

半導体信頼性技術委員会

2021年度活動報告と2022年度活動紹介

JEITA 半導体信頼性技術委員会

活動目的

半導体信頼性技術委員会は、一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA) の半導体部会、半導体標準化専門委員会に属し、一般的に用いられる半導体集積回路(コンピュータ、自動車、電話等の社会一般的な用途が対象であり、宇宙用途等特別な信頼性を要求するデバイスは対象としない)の**品質・信頼性の評価(試験)方法に関して標準化活動を行う。**

また、それら半導体デバイスの基板実装後の品質・信頼性に関しても必要に応じて標準化を推進することを任務とする。

委員会の活動目的は、半導体に関連する情報や半導体物理や故障物理などの専門知識を用いて、原則的に半導体デバイスの品質・信頼性の評価(試験)方法や目標値を設定することにより、ユーザ/サプライヤが標準化された環境で品質・信頼性の情報交換が出来るようにし、また改善が図れるようにすることにある。

信頼性技術委員会 2021年度体制

半導体信頼性技術委員会

主査：東芝デバイス&ストレージ 副主査：沖エンジニアリング

半導体信頼性サブコミッティ／認定WG

リーダー：ルネサス
サブリーダー：規格開発エキスパート

信頼性用語策定TF

リーダー：デバイス評価技術研究所

個別半導体(パワー系)信頼性試験規格PG

リーダー：三菱電機
サブ：ルネサス

化合物パワー半導体信頼性技術WG

リーダー：富士電機
サブ：パナソニック

TC47/WG2 国内委員会 IEC 60749

リーダー：東芝デバイス&ストレージ

WLR/SER PG

TC47/WG5

Wafer level reliability test method

リーダー：ソシオネクスト

ESD耐量適正化検討PG/管理規格WG

リーダー：東芝デバイス&ストレージ

システムレベルESD 解析WG

リーダー：マックスウェル ジャパン

故障解析技術WG

リーダー：デバイス評価技術研究所

2021年度 主な成果(1)

1. 認定ガイドラインのIEC国際標準化で達成(国プロ完了)

経済産業省のご支援を戴いた国プロにて第3年度の計画を達成。
無事に**IEC国際標準化目標達成**。

①パワーモジュール認定ガイドライン:2021年7月NP提案可決。

パワーサイクル試験規格:IEC60749-34-1 NP提案に向けた合意完了

②LSI 認定ガイドライン

IEC 63827-1 Part 1 概念 IS発行完了

IEC 63827-2 Part 2 ミッションプロファイル CD投票可決、FDIS投票準備開始

IEC 63827-3 Part 3 区間推定 NP提案の事前調整完了

2. 化合物SiC/GaN信頼性試験方法をIECへ国プロ開始

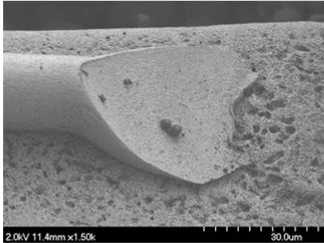
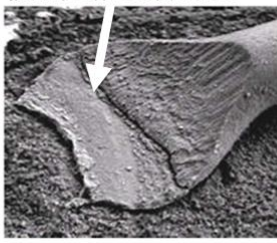
新たな国プロとして、産総研と連携して、SiC/GaNの信頼性試験方法の国際標準化プロジェクト開始した。

日本が世界に先行してSiC:2件、GaN:1件の信頼性試験法、FDISは3月に回覧予定、IS発行は5月に前倒しで達成予定。

2021年度 主な成果(2)

3. EDR-4716(兆候精査ガイドライン)を作成

自動車用半導体の変更時の時短認定手法として、自動車工業会(JAMA)様と連携して作成 (2022年5月規格化)

変更前 1000サイクル後 断線兆候なし	変更後 500サイクル後 断線兆候あり (亀裂あり)
	

不良の発生前の良品解析により、物理的劣化などの摩耗故障の兆候有無を確認することで、信頼性試験の時短を図る。

2/18 JEITA/PCNオープンフォーラムで周知(456名聴講)

4. JEDECとの規格整合Joint会議をWebで開催。

2年連続Webで開催。信頼性試験方法整合を実施した。

信頼性技術委員会 2022年度体制

半導体信頼性技術委員会

主査：SONYセミコンダクターソリューション 副主査：ルネサスエレクトロニクス

半導体信頼性サブコミッティ／認定WG

リーダー：ルネサス
サブリーダー：規格開発エキスパート

信頼性用語策定TF

リーダー：デバイス評価技術研究所

個別半導体(パワー系)信頼性試験規格PG

リーダー：三菱電機
サブ：ルネサス

化合物パワー半導体信頼性技術WG

リーダー：富士電機
サブ：パナソニック

TC47/WG2 国内委員会 IEC 60749

リーダー：東芝デバイス&ストレージ

WLR/SER PG

TC47/WG5

Wafer level reliability test method

リーダー：ルネサス

ESD耐量適正化検討PG/管理規格WG

リーダー：東芝デバイス&ストレージ

システムレベルESD 解析WG

リーダー：マックスウェル ジャパン

故障解析技術WG

リーダー：デバイス評価技術研究所

2022年度 半導体信頼性技術委員会活動計画

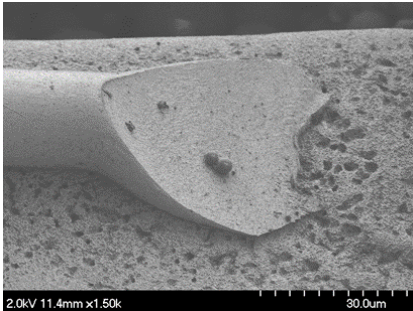
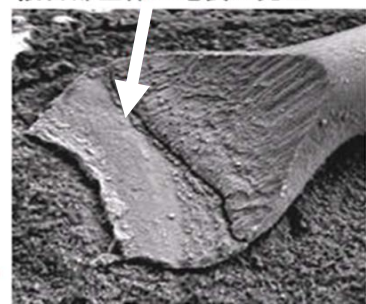
- ◆ **半導体信頼性サブコミッティ／認定WG**は、区間推定と試験一覧追加した信頼性認定ガイドラインEDR-4708Cを発行、JEITA ED-4701とIEC60749シリーズとの整合を進めます。認定WGでは、IEC 63827-3 Part 3 区間推定 NP提案目指します。
- ◆ **信頼性用語TF**は、引き続き信頼性用語集の完成、発行を進めます。
- ◆ **個別半導体試験法PG**は、パワーモジュール信頼性試験規格IEC規格化を進めます。また、SiCデバイスのパワーサイクル試験方法規格化に向け検証実験を行います。
- ◆ **化合物パワー半導体信頼性技術WG**では、国プロを利用して、信頼性試験方法のIEC規格フォロー(CDV→FDIS)とJEDEC JC-70の連携、規格整合を進めます。
- ◆ **IEC/TC47国内委員会**では、IEC/TC47国際会議に参画して日本提案信頼性規格国際標準化進めます。
- ◆ **WLR/SER PG**では、規模換算規格のIEC/TC47 TR化を目指します。
- ◆ **ESD耐量適正化PG**では、システムレベルESD/EOS不具合から製品ESD設計へのfeedbackを検討し、EDR4709Aの拡充検討を進めます。
- ◆ **故障解析技術WG**では、故障解析用語集第二版作成を目指して、用語選定と解説作成を進めます。
- ◆ 9月に米国DenverでJEDECとの**Joint Meeting**開催し、規格の整合を進めます。

信頼性サブコミッティ 活動紹介

2021年度の成果と2022年度の計画

(1) EDR-4716(兆候精査ガイドライン)

- 自動車用半導体の変更時の時短認定手法として、自動車工業会(JAMA)と連携して作成した。
- 2/18 JEITA/PCNオープンフォーラムにて周知した。
- 2022年5月に正式登録。

変更前 1000サイクル後 断線兆候なし	変更後 500サイクル後 断線兆候あり (亀裂あり)
 2.0kV 11.4mm x1.50k 30.0um	

不良の発生前の良品解析により、物理的劣化などの摩耗故障の兆候有無を確認することで、信頼性試験の時短を図る。

温度サイクル500サイクル後の兆候精査結果 (ワイヤ接合部の観察)

2021年度の成果と2022年度の計画

(2) EDR-4708C (ICの信頼性認定ガイドライン)

- 以下改訂案を作成し、2022年度内の発行に向けて準備中。
 - ・ 区間推定仕上げ
 - ・ 信頼性試験計画時に活用できる評価項目一覧
 - ・ Qualification Test Method表の検討
- セミナーによる啓発活動(2022年10月以降)

(3) JEITA ED-4701とIEC60749シリーズとの整合活動

- 環境・耐久性試験方法 25規格中13規格のレビュー完了。
順次JEITA規格改訂版を発行予定。

認定WG 活動紹介

2021年度の成果と2022年度の計画

1. 2021年度の成果

★EDR-4708C 第4版発行に向けて継続審議中

— 区間推定仕上げ

— 評価計画時に活用できる評価項目一覧

— Qualification Test Methods表の検討

★IECTC47/WG2 (信頼性認定ガイドライン)

IEC 63827-1 Part 1 概念 IS発行完了

IEC 63827-2 Part 2 ミッションプロファイル

CD投票可決、FDIS投票準備開始

IEC 63827-3 Part 3 区間推定 NP提案の事前調整完了

2021年度の成果と2022年度の計画

2. 2022年度の計画

★EDR-4708C 第4版発行

－区間推定仕上げ

－評価計画時に活用できる評価項目一覧

－Qualification Test Methods表の検討

－セミナー、関係企業・団体への啓発活動

★IECTC47/WG2（信頼性認定ガイドライン）

IEC 63827-2 Part 2 FDIS投票可決、IS発行

IEC 63827-3 Part 3 区間推定 NP提案、投票準備

信頼性用語策定TF 活動紹介

2021年度の成果

- 信頼性用語を229語選定
 - 信頼性物理:109語
 - 数理統計:106語
 - その他:14語
- 用語解説を10行程度以下で行う方針としていたが、徐々に増えている。
- 2021年度までに207語の解説作成を完了
:90%完了

2022年度の計画

- 残りの22語の用語解説を完了するとともに、既に作成済分のブラッシュアップを行う予定。

個別半導体（パワー系）信頼性規格PG 活動紹介

2021年度成果

1. パワーモジュール信頼性試験規格IEC規格化

(1) パワーサイクル試験規格 (IEC60749-34-1)

NP投票: Vote Approved(5/7) 投票: 9 → 賛成: 9 (100%)

IECメンバーTF(ドイツ、イタリア、中国、日本)を組み、NP投票コメント、CDV規格策定中(会議: 8/16から2～4回/月)

① 日本提案規格内容合意済

熱抵抗法による T_{vj} 測定、平均 m 手法による寿命推定

② その他合意内容

ドイツ提案VCE法による T_{vj} 測定、最小二乗回帰法による寿命推定

③ NP投票コメント: 40/49件処理済

④ CD提案: CDドラフトIEC事務局提出済(1/5) (CDV最終規格: 3月合意見込)

(2) パワーモジュール信頼性ガイドライン (IEC63287-3)

IECメンバーTF(ドイツ、イタリア、中国、米国、英国、日本)を組み、NP規格審議し、NP申請済(会議: 5/20から2～4回/月)

① 日本提案内容合意済: スクリーニング(初期故障低減)

② NP申請: IEC事務局提出登録済(1/7)、NP投票スタート(1/7～4/1)

2. 国プロ進捗状況

国プロ: 電子部品の信頼性認定ガイドラインに関する国際標準化
(2019年度～2021年度)

(1) パワーサイクル試験規格 (IEC60749-34-1)

2021年度目標: CD提案合意形成 → 結果: 目標達成 (CD提案済)

(2) パワーモジュール信頼性ガイドライン (IEC63287-3)

2021年度目標: NP提案合意形成 → 結果: 目標達成 (NP提案済)

3. 個別PG活動状況

(1) パワーサイクルTvjバラツキ評価実験

Tvj測定バラツキ評価を試験装置メーカ(クオルテック、エスベック、シーメンス)で実施
結果: 熱抵抗法/VCE法ともに同等のTvj、熱抵抗になること確認。

IECパワーサイクルTFで本実験結果説明し、日本提案の熱抵抗法によるTvj測定規格化について合意した(12/2)。

(2) 関係国ミーティング

- JEITA-AQG324 meeting: 6/24
- JEITA-JEDEC Joint meeting: 9/22～23
- JEITA-DKE meeting: 9/28～29
- JEITA-IEC TC47/WG2コンビーナ meeting: 10/1
- IEC TC47/WG2ミーティング: 10/7

※IECパワーサイクル試験規格、パワーモジュール信頼性ガイドライン進捗状況を関係国に説明し、協力を依頼した。

1. パワーモジュール信頼性試験規格IEC規格化

- ① IECパワーサイクル試験規格CDV提案
- ② IECパワーモジュール信頼性ガイドラインCD提案
- ③ H3TRB(高温高湿バイアス試験)規格検討

2. パワーサイクル試験検証実験

IECパワーサイクル試験規格へのSiCデバイス試験方法規格化に向け、SiCデバイスのパワーサイクル試験、及び温度測定検証実験を進める。
(化合物パワー半導体信頼性技術WGと共同)

3. EDR-4711A英文版発行及び改定

EDR-4711A(個別半導体信頼性認定ガイドライン)の英文版発行とIEC提案規格に整合した規格への改定進める

4. セミナー開催

半導体信頼性SC、化合物パワー半導体信頼性技術WGと共同でセミナー開催し、規格を普及図る。

化合物パワー半導体信頼性技術WG 活動紹介

21年度 化合物パワー半導体WG 成果

国際標準化IEC規格提案

・SiC結晶欠陥

◆フォトルミネッセンス法によるSiCエピタキシャル層欠陥の検査方法

→ 20年7月 IS制定

◆SiCエピタキシャル層欠陥クラス識別 :

NP可決 (4/9) ⇒ CD回覧 (7/9~10/1)

22年3月現在 CDV投票中 (2/25~5/20)

・デバイス試験法

◆SiCデバイスのV t h変動

◆バイポーラ通電劣化評価方法

◆GaNのL負荷スイッチング試験

22年2月 FDIS投票開始

SiC : 2件 (2/18~4/1)

GaN : 1件 (2/11~3/25)

→ 2022年度第1四半期頃にIS成立予定

20年度 化合物パワー半導体WG 成果

JEITA規格、IEC提案状況まとめ

◆ SiC 結晶欠陥	JEITA規格	IEC Status
✓ Part1: 欠陥の分類方法	2016/03	2019/01 (IS)
✓ Part2: 非破壊検査方法	2017/02	2019/01 (IS)
✓ Part3: フォトルミネッセンスを用いた欠陥検査法	2018/03	2020/07 (IS)
✓ Part4: SiCエピタキシャル層欠陥クラス識別	2020/12	2022/02 (CDV)
■ SiC デバイス		
✓ MOSFETのVth変動	2017/06	2022/02 (FDIS)
✓ バイポーラ通電による特性劣化	2017/06	2022/02 (FDIS)
■ GaN デバイス		
✓ L負荷スイッチング試験方法	2017/06	2022/02 (FDIS)
✓ 電流コラプス評価方法(DC)	2017/06	-----
✓ 電流コラプス評価方法(SW)	2017/06	-----

※中性子SEBガイドライン

検討中

22年度 化合物パワー半導体WG 活動計画

I. 国際標準IEC規格化推進

- ・化合物パワー半導体の信頼性試験方法のIEC規格フォロー (FDIS→IS)
- ・JEITA⇔JC-70の連携、各団体との規格の整合

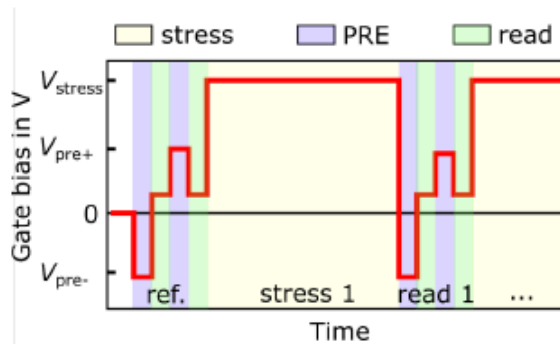
II. SiC/GaN規格開発

- ・IEC/TC47/WG8の新設やJEDEC/JC-70の規格開発が本格化し、各国で化合物パワー半導体(SiC/GaN)の規格開発が加速している状況。
⇒国プロと連携し、現状の信頼性試験課題の抽出と新規規格開発の検討を行う。また各団体と協調、連携し標準化を推進する。

その他の課題

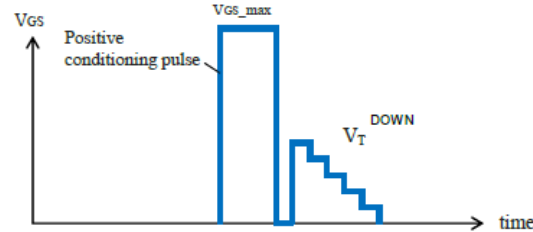
SiCの V_{th} 測定におけるconditioning方法

負パルス→測定
→正パルス→測定



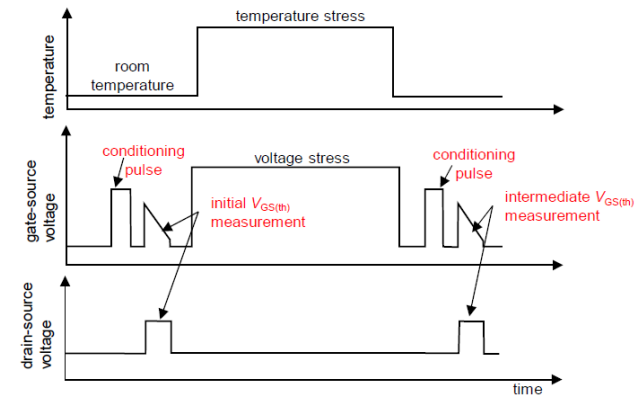
(Infineon White Paper 08-2020より)

正パルス(= V_{gs_max})
→測定



(JEDEC JEP183)

正パルス($\leq V_{gs_max}$)
→測定



(JEITA案)

JEDEC(JC-70)と整合必要

WLR/SER PG IEC TC47/WG5 活動紹介

2021年度の成果

WLR試験試験法はIEC化ほぼ完成。19年度から故障メカニズムPGとSER PGを合体させWLR/SER PGとして活動中。

1. 2021年度の成果

★規模換算規格をIECへのNP提案、協議によりTR化でJEDECと合意

IS化を目指しNP提案を進めてきたがJEDEC JC14 chairman, Alan Luceroから製品レベルの規模換算は製品の使用条件やソフトウェアの動作も考慮に入れる必要があり時間およびコスト的に困難であると指摘を受けた。

しかし

①規模換算の手法自体customerに十分知られていないこと②トランジスタや配線数が単純に増加すれば信頼性は低下する一方だが、並列数や冗長設計を増加させることで信頼性は向上する。①②を半導体customerに認知してもらうことは意義があるためTR化をJEDECに提案し合意を得た。

現在TR化に向け原案を作成中。IEC提出前にJEDECからも内容を補足してもらいIECに提案する予定

★Foundry信頼性セミナー

故障メカニズムおよびソフトウェア信頼性のセミナーを開催予定していたが、コロナの影響ですべて中止に。

2022年度の計画

1. 2022年度の予定

★規模換算のTR化を目指す

規模換算基準(新規)のIEC TR化を目指し国内意見を集約する。

JEDECとも協議し22年度内にTR提案を目指す。

★4707改版に備えた文献調査(継続)

4707(故障メカニズム試験方法の調査報告)は18年に改版したがTr構造の新たなものが提案されており、2nmテクノロジー以降の材料変更も行われる見込みである。改版に備え主要文献の調査を行い、故障メカニズムの最新動向をまとめておく。

★Foundry信頼性セミナー

故障メカニズム、ソフトエラーを中心とした見識へのneedsが強い。

一般向けの故障メカニズム、ソフトエラーのまとまった話が聞ける機会
は他に無い。

21年度実施できなかった、従来のFoundryセミナー、Advanceな内容を含めたセミナーに加え大学の専門家を交えたSERセミナーを開催する。

半導体取扱いESD耐量適正化PG システムレベルESD解析WG 活動紹介

21年度の活動実績

- (1) ESDPJ合同会議3回開催
- (2) ESDA-std. meeting 参画と規格作成
- (3) ESDA CDM-WGと定期会議

ESD耐量適正化検討PG

- ・ CDM試験装置の波形解析実験実施
- ・ ESDA,ESD-Council,JEDEC委員会参画

システムレベルESD検討WG

- ・ IEC610004-2 ed.3 (CD) 改定内容勉強会
- ・ システムレベルESD/EOS不具合事例調査開始

ESD管理規格WG

- ・ CDMS耐量品管理規定のSP17.1 リリース

※セミナー開催は今期も断念

ESDA規格化WGとの連携状況

各規格化WG内容：太字WGにPGから参画(3回/年開催)

WG	Category
WG-1, 2, 3	Wrist Straps, Garments, Ionization
WG-4, 9, 97	Footwear/Flooring Systems
WG-7, 9	Flooring, Gloves
WG-11, 13	Packaging, Hand tools
JWG	Device Testing (CDM)
JWG	Device Testing (HBM)
WG-5.5	Device testing (TLP)
WG-5.6	Device testing (HMM)
WG-14	System Level ESD
WG-17	Process Assessment
WG-19	High Reliability
WG-20	ESD Control program
WG-21	Flat panel Display
WG-22	ESD foundry and IP parameter
WG-23	EOS in manufacturing and testing
WG-25	Charged Board Event
WG-26	System ESD Modeling
WG-27	Automotive EOS
WG-53	Compliance Verification

22年度の活動計画

PG/WG体制を継続、各WG-各機関と連携して引き続き活動予定

システムレベルESD解析WG

- ・システムレベルESD/EOS不具合から製品ESD設計へのfeedback
STEP1：不具合事例の収集 ESD/EOS振り分け ~2022/3
STEP2：テーマ分類 (適時)
STEP3：テーマ毎の深堀解析 (適時)
STEP4：纏め (製品設計に対するfeedback, EDR4709A
拡充検討を含む)
- ・システムESD (EOS) 試験動向調査
ESDAの各規格作成状況調査と纏め

故障解析WG 活動紹介

2021年度の成果

- 最新の故障解析技術の討議と故障解析用語集の作成を2本の柱として活動
- 討議した主なテーマ
 - 可視光域でのレーザ刺激による解析の有効性
 - スキャンと I_{DDQ} 情報を利用した故障診断の分解能向上方法
- 故障解析用語集第2版作成
 - 追加用語13語選定:8語解説作成済
- 故障解析セミナーの開催(オンライン@2021/11/19)

2022年度の計画

- 最新の故障解析技術の討議と故障解析用語集の作成を2本の柱として活動(継続)
- 討議予定の主なテーマ
 - 海外の故障解析関連学会の最近のトピックス
 - ナノテストニングシンポジウムの最近のトピックス
- 故障解析用語集第二版完成を目指して
 - 残りの5語の解説作成
 - 第二版の英語化