

X線光電子分光法による微小異物の同定手法の開発

電子情報部 ○奥谷潤 筒口善央 的場彰成

1. 目的

電子機器の小型化・高機能化に対応するため、使用されるプリント配線基板において電子部品実装の高密度化が進んでいる。しかし、高密度実装されたプリント配線基板では、図1に示すような1mm未満の微小異物のはんだ付け不良や端子間付着による短絡などを引き起こし、機器誤動作の原因になり得る。このような微小異物が有機物の場合、フーリエ変換赤外分光法 (FT-IR ; Fourier Transform Infrared Spectroscopy) などの従来の同定手法では十分な感度が得られず同定が困難である。

そこで微小な有機物に感度のあるX線光電子分光法 (XPS ; X-ray Photoelectron Spectroscopy) による同定手法を検討した。

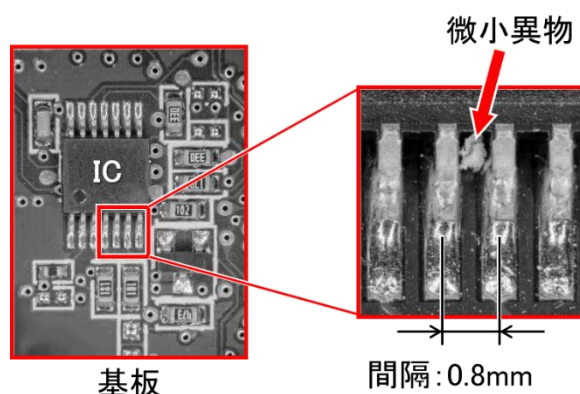


図1 プリント配線基板の微小異物の例

2. 内容

2.1 異物候補データベースの作成

実際の生産現場における部品実装、はんだ付けなどの各工程から異物候補試料を採取・収集した。また、はんだ付け時の加熱に起因する変質を考慮し、採取した異物候補試料に熱履歴を付与した試料も加えた。異物候補試料は、試料の成分等の特徴を得るため、X線光電子分光分析装置 (アルバック・ファイ株式会社 PHI5000 VersaProbe III) を用いて測定した。①構成元素の種類が得られるワイドスペクトル (測定範囲: 0~1400eV) および、②有機物の立体構造や官能基に起因するピークのスペクトルが現れる価電子帯スペクトル (測定範囲: 0~40eV) の測定結果に着目した。また、価電子帯スペクトルは、ピークフィッティングにより、複数の波形に分離することで図2に示すように各波形からピーク位置や強度、半値幅、面積などの情報を求めた。

異物候補試料 66 個、熱履歴を付与した異物候補試料 36 個について、構成元素や価電子帯スペクトルから得られる情報を整理し、データベースを作成した。

2.2 データベースとの照合

作成したデータベースを用いた異物同定手法を検討した。不明異物の同定には、ワイ

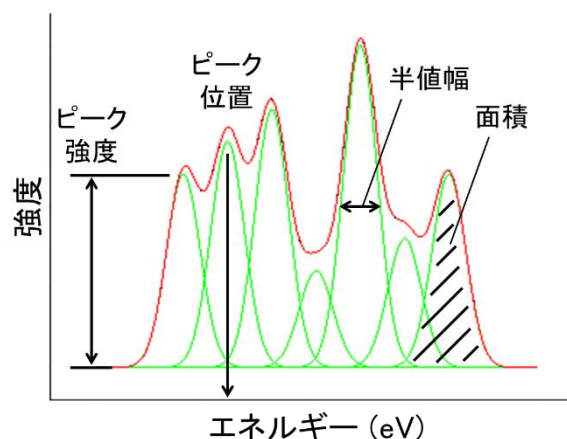


図2 価電子帯スペクトルの波形分離

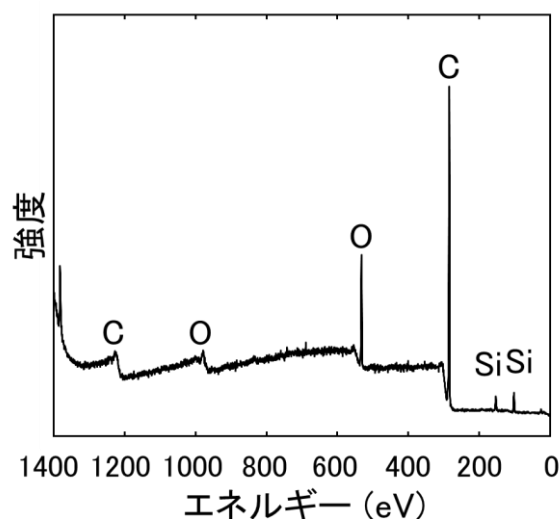


図3 不明異物のワイドスペクトル

ドスペクトルを先ず測定し、主な構成元素から候補を絞り込む。次に価電子帯スペクトルのピークフィッティングで求めたピーク位置や強度、半値幅、面積等の情報を異物候補データベースと照合し、不明異物を同定することとした。

以下に実際のプリント基板に付着していた 1mm 未満の不明異物と異物候補データベースとの照合による同定を試みた例を示し、本手法の有用性を考察する。

不明異物のワイドスペクトルを測定した結果を図 3 に示す。見られた主なピークは、X線光電子分光分析装置のデータベースから、Si(ケイ素)、C(炭素)、O(酸素)の 3 元素であった。この 3 元素で構成される異物候補試料は、異物候補データベースの約 40 試料が該当した。

次に不明異物の価電子帯スペクトルのピークフィッティング結果を図 4 に示す。不明異物の価電子帯スペクトルは、6 つの波形に分離された。このことから価電子帯スペクトルを 6 つの波形に分離できた試料を候補として絞り込み、さらにピーク位置や強度、半値幅、面積の類似性について確認した。

表 1 に不明異物と異物候補試料の価電子帯スペクトルの類似性を確認した結果を示す。ここで相関係数は、ピアソンの積率相関係数(-1~+1 の間で+1 に近いほど相関が強い)である。この異物候補試料において算出した価電子帯スペクトルの情報の各相関係数は、それぞれ+1 に近い数値となった。作成した異物候補データベースにおいては、これが最も高い相関係数を示したため、不明異物をこの候補に同定した。なお、この不明異物は、異物候補データベースの「基板実装前のコンテナで採取された異物(熱履歴なし)」（※基板の切断で生じたと推定される粉体）まで導くことができた。

3. 結果

- 微小異物を同定するため、X線光電子分光分析装置で異物候補試料を測定し、構成元素や価電子帯スペクトルから得られる情報を用いて異物候補データベースを作成した
- XPS のワイドスペクトルおよび価電子帯スペクトルを用いた同定手法の有用性が示された

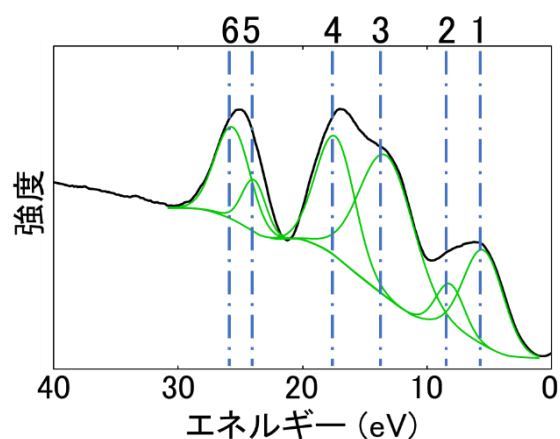


図 4 不明異物の価電子帯スペクトルのピークフィッティング

表 1 類似性確認

	ピーク	不明異物	異物候補	相関係数
半値幅 (eV)	1	3.8	4.2	0.988
	2	2.6	2.7	
	3	5.2	5.7	
	4	3.7	3.6	
	5	2.3	2.6	
	6	3.3	3.6	
強度 (CPS)	1	33.8	53.5	0.823
	2	15.9	25.3	
	3	49.9	78.8	
	4	42.4	67.4	
	5	18.5	45.3	
	6	32.7	28.7	
位置 (eV)	1	5.4	5.7	0.999
	2	8.1	8.6	
	3	13.2	13.7	
	4	17.4	17.6	
	5	23.9	24.6	
	6	25.6	26.2	
面積率 (%)	1	18.7	17.3	0.954
	2	5.8	5.6	
	3	37.2	35.5	
	4	20.3	21.2	
	5	9.6	5.7	
	6	8.4	14.7	