X線による半田実装部の品質確認について

増田 信次 (機械・材料技術部 解析評価グループ) 清水 貴司 (機械・材料技術部 材料物性グループ)

1. はじめに

近年、様々な電気製品に用いられる電子基板は小型・高密度化し、また実装される電子部品も様々な高性能なものが開発され、その接続方法も多種多様化している。従来においてもその半田実装部の品質確認にはX線が使用されることがあったが、明確な検査基準や規格も無いため、どのような解析手法が適しているのか、また得られた情報のどの部分をどのように判断してよいか相応の知識が無い限り解析が困難であるのが現状である。

そこでX線による半田実装部の品質確認について、経験が浅い方でも、的確な識別・判断ができるようにすることを目的に代表的な故障状態とそれに対応する様々な解析データを収集し、X線による半田実装部の故障解析や品質確認に役立つデータベースを作成した。

2. X線による故障解析データベースの作成と効果

データベースは閲覧者が自分の知りたい情報まで簡単に辿り着くことができるように電子ファイルで作成することとした。データベースのホーム画面を図1に示す。故障状態(一般的な不具合名称)を縦軸に、またそれに対する解析手法等の項目を横軸にした一覧表にすることにより全体が容易に把握できる構成となっている。

横軸の項目は下記のとおりである。

- ・特徴(故障要因や発生タイミング等)
- ·X線透過像
- · CT 断層画像
- · CT3 次元立体像
- ・ 断面観察像 (機械研磨による)
- ・その他、解析手法に対するコメント等

	H#	380	CIE	口立体	10 to 10	検査に関するコメント
未泊職	加熱不足によりハンダが溶剤してい ない状態	Q	0	Δ	×	ベースト内部のハンダ粒子が軽度できることが多い、完全に 添取(接合)していないため新面観察には不向き。
al to th	加熱しすぎた状態	Q	0	0	0	リフロー温度が高すぎる。もしくほど一ク温度時間が長すぎるかめにハンダが全張しいトに歌い寄せられた形状が軽等 できる。新画報節により其張の全属組織状態を見ることが求められる場合もある。
アライメント 平泉	部品が位置ずれをおこして実装され たもの	Q	Δ	0	0	全体の形状が重要な判断材料となるため透過像もLくはCT 立体像が適している。BGAスコープも有効である。原因を調べるには様々な調査が必要となる。
源九平良	ハンダは溶融しているが、界面の酸 化機や有機物によりお互いに保き 合って融合していない状態	Δ	Δ	Q	0	全体の形状が重要な判断材料となるためCT立体像が適し ている。透透像では分かりにくい、原因を顕べるためにはハ ンダの表面状態を詳細に顕査する必要がある。
18-41	主にベースト内の水分が原因で、ハ ンダ内部に空線がある状態	Δ	0	Q	Q	数十一数百」オーダーのものは主にベースト中の水分が加 扱されたときに水蒸気となって取扱し、そのまま固まったもの である。クラック発生の大きな要因となる。
9599	ハンダが囲まるとき、もしくは軽年に よる疲労でハンダ内部に亀裂が発生 した状態	×	Q	Δ	Δ	CT新層画像で判断できることが多い。但し、機能なクラック まで観察の必要がある場合は高信率でスキャンする必要が ある。新画観察は位置決めが困難な場合がある。
BIAN .	ハンダと金属バット界面の金属組合 に何らかの不具合があり接続強度が 劣化し繋がれた状態	×	×	×	Q	界面の製雑はルオーダーは下の旅間であることが多いので 断面取取しか確実な雑誌手述が無い、BGAスコープで転覧 できることもあるが技術を要する。また、金属間化合物の状態を顕べる必要が生じることもある。
具物理人	IC等の比較的大きい都基下部にチップ部基等の異物が入り込んだ状態や電子基板そのものに異物が混入した状態	Δ	Δ	Q	Δ	マウンタによる形品実装時にマウンタからこぼれ落ちたチップ形品がC下部にもぐり込んで乗生するケースがしばしばある。チップ系状はX締を透過しやすいので要注意。新画観察は研察時に貨物が外れることがある。
5=+ (/(9-5)	様々な美国で発生するが、実装密度 の高い基板で発生率が高くなる	Δ	Q]△	Δ	基板作成時の初期不良を除けば、異物が深入したり外力が 加わらない限り発生したない。繋びた工具等をこすり付けた ことによる発生等例もある。マイグレーション、ウィスカ・・・
シューナ (内層不良)	内房パターンがずれることによって絶 線不良やショートが発生する	×	0	Δ		CT新層画像で判断できることが多い。透透像では判別が著しく困難。新画報報は位置決めが非常に関しい。

解析手法として ○:適している △:場合によっては適している ×:適さない

図1. X線による故障解析データベースのホーム画面

それぞれの解析手法の欄には○△×の記号が記されて いるが、これは各故障状態に対する様々な解析手法の有効 性を表したものである。(解析手法として○:適している △:場合によっては適している×:適さない) また、この 一覧表に記載されている情報から更に詳しい情報を知る ことができるように表中には多くのリンクを貼り、各故障 状態に対する詳細な解析データや解析手法についてのコ メントが閲覧できる。例えば電子基板のショート(内層不 良)が疑われる場合、この一覧表から CT による断層撮影 が解析手法として最も適しているのが分かる(図1矢印部)。 そして CT 断層に対応する○印をクリックすると CT 断層 画像による解析事例とコメントが表示(図 2)され、図中点 線部で内層のショートが判別でき非常に良好な解析手法 であることが確認できる。一方、透過像に対応する×印を クリックすると、解析が困難と思われるX線透過像とコメ ントが表示(図 3)され、解析手法としては適していないと いうことが確認できる。

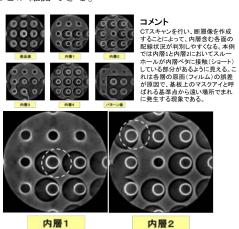
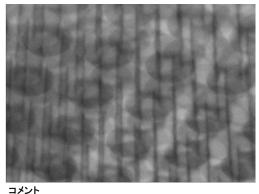


図 2. CT 断層に対応する〇部をクリックした場合



→ スプト X線の透過撮影ではこのようにスルーホール、ランド、パターン、ベタ等が重なって 写るため、判別が非常に困難である。

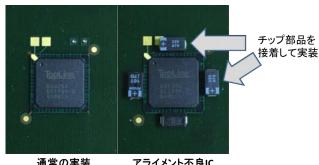
図 3. 透過像に対応する×部をクリックした場合

現在、当所では本データベースを利用した技術支援を実施している。従来は解析手法の違いによる問題の識別・判断について口頭で説明していたが、その違いを十分に伝えることが困難であった。現在は本データベースに掲載されている故障状態に類似した案件であれば、解析手法の違いによる解析結果の違いが非常に分かりやすくスムーズに伝えられることから業務の効率化が図れる。また、利用するお客様からもわかりやすく納得のいくサービスが受けられると好評を頂いている。

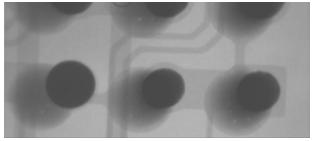
3. 今後の展開

現段階ではデータベースのオンライン公開は行っていないが、将来的には実装関係の問題が生じたときに使用できるX線による故障解析の教本になる可能性もある。X線による故障解析の現状を広め、普及させるという意味でも大きな社会的効果が見込まれるので何らかの形で公開することを考えている。

今後、利用価値の高いデータベースにするためには更に 多くの故障状態に対する解析事例が必要であり、大きな課 題である。もともと故障とは偶然の産物であり、それを意 図的に作製することは困難である。例えば BGA アライメ ント不良の解析事例が欲しいと思っても頻繁に発生する 現象ではないので自作をして解析を行う必要がある。今回 は生基板の上に前もって周囲にチップ部品を接着し、意図 的にICがずれて実装されるようにした試料を作製した(図 4)。しかし、どの程度ずらせば適当なアライメント不良が 起きるのか情報が無いため、少しずつ変位量を変えながら 試行錯誤した。このように作製した試料についてX線透過 像(図 5)や CT 断層像、CT 立体像(図 6)、BGA スコープ画 像(図 7)による解析ができる状態になる。以上のようにた った一つの項目を増やすだけで膨大な時間・労力がかかる ので、適当な故障状態を自作することは効率が悪い。この ような事情から今後は自作を行わず、遭遇した故障事例を 積み重ねることで更に充実したデータベースを作成して いく予定である。また、故障パターンは無限に存在するた め、今後も長い年月をかけて継続して作成し続ける必要が ある。



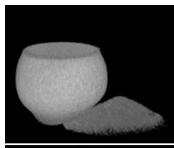
常の実装 アライメント不良IC 図 4. 自作した試料 (アライメント不良)



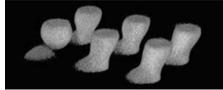
垂直方向からのX線透過像

コメント X線透過撮影で確認が可能であるが、垂直方向からの透過だけでは良否の判断が難しい。

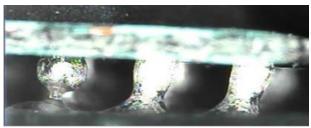
図 5. アライメント不良の透過像



コメント CTスキャンを行い立体像 を作成すると接続状況が詳 しく分かり、良否の判断に 役立つ。



CT立体像 図 6. アライメント不良の CT 立体像



BGAスコープ画像

コメント 一般的にアライメント不良は部品の周辺部で顕著に現れるので、BGAスコープも有効である。

図 7. アライメント不良の BGA スコープ画像

【参考文献】

1. 伊東秀高, 増田信次, BGA 接合部の品質確認, 神奈川県 産業技術センター研究報告 (2010).