

# ダイオード評価結果報告

## 1.目的

2012年度の海外廉価部品発掘・評価部品として「ダイオード」を取り上げた。中国メーカー2社、台湾メーカー1社の製品をピックアップし、部品の造りこみを評価した。日系メーカー部品との比較を行い、造り込みが同等であるかを観察調査した。

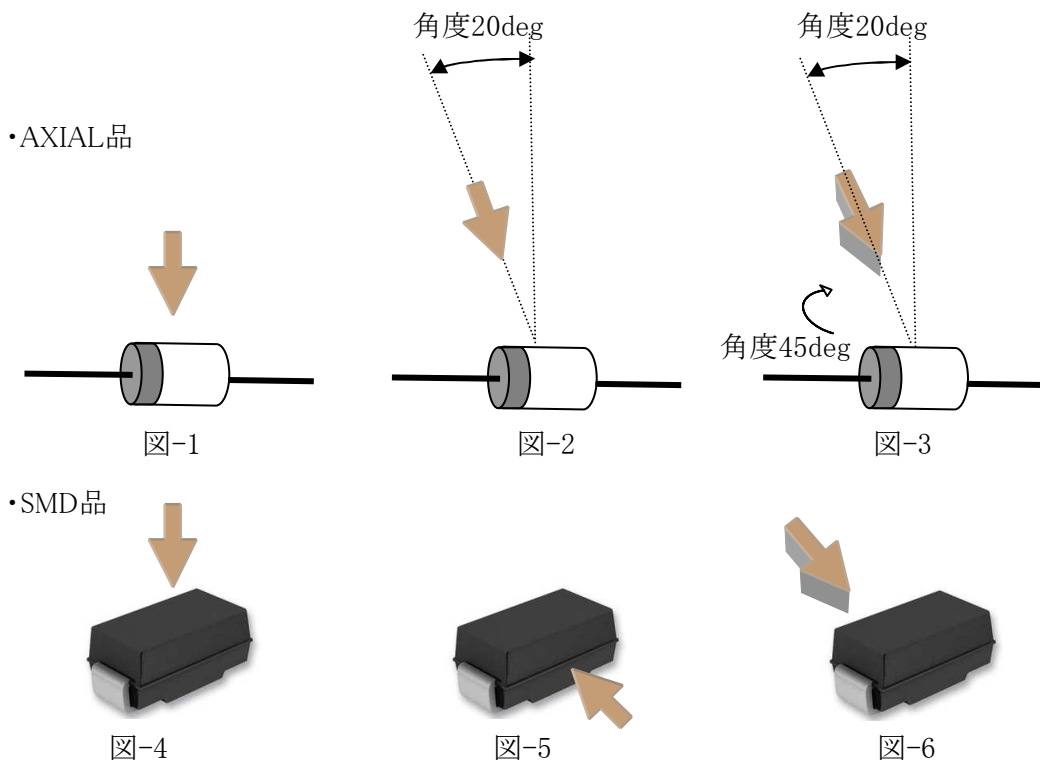
## 2.評価対象部品仕様

表-1. 評価サンプル

メーカー	型名	PKG	外観写真	仕様
 GOOD-ARK	1N4148S	DO-34		Switching Diode, Vr=75V, Vrm=100V, If=150mA, Ptot=500mW, Vf=1V, Ctot=4pF, trr=4ns
 PANJIT SEMI CONDUCTOR	1N4148-35	DO-35		Switching Diode, Vrm=100V, If=150mA, Ptot=500mW, Vf=1V, Ctot=4pF, trr=4ns
 PANJIT SEMI CONDUCTOR	GS1D	SMA/D O- 214AC		Surface Mount Rectifier, Vrrm=Vdc=200V, I(av)=1A, Ifsm=30A, Vf=1.1V, Ir=1uA, Cj=12pF
 PANJIT SEMI CONDUCTOR	BAV70	SOT-23		Switching Diode, Vr=75V, Vrm=100V, If=150mA, Ptot=250mW, Vf=1.25V, Cj=1.5pF, trr=4ns
 YJ technology YANGJIE TECHNOLOGY	1N4148	DO-35		Switching Diode, Vr=75V, Vrm=100V, Io=150mA, Pd=500mW, Vf=1V, Cj=4pF, trr=4ns
 YJ technology YANGJIE TECHNOLOGY	ABS8	ABS		Bridge Rectifier, Vrrm=800V, Io=1A, Ifsm=30A, Vfm=0.95V, Irrm=10uA
 東芝 Leading Innovation >>>	1SS226	SC-59A		Switching Diode, Dual, serial, Vr=80V, Vrm=85V, Io=100mA, P=150mW, Vf=1.2V, Ct=3pF, trr=4ns
 ローム ROHM SEMICONDUCTOR	1SS133	DO-34		Switching Diode, Vr=80V, Vrm=90V, Io=130mA, P=300mW, Vf=1.2V, Ct=2pF, trr=4ns

### 3.評価方法

#### 3-1.X線撮影方法



**撮影方向A:**  
矢印の方向から角度をつけずに正面側から撮影。  
図-1、図-4

**撮影方向B:**  
角度を20度傾けて撮影。  
SMD品は側面側から撮影。  
図-2、図-5

**撮影方向C:**  
縦方向の角度を20度傾けて、横方向に45度傾けて撮影。  
図-3、図-6

表-2. 測定場所/測定機器

測定場所	測定器メーカー	測定器型式	備考
浦和電研株式会社	島津製作所	SMX-1000	X Ray 158倍/100万画素
マース東研X線検査株式会社	東研	TUX-3200	X Ray 1200倍/145万画素
アロマン株式会社	MATSUSADA	μ RAY8000	X Ray 104万画素
アロマン株式会社	KEYENCE	VHX	マイクロスコープ 200倍

#### 3-2.AXIALタイプ外観観察方法

• Pb含有のガラス封止ダイオードはX線撮影での調査は困難であるため、外観観察を行う。  
撮影はデジタルカメラに拡大レンズを取付けて行う。

• 観察サンプル  
GOOD ARK: 1N4148S  
PANJIT: 1N4148  
YJ technology: 1N4148  
ROHM: 1SS133

## 4.評価結果

### 4-1.X線撮影評価

・1N4148(GOOD ARK)

No.1サンプル SMX-1000撮影



写真.1-1

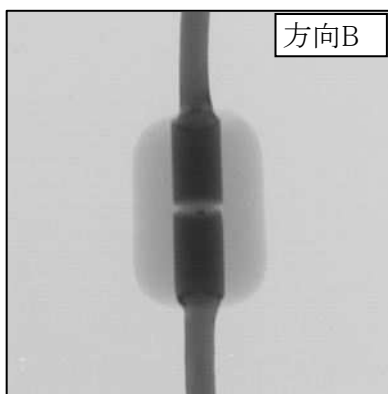


写真.1-2

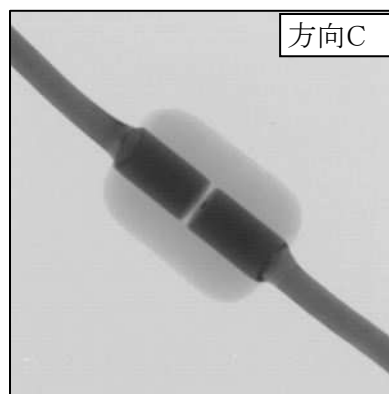


写真.1-3

No.4サンプル SMX-1000撮影



写真.1-4

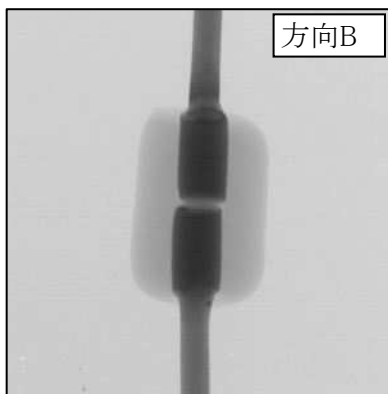


写真.1-5

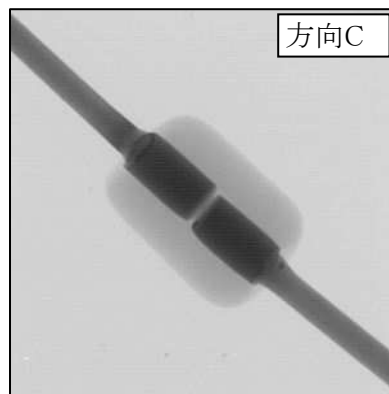


写真.1-6

No.12サンプル SMX-1000撮影



写真.1-7

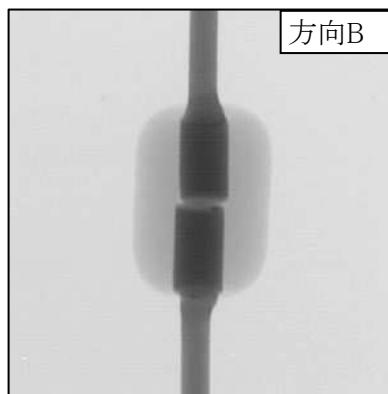


写真.1-8

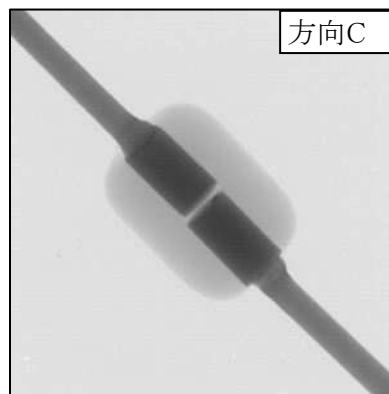


写真.1-9

#### <確認結果>

- ・アノード側に小さな丸い形状物が見られるが、これは極性判別用のマーク又は位置決めマークとして付けられた物と推測される。
- ・電極の横方向のズレは10サンプル以上確認したが、ズレ度合いにバラツキが見られる。手作業での組み立てを行っている事が予想されるが、性能上、問題は無いと推測される。

・GS1D(PANJIT)

No.1サンプル SMX-1000撮影

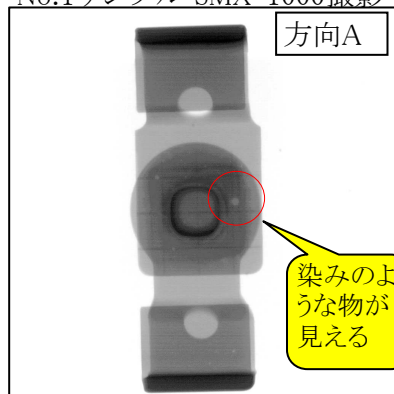


写真.2-1

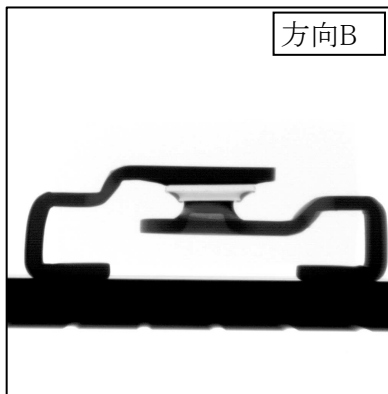


写真.2-2

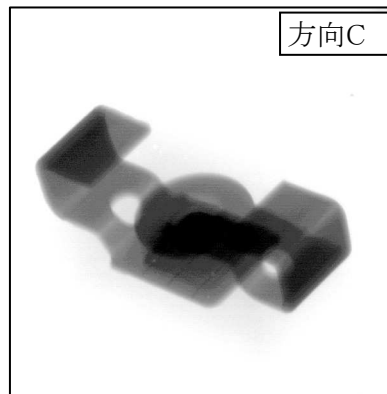


写真.2-3

No.2サンプル SMX-1000撮影

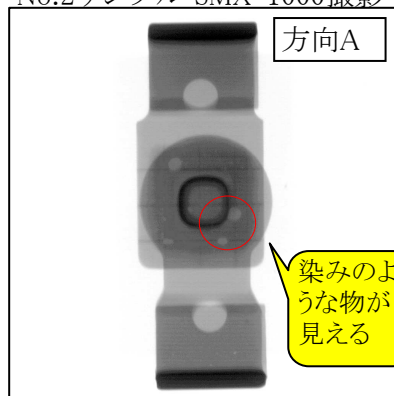


写真.2-4

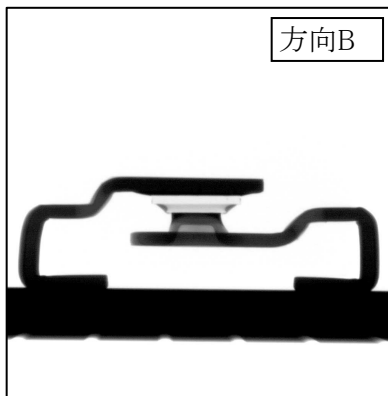


写真.2-5

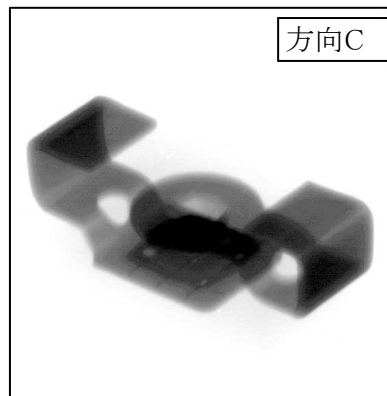


写真.2-6

No.5サンプル SMX-1000撮影

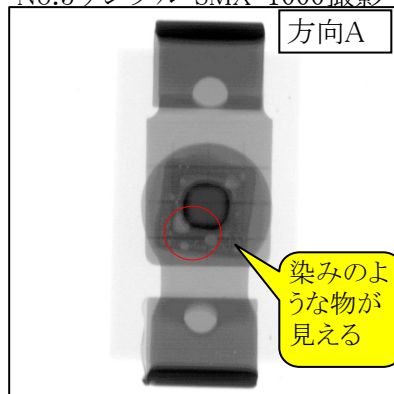


写真.2-7

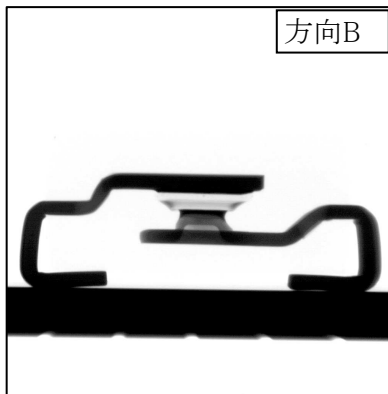


写真.2-8

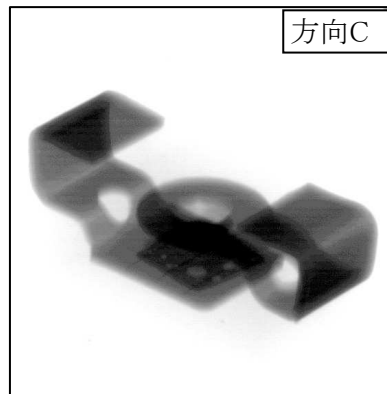


写真.2-9

<確認結果>

- 方向Aの写真の中央付近に**染みのように見える物**がある。大きさ、数はまちまちだが、10個中10個に確認できる。その染みはリードとチップ部接続時のVOIDと推測される。
- SMD部品特有の現象と考えられるが、特性上問題ないと思われる。

・BAV70(PANJIT)

No.1サンプル TUX-3200撮影

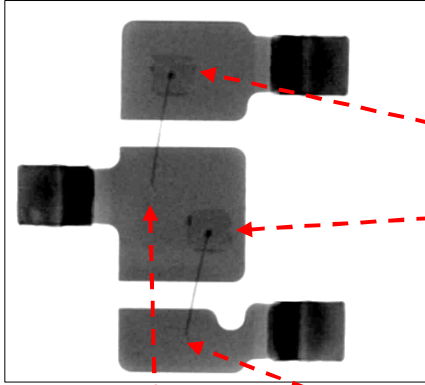
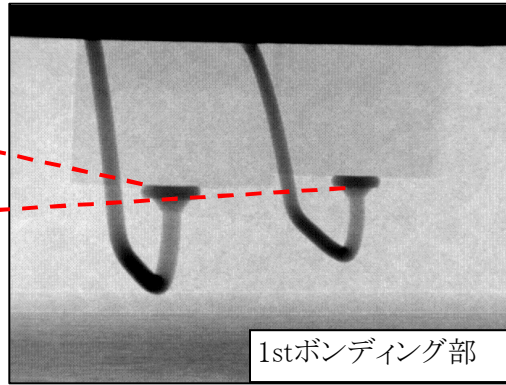
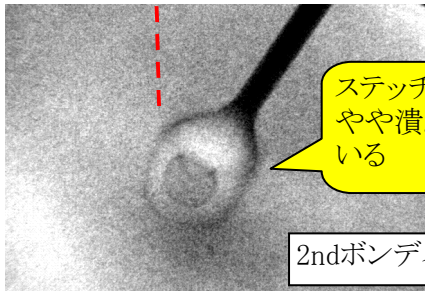


写真.3-1



1stボンディング部

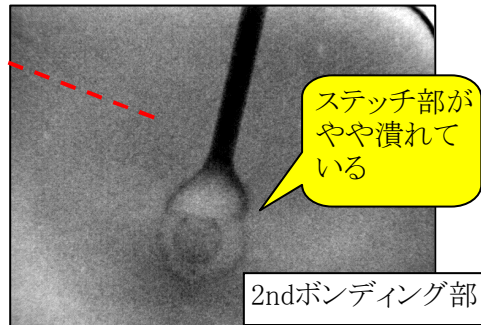
写真.3-2



ステッチ部が  
やや潰れている

2ndボンディング部

写真.3-3



ステッチ部が  
やや潰れて  
いる

2ndボンディング部

写真.3-4

・1SS226(東芝) ※BAV70(PANJIT)比較

No.1サンプル TUX-3200撮影

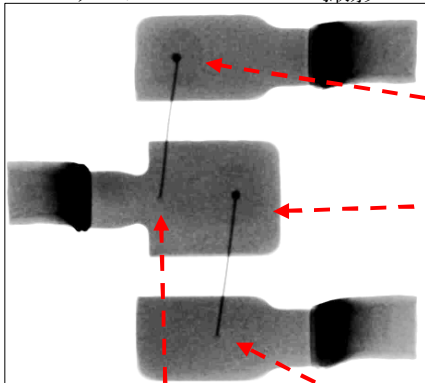
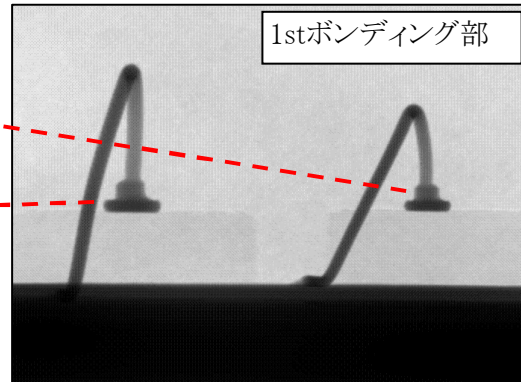
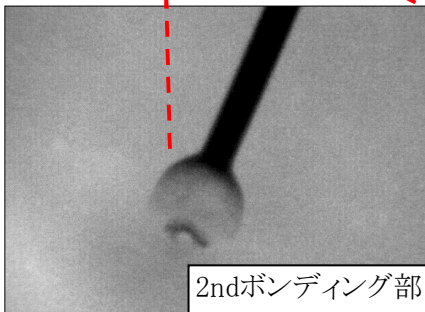


写真.4-1



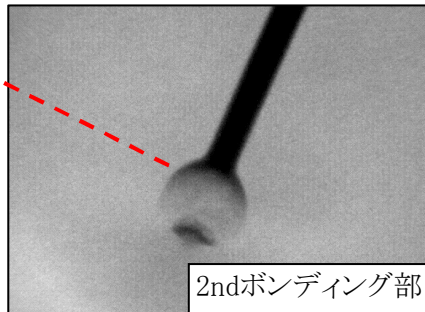
1stボンディング部

写真.4-2



2ndボンディング部

写真.4-3



2ndボンディング部

写真.4-4

<確認結果>

- ・BAV70(PANJIT)と1SS226(東芝)の1stボンディング部は確実に接続されている。
- ・BAV70の2stボンディング部はやや潰れているが、接続性は問題ないようには見える。5個のサンプルで全てに確認された。
- ・1SS226(東芝)のボンディング部は5個のサンプルを確認したが、すべて適切に処理されていた。

•ABS8(YJ technology)

No.3サンプル  $\mu$  Ray8000撮影

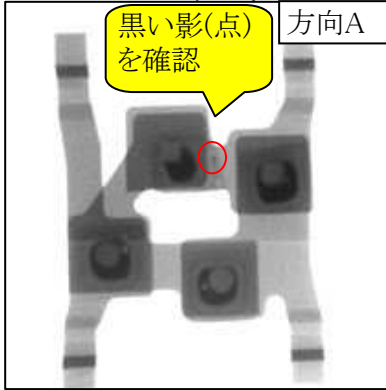


写真.5-1

拡大

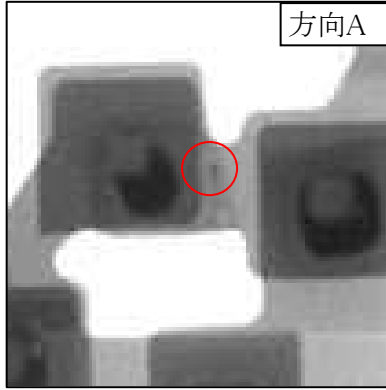


写真.5-2



写真.5-3

No.7サンプル  $\mu$  Ray8000撮影

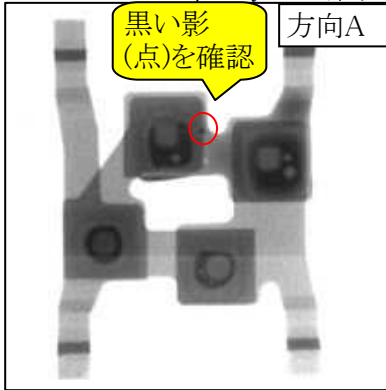


写真.5-4

拡大

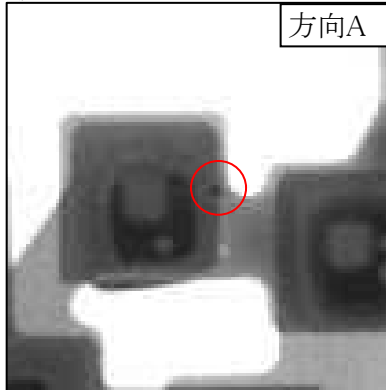


写真.5-5

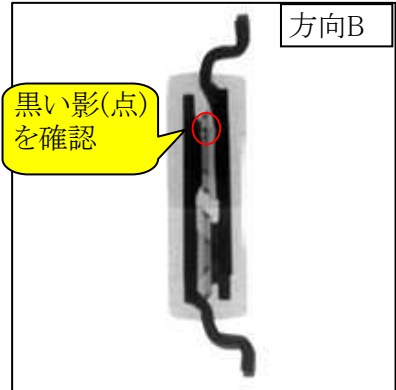


写真.5-6

〈確認結果〉

・黒い点のような異物が確認された。発生箇所がリードとチップの接続部付近にあり、リードとチップの接続時に発生したものの可能性がある。発生頻度は10個中4個。

モールド剥離サンプル(参考)



写真.5-7

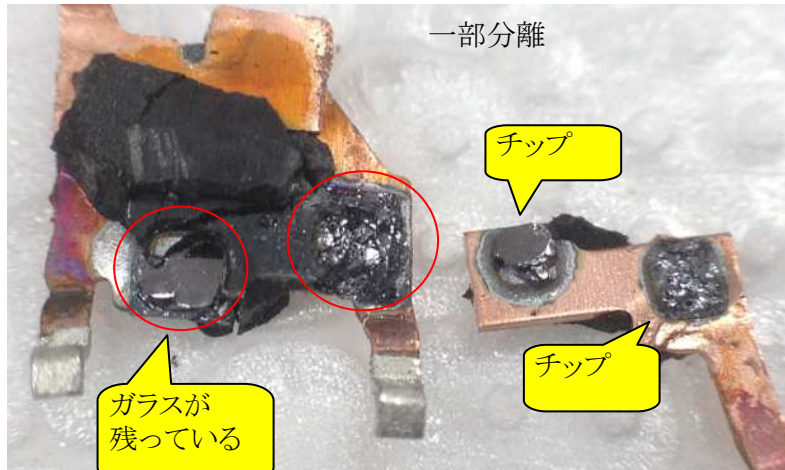


写真.5-8

〈モールド剥離状態〉

エポキシモールドを超音波カッターとニッパーで剥離してみた。銅製フレームにチップが固定されている様子が確認できる。

銅フレームとチップの接続を分離した写真からは、チップのほかに、ガラスパッシバートのガラスが確認できる。

※銅フレームは4つのパーツに分かれている。

## 4-2.AXIALタイプ観察評価

・1N4148S(GOOD ARK) 外観観察  
No.21サンプル



No.22サンプル 写真.6-1



拡大



気泡が残っている

写真.6-2



No.23サンプル 写真.6-3



拡大



気泡が残っている

写真.6-4



No.24サンプル 写真.6-5



拡大



気泡が残っている

写真.6-6



写真.6-7



拡大



気泡が残っている

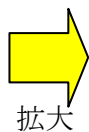
写真.6-8

### 〈確認結果〉

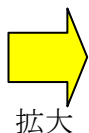
・X線調査では電極のズレがみられたが、外観観察ではチップ部の真空部に空気が残っている。真空状態が完璧であれば、工程上、溶解したガラス部がチップ部へ入り込むと思われる。真空処理がやや中途半端である。

・1N4148-35(PANJIT) 外観観察

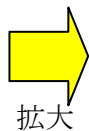
No.1サンプル



No.2サンプル 写真.7-1



No.3サンプル 写真.7-3



No.4サンプル 写真.7-5

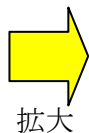


写真.7-7

写真.7-8

〈確認結果〉

・チップのズレは見られるが、工程検査で性能検査を通過していれば問題ないと推測される。チップ周りは空間があまり見られず、組立工程の真空状態は良好と思われる。



・1N4148(YJ technology) 外観観察

No.2サンプル KEYENCE VHX撮影

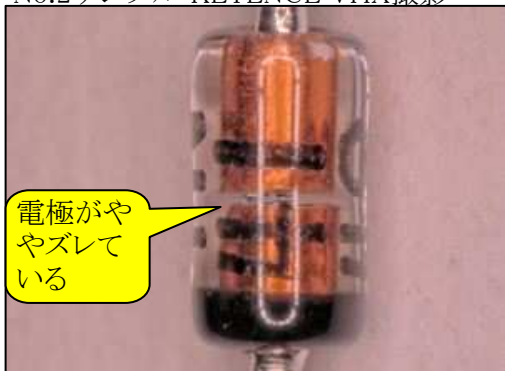


写真.8-1



拡大

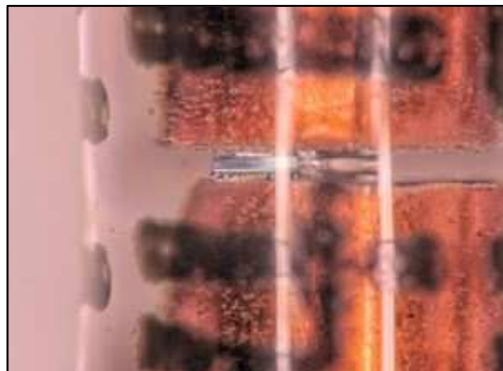


写真.8-2

No.6サンプル KEYENCE VHX撮影



写真.8-3



拡大

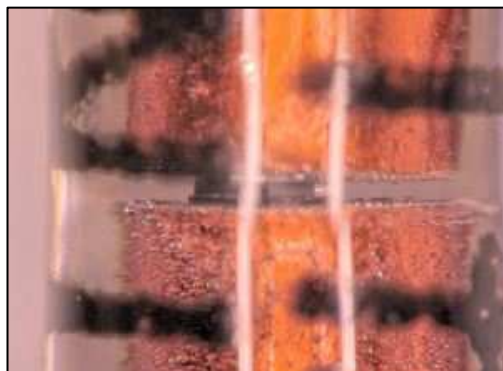


写真.8-4

No.9サンプル KEYENCE VHX撮影



写真.8-5



拡大

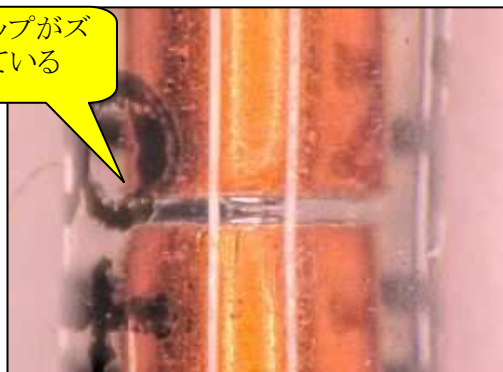


写真.8-6

No.10サンプル KEYENCE VHX撮影

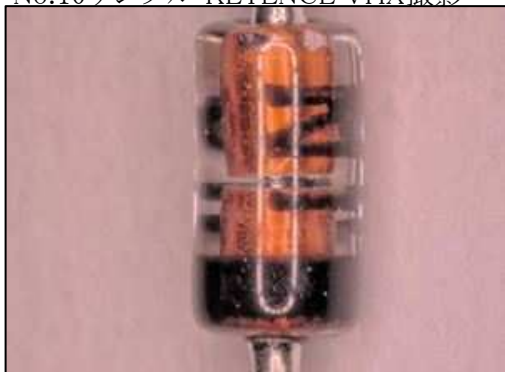


写真.8-7



拡大

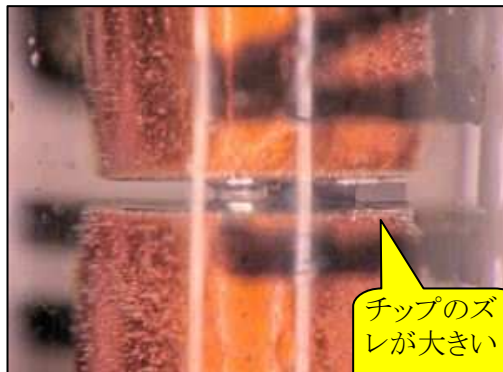


写真.8-8

〈確認結果〉

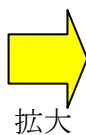
・電極の横方向のズレは10サンプル確認したが、ズレ度合いにバラツキが見られる。手作業での組み立てを行っている事が予想される。性能不良品の発生が懸念される。

・1SS133(ROHM) 外観観察

No.1サンプル



写真.9-1



拡大

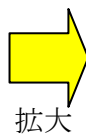


写真.9-2

No.2サンプル



写真.9-3



拡大

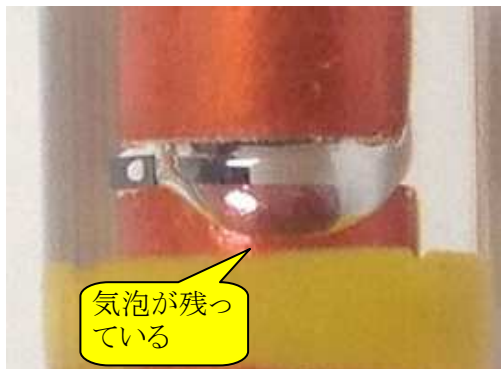
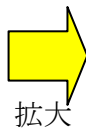


写真.9-4

No.3サンプル



写真.9-5



拡大

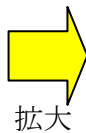


写真.9-6

No.4サンプル



写真.9-7



拡大



写真.9-8

〈確認結果〉

・電極の形が上下対象では無い。チップの周辺に気泡がある。また、チップのズレも大きいように見える。組立工程の真空処理はあまり良好とは言えない。

## 5. 評価結果まとめ

判定					
○	問題なし	△	疑義あり	×	問題あり

表-3. 評価結果まとめ/判定

型名/ メーカー	PKG	調査内容	結果	判定	備考
1N4148S /GOOD ARK	DO-34	X線調査/ 外観観察	若干の電極ズレとチップのズレが確認された。真空処理が不完全。	△	・電極ズレ、チップズレは問題にならない範囲。
1N4148-35 /PANJIT	DO-35	外観観察	異常なし。	○	・ロームの1SS133と比較して、作り込みは良好な状態。
GS1D /PANJIT	SMA/D O- 214AC	X線調査	チップ接合部付近に染みの様な物が確認された。	○	・SMD部品特有の構造と考えられる。
BAV70 /PANJIT	SOT-23	X線調査	2ndボンディングがやや潰れ気味であった。	○	・2ndボンディングの状態は問題にならない範囲。
1N4148/YJ technology	DO-35	外観観察	若干の電極ズレとチップのズレが確認された。	△	・電極ズレ、チップズレは問題にならない範囲。
ABS8/YJ technology	ABS	X線調査	点状の異物が確認された。4/10個	×	・メーカーに異物の確認依頼。
1SS226 /東芝	SC-59A	X線調査	異常なし。	○	・良好な状態。
1SS133 /ローム	DO-34	外観観察	電極ズレとチップのズレが確認された。真空処理が不完全。	△	・電極ズレ、チップズレは問題にならない範囲。

## 6. 各社の対応と考察

### 6-1. 各社の見解/対応

#### ・PANJIT: GS1D 染みに関するQ&A

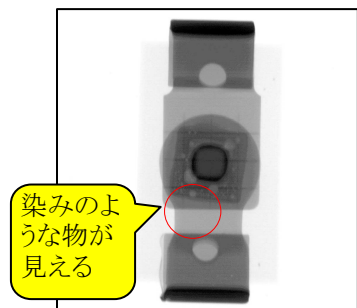


写真.10

#### 【メーカー回答】

- ・半田付け工程でのVOID。染みのような物ではない。品質に問題ない。
- ・今後の対応  
SMD部品の半田付けでは必ずVOIDが発生する。PANJIT基準を作成。VOID発生率:10%以下。

#### J-chip判断

構造的に発生してしまうものと思われ、特に問題ないと判断できる。

#### ・YJ technology: ABS8の異物に関するQ&A

No.7

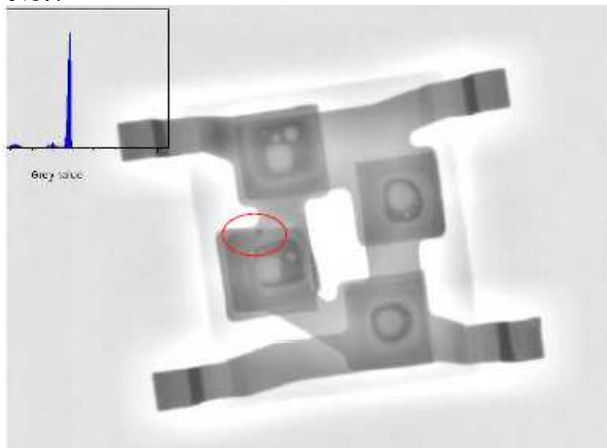


写真.11-1

#### 【メーカー回答】

- ・原因  
黒い影(点)は半田ボールと判明。  
製造時の溶接工程での不要な半田ボールの除去を手作業で行っていた。それが不十分であった。
- ・対策  
製造工程での半田ボール除去工程を手作業から、自動機での除去作業に変更。(半田ボール自動除去装置1台購入)
- ・効果  
自動機での半田ボール除去作業にしてから、製品を50pcs確認したが、製品内に半田ボールは見つからなかった。  
作業で行っていた。それが不十分であった。

No.7拡大



写真.11-2



写真.12 半田ボール自動除去装置

**J-chip判断**

モールド内の半田ボール混入は問題である。メーカーは工程を自動装置に変更して改善対応しているが、採用を検討する場合には経過を見る必要が有る。

半田ボールの問題は、前々からメーカー側で認識していたものと考えられる。今回の弊社指摘で自動装置の導入を取り決めたとは考え難く、以前から対策検討していたと推測する。

**・YJ technology: 1N4148 電極ズレに関するQ&A**

※ なぜ電極配置にばらつきが発生するのかを確認する

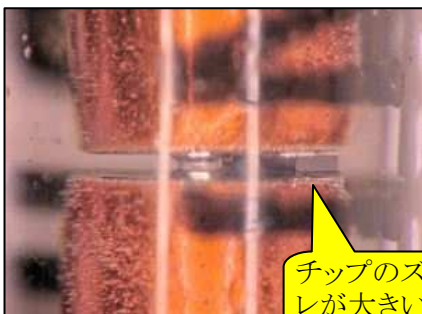


写真.13-1

**【メーカー回答】**

- ・原因  
チップ組み込み工程は、手作業で行なっているため。
- ・見解  
ガラスパッケージ品の完全自動化は極めて困難である。よって、当面は手作業を継続する。品質管理については全数電気性能検査にて対応している。

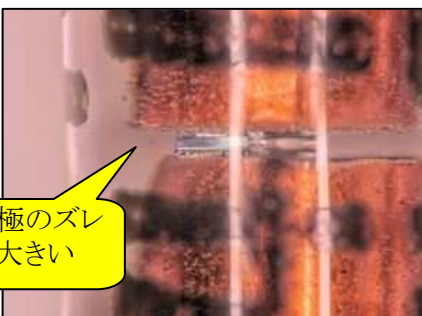


写真.13-2

<参考資料>

チップ電極組み込み工程: 手作業

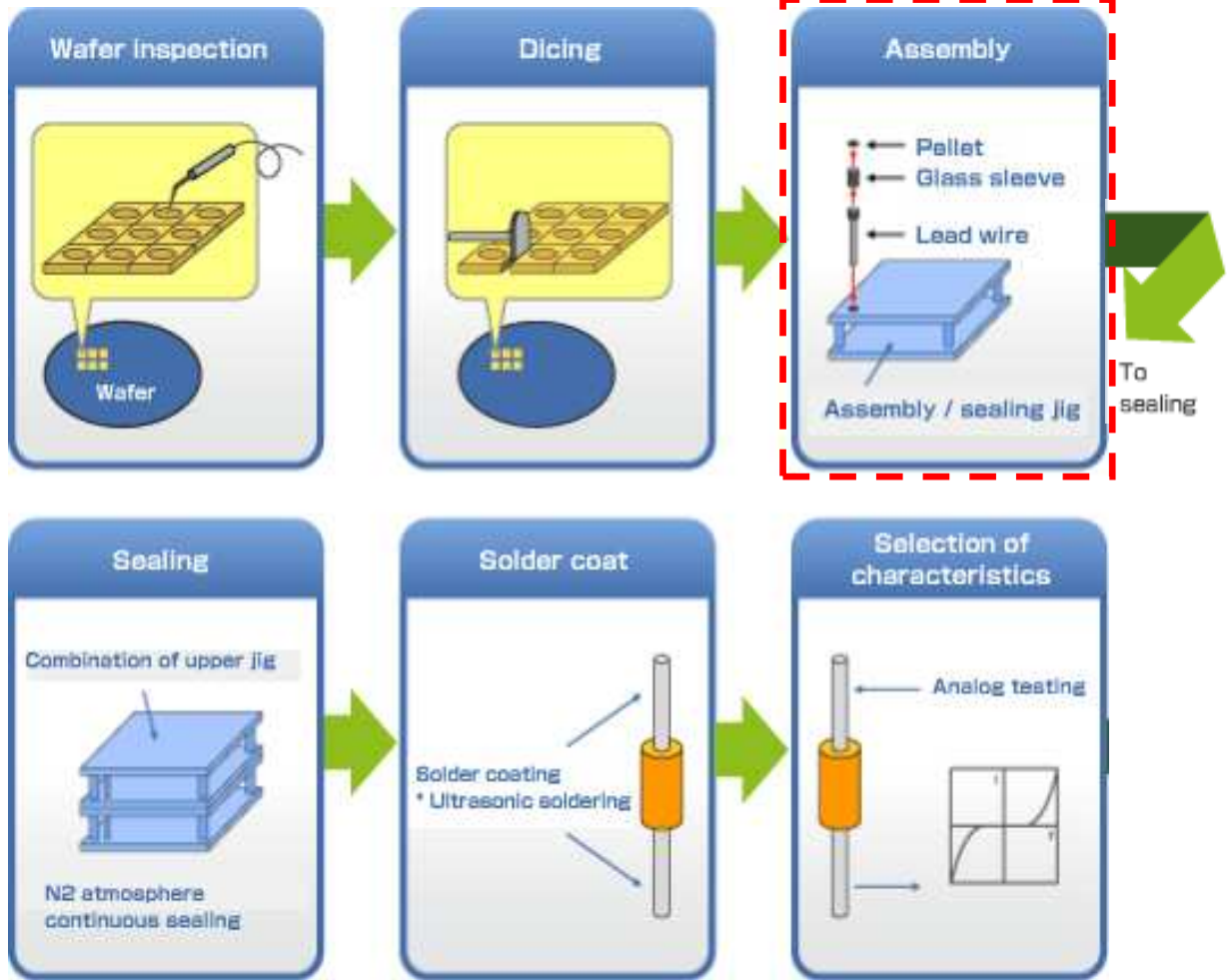


図.7 ガラスパッケージ(リード製品)の全工程

組み込み工程の詳細

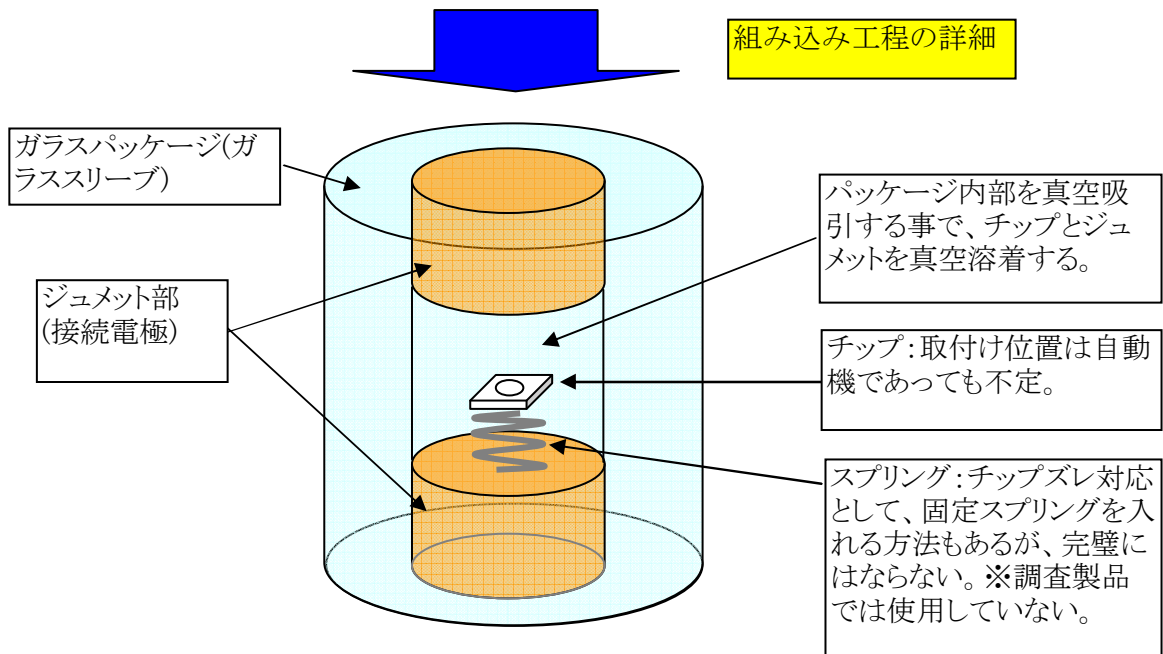


図.8 ガラスパッケージ製品の製造方法詳細(某メーカーOBからの情報)

J-chip判断

AXIALリードタイプのAssembly工程は手作業であるため、チップと電極のズレが発生し易いと思われたが、自動機でのAssemblyでも正確な位置決めは不可である。チップズレはガラスパッケージ品の構造的な問題である。ただし、チップズレで性能異常が発生しても、工程検査で排除されるため、問題ない。

## ・YJ technology: ガラスパッケージ製品の気泡に関するQ&A

※ガラスパッケージ品で気泡が発生している製品と気泡が発生していない製品の製造上の差異を確認する



写真.14 YJ technology 1N4148



写真.15 ROHM 1SS133



写真.16 GOOD ARK 1N4148S

### 【メーカー回答】

・Welding(溶接)工程の方法の差異によって、気泡の出方が違う。  
大きく2つのWelding方法に分けられる。

#### 1. Furnace welding: 固定式炉

資料を固定して過熱するため、仕上がりは安定している

※ YJ technologyはFurnace weldingを採用しており、Weldingの仕上がりは安定している。  
調査サンプルでも気泡の発生は確認されていない。



#### 2. Tunnel kiln welding: トンネル炉

連続炉で、入り口から出口まで移動しながら過熱をしていく方法。  
自動化ラインでは効率がよいが加熱ムラが発生しやすい。



### J-chip判断

ROHMの1SS133とGOOD ARKの1N4148Sは明確に気泡が確認できる。Welding工程はTunnel kiln welding方法を採用している事が考えられ、加熱ムラによって気泡が発生したと推測する。

ガラスパッケージ品の低価格化により、生産効率アップのため、この方法を取っていると推測される。気泡の発生はメーカーでは問題無しとしているようだが、湿気や酸素が気泡に含まれている危険性を考えると高信頼性製品への使用には注意が必要である。

・PANJIT:BAV70のワイヤーボンディングに関するQ&A

※ステッチ部の潰れについてPANJIT社から見解(検査方法説明)を確認する

【メーカー回答】 ※工場訪問時に情報開示

引っ張り強度試験にてボンディング部の強度を確認。(毎日一回、全製品で実施)

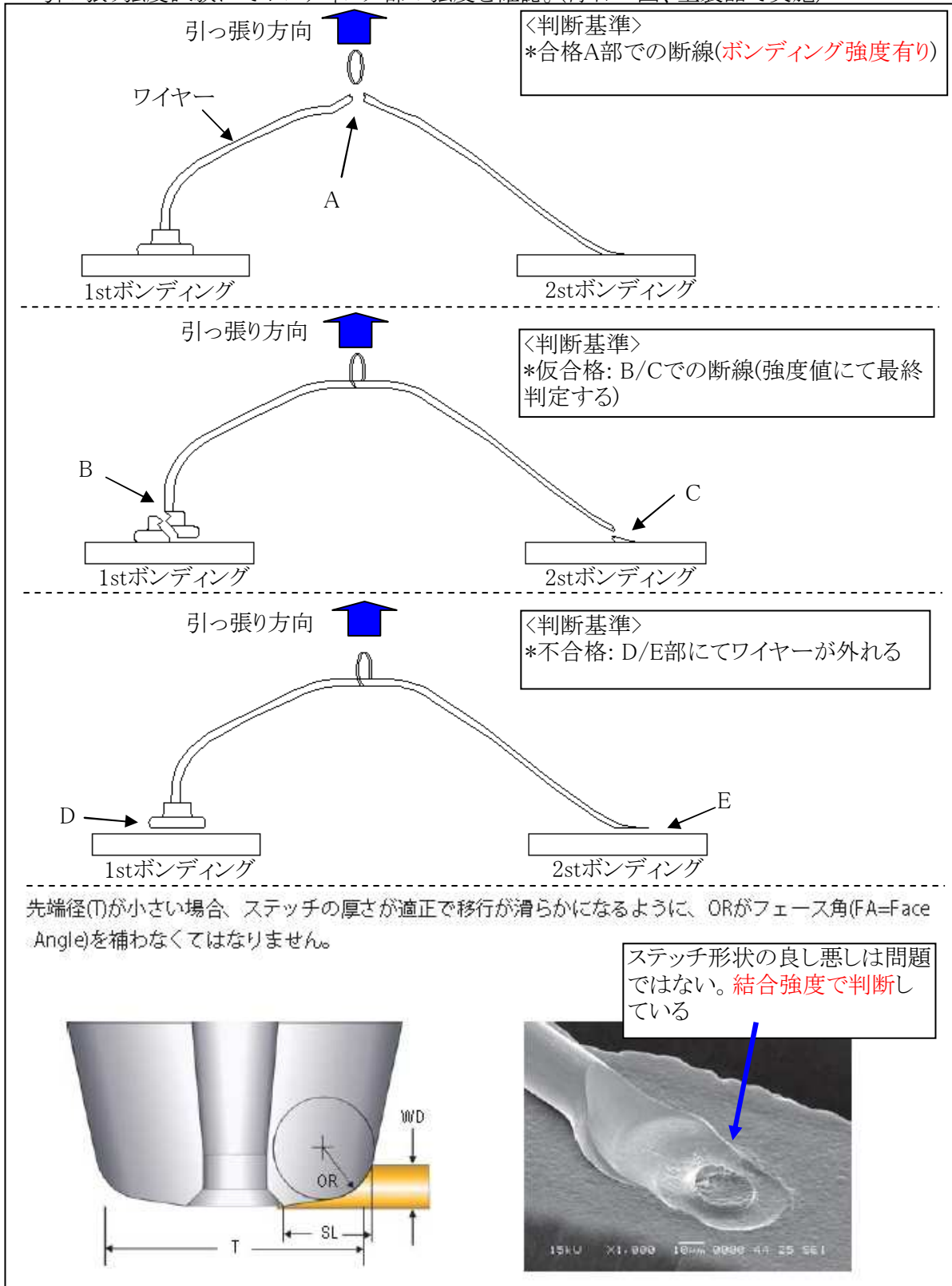


図.9 ボンディングワイヤー検査概要

J-chip判断

ボンディング強度の良否判定は2stボンディング部の潰れなどの形状ではなく、実際の強度で判断している。ただし、メーカーではワイヤー線幅/材質により6種類のキャピラリーを使い分けており、ステッチの潰れには配慮されている。今回調査のBAV70の2stボンディングは問題なしと判断できる。



## 6-2. 考察

アジアメーカー製品の構造的な造り込みに関しては、日系メーカーと比較して大きな差は見られない。今後のアジアメーカーの課題(期待)としては製造工程、品質管理の改善である。モールド材への異物混入は日系メーカーでは考えられない問題である。

アジアメーカーと日系メーカーのダイオード製造装置はほぼ同等のものが使用されていると推測される。大きな相違は、製造工程の管理と品質の管理であると考えられる。特に中国ローカルメーカーではFMEA解析などが浸透していないのが実態の様である。部品の導入にあたっては、定期監査と定期指導が必要と言える。

特にガラスパッケージ製品は、日系メーカーでは廃止方向でありアジア製品を使わざるを得ない状況下にある。その工程の一部は手作業であり、作業管理体制/品質管理体制の定期的な確認が重要である。