



電子情報技術産業協会技術レポート

Technical Report of Japan Electronics and Information Technology Industries Association

*JEITA EDR-7339A*

**パワー半導体モジュールにおける  
パッケージ熱特性ガイドライン**  
**Guideline for package thermal characteristic  
of power semiconductor module**

2022年3月制定

2025年5月改正

作 成

半導体システムソリューション技術委員会

Semiconductor System Solution Technical Committee

発 行

一般社団法人 電子情報技術産業協会

Japan Electronics and Information Technology Industries Association

## 目 次

ページ

まえがき	
1 適用範囲	1
2 参照規格	1
3 用語及び定義, 記号の解説	1
3.1 パワーモジュール	1
3.2 パワーモジュールの構成及び実装に関する部品	3
3.2.1 スイッチ	4
3.2.2 ベースプレート	6
3.2.3 主端子	6
3.2.4 制御端子	6
3.2.5 絶縁層	6
3.3 熱界面材料 (サーマルインターフェースマテリアル)	6
4 文字記号	7
4.1 一般	7
5 定格 (限界値) と特性	8
5.1 一般	8
5.2 定格 (限界値)	8
5.2.1 温度定格	8
5.2.1.1 チップ接合温度 ( $T_{vj}$ )	8
5.2.1.2 動作時チップ接合温度 ( $T_{vj(op)}$ )	8
5.2.1.3 ケース (ベースプレート) 温度 ( $T_c$ )	8
5.2.1.4 端子温度 ( $T_t$ )	8
5.2.1.5 ヒートシンク (放熱フィン) 温度 ( $T_s$ )	8
5.2.1.6 周囲温度 ( $T_a$ )	9
5.2.1.7 センサ温度 ( $T_r$ )	9
5.2.2 消費電力 ( $P_{tot}$ )	9
5.3 特性	9
5.3.1 機械的特性	9
5.3.1.1 ベースプレートの平面度 ( $e_c$ )	9
5.3.1.2 ヒートシンク (放熱フィン) 表面の平面度 ( $e_s$ )	9
5.3.1.3 ベースプレートの表面の粗さ ( $R_{zc}$ )	9
5.3.1.4 ヒートシンク (放熱フィン) 表面の粗さ ( $R_{zs}$ )	10
5.3.1.5 ヒートシンク (放熱フィン) へのネジの取付トルク ( $M_s$ )	10
5.3.2 熱抵抗	10
5.3.2.1 チップ接合部からケース (ベースプレート) までの熱抵抗 ( $R_{th(j-c)X}$ )	10
5.3.2.2 ケース (ベースプレート) からヒートシンク (放熱フィン) までの熱抵抗 ( $R_{th(c-s)}$ )	10
5.3.2.3 スイッチ当りのケース (ベースプレート) から ヒートシンク (放熱フィン) までの熱抵抗 ( $R_{th(c-s)X}$ )	11

5.3.2.4	ヒートシンク一体型パワーモジュールのチップ接合部から ヒートシンク（放熱フィン）までの熱抵抗 ( $R_{th(j-s)X}$ )	11
5.3.2.5	チップ接合部から内蔵温度センサまでの熱抵抗 ( $R_{th(j-r)X}$ )	11
5.3.2.6	過渡熱インピーダンス ( $Z_{th}$ )	11
6	熱抵抗測定方法	12
6.1	標準的な測定方法の説明	12
6.1.1	温度測定の基準点	12
6.1.2	測定手順例	13
6.1.3	スイッチ接合部温度 $T_{vj}$ の測定方法	13
6.1.4	加熱法と冷却法	13
6.1.5	熱抵抗の等価回路	14
6.2	スイッチ（チップ接合部）からケース（ベースプレート）までの熱抵抗 ( $R_{th(j-c)X}$ )	14
6.3	ケース（ベースプレート）からヒートシンク（放熱フィン）までの熱抵抗 ( $R_{th(c-s)}$ )	15
6.4	ヒートシンク一体型パワーモジュールのチップ接合部から ヒートシンク（放熱フィン）までの熱抵抗 ( $R_{th(j-s)X}$ )	15
6.5	チップ接合部から内蔵温度センサまでの熱抵抗 ( $R_{th(j-r)X}$ )	15
6.6	過渡熱インピーダンス ( $Z_{th}$ )	16
6.6.1	過渡熱インピーダンス等価モデル	17
6.6.2	本ガイドラインで扱う過渡熱インピーダンス等価モデル	18
6.6.3	パワーモジュールにおける過渡熱インピーダンス Foster モデル	19
7	パワーモジュール動作時の温度推定	22
7.1	温度推定の重要性	22
7.2	ガイドラインで対象としている電力変換回路と半導体スイッチ	22
7.2.1	インバータ回路を含むパワーモジュールの損失	23
7.3	インバータ動作時のパワーモジュール内半導体デバイスの損失	23
7.4	インバータ動作時の温度推定	25
7.4.1	非定常状態における温度推定フロー	25
7.4.2	半導体チップのスイッチングが周期をもつ場合の平均損失	26
7.4.3	損失がパルス状に2段階変化した場合の温度推定	26
7.5	損失シミュレーターの活用	28
8	参考文献	28
	解説	29

## まえがき

この技術レポートは、一般社団法人 電子情報技術産業協会（JEITA）の半導体標準化専門委員会 半導体システムソリューション技術委員会 半導体構造設計技術サブコミティ パワー半導体パッケージワーキンググループが作成したものである。

この技術レポートは、その一部が、工業所有権（特許権，実用新案権，意匠権など）に抵触する可能性に関係なく，制定されている。一般社団法人 電子情報技術産業協会は，このような工業所有権に係る確認について，責任はもたない。

この技術レポートは，**JEITA TSC-16**（電子情報技術産業協会規格類の作成基準）の様式によって作成された技術レポートである。

## 電子情報技術産業協会技術レポート

パワー半導体モジュールにおける  
パッケージ熱特性ガイドライン

## Guideline for package thermal characteristic of power semiconductor module

## 1 適用範囲

この技術レポートは、電力用半導体業界において、標準的な電力用半導体として位置付けられているパワー半導体を搭載した絶縁型パワー半導体モジュール（以下、パワーモジュール）のパッケージに関する熱特性の理解及び、熱設計を行う上での用語の定義、関連する項目、考慮すべき内容、熱特性の活用方法についてのガイドラインとして適用する。

## 2 参照規格

次に掲げる規格は、このガイドラインに参照されることによって、このガイドラインの理解を深めることに活用される。

JEITA ED-4511C	ダイオードの定格・特性及び試験方法
JEITA ED-4562B	絶縁ゲートバイポーラトランジスタの定格・特性及び試験方法
IEC 60747-1 ED2.1	Semiconductor devices – Part 1: General
IEC 60747-2 ED3.0	Semiconductor devices – Part 2: Discrete devices – Rectifier diodes
IEC 60747-9 ED3.0	Semiconductor devices – Part 9: Discrete devices – Insulated-gate bipolar transistors (IGBTs)
IEC 60747-15 ED3.0	Semiconductor devices – Discrete devices – Part 15: Isolated power semiconductor devices

## 3 用語及び定義、記号の解説

## 3.1 パワーモジュール

スイッチング用半導体チップとベースプレート（放熱板）を有し、両者の間が電氣的に絶縁された構造体で、半導体チップに接続された電極は内部を保護するケースに外部端子として導出され、内部は電力変換回路の一部を構成する内部構成回路を有している。図 1 にパワーモジュールの一例としてその外形図を示す。丸番号の一覧は 3.2 項の表 1 に示す。また、図 2 は図 1 の A-A 断面でパワーモジュールの内部構成部品を示し、以降は IGBT を搭載したパワーモジュールを例として示す。ここでは、熱特性の理解及び放熱設計に影響がある部品のみとし、内部端子や接続配線、内部封止材料は省略している。図 3 にはパワーモジュールのパワーエレクトロニクス機器への実装例を示す。