習 (3 回生)	・本研究室の研究内容の紹介 ・貸出ノート PC 上でプログラミング環境を構築し C プログラムの演習
院生ゼミ (4 回生前 期)	院生が協力して、以下の LSI 設計&ネットワーク技術にかかわる以下の実習教育を、2 回/週のペースで行います。 ・回路図作成, SPICE シミュレーション, 論理合成, レイアウト作成など一連の LSI 設計 CAD ツールを使った実習(右図) ・verilogHDL による FPGA ボードプログラミング実装 ・C プログラムおよびネットワークプログラミング 実習教育は 6 月末で終了し、7 月に卒研生の第 1 回の発表会を行い、その後、各研究グループに分かれて、院生と共同で卒業研究に取り組みます。



○さいごに

・工学部の学生、特に電子・機械系の学生は、企業に入って製品の研究開発に取り組むという学生が多いと思います。企業に入ると、基本的には与えられたテーマを問題解決することが中心になりますので、学生時代には、もっと自由な観点からエンジニアとしての基礎能力を養ってほしいと思います。具体的には、(1)新しい技術に対する好奇心をもつ、(2)自分のアイデアを持つ、(3)アイデアを実現する技術を持つ、(4)アイデアを上手に発表する、という一連の流れを是非経験して、日進月歩の電子情報技術分野で長くエンジニアとして生きていく糧としてほしいと思います。

・もちろん、エンジニアとしての基礎知識も重要です。当研究室は、LSI の HDL 設計～レイアウト設計、ネットワークプログラミング、暗号技術など様々なテーマを扱っています。積極的に知識を吸収してください。

・LSI の幅広い設計をやってみたい学生、自分で LSI を設計して評価してみたい学生、ネットワークおよびネットワークセキュリティに興味ある学生、自分の研究を国内外で発表したい学生、歓迎します。

・本資料で当研究室に興味を持った方は、是非 <http://www.ritsumei.ac.jp/se/re/fujinolab/> (公開サーバー) や <http://rh5pt200.bkc.ritsumei.ac.jp/wiki/> (研究室イントラネットサーバ) をアクセスしてみてください。メールや訪問による質問も歓迎ですので fujino@se.ritsumei.ac.jp に連絡してください。