2015 OEGセミナー

部品実装基板の信頼性向上に役立つ総合評価

2015年7月14日

沖エンジニアリング株式会社
システム評価事業部
村原　大介

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

目　次

1.実装基板の総合評価サービス概要

2.実装基板の総合評価事例

・良品解析

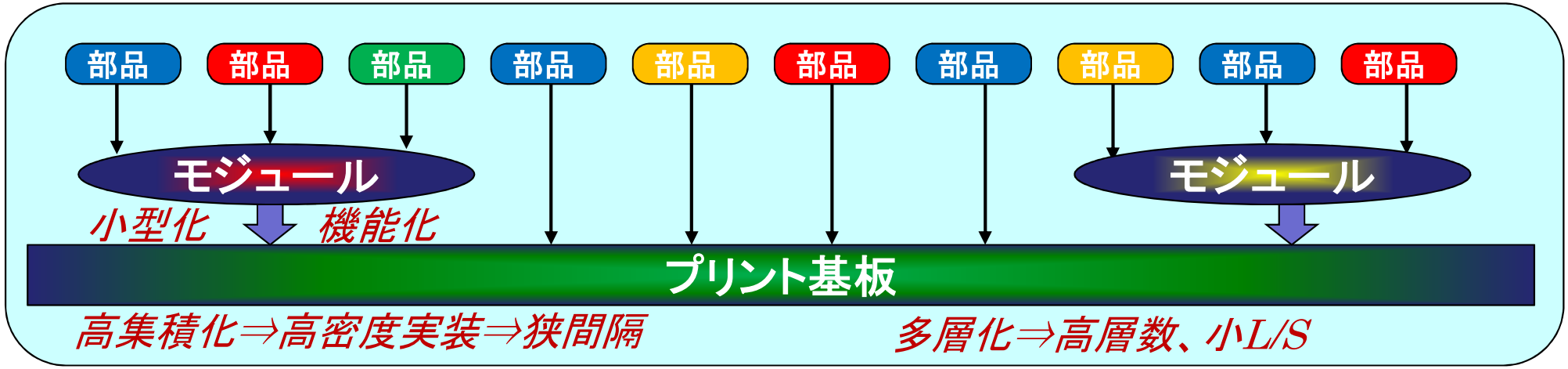
・故障解析

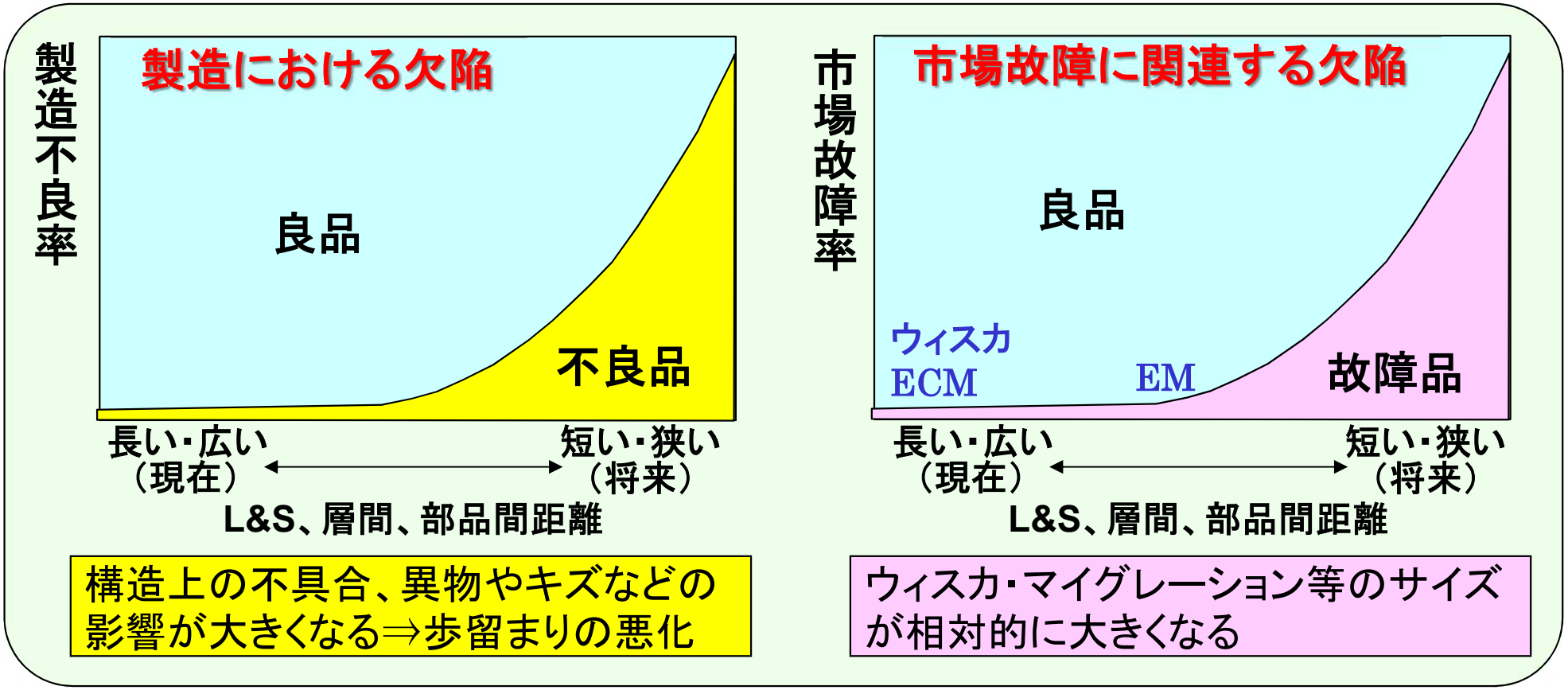
・信頼性試験

3.まとめ

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

1.1 部品実装基板の現状





© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

1.2 部品実装基板における部位別の課題

これまでの実装基板の評価は、それぞれの課題に対し個別に対応

基板表面

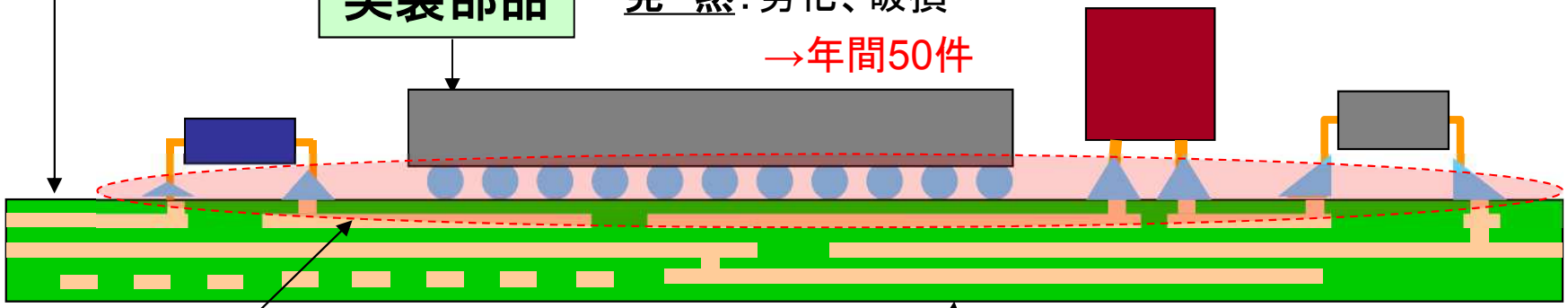
・**汚　れ**：腐食(フラックス)、マイグレーション(フラックス)、ショート（異物、はんだかす）
・**欠　陥**：フィルムの剥がれ、膨れ、キズ

→年間25件

実装部品

・**発　熱**：劣化、破損

→年間50件



接続部　→年間20件

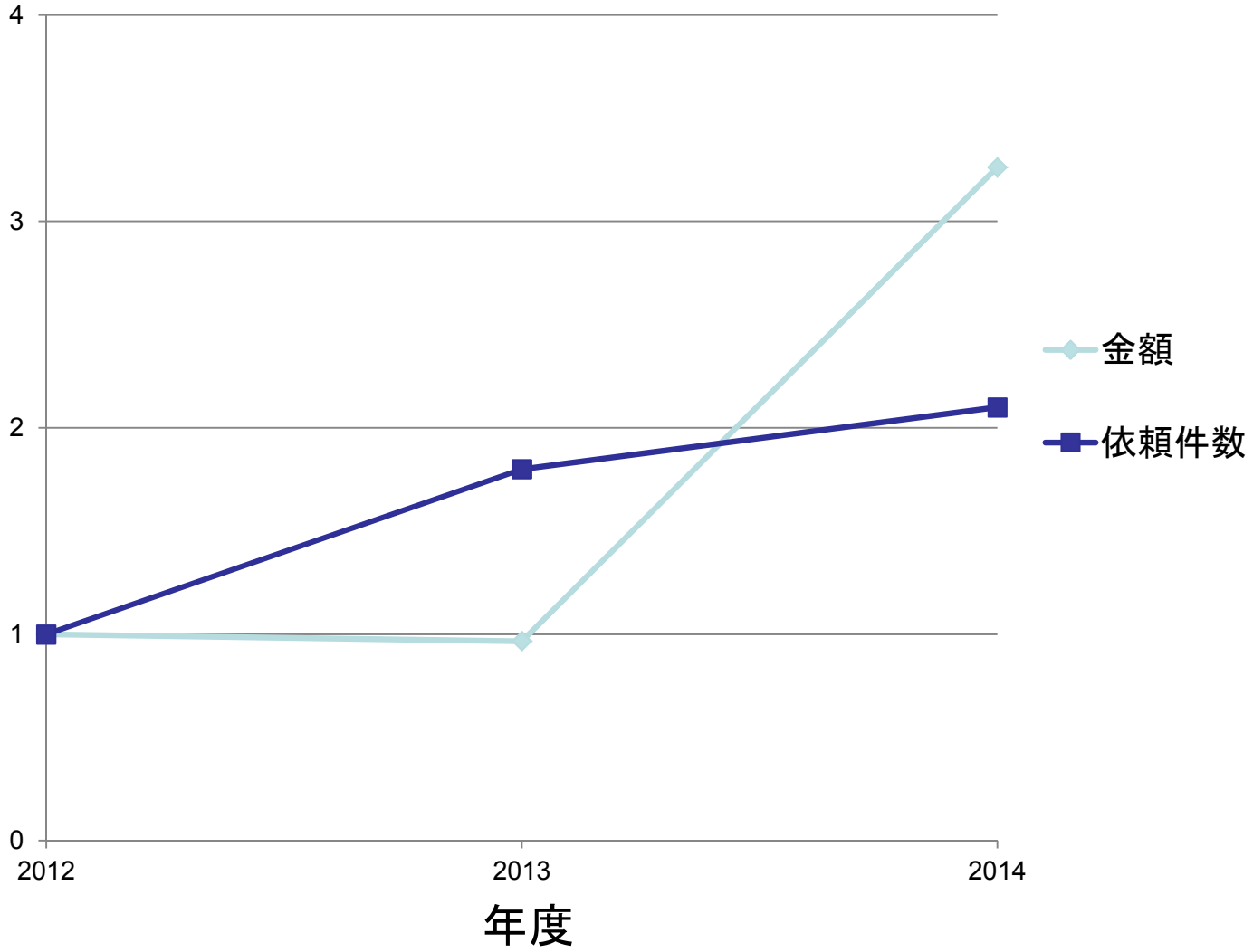
・**材　　料**　：組成 / 結晶粒径・方位
・**応　　力**　：剥離
・**界面状態**　：濡れ性
・**欠　　陥**　：ボイド、クラック

実装基板　→年間10件

・**構造課題**：基板材料、形状（配線、ラウンド）
・**材　　料**：熱歪、機械的強度
・**欠　　陥**：剥離、クラック

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd　沖エンジニアリング株式会社　All rights reserved

1.3 実装基板関連の依頼の推移



信頼性上の要求増加に伴い、昨年度急激に増加
⇒現在、基板関係では8～10件／月の受注

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

1.4 部品実装基板のこれまでの評価内容

これまでの実装基板の評価は、それぞれの課題に対し個別に対応

評価項目	評　価　内　容
品質評価	・加工品質（基板欠陥、配線部の異常、部品搭載状態の異常、接続部の異常等の有無） ・製造品質（汚れ、剥がれ、傷等の有無） ・設計課題（発熱部品の配置）
劣化評価	・接続部の抵抗増大の有無 ・表面上の異常（汚れ、腐食、ウィスカ、マイグレーション）の有無 ・はんだ接続部異常の有無 ・基板自体の異常（絶縁劣化、強度低下、反り、剥離等）の有無
熱過渡解析	・基板の放熱設計の調査 ・部品の発熱および放熱特性の調査
故障解析	・故障箇所の特定 ・故障要因の特定
信頼性試験	・機械的試験（振動・衝撃試験） ・環境試験（ウィスカ試験、マイグレーション試験、恒温恒湿試験、温度サイクル試験、ガス腐食試験、IP試験）

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

1.5 良品解析の概念の導入→「部品実装基板の総合評価」へ

●良品解析とは

良品として完成した製品に対して実施
潜在的な故障要因の検出や、製造品質を評価する解析

●なぜ部品実装基板の良品解析が必要か

セットメーカの購入対象は、部品からモジュールへ

↓

OEM、ODM、EMSの普及により、セットメーカ自身がモジュールを作製しなくなる

↓

外部より購入したモジュール内部はブラックボックスであり、詳細な品質情報は分からない

セットメーカ側がモジュールの品質・信頼性を知る手法が必要！

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

1.6 部品実装基板の総合評価メニュー

良品解析の概念を導入することにより、実装基板の製造品質を客観的に評価することが可能
⇒個別の課題対応でなく、実装基板の品質を総合的に評価

評価項目	評　価　内　容	評価の特徴および位置付け
良品解析	・表面観察（基板欠陥、配線部の異常、部品搭載状態の異常、接続部の異常、汚れや基板表面上の異常の有無） ・断面観察（はんだ断面等接続部周辺の状態確認、接続界面の状態観察、結晶粒の状態観察、組成分布） ・検出された欠陥と故障発生の危険度を勘案した、製造品質のランク付け	・体系化されたメニューに沿って実施 ・今までの個別評価（品質評価、劣化評価、熱過渡解析）の内容を包含
故障解析	・故障箇所の特定（ロックイン赤外線発熱解析） ・不良箇所の観察（X線観察、光学顕微鏡・走査型電子顕微鏡観察） ・故障要因の特定（元素分析）	・市場故障品の解析による解析技術の蓄積 ・故障解析事例を基にした、良品解析の欠陥判断基準作成
信頼性試験	・機械的試験（振動・衝撃試験） ・環境試験（ウィスカ試験、マイグレーション試験、恒温恒湿試験、温度サイクル試験、ガス腐食試験、IP試験）	・良品に負荷を掛け、どのように故障するかを検証 ・信頼性試験のノウハウを、良品解析の結果に活用

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

2.1 部品実装基板の良品解析フロー

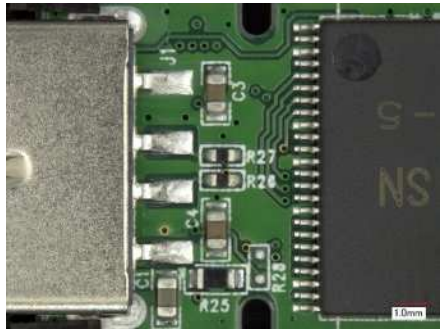
弊社で実績のある[LSIプロセス診断システム]の概念を基本とし、確認された欠陥に対する品質への影響度合い（故障危険度）を勘案した評価基準を設け、製造品質のランク付けを実施する。

準備 → 表面検査 → 欠陥評価 → 非破壊検査 → 断面検査 → 採点・診断 → 報告

基板表面、接続部、搭載部品

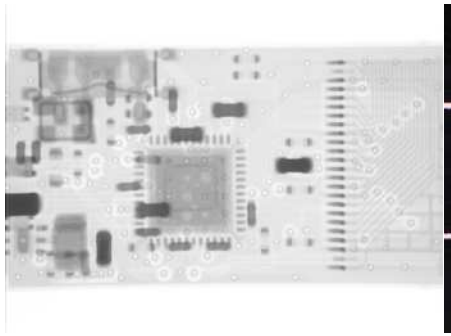
外観検査

元素・構造解析
清浄度検査
ワイヤボンドプル試験
ダイシェア試験
パッケージ樹脂熱分析
簡易試験

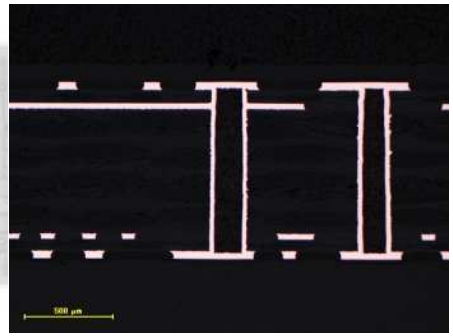


基板内層、スルーホール

透過X線検査
超音波顕微鏡



基板断面検査
接続部断面観察



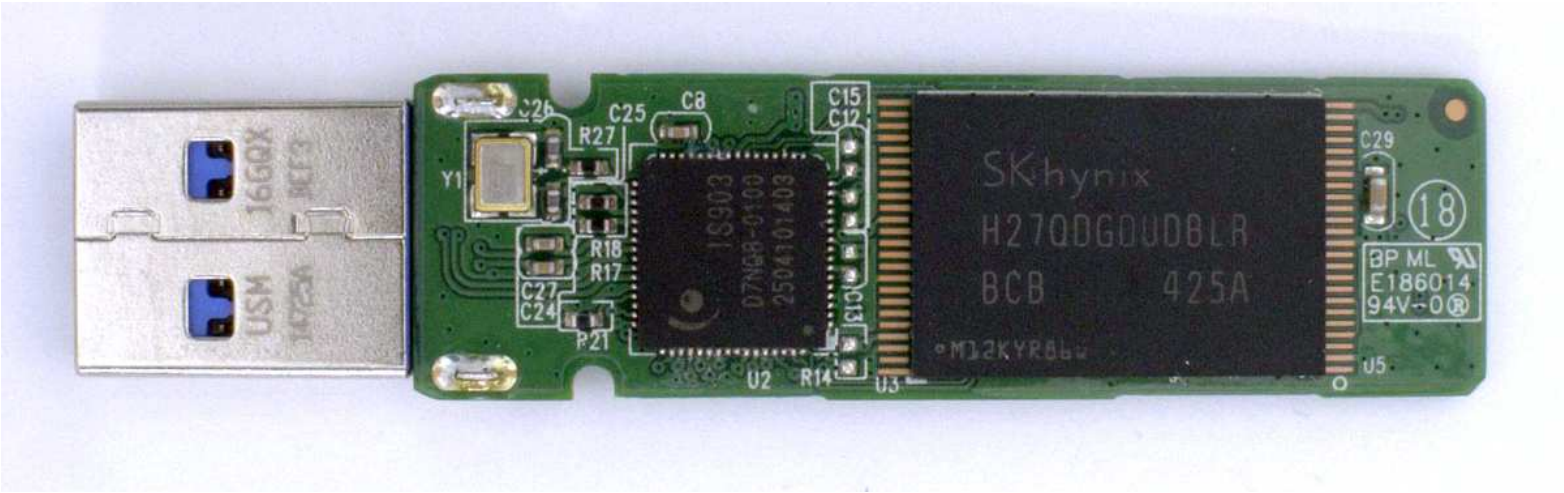
診断

発生原因推定
故障メカニズム推定
危険度ランク
対処法提案
総合評価（ランク）

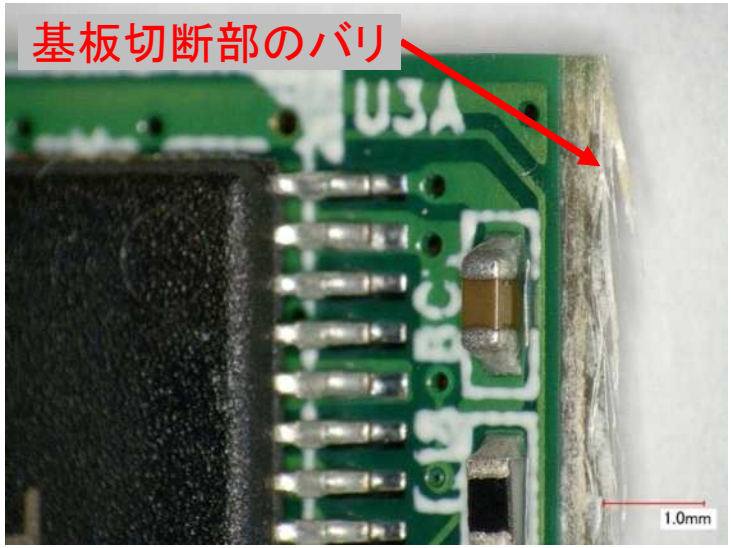
評価基準は、基板の部位ごとに設ける（全8部位）。
（基板、基板端部、表面、ソルダーレジスト、内部構造、
スルーホール、搭載部品、はんだ付け部）
⇒現在80項目の評価基準を設定

2.2 良品解析事例（USBメモリ内部基板の良品解析）

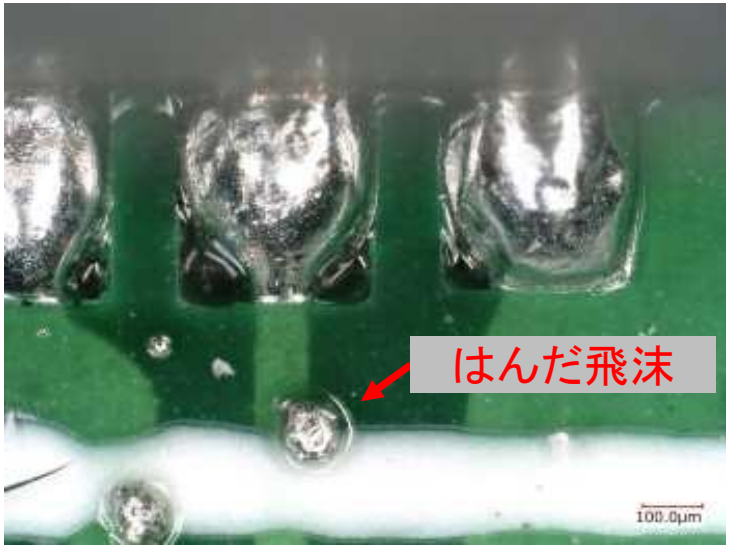
身近で入手容易な実装基板として、USBメモリの良品解析事例を紹介



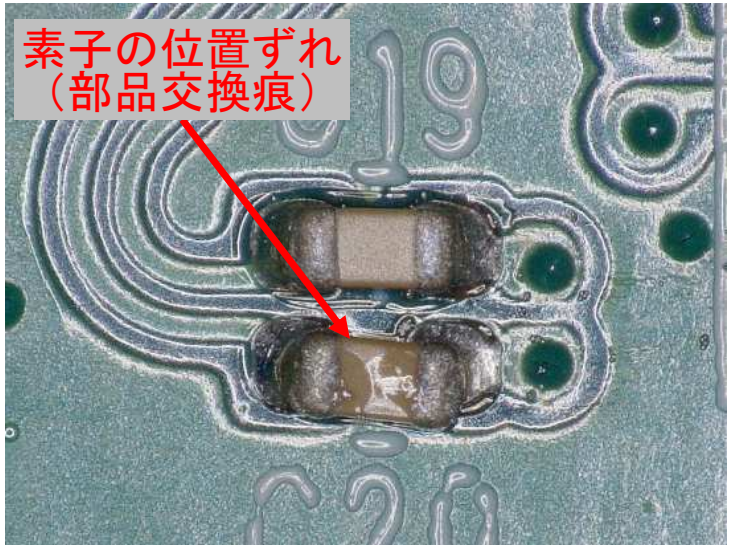
外観全体像



欠陥検出事例1

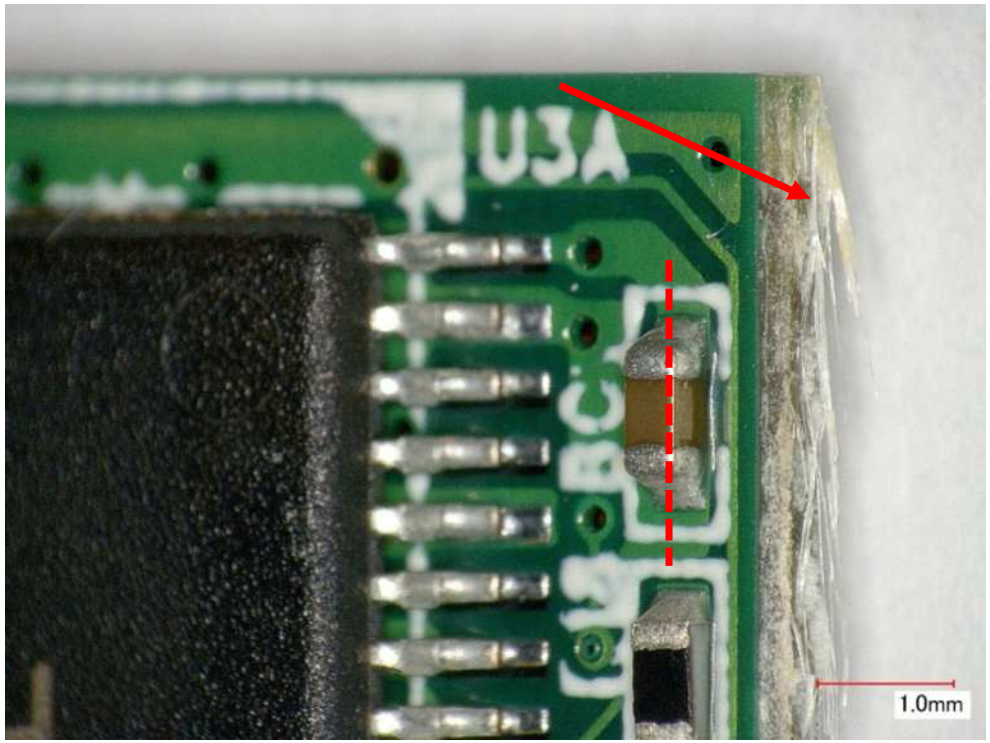


欠陥検出事例2

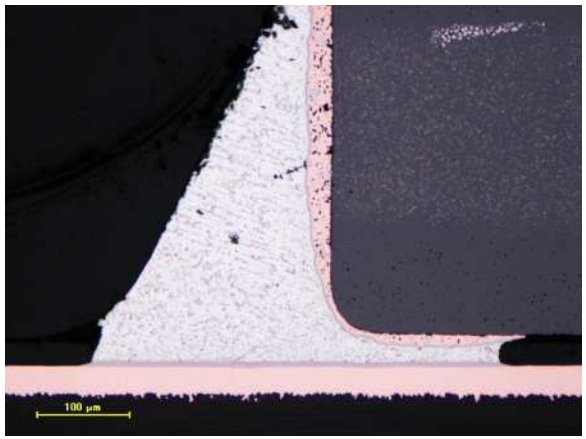


欠陥検出事例3

2.3 良品解析による品質診断事例（基板切断部のバリ）



外観検査像



断面検査像（OM）

欠陥の概要

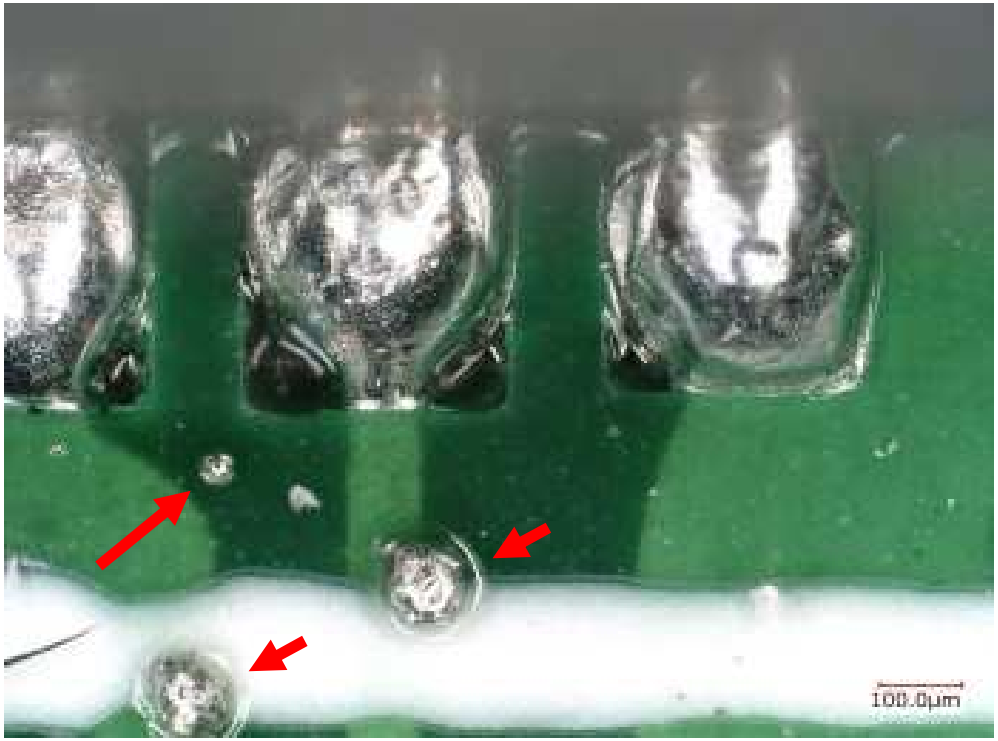
欠陥名称	基板端のバリ
欠陥発生部位	基板端部
欠陥サイズ	約1.0mm
欠陥発生メカニズム	基板の切断時に発生
故障発生メカニズム	①近接部品への物理的ダメージ ②振動等により剥がれ、機構部へ侵入 ③振動等により配線間に入り、水分が蓄積し、腐食等による短絡発生
成長の可能性	試験により成長の可能性あり
バラツキの有無	切断の手法により異なる

欠陥判定基準

欠陥危険度ランク	判定基準
5（故障発生）	バリ部周辺の部品不具合（剥離）
4（危険度大）	バリ部周辺の部品損傷およびその可能性 （バリ発生部の1mm以内に部品が存在する）
3（危険度中）	バリ部周辺の部品損傷およびその可能性 （バリ発生部の3mm以内に部品が存在する）
2（危険度小）	バリの検出（部品間距離より大）
1（注意喚起）	バリの検出（部品間距離より小）
備考	金属配線が含まれるバリが検出された場合、 欠陥危険度は1ランクUP
推奨される信頼性試験	振動試験・落下衝撃試験 （バリ自体あるいは周辺部品の剥離の有無）

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

2.4 良品解析による品質診断事例（はんだ飛沫）



外観検査像

同等の欠陥が微細化された基板で存在すれば、短絡のリスクが大となる

欠陥の概要

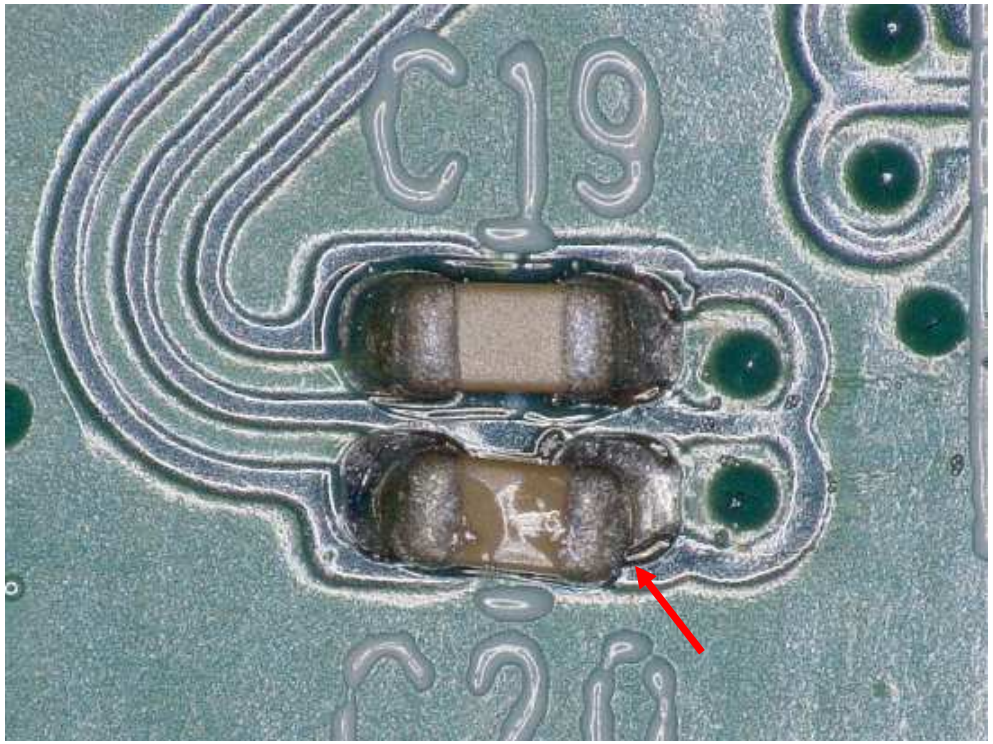
欠陥名称	はんだ飛沫
欠陥発生部位	基板表面
欠陥サイズ	0.1mm
欠陥発生メカニズム	はんだ及びフラックスの劣化 吸湿した水分の気化による飛散
故障発生メカニズム	① 半田付け時に配線間付着によるショート ② ①に水分を介したショート（見かけ上の大きさ倍） ③ 使用時などで移動して配線間付着によるショート ④ ③に水分を介したショート（見かけ上の大きさ倍）
成長の可能性	はんだ飛沫自体は成長しない （ただし移動の可能性あり）
バラツキの有無	観察の状態のみで判断

欠陥判定基準

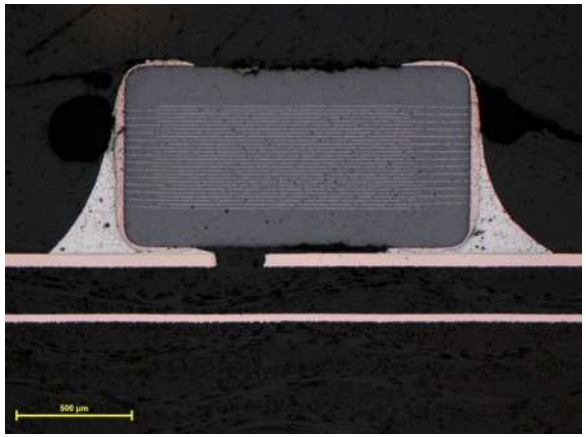
欠陥危険度ランク	判定基準
5（故障発生）	はんだ飛沫が配線を跨いで存在している場合
4（危険度大）	欠陥サイズが最小線幅を超える場合
3（危険度中）	欠陥サイズが最小線幅の1/2を超える場合
2（危険度小）	欠陥サイズが最小線幅の1/4を超える場合
1（注意喚起）	はんだ飛沫を検出した場合
備考	欠陥が移動する可能性がある場合、1ランクUP
推奨される信頼性試験	振動試験（移動の可能性を確認）

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

2.5 良品解析による品質診断事例（部品の改修痕）



外観検査像



断面検査像（OM）

欠陥の概要

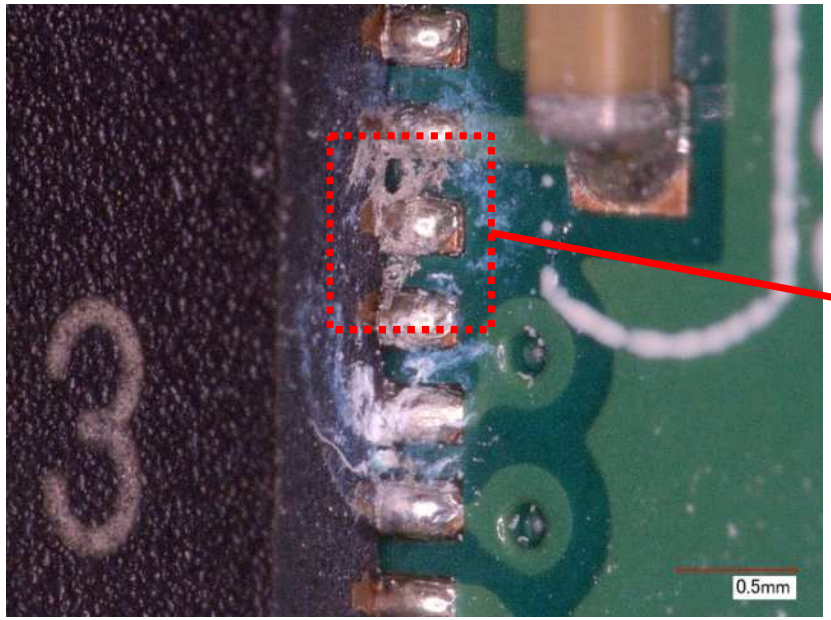
欠陥名称	実装部品の改修痕
欠陥発生部位	搭載部品
欠陥サイズ	部品サイズおよび端子間距離
欠陥発生 メカニズム	リフロー実装不良による接続部不良 部品不良による交換
故障発生 メカニズム	① はんだ接合部のクラックの発生 ② 周辺部品への熱的影響 ③ 使用はんだの成分の違いによる接合部の強度低下
成長の可能性	接続不良は成長の可能性あり
バラツキの有無	手作業に起因するものと、使用はんだの差異

欠陥判定基準

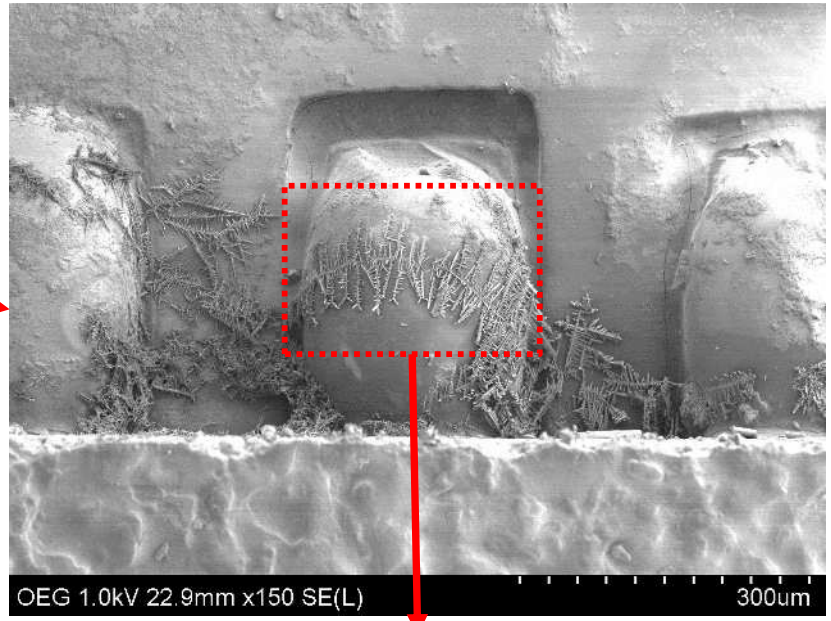
欠陥危険度ランク	判定基準
5（故障発生）	はんだクラックが発生していた場合 （程度に関わらず）
4（危険度大）	部品幅の1/2を超える部品の位置ズレが 確認された場合
3（危険度中）	部品幅の1/4を超える部品の位置ズレが 確認された場合
2（危険度小）	部品の位置ズレが確認された場合
1（注意喚起）	位置ズレはないが、 明らかな改修痕が確認された場合
備考	はんだクラックは、内観SEM検査及び 断面構造検査でダブルチェックし、判定する
推奨される信頼性試験	熱衝撃試験、振動試験、シェア試験

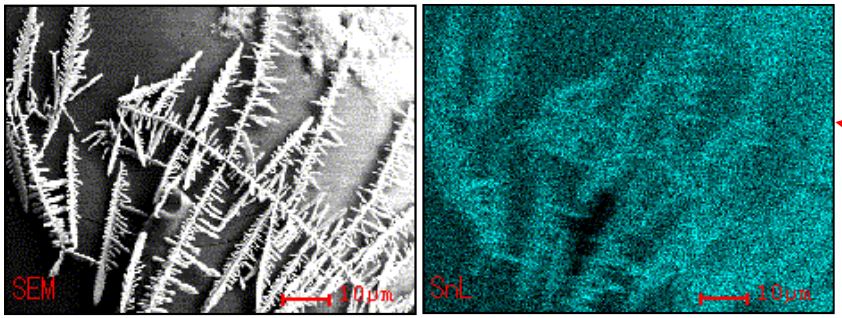
© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

2.6 良品解析による欠陥検出事例（端子間デンドライト）

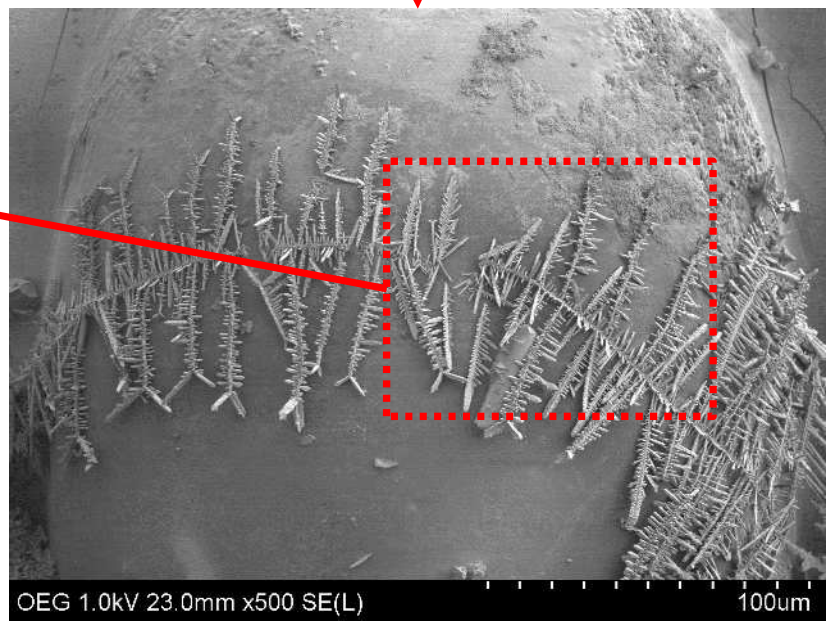


外観検査像





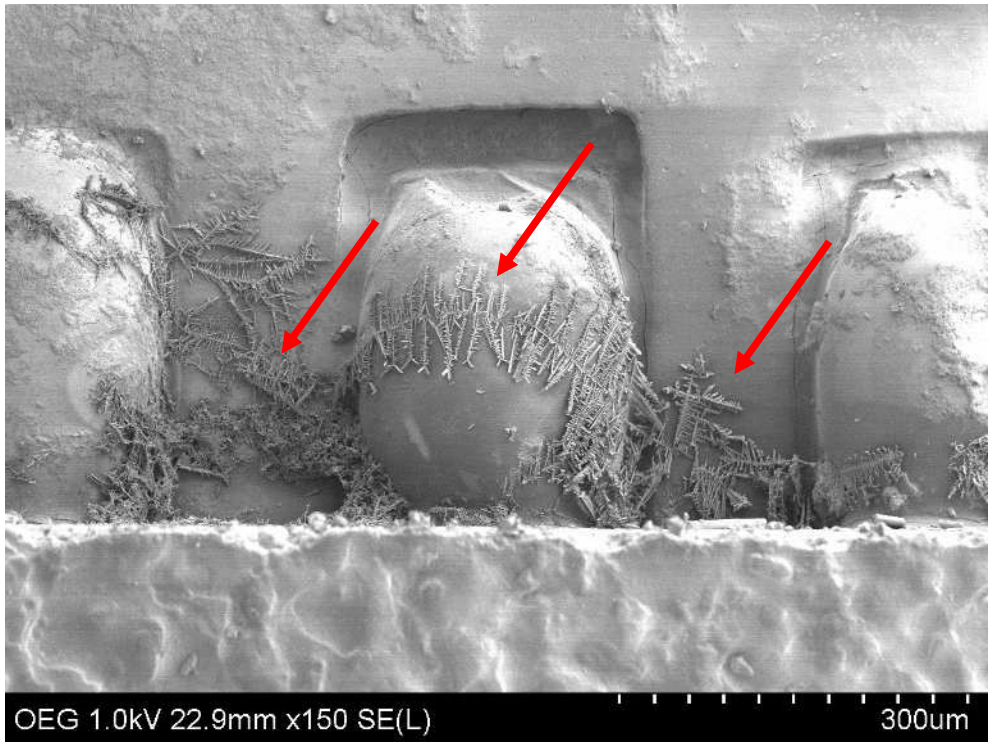
EDXマッピング像



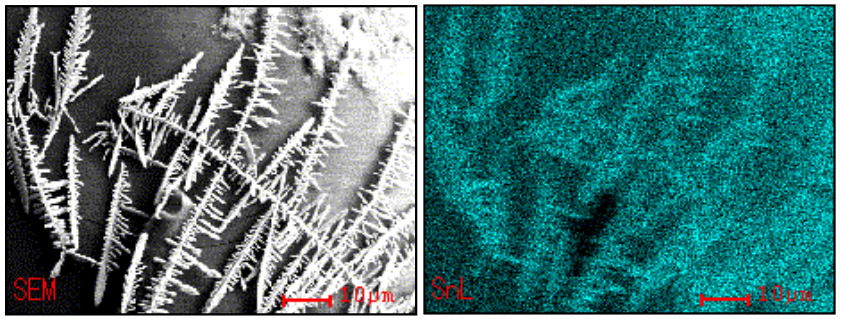
SEM像

デンドライト状異物を検出
→EDX分析の結果Sn系結晶と確認

2.7 良品解析による品質診断事例（デンドライト）



SEM像



EDXマッピング像

欠陥の概要

欠陥名称	デンドライト
欠陥発生部位	基板表面
欠陥サイズ	0.5mm以上（端子間距離0.2mm）
欠陥発生 メカニズム	水分のある状態で電界がかかり、 Snが溶解することにより発生
故障発生 メカニズム	① 端子間のショート ② ①に水分を介したショート ③ 実使用時における移動によるショート ④ ③に水分を介したショート
成長の可能性	実使用下において水分が存在すれば成長する
バラツキの有無	端子間の電圧や水分の条件によるバラツキ有

欠陥判定基準

欠陥危険度ランク	判定基準
5（故障発生）	デンドライトが端子を跨いで 存在していた場合
4（危険度大）	端子間距離を越えるサイズの デンドライトが存在していた場合
3（危険度中）	端子間距離の1/2以上のサイズの デンドライトが存在していた場合
2（危険度小）	端子間距離の1/4以上のサイズの デンドライトが存在していた場合
1（注意喚起）	端子間距離の1/4未満のサイズの デンドライトが存在していた場合
備考	デンドライトが存在しない場合にも、 信頼性試験の実施により、発生するか否かを 確認することが推奨される
推奨される信頼性試験	結露試験 （端子間に水分発生のリスクを確認する）

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

2.8 良品解析結果事例

各部位で検出された欠陥をまとめ、部位別に危険度をランク付け
⇒部位別のチャートで品質の総合判定

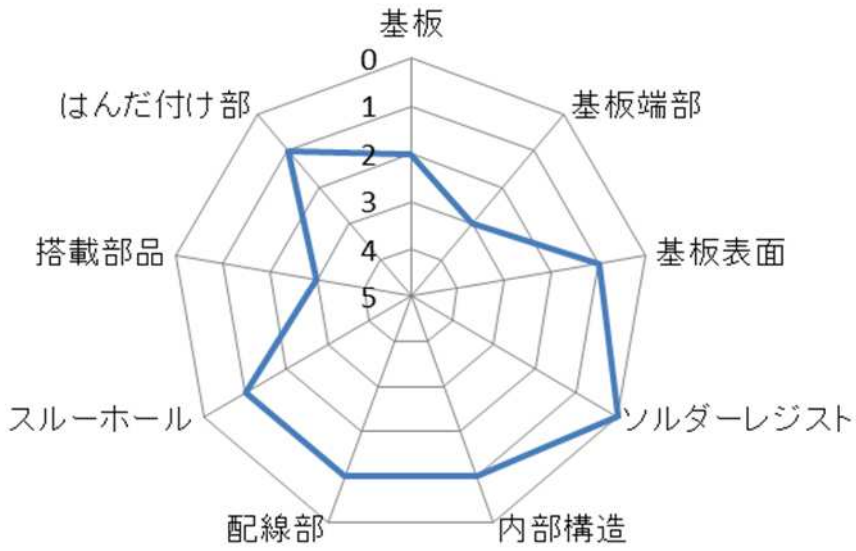
良品解析診断書

No.	対象部位	欠陥名称	危険度ランク 5	4	3	2	1	0
1	基板	加工漏れ						○
2		加工位置ズレ						○
3		ボイド・異物					○	
4		欠け（クラック）						○
5		脱落						○
6		割れ						○
7		傷・打痕					○	
8		変形						○
9		変色						○
10		反り						○
⋮								
74	はんだ付け部	はんだ量不足						○
75		濡れ性						○
76		はんだ上がりの不良						○
77		ピンホール						○
78		はんだボイド				○		
79		クラック						○
80		引け巣						○

欠陥の概要

危険度ランク	内　容
5	故障発生の実例があるような欠陥
4	故障発生の危険性が指摘される欠陥
3	品質上の影響を及ぼす可能性がある欠陥
2	品質上注意が必要となる欠陥
1	品質上問題のない欠陥
0	欠陥は確認されない

総合判定チャート



2.9 実装基板の故障解析

●故障解析とは

市場あるいは試作段階で故障した製品に対して実施
故障箇所を特定し、観察することにより、故障要因を特定

●部品実装基板の総合評価における故障解析の位置付け

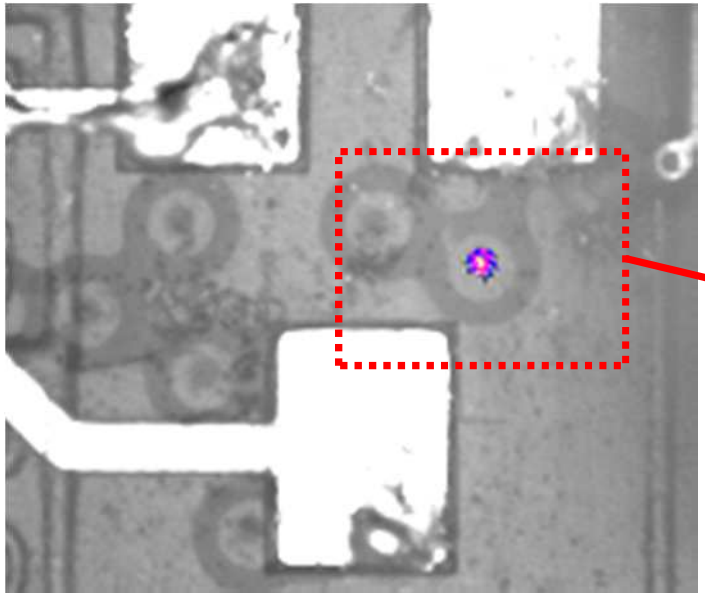
市場故障品の解析による、解析技術の蓄積
故障解析事例を基にした、良品解析の欠陥判断基準作成
（欠陥レベルがどの程度で故障に至るのか？）
故障解析事例をデータベース化し、蓄積
（他の故障データ自体は開示不可）

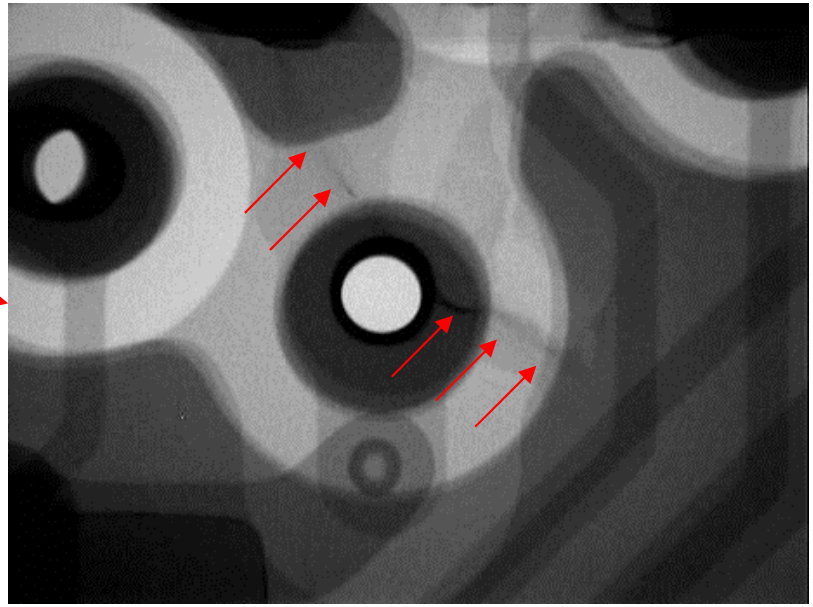
故障解析事例を蓄積し、良品解析の欠陥判定やデータベースにフィードバックすることにより、良品解析基準の精度向上が可能

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

2.10 実装基板の故障解析事例

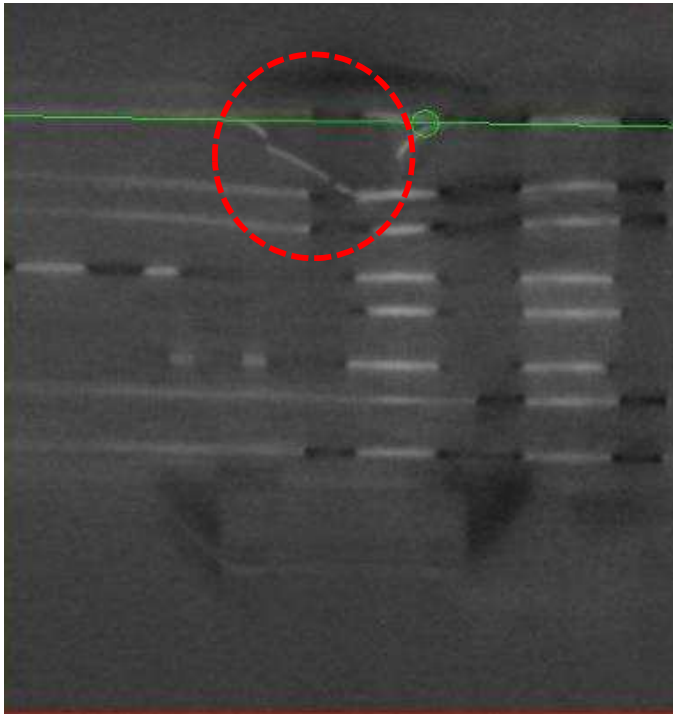
LIT像

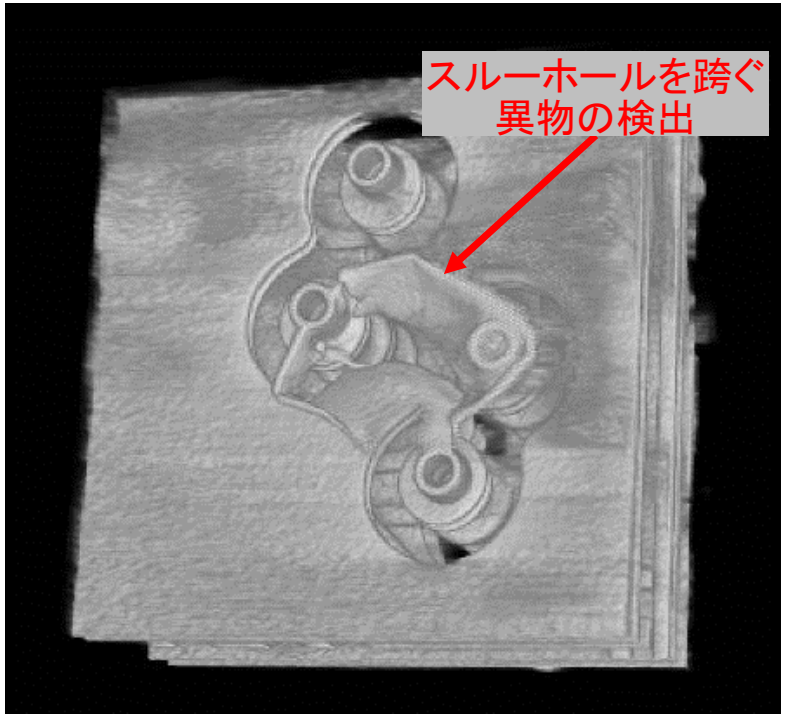




透過X線像

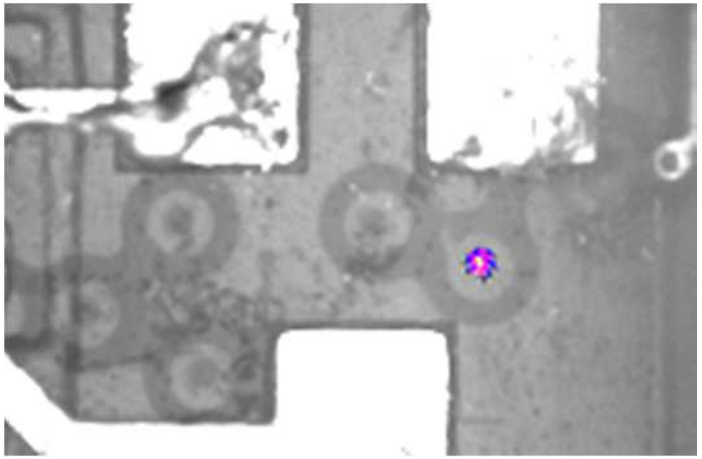
X線CT像
（MPR像）



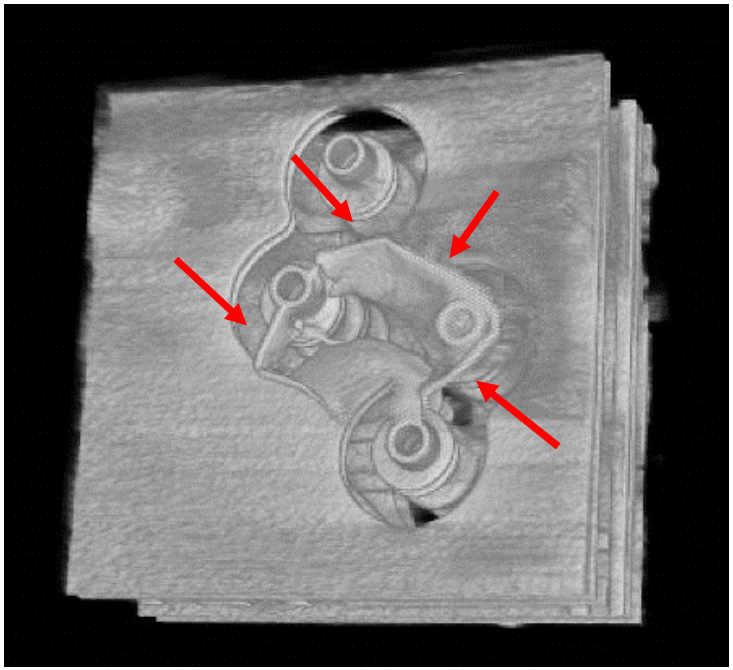


X線CT像
（VR像）

2.11 故障解析による品質診断事例（スルーホール間異物）



LIT像



X線CT像（VR像）

欠陥の概要

欠陥名称	基板内部異物
欠陥発生部位	内部構造
欠陥サイズ	0.5mm以上（スルーホール間距離0.2mm）
欠陥発生 メカニズム	銅箔の残渣が存在したまま製造されたことによる
故障発生 メカニズム	① 異物による端子間のショート ② エレクトロマイグレーション発生によるショート
成長の可能性	エレクトロマイグレーションによる成長
バラツキの有無	製造プロセスによる残渣の程度

欠陥判定基準

欠陥危険度ランク	判定基準
5（故障発生）	異物が配線間を跨いでいた場合
4（危険度大）	配線間を跨ぐ可能性のある大きさの 異物が存在していた場合
3（危険度中）	配線間距離の1/2以上の大きさの 異物が存在していた場合
2（危険度小）	配線間距離の1/4以上の大きさの 異物が存在していた場合
1（注意喚起）	配線間距離の1/4未満の大きさの 異物が存在していた場合
備考	異物が導電性の場合、1ランクUP
推奨される信頼性試験	高温高湿試験、熱衝撃試験等

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

2.12 信頼性試験（環境試験）からのフィードバック

航空・宇宙を含む高信頼性部品、ロボット・FA用精密部品、半導体の環境試験（部品の評価）

本社・解析センタ　西東京試験センタ　北関東試験センタ

- 高温/低温試験
- 恒温恒湿試験
- 温度サイクル試験
- 冷熱衝撃試験
- ガス試験
- 塩水噴霧試験

総合評価・解析サービス

- 試験・電気的特性・解析・分析
- 車載部品総合評価
- 実装基板総合評価
- 電源モジュール総合評価
- ＬＥＤ照明総合評価
- パワーデバイス総合評価
- マイグレーション評価
- ウィスカ評価

航空・ロボット・FA対応

- NEW 温度減圧複合試験
- NEW 定加速度試験
- 恒温恒湿室
- 耐候性試験
- 落下衝撃試験
- 急速温度変化チャンバー
- NEW ニードルフレーム試験
- NEW グローワイヤー試験

大型試料・特殊環境・車載試験

- 耐候性試験
- 耐水試験・散水試験
- 塵埃試験
- ＩＰ保護等級試験
- スプラッシュウォーター試験
- 複合振動試験（振動＋温度）
- 衝撃・バンプ試験

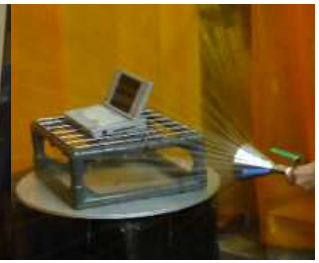
熱過渡解析付き
ﾊﾟﾜｰｻｲｸﾙ試験ｼｽﾃﾑ

集束イオンビーム装置

温度減圧複合試験

落下試験

粉塵試験機



散水試験機

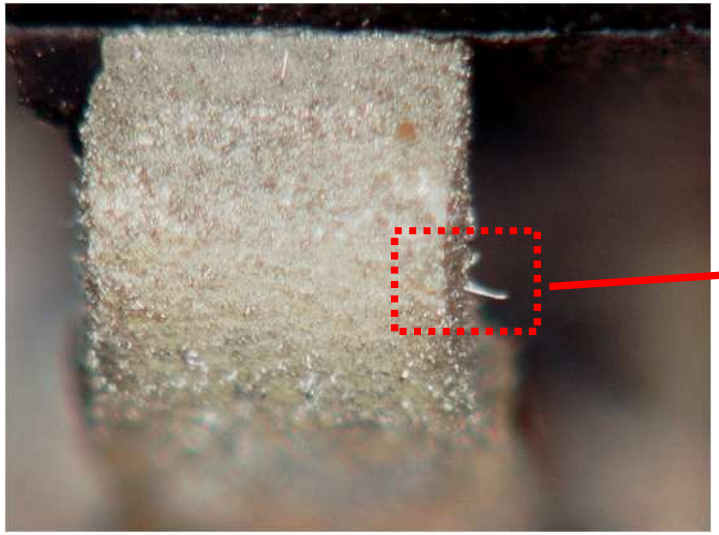
FA：Factory Automation

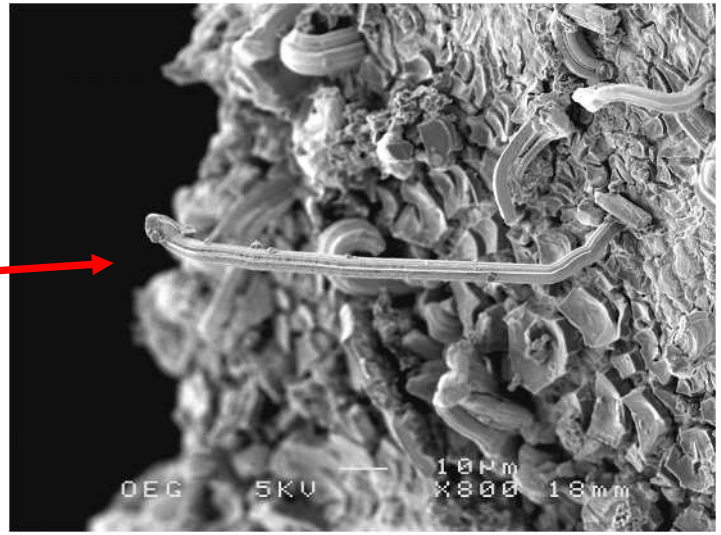
© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd

All rights reserved

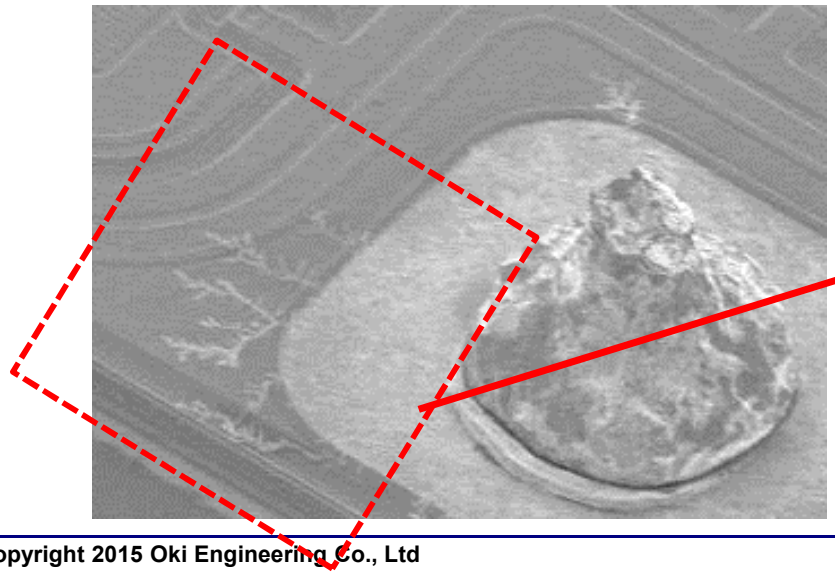
2.13 信頼性試験を実施した試験品の評価事例

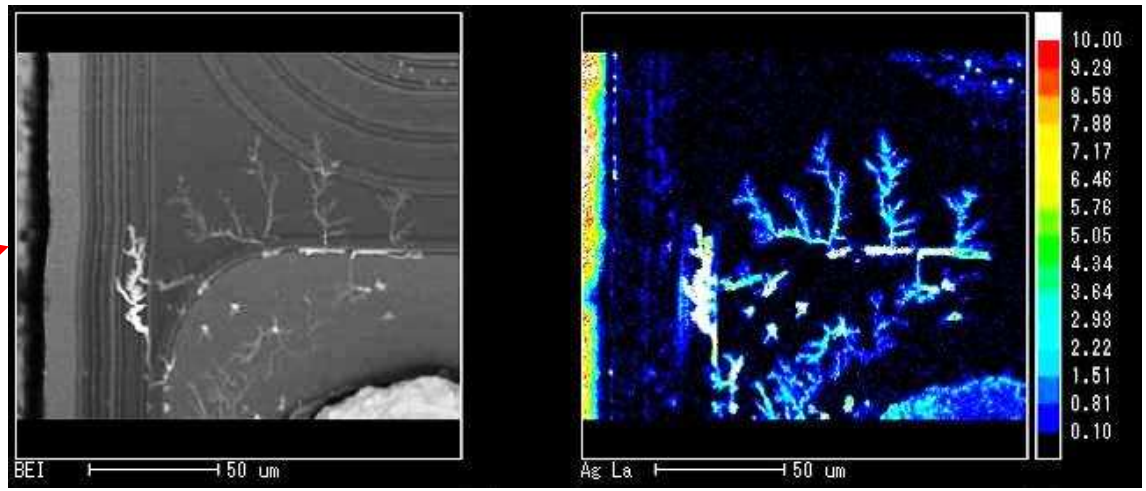
ウィスカ評価（温度サイクル試験）





マイグレーション評価（高温高湿通電試験）





© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

まとめ

今後、小型化および高信頼性が要求される
部品実装基板の総合評価サービスのご提案

・実装基板の良品解析を実施することにより、製造品質・長期信頼性の評価および比較が可能

・故障解析のデータを蓄積し、独自の評価基準を作成

・信頼性試験を実施し、その結果に基づく品質向上のご提案

部品実装基板の信頼性向上のため
本サービスを是非ご活用下さい

© Copyright 2015 Oki Engineering Co., Ltd 沖エンジニアリング株式会社 All rights reserved

ご清聴いただき、ありがとうございました

》お問合せ先

沖エンジニアリング株式会社

□ システム評価事業部
実装技術グループ
村原　大介
□ TEL：03-5920-2354
□ E-mail：oeg-rsales-g@oki.com
□ URL：http://www.oeg.co.jp/

Open up your dreams