SEMI G30-88 (Reapproved 0811)
TEST METHOD FOR JUNCTION-TO-CASE THERMAL RESISTANCE MEASUREMENTS OF CERAMIC PACKAGES

セラミックパッケージのジャンクションとケース間の熱抵抗測定のための試験方法

免責事項: この SEMI スタンダードは，投票により作成された英語版が正式なものであり，日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

SEMI スタンダード日本語翻訳版をご利用にあたっての注釈を本文の末尾に記載しております（「すべきである」「しなければならない」について等）。

本スタンダードは，global Assembly & Packaging Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2011 年 7 月 1 日，global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2011 年 8 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 1986 年発行。前版は 1988 年発行。

注意: 本文書は，編集上の修正を伴い再承認された。

1 目的

1.1 この検査は，熱測定用チップを用いてセラミックパッケージの熱抵抗値を測定するものである。本検査方法ではジャンクションとケース間，あるいは実装面での熱抵抗値測定を対象とし，ヒートシンクおよび流体槽による環境検査だけに限るものとする。本試験方法のガイドラインに従い測定を行うことにより，ヒートシンク法と流体槽法によるセラミックパッケージのジャンクションとケース間の熱抵抗測定値，はある限定された条件下においてのみは同じ結果となるはずである（すなわち，チップと基板から選択された熱除去面への一方的な熱の流れに近づく条件下においてである）。しかし，結果が異なる場合はヒートシンク法を用いる。ジャンクションとケース間の熱抵抗を測定するためのヒートシンクマウント法は，熱を周囲環境へ移すというパッケージの能力の保守的な方法となろう。なぜならば，流体槽マウント法は，パッケージの両面を均等に冷却するための能力をもっているのに対して，ヒートシンク機構は，パッケージの 1 つの面だけにあるからである。

2 参照スタンダードおよび文書

なし。

3 用語

3.1 定義 — 以下の定義と記号を本検査に採用する。

3.1.1 ケース温度 T_C — 単位は°C。ケース温度とは中にマイクロエレクトロニクスチップがとりつけられているパッケージ上の特定の温度である。

3.1.2 マウント面温度 T_M — 単位は°C。マウント面温度とは，デバイスとヒートシンク間のマウント境界面（あるいは一次熱除去面）における特定の点の温度である。

3.1.3 ジャンクション部温度 T_j — 単位は°C。この用語は IC のジャンクション部の温度を表すのに用い，熱の大部分はこのジャンクション部で生じる。ジャンクション本試験で測定するジャンクション部温度は温度感知用に用いた素子のごく近傍の温度を表している。

3.1.4 電力消失 P_H — 単位は watt。これはデバイスの加熱用電力で，これによってジャンクション部基準点の間の温度差が生じる。

3.1.5 ジャンクション部と特定の基準点間の熱抵抗値 $R_{\Theta JR}$ — 単位は°C/W。IC の熱抵抗値はジャンクション部とパッケージ上のある基準点との温度差を電力消失 P_H で割った値である。

注:SEMI による書面での了承なき場合は，本書の全部もしくは一部の転載を禁じる。
©Semiconductor Equipment and Materials International（http://www.semi.org/）
©SEMI ジャパン 〒102－0074 東京都千代田区九段南 4－7－15

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: SEMI G30-0088-0811R (Japanese)

3.1.6　温度感度パラメータ TSP — これは試験中のジャンクション部の温度依存性電気特性であり，温度に関して校正することにより，ジャンクション部温度を検知するのに用いることができる。

4 装置

4.1 これらの検査に必要な装置を以下に示す。

4.1.1　熱電対の材料は-100 から+300°C の温度範囲で使える。銅 ー コンスタンタン（T タイプ），あるいはそれと同等のものとする。ワイヤサイズは AWG サイズ 30 を超えないこと。熱電対接点ははんだ付けや線のねじりあわせでなく溶接しビーズ状にすること。熱電対とそれに関連する測定系の精度は±0.5°C とする。

4.1.2　電力を調節でき，規定の測定ができる適切な電気装置。温度パラメータを電気的に測定する計器は 0.5 mV の電圧変化を検知できなければならない。

4.1.3　温度調整式の恒温室や流体槽，ヒートシンクについては，特定の基準点温度が，設定値（測定値）の±0.5°C 以内に保つことができる精度をもつもの。具体例として，代表的な温度制御型ヒートシンクと流体槽の構成を示す。

4.2 ヒートシンクアセンブリ ー マイクロエレクトロニクス装置（試験用）をのせるためのヒートシンクアセンブリとして代表的なものを図 1 に示す。1 次ヒートシンクは水冷式で温度制御式流体サーキュレータバスを用いている。アダプタソケット/ヒートシンクは 1 次ヒートシンクの熱除去面に締めつけられていて，特定の大きさのパッケージ，たとえば QFP タイプや DIP タイプ，チップキャリアなどを取り扱えるような特別な形状をしている。このアダプタによって，パッケージと 1 次ヒートシンク間の接続が何回も繰り返して効率的に行うことができる。マウント面温度は，アダプタ側面あるいは底から熱電対を通し，熱伝導性のいい接着剤または，グリスを用いてアダプタとパッケージ間の境界，あるいはその近くに取り付けて測定する，この熱電対を付けた箇所で検査中のデバイス温度が定められ，またコントロールされる。アダプタにはまた，ソケットあるいはその他の電気的な接続を行う構造が含まれている。ヒートシンク性のある熱コンパウンド，たとえば酸化亜鉛含有のシリコングリスを接触面に薄く塗り（約 25～50 μm 厚），熱的接触を信頼性のあるものにする。

4.3 流体浴アセンブリ ー 試験用マイクロエレクトロニクス装置の熱的特性を調べるための温度制御式流体槽として代表的なものを第 2 図に示す。この図では，流体サーキュレータとは別になった流体槽のパッケージはとりつけられているが，パッケージを流体サーキュレータと槽が合体している装置内にじかに浸すこともできる。槽内の流体は連続的にゆっくり，あるいは激しく撹拌し，必要な温度に安定させること。試験するデバイスは，流体への熱伝達を妨げないように取り付ける。リード線のついたデバイスでは，リード線が流体への熱伝達を妨げず，パッケージ内部の電力損で生じる熱流に影響を与えないようにリード線方向を決めること。試験中のデバイスのケース温度はパッケージにとり付けた熱電対を用いて測定すること。（流体温度と同じ温度であるという仮定をしてはならない。）作動流体の熱伝導率は 25°C で少なくとも 0.0006 W/cm°C であること。不活性フッ化炭化水素系液やシリコンオイルなどの作動流体が冷媒として適している。

5 手順

5.1 基準点温度 T_c の直接測定。マイクロエレクトロニクス装置の熱抵抗値測定を目的としてパッケージ外部から接近可能で，最も高温の箇所を基準点温度として測定すること。この基準点の位置は，そのデバイスを自由空間内で外部ヒートシンク機構なしに作動させて定める。普通，基準点はチップのすぐ下にあるパッケージ本体の外表面上あるいは，チップからヒートシンクあるいは周囲環境へ流れる熱の大部分が通るところにあたる。キャビティ上向き型およびキャビティ下向き型のセラミックパッケージについて基準点位置の実例を図 3 に示す。この測定を容易にするためにパッケージ表面を加工する場合は，本来の熱伝達経路に影響を与えず，熱抵抗値もパッケージ内部でせいぜい 2～3 パーセント影響を受ける程度であること。放熱板がパッケージ基材の外表面に付いているようなパッケージについては，ケース温度基準点は放熱板上に，図 4 で示すようにチップ背面と相対する箇所であること。

5.1.1　ケース温度，T_c ー 検査するマイクロエレクトロニクス装置は定められた条件下で，ケース温度を特定の値に保てるように据え付けられていること。熱電対はチップすぐ下にあるデバイスパッケージ面上につけること。このために伝導性エポキシを用いてもよい。熱電対の球状接点は試験するマイクロエレクトロニクス装置のケースに直接，機械的に接触していなければならない。通常の使用状態において外部ヒートシンクにしっかりと接続されてい

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: SEMI G30-0088-0811R (Japanese)

る(圧力で押さえつけたり，接着剤やハンダ付け，その他の方法による)デバイスについては，ケースの 1 次熱除去面の下で直接測定されるようなマウント面温度をケース温度と等しいものとしてもよい。

5.1.1.1　熱電対をケースに直接とりつけるのが実用的ではないとわかった場合には別のやり方として，薄い金属円板の片面に熱電対を溶接して用いなければならない。この手法は，交差させた熱電対線を直径 0.25 cm(0.094 in)で 0.02 cm(0.008 in)厚さのベリリウム銅円板の片面に平行ギャップ溶接法で溶接し，次に円板のもう一方の面には接着剤をうすく塗り，ケースの測定点に接着させて測定する。

5.1.1.2　マウント面温度，T_M － マウント面温度はケースの 1 次除熱面の下を直接測定して得られる。測定は，熱電対をヒートシンクのマウント面あるいはその近い所につけて行う。代表的なマウント部構成を図 5 に示す。銅のマウント台表面にはニッケルめっきを施し，酸化物が生じないようにすること。

5.1.1.2.1 熱電対用の穴を開けるには，マウント台内部へ，熱電対のリード線が測定対象のケースのある所の直下にくるようにすること。熱電対を熱伝導性接着剤（または，はんだ）でマウント台内に固定し，また熱電対先端の球や熱電対のまわりに空気の泡が出来る限り生じないよう特に注意を払うこと。マウント台と試験中のデバイスとの境界には熱伝導性コンパウンド（または接着剤）を使うこと。マウント法技術は，実装面界面について考慮する必要がある。という点において“アプリケーション”指向型である。

5.2 半導体ジャンクション部と特定の基準点間の熱抵抗 $R_{\Theta JR}$

5.2.1　一般考慮事項，半導体デバイスの熱抵抗は，その運搬装置すなわちパッケージの性能の尺度であると同時に，半導体のジャンクションから熱を除去するためのマウント技術の尺度でもある。マイクロエレクトロニクス装置の熱抵抗値は，デバイスのケース/マウント面温度と電力損失，そして半導体ジャンクション部温度測定値により，計算することができる。

5.2.1.1　指示された測定を行う場合，電源を入れてから測定値を読み取るまでの時間を半分にしても，得られた結果が所要の測定精度の範囲内であれば，パッケージは熱的平衡状態に達したとみなす。

5.2.2　$R_{\Theta JA}$ を求めるための間接的なジャンクション部温度測定 － この試験の目的は，IC ジャンクション部温度を測定できる素子を用いて IC のジャンクション部の熱抵抗を求めることである。実際に作動中のデバイスのジャンクション温度を正確に予測するために，パッケージ内のチップ全体に電力を加えて，内部に適当な温度分布が生じるようにする。ジャンクション部温度を測定する際には，ジャンクション部の校正電流が安定している間チップ加熱電力(定電圧源)を一定に保たなければならない。チップに電力を供給している間，回路の動作は校正電流に影響を与えないものとする。

5.2.2.1　デバイスの温度パラメータは，熱抵抗を計算する際に，半導体素子の平均ジャンクション部温度を示す 1 つの指標として用いられる。測定されたジャンクション温度は，その温度を検出するために用いられた素子の近くの温度を示す。

5.2.2.2　ジャンクション部の温度を間接的に測定するのに一般的に用いられる温度パラメータは，ダイオードの順方向電圧とバイポーラトランジスタのエミッター・ベース間電圧がある。他の適当な温度パラメータを製造技術上，間接的にジャンクション部温度を測定するために用いることができるが，それらは実際に変化するジャンクション部電圧を検出するためには使用できない。

5.2.2.3　定常状態における T_J 測定方法。この測定のために次の記号を用いるものとする。

- I_M － 測定電流(単位は mA)
- V_{MH} － I_M の電流が流れている所で測った温度パラメータの値。単位は mV で P_H で加熱されたジャンクション部の温度に対応する。
- T_{MC} － 基準点で測定された校正温度(°C)
- V_{MC} － IM の電流が流れている所で，特定の T_{MC} の値における温度パラメータ。

5.2.3　単位は mVTSP としてジャンクション部の順方向電圧を用いた T_J の測定は以下の方法で行う。

5.2.3.1　ステップ 1 － TSP の温度係数の測定(校正)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: SEMI G30-0088-0811R (Japanese)