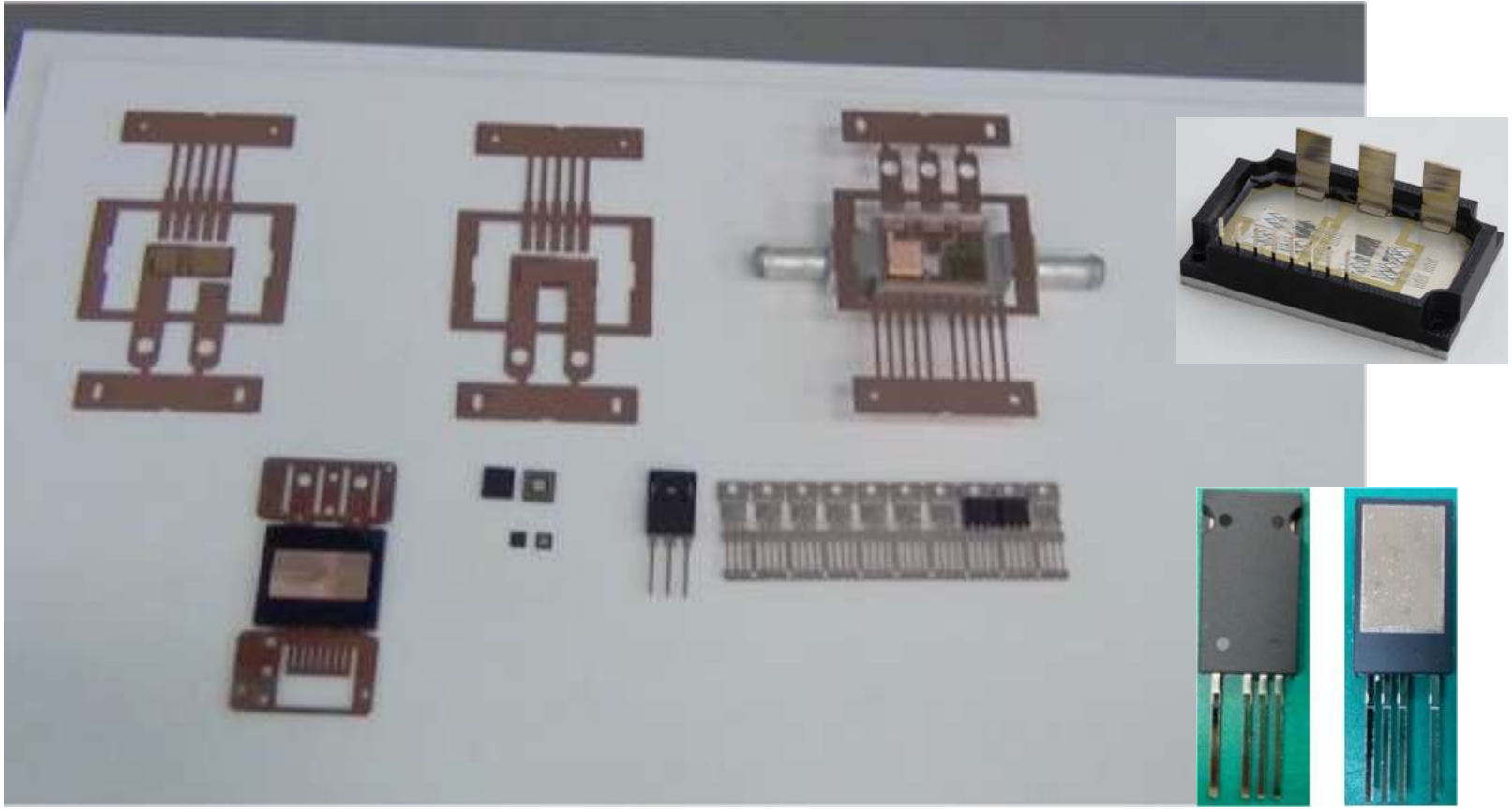


半導体（パワーデバイス）後工程 組立と評価について



シーマ電子株式会社
開発試作評価グループ
小野寺 浩

半導体パッケージ構造



半導体パッケージ構造

	パワー系			汎用系	
タイプ	ディスクリート	モジュール/エポキシ	モジュール/ゲル	基板タイプ	リードフレームタイプ
パッケージ	T0-247	両面放熱カード	ケース	BGA	QFN
基板	Cuリードフレーム	Cuリードフレーム	セラミック基板	ガラエポ基板	Cuリードフレーム
封止材	エポキシ	エポキシ	シリコン	エポキシ	エポキシ
ワイヤー	Al φ300um	Al φ300um	Al φ300um	Cu φ18um	Au φ18um
ダイアタッチ材	金属系	金属系	金属系	樹脂系	樹脂/金属系
チップ数	1ヶ	2ヶ	複数	複数	1ヶ
チップ電極面	両面	両面	両面	表面	表面
パッケージサイズ	小	中	大	小	小
使用電力量	小	中	大	微小	微小
主な用途	トランジスタ、ダイオード、サイリスタ、レギュレータなど	複数のモジュールを組み合わせて大電流インバータを構成	インバータ、コンバータなど	CPU、メモリ、多ピンロジック、多ピンアナログ	センサー、少ピンロジック、少ピンアナログ
特徴	単一動作、安価	両面放熱構造により熱抵抗小。クリップ構造により高い実装技術が必要。	多機能化が可能。冷却水を直接当てる事が可能。	機器の小型化に貢献	機器の小型化に貢献。単純構造により安価。

パッケージ組み立て

【工程】

バックグラインド



ダイシング



ダイアタッチ



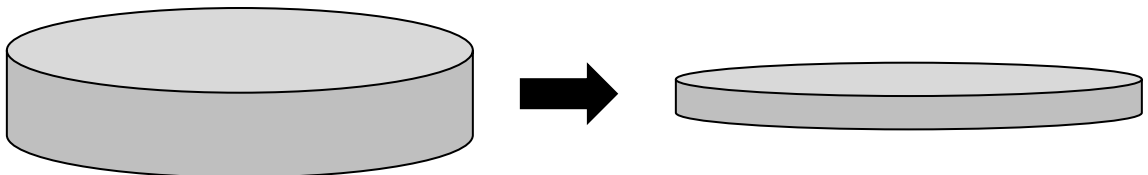
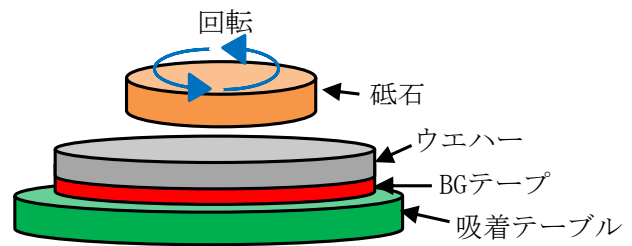
ワイヤーボンディング



樹脂封止



個片化



荒削り砥石#320→仕上げ砥石#2000

- 8インチ (12インチ要相談)
- 異形状やチップ個片でも対応
- 厚さ70umまで実績あり
- # 8,000仕上げ

パッケージ組み立て

【工程】

バックグラインド



ダイシング



ダイアタッチ



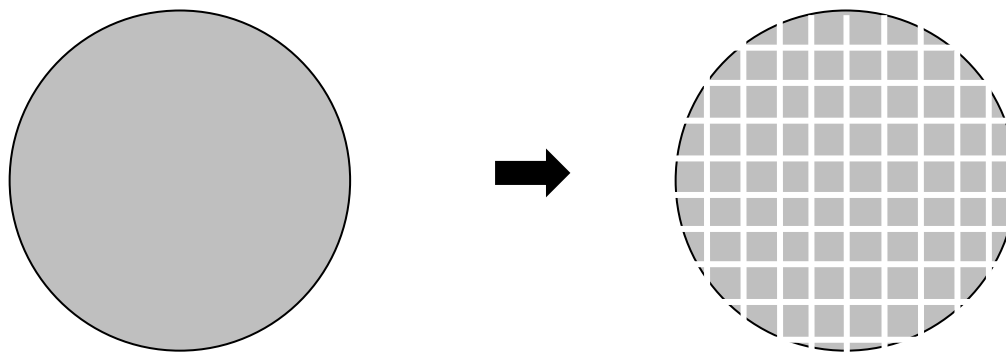
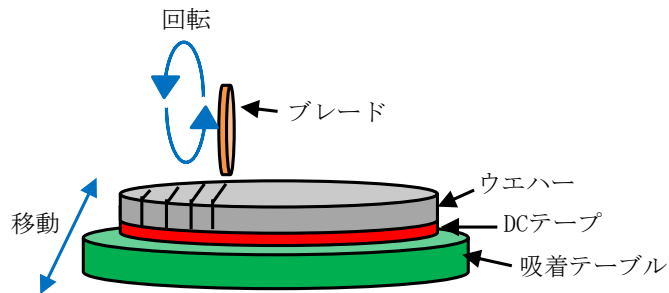
ワイヤーボンディング



樹脂封止



個片化



- 8インチ (12インチ要相談)
- 異形状でも対応
- ステップカット
- カット精度 $\pm 25\mu\text{m}$

パッケージ組み立て

【工程】

バックグラインド



ダイシング



ダイアタッチ 【はんだ実装】



ワイヤーボンディング

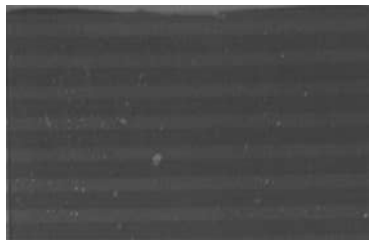


樹脂封止

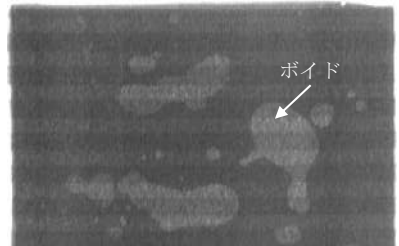


個片化

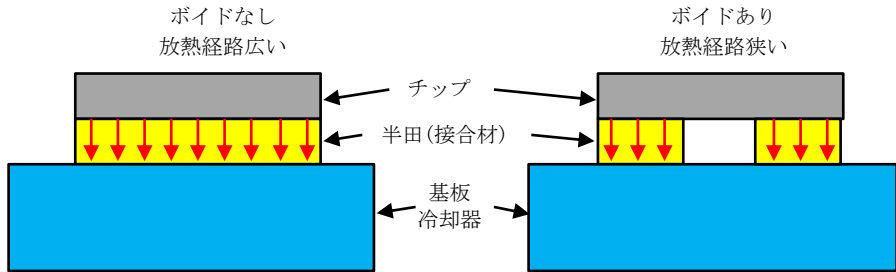
ギ酸リフロー



通常リフロー (N2有り)



	気圧	酸化膜除去	フラックス	ボイド
ギ酸リフロー	減圧	ギ酸雰囲気	不要	低減
窒素リフロー	大気圧	フラックス	必要	発生



パッケージ組み立て

【工程】

バックグラインド



ダイシング



ダイアタッチ



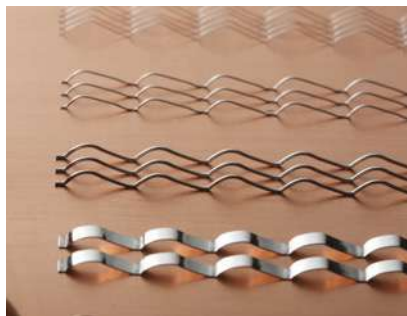
ワイヤーボンディング



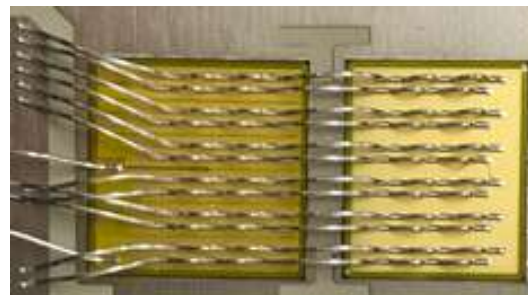
樹脂封止



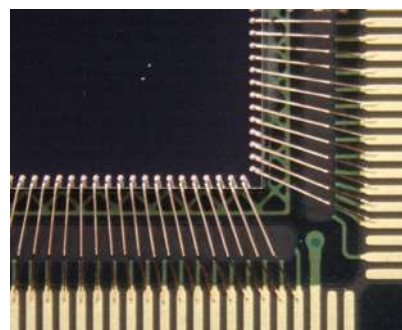
個片化



Al, Cu
Φ18~500 μm、リボン
荷重、超音波



Al φ 300 μm



Au φ 20 μm

パッケージ組み立て

【工程】

バックグラインド



ダイシング



ダイアタッチ



ワイヤーボンディング



樹脂封止



個片化

＜TO247パッケージの例＞



樹脂	エポキシ系		シリコン系
	トランスファー	コンプレッション	ポットイング
成型方法	トランスファー	コンプレッション	ポットイング
主なデバイス	汎用デバイス 小型パワーデバイス	汎用デバイス	大型パワーデバイス
主なパッケージ種類	TO-PKG、パワーカード、 DIP、QFP、QFN、BGA、LED	QFN、BGA	ケース型モジュール、 LED
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 様々な形状が可能 成型エリアは狭い 定期クリーニングが必要 成型後の樹脂は硬い 	<ul style="list-style-type: none"> 基板の片面のみ成型 成型エリアは広い 厚く成型できない 成型後の樹脂は硬い 	<ul style="list-style-type: none"> 囲まれたエリアに流し込む 成型エリアは広い 水分を吸ってしまう 成型後の樹脂は柔らかい

パッケージ組み立て

【工程】

バックグラインド



ダイシング



ダイアタッチ



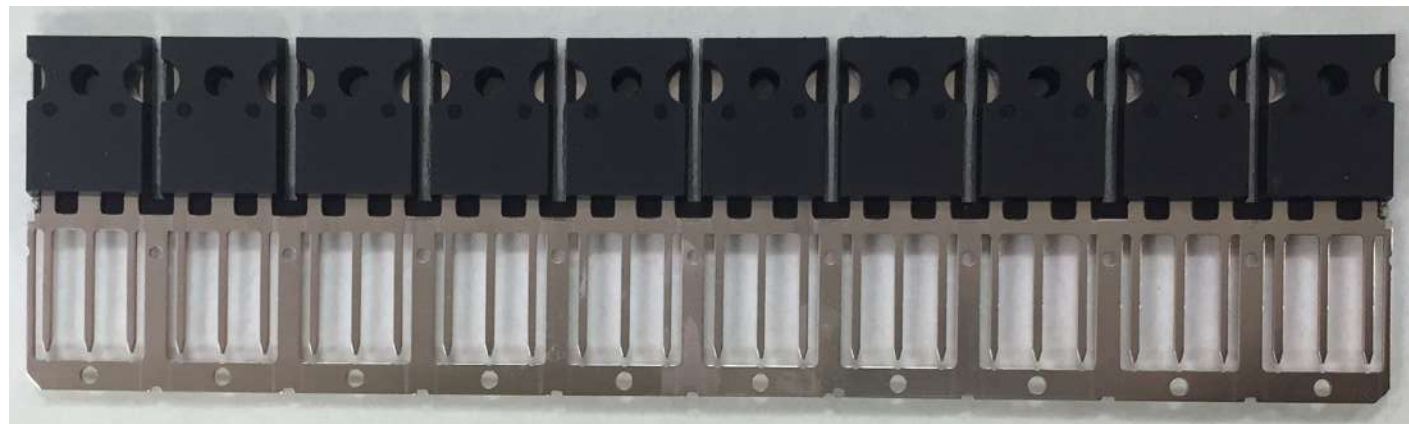
ワイヤーボンディング



樹脂封止



タイバーカット
個片化



プレスでの打ち抜き



パッケージ組み立て

クリーンルーム仕様

クリーン度：クラス1,000

設置設備

ダイボンダー

ワイヤーボンダー（ボール、ウェッジ）

FCボンダー（熱、超音波）

ボンドテスター

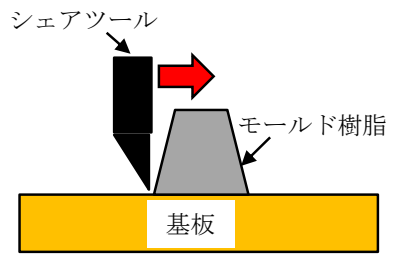
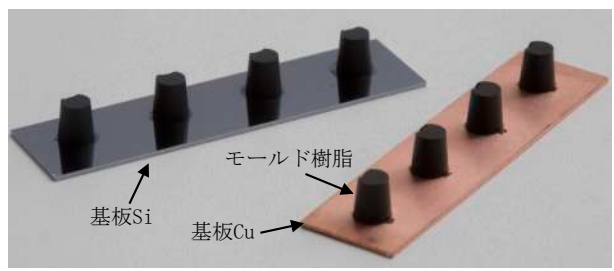
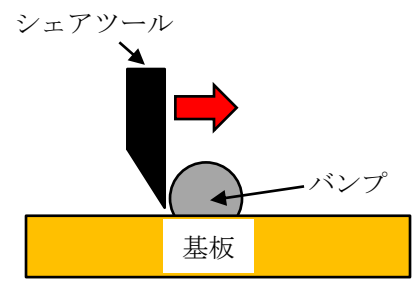
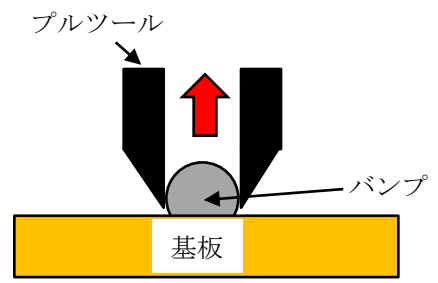
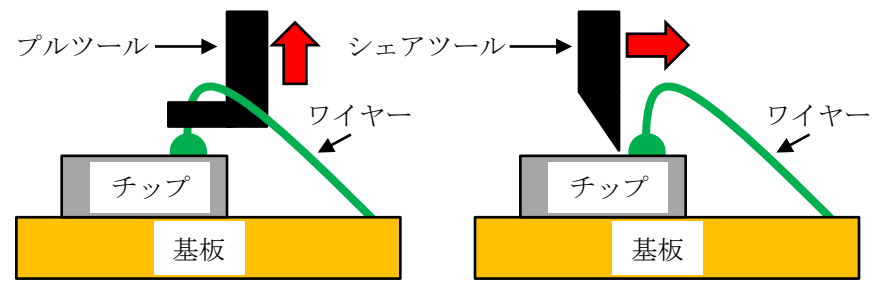
ディスペンサー

ギ酸真空リフロー



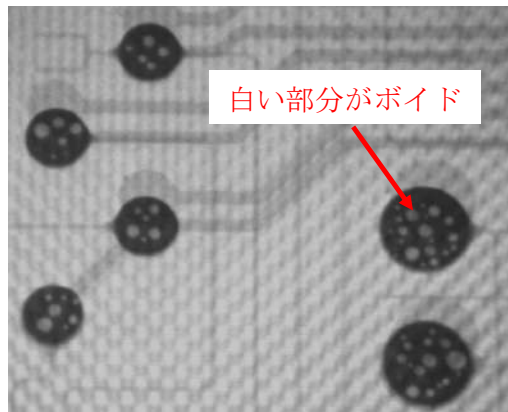
試験、評価

【プル・シエア測定】

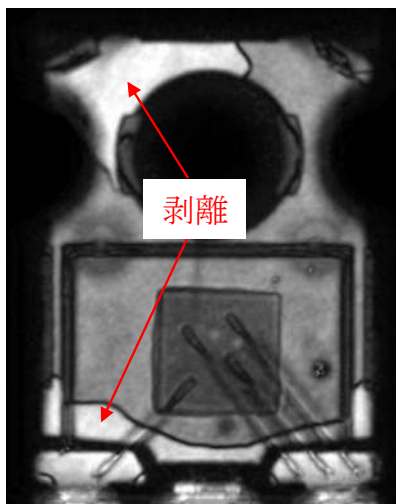


試験、評価

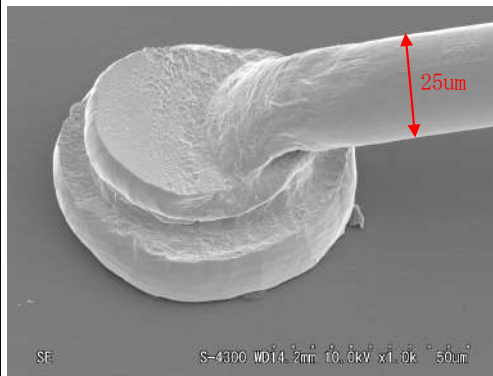
【X線、SAT、SEM、断面研磨観察】



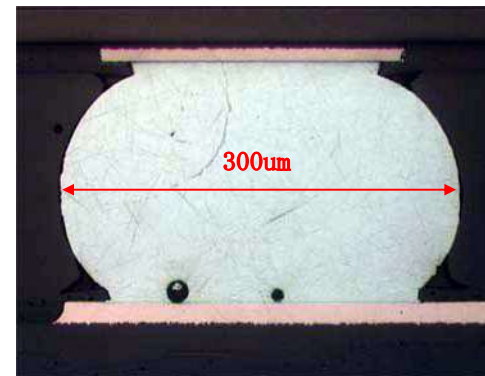
X線



SAT



SEM



断面研磨

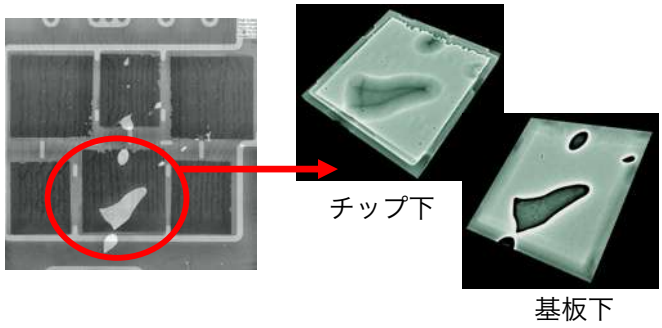
- SAT：プローブ15MHz、25MHz、50MHz、140MHz 走査ピッチ0.5um

試験、評価

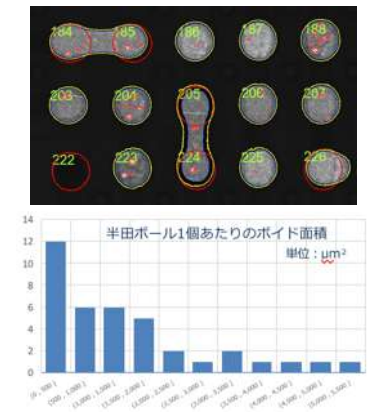
【X線】 半導体パッケージ、電子部品、電子機器等の内部状態を2D-X線または3D-CTX線にて非破壊撮影。

不良解析

<IGBTモジュール異なる半田層のボイド>

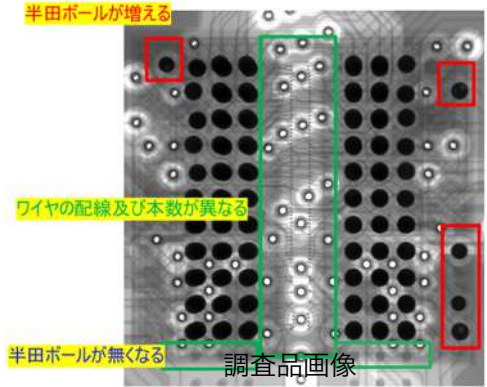
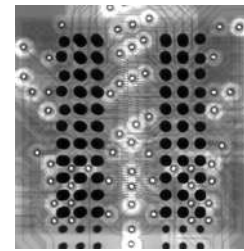


<半田ボール接合部不良分析>



真贋判定

<メモリPKG真贋判定>



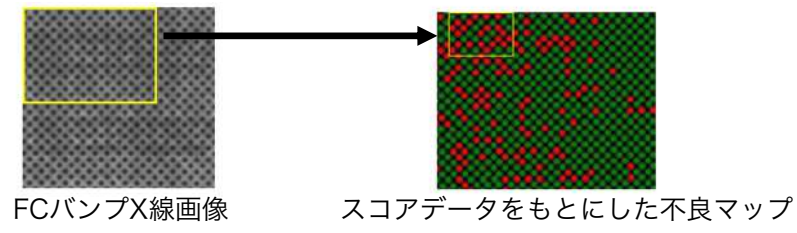
内部構造解析

<ACアダプター>



フリップチップバンプ、BGAボール不良自動検出

<FCバンプ検査>

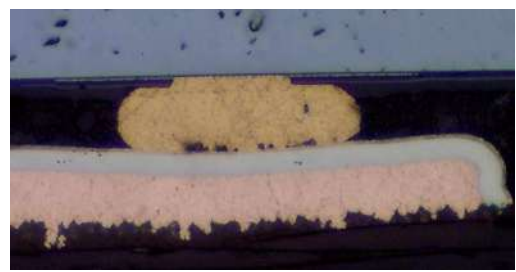


試験、評価

【基板設計、半田実装】



はんだ実装



フリップチップ実装

部材調達

はんだ印刷

マウント

リフロー

検査

• テスト基板設計



CAD



印刷機



マウンター



リフロー

- 導通検査
- 顕微鏡検査
- X線検査

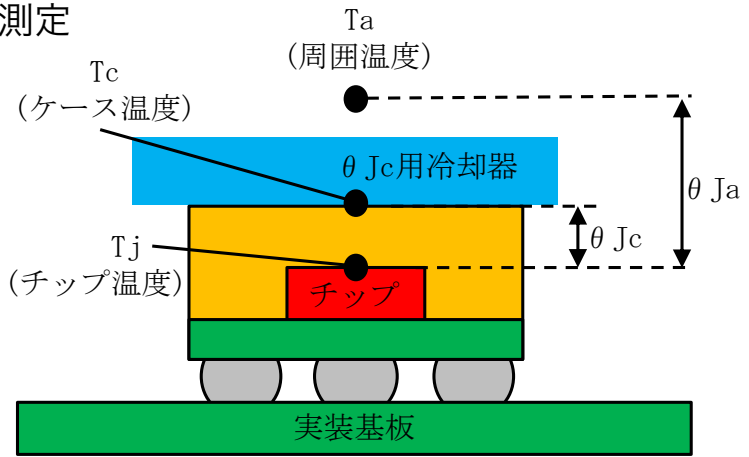
各種
試験
投入等

- 各種基板（ガラエポ、セラミック、メタルベース、フレキ）の設計～製作
- 極小部品0201実装
- フリップチップ実装

試験、評価

【熱抵抗、反り測定】

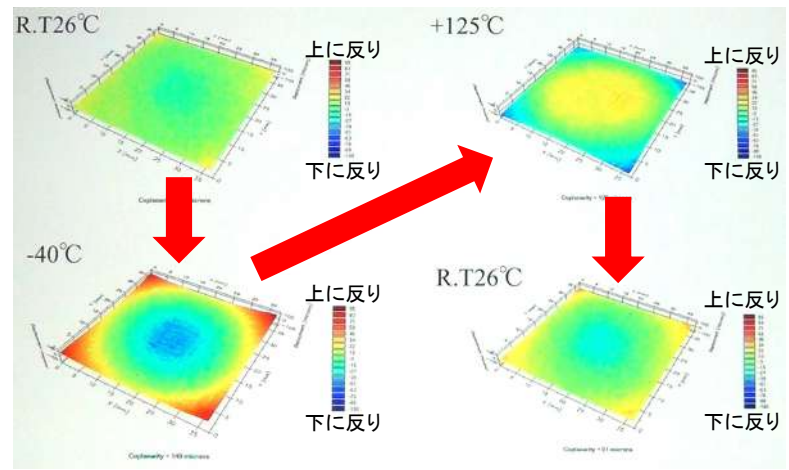
熱抵抗測定



$$\theta_{Ja} [^{\circ}\text{C}/\text{W}] = (T_j - T_a) / \text{消費電力}$$

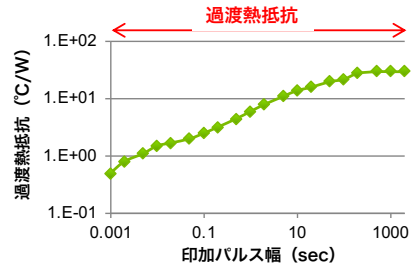
$$\theta_{Jc} [^{\circ}\text{C}/\text{W}] = (T_j - T_c) / \text{消費電力}$$

反り測定



過渡熱抵抗測定

※瞬間的（単発やパルス）に
大電力を印加した際の熱抵抗



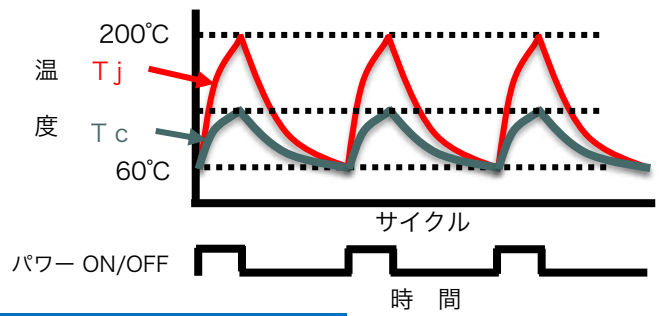
- 熱抵抗測定：JEDEC規格準拠、過渡熱抵抗100A、800V
- 反り測定：シャドウモアレ方式、測定温度-55～300°C

試験、評価

【パワーサイクル試験】

熱抵抗測定チップの温度を上下させた際の自己発熱に対する熱疲労の寿命を推定。
オリジナルTEGチップを使用し、周辺材料評価も可能。

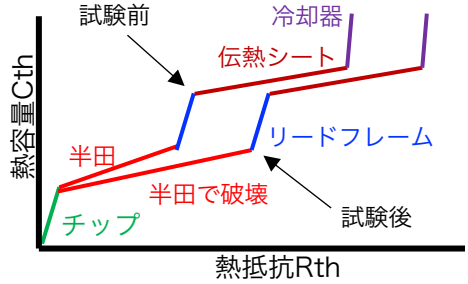
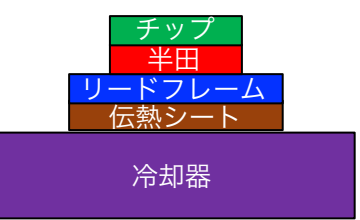
試験イメージグラフ



冷却方式：水冷式

構造関数解析試験イメージ

試験中に劣化状況、不良箇所を解析



装置仕様例

	1号機	2号機	3/4号機	5号機
最大印加電流	800A / 10A(TEG)	532A	1800A	1200A
最大印加電圧	5V / 400V(TEG)	10V	12V	20V
チャンネル数	10	5(2素子/CH)	3(4素子/CH)	3(4素子/CH)
ON/OFF トリガー	TC、Tj(TEG)、時間	TC、Tj、時間	TC、Tj、時間	TC、Tj、時間
その他特徴	TEGチップで試験が可能	高精度な温度測定	過渡熱抵抗測定 構造関数解析	素子毎にGATE調整可能

まとめ

パワーデバイスを中心に、基本的なパッケージ構造、基本的な組み立て方法、基本的な評価方法、そして課題や対処法の事例を説明した。
全体プロセスの基本を理解することで課題解決の一助となると考える。

例：ダイアタッチ、ワイヤボンディング、樹脂封止、
熱抵抗測定、反り測定、静特性測定、各種観察、
温度サイクル、パワーサイクル など

この基本概要を活かした上で応用に挑むことで、現在抱えている課題を解決するスピードが上がるのではないかと考える。無数の課題を解決し、カーボンニュートラルの実現に、半導体業界として寄与できると期待する。



シーマ電子株式会社