

高信頼な集積回路の設計と実測評価

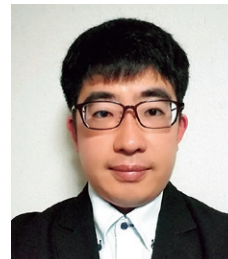
■研究者のプロフィール

富山県立大学 工学部 電気電子工学科
講師 博士(工学)

きしだ りょう
岸田 亮

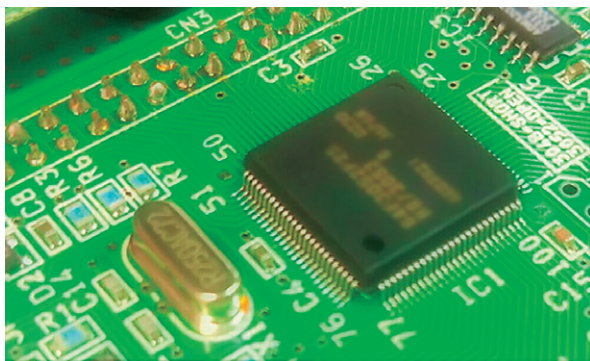
TEL : 0766-56-7500

E-mail : ryokishida@pu-toyama.ac.jp



研究シーズの概要

私は集積回路の研究をしています。集積回路は半導体と呼ばれるトランジスタのほかに、コンデンサ、抵抗などの素子を1つのパッケージにした電子部品です。一見、ただの黒くて四角いだけの部品ですが、その中には何万個、何億個もの素子が入っています。10年前のスマホには約10億個のトランジスタが使用されていましたが、現在はほぼ同じ大きさのスマホに160億個入っています。この集積回路は身の回りの電気を使うほぼ全ての製品に使われているため、現代の生活には欠かせなくなっています。



集積回路が搭載された半導体基板。黒くて四角いものが集積回路。この中に無数のトランジスタなどが入っています。

集積回路の信頼性

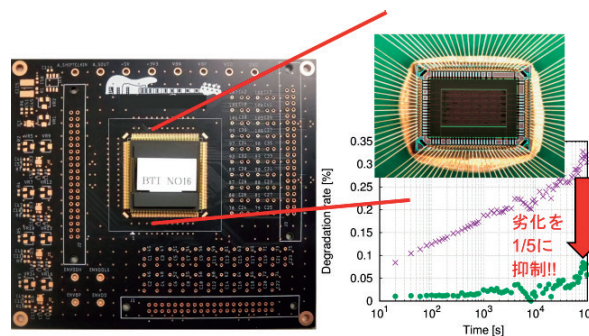
電子機器は当然のように何カ月も、何年も動いています。これは集積回路が常に壊れずに動作し続けているおかげとも言えます。しかし、さまざまな要因で集積回路も誤動作したり、故障した

ります。例えば宇宙から飛んでくる放射線によって、回路の保持している値が反転したり、最悪の場合回路が壊れたりすることもあります。

また、トランジスタに電圧をかけ続けることで、トランジスタに使われている絶縁体に電荷が捕獲されて特性が劣化し、故障に繋がります。こういった劣化や故障に強い「高信頼」な集積回路を設計することが重要です。

経年劣化評価回路の設計と実測評価

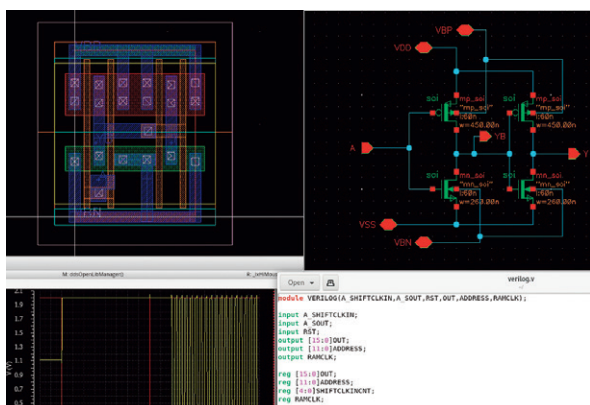
これまでに私は「高信頼」な集積回路を実際に設計・試作・測定・評価してきました。同じ動作をする回路でも、素子の配線や動作条件を変更することで、劣化しにくく高信頼な回路を実現してきました。例えば1万秒電圧をかけ続けた発振回路において、対策をした回路とそうでない回路で劣化量が5倍異なることを実際に測定して確認しています。



(左) 測定用回路基板 (右上) 試作チップ
(右下) 測定結果。設計から試作、測定まで行って高信頼な集積回路を目指しています。

回路設計手法

集積回路を作るには、回路図の設計だけでなく、物理レイアウトと呼ばれる素子の配置と配線方法の設計や、複雑な回路では専用の言語を用いた動作記述プログラムを書きます。設計に時間をかけるのはもちろんですが、シミュレーションによる検証も行います。集積回路は一度作った後での変更がとても難しいため、作る前から正しく動作するかを確認することの方が重要とも言えます。



(左上) 物理レイアウト (右上) 回路図
(左下) シミュレーション結果 (右下) 動作記述
回路設計はレイアウトからプログラミングまで幅広く、シミュレーションでの検証も重要です。

量子コンピュータの高信頼化

近年注目されている量子コンピュータは、今までのコンピュータよりも高速な処理ができると期待されています。量子コンピュータの研究開発は国内外で盛んに行われています。海外では5年間で約1000億円規模の研究プロジェクトが進んでいるものがあります。

しかし、量子コンピュータの処理方法は複雑で規模が膨大であるため、集積回路として実現させるには多くの課題があります。中には作った後でわかる特性ばらつきを考慮して回路の設定値を変更する必要があります。集積回路では製造後の変更が難しいため、あらかじめ変更ができるような回路を設計する必要があります。

量子コンピュータはノイズなどに弱くエラーが発生しやすいことも知られており、ノイズ対策手法に加えて、エラー訂正回路が必須です。量子コンピュータにおける現状の主な課題はこういった信頼性問題です。エラー訂正回路を含めて、量子コンピュータが高信頼化すれば、量子コンピュータの処理を集積回路として実現させられる可能性があります。量子コンピュータの集積化と高信頼化ができれば小型化できるため、一家に一台量子コンピュータという日がやってくるかもしれません。

研究キーワード

- ◎ 集積回路
- ◎ 信頼性
- ◎ 経年劣化
- ◎ 量子コンピュータ

利用が見込まれる分野

- ◎ 回路設計
- ◎ システム設計
- ◎ 品質保証

産業界へのメッセージ

電子機器が壊れないための技術は多くありますが、回路技術によっても対策が可能です。回路は一度製品にすると変更がほとんどできないため、設計時に考慮することが重要です。速度や電力はもちろんですが、信頼性も重要な設計方針の一つだと考えています。特に人命を扱う機器での故障は大きな問題となります。普段から電子機器を便利に快適に使えるのはもちろん、安心して使える機器となるような技術をこれからも多く取り入れられると良いと思います。電子機器の性能は回路で向上させられる場合もあるため、信頼性に関するだけでなく、回路設計で貢献できることがあればぜひご連絡ください。

今後の展望

集積回路は素子の微細化技術の進展によって現在も性能が向上しています。微細化によって信頼性の問題も懸念されているため、高信頼集積回路はますます重要になってくるでしょう。

今までは計算がほぼ不可能とされていた問題でも、量子コンピュータは解くことができると言われています。しかし、量子コンピュータは信頼性の点で課題が多く、誤り訂正や劣化対策などがまだまだ追いついていない状況です。量子コンピュータにも高信頼な技術を取り入れることで、誤動作なく高速に計算できる新たなコンピュータを実現できる日がくるかもしれません。

産学連携をお考えの方は上記または次の担当部署までお問い合わせください。

- ◎北陸経済研究所 米屋 TEL: 076-433-1134
- ◎北陸銀行 地域創生部 山上 TEL: 076-423-7180