

# マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

## ARIM User's Report

[Release : 2025.06.10] [Update : 2025.05.22]

### 課題データ / Project Data

|   |   |
|---|---|
| 課題番号<br>Project Issue Number                | 24OS0032  |
| 利用課題名<br>Title                              | Investigation of the formation mechanism of nanovoids in Micro-via  |
| 利用した実施機関<br>Support Institute               | 大阪大学 / Univ. of Osaka   |
| 機関外・機関内の利用<br>External or Internal Use      | 内部利用（ARIM事業参画者以外） / Internal Use (by non ARIM members)  |
| ARIM半導体基盤PF<br>関連課題<br>Related to ARIM-SETI | 指定なし / No Designation   |
| 横断技術領域<br>Cross-Technology Area             | 計測・分析 / Advanced Characterization   |
| 重要技術領域<br>Important Technology Area         | マルチマテリアル化技術・次世代高分子マテリアル / Multi-material technologies / Next-generation high-molecular materials<br>高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル / Materials allowing high-level device functions to be performed  |
| キーワード<br>Keywords                           | 電子顕微鏡 / Electronic microscope, イオンミリング / Ion milling, 集束イオンビーム / Focused ion beam, 電子回折 / Electron diffraction, 電子分光 / Electron spectroscopy, 異種材料接着・接合技術 / Dissimilar material adhesion/bonding technology, 溶接技術 / Welding technology, 3D積層技術 / 3D lamination technology, コンポジット材料 / Composite material, 高品質プロセス材料/技術 / High quality process materials/technique, 先端半導体（超高集積回路） / Advanced Semiconductor (Very Large Scale Integration), チップレット / Chiplet, ハイブリッドボンディング / Hybrid Bonding |

### 利用者と利用形態 / User and Support Type

|   |                    |
|---|--------------------|
| 利用者名（課題申請者）<br>User Name (Project Applicant)  | 西嶋 雅彦              |
| 所属名<br>Affiliation  | 大阪大学 産業科学研究所       |
| 共同利用者氏名<br>Names of Collaborators<br>Excluding Supporters in<br>the Hub and Spoke<br>Institutes | 謝 明君, 陳 伝トウ, 菅沼 克明 |
| ARIM実施機関支援担当者<br>Names of Supporters in<br>the Hub and Spoke<br>Institutes                      | 市川 聡               |

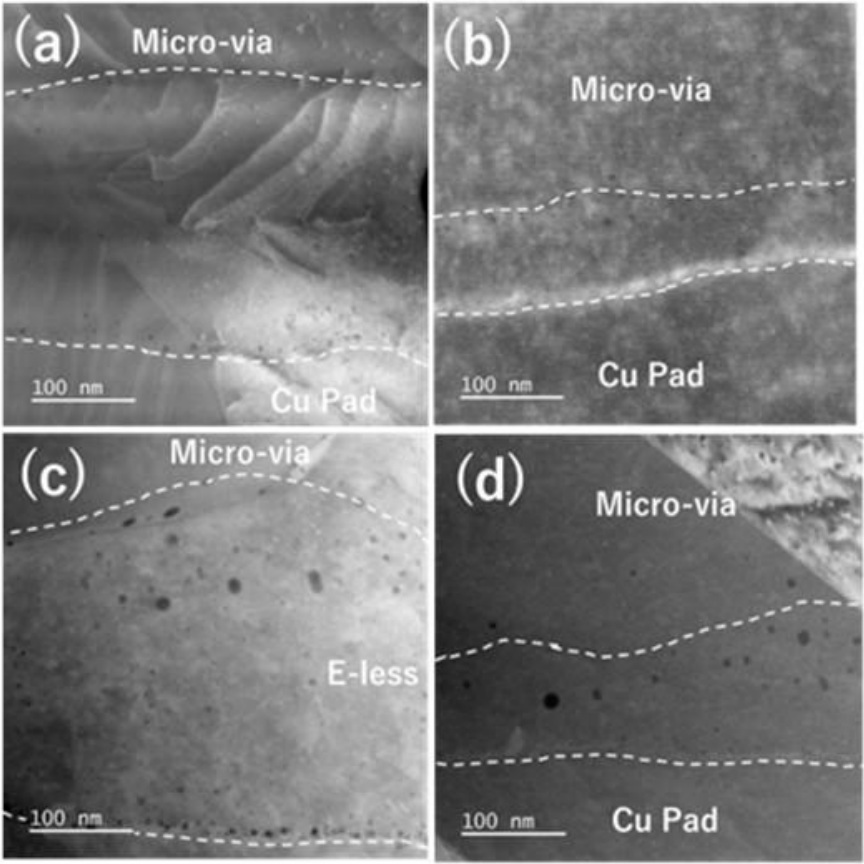
|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| 利用形態<br>Support Type | 機器利用/Equipment Utilization |
|----------------------|----------------------------|

### 利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 利用した主な設備<br>Equipment ID & Name | OS-003 : 200kV原子分解能走査透過分析電子顕微鏡<br>OS-005 : 複合ビーム3次元加工・観察装置 |
|---------------------------------|--|

### 報告書データ / Report

|  |   |
|--|---|
| 概要 (目的・用途・実施内容)<br>Abstract (Aim, Use Applications and Contents) | <p>マイクロビアは一般に高密度相互接続 (HDI) PCBで使用され、微細ピッチの表面実装部品を接続し、これらのアプリケーションでより高い配線密度と優れた信号整合性を実現される。しかし、マイクロビアは「弱いマイクロビア問題」と呼ばれる信頼性の問題を抱えており[1-2]。長期使用中に、マイクロビアの底部の亀裂や剥離が原因で故障する事が多い。特に無電解めっき層では、ナノボイドがマイクロビアの無電解Cu層の機械的特性を弱めます。伝統的に、無電解Cuめっきには内部応力を低減するためにNiが含まれていますが、最近、ナノボイドを効果的に低減するNiフリーの無電解Cuめっき「OPC-FLET」プロセスが開発された。長寿命のマイクロビアを実現するため、信頼性テストでナノボイドが成長するかどうか、および実際の基板に組み込まれたマイクロビアの無電解層の化学的品質を理解することが重要であり本研究では、従来の方法またはOPC-FLET無電解Cuめっきによって作製されたマイクロビアが構築された基板に対して熱サイクル試験を実施し、これらのサンプルに対してFIBを用いたTEM試料を作成し走査透過型電子顕微鏡 (STEM) を実施した。</p> |
| 実験<br>Experimental   | <p>マイクロビア構造を有する試験基板を作製した。マイクロビアは2種類の無電解めっき法を用いて形成した。1つ目はNi添加プロセス (従来サンプル) で、2つ目はNiフリーFLETプロセス (FLETサンプル) で形成した。その後、両サンプルに電解めっきを施した。従来サンプルとFLETサンプルが良好な状態で作製された後、熱サイクル試験を実施し、作成した断面FIB-TEM試料に対してSTEMを用いた微細構造評価を行う。</p>   |
| 結果と考察<br>Results and Discussion                                  | <p>熱サイクル試験前後のサンプルについて、STEM-EDSを用いて無電解銅めっき層と無電解銅めっき層内のナノボイドを評価したところ、電解銅めっき層内部、特に電解銅めっき層と無電解銅めっき層間の下界面にナノボイドが認められました。これらのナノボイドは無電解めっき中、特に無電解めっきの初期段階で形成され、熱サイクル試験の進行に伴って僅かながら成長することを確認した。</p>   |

|   |   |
|---|---|
| <p>図・表・数式 1<br/>Figures, Tables and Equations 1</p>                     |  <p>Fig. 1. HAADF-STEM images of the bottom interface of micro-vias.; (a) traditional as-plated, (b) OPC-FLET as-plated, (c) traditional processed after 500 cycles tested, and (d) OPC-FLET processed after 500 cycles tested.</p>   |
| <p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等)<br/>Remarks(References and Acknowledgements)</p> | <p>[1] tan Heltzel, Pierre Emmanuel Goutorbe, Jean-Marc Guiraud, Thomas Rohr, Microvia Process Guideline, Proceedings of the 21st IPC APEX EXPO, 2021. ESA-TECMSP-TN-19672[2] T. Bernhard, S. Branagan, R. Schulz, F. Brüning, L. Stamp, K. Wurdinger &amp; S. Kempa, The Formation of Nano-voids in electroless Cu Layers, MRS Advances vol. 4, pp. 2231–2240, 2019.<br/>[2] 2025 International Conference on Electronics Packaging joined with iMAPS All Asia Conference (ICEP-IAAC 2025) April 15 to 19, 2025 in Nagano, Japan</p> |

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

|  |    |
|--|----|
| <p>DOI (論文・プロシーディング)<br/>DOI (Publication and Proceedings)</p> |    |
| <p>口頭発表、ポスター発表<br/>および、その他の論文<br/>Oral Presentations etc.</p>  |    |
| <p>特許出願件数<br/>Number of Patent Applications</p>                | 0件 |
| <p>特許登録件数<br/>Number of Registered Patents</p>                 | 0件 |