



MES2010 開催報告

2010年9月9日～10日

立命館大学 びわこ・くさつキャンパス

マイクロエレクトロニクスシンポジウム (MES) は春の講演大会とともに(社)エレクトロニクス実装学会の主たる開催事業であり、1985年に第1回大会が開催されてから第8回(MES'98)までは関東地区で、第9回から18回までは関西地区で開催され、昨年の九州開催を経て、本年、記念すべき第20回は日本のほぼ中央に当たる琵琶湖の畔、立命館大学びわこ・くさつキャンパスにて開催されました。69報の論文の発表と2件の招待講演が行われ、参加者は321名でした。

琵琶湖を擁する滋賀県は県内総生産に占める第2次産業の割合が44.8%と全国1位(平成19年度県民経済計算/内閣府)の「ものづくり」立県であり、中でも半導体製造装置の部分品、取付具、附属品の出荷額は全国1位(平成20年工業統計調査確報品目編/経済産業省)とエレクトロニクス実装技術とは関係の深い地域であります。

現在、日本が直面している、経済問題、エネル

ギー問題、環境問題をセットで解決するためには、ICT、電気自動車、太陽電池で代表される「電気」が鍵になります。この鍵を生かすも殺すも実装技術にかかっているととっても過言ではありません。物理、化学、機械、電気・電子、半導体、情報・通信など広範な工学融合を基盤としたエレクトロニクス実装学会で扱う技術はまさに我が国が得意とする「ものづくり」の粹であります。新しい時代を切り拓く新技術創生の大きな渦が、本シンポジウムに集う技術者・研究者の熱い議論の中から生まれることを切に願っております。



(組織委員長 杉山 進)

会議の概要

1A1 先端材料・工法

本セッションは先端材料および工法に関するセッションであり、筐体へ直接配線を形成する技術に関する発表が1件、ITO ナノ粒子を用いた塗布型導電性フィルムおよび酸化スズナノ粒子を用いた透明導電膜の形成に関する発表が2件、計3件の発表があった。

筐体への直接配線形成技術に関する報告は、技術的に新しいアプローチであり、プロセスのコストダウンが期待できるものであった。他2件は酸化ナノ粒子ペーストを用いた透明導電膜の作製に関する研究であり、技術的ノウハウに関する部分の詳細が不明な点があったが、新材料への関心の高さが伺える内容であった。

1B1 先端接合技術 (I)

このセッションでは、3件の発表があった。郎らは、SiC デバイスを AuGe 高温はんだを介して Si₃N₄ 基板と接合する研究を進めている。従来の AuGe と Si₃N₄ 基板に形成した Cu/ Ni の接合では、AuGe と Ni の拡散により強度が低下するが、Ni 上に W さらに Au を成膜し、AuGe と接合した場合、W がバリアメタルとして働き接合信頼性が向上するとの報告があった。宮崎らも、SiC などのパワーデバイスをモチーフに Cu/Sn/Cu 構造の接合性向上の研究を進めている。無酸素銅材に 1 μm の Sn を蒸着した試料と、Sn0.33 μm/Cu0.06 ~0.18 μm を交互に蒸着し Sn/Cu/Sn/Cu/Sn の 5 層構造とした試料を、もう一方の無酸素銅材に



40MPa・300℃・300s-3600sで接合し、その強度や生成される金属間化合物の同定を行った。このとき、 Cu_6Sn_5 が消失し、 Cu_3Sn が支配的に形成されると強度が強くなるとの報告があった。長岡からは、異なる3種類の銀ナノ粒子(平均粒子径： $d = 20.2 \text{ nm}$ 、 58.5 nm 、 168 nm)、及びこれらを混合したナノ粒子を用いて、200~400℃・無加圧・300s条件下での、無酸素銅材/ナノ粒子/無酸素銅材の接合性を評価したことの報告があった。

SiC 等高温で動作する新しいパワーデバイスの実装方法やAgナノ粒子を用いた接合という新しい分野において、ますます研究が活発になり、技術が深まることを期待したい。

1B2 フリップチップ接合技術

本セッションでは、鉛フリーはんだフリップチップ(FC)実装技術に関する4件の発表があった。1件目は京セラS L Cテクノロジーからの発表であり、 $\text{Cu}/\text{Sn}-3\text{Ag}-0.5\text{Cu}/\text{Cu}$ 構造を持つFC接合部のサーモマイグレーションについて、エレクトロマイグレーション試験との比較結果を報告している。2件目は大阪大学からの発表で、 $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}$ ボール接合部のエレクトロマイグレーションにおける錫結晶方位と電流方向との相関関係に着目し、FC接合部の不規則なボール劣化の原因を明らかにしている。3件目はルネサスエレクトロニクスからの発表であり、連続電気化学的還元法によってはんだバンプ表面の酸化膜(SiO 、 SiO_2)と厚みを把握し、酸化膜質と厚さがフラックスレスFCボンディング接合性に与える影響について報告している。4件目は横河電機からの発表で、超高速ミックスシグナルLSIパッ

ケージ用としてAu-Sn FC接合の特長を述べ、その信頼性解析手法と評価結果について報告している。

いずれのテーマも急速に広まるFC技術の発表として興味深い内容であり、活発な質疑応答がなされた。

1C1 はんだ材料 (I)

はんだ材料の鉛フリー化は達成されたが、それによる実装部信頼性に及ぼす影響・諸問題は顕在化している。その対策として、本セッションでははんだ材料そのもの、および接合条件、そして実装部のサイズというそれぞれの観点からの取り組み3件の論文が発表された。

1件目はSn-低Bi合金において、Biの添加量および高温保持条件が、はんだの組織と硬さに及ぼす影響についての調査結果が紹介された。2件目は $100 \mu\text{m}$ 程度の微小な接合部の低サイクル熱疲労性の調査結果が報告された。その結果、接合部のはんだ組織が単結晶になると、繰り返し変形により動的再結晶が生じ、その結晶粒界を亀裂が進展しやすくなるために、疲労寿命が10倍近く短くなることを明らかにした。3件目では1%にAg濃度を低下したSn-Ag-Cuはんだを用いた接合部の耐落下特性に及ぼすリフロー条件の影響を調べた結果、0.7Cuに比べて0.5Cu合金では、リフロー条件が反応層の形成成長挙動と落下特性に及ぼす影響が大きいことが示された。いずれの発表に対しても多くの質問が寄せられ、はんだ接合部における解決すべき問題がまだ山積していることを実感した。

1C2 はんだ材料 (II)

本セッション鉛フリーはんだに関するもので4件の発表があり、活発な質疑応答が行われ、重要なテーマであることが伺えた。防衛大学校は急速冷却法を用いて、状態図からは予想できないSn-Ag-Cu三元鉛フリーはんだの共晶メカニズムについて提案があった。北海道大学からの発表では鉛フリーはんだへのNi添加の効果について、反応層のNi濃度分布などから考察された。デンソーからはウィスカ抑制の手段として、りん化合物をフラックスに添加する方法が提案された。実

用上問題の無いレベルの技術に仕上がっているように思われ、産業への寄与が期待される。リサーチラボ・ツクイより J E I T での活動内容についてその一部の発表があった。フラックスの内容成分がウイスカ発生に大きく影響する内容は非常に有用である。

2A1 3次元実装技術

本セッションでは、3次元実装技術に関する3件の発表があった。1件目の発表では、Si基板上に形成したAu配線上へ真空蒸着法により、直径 $10\mu\text{m}$ のバンプを高さ $2.7\pm 0.04\mu\text{m}$ (10mm 角 $20\mu\text{m}$ ピッチ 1600 ピン)で形成し、加圧ヘッドとピエゾ素子を用いた平行度調整機構を装備した基板ステージを用いて $1\mu\text{m}$ 以下とすることでアライメント制度 $\pm 0.4\mu\text{m}$ 以下を確認したことが報告された。今後の接続信頼性の検討が進むことに期待したい。2件目の発表では、微細はんだをフラックスで接合する際の安定性確保のため、加熱触媒体を用いて生成した水素ラジカルを用いた、はんだバンプ表面清浄法を検討した結果が報告された。水素単体と比べて安全性が高いフォーミングガスを用い、かつ設備を簡素化できる低真空状態においてもフラックスレスで接続できることが確認された。前報、水素単体処理で確認されている大気中に取り出した後の再酸化抑制効果も確認されており、この現象のメカニズム解明に期待したいところである。3件目の発表では、高密度でチップ間 (6mm 角 $20\mu\text{m}$ ピッチ 30600 ピン)を大気中、低印加荷重で接合できるプロセスについて報告された。従来の円錐バンプとドーナツ形状対向電極の接続では 1.0gf/bump



の加圧が必要であったが円錐バンプとくさびつき対向電極の接続では 0.5gf/bump の加圧で接合できることが示された。この手法は常温で接合できるプロセスであることから、耐熱性がないチップ、膨張率が異なる異種材料チップの接合など応用展開が期待される。

いずれの発表に対しても活潑な質疑応答がなされ、3次元実装に関する関心の高さが示された。

2A2 めっき技術 (I)

本セッションはめっき技術に関する3セッションの1つ目であり、Ni/Pd/Au系無電解めっきに関する発表が2件、無電解Ni被膜の応力の経時変化に関する発表が1件、およびPdナノ粒子とポリマーからなるパターンを利用した銅パターン形成に関する発表が1件、計4件の発表があった。無電解Ni/Pd/Auに関する研究ははんだ実装において重要であり、構造評価から接合モデルの提案まで幅広い成果が得られている。2件の発表はいずれも注目度が高く、質疑応答は活発であった。めっき応力に関する研究は完成度は高かったものの、詳細なメカニズムが語られておらず、今後を期待したい。Pdナノ粒子とポリマーの複合体を用いた研究は、回路形成において新しいアプローチであり、現行のプロセスにおける課題に挑戦する内容であった。

2A3 めっき技術 (II)

無電解Cuめっきに関する論文3件と電解Cuめっきに関する論文2件の発表があった。1件目(荏原ユーザライト)は、無電解Cuめっきの析出反応開始触媒としPd/Sn混合触媒とPdイオン錯体触媒を検討した。絶縁樹脂の表面粗さとピール強度と剥離面の観察、さらには引き剥がし前後での絶縁樹脂表面のPd吸着量の測定を実施し、Pd/Sn混合触媒は樹脂への吸着量が弱く密着力が低い、Pdイオン錯体触媒は樹脂への吸着力が高く粒子径が小さいため樹脂のナノサイズの微細凸凹に入り易く密着力が高いことを明確とした。2件目(奥野製薬工業)は、独立回路用途の無電解Cuめっき液の高析出速度と高選択析出性に対する、エチレングリコールと2,2'ビピリジルとBiの3種類の添加剤の影響を実験し、Bi

添加が最も有効なことを確認した。3件目（日立製作所）は、無電解 Cu めっき液の長寿命化に対する Cu 溶解法と CuO 溶解法を比較し、双方とも従来法より約2倍長寿命化が可能で膜特性も良好だが、前者のめっき皮膜は後者より不純物含有量が少なく高品質であることを確認した。4件目（甲南大学、石原薬品）は、LSI 内部配線の直径 240nm アスペクト約4のトレンチビアへのエッチングアミン錯体浴による TiN スパッタバリアメタルへの直接 Cu 電析を試し、Cu 皮膜の物性を評価し、良好なポイドレスで低抵抗の電析 Cu 充填を確認した。5件目（大阪府立大学）は、電解 Cu 箔の析出表面の平滑化と添加剤の影響を明確にするため、表面粗さ、表面形態、結晶配向を調査し、電気化学測定により添加剤の働きを検討した。MPS、 Cl^- 、DDAC の3種の添加剤を含む浴が最も結晶が微細化し表面粗さ $R_a=0.07\sim 0.09\mu\text{m}$ と小さく、その時の結晶配向は (111) であることを明確にした。

2A4 めっき技術 (III)

本セッションでは、3次元実装用の TSV (スルーシリコンビア) 形成から多層配線基板用のビアホールフィリング、さらにはトレンチフィリングによる配線形成まで、いろいろな用途に向けたフィリングめっきに関する報告が5件行われた。関西大 三宅らは TSV プロセスの全ウェット化を可能にする金ナノ粒子触媒を用いた無電解めっきによるバリア層形成技術を提案した。一方、産総研 加藤らは同様の目的で、シリコンへの置換めっき法によるバリア層形成が可能であることを示した。日立製作所 中野らは、銅めっきをトレンチ内部のみに選択的に析出させる技術を開発し、これをインプリント技術と組み合わせることによって、レジスト関連の工程のない単純な工程で信頼性の高い配線形成が可能であることを示した。大阪府立大 久利らは、銅めっきに用いるジアルルアミン系の添加剤を開発し、1種類の添加剤のみを用いた銅めっきによってビアフィルが可能であることを示した。関東学院大 和久田らは、多層めっきおよびパルスめっきと SEM による断面観察を組み合わせ、ビアフィル過程の可視化が可能であることを示した。

2B1 評価シミュレーション技術 (I)

本セッションでは、評価シミュレーション技術に関連した4件の発表が行われた。2B1-1では、微細プリント配線板の新検査手法として静電容量を検出することで配線形状を評価するシステムの提案があった。特に C/V コンバータを用いることで、プローブ基板間距離 $20\mu\text{m}$ の間隙でも配線を検出することが報告された。2B1-2では、光弾性現象を利用した光反射型共焦点法による内部応力評価方法の発表であった。貼り合わせたガラスの各々の内部応力が評価できるほか、カバーガラスを使用した MEMS 等の応力分布に適用が可能である。2B1-3は半導体パッケージにおける応力がデバイス (nMOSFET) の電気特性に及ぼす影響をシミュレーションしている。今回は、せん断ひずみによる電子の有効質量変化を考慮することで、1軸負荷状態でのデバイス特性変化をシミュレーション上で再現することができた。2B1-4では、アンダーフィルのポアソン比の時間-温度依存性を考慮した緩和弾性率を用いて、はんだ接合部の熱疲労寿命特性を有限要素法で解析した。その結果、高温側のポアソン比が小さいほうが接合部の熱疲労特性が向上することが予測された。

2B2 評価シミュレーション技術 (II)

本セッションでは4件の発表が行われた。最初の2件は、いずれも鉛フリーはんだの微小試験片を用いた物性値の評価に関する物であった。3件目は、Cu コアはんだボールの評価に関する物で、内容は興味深くこれからの発展に期待するものであった。4件目は、3D-SIC の冷却効果をシミュレーションによって比較したものであった。

2B3 EMI・ワイヤレス

このセッションでは、5件の講演が行われた。その内訳は、EMI 対策・測定に関するものが3件、アンテナに関するものが2件であり、EMI 関係では、スイッチング電源の電源インピーダンス特性シミュレーション、および各種測定によるノイズ対策効果検証に関する講演 (ライズコーポレーション他)、コモンモード電流分布の推定方

法の提案および実測による検証に関する講演(東京理科大)、EMI 推定手法の提案および実測による検証に関する講演(東芝デジタルプロダクツ & ネットワーク社他)があった。アンテナ関係では、金属筐体開口を利用したアンテナに関する講演(東京理科大)、UWB(Ultra Wide Band)アンテナに関する講演(東京理科大)があった。

2B4 センシング・通信

エレクトロニクス実装の応用分野として最近注目されている、人体センシングや人体通信等の生体とのインタフェース技術に関する発表 3 件と、高周波実装のための配線形成および超広帯域測定評価技術に関する発表各 1 件、合計 5 件の講演があった。最初の発表は、着衣の上からの非接触心電計測などに用いる容量結合型センシング回路に関する報告で、入力インピーダンス $10^9 \Omega$ 以上を扱うものであった。2 件目は、電気信号を伝達しつつ伸縮可能な生体インタフェース材料の電気・機械的評価に関するものであり、3 件目の発表は、人体を伝送路とするウェアラブル機器間通信のための電極構造の検討であった。これらの技術は、自然な生活環境で周囲との快適なコミュニケーションやヘルスケア実現のために、今後重要性を増すであろう。また 4 件目には、無線 LAN や RFID など生活の中の情報通信のためのフレキシブルアンテナなどを実現する銀ナノ粒子インクの高周波特性の検討が報告された。最後の発表は、10GHz を越える高周波応用を見据えた、10Hz から 40GHz にわたる超広帯域インピーダンス測定システムの構築報告であり、キャパシタ内蔵インターポーザの電源インピーダンス測定に応用して成功したものであった。

2C1 先端接合技術 (II)

本セッションでは、金属/樹脂複合材料における、材料特性/プロセスと接合性の関係に関して、はんだ系材料 1 件、Ag 系材料 2 件の計 3 件の発表が行なわれた。聴講者は約 70 名で、すべての発表において活発な議論がなされ、本セッションへの関心の高さが伺えた。

1 件目は、SnBi はんだ/シリコンオイル/フラックス混合材料を用いた自己組織化接合にお

ける接合プロセス(温度)、材料特性と接合性の関係の発表であった。自己組織化は、SnBi フィラーが溶融/凝集することによりバンプ形成が行われることを確認しており、また、0.3mm ピッチ接合の場合、接合温度 180°C、フィラー含有量 10vol% が最適で、樹脂中に添加するフラックスが高活性力になると良好な接合性を発揮することを明らかにしていた。2 件目は、Ag/エポキシ系導電性接着剤の接合後のアニール時間と接合寿命の関係の発表であった。アニール時の樹脂の硬化進行によるひずみの発生が寿命に大きく影響を及ぼすとのことであった。3 件目は、Ag/エポキシ系導電性接着剤と Sn めっき部品の接合部について、高温高湿環境下における劣化メカニズムの発表であった。劣化原因は、導電性接着剤中の Cl の存在を起点にした、Sn めっき上への SnO、SnO₂ の形成が主要因であり、低 Cl 濃度の導電性接着剤を用いると、酸化 Sn 形成を大幅に抑制できることを明らかにした。

いずれの発表においても、現状課題とされている案件を解決するためのメカニズム解明を行っており、今後これを基にした課題解決について、多いに期待できる内容であった。

2C2 物性制御基板

このセッションで以下の 4 件の論文が発表された。まず、パナソニックエレクトロニックデバイスから、アラミド織布を芯材に用いた積層構造のパッケージ基板のソリ特性とビアの接続信頼性および熱応力シミュレーションに関する発表があった。2 件目には、積水化学工業から、業界標準として認識されている他社材料に対抗した代替材料として、低誘電正接・低 CTE・微細粗面特性を特徴とするビルドアップ絶縁材料の設計コンセプト、信頼性評価結果が報告された。3 件目は、ポリマー構造に特長を有する特殊な耐熱・低 CTE ポリイミドフィルムを用いた、低熱膨張基板の開発、回路形成過程における発生不良の解析、熱サイクル試験評価結果が東洋紡績から報告された。最後に、分子量の異なるポリイミド系の 3 種類の樹脂薄膜材料の引っ張り試験を行い、それぞれの材料の成膜方向依存性、ひずみ速度依存性、粘弾性モデルについてのデータが立命

館大学／京セラ SLC テクノロジーのグループから報告された。

2C3 MEMS 技術

このセッションでは、企業から 1 件、大学から 4 件の発表があった。いずれも若手研究者あるいは技術者の発表であった。内容は、1. 高真空測定能力を持つマイクロピラニ真空計を低コストで実現する設計と加工プロセス、2. リチウムイオン電池に代わる潜在能力を持ち、負荷電流が大きく取れる電磁誘導式エアタービン発電機、3. 小形で、その場検査が可能な尿酸検出を目的とした血液診断デバイス、4. 低コスト化が期待できるポリマを用いた可動部分を持つ MEMS デバイスの加工プロセス、5. 内部応力が低くセンサー、アクチュエータ用材料として期待できるスパッ

タ WSi 薄膜の特性評価 の研究開発に対する発表であった。いずれも非常に新鮮味があり、また、今後の発展に期待できる内容であった。

2C4 改質による回路形成技術

このセッションは、Ar プラズマ処理やウェット処理により、樹脂フィルムや金属表面を改質し、密着性を改善することにより、回路基板としての信頼性向上や新しい機能を付け加える試み、およびシード層の Ni-Cr に Mo を微量添加することによりシード層のエッチング性と耐食性を両立させる報告がなされた。5 件の報告すべてが、素晴らしい内容であり、そのために活発な質疑応答が行われ時間不足で座長からの質問をする余裕がほとんど無かった。

(MES2010 論文委員会)



特別講演：貫井孝氏（シャープ）



特別講演：菅沼克昭氏（大阪大学）



前年度の MES2009 各賞受賞者と
JIEP 会長・友景肇氏、MES2009 論文委員長・山中公博氏
(中央右) (後列左)