

解析評価センター紹介

パイオニアにおける解析評価技術とその役割

宮崎 秀裕 , 友宗 康博 , 杉田 幸夫 , 田中 聡

Hidehiro Miyazaki, Yasuhiro Tomomune, Yukio Sugita, Satoshi Tanaka

吉田 清美 , 黒川 貴子 , 大竹 健一郎

Kiyomi Yoshida, Takako Kurokawa, Kenichiro Ohtake

要 旨 品質の維持・向上はパイオニアグループ全体の永遠のテーマであり、業界トップの品質を実現し保持するためには設計段階での十分な信頼性検証、量産段階での作り込み品質の向上を計り、市場への不良流出を防止することが不可欠である。

しかし、先端技術を用いた複雑な機器やシステムには設計段階や製造段階あるいは信頼性試験では予測出来なかった重大な信頼性にかかわる欠陥が潜在するのが常である。

これらの不具合発生によるリスクを素早く回避するためには、高度な危機管理能力を持ち対応することが重要である。本稿では、全社支援組織である解析評価センターの解析評価技術のねらいと概要について紹介する。

キーワード： 解析評価センター、信頼性検証、解析の速さ、問題解決、
解析結果の信頼度、成分分析、故障解析

1. 解析技術とその役割

家電製品に代表される民生機器の多くは、1990年頃からの高密度実装技術の目覚ましい進歩により、特にポータブルの領域については製品の小型化、薄型化、軽量化が加速され、また別の領域では、商品の更なる付加価値を高めるための機能拡充、あらたなメディア商品の開発および異種カテゴリーの合体商品の市場導入などが次々と行われ、我々のライフスタイルを変えてきた。

一方これらを生産する現場では、実装技術の進歩に伴う各種部品の小型化、回路基板の高密度化に対応できる生産ラインの改善および品質管理基準の見直しも行ってきたが、新たな問題

も発生してきている。例えば、従来問題にならなかった大きさのゴミ（解析の世界では異物と呼んでいる）が部品の小型化、回路基板の高密度化により、電氣的短絡や接触障害要因となって顕在化してきており、その対策に苦慮しているのが現状である。製品についているゴミは検査を行い発見されれば取り除けるわけであるが、いわゆるモグラタタキの対策では再発は防げず、生産コストの増加にもつながる。再発を防止するためにはこのゴミの成分を分析し、分析結果から発生源の特定およびその除去を行うことが重要である。たかがゴミといえども地道な取り組みと高度な解析技術が必要である。

他にも部品の小型化による機械的強度低下、

使用環境の多様化による各種物理的・化学的現象が不具合として増加傾向にあり、これら一連のメカニズムを解明するためには分析装置を含めた高度な解析技術力が必要とされ、解析技術は効率的な対策および効果的な品質改善を行うための技術として、世界を品質でリードする企業には不可欠な技術であるといえる。

2. 解析評価センターの組織的な位置付け

2.1 解析評価センターの生い立ち

(現)解析評価センターは1976年カー・エレクトロニクス事業部川越工場開発部で、「ICメーカーと対等に議論が出来るアSEMBリメーカー」を目指しICなどの開封解析を始めたのがそのルーツである。

その後、自動車メーカーとのビジネスの急成長と共に、従来のアフターマーケット向け商品開発とは次元を異にする信頼性が求められるようになり、1985年にICオープナー導入、また1987年には当時アSEMBリメーカーとしてあまり例を見ない走査型電子顕微鏡を設置した信頼性センターへ発展、カービジネスの拡大上の重要な役割を果たしてきた。

2.2 組織的な位置付け

近年、パイオニアビジョンで明確化されているようにPDPに代表されるディスプレイ事業やDVD-R/Wドライブのようなコンポーネント事業も成長過程にあり、高度専門技術スキルを活かした全社サポート体制への変革として、2000年10月にMECの組織下にあった信頼性センター・解析技術課を本社組織に移行し、2001年6月解析評価センターへと変革した。さらに2002年6月には活動拠点を鶴ヶ島総研ビルへ移し、設備投資に伴うスペース確保ならびに対顧客と対社員双方に対し活動環境も大きく改善した。

2.3 解析評価センターに求められているもの パイオニア株式会社の市場(最終顧客)が求

めているものは価格や機能のみならず、究極は業界No.1品質の実現によるパイオニアブランドへの信頼である。

社内顧客である各事業部門は「問題解決」「問題の未然防止」に対する解析評価センターへの期待として「解析の速さ」や「解析結果の信頼度」を求めており、この実現のため、同時に我々は保有技術資産や知識情報、スキルを用いた高度な解析評価結果のアウトプットに加え、意識的に付加している問題解決のためのテクニカルアドバイスが外部分析機関への委託では得る事が出来ない、顧客への付加価値提供と考えている。

「問題の未然防止」という観点からは、初期故障あるいは寿命トラブル発生を未然に防止し製品品質を向上させる予防措置が主であるが、品質は故障や寿命などの信頼性だけではなく、安全性、サービス性なども含まれる。最近では環境保護を目的としたリサイクル性や廃棄時の環境影響に対する安全性も世界的なレベルで品質の一部として要求されている。

従来環境分析といえば、水質汚濁法や土壤汚染防止法などに代表される国や地方自治体の指示によって専門機関が行う特殊領域のイメージが強かったが、最近ではグローバルな環境課題に対して、企業自らが社会的責任を持って積極的に分析を行い、有害な物質の排除に取り組まなければならない時代へと移ってきている。

3. 解析評価センターの業務概要

3.1 解析、分析に関する業務

3.1.1 故障解析業務

工程あるいは市場で発生した故障を、各種解析装置によって故障モードおよび故障メカニズムの解明を行う業務である。

故障解析とは報告された故障を確認し、故障のモードあるいは発生メカニズムを明らかにするために必要に応じて電氣的測定と物理学、金属学および化学的な解析手法を用いて、部品あるいはユニットの故障後の原因調査をすることである。

3.1.2 環境課題支援業務

各種環境法令の把握および製品に使用される各種部品の環境負荷物質の分析を行う業務である。

3.1.3 部品不良の未然防止に関する業務

非破壊観察、分解・開封調査などにより部品の潜在的な不具合を抽出し、品質改善のためのテクニカルアドバイスをを行う業務である。

3.2 新解析技術の探求に関する業務

解析技術力向上のための新解析手法の探求、および解析装置能力の調査を行う業務である。

3.3 外部解析委託時のマネジメントに関する業務

顧客の得たいことを理解し最適な手段と結果の提供を目的として、解析評価センターの解析技術能力を補完、および解析ノウハウ取得のための外部解析機関委託実行に関する業務である。

4. 解析評価技術の概要

4.1 解析の種類

解析はその目的に応じて故障解析と良品解析に大別しており、故障解析については便宜上4つに分類している。図1に故障解析の種類と対応策を示す。

4.2 解析と装置

解析は大きく分けると観察の分野と、無機

物質や有機物質などの成分分析の分野とがある。各装置の詳細説明は省略するが、観察の分野は各種光学顕微鏡、マイクロフォーカスX線CT装置、走査型電子顕微鏡、共焦点レーザー顕微鏡が主な装置であり、解析試料の大きさや解析の目的に応じて使い分けている。

成分分析の分野は無機物質の分析に関しては、エネルギー分散型分析装置(EDX)、蛍光X線分析装置(XRF)、誘導結合型プラズマ分光分析装置(ICP-AES)、光電子分析装置(XPS)などが主な装置であり、有機物質の分析に関しては、フーリエ変換赤外分光分析装置(FT-IR)が主に活用されている。解析の種類と代表的な使用装置についての一般的関連を表1に示す。

4.3 解析手順

解析の手順は解析の種類やその目的によって異なるが、その都度適切な手順を決定することが重要である。ほとんどの解析案件は対象試料が1個しか無く、さらに故障原因箇所が部品内部であることが多いため、解析を進めて行くと試料は最終的にはバラバラとなり、元の姿が残らないことを事前に認識しておかなければならない。

特にICをはじめとする半導体の解析は最終的には破壊解析であり、間違った手順を踏むと必要なデータや結果が得られない場合もある。

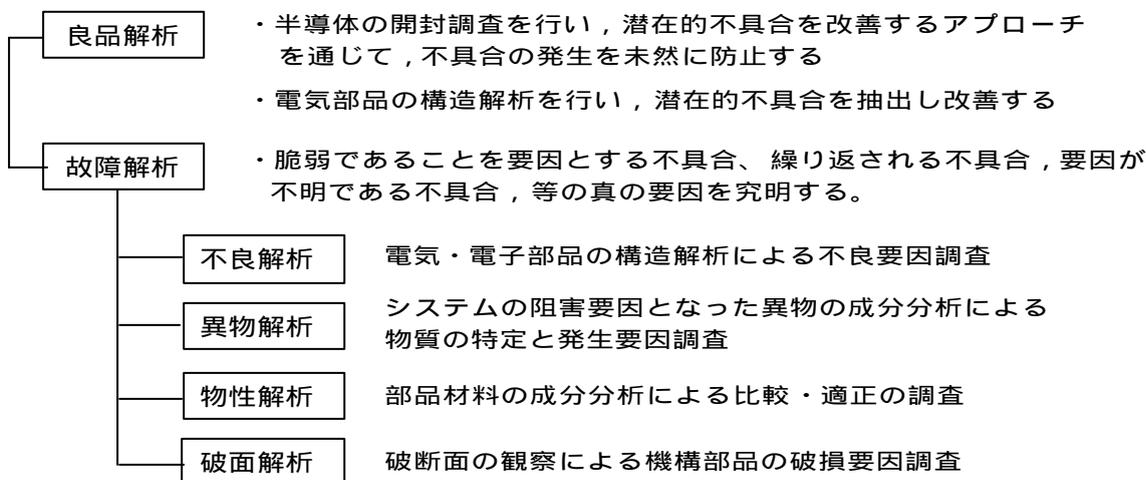


図1 故障解析と対応策

解析評価センターのメンバーは永年の解析経験により、装置の選択を含む適切な手順の決定を行っている。解析手順の概略を図2に示す。

5. 解析の主な内容

5.1 故障解析

一口に故障といってもいろいろなケースがある。例えば、

- (1)市場あるいは製品の生産工程で動作不良となった電気・電子部品および機構部品の故障
- (2)製品の生産工程要因で不具合となったと

推定される部品で、改善あるいは処置のための原因究明が必要とされる故障

(3)正規の生産で生じた傷・変形・破壊などで初期的に異常が無かったと判断される構造部品の故障

(4)部品そのものの問題ではないが、何らかの外的影響を受けて正常に機能しなくなった部品の故障

などである。故障の発生状況で解析の内容も異なってくる。ここでは、故障解析に関する非破壊観察の技術について幾つか紹介する。

表1 解析の種類と代表的な使用装置の関連

	良品解析	不良解析	異物解析	物性解析	破面解析
X線透視装置		()			
実体顕微鏡					
金属顕微鏡		()			()
ICオプナー					
電子顕微鏡					
EDX (EDS)	()				
FT-IR					
蛍光X線分析装置	()				
光電子分析装置	()				
共焦点レーザー顕微					
ICP-AES	()	()			

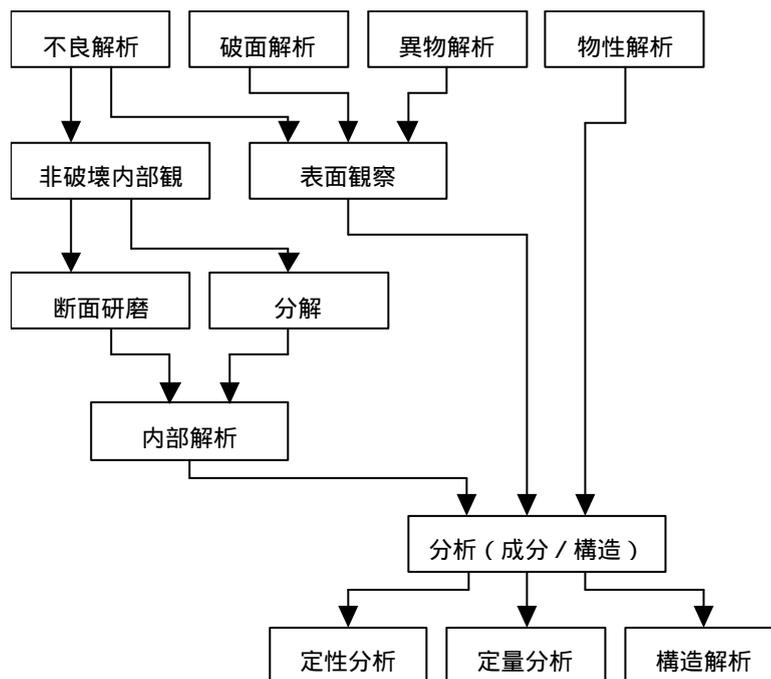


図2 解析手順の概略

5.1.1 非破壊解析技術

医療の分野では治療の前には必ずX線検査やNMRによる検査が行われる。最近では解析の分野でも非破壊による解析が常識となってきた。非破壊検査の代表はX線による内部透視観察であるが、最近ではCT機能を有した高解像度のマイクロフォーカスX線装置が使用されるようになり、非破壊で断面の観察も出来るようになった。非破壊検査の効果は、分解および破壊を行わずに内部の状況を把握できることで、次の解析ステップへの手掛かりとなるばかりか、分解および破壊後の不具合箇所状態の証拠ともなる。

5.1.2 X線による膜厚測定

X線といえば、健康診断などで行うレントゲン検査を思い出すように、どちらかと言えば観察の分野であるが、X線源を用いた成分の分析装置も数多く存在する。最近汎用性の高い分析装置として、環境の分野でも注目を浴びている装置に蛍光X線装置がある。蛍光X線装置は分析したい試料にX線を照射し、試料から放出される蛍光X線のエネルギーを解析し試料の構成元素成分あるいは微量含有成分を調べる物である。

この蛍光X線分析装置は元素成分の分析のみならず、X線が試料の奥深く迄到達する性質を利用して、コネクタなどの接点部のメッキ膜厚を測定することが可能である。

従来、メッキの厚みを測定するためには接点部を特殊な樹脂に埋め込み、切断機や研磨機を用いて断面を作成し、光学顕微鏡や電子顕微鏡でメッキの厚みを計測していたが、蛍光X線によるメッキ厚の測定は非破壊であり、解析サンプルの現状保持とともに測定効率および測定精度向上に効果的な装置である。

5.2 解析事例

解析事例 1: BGAICの基板との接合状態X線CTによる非破壊断面断面観察

BGA(Ball Grid Array)の接合は、IC下部に設けられた半田ボールと回路基板によって行われるため、搭載後は外部からの接合状態の確認が出来ない。従来は特定の接合部を選定し、その

部分の切断および研磨加工によって接合状態あるいはボールの変形を確認していたが、X線CTは切断や研磨を行うことなく、非破壊でボールの接合状態を観察することができる。図3に観察写真を示す。

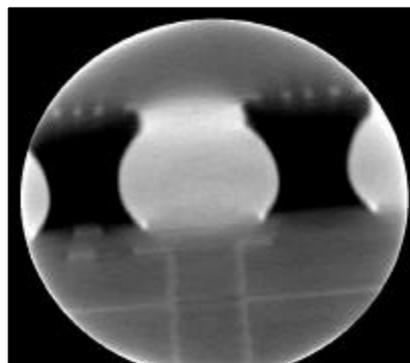


図3 X線CTでの接合状態の観察

解析事例 2: 回路基板上のマイグレーション電子顕微鏡による観察とEDSによる分析
電子部品を長時間使用していると故障を起こすことがある。この故障の一つに絶縁不良があり、また製品の信頼性評価段階での高温高湿動作試験あるいは温度サイクル試験後の回路間短絡不良も少なくない。この原因を追究していくと、基板の配線や部品の電極として使用した金属が絶縁物の上を移動し、電極間を短絡させた状態を発見することがあり、この現象をイオンマイグレーションと呼ぶ。これを図4に示す。

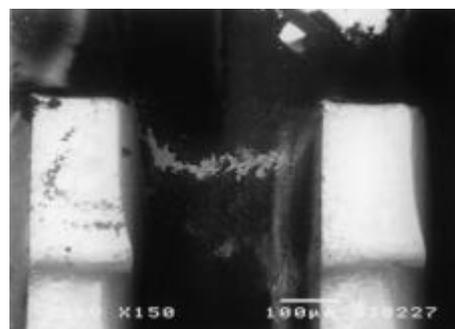


図4 イオンマイグレーション

解析事例 3: IC ボンディング部の異常拡散

断面研磨およびレーザー顕微鏡による観察

ボンディングワイヤーの接合時の温度が高

かったり、動作時の温度が極端に高かったりすると Au と Al の拡散は急速に進行を続け、Au-Al の拡散層は厚みを増し、最後は半導体チップのパッド部の Al が消失する。さらに加熱を続けると Au-Al の拡散層に Au が拡散することで、拡散層にはボイドや酸化が生じ最終的には接合部の高抵抗化あるいは剥離が生じる。レーザー顕微鏡による観察写真を図 5 に示す。

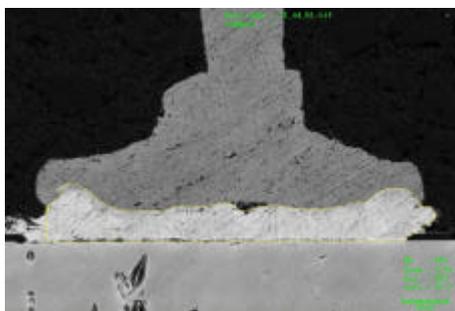


図 5 レーザー顕微鏡による観察写真

6. 解析遂行に必要なもの

6.1 解析スピード

前述したように解析評価センターの主な業務は、各カンパニー、各事業所、国内外関係会社に於ける品質維持向上に対する取り組みを、解析を通じサポートする事にある。工程あるいは市場で発生した不具合に対する対策の遅れは、大きな生産ロスやサービス費用の増大を生むばかりか、特に OEM 商品に関しては OEM 顧客からの信頼を著しく損なうことになる。

従って、発生した問題を素早く解決するためには、不具合の発生原因やメカニズムを迅速に究明しなければならない。解析評価センターでは依頼者からの回答希望日の遵守を重要な活動目標として活動しており、関連部門から高い評価を頂いている。

6.2 各種既知物質 DB

顧客にお渡しする解析結果は、装置から得られた分析結果だけではなく結論(依頼者が望むもの)の提供が重要である。保有装置の多さや分析技術力は外部解析機関のほうが上であるが、真の原因を究明するためには、製品個々の特質、生産工程、市場環境などの知識や過去のノウハウも持っていることが不可欠であり、また、解析評価センターは成分分析の領域において物質を特定する上でのオリジナルの既知物質 DB を保有しており、各種分析の特定に威力を発揮している。

6.3 コミュニケーション

解析評価センターはパイオニア社内にあることで、各カンパニーおよび各事業部の関連部門と密な情報交換が計れ、問題を深く掘り下げて究明することが可能である。解析(分析)するものを詳細かつ客観的に観察することは勿論重要であるが、問題発生の際や現在の状況把握のための顧客とのコミュニケーションが適正な解析を行う上で不可欠であると考えている。

7. まとめ

今後、解析評価センターは全社解析支援組織として、あらゆる面でさらに分析技術力を高めて行かなければならないが、特に商品の高密度化と並行して、最近の LSI の配線ルールは既にサブミクロンの世界へと移って来ており、光学顕微鏡をはじめとする既存の観察技術では配線表面の観察さえも十分な対応が出来なくなりつつある。また断面解析においても同様あり、微細化する高集積度 LSI 内部の欠陥を探るためには超微細加工技術へも足を踏み入れて行かなければならない。また、製品のライフサイクル(企画、開発・設計、製造、販売、サービス)の各ステージに対する解析支援を拡大充実させ、顧客価値創造を可能とする取り組みも積極的に推進させて行く必要がある。いずれにしても、関連部門の方々と一緒に知恵を出し合っ取り組むことが最も重要であると考えている。

筆 者

宮崎 秀裕 (みやざき ひでひろ)

- a. 技術生産統括部 解析評価センター
- b. 1979年4月
- c. 光ディスクの量産業務を経て2003年に解析センター所長に就任

友宗 康博 (ともむね やすひろ)

- a. 技術生産統括部 解析評価センター
- b. 1969年4月
- c. 電気部品の開発, 検定業務を経て1985年から解析業務に従事

杉田 幸夫 (すぎた ゆきお)

- a. 技術生産統括部 解析評価センター
- b. 1977年4月
- c. 部品の量産管理業務を経て1985年から解析業務に従事

田中 聡 (たなか さとし)

- a. 技術生産統括部 解析評価センター
- b. 1990年4月
- c. 電気部品の検定業務を経て1985年から解析業務に従事

吉田 清美 (よしだ きよみ)

- a. 技術生産統括部 解析評価センター
- b. 1986年4月
- c. 入社以来解析業務に従事, 特に半導体の開封解析を永年経験

黒川 貴子 (くろかわ たかこ)

- a. 技術生産統括部 解析評価センター
- b. 1988年4月
- c. 入社以来解析業務に従事, 特に半導体の開封解析を永年経験

大竹 健一郎 (おたけ けんいちろう)

- a. 技術生産統括部 解析評価センター
- b. 1993年4月
- c. 電気部品の検定業務を経て2002年から解析業務に従事