

# 2012 第22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
- ・電子デバイスの信頼性シンポジウム

2012年10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 日本電気計測器工業会  
一般社団法人 電子情報通信学会  
一般社団法人 電気学会  
一般財団法人 光産業技術振興協会  
一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会  
社団法人 日本磁気学会  
IDEMA JAPAN

一般社団法人 日本電機工業会  
一般財団法人 日本規格協会  
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  
社団法人 静電気学会  
日本信頼性学会  
SPE日本支部

# 2012 第22回 RCJ信頼性シンポジウム

(EOS/ESD/EMCシンポジウム、電子デバイスの信頼性シンポジウム)

## 全体プログラム

日時： 2012年10月30日(火)～10月31日(水)

開催場所：大田区産業プラザ

日時	10月30日(火)		10月31日(水)	
項目	EOS/ESD/EMC シンポジウム 優秀論文等表彰式	電子デバイスの信頼性 シンポジウム	EOS/ESD/EMC シンポジウム	電子デバイスの信頼性シ ンポジウム
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	(10:00～12:00) 招待講演 「世界のESD動向」		(10:00～12:00) 「特別講演」	(10:00～12:00) 信頼性セミナー
昼	(12:00～12:15) 優秀論文等表彰式		(12:00～13:00) 休憩	(12:00～13:00) 休憩
午後 前半	(13:15～15:15) 招待講演、 「ESD 保護回路の 設計手法」	(13:15～14:45) 「デバイス・実装基板の 信頼性評価」	(13:00～14:40) 「ESD コントロール・ イミュニティ関連(1)」	(13:00～17:00) 信頼性セミナー
午後 後半	(15:30～17:10) 「システムレベルの ESD 現象と試験方法」	(15:00～16:00) 「信頼性設計及び実装 信頼性評価」	(15:00～16:20) 「ESD コントロール・ イミュニティ関連(2)」	「“信頼性確保とばらつき 問題”を中心とした 最近の話題」
展示会	(10:00～17:00) (2階小展示ホール) 展示会主催ワークショップ		(10:00～17:00) (2階小展示ホール) 展示会主催ESD対策技術基礎セミナー	

## ご 挨拶

「電子デバイスの信頼性シンポジウム」、「EOS/ESD/EMCシンポジウム」からなる第22回RCJ信頼性シンポジウムを平成24年10月30日(火)～10月31日(水)に東京都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、高集積化・高機能化・超微細化が急速に進んでいます。最近の技術開発では、従来技術の延長線上にある技術開発と異なり、銅配線、低誘電率層間膜(Low- $\kappa$ 膜)、従来のSiO<sub>2</sub>膜に替わる高誘電率ゲート絶縁膜(High- $\kappa$ 膜)等の新材料を用いた新しい技術が導入されています。さらには、微細化の限界に近づき、製造ばらつき以外の本質的なばらつきも、性能向上や信頼性の制限要因になっています。一方、実装技術も、RoHS指令等による鉛に替わる新しい材料を用いた鉛フリー実装技術の実用化が要求されています。新しい材料・技術の導入に伴い、従来の信頼性技術蓄積が使えず、信頼性評価を最初からやり直さなければならない状況に追い込まれています。このような状況で、従来にも増して開発段階における信頼性作り込みが重要になっています。

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対策も不可欠となっています。高速化に伴いLSIから発生する電磁波対策、外部から進入する電磁波に対する装置の誤動作対策などいわゆる電磁環境両立性(EMC)も問題となっています。さらには、部品レベルでの対策のみでなく、ボード、機器、システムレベルでのESD/EMC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現象把握や対策技術向上が必須となります。

ESD問題は半導体デバイス以外に、液晶デバイス、GMRヘッドなどエレクトロニクスのあるあらゆる分野で問題となっており、そのESD対策が注目されています。特にGMRヘッドでは、通常の半導体デバイスのような保護回路の組み込みが困難であり、非常にESD耐性が弱くなっています。このような例は、GaAs系の超高速半導体デバイス、光ピックアップ用の光デバイスなど、最新技術で顕著になっています。今後の進展が予想されるナノテクノロジー技術でも実用化において、その高性能化・高集積度化とトレードオフ関係にあるESD対策が重要になることが予想されます。

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、米国EOS/ESDシンポジウムと欧州の電子デバイスの信頼性・故障解析シンポジウム(ESREF)との優秀論文の交換を行っており、優秀論文の講演・討論を通して国際技術交流を行っております。また、本シンポジウムで推薦され優秀論文は、いずれかのシンポジウムに招待論文として招待されます。なお、米国EOS/ESDシンポジウムとは1994年以来、欧州ESREFシンポジウムとは1996年から交流を進めております。

第22回RCJ信頼性シンポジウムの特別講演は、昨年に引き続きCharvaka Duvvury (TI、ESDAssociation) 氏に、システムレベルESD問題について講演して頂きます。今日のESD問題は、単体デバイスのESDよりもデバイスを組み込んだシステムレベルのESDが問題視されています。このような視点からの講演です。Charvaka Duvvury氏は、半導体ESD分野の世界的権威であり、また、最近では、半導体製造メーカ業界団体でESD耐性目標値の見直しを提唱しており、その先導的役割を担っています。

また、J. J. Liou教授 (University of Central Florida) に“高速IC用保護回路の開発状況について”講演して頂きます。J. J. Liou教授は、ESD保護回路関係の世界的権威です。

今年の「EOS/ESD/EMCシンポジウム」の主なテーマは、昨年に引き続き、最先端半導体デバイスのESD保護回路、システムレベルのESD現象と理解、ナノデバイスのESD/EMI現象等です。

電子デバイスの信頼性シンポジウムでは、主に実装技術の信頼性に関する発表があります。また、RCJが運営しています故障物理委員会委員による信頼性セミナーもあります。今年の主テーマは、現在CMOS LSIの信頼性で問題視され始めた“信頼性確保とばらつき問題”、及び信頼性の大きな問題として認識されている中性子線ソフトエラーです。さらに、特別講演として、和田 哲明氏にリチウムイオン2次電池を含めた信頼性保証について講演して頂きます。

また、好評を頂いております「信頼性・ESD対策技術展示会」を、14社のご協力により開催致します。本年は2階小展示ホールで行い、コンパクトな展示と致します。EOS/ESD/EMC対策用資材・評価装置、信頼性・故障解析装置や信頼性試験・故障解析サービスに特化した展示会です。今年も昨年に好評頂いた「ESD対策モデルルーム (EPA)」を展示各社の商品・装置を持ち寄り、展示致します。ESD対策技術の基本となる「ESD対策技術基礎セミナー」と展示各社の技術・製品紹介を中心とした「ワークショップ」も行います。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付け下さい。

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、欧州ESREF委員会、協賛諸団体の方々に心からお礼申し上げます。

平成24年10月

RCJ信頼性シンポジウム運営委員会  
委員長 木村 忠正

2012 第21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、電子デバイスの信頼性シンポジウム)

2012 22nd RCJ Reliability Symposium

目 次

第22回 EOS/ESD/EMCシンポジウム

開催日: 2012年10月30日(火) 10:00~17:10

会 場: 4階コンベンションホール(A会場)

セッション名: 招待講演(世界のESD動向について) 司会: 藤原 秀二 (三洋半導体(株))

(10:10~11:00) **招待** 「ESD Electronic Design Automation (EDA) Tools and Verification Flow」  
**講演** Michael Khazhinsky (Silicon Labs, ESDA EDA working group) ..... 1  
司会: 鈴木 輝夫 (富士通セミコンダクター (株))

(11:00~11:30) **招待** 「電子部品、モジュールの静電気不良現象と保護」  
**講演** 福田 保裕 (サムソン電子) ..... 20  
司会: 若井 伸之 ((株)東芝セミコンダクター&ストレージ社)

(11:30~11:55) **招待** 「ESD Simulation with Wunsch-Bell based Behavior Modeling Methodology」  
**講演** Yiqun Cao<sup>(1,2)</sup>, Ulrich Glaser<sup>(1)</sup>, Joost Willemen<sup>(1)</sup>, Filippo Magrini<sup>(1)</sup>,  
Michael Mayerhofer<sup>(1)</sup>, Stephan Frei<sup>(2)</sup>, Matthias Stecher<sup>(1)</sup>  
(<sup>(1)</sup> Infineon Technologies, <sup>(2)</sup> Technische Universität Dortmund) ..... 27

セッション名: ESD保護回路と設計手法  
司会: 澤田 真典(阪和電子工業(株))、鈴木 輝夫(富士通セミコンダクター (株))  
森下 泰之(ルネサスエレクトロニクス(株))

(13:15~13:35) **22E-01** 「ESD Characterization of High Mobility SiGe Quantum Well and Ge Devices for Future CMOS Scaling」  
Geert Hellings<sup>(1)</sup>, Dimitri Linten, Steven Thijs, Shih-Hung Chen<sup>(1)</sup>, Liesbeth Witters, Jerome Mitard, Odysseas Zografos<sup>(2)</sup>, Guido Groeseneken<sup>(1)</sup>.  
(IMEC、<sup>(1)</sup> K.U. Leuven、<sup>(2)</sup> Institute Polytechnique de Grenoble) ..... 37

(13:35~13:55) **22E-02** 「シミュレーションを用いたESDロバスト設計手法」  
大塚 容子、石塚 裕康、森野 直純、佐藤 純二、後藤 信彦  
(ルネサスエレクトロニクス(株)) ..... 43

(13:55~14:15) **22E-03** 「High performance SCR-based snapback ESD clamp with transient detection driver」 A.A. Shibkov<sup>(1)</sup> and V.A. Vashchenko<sup>(2)</sup>  
(<sup>(1)</sup> Angstrom Design Automation, <sup>(2)</sup> Maxim Integrated Products) ..... 47

(14:15~14:35) **22E-04** 「高耐圧Dynamic ClampのESD特性への逆回復過程の影響」  
藤原 秀二、赤井 一雅、平野 哲郎、渡辺 雄一  
(三洋半導体(株)(オン・セミコンダクター社グループメンバー)) ..... 52

(14:35~14:55) **22E-05** 「Unexpected failures due to dynamic avalanching caused by bipolar ESD stress」  
Bart Sorgeloos, Ilse Backers, Benjamin Van Camp, Olivier Marichal,  
Bart Keppens (Sofics BVBA) ..... 56

(14:55~15:15)	<b>22E-06</b>	「多ピン製品におけるESD耐量とESD素子面積に関する考察」	石塚 裕康 (ルネサスエレクトロニクス(株))	61
				休憩(15:15~15:30)

セッション名: システムレベルESDと試験方法

司会: 石塚 裕康 (ルネサスエレクトロニクス(株))、小山 明(ソニー(株))

(15:30~15:55)	<b>招待 講演</b>	「Mixed-mode simulations for power-on ESD analysis」	Mirko Scholz , Andrei Shibkov , Shih-Hung Chen, Dimitri Linten, Masanori Sawada, Gerd Vandersteen, Guido Groeseneken (IMEC)	62
(15:55~16:15)	<b>22E-07</b>	「高インピーダンス部品のESDテストに関する考察」	磯福 佐東至 (東京電子交易(株))	70
(16:15~16:35)	<b>22E-08</b>	「Protection strategy for EOS (IEC 61000-4-5)」、	Bart Sorgeloos, Ilse Backers, Olivier Marichal, Bart Keppens (Sofics BVBA)	76
(16:35~16:55)	<b>22E-09</b>	「Parasitic Capacitance Effects on HBM ESD Simulators and Device Testing」	Marcos Hernandez, Tom Meuse (Thermo Fisher Scientific)	83
(16:55~17:10)	<b>22E-10</b>	「1GHzオシロスコープ機種間によるCDMの放電波形の考察」	澤田 真典(阪和電子工業(株))	90

開催日: **2012年10月31日(水)** 10:00~16:20

会場: 4階コンベンションホール(A会場)

セッション名: 特別講演 司会: 伊賀 洋一 (ルネサスエレクトロニクス(株))

(10:00~11:00)	<b>特別 講演</b>	「Recent Development in Electrostatic Discharge (ESD) Protection of RF Integrated Circuits」	Pegasus Distinguished Professor . Juin J. Liou (University of Central Florida)	94
				司会: 磯福 佐東至(東京電子交易(株))
(11:00~12:00)	<b>特別 講演</b>	「White Paper 3 Part II System Level ESD」	Charvaka Duvvury(TI, ESD Association)	106

セッション名: ESDコントロール・イミュニティ関連(1) 司会: 本田 昌實 ((株)インパルス物理研究所)

(13:00~13:20)	<b>22E-11</b>	「Process ESD Compatibility Measurements」	Arnold Steinman (Electronics Workshop, Dangelmayer Associates)	117
(13:20~13:40)	<b>22E-12</b>	「ESD対策にも記憶遺産を」	村崎 憲雄 (東京農工大学名誉教)	123
(13:40~14:00)	<b>22E-13</b>	「電極加熱式無発塵イオナイザーの開発 その2」	鈴木 政典、佐藤 朋且 ((株)テクノ菱和 技術開発研究所)	124
(14:00~14:20)	<b>22E-14</b>	「導電性ポリカーボネート樹脂の放電特性と放射電磁波」	大津 孝佳 <sup>1</sup> 、 <sup>○</sup> 堂山 英之 <sup>1</sup> 、鷺坂 功一 <sup>2</sup> (鈴鹿工業高等専門学校 <sup>1</sup> 、油化電子(株) <sup>2</sup> )	127
(14:20~14:40)	<b>22E-15</b>	「ハードディスクドライブのグラウンドからの静電気放電の影響」	大津 孝佳 <sup>1</sup> 、 <sup>○</sup> 小林 優作 <sup>1</sup> 、堂山 英之 <sup>1</sup> 、今井 省吾 <sup>1</sup> 、谷辻 和幸 <sup>2</sup> (鈴鹿工業高等専門学校 <sup>1</sup> 、岐阜大学 <sup>2</sup> )	131

休憩(14:40~15:00)

- セッション名: ESDコントロール・イミュニティ関連(2) 司会: 大津 孝佳(鈴鹿工業高等専門学校)
- (15:00~15:20) **22E-16** 「静電気放電発生箇所可視化技術の開発(その1)」  
尾前 宏<sup>1</sup>, 加藤 正明<sup>2</sup>, 仲 覚太郎<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>鹿児島県工業技術センター、<sup>2</sup>(株)日本計器鹿児島製作所) ……………135
- (15:20~15:40) **22E-17** 「小帯電板による絶縁板への誘導帯電を可視化する試み」  
中家 利幸<sup>1</sup>, 松井 順<sup>1</sup>, 宮本 佳明<sup>1</sup>, 栗山 敏秀<sup>2</sup>, 前田 裕司<sup>3</sup>, 高辻 涉<sup>3</sup>,  
上野 吉史<sup>3</sup>, 伊東 隆喜<sup>3</sup> (<sup>1</sup>阪和電子工業(株)、<sup>2</sup>近畿大学生物理工学部、  
<sup>3</sup>和歌山県工業技術センター) ……………139
- (15:40~16:00) **22E-18** 「金属間の接触放電における接触抵抗の変化要因」  
早田 裕 (東京大学工学系研究科) ……………143
- (16:00~16:20) **22E-19** 「金属間ESDによる回路誤動作の支配要因について」  
本田 昌實 ((株)インパルス物理研究所) ……………147

## 第22回 RCJ電子デバイスの信頼性シンポジウム

開催日: **2012年10月30日(火)** 13:15~16:30

会場: 4階コンベンションホール(B会場)

- セッション名: デバイス・実装基板の信頼性評価 司会: 穴山 汎 (RCJ)
- (13:15~13:45) **22S-01** 「システム検証用 Ultimate Functional BOST “REL-FDT” の高速 SDL(Soft Defect Localization)解析への応用評価」  
木村 雅芳、田中 浩幸、樋口 聡、福嶋 清、塩沢 健治  
(ルネサスエレクトロニクス(株)) ……………153
- (13:45~14:15) **22S-02** 「信頼性設計におけるHALTの活用事例」  
小林吉一、井原惇行 (楠本化成(株) エタック事業部) ……………158
- (14:15~14:45) **22S-03** 「ステンレス鋼の鉛フリーはんだによる損傷加速評価の検討」  
佐々木 喜七 (RCJ) ……………166  
休憩(14:45~15:00)
- セッション名: 信頼性設計及び実装信頼性評価 司会: 穴山 汎 (RCJ)
- (15:00~15:30) **22S-04** 「太陽電池モジュール面への周期的機械圧力印加による新規加速試験の検討」  
鈴木 聡\*、池田 一昭\*\*、金 永模\*\*、土井 卓也\*\*  
(\*エスペック(株)/ \*\*独立法人 産業技術総合研究所) ……………176
- (15:30~16:00) **22S-05** 「高密度回路基板における HAST の影響と技術的課題」  
中村 和裕 (新光電気工業(株)) ……………183

開催日: **2012年10月31日(水)** 9:45~17:00

会場: 4階コンベンションホール(B会場)

信頼性セミナー: 「信頼性確保とばらつき問題」を中心とした最近の話題