

# 車載用 MOSFET

## DSOP Advance(WF)パッケージの

### 放熱効果と実装上の注意点

#### 概要

本資料は、パッケージ上下面 2 方向から放熱が可能な DSOP Advance(WF)パッケージの実装上の注意点を述べたものです。

## 目次

概要 .....	1
目次 .....	2
1. パッケージ形状比較 (DSOP Advance(WF)と SOP Advance(WF)) .....	4
2. DSOP Advance(WF)基板実装時の注意点 .....	5
3. DSOP Advance(WF)の効果 .....	6
3.1. 熱インピーダンス評価概要 .....	6
3.1.1. 使用製品 .....	6
3.1.2. 評価用基板 .....	6
3.1.3. ランドパターンについて .....	6
3.1.4. 実装状態 .....	7
3.2. 評価結果 .....	8
3.3. TIM 厚による熱インピーダンス比較 .....	9
3.3.1. 評価部材について .....	9
3.3.2. TIM 厚による熱インピーダンス確認結果 .....	9
4. 基板実装状態における信頼性確認 .....	11
4.1. 基板実装状態における信頼性試験評価概要 .....	11
4.2. 使用部材 .....	11
4.2.1. 評価製品 .....	11
4.2.2. 評価 TIM .....	11
4.2.3. 実装はんだ .....	11
4.2.4. サンプルの状態 .....	11
4.3. 信頼性評価実施内容 .....	12
4.4. 故障判定基準 .....	12
4.5. 信頼性試験結果 .....	12
4.6. 外観観察 (追加補足確認) .....	13
記載内容の注意点 .....	14
製品取り扱い上のお願い .....	15

## 目次

図 1.1	DSOP Advance(WF) 上面図.....	4
図 2.1	リフロー後のトッププレートの様子(一例).....	5
図 3.1	トッププレート放熱効果評価用基板.....	6
図 3.2	SOP Advance (WF) , DSOP Advance (WF) 参考ランド寸法図.....	6
図 3.3	トッププレートの効果評価基板への素子搭載状況.....	7
図 3.4	DSOP Advance(WF)実装状態断面概略.....	7
図 3.5	SOP Advance (WF) 基板のみ放熱.....	7
図 3.6	DSOP Advance (WF) アルミ放熱板からも放熱.....	7
図 3.7	トッププレートを使用し放熱板を取り付けた場合の熱インピーダンス改善.....	8
図 3.8	DSOP Advance (WF) トッププレートと放熱板間の TIM 厚影響評価基板.....	9
図 3.9	DSOP Advance(WF) トッププレートとアルミ放熱板間の TIM 厚評価結果.....	9
図 3.10	TIM 厚による過渡熱インピーダンスの変化.....	10
図 4.1	DSOP Advance(WF)基板 TCT 用試験サンプル実装状態.....	11
図 4.2	アルミ放熱板取り付け TCT 3000cycle 後の基板実装はんだ状態.....	13
図 4.3	端子断面観察結果.....	13

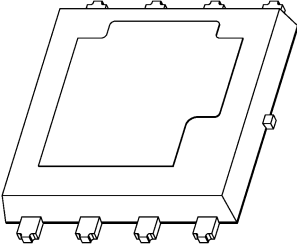
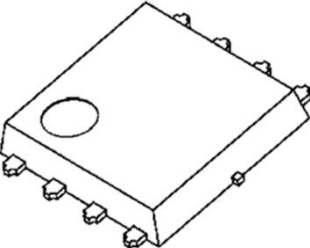
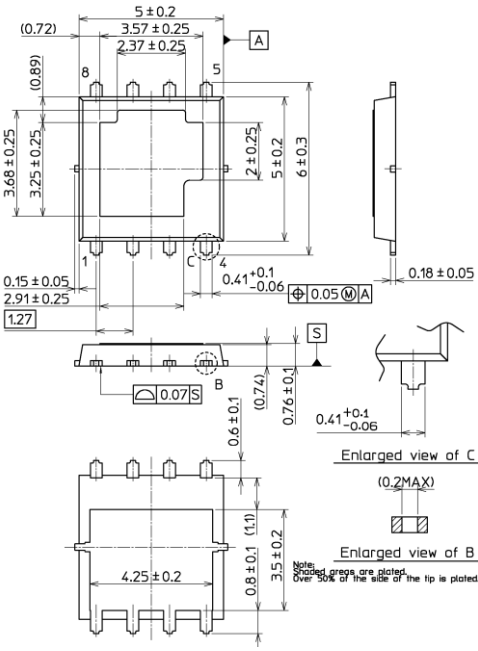
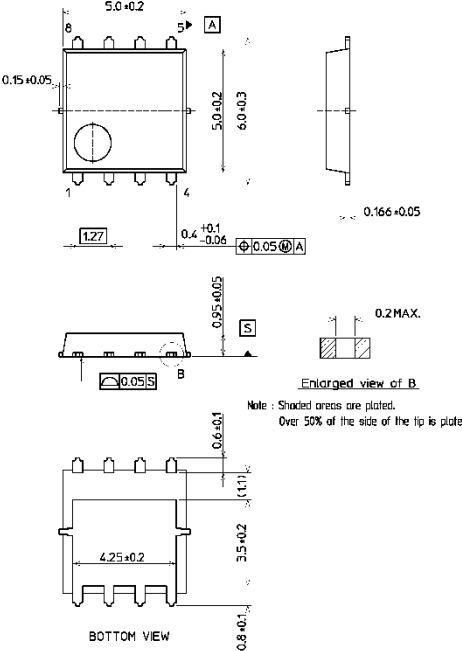
## 表目次

表 1-1	パッケージ比較表.....	4
表 4-1	信頼性試験評価条件.....	12
表 4-2	故障判定基準.....	12
表 4-3	信頼性試験結果.....	12

## 1. パッケージ形状比較 (DSOP Advance(WF)と SOP Advance(WF))

同一パッケージサイズの DSOP Advance(WF)と SOP Advance(WF)の主な違いを表 1-1 に示します。  
 DSOP Advance(WF)パッケージは表 1-1 の斜視図のとおりパッケージ上面に放熱可能なヒートシンクがあり、このヒートシンクを「トッププレート」と称しております。(図 1.1 参照)

表 1-1 パッケージ比較表

	DSOP Advance(WF)	SOP Advance(WF)
パッケージサイズ	5.0mm×6.0mm×0.76mm (標準値)	5.0mm×6.0mm×0.95mm (標準値)
ウェットブルフランク(WF)	有	有
トッププレート	有	無
外圍器斜視図		
外形図		
代表製品	TPWR7904PB	TPHR7904PB

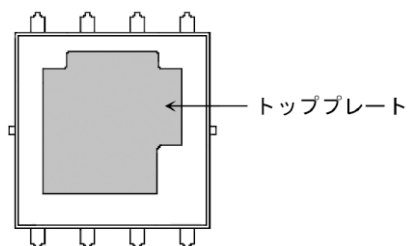


図 1.1 DSOP Advance(WF) 上面図

## 2. DSOP Advance(WF)基板実装時の注意点

DSOP Advance(WF)はトッププレートを備えておりますが、トッププレートを利用して放熱を行う際には、DSOP Advance(WF)製品のトッププレートに加わる外的応力が 10N 以下になるように設計ください。

なお、放熱部材とトッププレート間にグリースなどの Thermal Interface Material(以下 TIM)を使用する際には、TIM 含有物質から半導体へのケミカルアタックや含有物質によるリーク電流等について、半導体製品への影響がない事を十分にご確認いただけますようお願い致します。

また、本資料はトッププレートからの放熱方法やその効果や TIM 材の影響をご紹介しますが、あくまでもご参考であり保証を伴うものではありません。

さらに、DSOP Advance(WF)は、トッププレートと放熱部材の接合材に、はんだ接合を行うことは想定しておりません。

DSOP Advance(WF)製品のトッププレートにはめっき処理がなされております。DSOP Advance(WF)製品では基板へのリフロー実装後、トッププレートに凹凸が生じる場合がございます。これはリフロー時に溶融しためっきが凝固する過程で生じるものです。下記に、一例としてリフロー後のトッププレートの様子をご紹介します。放熱部材-トッププレート間のクリアランス設計には十分にご配慮いただけますようお願い致します。

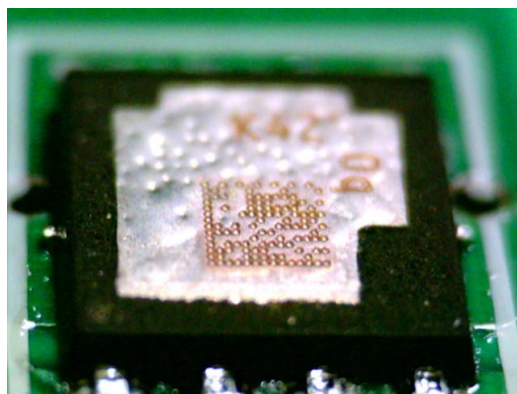


図 2.1 リフロー後のトッププレートの様子(一例)

### 注意

実際のセットには、半導体製品本体や、設備部分に振動、衝撃、または応力が加わると、接合不良、素子破壊などに至ることがありますので、十分に配慮して機構設計を行ってください。特に強い振動、強い衝撃または強い応力が加えられた場合には、パッケージまたはチップにクラックが発生することがあります。

パッケージを介して半導体チップに応力が加わった場合には、ピエゾ効果によりチップ内部の抵抗変化が生じ、素子特性が変動することがあります。瞬間的には破壊に至らないような応力であっても、長期間にわたって加え続けた場合には製品の変形を招くことがあり、断線、素子破壊などに至ったケースも確認されております。

機構設計に際しては、振動、衝撃や応力に十分に配慮の上ご使用ください。

## 3. DSOP Advance(WF)の効果

### 3.1. 熱インピーダンス評価概要

基板に DSOP Advance(WF)と SOP Advance(WF)の代表製品を搭載し、過渡熱インピーダンス( $Z_{th(ch-a)}$ )を比較しました。

#### 3.1.1. 使用製品

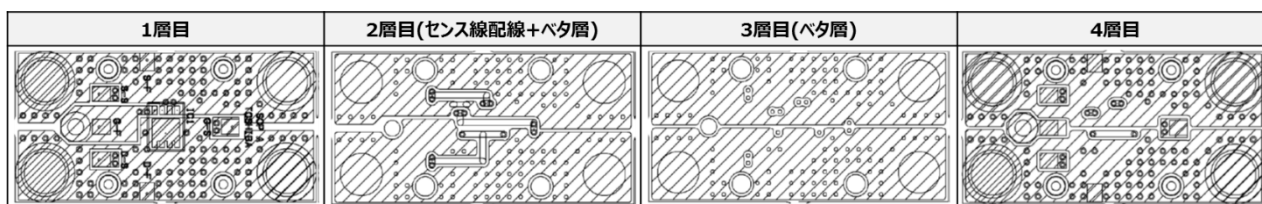
TPWR7904PB : DSOP Advance(WF) ,  $V_{DSS}=40V$  ,  $I_D=150A$  , MOSFET UMOSIX

TPHR7904PB : SOP Advance(WF) ,  $V_{DSS}=40V$  ,  $I_D=150A$  , MOSFET UMOSIX

#### 3.1.2. 評価用基板

基板作成にあたり、以下を作成方針とし図 3.1 の基板を作成しました。

- ・自動車向けと想定される代表的な基板材料を使用
- ・評価素子へ十分な電流を通電可能な配線形状



基板材料 : FR-4 相当

基板サイズ : 2inch × 1inch × 1.6mm 4 層基板

銅箔厚 : 1 層目 75 $\mu$ m , 2 層目 35 $\mu$ m , 3 層目 35 $\mu$ m , 4 層目 75 $\mu$ m

実装はんだマスク厚 : 150 $\mu$ m

図 3.1 トッププレート放熱効果評価用基板

#### 3.1.3. ランドパターンについて

基板へ素子を搭載するランドパターンについては、東芝参考ランド寸法図を使用しております。

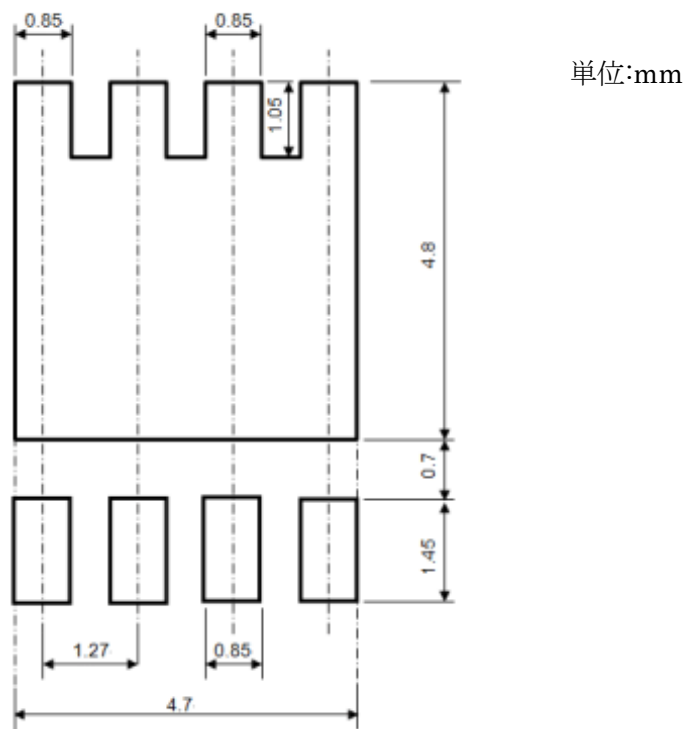


図 3.2 SOP Advance(WF) , DSOP Advance(WF) 参考ランド寸法図

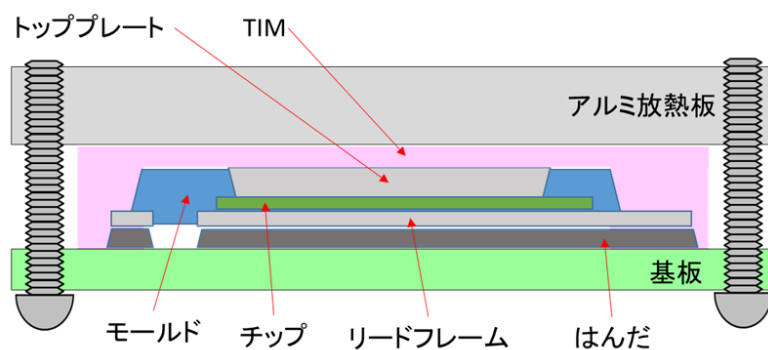
#### 3.1.4. 実装状態

実装状態について図 3.3 に示します。さらに、DSOP Advance(WF)の TPWR7904PB については、トッププレートにアルミ放熱板を取り付ける為、素子と放熱板の間に TIM を使用しております。(図 3.4 参照) TIM は実使用でも想定されるように、評価サンプル全体を覆うように塗布しました。



実装はんだ : Sn3Ag0.5Cu

図 3.3 トッププレートの効果評価基板への素子搭載状況



TIM : デンカ株式会社製放熱グリース(5W/m・K)相当品,硬化タイプ

図 3.4 DSOP Advance (WF) 実装状態断面概略

図 3.5 は基板に SOP Advance(WF)を実装した状態、図 3.6 は図 3.5 と同様に DSOP Advance(WF)を実装しアルミ放熱板を取り付けた状態となります。それぞれ、図 3.5 は基板からの放熱が期待できる状態、図 3.6 は基板とアルミ放熱板双方からの放熱が期待できる状態として、比較評価を行いました。

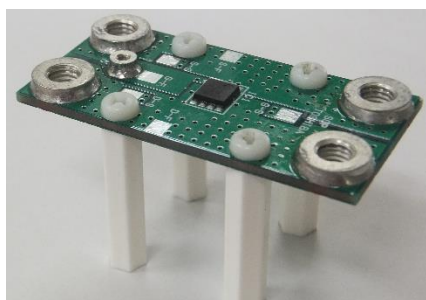


図 3.5 SOP Advance (WF) 基板のみ放熱

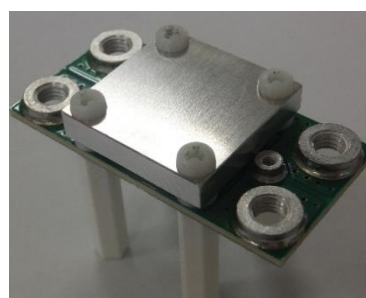


図 3.6 DSOP Advance (WF) アルミ放熱板からも放熱

## 3.2. 評価結果

図 3.7 のとおり、DSOP Advance(WF)パッケージのトッププレートにアルミ放熱板を取り付けることで、素子の熱インピーダンスは大幅に改善されます。

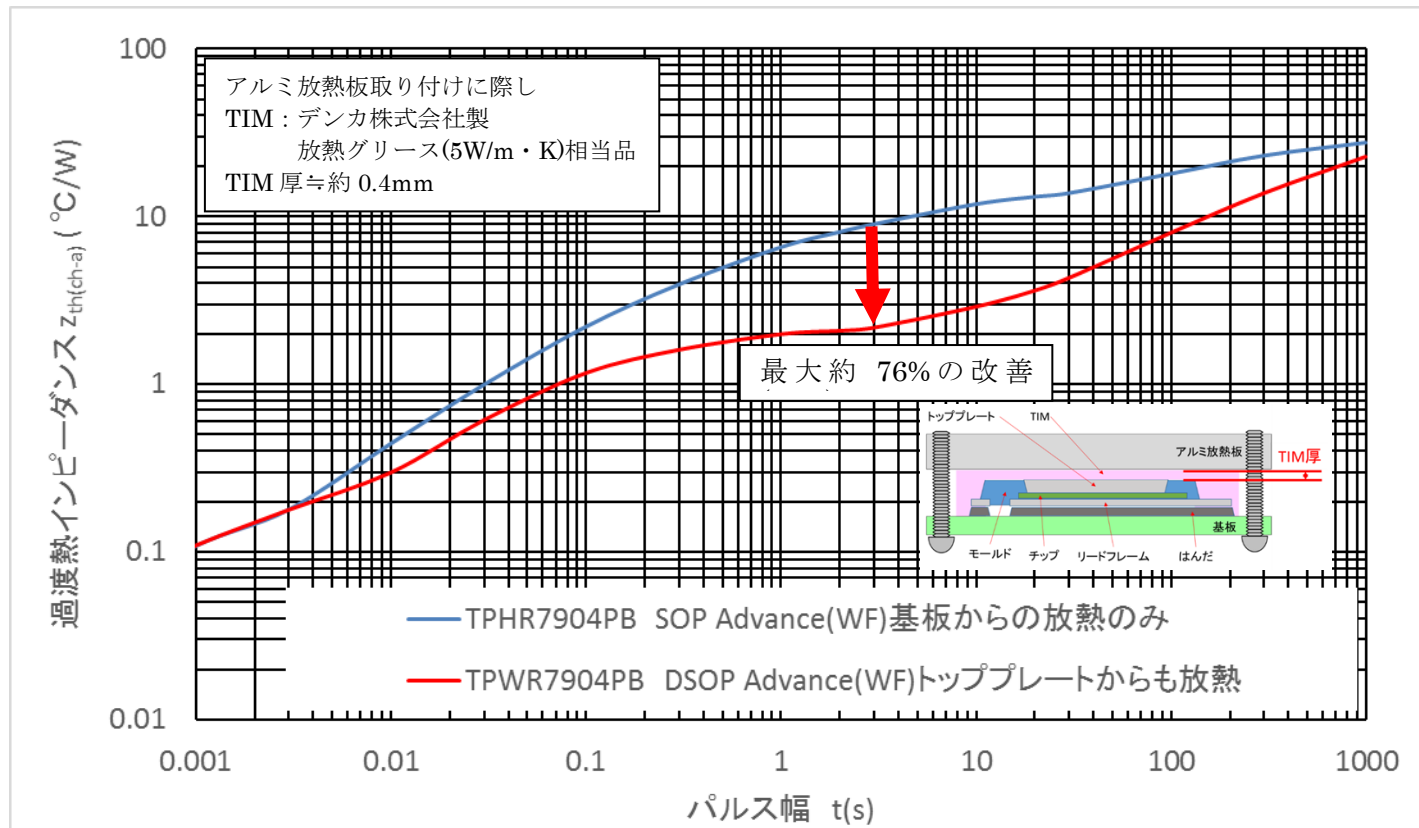


図 3.7 トッププレートを使用し放熱板を取り付けた場合の熱インピーダンス改善



### 3.3. TIM 厚による熱インピーダンス比較

次に、DSOP Advance(WF)トッププレートと放熱板間距離(以下 TIM 厚)を変化させた場合の、放熱特性への影響を確認しました。

#### 3.3.1. 評価部材について

放熱板の影響をより効果的に比較を行うために、先の 3.1.2 章記載の基板よりも小型な図 3.8 の基板を利用して評価を行いました。

基板材料については FR-4 相当の基板を使用し、非硬化タイプの TIM を使用しました。

基板材料：FR-4 相当

基板サイズ：1inch×1inch×1.6mm 4層基板

銅箔厚：全層 35μm

実装はんだマスク厚：150μm

TIM：放熱グリース(5.1W/m・K)相当品 非硬化タイプ

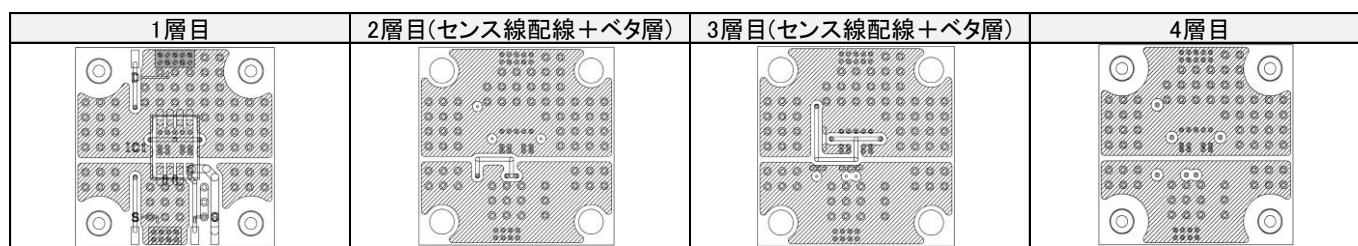


図 3.8 DSOP Advance (WF) トッププレートと放熱板間の TIM 厚影響評価基板

#### 3.3.2. TIM 厚による熱インピーダンス確認結果

図 3.9 のとおり 0.1s から 200s の区間では TIM 厚が小さいほど過渡熱インピーダンスは小さくなります。さらに、図 3.10 に  $t=3s$  時の過渡熱インピーダンスの TIM 厚依存を示します。

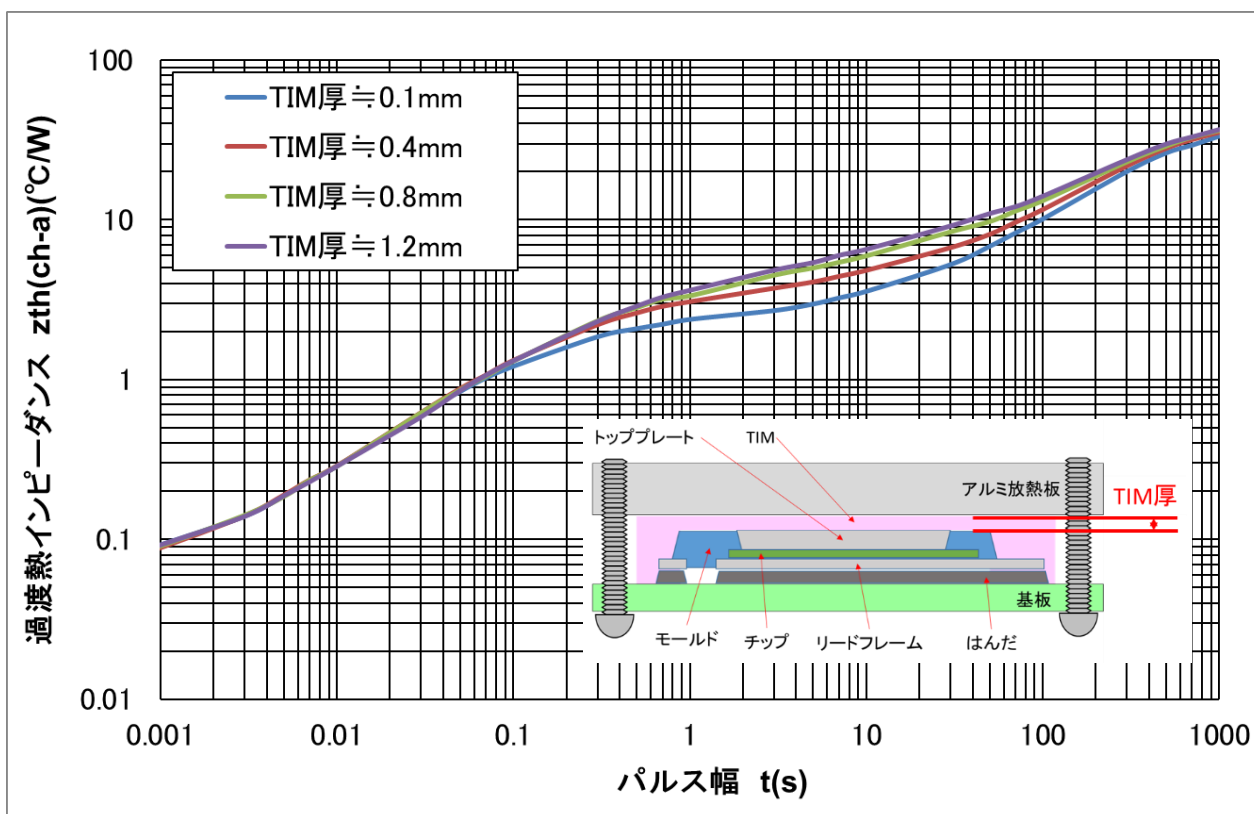


図 3.9 DSOP Advance(WF)トッププレートとアルミ放熱板間の TIM 厚評価結果

図 3.10 のとおり、TIM 厚 1.2mm に対して TIM 厚 0.1mm では約 45%の過渡熱インピーダンス低減となっており、TIM や周辺部材を十分に精査し TIM 厚を小さく抑えることが過渡熱インピーダンス低減に効果的であることが分かります。

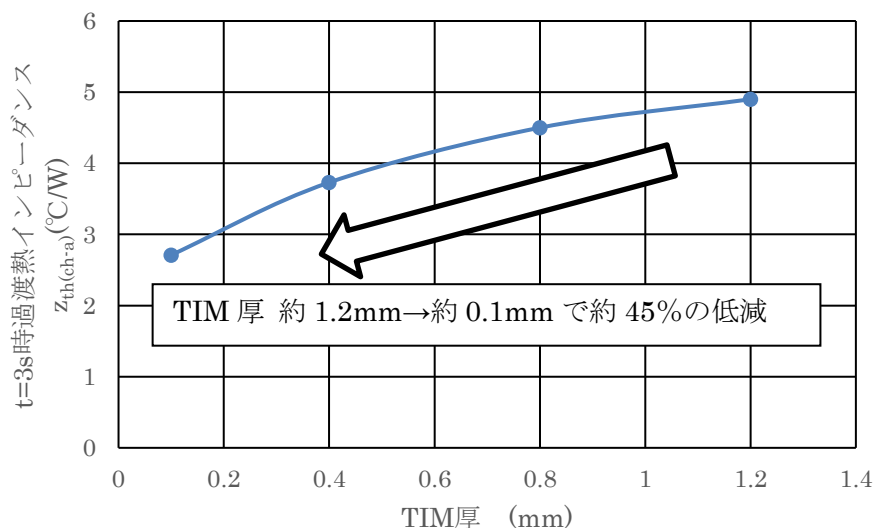


図 3.10 TIM 厚による過渡熱インピーダンスの変化

#### 注意

実際の機器設計に関しましては、さまざまな寸法のばらつきと絶縁耐圧を踏まえ、TIM 厚を決定してください。なお、放熱設計の注意点については、アプリケーションノート「放熱設計の勘どころ」, 「放熱設計の勘どころ 2」, 「放熱設計の勘どころ 3」を参照いただけますようお願い致します。

## 4. 基板実装状態における信頼性確認

### 4.1. 基板実装状態における信頼性試験評価概要

基板実装温度サイクル試験(以下 TCT)を実施し、熱応力により素子故障に至らないか確認を行いました。  
また、Pressure Cooker Test(以下 PCT)、高温高湿バイアス試験(以下 THB)を実施し、TIM 含有物質からの化学的な影響(ケミカルアタック)により故障に至らないかの確認を行いました。

### 4.2. 使用部材

#### 4.2.1. 評価製品

TPWR7904PB : DSOP Advance(WF) ,  $V_{DSS}=40V$  ,  $I_D=150A$  , MOSFET UMOSIX

#### 4.2.2. 評価 TIM

TIM\_A : デンカ株式会社製放熱グリース(5W/m $\cdot$ K)相当品

TIM\_B : A 社製放熱グリース(5.1W/m $\cdot$ K)相当品

TIM\_C : B 社製放熱グリース(4.0W/m $\cdot$ K)相当品

※三通りの TIM 全て TIM 厚 $\approx$ 約 0.4mm で評価

#### 4.2.3. 実装はんだ

はんだ : Sn3Ag0.5Cu

#### 4.2.4. サンプルの状態

3.1.2 章記載の基板を用い、素子をはんだ実装・TIM 塗布・アルミ放熱板取り付けを行った状態が図 4.1 となります。この状態で基板面を下にして設置し、TCT を行いました。なお、それぞれの部材の関係は 3.1.4 章と同様になります。

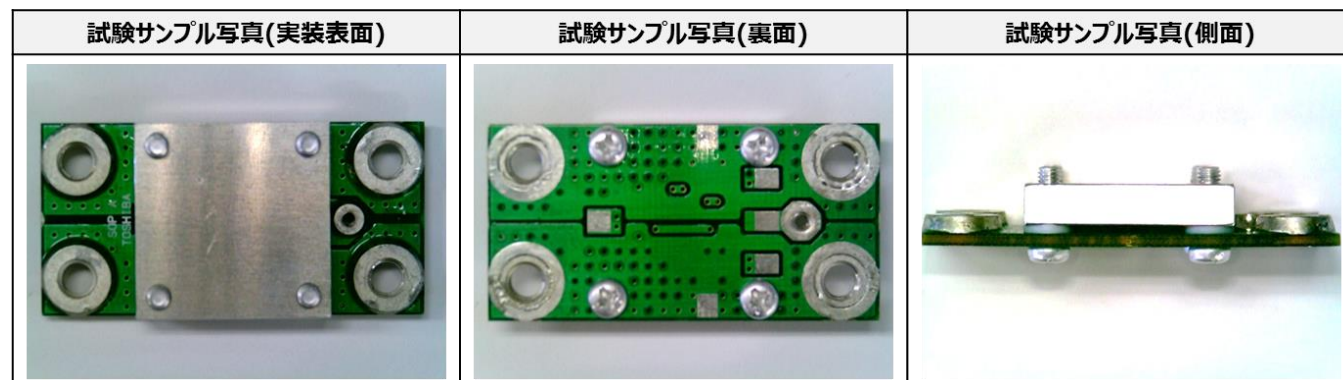


図 4.1 DSOP Advance (WF) 基板 TCT 用試験サンプル実装状態

### 4.3. 信頼性評価実施内容

表 4-1 信頼性試験評価条件

試験項目	試験条件	評価時間 / サイクル数	使用 TIM	試験 サンプル数	故障判定基準
TCT	気槽, Ta=-40℃~125℃ 各温度保持時間 20 分 温度勾配制御無	3000cycle	TIM_A	22pcs	表 4-2
			TIM_B	22pcs	
			TIM_C	22pcs	
THB	Ta=85℃, Rh=85% V <sub>DS</sub> =40V(定格電圧 100%)	2000 時間	TIM_A	22pcs	
			TIM_B	22pcs	
			TIM_C	22pcs	
PCT	203~255kPa Rh=100%	192 時間	TIM_A	22pcs	
			TIM_B	22pcs	
			TIM_C	22pcs	

### 4.4. 故障判定基準

米国の車載用電子機器信頼性認定標準化団体 AEC(Automotive Electronics Council)規格 AEC-Q101 rev-D1 を参考とし表 4-2 の内容で故障判定を行いました。

表 4-2 故障判定基準

	ゲート漏れ電流	ドレインシャ断電流	ドレイン・ソース間降伏電圧	ゲートしきい値電圧	ドレイン・ソース間オン抵抗
	$\pm I_{GSS}$	$I_{DSS}$	$V_{(BR)DSS}$	$V_{th}$	$R_{DS(ON)}$
TCT	initial 値(※)に対し変動率 5 倍以内、かつ、データシートスペックを超えないこと		initial 値に対し変動率±20%以内、かつ、データシートスペックを超えないこと		
THB	initial 値(※)に対し変動率 10 倍以内、かつ、データシートスペックを超えないこと				
PCT	データシートスペックを超えないこと				

※ゲート漏れ電流,ドレインシャ断電流については、initial 値が 100nA 以下の場合、100nA を initial 値とし、100nA に表記載の倍率を乗じて故障判定値とする。

### 4.5. 信頼性試験結果

今回評価の TIM では、表 4-3 のとおり故障判定基準を超える不具合は確認されませんでした。

表 4-3 信頼性試験結果

試験項目	使用 TIM	故障数/試料数
TCT	TIM_A	0/22pcs
	TIM_B	0/22pcs
	TIM_C	0/22pcs
THB	TIM_A	0/22pcs
	TIM_B	0/22pcs
	TIM_C	0/22pcs
PCT	TIM_A	0/22pcs
	TIM_B	0/22pcs
	TIM_C	0/22pcs

(注)

本試験結果はあくまでも参考であり、全ての取り付け方法や材料による確認は実施しておりません。

#### 4.6. 外観観察 (追加補足確認)

TCT 後のサンプルで基板実装はんだクラックについて表面および断面観察を実施し、アルミ放熱板、TIM を取り付けた状態で基板実装はんだには大きな影響がない事を確認しました。



図 4.2 アルミ放熱板取り付け TCT 3000cycle 後の基板実装はんだ状態

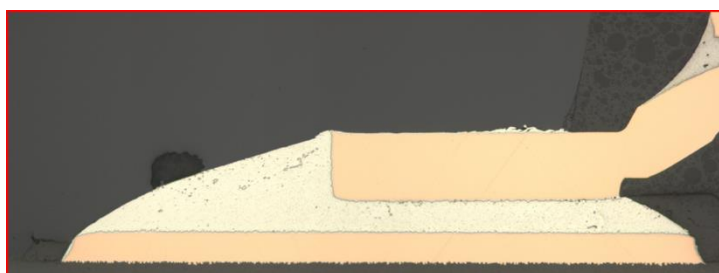


図 4.3 端子断面観察結果

## 記載内容の注意点

1. 評価結果について  
本結果は任意条件における参考結果であり、保証を伴うものではありません。
2. 図・表について  
図,表などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。
3. 評価使用部材  
評価使用部材は、その評価について説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

## 製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>