

フーリエ変換赤外分光光度計を用いた 顕微 ATR イメージングによる ダメージフリーの不良/異物分析

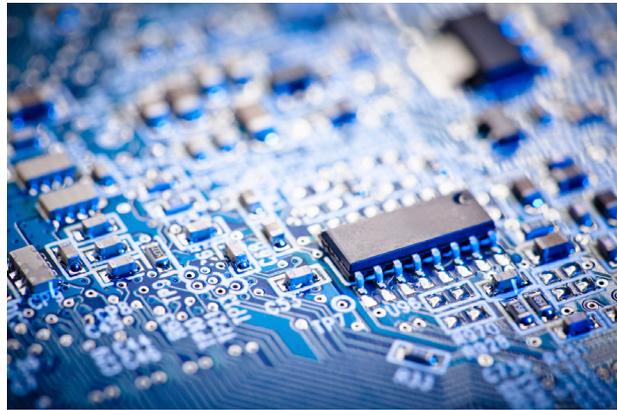
アプリケーションノート

エレクトロニクスと半導体

著者

Dr. Mustafa Kansiz, Dr. Kevin Grant

Agilent Technologies, Mulgrave, VIC,
Australia



はじめに

エレクトロニクスおよび半導体業界は、生産性を最大限に高め、ダウンタイムを最小限に抑えるために、不良/異物分析に大きく依存しています。テクノロジーの進化に伴い、製造されるデバイスは小型化が進み、その製造プロセスの複雑性は増しています。微粒子汚染や化学汚染によって生じるダウンタイムはコストがかかるため、製造業の成功を左右する非常にクリティカルなものになっています。どのような汚染であっても、高い精度と信頼性で不良/異物が分析され、原因が特定されて問題が解消するまでは、製造工程を停止する必要があります。この一連のプロセスにかかる時間を最短に抑えることで、多額の費用を節約できます。

フーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR) は、ほとんどすべての材料の化学組成の同定とモニタリングを実現する非破壊分析法です。この手法では試料に赤外線を照射し、透過 (あるいは反射) 光を分光することで赤外線吸収スペクトルを取得し、試料の分子構造や状態を計測します。現在、固有の分析機能を備えたさまざまな FTIR 機器が販売されています。Agilent Cary 620 イメージングシステムは FPA (二次元平面に検出素子を配列した二次元アレイ検出器) を使用して、従来あきらめていた微小物・微小域の赤外分析を可能にします。サンプル前処理が最小限に抑えられ、専門家でなくても一連の測定プロセスをわずか数分で完了することができます。データをケミカルイメージの全ピクセルから非常に高い分解能で抽出することができます。2 μm 程度の微小な異物も容易に判別され、市販の赤外ライブラリによるスペクトル検索によって、成分を容易に同定することができます。

手法

サンプル採取

LCD カラーフィルタとプリント回路基板 (PCB) を 2 社のメーカーから受け取りました。両社は従来の分析法で各部品の不要な粒子の存在を特定しようとしたが、いずれも成功せず、異物が製造工程に与える影響を評価するため、異物の組成や由来について検討する必要がありました。

サンプル前処理

各メーカーから受け取った両サンプルを顕微鏡のオートステージにセットするだけで顕微 ATR でのサンプル測定、データ取得の準備が整いました。サンプルの包埋等のサンプル前処理の必要なく、また、サンプルは測定後、ステージから外して梱包し、メーカーに返送しましたが、サンプルの損傷はもちろんのこと分析を行った痕跡すら残っていませんでした。

使用機器

Agilent Cary 620 FTIR 顕微鏡を 64 x 64 二次元アレイ (FPA) 検出器および Agilent Cary 660 FTIR と組み合わせて使用し、高い空間分解能のケミカルイメージを得ました。ゲルマニウム ATR アクセサリーを使用し、ピクセル分解能 1.1 μm のデータを取得し、Agilent Resolutions Pro ソフトウェアを使用して処理しました。装置の操作パラメータを表 1 に示します。

表 1. Agilent Cary 660 FTIR と 620 FTIR 顕微鏡の操作パラメータ

パラメータ	値
スペクトル分解能	8 cm ⁻¹
積算回数	128
測定波数範囲	4000~900 cm ⁻¹
ピクセル分解能	1.1 μm/ピクセル
視野 (FOV)	70 x 70 μm
スペクトルの総取得本数	4096
測定時間	4 分

LCD 画面上の微小異物の同定

「ほこり」によるごく小さい斑点が LCD カラーフィルタの表面を汚染しているようでした。顧客は、粒子の原因について非常に懸念し、由来を確認し問題を改善できるように迅速かつ高い信頼性での同定が依頼されました。フィルタは顕微鏡のオートステージに単に置いただけで、受け取った状態のまま測定しました。アジレント独自のライブ FPA イメージング技術を使用し、ATR モードで測定を実行しました。この技術では赤外線カメラのように "赤外の目" で ATR プリズムとサンプルの接触状態をリアルタイムにモニターすることができるため、ダメージを受けやすいサンプルも損傷なく分析できます。この FTIR 顕微

イメージングでは $70 \times 70 \mu\text{m}$ の領域のイメージをピクセル分解能 $1.1 \mu\text{m}$ で取得し、異物および基材の分子組成を分析しました。Resolutions Pro ソフトウェアを使用して、スペクトル (基材と異物のスペクトルを含む 4096 個のスペクトルを 4 分以内で取得できます) を処理し、汚染物質に特徴的な 1017 cm^{-1} のピークの強度比でケミカルイメージを作成しました (図 1)。社内のスペクトルライブラリの検索から、この汚染物質は、フィルタの各層を離しておくために使用されるスペーサと特定され、製造後に付着したものと判断されました。

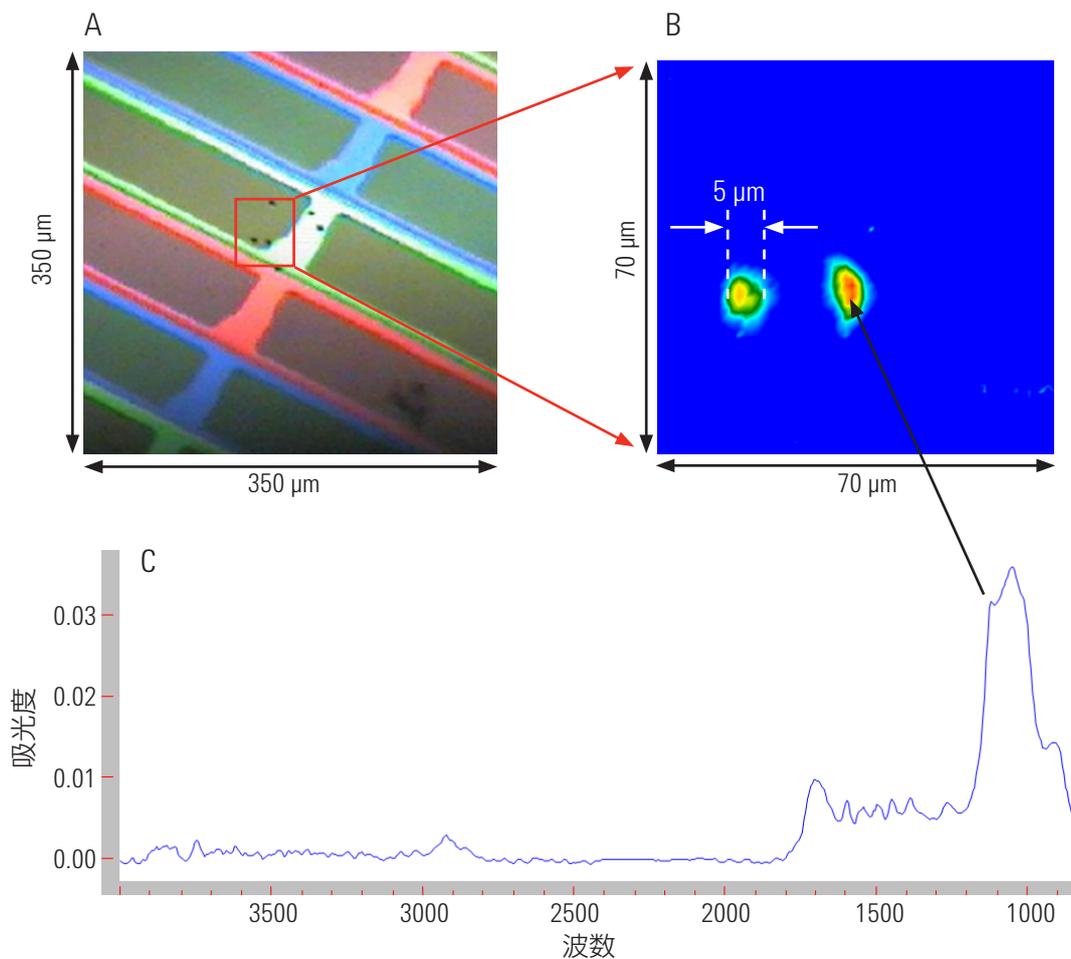


図 1. LCD カラーフィルタ内の微粒子汚染 A) 汚染異物の可視イメージ、B) 1017 cm^{-1} での吸光度をベースとするケミカルイメージ、C) 異物の 1 つからの単一ピクセルスペクトル

プリント回路基板 (PCB) 上の汚染の特定と特性分析

プリント回路基板 (PCB) は、非導電性の基板に積層された銅シートからエッチングされた導電トラックやパッドなどの機能を使用して、電子部品を固定して配線しています。PCBは、現代の生活では至る所にありますが、各部品は基板が正確かつ確実に機能するために適切に絶縁または接続されている必要があります。軽微な汚染であっても問題となります。図 2 の PCB を供給した顧客は、アジレント独自のライブ ATR イメージングシステムではなく、別のベンダーの顕微 ATR イメージングシステムを使用して事前に PCB のトラブルシューティングを試していま

した。基板中心部の大きな白い領域は、ATR プリズムの過剰な接触圧力が原因で生じた重大な損傷です。リアルタイム ATR イメージング技術を用いた Cary 620 FTIR を使用したその後の分析では、このようなデリケートなサンプルでも ATR プリズムの接触圧力でダメージを受けることはありませんでした。測定条件が決まった後、ケミカルイメージを取得し (図 2)、Resolutions Pro ソフトウェアを使用して処理します。異常な部位は、イメージが取得されるとすぐに明確になります。スペクトル検索の結果、汚染された斑点は、製造後に適切に洗浄されなかったポリエーテルイミドであると特定されました。

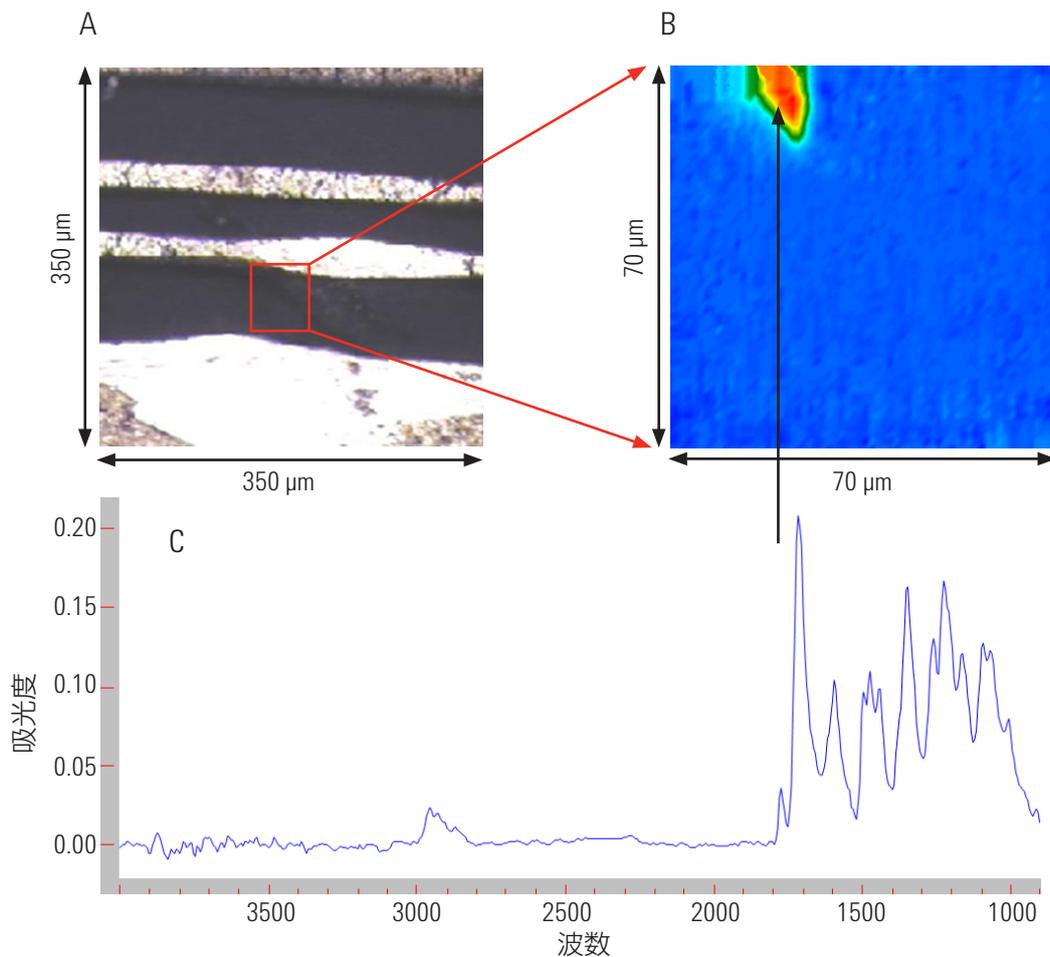


図 2. 可視画像 (A)、 1720 cm^{-1} での吸光度をベースとするケミカルイメージ (B)、異物位置のピクセルから抽出したスペクトル (C)。可視画像の白く大きく広がってしまった部分はアジレントのシステムを使用する前に、他のベンダーの二次元アレイ検出器 (FPA) を用いた ATR イメージングシステムを使用して異物を同定しようとして失敗したときの損傷です。

この分析では、ATR イメージングを使用すれば、いかに汚染物質を迅速に特定し問題を解決して、正してダウンタイムや製品不具合の原因究明にかかる費用を軽減できるかを示しています。

結論

Agilent Cary 620 FTIR 顕微イメージングシステムを使用すれば、電子部品上のわずか数 μm 程度の微小な異物を、非破壊的な手法により数分で、損傷や痕跡を残すことなく、容易に定性分析できます。数ミクロンほどの小さな粒子の分析が必要な場合、極めて優れた分解能を実現したアジレントの Cary 620 FTIR イメージングシステムのライブ FPA が唯一の分析手法です。汚物、ほこり、皮膚、はんだ粒、油、配線の切れ端のような物質を信頼性の高い非破壊的な手法で定性分析することができます。FPA を用いた顕微イメージングは高い空間分解能の化学情報を数分で提供します。化学組成を分析し異物の原因を迅速に突き止めることによって、製造ダウンタイムを大幅に短縮し、製造の効率と生産性を向上させます。

www.agilent.com/chem/jp

アジレントは、本文書に誤りが発見された場合、また、本文書の使用により付随的または間接的に生じる損害について一切免責とさせていただきます。

本文書に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに変更されることがあります。著作権法で許されている場合を除き、書面による事前の許可なく、本文書を複製、翻案、翻訳することは禁じられています。

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc. 2014

Published October 1, 2014

Publication number:5991-5223JAJP



Agilent Technologies