

写真1-1 IC端子はんだ接合部のX線CT観察



写真1-2 X線CT装置(ビームセンス製FLEX-MH867)

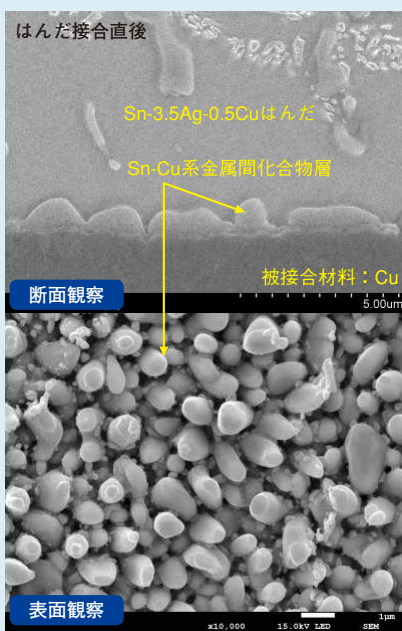
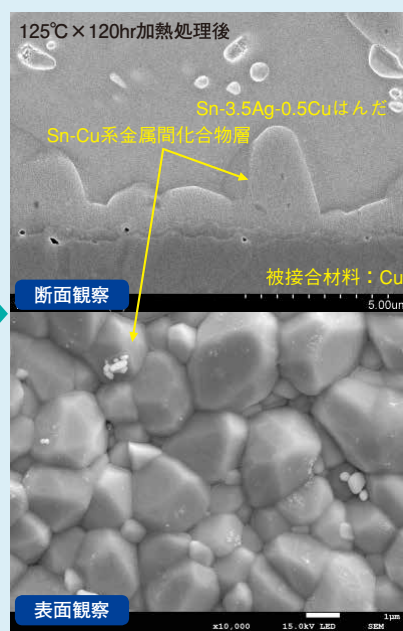


写真2 はんだ接合部界面に生成する金属間化合物層のSEM (Scanning Electron Microscopy) 観察



小特集 カーエレクトロニクス Vol.2

カーエレクトロニクス分野における分析・解析技術

電子機器におけるはんだ接合部の分析・解析

Analysis of Solder Joint in Electronic Components

はじめに

最近の自動車開発においては、自動運転化や電気自動車化が進められ、新しい電子機器制御が必要とされています。

電子機器制御には高い信頼性と安全性が求められ、その確保には、部品と回路基板との接合が重要です。部品や回路基板には融点や熱膨張係数の異なる材料が使用され、高電圧、高電流の負荷に加え、高温/低温の温度変化、紫外線や腐食性ガスとの接触などの様々な環境におかれます。部品と回路基板が様々な環境におかれることにより接合信頼性が低下することがあります。

当社では、各種評価試験から、接合性を詳細解析する技術を多く提供して

います。以下に一例を示します。

X線CTによるクラック観察

電子部品のリードフレームを基板にはんだ接合し、冷熱衝撃によりクラックが発生したはんだ部のX線CT画像を写真1-1に示します。温度差による金属疲労によりクラックが発生した様子がわかります(写真1-2：X線CT装置)。はんだ組織を断面方向からEBSDによる結晶方位解析などを付与すると、さらに詳細構造の把握が可能です。

はんだ接合界面の合金層観察

金属による接合では、一般に合金層が形成されます。はんだ接合はSnとCu、Niとの合金が形成されることがよく知られています。写真2にはんだ接

合界面の断面および表面を観察した事例を紹介いたします。表面観察は、特殊なエッチング処理で合金層を露出させました。接合初期の状態(左写真)から、熱履歴によって合金層が成長している様子が確認できます。

おわりに

電子部品から基板への接合性まで、幅広く評価・解析をお手伝いします。お気軽にお問い合わせください。

お問い合わせ先：

機能材料ソリューション本部 電池試作・解析センター
伴 充行

ban@jfe-tec.co.jp

カーエレクトロニクスのCAE解析

～電子基板の熱応力解析シミュレーション～
計測・プロセスソリューション本部 CAEセンター
児玉 昶史
t-kodama@jfe-tec.co.jp

車載用製品に搭載される電子部品は、他の家電製品の電子部品と比較して過酷な環境下で使用されることが多く、また長期の使用に耐える高い信頼性が要求されます。

車載用電子部品は、環境温度の変化やエンジン周辺の輻射熱、電子部品の自己発熱などによって、熱膨張と熱収縮を繰り返します。その際、基板と電子部品では熱膨張係数に差があるため、両者を接続するはんだ接合部に応力が発生し、その結果、き裂などの損傷が起きることが知られています。

はんだ接合部の疲労寿命は、高温/低温を繰り返し印加する温度サイクル試験によって評価されますが、加速試験でも数ヶ月を要する 경우가多く、開発期間の短縮のために、CAE (Computer Aided Engineering) を用いた寿命予測が

行われています。

本稿では、半導体パッケージの熱サイクル試験(温度サイクル条件は-40℃～150℃)を想定した解析事例を紹介いたします。半導体パッケージのコーナー部のはんだ接合部に注目した解析で、そのモデルと解析結果を図1に示します。はんだ接合部の角部には、大きな非弾性ひずみ(塑性ひずみ+クリープひずみ)が発生することが分かります。

低サイクル疲労寿命は、解析から算出される非弾性ひずみ振幅と疲労寿命

の実験式(Coffin-Manson則)をもとに、算定できます。

さらに、き裂の発生条件(クライテリア)とき裂の進展速度式を考慮することで、図2に示すような、低サイクル疲労によるき裂の発生および進展の解析も可能です。

当社では、上記のはんだ接合部以外にも様々な電子部品に対して、数値シミュレーションにより、応力の発生状況や疲労寿命評価を行うサービスを提供いたします。

ぜひ、お気軽にご相談下さい。

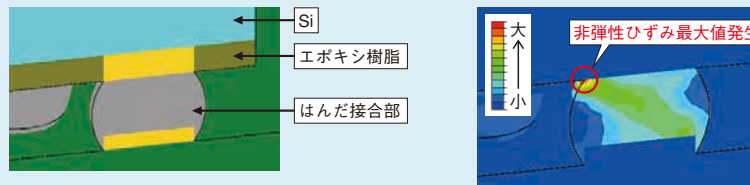


図1 はんだ接合部のモデルと解析結果(非弾性ひずみ分布)

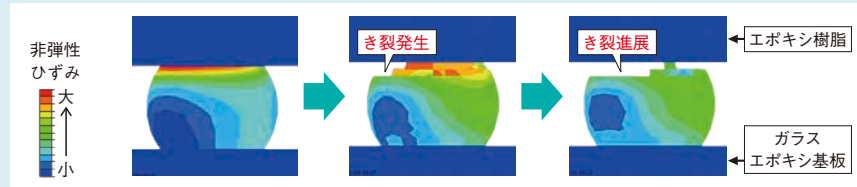


図2 はんだ接合部のき裂進展解析

電子基板の欠陥検出

～電子基板の防湿コーティング欠陥検査装置～
計測・プロセスソリューション本部 計測機器開発センター
北濱 正法
m-kitahama@jfe-tec.co.jp

カーエレクトロニクスの進化とともに多くの電子基板が用いられ、屋外環境に近い場所に設置される場合も増えています。悪環境下においても長期に渡って信頼性を保つためには基板腐食の原因となる湿度対策が重要であり、防湿皮膜のコーティングがなされますが、抜けなくコーティングされているかが重要な品質管理項目となっています。

防湿皮膜には紫外線の照射により蛍光を発する物質が含まれており、現状はブラックライトを照射して塗布部全面で蛍光発光しているかの目視検査がなされています。検査員ごとの判断基準の差や検査結果の保存によるトレーサビリティの確保などに問題があり、検査装置の開発が望まれていました。

当社では写真1に示すラインセンサーカメラと同軸紫外照明による防湿コー

ティング欠陥検査装置を開発しました。照明とカメラの光軸を一致させた同軸構造により、ICチップなどの立体形状物の影による検査死角を最小化しています。さらに通常と同軸照明ではハーフミラーにより紫外照明および励起された蛍光が散逸する問題がありましたが、紫外線と蛍光の波長の違いを利用した特殊な反射・透過ミラーを採用し、両者の光量低下を最小化しました。

図1は防湿コーティングされた電子基板の蛍光発光を800dpi (32μm/画素)の解像度で撮像した結果です。通常カメラ画像では分からない塗り残しや塗りむらを蛍光強度の差として捉えることができます。図2はリードフレーム上の微小欠陥の撮像結果ですが、0.3mm²の異物をはっきりと捉えることができています。

今回は電子基板の防湿コーティングの

検査装置をご紹介しましたが、目視検査を代替する検査装置のご要求がありましたら、お気軽にご相談下さい。



写真1 検査装置光学系外観

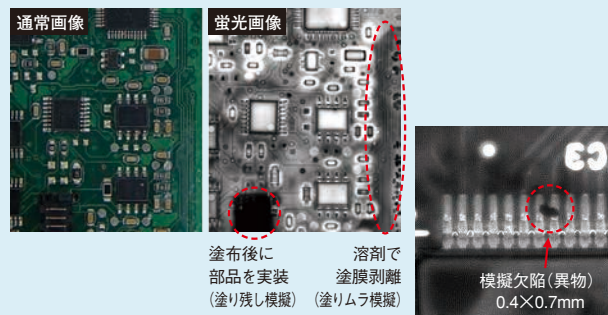


図1 防湿コーティング面の蛍光画像例

図2 微小異物欠陥画像例

新しい透過電子顕微鏡技術(1)

～高感度EDX搭載TEMによるパワーデバイス用
ゲート酸化膜/SiC界面のN分析～
機能材料ソリューション本部 ナノ解析センター
猪瀬 明
inoose@jfe-tec.co.jp

高感度・高速 EDX 搭載 FE-TEM 装置

デバイスをはじめとする高性能材料の研究開発においては、ナノレベルで微量な元素を制御することが重要となっています。

当社で新規導入した分析FE-TEM (FEI社製TalosF200X型⇒図1)は、分析試料の極近傍に直交配置した4個のシリコンドリフト検出器 (SDD) とその大きな立体角 (0.9sr) の採用によって、従来の5倍以上のX線収集効率で、高速で高感度な元素分析を実現します。さらにWindowless検出器の採用により軽元素の検出にも有利で、ビーム損傷を抑えた高精細EDXマッピングや、従来のEDXでは検出できなかった0.1%以下の微量元素分析が可能になります。

ゲート酸化膜 /SiC 界面のN分析

有望なSiC-MOSFET (Metal Oxide

Semiconductor Field Effect Transistor) パワーデバイスの電気特性の向上のため、ゲート酸化膜の形成条件の適正化は重要です。図2は酸化(SiO₂膜形成)後にNO雰囲気で窒化したSiO₂/SiC界面のHAADF (High Angle Annular Dark Field: 高角環状暗視野) -STEM像です。HAADF像に示した四角の範囲における構成元素 (C, N, O, Si) のEDX面分析結果を図3に示します。微量なNが界面に沿って一様に分布していることがわかります。また、面分析結果より抽出した積算ラインプロ

ファイル (図4) から、界面の厚さ数nmの領域に明瞭にNが濃化していることがわかりました。これらは従来のSTEM-EDXでは得ることが困難でした。この結果から、電気特性 (チャンネル移動度など) を担っている界面の窒素濃化層を直接観察することが可能となったことで、特性向上のメカニズム解明および界面制御の研究開発が加速することが期待されます。

これからも微量元素のナノレベル分析にチャレンジします。ぜひお問い合わせください。

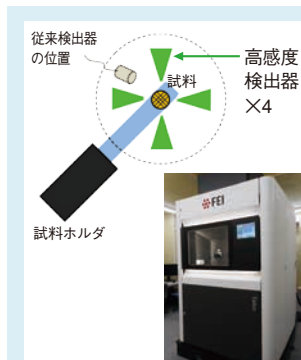


図1 高感度EDX検出器配置イメージ(上)とFE-TEM装置概観(下)

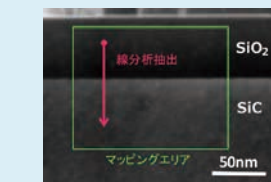


図2 HAADF-STEM像

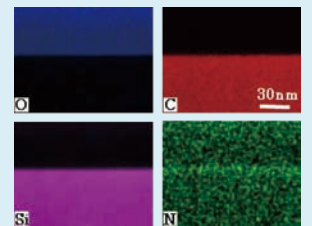
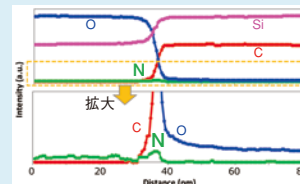


図3 SiO₂/SiC界面のEDX面分析

試料ご提供：
筑波大学 矢野祐司准教授

図4 SiO₂/SiC界面のEDX線分析プロフィール

Advanced Analysis Technique with Synchrotron Radiation (1)

放射光を利用した高度解析技術(1)

～in-situ 硬X線XAFS測定～

機能材料ソリューション本部 ナノ解析センター
今 温希
a-kon@jfe-tec.co.jp

はじめに

二次電池の電極材や触媒の開発では実際の動作環境中での化学状態変化を直接調べるその場 (in-situ) 解析が求められています。高輝度放射光を利用したXAFS (X線吸収微細構造) 測定は、X線透過能の高さと迅速なデータ取得が可能であることから、in-situ解析技術として注目されています。XAFSはエネルギー範囲によって吸収端近傍の構造であるXANES (X線吸収端構造) と、それより高いエネルギー領域の振動構造であるEXAFS (広域X線吸収微細構造) とに分けられます。XANESからは着目元素の価数等の情報が、EXAFS振動の解析から

は原子間距離等の情報が得られます。リチウムイオン二次電池正極材料のin-situ XAFS 測定評価

図1のようにラミネート型電池セルごとX線を透過させることでin-situ測定が可能です。充放電しながら測定ができるため、電池を解体した場合に懸念される電極試料の変質の心配もありません。図2は車載用二次電池用の正極材料として注目されているLi_{1-x} (Ni_{1/3} Mn_{1/3} Co_{1/3}) O₂のNi-K端のin-situ XANES測定結果です。充電が進むにつれて吸収ピークが高エネルギー側へシフト (=高価数へ変化) している様子が確認されます。特に充電初期での変化幅が大きく、過

充電域ではほとんど価数変化が認められないことがわかります。Mn, Coでは充電に伴う価数変化が認められず、充電に伴う変化は主にNiが担っていることが確認されました。

おわりに

XAFSは試料状態の制限が少なく、液体や基板上的の薄膜など様々な試料へ適用が可能です。構成元素によってはppmオーダーの微量元素の測定もできます。また、リチウムイオン二次電池以外にも触媒 (燃料電池、排ガスなど) のin-situ測定も可能です。お客様のご要望に幅広く対応いたします。ぜひお気軽にご相談ください。

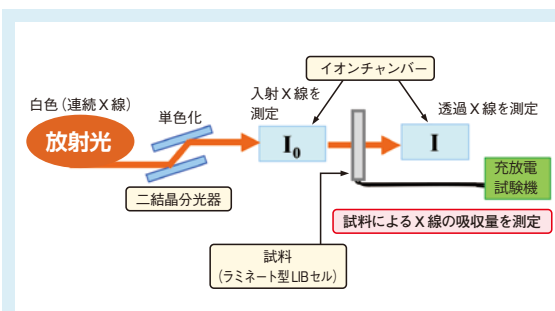


図1 リチウムイオン二次電池in-situ XAFS測定イメージ

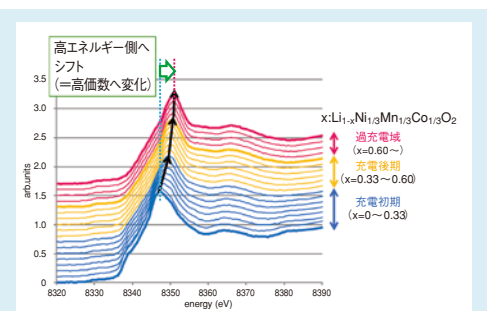


図2 Ni-K端のin-situ XANESスペクトル

落錘衝撃試験

～各種構造物の耐衝撃性能評価～

構造材料ソリューション本部 構造性能センター
石井 匠
ta-ishii@jfe-tec.co.jp

はじめに

度重なる震災を契機に、重量物が落下した場合の危険を評価する試験が多く行われております。そのひとつに落錘衝撃試験があります。当社では落錘試験により、部品レベルから実物大規模の構造物までの耐衝撃性能評価を行います。ここでは、当社が実施可能な3つの試験をご紹介します。

(1) 簡易落錘試験 (図1)

比較的小規模な製品に対して実施される表面性状評価の試験です。アクリル管をガイドにしてストライカと呼ばれる錘を製品につける試験です。ストライカの形状や重量は、お客様のご要望に対応して行います。

(2) 小型落錘試験 (図2)

落下高さ最大8m、落錘質量最大200kgまでの試験が可能です。衝突力は、落錘の形状や重量、高さを調整することで変化させることができます。機械

部品や装置などに高速で錘を衝突させることを模擬する場合に適しています。

(3) 大型落錘試験 (図3)

落錘を所定の高さから自由落下させる方法で実施します。落下高さ最大5m、落錘質量500kg～4tonの試験が可能です。車体等の骨格構造についての試験評価をするのに適しています。この試験装置は、オンサイトでも試験が可能です。

おわりに

上記の試験における衝突の様子はいづれも高速度カメラ (Max 5,000コマ/秒) を用いて撮影され、更なる詳細な変形解析も可能です。

当社では試験のみならず、計画立案、供試体製作などトータルソリューションを提供します。ぜひお気軽にご相談ください。

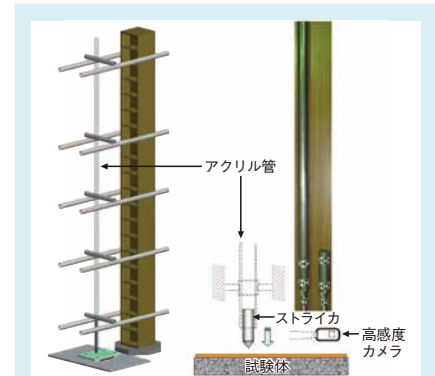


図1 簡易落錘試験

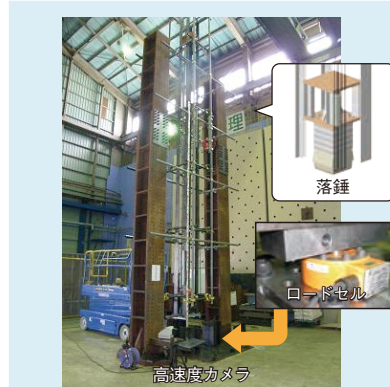


図2 小型落錘試験

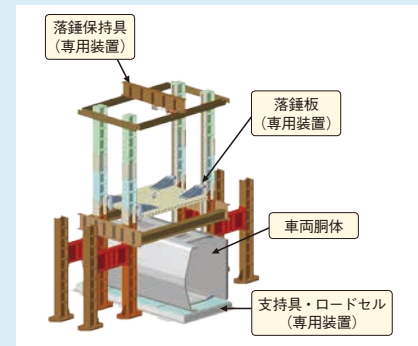


図3 大型落錘試験

お問い合わせ先

【営業本部】

【営業総括部】

TEL:03-3510-3833 FAX:03-3510-3799

【営業企画部】

TEL:03-3510-3827 FAX:03-3510-3799

【東日本営業所】

第1営業部

TEL:03-3510-3801 FAX:03-3510-3799

第2営業部

TEL:03-3510-3801 FAX:03-3510-3799

東北支所

TEL:022-211-8280 FAX:022-211-8281

宇都宮支所

TEL:028-613-1077 FAX:028-613-1078

川崎支所

TEL:044-322-6200 FAX:044-322-6528

【西日本営業所】

名古屋営業部

TEL:052-561-8630 FAX:052-561-8650

大阪営業部

TEL:06-6534-7631 FAX:06-6534-7639

神戸支所

TEL:078-304-5722 FAX:078-304-5723

倉敷支所

TEL:086-447-4621 FAX:086-447-4618

福山支所

TEL:084-945-4137 FAX:084-945-3989

九州支所

TEL:092-263-1461 FAX:092-263-1462

【機能材料ソリューション本部】

TEL:043-262-2188 FAX:043-262-2985

【構造材料ソリューション本部】

TEL:044-322-6626 FAX:044-322-6528

【分析ソリューション本部】

TEL:043-262-4815 FAX:043-262-2199

【計測・プロセスソリューション本部】

TEL:043-262-4181 FAX:043-262-2665

【知多ソリューション本部】

TEL:0569-24-2880 FAX:0569-24-2990

【西日本ソリューション本部】

倉敷 TEL:086-447-4621 FAX:086-447-4618

福山 TEL:084-945-4137 FAX:084-945-3989

【ビジネスコンサルティング本部】

京浜 TEL:044-322-6429 FAX:044-322-6520

詳しくは、当社ホームページで <http://www.jfe-tec.co.jp>

◆このパンフレットの送付中止、宛名変更は jfetecsalesmarketing@jfe-tec.co.jp へご連絡ください

JFE-TEC News <2017>
No.52
2017年7月発行

発行人/山上 伸夫
発行所/JFEテクノリサーチ株式会社 営業総括部
〒100-0004 東京都千代田区大手町2-7-1 (JFE商事ビル7F)
Tel: 03 - 3510 - 3833

Copyright ©2017 JFE Techno-Research Corporation. All Rights Reserved.
本資料の無断複製・転載・WEBサイトへのアップロード等はおやめ下さい。