

# 2023 第33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： 2023年11月9日（木）～11月10日（金）

開催場所：大田区産業プラザ

日時	11月9日（木）		11月10日（金）	
項目	EOS/ESD/EMC シンポジウム 優秀論文等表彰式	機能安全セミナー	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	(9:45~10:00) 「開会挨拶」 (10:00~11:40) 「イオナイザー・静電気対策」 2件 「イミュニティ」2件		(9:30~10:30) 「モデリング技術」セミナー (10:30~10:45) 休憩 (10:45~12:00) 「基板・モジュールの静電気 対策」セミナー(1)	(10:30~11:30) 「故障解析、積層セラミック コンデンサ信頼性」 2件
昼	(11:40~12:00) 優秀論文等表彰式 (12:00~13:00) 休憩		(12:00~13:00) 休憩	(11:30~13:00) 休憩
午後 前半	(13:00~15:00) 「招待講演」2件	(13:15~14:45) 機能安全セミナー（1）	(13:00~14:30) 「基板・モジュールの静電気 対策」セミナー(2)	(13:00~17:15) 「信頼性セミナー」
	(15:00~15:15) 休憩	(14:45~15:00) 休憩	(14:30~14:45) 休憩	-SiCパワー半導体の信頼性 及び先端LSIのNBTIと 配線信頼性-
午後 後半	(15:15~17:30) 「招待講演」1件 「測定・システムレベル」 3件	(15:00~17:15) 機能安全セミナー（2） 機能安全セミナー（3）	(14:45~16:15) 「基板・モジュールの静電気 対策」セミナー(3) (16:15~16:30) 休憩 (16:30~17:00) 「パネルディスカッション」	
夜	(17:40~19:00) 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	

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 電子情報通信学会  
 (順不同) 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 電気学会  
 一般社団法人 日本電子回路工業会 一般財団法人 日本科学技術連盟 一般財団法人 静電気学会  
 一般財団法人 光産業技術振興協会 公益社団法人 日本磁気学会 一般財団法人 光産業技術振興協会  
 日本信頼性学会 IDEMA JAPAN

## シンポジウムの概要

RCJ信頼性シンポジウムは、電子部品、電子デバイス、電子機器等の設計・開発技術者、信頼性技術者、生産技術者を対象に、信頼性及びESDという共通のテーマで論文発表・討論しあい、より進歩した信頼性向上技術、ESD障害対策技術等の分野での発展に寄与することを狙いとしています。本シンポジウムは、静電気関連問題を中心に扱う“EOS/ESD/EMCシンポジウム”、及び電子デバイス・電子部品の信頼性問題を中心に扱う“電子デバイス・電子部品の信頼性シンポジウム”からなっており、今年で33回目を迎えました。

コロナの影響が収まったことから、EOS/ESD/EMC関係では、海外招待者をお招きすることができました。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”に関する各セッションがあり、また「**基板・モジュールの静電気対策**」セミナーを開催します。

電子デバイス関係では、2件の一般講演があり、RCJが運営している委員会メンバーによる「**機能安全セミナー**」と「**信頼性セミナー（SiCパワー半導体と最新LSIの信頼性）**」を開催します。

また、同会場2階の小展示場では、静電気（ESD）対策用資材、計測・評価試験装置及び故障解析技術サービス等をテーマとした“**信頼性・ESD対策技術展示会**”及び**ESD対策技術ワークショップ**を同時開催します。

日頃、この方面でご活躍の皆様の多数のご参加をお待ちしております。

(2023.10.30)

本内容は今後変更になる可能性があります。RCJ ホームページ (<http://www.rcj.or.jp>) で随時ご確認願います。

# 第33回 EOS/ESD/EMCシンポジウム プログラム

開催日： 2023年11月9日（木） 9：45～17：30

会場： 4階コンベンションホール（A会場）

(9:45~9:50)	「開会の挨拶」	(一財) 日本電子部品信頼性センター
(9:50~10:00)	「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：小山 明 (ソニーセミコンダクタソリューションズ(株))		
(10:00~10:25)	33E-01	<p><b>「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」</b>                  山口 晋一*, 中田江里子**, 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***)</p> <p>コロナ放電式除電装置（イオナイザ）は、静電気対策に広く用いられている。一般的に、求められる性能は、除電速度やイオンバランスである。近年、電子デバイスの静電気放電耐性の低下に伴い、交流（AC）型イオナイザの高電圧部からの交流電界に起因する、誘導電位を低く抑える事が新たな要求事項と成る事が想定されている。</p> <p>本稿では、交流（AC）型イオナイザに顕著にみられる、放電電極から放出される交流電界の影響で生じる誘導帯電現象を、静電気拡散性領域材料（表面抵抗値：4乗～11乗 Ω）で構成されたグリッドを放電電極近傍に設置し、誘導電圧の緩和と、除電速度への影響についてその効果を観測した。</p>
(10:25~10:50)	33E-02	<p><b>「深層学習を用いた純水スプレー時に発生する静電気量の推測手法の確立」</b>                  清家 善之（愛知工業大学）</p> <p>純水をスプレーする洗浄の際に生じる静電気障害は、ノズルから噴射する純水の液滴の挙動に大きく起因する。本報告では高圧スプレーのノズル直近の噴霧波形を高速度ビデオカメラで撮影し、飛行液滴の特徴と発生する静電気の関係を見極めるとともに深層学習を用いて噴射圧力を予知する手法を確立した。</p>
セッション名：「イミュニティ」 司会：石塚 裕康 (FDD株式会社)		
(10:50~11:15)	33E-03	<p><b>「誘導ESDによる過渡電磁界の特徴」</b>                  本田 昌實 ((株)インパルス物理研究所)</p> <p>誘導ESDによって生じる過渡電磁界の特性を時間領域と周波数領域の両面から解析し、これによる回路誤動作を実証する。</p>
(11:15~11:40)	33E-04	<p><b>「超高感度紫外線カメラを用いた放電エネルギー解析」</b>                  大津 孝佳、大畑 怜央、位田 直弥（沼津工業高等専門学校）</p> <p>Society5.0社会では情報機器の高性能化と共に、高信頼性が求められる。そこで、電子機器の静電気耐力や放電現象の観察は、原因発見と対策技術の効果の確認の上で重要である。</p> <p>本研究では電子機器の誤動作や、水素社会における火災、爆発事故の防止に役立てることを目的とし、人の目では直接観測することができない低レベルの放電エネルギーを、超高感度UVセンサを用いた放電可視化カメラ（Blue Vision製C2950）を用いて観測した。その結果、針-平板DC放電に於いて下記の結果を得た。</p> <p>①正針コロナ放電において、およそ0.0008pwを超えるとコロナ雑音が聞こえ、可視光で放電観測できるようになり、放電エネルギーが急激に高くなる。</p> <p>②負針コロナ放電において、およそ0.0017pwを超えると可視光でも観測できることが分かった。</p>
<b>第32回 R C J 信頼性シンポジウム優秀論文賞等表彰式 (11:40~12:00)</b>		
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)		
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)		
<p>＜優秀論文賞＞</p> <p><b>「高速 I F向け信号端子におけるT-coilによるESDへの影響」</b>                  加納 英樹、鈴木 輝夫 ((株) ソシオネクスト)</p>		
休憩 (12:00~13:00)		

<b>セッション名： 招待講演-1</b>		<b>司会：奥島 基嗣</b> (ルネサスエレクトロニクス(株))
(13:00~13:30)	<b>招待-1</b>	<b>2022 RCJ EOS/ESD/EMCシンポジウム優秀論文</b> <b>「高速 I F向け信号端子におけるT-coilによるESDへの影響」</b> <b>加納 英樹、鈴木 輝夫</b> ((株) ソシオネクスト) <p>T-coil回路は、ESD保護回路の寄生容量の影響を低減できるが、相互誘導で生じた電圧(相互誘電起電力)により内部回路破壊が発生した報告がある。今回、CMOS最先端テクノロジーにて作成したTEGを用いて実測およびシミュレーションにて調査を行った。 VF-TLP測定は、CDM測定よりも悲観的になる理由を説明する。</p>
<b>セッション名： 招待講演-2</b>		<b>司会：鈴木 輝夫</b> ((株)ソシオネクスト)
(13:30~15:00)	<b>招待-2</b>	<b>「ESD in advanced IC bonding technologies」</b> <b>Marko Simicic, Shane Lin, Nicolas Pantano, Frank Gijbels, Serena Iacovo, Shih-Hung Chen, Geert Van der Plas, Gerald Bayer, Eric Beyne</b> (IMEC) <p>The next stage of integrated circuit technology scaling is counting on advanced bonding technology. Transistor scaling is becoming more and more challenging. Bonding multiple chips together into a single system with extremely short interconnects promises to continue Moore's law regardless of the transistor scaling slowing down. "Chipselets", "2.5D bonding", "3D bonding", "chip-on-wafer", "wafer-on-wafer" and "heterogeneous integration" are some of the terms associated with advanced bonding. Next to the promises of improved performance and continued scaling, advanced bonding also raises concerns of ESD. This talk will investigate ESD in advanced bonding technologies from three points of view: ESD protection, ESD testing and ESD prevention.</p>
休憩 (15:00~15:15)		
<b>セッション名： 招待講演-3</b>		<b>司会：澤田 真典</b> (阪和電子工業(株))
(15:15~16:15)	<b>招待-3</b>	<b>「直接放電試験の信頼性向上のためのTLP-HMM適用事例・課題とその改善検討」</b> <b>矢野 佑典</b> (名古屋工業大学 大学院工学研究科) <p>IEC 62228-5やOPEN Allianceといった国際標準規格では、車載Ethernet機器やデバイスに対してESDガンをを用いた直接放電試験が要求されているが、その試験方法にはいくつかの課題がある。 本発表では、ESDガンの再現性の問題により試験の信頼性が損なわれるという課題に着目し、これを解決するために実施したTLP-HMM(Transmission Line Pulser-Human Metal Model)を用いた評価結果を紹介する。また、一連の評価で得られたTLP-HMM活用のための技術課題と、その改善のための一検討を紹介する。</p>
<b>セッション名： 「測定・システムレベル」</b>		<b>司会：若井 伸之</b> (東芝デバイス&ストレージ (株))、 <b>佐土原 秀樹</b> (東京電子交易(株))
(16:15~16:40)	<b>33E-05</b>	<b>「自動CBE試験装置による放電波形解析」</b> <b>*澤田 真典、**福田 保裕、*三浦 秀明、*坂下 雄大</b> <b>(*阪和電子工業株式会社 ** ESD コンサルタント)</b> <p>近年、半導体をアッセンブリしたボードやモジュールにおける、静電気による破壊現象が多くなってきている。しかしながら、ボードやモジュール毎に、印加されるストレスの大きさや、破壊現象が異なっている。 前回、CDM規格であるJS-002をベースとしたCBE装置を使用し、測定対象物であるモジュールの基板サイズや基板上的GNDパターンのサイズなど各種パラメータを変更し、放電波形について取得および解析を行った結果を報告した。 今回は、放電波形についてさらに検証を行うため、シミュレーションによる再現を試みた。</p>
(16:40~17:05)	<b>33E-06</b>	<b>「帯電ケーブルの放電モデル (Wire Harness Discharge model) 」</b> <b>木之田 博 中村 裕広 鈴木 浩一 *<sup>1</sup> 高野 修平 矢島 雄三 福田 康博 *<sup>2</sup></b> <b>(*<sup>1</sup>宇宙航空研究開発機構、*<sup>2</sup>三菱電機株式会社)</b> <p>機器の小型化・高性能化に伴い、高集積化技術による配線の微細化が進んでいる。このような技術進歩に伴い、デバイスのESD耐性は低下している。また、従来のデバイスを使用する場合、HBM、MM、CDMといった既存のESDモデルに基づいて製造・組立時のESD対策を行えば、ESD問題は発生しなかった。 しかし、デバイスのESD耐性が低下するにつれて、ハーネスを機器接続時に発生するESDによるデバイス損傷が、宇宙機で問題となっている。その理由は、ハーネスにおける ESD は、初期放電電流パルスの電流値が大きく、既存の ESD モデルよりも厳しい放電条件となるためと考えている。 我々は、放電による損傷を低減するための新しいESDモデルを提案する。</p>

(17:05~17:30)	33E-07	<p><b>「TVSを用いた高速伝送路の設計注意点と最適化設計」</b></p> <p>○河西 基文*、西尾 彰展**</p> <p>(*Semtech Japan 合同会社、**EIZO株式会社)</p> <p>電子機器のシステムレベルの ESD 耐圧を実現するため、TVS (Transient Voltage Suppressor) が半導体の各 IO に使用されています。ただし IO が GHz/Gbps 帯域では汎用 TVS とその基板レイアウトにより信号品質を低下させるため、帯域に合わせた信号品質に影響しない TVS の選択と高速性を重視した PCB レイアウトが重要になります。ここでは高速 IO 向け TVS の選択指針と高周波シミュレーションを含んだ PCB 設計手法について、発表を行います。</p>
---------------	--------	--

**17:40~19:00 情報交換会 (軽食・ドリンク付き) : シンポジウム参加者は自由にご参加下さい。**  
**会場 : 4階コンベンションホール ロビー (ホワイト)**

開催日 : **2023年11月10日 (金)** 9:30~17:00  
 会場 : 4階コンベンションホール (A会場)

<b>セッション名 : 「モデリング技術」セミナー</b>		<b>司会 : 徳永 英晃 (パナソニックインダストリー(株))</b>
(9:30~10:30)	<b>セミナー</b>	<p><b>「モデルベースによるEMCフロントローディングを加速するモデリング技術」</b></p> <p>高末 政憲 (株式会社モーテック)</p> <p>EMCなどのノイズのシミュレーションは実測と合わないという見解や体験をお聞きすることがあります。このような問題は、世の中のサイバー・フィジカルという概念やフロントローディング化の妨げとなります。本発表は、ノイズのシミュレーションを実測に近づけていくためのスタートアップとなる技術です。まず、モデルベースの動向や課題を通じて、業界が進んでいくと思われる道筋を解説します。その後、EMCシミュレーション・解析に必要とされる様々なモデリング技術を紹介します。</p>
休憩 (10:30~10:45)		
<b>セッション名 : 「基板・モジュールの静電気対策」セミナー</b>		<b>司会 : 松本 雅俊 (RCJ)</b>
(10:45~11:15)	<b>セミナー 1</b>	<p><b>「基板・モジュール静電気対策委員会活動概要及びセミナー趣旨」</b></p> <p>福田 保裕 (RCJ基板・モジュール静電気対策委員会 委員長)</p> <p>半導体デバイスの静電気障害は、開発当初からの問題で、集積度向上とともに、常に損傷形態を変えながら、障害を起こしてきた。それにともないオンチップの静電気保護素子、保護回路及び電子システム側のESDノイズ対策等も進化してきた。コンポーネントレベルでは公的標準耐性試験方法、公的静電気感性デバイスの管理方法等も制定され、電子システムレベルは公的ESD Immunity試験方法が制定、耐性確保設計が必須となった。しかし、中間製造品である基板・モジュールレベルでは検討が遅れているため、当委員会を2017年に発足し、取り扱いによるESD現象分析、耐性設計、工程対策方法の分析をはじめた。近年ではシステム側から要求されるHMM耐性、SEED設計等の研究を活動のテーマとしている。今回のセミナーにてこれら成果を紹介する。</p>
(11:15~12:00)	<b>セミナー 2</b>	<p><b>「基板モジュールレベルの静電気障害分類、取り扱いにおけるESD障害/CBE現象の分析」</b></p> <p>福田 保裕 (RCJ基板・モジュール静電気対策委員会 委員長)</p> <p>半導体デバイスを含む電子部品搭載の実装基板、モジュール基板における静電気障害を、コンポーネントレベル、システムレベルにおける静電気障害との比較により、位置づけを明確にし、分類する。その上で、基板、モジュールレベルにおける取り扱い、工程処理における静電気障害(一般に、CBE:Charged Board Event と呼ばれている)を起こすESD現象を、実例、実工程例あるいはCBE再現自動機を用いた実験例等とともに分析する。これらの結果から、CBE現象による損傷防止設計等の考え方を整理する。また、システムレベルでのESD immunity耐性要求からの基板、モジュールレベルへのHMM耐性要求、SEED設計提案も含め、今後の課題を説明する。</p>
休憩 (12:00~13:00)		

<b>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：奥島 基嗣（ルネサスエレクトロニクス(株)）</b>		
(13:00~13:45)	セミナー 3	<b>「工程におけるCBE取扱い方法」</b> <b>板垣 達也（（株）東芝 生産技術センター）</b>  半導体デバイスが搭載された実装基板やモジュール基板では、その製造および製品組立の工程において歩留りを低下させている要因の一つとして、ESDによる故障の事例が多数報告されている。また、ESDによりダメージを受けた半導体デバイスが、製造工程内の検査で発見されずに市場で故障となる事例も報告されている。デバイス単体ではなく基板レベルの故障は、帯電ボードイベント(CBE：Charged Board Event)と呼ばれ、基板や製品、さらにそれら製造工程毎に固有の対策が必要である。今回、CBEを対策するため、静電気の発生箇所を特定する測定手法を提案する。また、この手法により対策した事例についても報告する。
(13:45~14:30)	セミナー 4	<b>「基板/モジュールレベルにおけるESD保護素子部品の選定方法とその注意点」</b> <b>河西 基文（Semtech Japan 合同会社）</b>  基板やモジュールでは、昨今の半導体デバイスのノードプロセスの微細化により、システムレベルESDへの対策として、TVSなどのESD保護素子の使用が一般的となった。また保護素子選定の際、対象IC（DUT）に対してESD保護特性を解析できるTLP(Transmission line Pulse)の手法も知られるようになり、個別のDUTに対して、保護素子の違いによるESD保護特性の差異や限界、その詳細を知ることができる。今回、TLPの原理とその重要性、TLPでのESD保護素子の特性の詳細、DUTの保護特性解析例、DUTに特性の異なるTVSを使用した場合のESD保護特性の違いと部品選定方法、またその注意点について報告する。
休憩（14:30~14:45）		
<b>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：澤田 真典（阪和電子工業(株)）</b>		
(14:45~15:30)	セミナー 5	<b>「基板モジュールレベル、ESD耐性とノイズ耐性との関係調査」</b> <b>徳永 英晃（パナソニックインダストリー(株)）</b>  ESD耐性はノイズ耐性の中の一つであるが、一般的に述べられるノイズと比較して特異的なものである。これはESDによるストレスが高電圧／高電流で、不具合が破壊に至る場合が多いためである。それに応じてESD対策方法も一般のノイズ対策と異なり、その中で対策部品の選定も同様に異なってくる。今回は前記の内容を踏まえて、基板モジュールレベルでのESD試験のあり方や、ESD耐性とノイズ耐性に関して調査した内容を報告する。さらに完成品においては、ESD耐性と他のノイズ耐性の共立性確保も大きな課題となっており、合わせて報告する。
(15:30~16:15)	セミナー 6	<b>「半導体ICのコンポーネントレベルESD保護設計が基板・モジュールレベルESD保護設計へ与える影響と注意点」</b> <b>奥島 基嗣（ルネサスエレクトロニクス(株)）</b>  基板・モジュールレベルのESD設計において、そのコンポーネントとなる半導体ICとTVSなどのESD対策部品の各々のTLP評価データを活用したSEED(System level ESD Efficient Design)設計手法が知られているが、コンポーネント部品が過渡応答特性を持つ場合は、この手法には制約があり注意が必要である。今回、過渡応答特性を持つ半導体ICのESD保護設計や、過渡応答特性をもつESD対策部品が、基板・モジュールレベルのESD設計に与える影響と注意点につき事例を用いて紹介する。
休憩（16:15~16:30）		
<b>セッション名：「基板・モジュールの静電気対策」セミナー</b>		
<b>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）</b>		
(16:30~17:00)	セミナー 7	<b>「パネルディスカッション」</b> <b>講師全員</b>  今回の「基板・モジュールの静電気対策」セミナーを踏まえ、事前集められた、ご質問、ご意見に対する、各講師の見解説明、今後の基板・モジュールの静電気対策トピック説明等、全員で議論、共有化を目指す。

# 機能安全セミナー

開催日： 2023年11月9日(木) 13:15~17:15

会場： 4階コンベンションホール (B会場)

RCJ は、機能安全と電子部品信頼性と係わりを主テーマとした電子部品信頼性調査委員会（通称：機能安全調査委員会）を運営しています。本セミナーは、この委員会で調査・検討している機能安全規格（IEC 61508）の動向、FTAの実践方法、自動車用機能安全（ISO 26262）で必須の安全分析に使用する故障率ハンドブックの動向と使用例に焦点をあてたセミナーです。

2023年11月9日(木)		司会 塩野 登 (RCJ)
時間	テーマ	講師
(13:15~14:45)	<p><b>「IEC 61508 の改訂と住宅環境における協調システム（連携接属安全関連系）の機能安全規格の動向」</b></p> <p>機能安全の親規格と位置づけられている IEC 61508（電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全）の ed.3 の審議が進められている。</p> <p>最近では、協調安全と呼ばれる自律制御機械による人との協働作業や人へのサービスなどが現実のものとなってきた。このような複雑なシステムでは、しばしば複数の電気・電子・プログラマブル電子安全関連系（以下、安全関連系）を結合していわゆる接属安全関連系（複数の安全関連系をまとめて一つのシステムとしたもの）が構成される。そして、結合したそれぞれの安全関連系が遂行する安全機能が接属安全機能（複数の安全機能をまとめて一つの機能としたもの）として、単独の安全機能では実現できない同族ハザード、相反ハザードなど複雑なハザード制御を実現することにより機能安全を確保しなければならない。このような、複数の安全系を結合する協調安全関連系の機能安全が IEC 61508 の ed.3 でとり上げられている。また、IEC SyCAAL（ACTIVE ASSISTED LIVING（能動的な生活支援））では、日本が提案した協調複合システム群の機能安全が審議されている。このような協調安全システムの問題点や現状の IEC 61508 の対応等について解説する。</p>	<p><b>佐藤 吉信</b> （元東京海洋大学教授、機能安全調査委員会委員長）</p>
(14:45~15:00)	休憩	
(15:00~16:00)	<p><b>「危険事象の生起が故障の生起順序/ハザードに依存するシステムの FTA」</b></p> <p>ISO 26262 では、安全分析手法の一つとして、FMEA（Failure Modes and Effects Analysis）と FTA（Fault Tree Analysis）を上げており、その適用例も示されている。安全の分野では、危険事象の生起が故障などの発生順序や対象とするハザードによって左右されることが多い。例えば、衝突、熱暴走、爆発、感電、火傷等のハザードに関して、ある故障があるハザードに対しては安全側であるが、別のハザードに対しては危険側となる場合がある。さらに、単独のハザードにおいて、ある故障がシステムのある状態で発生すると安全側、別の状態では危険側となる、すなわち故障と他の事象との発生順序との関係が危険事象の生起を左右する場合がある。この様に、安全側にも危険側にもなり得る故障を含むハザードを分析する FTA 手法について解説する。</p>	<p><b>柴垣 光男</b> （日本信頼性学会安全学研究会）</p>
(16:00~17:15)	<p><b>「ISO 26262 のハードウェアの機能安全分析手法と分析に使用する故障率ハンドブックの動向」</b></p> <p>ISO 26262 では、電子機器の安全度水準（ASIL）を求める安全分析手法では、電子機器構成部品の偶発故障率を基に算出する。部品の故障率算出方法では、公表されている経験則に基づく故障率データ（ハンドブックやデータブックと呼ばれる）を基に算出する方法が主流である。このような経験則に基づくハンドブック予測方法の動向（IEC/ TR 62380、FIDES、217Plus 等）と、実際の適用例を解説する。</p>	<p><b>塩野 登 (RCJ)</b></p>

注) : プログラムが変更になる場合があります。

# 第33回 電子デバイス・電子部品の信頼性シンポジウム プログラム

開催日： 2023年11月10日(金) 10:30~17:00

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、積層セラミックコンデンサ信頼性」 司会：塩野 登 (RCJ)	
(10:30~11:00)	<p><b>33S-01 「オージェ電子分光法を用いたSn化学状態分析事例」</b>  八巻 潤子<sup>(a)</sup>, 荒川 史子<sup>(a)</sup>, 為我井 晴子<sup>(a)</sup>, 泉田 康彦<sup>(a)</sup>, 津久井 博之<sup>(a)</sup>  堤 建一<sup>(b)</sup>, 鍋島 冬樹<sup>(b)</sup>, 伊木田 木の実<sup>(b)</sup>  a)ルネサスエンジニアリングサービス株式会社, b)日本電子株式会社,</p> <p>半導体製品の微細化に伴いデバイス表面のナノオーダー領域は極めて繊細な部分であり、その特性は保管環境等で損なわれやすく、デバイス特性に影響し不良発生と密接に関連していると考えられている。しかしナノオーダー領域の解析手法としてはTEM/EDSなどの元素分析手法に限定され、試料を薄片化する必要がある。化学状態解析となると、TEM/EELSと手法がもっと限定され、試料のさらなる薄片化が必須となり、限定した箇所でのみの解析となる。試料表面の元素組成や化学状態を解析するツールとして、オージェ電子分光法 (AES) やX線光電子分光法 (XPS) が広く用いられている。電子線を用いるAESは、空間分解能の点で優れているとされているが、一般的に化学状態分析についてはXPSのほうが優れているが、AESはケミカルシフトの大きなSiやAlなどの特定の元素を除いて、実用レベルで適用が困難とされている。今回、AESを用いてSnはんだ表面の化学状態分析を行い、Snの化学状態と製品の信頼性の関係について解析した。その結果、良品と不良に酸化状態の違いがあることがわかった。半導体製品の信頼性評価ツールとして、AES化学状態分析が有効であることを示したので報告する。</p>
(11:00~11:30)	<p><b>33S-02 「積層セラミックコンデンサ のクラック発生による電気的特性の変化」</b>  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)</p> <p>積層セラミックコンデンサのクラックによる回路の不具合は、色々と報告されている。この不良発生の原因は、機械的ストレスがコンデンサにかかりコンデンサ内部にクラックが発生した事である。クラックが大きい場合は、直ちにショートモードとなるが、軽いストレスによるクラックだとコンデンサの容量が1~2%低下するだけで、見つけ出すことは困難である。しかし、このレベルのクラックが発生したコンデンサは、印可電圧が24Vでは約1年後、印加電圧が12Vで11年後にショートする事が判った。</p> <p>本研究で、このレベルのクラックが発生したコンデンサは、Noise特性や印可電圧による容量変化の特性において、正常品とは異なる特性である事が判ったので報告する。</p>

# 信頼性セミナー

## 「SiCパワー半導体の信頼性及び先端LSIのNBTIと配線信頼性」

開催日： 2023年11月10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)
(13:15~14:00)	「4H SiCパワー-MOSFETのゲート酸化膜起因信頼性」	木村 忠正 (故障物理委員会委員長 電気通信大学)
(14:00~14:45)	「SiCデバイスの閾値電圧測定方法とAC-BT試験規格の紹介」	瀬戸屋 孝 (RCJ)
(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)	「パワー半導体パッケージングの信頼性評価方法と信頼性」	塩野 登 (RCJ)
(15:45~16:30)	「NBTI劣化モデルの最新動向と最先端CMOSデバイスのBTI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))
(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)

(注： テーマ名等プログラムが変更される場合があります)

### <要旨>

RCJ が主催している故障物理委員会は、現在ホットな話題となっている半導体デバイス技術を対象に、その信頼性と故障物理に焦点を当て、調査研究を行っています。今回の信頼性セミナーでは、実用化が先行している SiC パワー半導体と先端 LSI の重要な信頼性問題である NBTI と配線信頼性に絞り、故障物理と信頼性保証方法の課題と解決策を中心に報告します。

電力制御用のパワー半導体には、電力損失が小さく高電圧対応が要求されています。これらの要求を満たす新素材として SiC と GaN が注目されていますが、SiC が Si 技術の流用の容易さや大口径・低欠陥 SiC 基板の開発成功などで、先行しています。既に、SiC パワー半導体は市販され、使用されていますが、Si パワー半導体に比べ信頼性は不十分で、多くの改良研究が進められています。SiC 特有の問題として、SiC 基板の不完全性に基づくと考えられるゲート酸化膜欠陥が発生し、TDDB 耐性にばらつきが発生します。また、SiC-SiO<sub>2</sub> 界面特有の高速の V<sub>th</sub> 特性変動・回復現象もあります。従って、現状の SiC パワー-MOSFET の実用化では、特性変動や TDDB 特性を的確に評価する試験方法の開発が必要で、有効なスクリーニング技術の開発も必須です。このような観点で、現状技術について解説します。

また、SiC パワー半導体の高耐熱性を活かすには、パッケージング技術も重要です。パワー半導体のパッケージングは、Si IGBT でも問題視されており、Si と SiC 両方について、パッケージングの故障モード、故障メカニズム、信頼性評価方法、対策技術について解説します。

先端 CMOS LSI では、NBTI (負バイアス温度不安定性) が従来より問題視されており、各種モデルが提案されてきました。最近、正孔の捕獲/放出を主体とした正孔トラップベースのモデルと、水素の解離による界面準位の生成を主体とした拡散-反応モデルベースのモデルの 2 つに集約されています。また、最先端の配線技術では、Cu に代わる Co、Ru 等の配線技術が開発されており、信頼性確保も課題となっています。この NBTI と配線技術と信頼性について解説します。

本セミナーでは、現在 LSI 信頼性の分野で問題となっているホットな話題を取り上げています。半導体デバイス信頼性に携わっている方は勿論その他の分野に携わっている方々のご参加をお勧めします。



# 信頼性・ESD 対策技術展示会（無料）

（静電気障害対策技術及び ESD 故障解析技術を扱う専門の展示会）

静電気の影響を受けやすい電子デバイス・部品、電子機器などを扱う信頼性技術者、設計技術者、品質技術者の方々を対象に、より進歩した静電気障害対策技術、静電気測定技術、故障解析技術を扱う専門の展示会です。この分野の専門メーカーが展示しますので、最新の技術情報収集のためにも是非お立ち寄り下さい。

期日： 2023年11月9日（木）～11月10日（金）： 10:00～17:00

会場： 大田区産業プラザ（東京 蒲田）、2階小展示場

主催： （一財）日本電子部品信頼性センター

同時開催： **ESD 対策技術ワークショップ°（無料）**

同会場内特設会場にて（プログラムの詳細：RCJ ウェブ（<https://rcj.or.jp/exhibition>）参照）

## 出展社名

<b>株式会社いけうち</b> 〒108-0022 東京都港区海岸3-9-15 LOOP-X 14階 TEL：03-6400-1973 E-mail：dryfog@kirinoikeuchi.co.jp URL：https://www.kirinoikeuchi.co.jp/	<b>株式会社エイチイーエー光学</b> 〒142-0062 東京都品川区小山1-1-4 TEL：03-6417-4895, E-mail:mizorogi@haa-op.com URL：https://www.haa-op.com
<b>OKIエンジニアリング</b> 〒179-0084 東京都練馬区氷川台3-20-16 TEL：03-5920-2366, E-mail:oeg-dsales-g@oki.com URL：http://www.oeg.co.jp	<b>春日電機株式会社</b> 〒212-0032 神奈川県川崎市幸区新川崎2番4号 TEL：044-580-3511, E-mail: info@ekasuga.co.jp URL：http://www.ekasuga.co.jp
<b>シンド静電気株式会社</b> 〒150-0012 東京都渋谷区広尾5-8-14いちご広尾ビル9階 TEL：03-6432-5771(代) E-mail: info@shishido-esd.co.jp URL：http://www.shishido-esd.co.jp	<b>辰野株式会社</b> 大阪本社 〒541-0054 大阪府大阪市中央区南本町2-9-9辰野南本町ビル TEL：06-6263-2331 東京本社 〒105-0003 東京都港区西新橋1-20-10 西新橋エクセルビル E-mail: s.ishikura@tatuno.co.jp URL：https://www.tatuno.co.jp/
<b>テク・トライアングル</b> 〒299-4111 千葉県茂原市萱場776-58 TEL：0475-36-7037 E-mail: suzuki.tech-triangle@chiba.email.ne.jp URL：http://www.tech-triangle.jp	<b>DESCO JAPAN株式会社</b> 〒289-1115 千葉県八街市八街ほ661-1 Tel: 043-309-4470、 E-Mail：Yuta.Takahashi@Desco.com URL：http://www.descoasia.co.jp/
<b>東京電子交易株式会社</b> 〒190-0023 東京都立川市柴崎町5-16-30 TEL：042-548-8011, E-mail: sadohara@tet.co.jp URL：http://www.tet.co.jp	<b>阪和電子工業株式会社</b> 〒649-6272 和歌山県和歌山市大垣内689-3 TEL：073-477-4435, E-mail: y-yata@hanwa-ei.co.jp URL：http://www.hanwa-ei.co.jp
<b>株式会社ブルービジョン</b> 〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-17-2 友泉新横浜ビル TEL：045-471-4595, E-mail:sales@bluevision.jp URL：https://www.bluevision.jp/products/camera/detail/187	<b>ミドリ安全株式会社</b> 〒150-8455 東京都渋谷区広尾5丁目4番3号 TEL：03-3442-8244, FAX: 03-3444-4508 URL：http://www.midori-esd.jp

★詳細は別途案内状をご覧ください。（RCJ ホームページ（<https://rcj.or.jp/exhibition>）に掲載しています）。

## ＜参加要領＞

参加区分（開催日）	テキスト	定員	参加費（消費税抜き）（円）	
			RCJ会員、ESDC 協賛団体会員 大田区民	非会員
① 11月9日、11月10日： （2日間）	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）  （注：両方のシンポジウムの聴講可能）	各会場 100名	25,000	32,000
② 11月9日：（1日間）			17,000	22,000
③ 11月10日：（1日間）			17,000	22,000
オプション				
④ RCJ成果報告書 （R-2022-M-01）	R-2022-M-01 「2022 年度 基板・モジュール静電気対策検討 委員会調査報告書」 ＜「基板・モジュールの静電気対策」セミナー参考 資料＞		5,000	7,000
⑤ RCJ成果報告書 （R-2022-RS-01）	R-2022-RS-01 「2022 年度 故障物理研究委員会研究成果 報告書 - SiC パワー半導体の故障物理と信頼性保証、 先端 LSI の NBTI 現象と故障モデルの変遷 - ＜信頼性セミナー参考資料＞		5,000	7,000
⑥ RCJ成果報告書 （R-2022-RC-02）	R-2022-RC-02 「経験則に基づくハンドブック予測方法による電子 部品の故障率予測」 - IEC/TR 62380、FIDES、217Plus の解説 と故障率予測計算例 - ＜機能安全セミナー参考資料＞		5,000	7,000

＜注： 報告書の目次は、案内状掲載webの下欄に掲載した報告書名をクリックすると見ることができます。＞

申 込 先： （一財）日本電子部品信頼性センター

〒111-0043 東京都台東区駒形2-5-6 カミナガビル3F

E-mail: [symp@rcj.or.jp](mailto:symp@rcj.or.jp)、TEL：03-5830-7601、FAX：03-5830-7602、

申 込 締 切： 11月2日（木）

申 込 方 法： ホームページのフォーム <https://rcj.or.jp/symposium-application> よりお申し込み下さい。

参加申込者には、参加券等をお送りします。シンポジウム発表論文集は会場渡しの予定です。

オプションの成果報告書購入者には、資料ダウンロードサイトをメールしますので、そこからダウンロードしてください。

振 込 銀 行： 三菱UFJ銀行、日本橋中央支店、普通預金口座 0084373

口 座 名： 名義：（一財）日本電子部品信頼性センター

注）費用の振り込み予定日は、貴社の都合に合わせて頂いて結構です。また、不明の場合は空欄で結構です。

## ◆会場ご案内



会場：大田区産業プラザ：4階コンベンションホール、2階小展示場  
 〒144-0035 東京都大田区南蒲田1-20-20  
 交通：京浜急行線・空港線/京急蒲田駅より徒歩約2分  
 (品川・横浜・羽田空港よりの所要時間各約10数分)  
 J R京浜東北線/蒲田駅より徒歩約12分

## ◆宿泊施設のご案内

遠方からお越しの方で宿泊が必要な場合下記のホテルに直接連絡してご利用下さい。

- (1) グランパークホテル パネックス東京 TEL: 03-5703-1111  
 〒144-0052 東京都大田区蒲田5-9-19
- (2) 東横イン 蒲田東口 TEL: 03-3736-1045  
 〒144-0052 東京都大田区蒲田5-18-4

注) (1)、(2)とも、J R蒲田駅東口徒歩2～3分程度

- (3) アパホテル京急蒲田駅前 TEL: 03-5480-5151  
 〒144-0052 東京都大田区蒲田3-19-1
- (4) 東急ステイ蒲田 TEL: 03-5714-1090  
 〒144-0052 東京都大田区蒲田4-23-1
- (5) チサンイン蒲田 TEL: 03-6715-7311  
 〒144-0052 東京都大田区蒲田4-23-13

注) (3)、(4)、(5)とも、京急蒲田西口徒歩2～3分程度