



集積システム講座

小林・古田研究グループの紹介



小林教授
デジタル電子回路,
集積回路工学
担当



古田助教
プログラミング演
習担当

シリコン半導体(LSI)は産業の米

- 半導体不足で自動車が作れない
 - ETC車載器すら不足
 - 半導体工場の相次ぐ火事や停電で品不足に拍車
 - 2020/10 旭化成, 2021/3 ルネサス, TSMC火災
 - 2021/1-3 米国テキサス州オースチンの大停電
- 半導体不足でゲーム機が作れない
 - PS5の品不足で転売屋横行
- 日米が相次いで半導体支援・増強策
 - 経産省が2nmに向けて400億補助金
 - TSMCが日本に後工程工場, デザインセンター設立
 - インテルが2兆円を投資して新工場建設

過半導体

- コンセントに刺さるもので半導体が載っていないのは安いトースターのみ

Yahoo Newsで取り上げられました

ルネサスの車載半導体売上高が大幅増、
ADASと電動化がけん引

小島 郁太郎 日経クロステック／日経エレクトロニクス

2022.02.15

[こちら](#)

一方で、なんにでも半導体（「コンセントに刺さるもので半導体が載っていないのは安いトースターのみ」）の弊害が．．
「**過半導体**による半導体不足」

2022/3の学振165委員会での講演スライドより

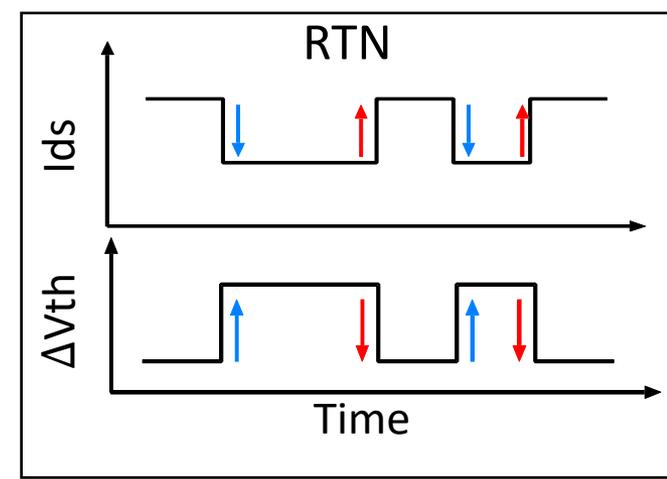
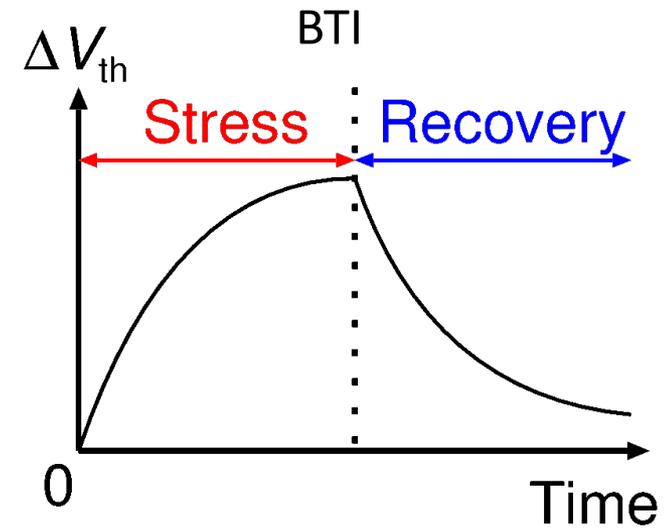
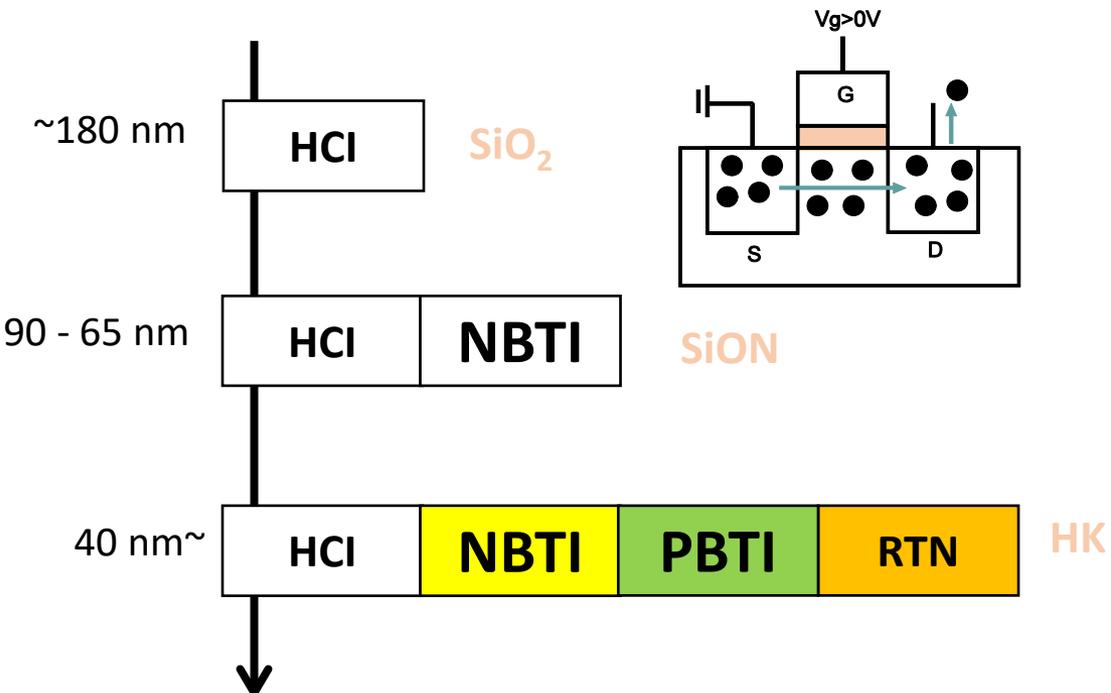
小林・古田グループのテーマ

- 集積回路の経年劣化（永久故障，動的変動）
 - 集積回路の長期信頼性測定の回路構造の提案とその実測
- ソフトエラー/TID（一時故障，永久故障）
 - 地上および宇宙向けの高信頼性集積システム
 - 放射線による半導体の性能変化に関する研究
- パワーエレクトロニクス
 - ワイドギャップ半導体向け電力変換回路

小林・古田側は4テーマ最大4～6名程度

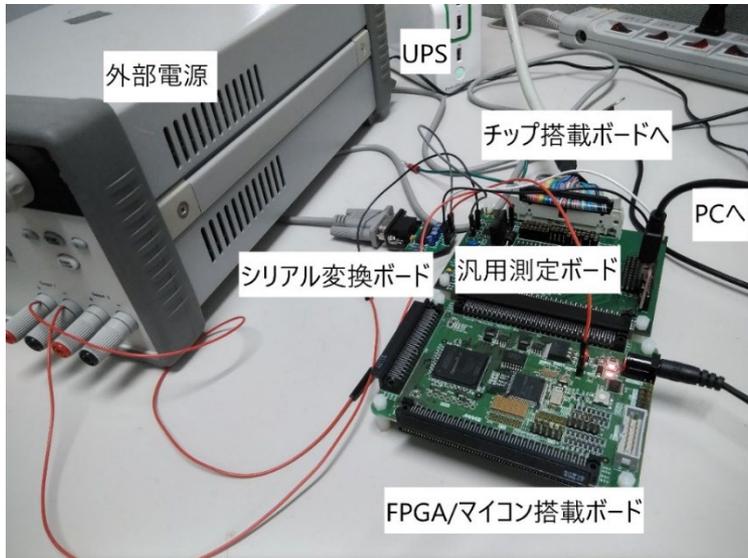
興味によりテーマを割り当て

ゲート酸化膜起因の信頼性低下

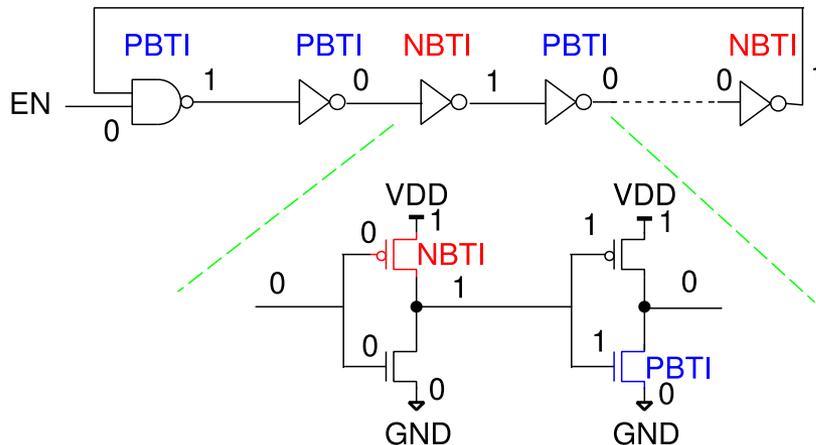


- Siは単一原子のダイヤモンド結晶のため、欠陥は少ないが欠陥起因の劣化現象が起こる。
 - RTN : 特性がランダムに変動
 - NBTI/PBTI: 時間とともに特性が劣化

長期信頼性測定系



- テスタでは長期間の測定不可
 - 共用 + 高電力 + PC制御
- マイコンとFPGAで超長期測定
 - 専用 + 省電力 + マイコン制御
 - マイコンプログラム + FPGA回路 + 定電圧源
- 最新プロセスで試作されたLSIを測定
 - リングオシレータの発振周波数を測定



ソフトウェアエラーとは？

• 放射線がLSIに衝突

- α 線

- 放射性不純物より

- 重イオン

- 宇宙で問題

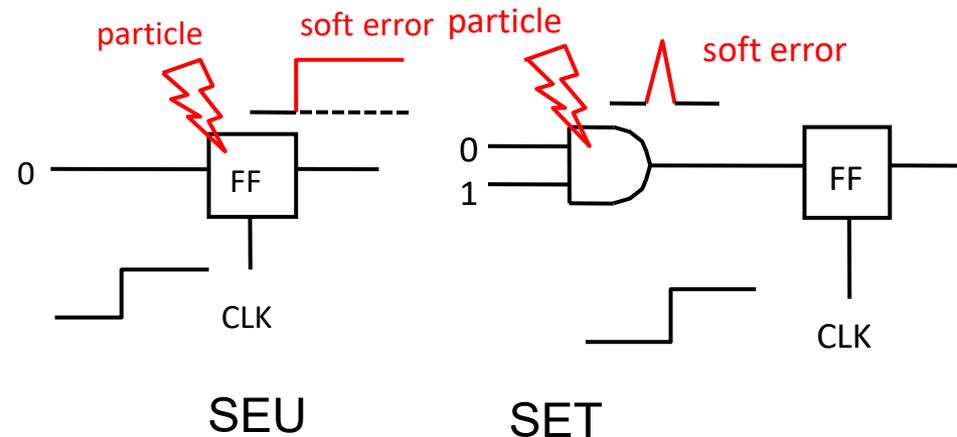
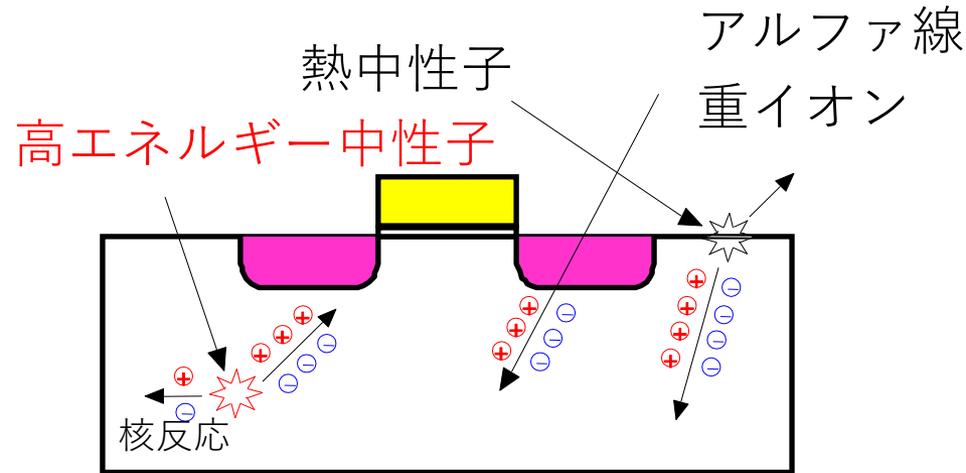
- 高エネルギー中性子

- 宇宙より
- 航空機では影響大

- 熱中性子

■ LSIが一時的に誤動作

- スーパーコンピュータ(京)ではすでに対策済



ソフトウェア耐性評価実験

- 地上での耐性評価

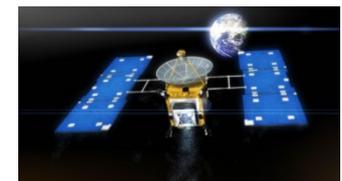
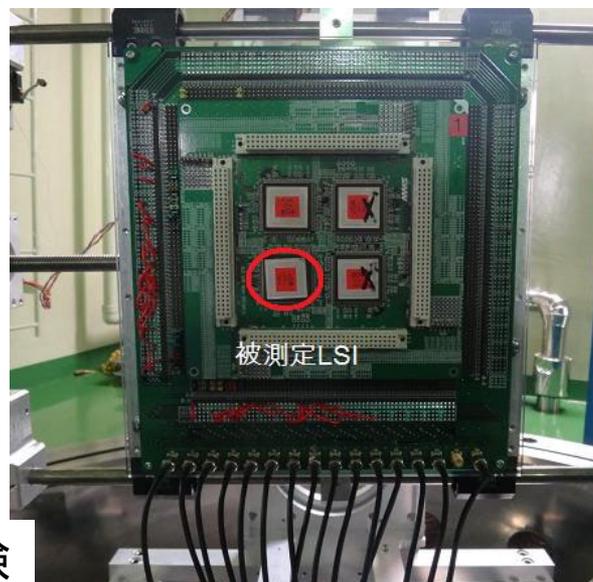
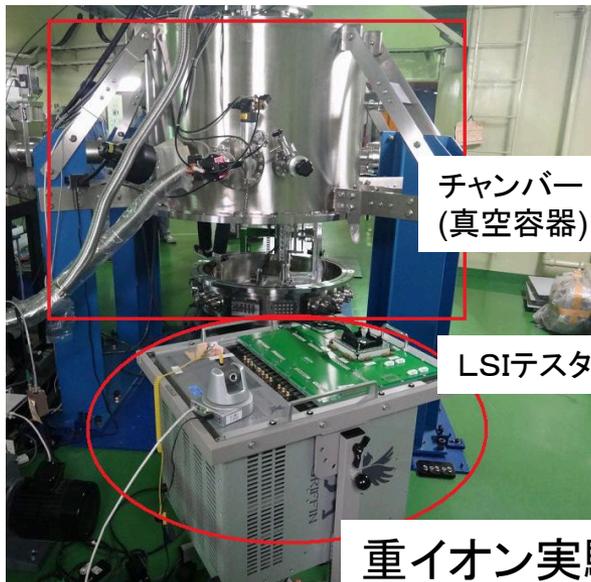
- α 線: 研究室内
- 中性子線: 大阪大学加速器



中性子線測定準備の様子

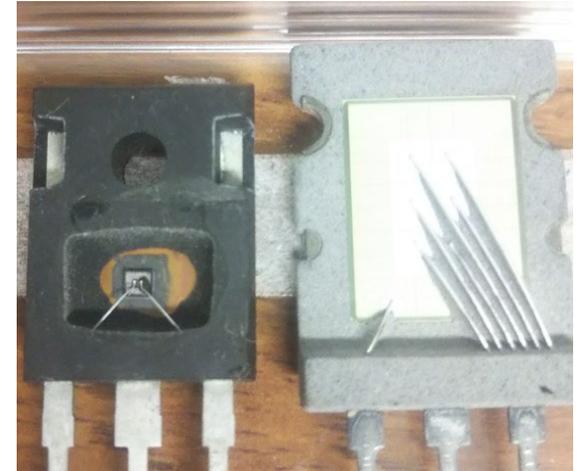
- 宇宙での耐性評価

- 重イオン線: QST加速器 (JAXA所有のチャンバーにて)

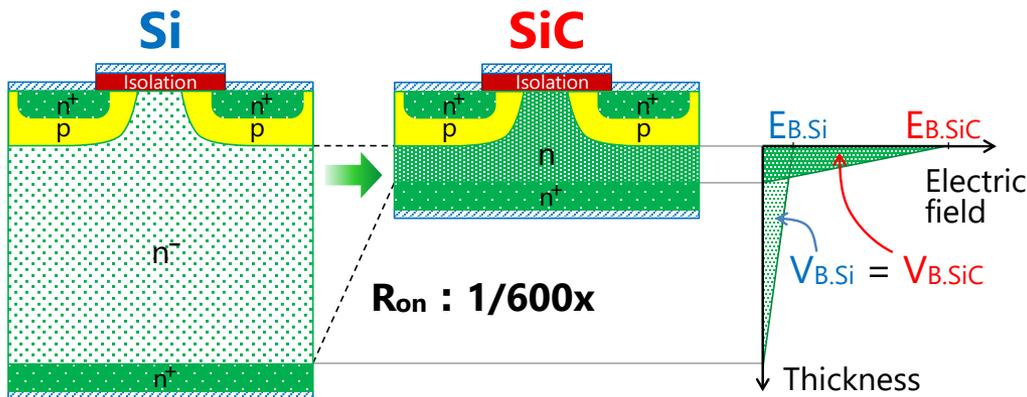


パワーエレクトロニクス

- 電力変換を半導体電子回路で行う
 - 従来は機械スイッチや電気回路
- SiCなどのワイドギャップ半導体は耐圧が高く、ON抵抗を下げられる
- 高速化で小型化(1000倍速く→体積1/1000)



左: ワイドギャップ半導体 (SiC), 右: シリコン



$f_{sw} = 72\text{kHz}$
 $\rho = 4.5\text{kW/dm}^3$

$\rho : 3x$

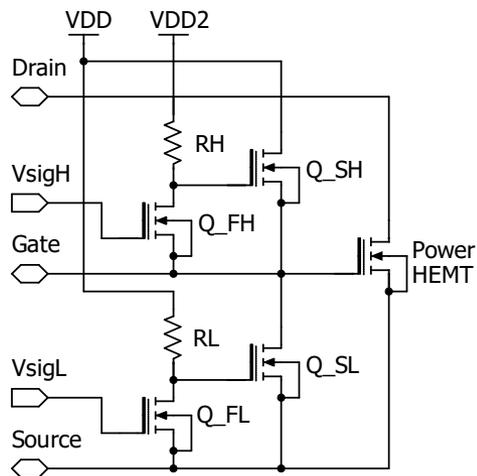


1MHz
 14kW/dm^3

GaN HEMT 集積回路

ゲートドライバとPower HEMTを集積化

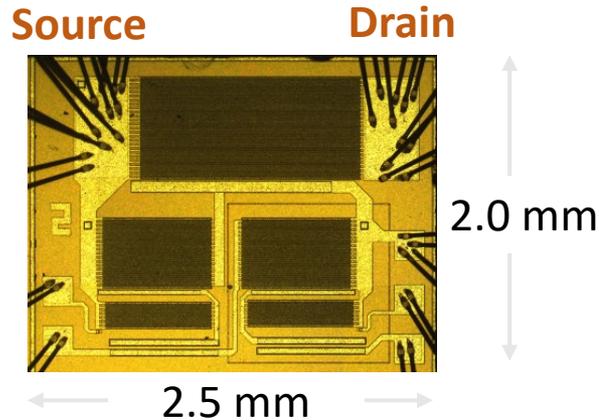
IC structure



Gate driver

Power
HEMT

IC photo



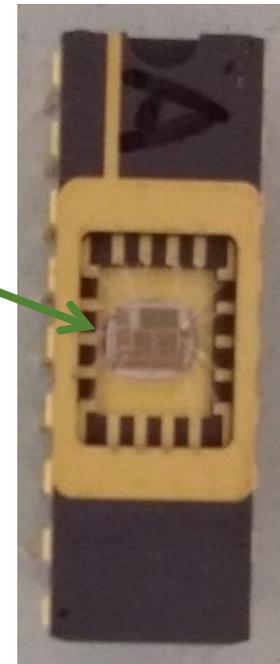
Specification Power HEMT

Breakdown voltage ≈ 200 V

On-resistance 67 m Ω

Implemented IC

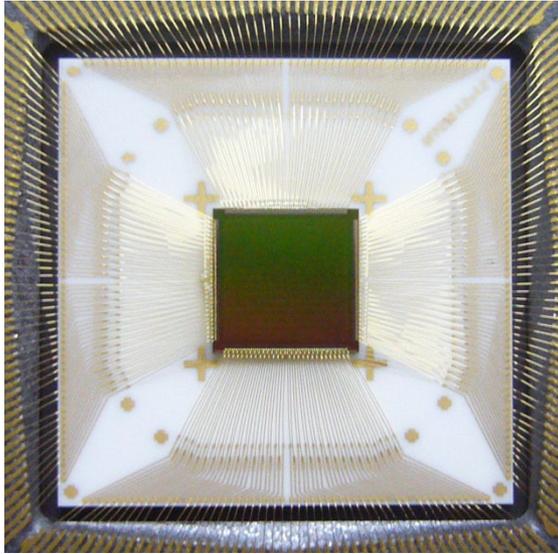
DIL-18 package



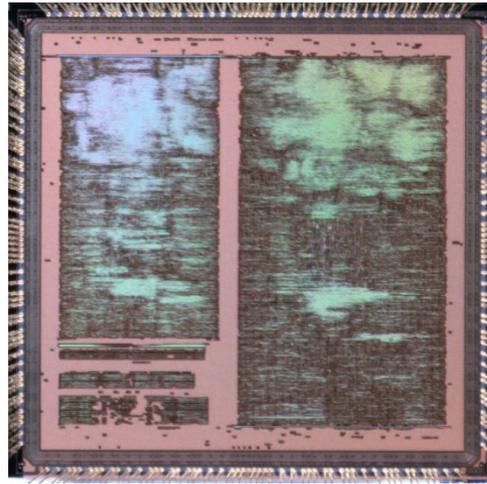
研究室の学生が設計し，ベルギーのimecで試作。

正常動作を確認！共振型ゲートドライバも集積化して正常動作を確認

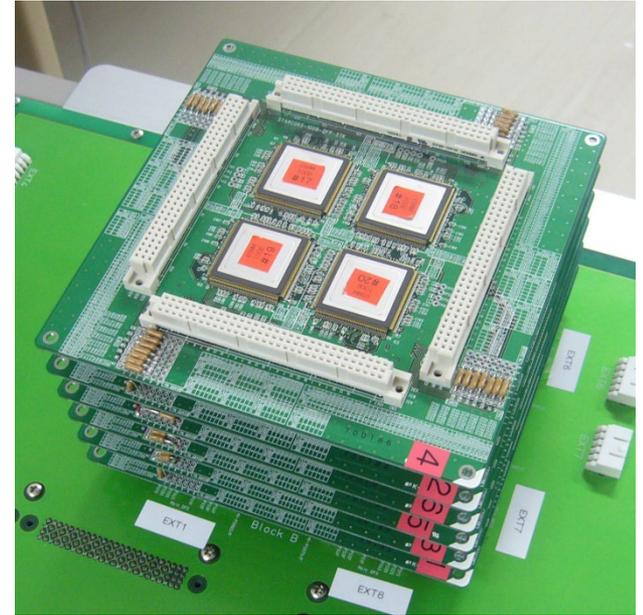
試作したLSIのチップ写真など



65nm 耐ソフトウェアLSI
(チップとパッケージ)



180nm DARA
(高信頼性プロセッサ)



中性子実験用ボード
4枚積載ボードを6枚積層

小林研では、集積回路を**設計、試作、評価**できます

2021年度研究実績

詳細はホームページの論文，受賞に

- 学術論文 4件
- 国際会議発表 4件
 - コロナにより大幅減...
- 国内会議発表15件
 - うち4回生2名発表済
- 受賞12件

受賞一覧

- 電子情報通信学会関西支部 支部長賞 功労賞
 - 阿部佑貴, 伊藤貴史, 小谷萌香, 中島隆一(2022年3月10日受賞)
- IEEE CEDA All Japan Joint Chapter (AJJC) Design Gaia Best Poster Award
 - "Soft Errors on Flip-flops Depending on Circuit and Layout Structures Estimated by TCAD Simulations", 小谷萌香(2021年12月2日受賞)
- 電子情報通信学会 第24回エレクトロニクスソサイエティ賞
 - "集積回路のソフトエラーの高耐久化技術の先駆的研究", 小林和淑(2021年9月14日受賞)
- 電子情報通信学会リコンフィギャラブルシステム研究会優秀講演賞(若手部門)
 - "シフトレジスタによるSRAM型とフラッシュメモリ型FPGAのソフトエラー耐性の比較", 河野雄也(2021年9月10日受賞)
- 情報処理学会 システムとLSI設計技術研究会 DAシンポジウム2021 優秀ポスター賞
 - "FDSOIプロセスにおける遅延を増加させたガードゲート型フリップフロップのソフトエラー耐性の実測評価", 記伊智也(2021年9月3日受賞)
- 情報処理学会 システムとLSI設計技術研究会 優秀論文賞
 - "FDSOIプロセスにおけるガードゲート構造を用いたフリップフロップのソフトエラー耐性の実測評価", 記伊智也, 榎原光則, 古田潤, 小林和淑(2021年9月1日受賞)
- 情報処理学会 システムとLSI設計技術研究会 優秀発表賞
 - "FDSOIプロセスにおけるガードゲート構造を用いたフリップフロップのソフトエラー耐性の実測評価", 記伊智也, 榎原光則, 古田潤, 小林和淑(2021年9月1日受賞)
- IEEE CEDA All Japan Joint Chapter Academic Research Award
 - "Evaluation of Soft Error Tolerance by Flip-Flop Using Guard Gate", 記伊智也(2021年9月1日受賞)
- 電子情報通信学会 第33回回路とシステムワークショップ 奨励賞
 - "ブリッジ回路に適したGaN HEMT向け単一電源駆動3レベル電圧制御ゲートドライバ" 長尾詢一郎(2020年12月19日受賞通知, 2021年8月26日受賞)