

MEET UP CHUBU Vol.83
半導体が切りひらくイノベーション

半導体産業の概要と近年の変化

2026-04-23

大阪大学 産業科学研究所
フレキシブル3D実装協働研究所

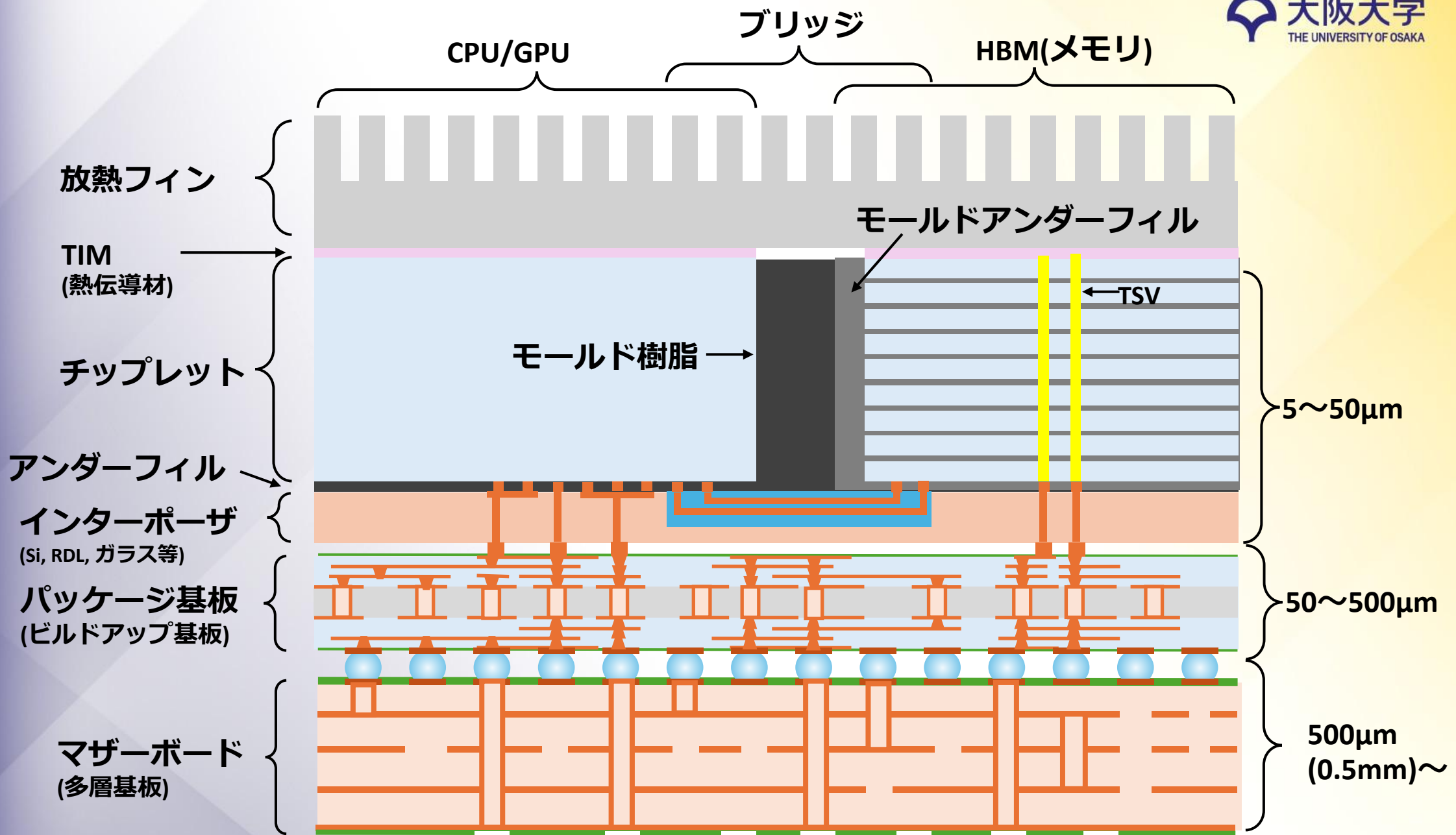
吉田 浩芳



**半導体の市況、チップレット技術・市場の動向、地域連携のスキームなど、
他社資料及びJEITA資料については、公開資料から割愛させていただきました。**

必要に応じて個別にお問い合わせください。

ヘテロジニアスイнтеグレーション構造



4. 複雑なシステム統合における信頼性確保

•課題の概要:

異なる材料やプロセス技術を持つ複数のチップを2.5D/3Dで統合する際、**熱サイクルによる熱機械的ストレスや反り**が発生し、これが**接続部の劣化や故障を引き起こす**可能性がある。特に車載用途では極めて高い信頼性基準 (AEC-Q) を満たす必要があり、**故障物理に基づいた信頼性予測モデル**と、**AI/MLを活用した診断・予測技術の確立**が重要。

•実現困難性: 高 (High) –

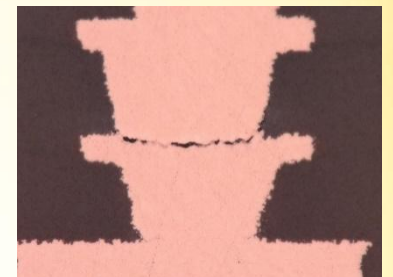
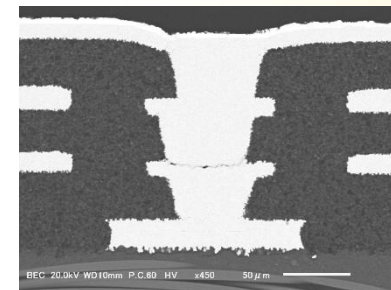
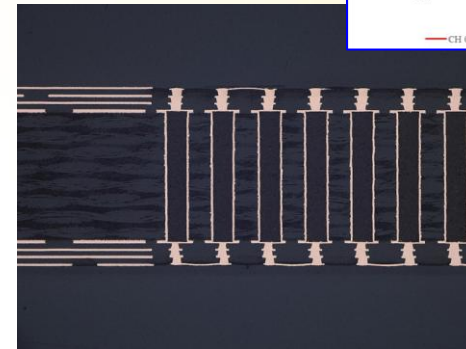
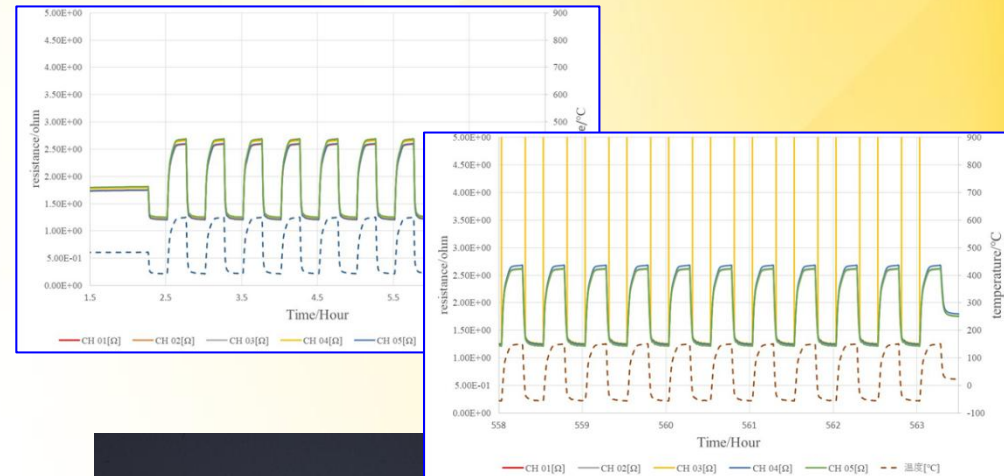
電気、熱、機械の複数物理領域にわたる相互作用を正確に予測し、長期的な挙動を評価することは非常に複雑。また、**自己修復**などの新しい信頼性概念の導入も検討が必要。

•開発優先度: 最優先 (Highest) –

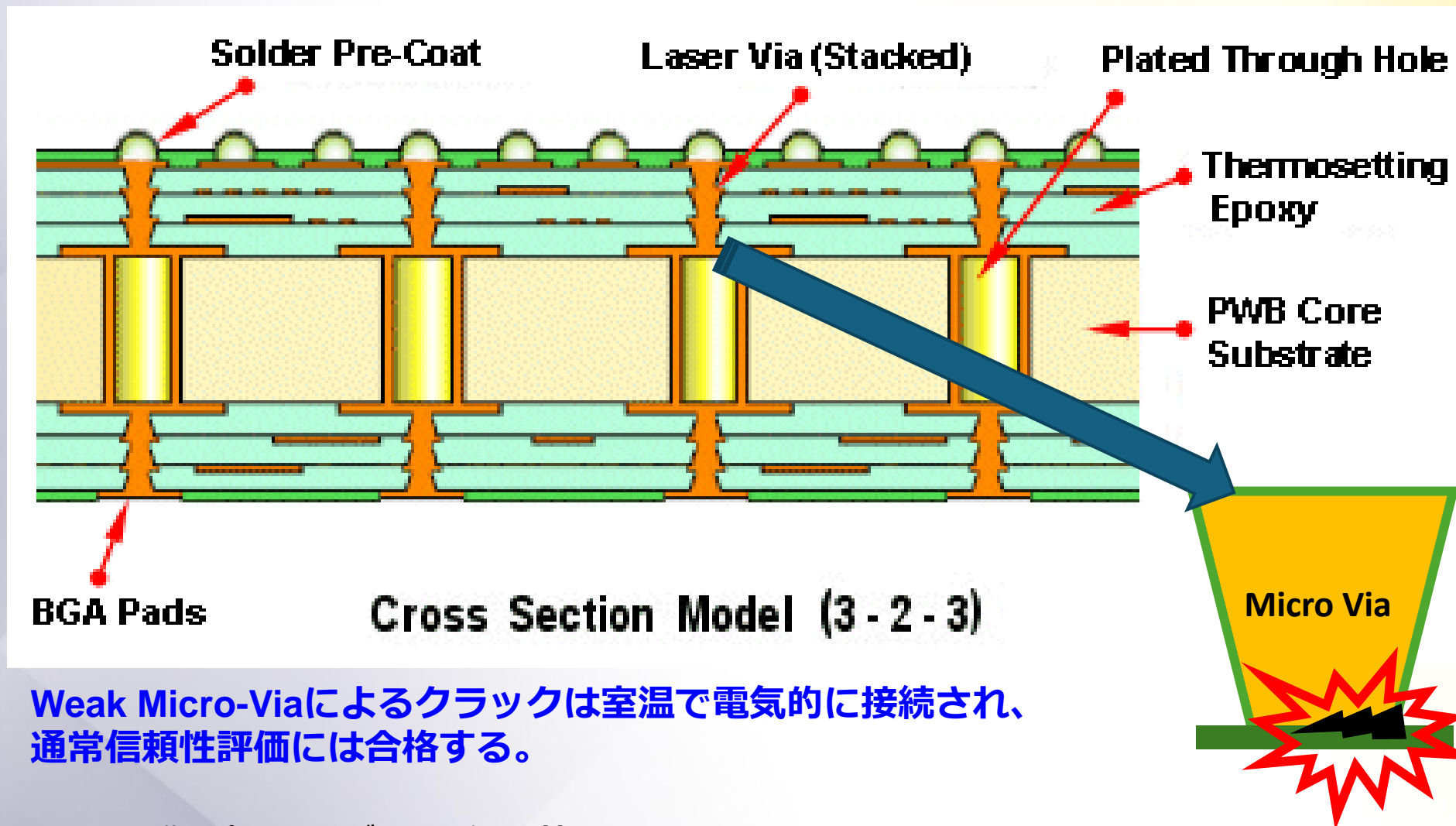
製品の品質、安全性、市場投入を保証するために不可欠。

•解決にかかるコスト・リソース: 高 (High) –

材料科学の研究、製造プロセス、**テスト技術、信頼性モデリング**、およびAI/MLを活用したデータ駆動型設計のための大規模なデータセット構築に多大な投資が必要。

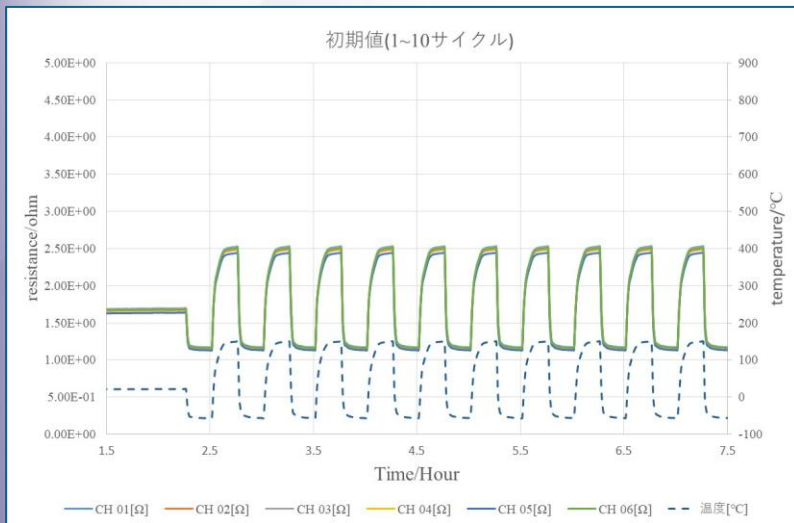


先端半導体パッケージ基板では、ビア径が50ミクロン以下になりつつあり、ビア底部のクラックによる破損が発生している。
(Weak Micro-Via問題) が大きな問題になっている。

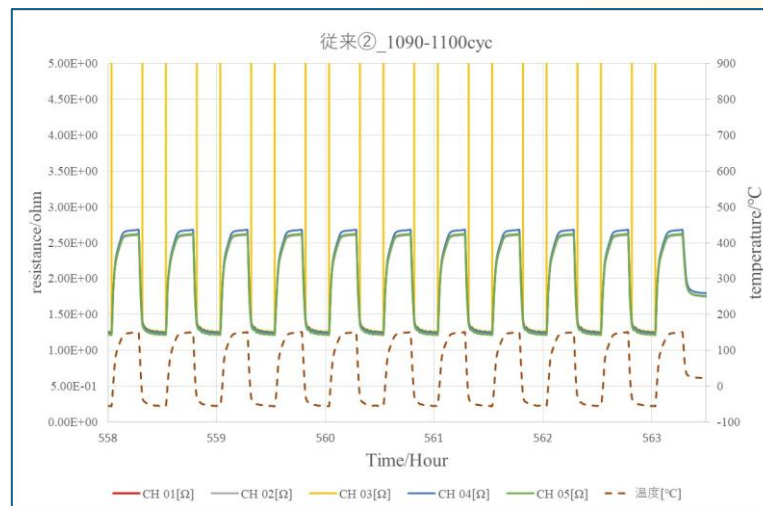


Weak Micro-Viaによるクラックは室温で電氣的に接続され、通常信頼性評価には合格する。

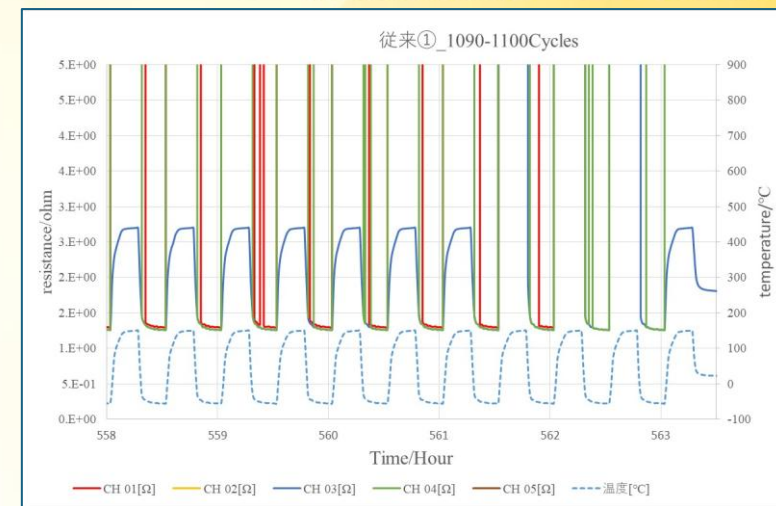
通電温度サイクル試験 様々な故障モード



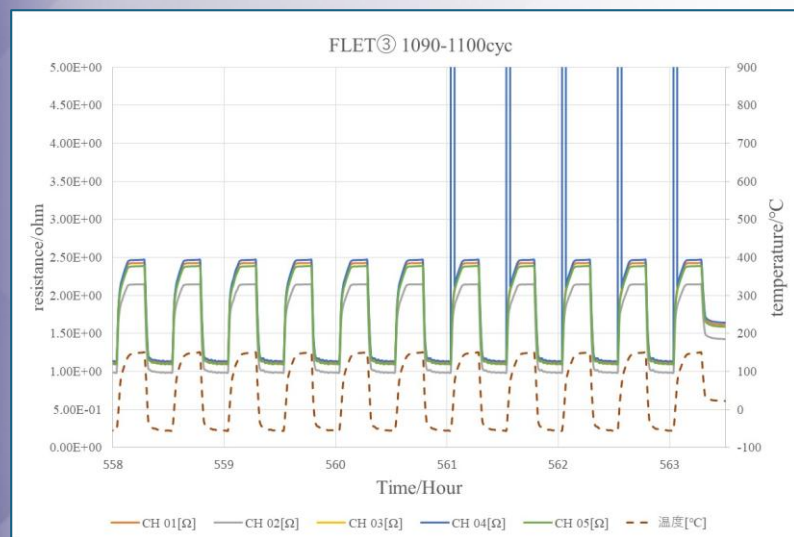
初期



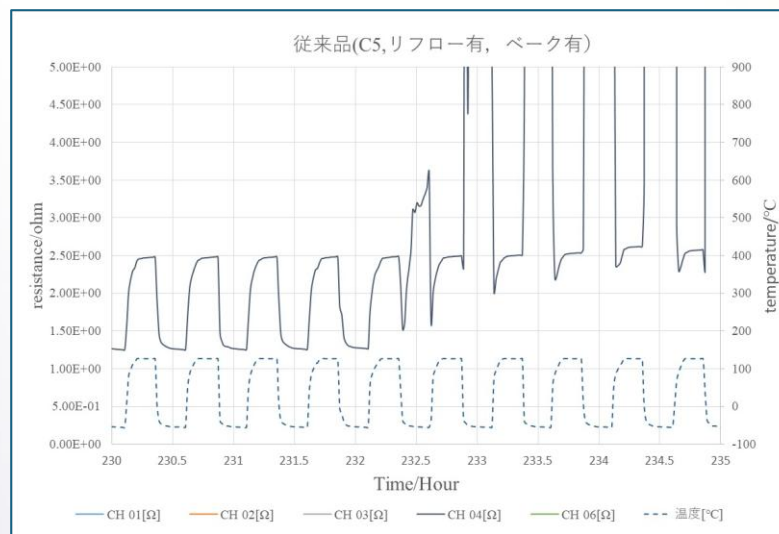
温度上昇時にOPENになるモード



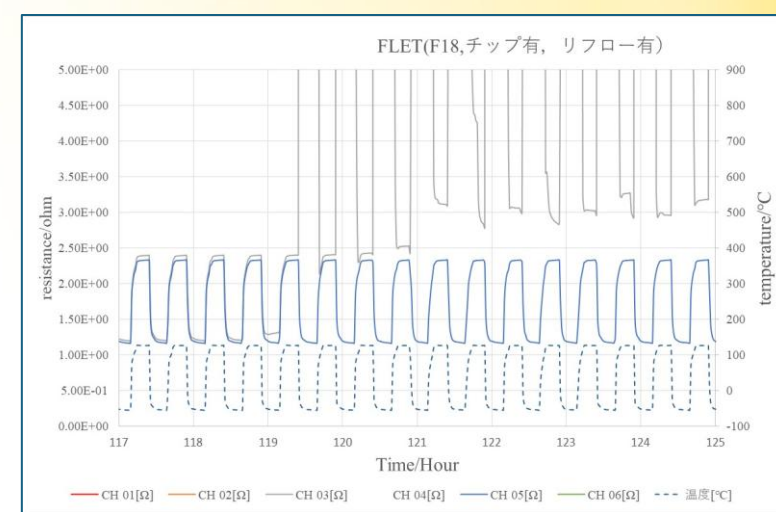
サイクルごとに異なる場合あり



温度変化中のみオープンになるモードあり

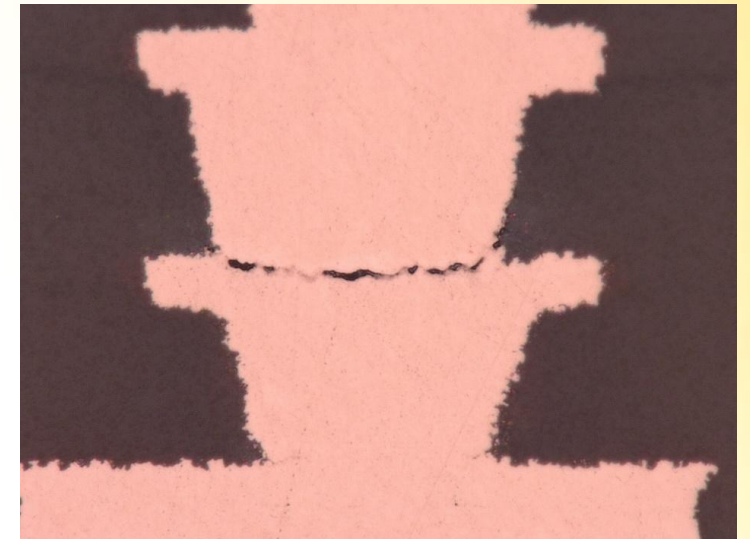
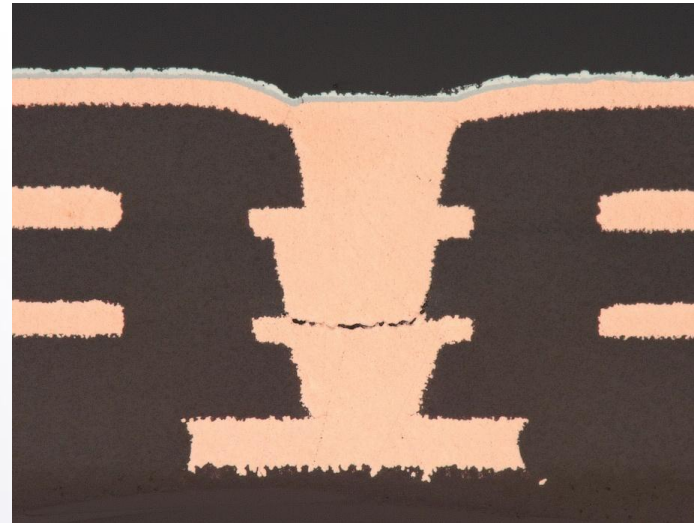
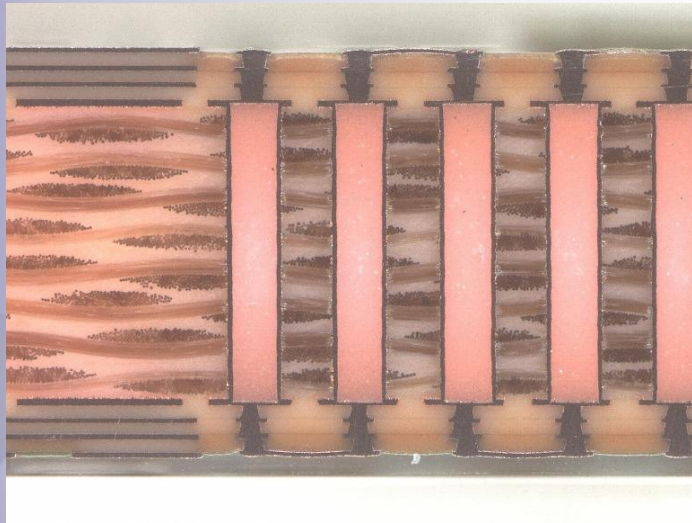
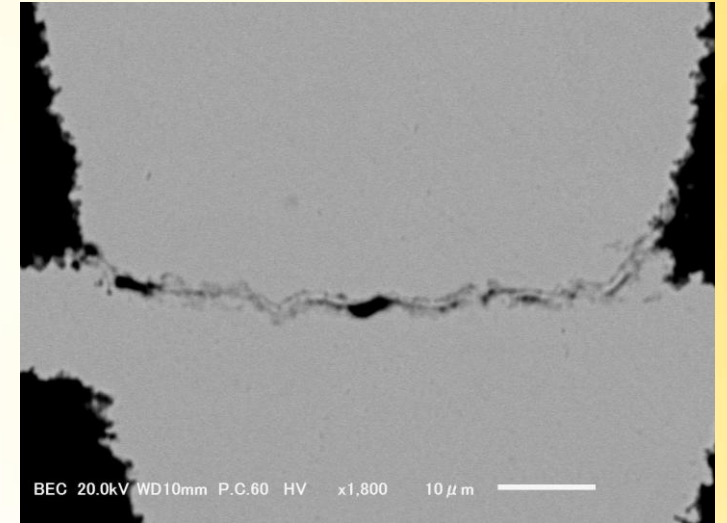
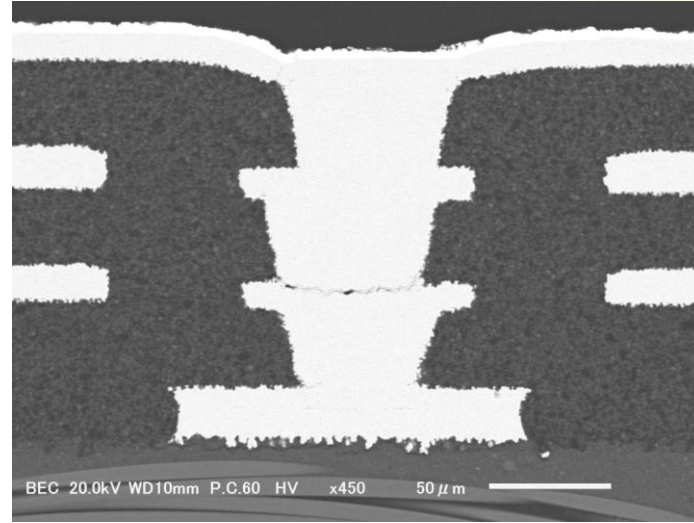
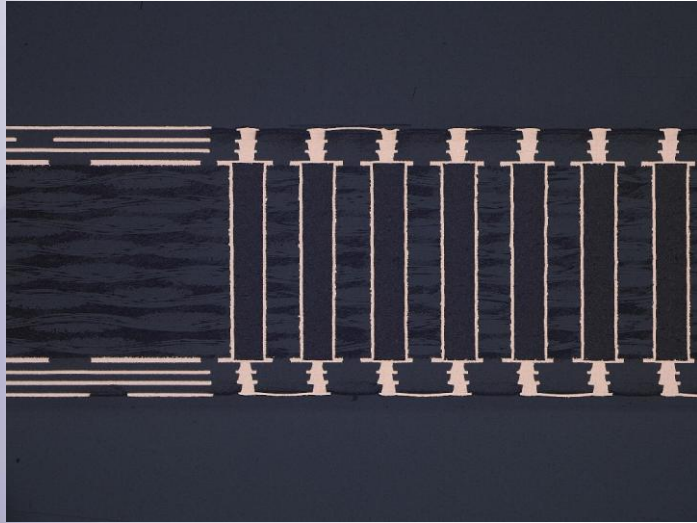


温度降下時にOPENになるモード



低温時にOPENになるモードも

ビア底の破断



■ 測定方法：

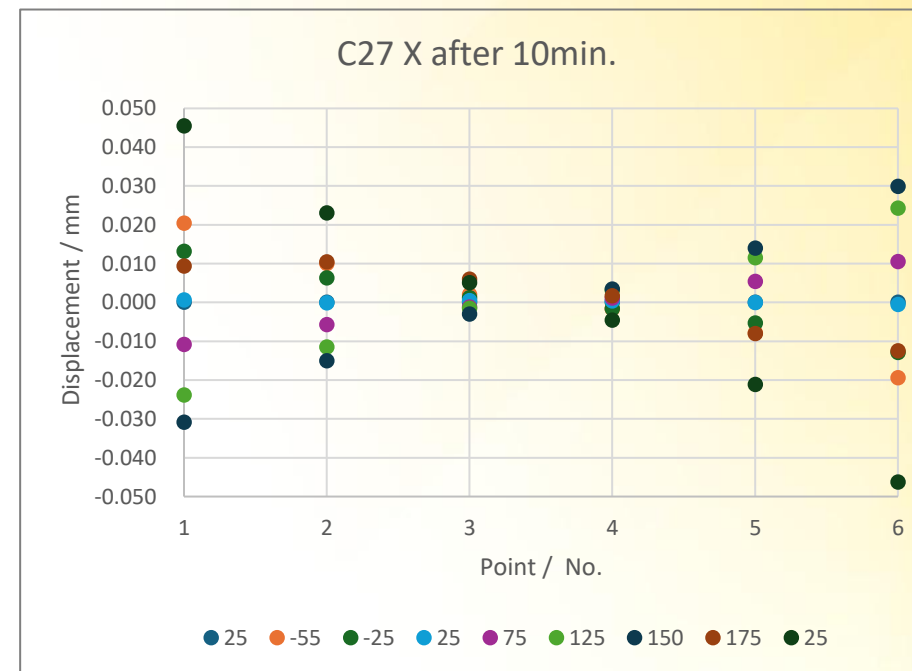
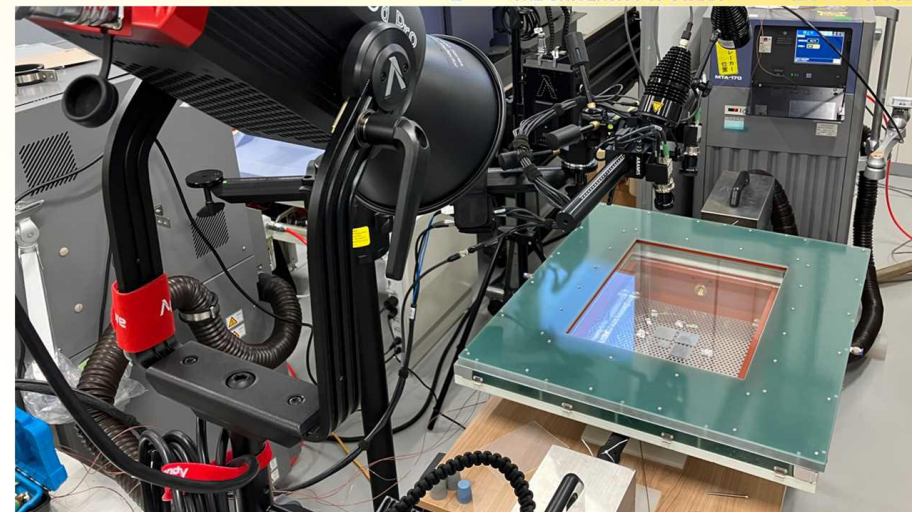
基板を温度環境下に設置し、表面（基準面）方向から3D測定システム（3D Digital Image Correlation System）で撮影し、XYZ軸における熱変形量を算出する

■ 測定条件：

- ① 測定温度：9条件（+25, -55, -25, +25, +75, +125, +150, +175, +25°C）
- ② 測定時間：基板の裏面中央温度が所定温度に到達直後、および安定時間10分後
- ③ 撮影方向：表面（基準面）方向

■ 測定機器，機材：

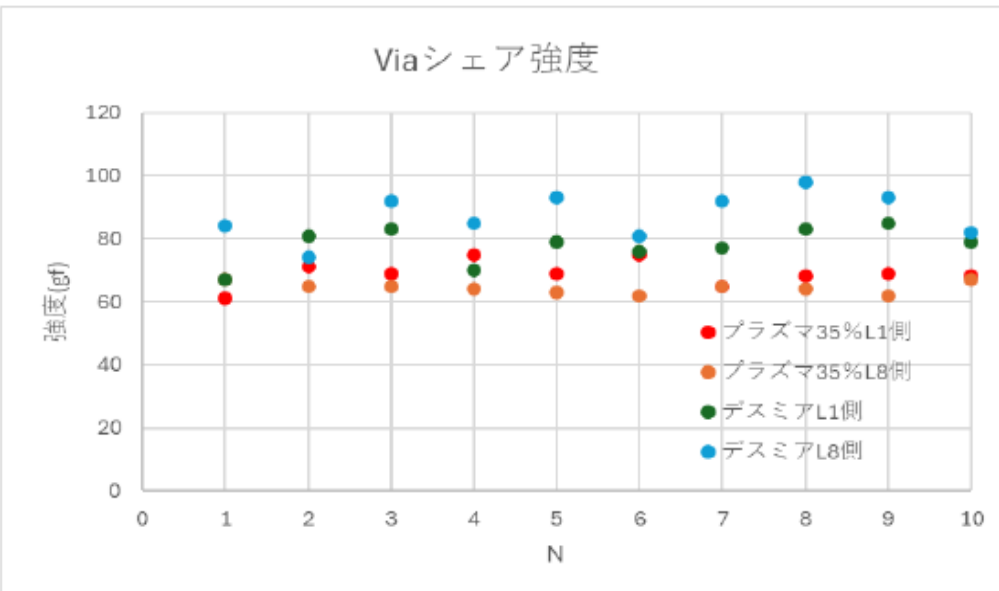
- ① 3D測定システム ARAMIS 12M + GOM Testing Controller、Carl Zeiss GOM Metrology 製
- ② スポット冷却加熱装置 MTA-170, MTA-171、エスペック製
- ③ 熱変形計測用アタッチメント、エスペック製
- ④ データロガー GL840、グラフテック製
- ⑤ K型熱電対、フジデリバリー製



信頼性試験報告書

試料内容	サンプル4種
試験項目	ビアシェア試験
試験装置	ボンディングテスト (PTR-1102 RHESCA)
試験条件	試験速度18mm/min シェア治具高さ:10 μ m
試験結果	○強度試験結果まとめ

Viaシェア強度



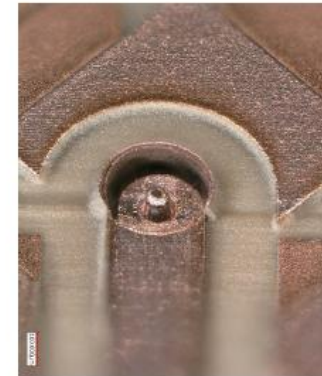
N	プラズマ35%L1側 (gf)	プラズマ35%L8側 (gf)	デスマリアL1側 (gf)	デスマリアL8側 (gf)
1	62	68	68	85
2	68	65	75	75
3	68	65	85	92
4	75	65	70	85
5	70	65	80	92
6	75	62	75	80
7	75	65	78	92
8	68	65	82	98
9	70	68	85	92
10	68	68	80	82

プラズマ品よりデスマリア品の方が強度が強い傾向がございます。

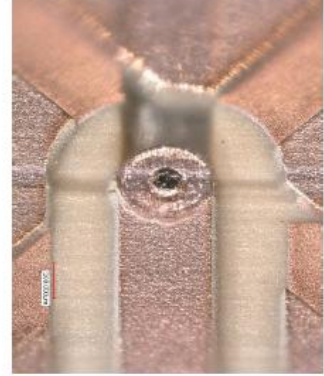
表面観察(デスマリア)



L1_試験前



L1_試験前_斜め



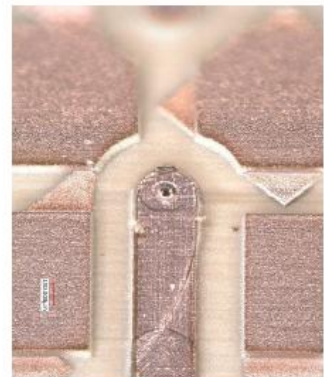
L1_試験後



L8_試験前



L8_試験前_斜め



L8_試験後

1. 会員構成

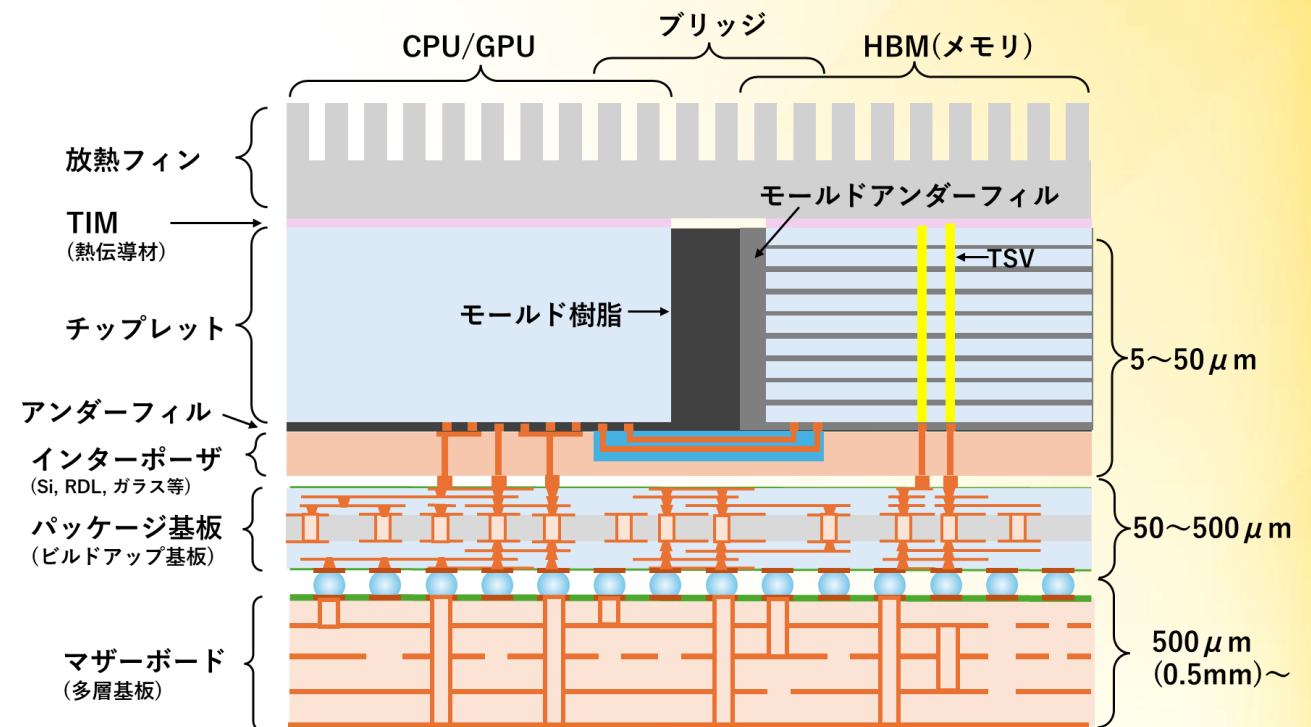
- 半導体メーカー、めっきメーカー、材料メーカー、試験機関、大学、JAXA等、高信頼性高集積度半導体パッケージのパッケージング不良に関わる11社、1大学、1機関
- 多くの専門家を招聘し、**先端半導体3次元実装の方向性を検討**

2. 活動目的

- 微細高集積パッケージ基板の欠陥の評価手法・故障解析手法の情報収集・交換・国際標準化

3. 活動内容

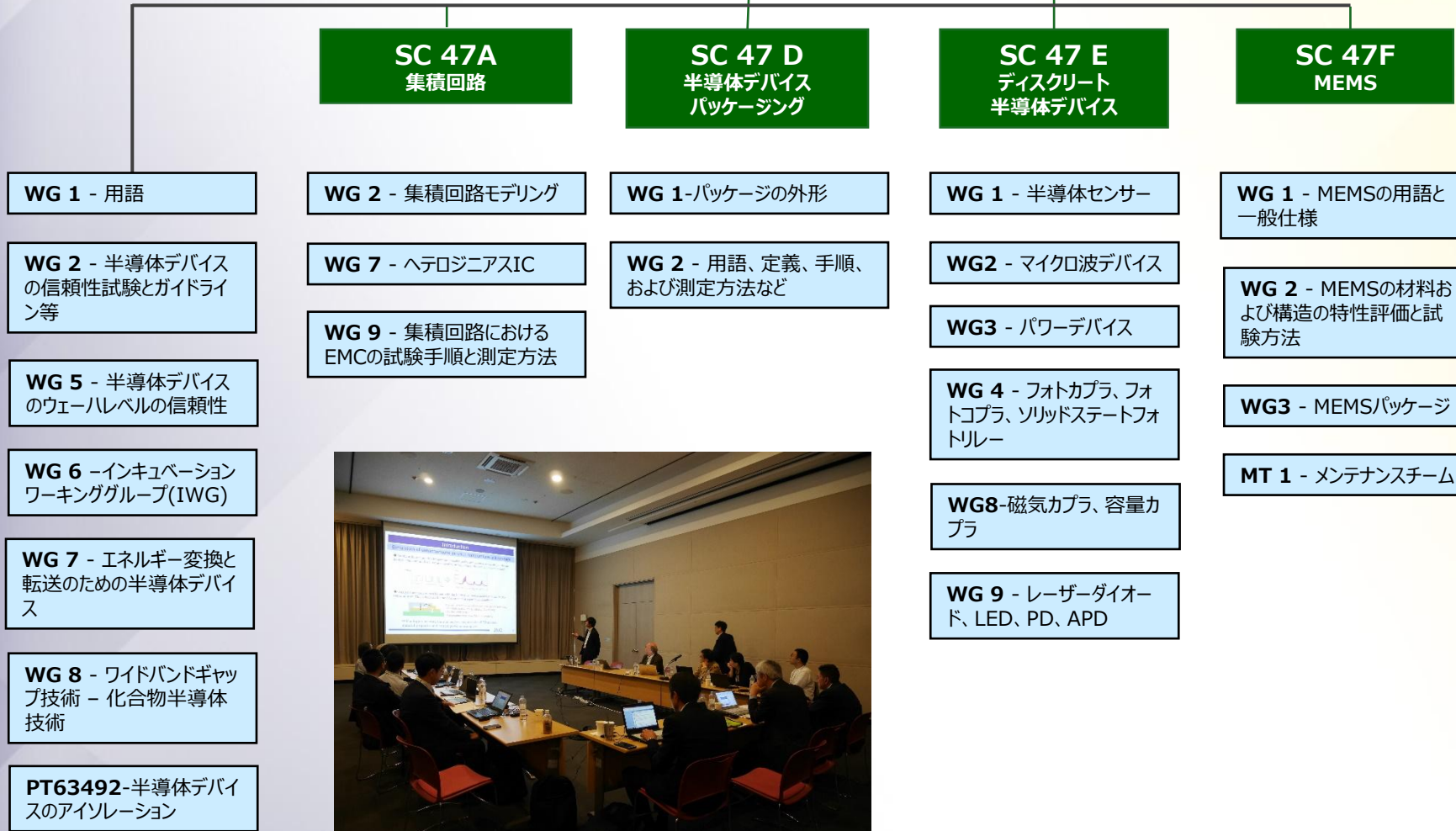
- 先端半導体パッケージ基板の断線課題(ウィークマイクロビア)の**試作・評価(継続)**
- 半導体・基板の**ロードマップ確認**
- 新素材の評価基準検討
- 連携すべき、他の活動・団体模索
- 国プロ推進
 - 国際規格化
 - アジアの仲間づくり



半導体の国際標準化組織 IEC/TC47



IEC TC47 半導体デバイス



IEC/SC47D国際会議風景

Pメンバー	Oメンバー
オーストリア	ブルガリア
ベルギー	ベラルーシ
スイス	チェコ
中国	デンマーク
ドイツ	スペイン
フランス	フィンランド
イギリス	ハンガリー
アイルランド	インド
イスラエル	イラン
イタリア	ノルウェー
日本	フィリピン
韓国	パキスタン
マレーシア	ポーランド
オランダ	ルーマニア
ロシア	セルビア
シンガポール	スウェーデン
アメリカ	タイ
	トルコ
	ウクライナ

※懸念国・紛争国も参加

1. 半導体メーカー・ユーザー

- 不良の原因究明、対策、選定基準の国際規格化、不具合事例の周知
- 環境対策の支援、欧米の環境規制情報

2. 装置・治具・加工メーカー

- 新規評価法、規格化、売り込み先、協業先、サンプル作成
- 半導体パッケージング・検査工程を社内向けに話してほしい

3. 材料メーカー

- 治具・装置メーカーの紹介、要求仕様の調査、新規参入先
- 半導体関連企業の環境取組状況、PFAS代替動向

4. サービス

- 需要ある顧客層、新規手法、半導体メーカーの動向
- システムの要求仕様、データ交換言語・ツール