

半導体デバイスに関するEMC規格 ～イミュニティ測定法～

徳田 正満

1. まえがき

IoTやセンサ・ネットワーク、自動運転が身近になりつつある現在、電気電子システムのハードウェアとしての信頼性の確保に注目が集まっている。特に、ADAS（先進運転支援システム）などの進展により、車載ネットワークの信頼性向上を中心に、EMC要求が従来の「ノイズ対策の技術」から機器の機能安全性・信頼性を確保するための技術へと変貌しつつある。同時に、イミュニティ特性やESD（静電気放電）耐性の向上に加え、周囲とのワイヤレス接続への低エミッション要求が高まり、電気電子システムの根幹を担う半導体デバイスのEMC評価とEMC設計についても重要性が高まっている。IECのTC47（半導体デバイス）/SC47A（集積回路）では、集積回路（IC）のEMC規格を作成しているが、本稿では、IEC 62132シリーズとして発行されているICのイミュニティ測定法に関する規格を文献1及び文献2を基にして解説する。なお、半導体デバイスのEMC規格に関する概要は、VCCIだよりのNo.139に掲載されているので、参考されたい³⁾。

2. 集積回路（IC）のイミュニティ測定法：IEC 62132シリーズ

表1に示す測定法がシリーズ化されている。エミッション測定法（IEC 61967）と同じく、大きく分けて「伝導性イミュニティ測定法」と「放射性イミュニティ測定法」がある。いくつかは前月号⁴⁾で述べたとおり、エミッション測定と同じセットアップで測定する対の方法になっている。

(1) IEC 62132-1：一般的条件と定義

第1版（Ed.1.0）は2006年に測定周波数範囲 150 kHz～1 GHzとして発行された。その後、新規測定法の追加と測定周波数の高周波化に対応するため、タイトルから周波数範囲を削除した改訂版（Ed.2.0）が2015年に発行された。IEC 62132シリーズの中での測定法の選択を容易にするための「各試験法の比較表」Annex Aが改定されている。

(2) IEC 62132-2：TEMセル法：(放射性)

エミッション測定法IEC 61967-2と対になる測定法である。2010年の第1版からGTEMセルを含んでいる。

(3) IEC 62132-3：BCI法：(伝導性)

車載機器のイミュニティ試験法として標準的に使用されているBCI法（Bulk current injection method, ISO 11452-4）と同様の電流注入プローブと電流モニタ用プローブを使用するICイミュニティ測定法である。ただし、機器レベルのBCI法の測定周波数範囲上限が400MHzであるのに対して、IEC 62132-3

の上限周波数は1GHzとなっている。しかし実用的には、プローブを配置するための試験基板の設計が困難で1GHzまでの高精度測定は難しくほとんど使用されないため、2020年12月に廃止された。

表1 半導体集積回路のイミュニティ測定法規格（2022年9月現在）²⁾

IEC 62132: Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity

	Title
IEC 62132-1: 2015 Ed.1.0 (2006-01-19) Ed.2.0 (2015-10-28)	Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity - Part 1: General conditions and definitions
IEC 62132-2: 2010 Ed.1.0 (2010-03-30)	Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity - Part 2: Measurement of radiated immunity – TEM cell and wideband TEM cell method
IEC 62132-3: 2007 Ed.1.0 (2007-09-26) 47A/1094/Q(2020-03-06)	Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity, 150 kHz to 1 GHz - Part 3: Bulk current injection (BCI) method [Withdrawn (2020-12-25)]
IEC 62132-4: 2006 Ed.1.0 (2006-02-21)	Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity, 150 kHz to 1 GHz - Part 4: Direct RF power injection method (⇒周波数範囲拡張：予定 2015-)
IEC 62132-5: 2005 Ed.1.0 (2005-10-10)	Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity, 150 kHz to 1 GHz - Part 5: Workbench Faraday cage method
(IEC TS 62132-6 ED1) 47A/862/CD(2010-12-24)	(Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity - Part 6: Local Injection Horn Antenna (LIHA) method)
IEC 62132-8: 2012 Ed.1.0 (2012-07-06)	Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity - Part 8: Measurement of radiated immunity – IC stripline method
IEC TS 62132-9: 2014 Ed.1.0 (2014-08-21)	Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity - Part 9: Measurement of radiated immunity – Surface scan method

(4) IEC 62132-4 : DPI (Direct power injection) 法 : (伝導性)

ICのピンごと、あるいは2本の差動ピンにコモンモード接続で、50Ω線路を介して直接、高周波電力を注入し、注入電力と反射電力をモニタしながら誤動作の有無を確認するイミュニティ試験法であり、再現性が高い。BISS規格でも採用されており、ICのイミュニティ試験として採用される頻度が高い。また、ICのイミュニティ・シミュレーションのためのマクロモデルICIM-CI (Integrated circuit immunity model - Conducted immunity) の抽出のために標準的に使用される測定法である。周波数範囲を少なくとも3GHzまで拡張する提案をドイツ (DE-NC) から行うことが2017年Regensburg会議にて同意されていたが、検討継続中。IEC 62228-5 イーサネット・トランシーバICのEMC評価では、DPI法測定帯域は2GHzまでとなっており、本測定法の周波数範囲拡張が急がれる。

(5) IEC 62132-5 : ワークベンチ・ファラデーケージ法 (WBFC法) : (伝導性)

エミッション測定法IEC 61967-5と対になる測定法である。

(6) IEC 62132-6 : (欠番) Measurement of electromagnetic immunity - Local Injection Horn Antenna (LIHA) method : (放射性)

小型の特別な設計のホーンアンテナを、試験基板上のIC直上に配置して、イミュニティ特性を試験

する方法であり、TSとして提案されたが2012年にCDの段階で否定的コメントが多く取り下げとなった。ただし、最近の測定周波数の高周波拡張の流れの中で、復活提案される可能性もある。

(7) IEC 62132-7 : (欠番) Mode Stirred Chamber method :

IEC 61967-7と同じく、予告されたまま提案が無い。

(8) IEC 62132-8 : ICストリップライン法 : (放射性)

エミッション測定 (IEC 61967-8) と対の測定法である。原理的にはTEMセル法に近いが、TEMセルおよびGTEMセルよりも小型であり、小さい注入電力で高い電界を発生できる。大出力のパワーアンプを必要としないので、有利な場合がある。

IEC 62228-5 イーサネット・トランシーバICのEMC評価法では、ICストリップライン法をエミッション・イミュニティとともにInformative Annexとして含んでいる。提案理由は、パッケージ上の放熱用導体を經由する高周波結合の再現が目的とのことである。

(9) IEC TS 62132-9 : 表面走査法 : (放射性)

エミッション測定法IEC TS 61967-3 (表面走査法) と対の測定法である。「近傍界走査 (NFS) データ」へ対応した規格になっている。IC / LSIへの局所的な電磁結合による妨害波注入に有効である。

3. 集積回路 (IC) インパルス・イミュニティ測定法 : IEC 62215シリーズ

表2に示す測定法でPart 2とPart 3が発行されている。本来は、シリーズ規格のPart 1「一般的条件と定義」をIEC 62215-1として発行すべきであるが、現在まで未提案で審議されていない。

表2 半導体集積回路のインパルス・イミュニティ規格 (2022年9月現在) ²⁾

IEC 62215: Integrated circuits - Measurement of impulse immunity -

	Title
IEC TS 62215-2: 2007 Ed.1.0 (2007-09-10)	Integrated circuits - Measurement of impulse immunity - Part 2: Synchronous transient injection method
IEC 62215-3: 2013 Ed.1.0 (2013-07-17)	Integrated circuits - Measurement of impulse immunity - Part 3: Non-synchronous transient injection method

(1) IEC TS 62215-2 : Synchronous transient injection method

デジタル系デバイスのクロック信号に同期してインパルス性の妨害波を印加して、ソフトウェアなどを検出する規格である。WG9での審議過程で、本手法はメーカー・ユーザ間で使用する規格というよりも、むしろ半導体メーカー (ベンダ) がデバイス開発段階で使用する設計用のデータ取得のための測定法の性格が強いということで、ISとせずTSとなっている。しかし今後、ネットワーク用のデバイスなどのイミュニティ特性を取得する際には重要性が増すことも想定される。

(2) IEC 62215-3 : Non-synchronous transient injection method

前述のIEC 62132-4 (DPI法) が周波数領域の妨害波に対するイミュニティ測定法であるのに対し、本測定法はDPI法に非常に良く似た (ほぼ同一の) 試験基板を使用して、Transient generator (IEC 61000-4-4、IEC 61000-4-5 または ISO 7637-2対応) からの妨害波パルスを注入してイミュニティ測定を行う方法である。昨今のパワエレ機器・デバイスの高性能・高周波化に伴い、今後、重要性が増すと考えられる。特に欧州では、半導体デバイスに対するESD / EFTの問題がクローズアップされており、国内でも積極的な対応が望まれる。なお、後述の「バス・トランシーバEMC評価法：IEC 62228シリーズ」では、標準測定法としてIEC 62215-3も引用されている。

【参考文献】

- 1) 和田修己：「VI. 半導体デバイスに関するEMC規格」、世界のEMC規格・規制 (2020年度版)、日本能率協会、pp.42-52、2020.7.
https://event.jma.or.jp/TF_EMC2020
- 2) 和田修己：「VII. 半導体デバイスに関するEMC規格」、世界のEMC規格・規制 (2022年度版)、日本能率協会、pp.59-67、2022.7.
- 3) 徳田正満：「半導体デバイスに関するEMC規格 ～概要～」、VCCIだより、No.139、pp.11-13、2021.1.
- 4) 徳田正満：「半導体デバイスに関するEMC規格 ～エミッション測定法～」、VCCIだより、No.146、pp.9-13、2022.10.



徳田 正満 (とくだ まさみつ)

1967年 北海道大学工学部電子工学科卒業
1969年 北海道大学大学院工学研究科電子工学専攻修了
日本電信電話公社に入社し電気通信研究所に配属
1987年 NTT通信網総合研究所通信EMC研究グループリーダー
1996年 九州工業大学工学部電気工学科教授
2001年 武蔵工業大学工学部電子通信工学科教授
2010年 東京都市大学 名誉教授
東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 客員共同研究員

主要な受賞

1986年 電子通信学会業績賞を受賞
(光ファイバケーブル設計理論と評価法の研究)
1997年 平成9年度情報通信功績賞受賞 (郵政省)
(EMC技術の開発・標準化)
2003年 工業標準化事業功労者として経済産業大臣賞を受賞
2004年 電子情報通信学会フェロー
2007年 IEEE Fellowに昇格