

解析センターの分析技術の紹介

瀬戸克史 Katsufumi Seto
畑岸琢弥 Takuya Hatagishi
小倉和也 Kazuya Ogura

キーワード 品質評価, 故障解析, 良品解析, 信頼性試験, PCB, RoHS

概要



基盤技術研究所 解析センター

解析センターでは、お客様に信頼性の高い製品を提供するため、製品に使用する材料や部品の品質評価や信頼性試験を実施している。採用基準に合格した部材を選定して製品に適用することで、製品の信頼性を向上できる。

万が一、製品に不具合が発生した場合は、同類の不具合を再発させないために、根本原因を究明する必要がある。そこで故障した製品の状況を把握するため、様々な観察や分析による故障解析を実施している。それら解析結果を製品設計や生産プロセス、使用方法に反映することで、製品品質の向上及び不具合の未然防止に貢献している。

1 まえがき

当社は、様々なお客様に発電機器・変電機器・電子機器・情報機器など多岐にわたる製品を納入している。これらの製品は、多くの材料や部品を使用して製造され、それぞれに高い品質が求められている。

解析センターでは、お客様に信頼性の高い製品を提供するため、使用する材料や部品の品質評価や信頼性試験を実施している。

特に新規採用する部品には、品質の良いものを採用するため、部品採用基準に従い事前に良品解析を行っている。また長年にわたりお客様に安心してご使用していただくために、長期信頼性試験を実施して品質を確認している。万が一、製品に不具合が発生した場合は、故障原因を特定して再発防止対策を製品設計や製造プロセス、使用方法に反映させ、製品の品質向上に貢献している。本稿では、当社の

製品品質を支える解析センターの分析技術を紹介する。

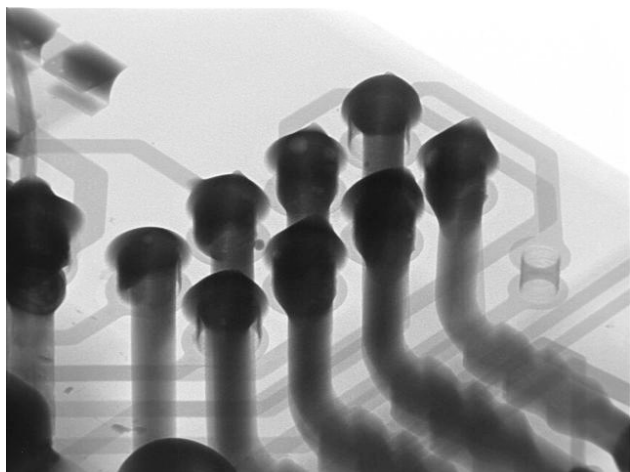
2 故障の未然防止及び高信頼性評価技術

2.1 良品解析

良品解析とは、半導体デバイスなどの内部材質や構造上の欠陥を調査して、将来故障が発生する可能性があるかどうかを推定する分析技術である。解析センターでは、新規採用する部品を調査するにあたり、X線による非破壊観察で内部欠陥の有無を確認し、開封や切断などによる破壊観察で材質の成分を分析している。そして、各々の調査項目で設定された採用基準を基に合否判定を行っている。

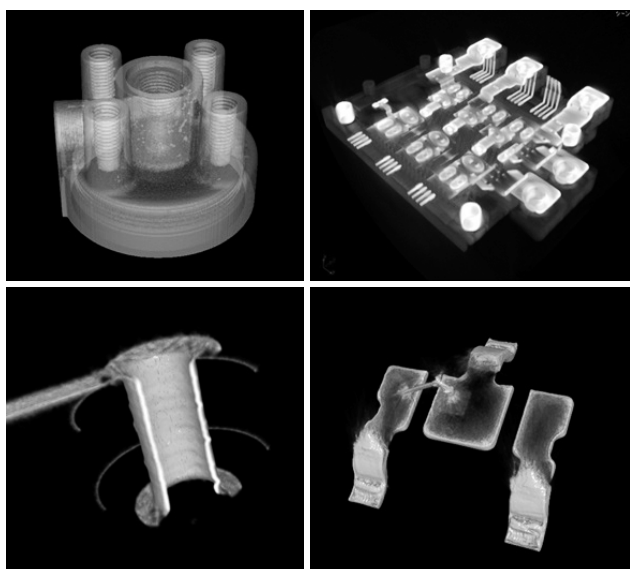
2.1.1 非破壊検査

非破壊検査とは、X線や超音波などを利用して半



第 1 図 プリント基板の X 線透過像

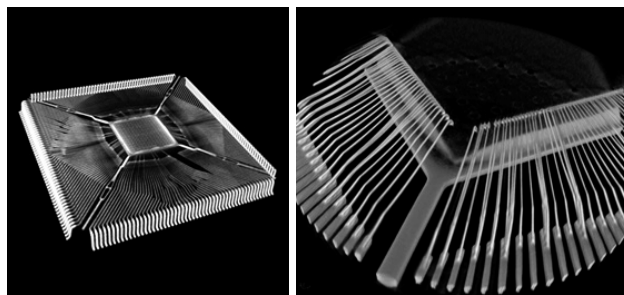
プリント基板を X 線で透過観察し、非破壊ではんだ付け状態を検査する。



第 2 図 各種部品の三次元 CT 観察

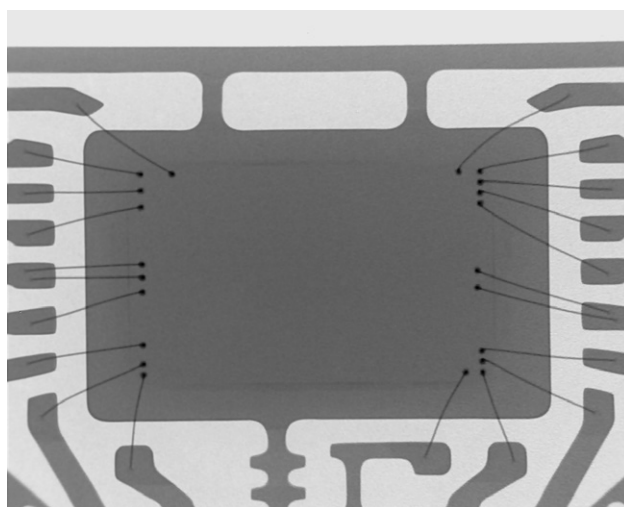
各種部品（アルミ鋳物・IGBT・スルーホール・ダイオード）の三次元 CT 像から、内部構造を検査する。

導体デバイス・実装基板・鋳造部品などを非破壊の状態を検査し、内部の製造状態を確認する評価手法である。解析センターでは、電子部品が実装された基板におけるはんだ付けの状態観察や、部品の内部欠陥の発生状況を検査している。第 1 図にプリント基板の X 線透過像を、第 2 図に各種部品の三次元 CT 観察例を、第 3 図に IC チップの三次元 CT 像の一例を示す。部品の内部構造を X 線で検査することで、将来の故障に影響する欠陥や異物などの有無を調査している。



第 3 図 IC チップの三次元 CT 像

IC チップの三次元 CT 像から、内部構造を検査する。



第 4 図 IC チップの X 線透過観察例

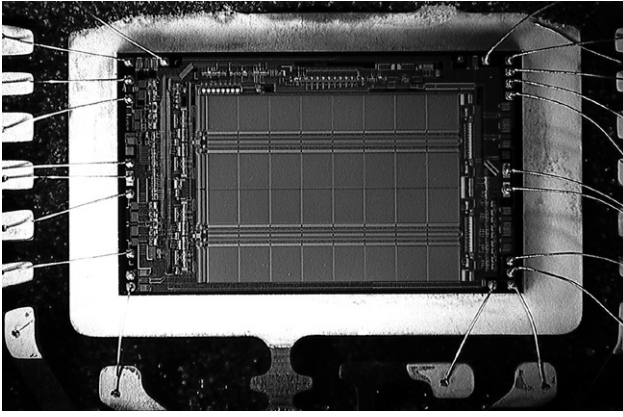
半導体デバイスを X 線で透過観察し、非破壊で IC チップのワイヤ配線構造やボイド有無を検査する。

2.1.2 内部検査

内部検査とは、電子基板に実装される半導体デバイスの樹脂パッケージを開封して、半導体デバイス内部にある IC チップの品質を確認する評価手法である。第 4 図に IC チップの X 線透過観察例を、第 5 図に開封例を示す。レーザ開封機を導入して、極小部分でもボンディングワイヤなどの内装を破壊することなく、正確かつ短時間で開封する技術確立した。

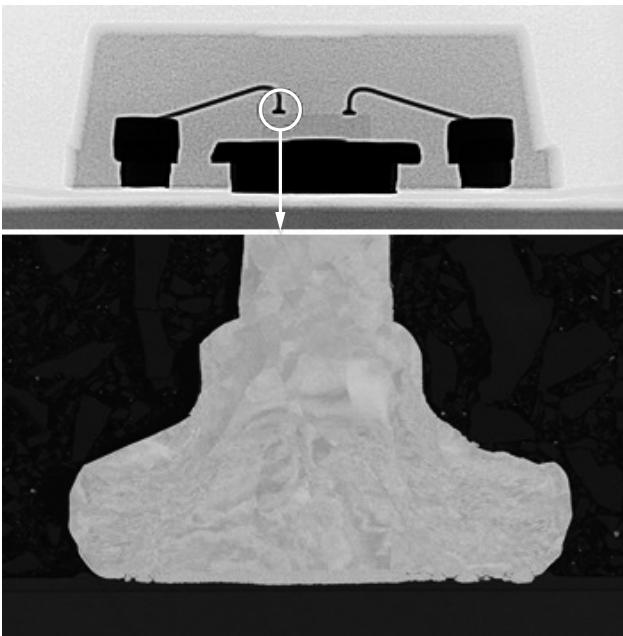
2.1.3 断面構造検査

断面構造検査とは、電子基板に実装されている半導体デバイスのはんだ接合やめっき状態、IC チップの構造解析を行うため、部品の断面を作製して内部構造を検査する評価手法である。第 6 図に IC チップ



第 5 図 ICチップの開封例

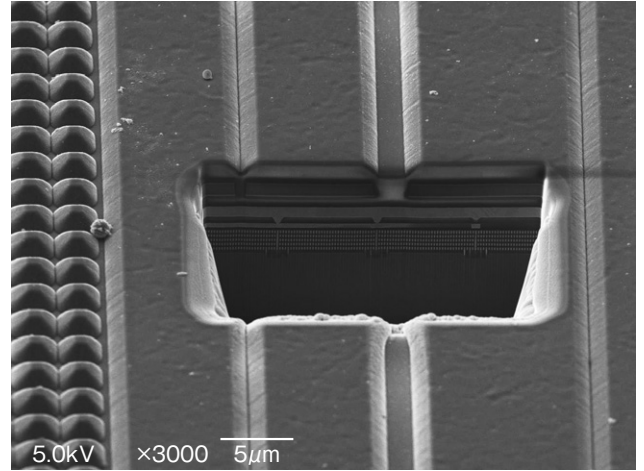
半導体デバイスの樹脂パッケージを開封し、樹脂内部のICチップの構造を検査する。



第 6 図 ICチップのワイヤ接合部の断面

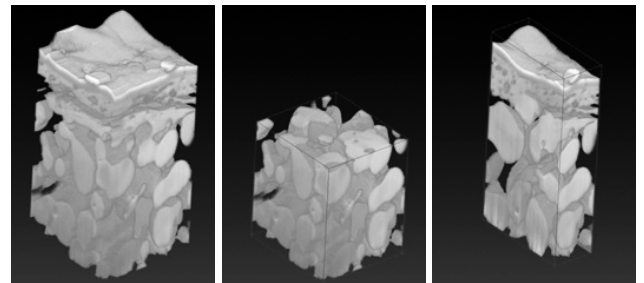
ICチップのワイヤ接続部を断面観察し、ワイヤの接合状態を検査する。

ワイヤ接合部の断面を、第 7 図にICチップのFIB (Focused Ion Beam) 断面加工の一例を示す。イオンビーム加工機を搭載した電子顕微鏡 (FIB-SEM) を導入し、従来では困難だった微小接合部の状態を精密に加工及び観察する技術確立した。また、本装置は深さ数 μm レベルを連続して加工・観察できるため、金属材料の三次元構造解析なども実施できるようになった。第 8 図にFIB加工による三次元構造解析例を示す。これによって金属粒子



第 7 図 ICチップのFIB断面加工

ICチップをFIB断面加工し、ICチップの断面構造を検査する。



第 8 図 FIB加工による三次元構造解析

金属材料の粒子形状と分散状況を三次元構造解析する。

状態の可視化が可能となり、信頼性向上に貢献している。

2.2 信頼性試験

信頼性試験とは、購入部品・製品・材料などの故障発生を予測・予防するために、設置環境に基づいた加速条件下で潜在的な欠陥を顕在化させ、故障率や寿命を推定し、要求性能を満たしているかを評価する試験である。代表的な試験機の一つとして、第 9 図にスーパーキセノンウェザーメータを、第 10 図にガス腐食試験機を示す。解析センターでは、過去の実績を基に独自の評価条件や基準を設け、使用環境に即して評価している。海外調達品の積極的な採用が進められる中、製品の更なる品質向上のため、良品解析や耐環境試験のノウハウを蓄積している。



第9図 スーパーキセノンウェザーメータ

耐候性試験で、屋外環境の温湿度サイクル・紫外線照射・雨水暴露による劣化の有無を評価する。

.....

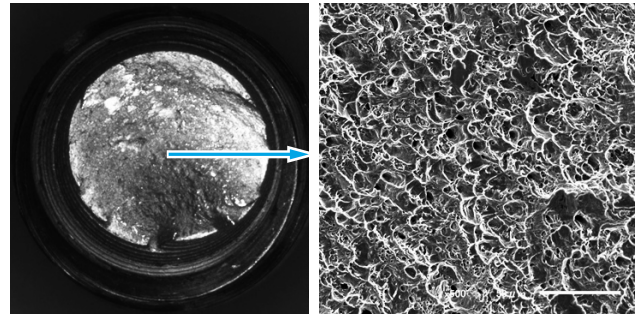


第10図 ガス腐食試験機

ガス暴露試験で、接触部品の腐食性ガスによる耐腐食性を評価する。

3 故障の再発防止のための分析技術

故障解析とは、納入先や製造工程で発生した故障品の状況を調査して故障原因の究明をする技術である。解析センターでは、故障解析の結果を基に、製品設計や製造プロセス、使用方法を改善して製品の品質や信頼性の向上に貢献している。例えば、第11図に示すようにボルトなどの構造部品の破壊・折損は、破断面のマクロ・ミクロ解析によって疲労・衝撃・応力腐食などの破壊形態や破壊の起点や進展方向をつかむことで破壊のメカニズムを解明し、設計改善・再発防止につなげている。



第11図 ボルトの破断面

過荷重の影響による急速延性破壊で破断に至ったボルトの破断面を示す。破損した部品の破断面観察で、破壊原因を特定する。

4 環境規制有害物質分析技術

4.1 微量PCB (Poly Chlorinated Biphenyl) 分析

変圧器・リアクトル・計器用変成器・整流器では、1954年から1972年に製造された一部の機器にPCB入りの絶縁油が使用されていたが、1972年以降PCB使用機器の製造は全面廃止された。微量のPCB混入の疑いがある絶縁油を使用した電気機器が廃棄対象となった場合、解析センターでは廃棄物処理法及びPCB特別措置法に基づき絶縁油PCB濃度を測定している。

4.2 RoHS (Restriction of Hazardous Substances) 指令対象物質分析 (ISO 17025 認証)

RoHS・REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) などの有害物規制は世界的な規模で広がり、併せて評価方法も制定されている。環境配慮型製品の設計には、製品に含まれる化学物質を把握することが重要である。解析センターは、第三者機関が認定する国際的な試験所認定 (ISO17025) を取得し、有害物規制物質を分析している。

5 むすび

製品に使用される材料や部品の品質評価・信頼性試験・故障解析について、解析センターが保有す

る分析技術の概要を紹介した。

今後も解析センターでは分析技術を蓄積し、製品に組み込む材料・部品の品質を迅速かつ正確に見極めることで、高信頼性製品の提供を支援していく。万が一、製品に不具合が発生した場合は、分析の視点から故障原因を徹底的に究明し、社内部門と連携して確実な再発防止対策を提供していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



瀬戸 克史
Katsufumi Seto

基盤技術研究所
部品・材料の品質評価及び故障解析業務に従事



畑岸 琢弥
Takuya Hatagishi

基盤技術研究所
部品・材料の品質評価及び故障解析業務に従事



小倉 和也
Kazuya Ogura

基盤技術研究所
部品・材料の品質評価及び故障解析の管理業務に従事
