

2024 第34回

RCJ信頼性シンポジウム発表論文集

- ・EOS/ESD/EMCシンポジウム
- ・電子デバイス・電子部品の信頼性シンポジウム

2024年11月

主催

一般財団法人 日本電子部品信頼性センター

協賛

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 一般社団法人 電子情報技術産業協会 | 一般社団法人 日本電機工業会 |
| 一般社団法人 日本電気計測器工業会 | 一般財団法人 日本規格協会 |
| 一般社団法人 電子情報通信学会 | 一般社団法人 日本電子回路工業会 |
| 一般社団法人 電気学会 | 一般財団法人 日本科学技術連盟 |
| 一般財団法人 光産業技術振興協会 | 一般社団法人 静電気学会 |
| 一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会 | 日本信頼性学会 |
| IDEMA JAPAN | |

2024第34回 RCJ信頼性シンポジウム

(「EOS/ESD/EMCシンポジウム」、「電子デバイス・電子部品の信頼性シンポジウム」)

日時： 2024年11月7日 (木) ~11月8日 (金)

開催場所： 大田区産業プラザ

日時	11月7日 (木)		11月8日 (金)	
項目	EOS/ESD/EMC シンポジウム 優秀論文等表彰式	(別プログラム)	EOS/ESD/EMC シンポジウム	電子デバイス・電子部品の 信頼性シンポジウム 信頼性セミナー
会場	4階コンベンションホール		4階コンベンションホール	
	A会場	B会場	A会場	B会場
午前	(9:30~9:45) 「開会挨拶」 (9:45~10:35) 「イオナイザー, 静電気対策」 (10:45~12:00) 「デバイス・測定」	ESDコーディネータ大会	(9:30~10:15) 「基板・モジュールの静電気 対策」セミナー(1) (10:25~12:00) セミナー(2)	(10:15~11:45) 「故障解析、装置及び デバイスの信頼性」
昼	(12:00~12:10) 優秀論文等表彰式 (12:10~13:00) 休憩		(12:00~13:00) 休憩	(11:45~13:00) 休憩
午後 前半	(13:00~14:15) 「招待講演」-1,-2		(13:00~14:30) セミナー(3)	(13:00~17:15) 「信頼性セミナー」
午後 後半	(14:25~15:55) 「招待講演」-3,-4 (16:05~17:45) 「イミュニティ」		(14:40~15:00) セミナー(4) (15:10~15:55) 「招待講演」-5 (16:10~17:10) 「Tutorial」	-SiCパワー半導体の信頼性 及び最先端LSIの信頼性-
夜	(17:50~19:30) 情報交換会 (軽食・ドリンク付き) 4階コンベンションホール ロビー (ホワイエ)			
展示会	(10:00~17:00) (2階小展示ホール) ESD関連装置の展示及びESD対策技術ワークショップ		(10:00~17:00) (2階小展示ホール) ESD関連装置の展示及びESD対策技術ワークショップ	

ご 挨拶

「EOS/ESD/EMCシンポジウム」、「電子デバイス・電子部品の信頼性シンポジウム」からなる第34回RCJ信頼性シンポジウムを令和6年11月7日（木）～11月8日（金）に大田区産業プラザで開催致します。

電子デバイスの進展は目覚しく、微細化・高機能化・高集積化・3次元化技術が急速に進んでいます。また、省エネルギー対応のSiに変わるSiC、GaN、Ga₂O₃などのワイドギャップ半導体を用いた低損失パワー半導体デバイスの開発も進んでいます。ワイドギャップ半導体の中で、SiCパワー半導体は、実用化が一步進んでおり、既に使用されています。しかし、未解決な信頼性問題は多く残っており、これらの課題を解決しない限り、急速な普及には至らないと思われまます。一方、LSI技術の進歩に伴い、信頼性保証方法の見直しも進められています。高信頼性が求められる車載用半導体や先端LSI技術では、設計段階における故障物理に基づく信頼性設計、信頼性検証が重要になっています。また、故障物理に基づく信頼性保証の標準的な手法も制定されつつあります。

半導体デバイスの高機能化・超微細化に伴い過電圧（EOS）や静電気放電（ESD）に対する耐性も確実に低下しており、歩留りや信頼性向上のためには、ESD耐性向上対策も不可欠となっています。LSI単独でのESD耐性向上も限界に近づいており、そのESD耐性低下を補うための半導体デバイスを取り扱うプリント基板実装工程におけるESD管理技術の高度化が要求されています。更に高速化に伴いLSIから発生する電磁波対策、外部から進入するESD起因の電磁波に対する装置の誤動作対策などいわゆるEMI（電磁干渉）対策も問題となっています。このように部品レベルでの対策のみでなく、ボード、モジュール、システムレベルでのESD/EMI対策が重要視されてきています。これらの問題を克服してより一層の高信頼性を達成するためには、基本技術としての信頼性技術・故障解析技術の向上、EOS/ESD/EMC現象把握や更なる対策技術向上、さらに部品側とシステム側の相互の協調体制の確立も重要になります。

このような状況を鑑み、この分野の研究・技術発表と討論の場を提供し技術発展に寄与すること、またその中からIECやJISの新規格作成のためのテーマの発掘や資料の蓄積を図ることを目的として、本シンポジウムは企画され、平成3年度から開催されてきました。幸い多くの方々のご協力を得て、回を重ねる毎に内容が充実してきております。

本シンポジウムは、1994年以来米国EOS/ESDシンポジウムと優秀論文の交換を行っています。本シンポジウムで推薦され優秀論文は、米国EOS/ESDシンポジウムに招待論文として招待され、また、米国EOS/ESDシンポジウムの優秀論文は本シンポジウムに招待することで、国際技術交流を行っています。今年度は、昨年実施できなかった分を含め、2件の米国EOS/ESDシンポジウムの優秀論文の招待が実現できました。さらに、海外からの1件の招待講演を実現できました。

今年の「EOS/ESD/EMCシンポジウム」のトピックスは、以下の通りです。

(1) 海外招待講演

・ Harald Gossner (Intel Deutschland) (2022 USA EOS/ESD SymposiumのBest Paper)

「高速インターフェース設計のための高度なCDMシミュレーション手法」、

さらに、「コネクタポートピンのシステムレベルストレス - 産業界における調整」の講演もあります。

・ Sergej Bub (Nexperia Germany) (2021 USA EOS/ESD SymposiumのBest Paper)
「車載用高速インターフェース：システムレベルのHV-ESD保護設計と課題」

・ Wen-Chieh Chen (IMEC)
「先進的なDTCO（設計と技術の協調による最適化のための調整）/STCO（システムと技術の協調による最適化）スケーリングオプションにおけるESDダイオードの課題と可能性」

(2) 国内招待講演

・ 若井 伸之（東芝デバイス&ストレージ（株））
「産業界/自動車業界用のCDM試験方法の見直しと改良提案」

・ 澤田 真典（阪和電子工業（株））
2023 RCJ EOS/ESD/EMCシンポジウム優秀論文
「自動CBE試験装置による放電波形解析」

(3) 「基板・モジュールの静電気対策」セミナー

RCJが運営している基板・モジュール静電気対策検討委員会メンバーによるセミナーです。コンポーネントレベルとは異なる基板・モジュールレベルのESD対策に焦点をあてたセミナーです。

(4) 信頼性セミナー：「SiCパワー半導体の信頼性及び最先端LSIの信頼性」

RCJが運営しているRCJ故障物理委員会で行っている調査活動成果を中心に報告するものです。今回の信頼性セミナーは、実用化が先行しているSiCパワー半導体と最先端LSI（主にMOSFET構造と配線）信頼性の故障物理、信頼性課題と解決策を中心に報告します。

その他、従来からのテーマである「ESD対策、システム・デバイス試験、イミュニティ」、
「故障解析、装置信頼性向上対策、SiCパワーMOSFETのAC-BTI」に関する一般講演もあります。

また、好評を頂いております「信頼性・ESD対策技術展示会」を、12社のご協力により、2階小展示場で、EOS/ESD/EMC対策用資材、評価装置、故障解析サービスに特化した展示会を開催いたします。また、展示各社の技術・製品紹介を中心とした「ESD対策技術ワークショップ」を開催いたします。皆様の期待に応えるべく例年に比べより内容を充実させ各社準備を進めてきました。是非ご参加いただき、ご質問、ご相談がありましたら遠慮なく出展社スタッフにお申しつけ下さい。

以上のように、今年は参加者のお役に立つことを願い、多くの企画をいたしました。本シンポジウムは参加者の討論への積極的参加により支えられておりますので、皆様のご協力をお願い致します。

最後に、企画や会場を始め種々ご尽力頂いた運営委員会、実行委員会、関連TC国内委員会ならびに招待講演者、講師、発表者及び出展会社各位、さらに米国ESD協会、協賛諸団体の方々に心からお礼申し上げます。

令和6年11月

RCJ信頼性シンポジウム運営委員会
委員長 木村 忠正

2024 第34回 RCJ信頼性シンポジウム発表論文集
 (EOS/ESD/EMCシンポジウム、電子デバイス・電子部品の信頼性シンポジウム)

2024 34th RCJ Reliability Symposium

目 次

第34回 EOS/ESD/EMCシンポジウム

開催日： 2024年11月7日(木) 9:30~17:45

会 場： 4階コンベンションホール A会場

(9:30~9:35)	「開会の挨拶」	(一財)日本電子部品信頼性センター
(9:35~9:45)	「今年度のEOS/ESD/EMCシンポジウムについて」	鈴木 輝夫 ((株) ソシオネクスト)
セッション名：「イオナイザー、静電気対策」 司会：澤田 真典 (阪和電子工業(株))		
(9:45~10:10)	34E-01 「交流コロナ放電方式バー型イオナイザの誘導電圧抑制と除電能力向上の検討」 山口 晋一*, 入江悠太**, 高橋 克幸**, 高木 浩一** 永田 秀海*, 榎本 洋介*, 松本 頼興***, 松本 巨弘*** (シンド静電気*, 岩手大学理工**, 松本技研***) 1	
(10:10~10:35)	34E-02 「純水を用いた二流体スプレー時のSiO ₂ ウエハの表面電位の解析」 伊藤 康生 ¹ , 森 竜雄 ¹ , 一野 祐亮 ¹ , 田岡 紀之 ¹ , 清家 善之 ^{1,2} (愛知工業大学 ¹ , la quaLab合同会社 ²) 6	
休憩 (10:35~10:45)		
セッション名：「デバイス・測定」 司会： 小山 明 (ソニーセミコンダクタソリューションズ(株))		
(10:45~11:10)	34E-03 「CBE試験時の試験環境下における寄生容量についての考察」 澤田 真典、三浦 秀明、坂下 雄大 (阪和電子工業(株)) 10	
(11:10~11:35)	34E-04 「ドイツにおける大電流TLP/VF-TLPによるESD保護ソリューション」 長浜 竜 (岩崎通信機株式会社)16	
(11:35~12:00)	34E-05 「光電圧プローブの開発およびESD保護素子による電圧波形測定結果」 大沢 隆二 (株精工技研)17	
第33回 R C J 信頼性シンポジウム優秀論文賞等表彰式 (12:00~12:10)		
挨拶 木村 忠正 (電気通信大学名誉教授 R C J 信頼性シンポジウム運営委員長)		
<優秀論文賞>		
「自動CBE試験装置による放電波形解析」 *澤田 真典、**福田 保裕、*三浦 秀明、*坂下 雄大 (*阪和電子工業株式会社 ** ESDコンサルタント)		
<奨励賞>		
「超高感度紫外線カメラを用いた放電エネルギー解析」 大津 孝佳 ¹ 、○大畑 怜央 ¹ 、位田 直弥 ¹ 、押尾 利幸 ² (沼津工業高等専門学校 ¹ 、(株)ブルービジョン ²)		
休憩 (12:10~13:00)		
セッション名：招待講演-1, 2 司会： 鈴木 輝夫 ((株) ソシオネクスト)		
(13:00~13:45)	招待-1 2021 USA Best Paper 「Automotive High-Speed Interfaces: Future Challenges for System-level HV-ESD Protection And First-Time Right Design」 ○Sergej Bub, Markus Mergens, Andreas Hardock, Steffen Holland, Ayk Hilbrink (Nexperia Germany GmbH)27	
(13:45~14:15)	招待-2 2023 RCJ EOS/ESD/EMCシンポジウム優秀論文 「自動CBE試験装置による放電波形解析」 *澤田 真典、**福田 保裕、*三浦 秀明、*坂下 雄大 (*阪和電子工業株式会社 ** ESDコンサルタント)37	

休憩 (14:15~14:25)		
セッション名： 招待講演-3 司会：若井 伸之 (東芝デバイス&ストレージ (株))		
(14:25~15:10)	招待-3	「Challenges and opportunities of ESD diodes in advanced DTCO/STCO scaling options.」 Wen-Chieh Chen (IMEC)45
セッション名： 招待講演-4 司会：石塚 裕康 (YITOAテクノロジー (株))		
(15:10~15:55)	招待-4	「Harmonization to/Justification for a Common Industry/Automotive CDM Stress Procedure of Single Zap Per Pin Per Polarity」 若井 伸之 (東芝デバイス&ストレージ (株))53
休憩 (15:55~16:05)		
セッション名： 「イミュニティ」 司会： 徳永 英晃 (パナソニックインダストリー(株))、 佐土原 秀樹 (東京電子交易(株))		
(16:05~16:30)	34E-06	「帯電ケーブルの放電モデル(Wire Harness Discharge Model)に係る 更なるデータ取得及び詳細検討」 高野 修平 矢島 雄三 福田 康博 木之田 博 (三菱電機株式会社)59
(16:30~16:55)	34E-07	「静電気放電に伴う近接帯電物の電位低下によってウェアラブル・IoT機器が受ける電氣的ストレス」 ○松本 崇佑, 吉田 孝博 (東京理科大学) 64
(16:55~17:20)	34E-08	「移動する帯電体の電位上昇と静電気放電 ～ B 737MAX航空機事故原因解析からの一考察～」 大津 孝佳, 中村 心海, 杉山 未来, イザトウル インシラー ビンティ イスハク, 大畑 怜央 (沼津工業高等専門学校)70
(17:20~17:45)	34E-09	「間接ESDによる電磁干渉 (EMI) 特性について」 本田 昌實 ((株) インパルス物理研究所)74

開催日： 2024年11月8日 (金) 9：30～17：10

会 場： 4階コンベンションホール A会場

セッション名： 「基板・モジュールの静電気対策」セミナー 司会： 福田 保裕 (RCJ基板・モジュール静電気対策委員会 委員長)		
(9:30~10:15)	セミナー1	「基板・モジュール静電気対策委員会活動及び本セミナーの趣旨」 福田 保裕 (RCJ基板・モジュール静電気対策委員会 委員長) 80
休憩 (10:15~10:25)		
セッション名： 「基板・モジュールの静電気対策」セミナー - 前半 司会： 鈴木 輝夫 (春日電機(株))		
(10:25~10:45)	セミナー2	「CBE現象及びその特徴」 福田 保裕 (RCJ基板・モジュール静電気対策委員会 委員長)90
(10:45~11:30)	セミナー3	「ESD 管理規格比較と CBE 障害及び対策事例」 板垣 達也 ((株) 東芝 生産技術センター) 服部 貞博 (パナソニック オートモーティブシステムズ (株)) 94
(11:30~12:00)	セミナー4	「基板・モジュールレベルにおける±10V静電気管理と測定」 - HDD業界における 静電気管理技術と測定方法の紹介 - 山口 晋一 (シッド静電気株式会社)106
休憩 (12:00~13:00)		
セッション名： 「基板・モジュールの静電気対策」セミナー - 後半 司会： 宇佐美 志郎 (ヌヴォトン テクノロジージャパン(株))		

(13:00~13:45)	セミナー5	「基板モジュールレベルの ESD ストレスと部品による対策提案」 徳永 英晃 (パナソニックインダストリー(株)) 115
(13:45~14:30)	セミナー6	「コンポーネントレベルESD保護設計と基板・モジュールレベルESD保護設計への影響」 星田 輝彦 (ローム株式会社 LSI 事業本部) 124
休憩 (14:30~14:40)		
セッション名 : 「基板・モジュールの静電気対策」セミナー - まとめ 司会 : 福田 保裕 (RCJ基板・モジュール静電気対策委員会 委員長)		
(14:40~15:00)	セミナー7	「まとめとQ&A」講師全員
休憩 (15:00~15:10)		
セッション名 : 招待講演-5 奥島 基嗣 (ルネサスエレクトロニクス(株))		
(15:10~15:55)	招待-5	2022 USA Best Paper 「Advanced CDM Simulation Methodology for High-Speed Interface Design」 Umair Ishfaq, Krzysztof Domanski, Susanne Heber, Harald Gossner (Intel Deutschland GmbH) 134
休憩 (15:55~16:10)		
(16:10~17:10)	Tutorial	「Systemlevel Stress of Connector Port Pins - Demand for Alignment in Industry」 Harald Gossner (Intel Deutschland) 140

第34回 電子デバイス・電子部品の信頼性シンポジウム

開催日 : 2024年11月8日 (金) 10:15~17:15

会場 : 4階コンベンションホール (B会場)

セッション名 : 「故障解析、装置及びデバイスの信頼性」 司会 : 塩野 登 (RCJ)		
(10:15~10:45)	34S-01	「微小炭素材料構造解析手法の検討 SEM-EDSと共焦点Ramanによる解析事例」 八巻 潤子 ^(a) , 前原 泰秀 ^(a) , 泉田 康彦 ^(a) , 山本 康晶 ^(b) , 盧 金鳳 ^(b) 宮重 英明 ^(c) , 高鍋 彰文 ^(c) (ルネサスエレクトロニクス株式会社 ^(a) , 日本電子株式会社 ^(b) , オックスフォード・インスツルメンツ株式会社 ^(c)) 159
(10:45~11:15)	34S-02	「監視システム用電源の信頼性設計」 宮竹 政実 ((株) スタッフサービス エンジニアリング事業本部) 165
(11:15~11:45)	34S-03	「SiC MOSFETのAC-BTI評価」 武井 康平 ¹ , 岸上 英也 ¹ , 中村 隆治 ¹ , 瀬戸屋 孝 ² (沖エンジニアリング株式会社 ¹ , 一般財団法人 日本電子部品信頼性センター ²) 171

信頼性セミナー

「SiCパワー半導体の信頼性及び最先端LSIの信頼性」

開催日 : 2024年11月8日 (金) 13:00~17:15

会場 : 4階コンベンションホール (B会場)

司会 : 塩野 登 (RCJ)		
(13:00~13:15)		「故障物理委員会活動状況」 木村 忠正 (故障物理委員会委員長 電気通信大学) 177
(13:15~14:00)		「SiCパワーMOSデバイスのAC-BTI、ゲートスイッチング不安定性」 木村 忠正 (故障物理委員会委員長 電気通信大学) 178

(14:00~14:45)	「SiC MOSFETの信頼性試験国際規格動向」 瀬戸屋 孝 (RCJ) 189
(14:45~15:00)	休憩
司会： 木村 忠正（故障物理委員会委員長、電気通信大学）	
(15:00~15:45)	「大規模な太陽フレアイベントとSiCパワー半導体によるSEBへの影響の軽減」 塩野 登 (RCJ) 201
(15:45~16:30)	「GAA/CFETの技術動向と信頼性」 大日方 浩二（ソニーセミコンダクタソリューションズ（株）） 211
(16:30~17:15)	「Beyond 2nm の配線に求められる信頼性」 横川 慎二（電気通信大学） 221