



はんだアシスト〔はんだ接合〕について



About Solder Assist [Solder Bonding]

Utsumi.Electronics.co.,Ltd Sales Dpt Yutaka sasaki

ソルダーアシストは、はんだ合金固体の予備成形物を意味します。 ロール圧延や精密なプレスなどの加工技術を複合的に用い、はんだ合金を様々な形状に加工することで、はんだ付けを効果的に施工することを目的としています。ウツミ電気株式会社は、長年にわたる基板実装技術より、実装プロセスの進化とともに多様な構造を実現した、Solder ASSISTを開発。お客様の技術革新をサポートしています。

ウツミ電気株式会社 はんだアシスト事業部 (〒975-0065 福島県南相馬市原町区陣崎368-32)

Utsumi Electric Co., Ltd. Solder Assist Division (975-0065 Jingasaki 368-32, Haramachi-ku, Minamisoma City, Fukushima Prefecture)

1,はじめに

電子工業の業界では、はんだ付け、ワイヤボンディング、圧着、接着などの接合技術が重要な生産技術として位置づけられており、なかでも、はんだ付けはその中核をなす技術になっている。特に、最近の趨勢として、電子機器の小型化と軽量化が推し進められていることから、微小接合技術としてのマイクロソルダリング(微小はんだ付け)に大きな役割が課せられるようになった。しかし、はんだ付けにも問題がないわけではなく、特に、はんだ接合部の信頼性確立が緊急かつ重要な課題となっている。

信頼性の高いはんだ付け技術を確立するためには、供給するハンダを使用用途T.P.Oに合わせた製品開発が必要不可欠となります。

まずは、弊社はんだアシストの製品毎の性能などを技術的観点より説明するものである

2,微細半田箔製品の[肝]となる圧延技術について

電子機器がますます小型化、高密度化されるのに対応して、電子部品の性能や信頼性の向上が求められている。そのため、その電子部品に使用されるはんだ材も、より微細で、かつ、はんだ材の表面状態もより高品質にしたものが求められている。

接続や封止用のはんだ材としては、板状もしくは棒状のはんだ材が多く用いられており、その加工には高度な圧延加工が求められている。

圧延加工は、被加工材の変形をスムーズに行うための潤滑性と、被加工材を圧延ロールに巻き込むための適度な摩擦性という、相反する特性が必要な加工であり、精度良くより平滑な加工表面を得るための様々な圧延加工用油が用いられている。

上記特性を満たすため、従来、この圧延加工用油には、鉱物油や植物油等を主成分とした不揮発性の成分を含有する油を使用し、圧延後、プレス加工など次工程での加工前に脱脂(圧延加工用油を除去)するのが一般的である。

また、圧延加工された、はんだ材から圧延加工用油を脱脂するために、一般的には特許文献に示されるような、有機溶剤による洗浄で圧延加工用油を除去する方法が用いられている。そして、圧延加工用油を除去した後、はんだ材を乾燥させ洗浄剤の有機溶剤を除去する。

しかしながら、潤滑材を利用することにより、以降の洗浄工程が満足にできない場合、残渣としてハンダ表面に残り、錫金銅である、鉛フリーハンダ(SAC材)に対して酸化被膜の成長に大きく寄与する原因となる

当然のごとく、ハンダ材は酸素に触れた段階より酸化が始まり、表面酸化をするものであるが、確実に表面を洗浄しない限り酸化するスピードが早くなる。

表面酸化が始まると、ハンダの濡れ性等が悪いなどという不良モードに発展する可能性がある。

弊社ハンダアシストは圧延工程(通常1-4工程)において、DRY方式を取り入れ、圧延3-4工程である仕上げ工程には滑剤等、水溶液系材料を利用せず、残渣を極力なくし、酸化防止を抑制している。

完成した半田箔は濁り等が無く、表面は鏡面状態となる。よって酸化の抑制に大きく寄与しているものである。

弊社は、ハンダの製造メーカーではなく、ハンダを使用する基板実装メーカーであるが、基板を実装する際に必要なハンダを選び効率的に使用でき、良質な製造ができることを日々模索していく中で、弊社製品である、ハンダアシストを開発したものである。

はんだアシスト(一般的にはプリフォームと呼ばれることが多い)は正確なはんだ量が要求される様々なアプリケーションで使われております。

ポリウム精度を確保するため、タイトな寸法公差に対応します。正方形、長方形、ワッシャー、円板など一般的な形状に加工可能です。弊社製品の特長は、他競合会社とは違う加工方法で生産を実現し、同等、標準以上の製品品質を確保している。

チップ型製品は、打ち抜きプレス工法での生産のみならず、成型方式にて、余剰材料費用の削減、成型精度(4面鋭角仕様)の向上等に長けております。また箔型ハンダアシストは、薄さ10μm(0.01mm)の量産が可能となる等、はんだ専門メーカーに無い、ニッチな製品構成となっております。

圧延加工

はんだ表面酸化を最大限抑制する生産体制の確立

①安定した厚み確保の為の工程設計

圧延工程1-4工程で圧延実施

工程1[粗圧延: 10→4.3mm]

工程2[クロス圧延; 4.3→0.15mm]

工程3[圧延: 0.15→0.15mm]

工程4[仕上: 0.15→0.025mm]

工程1-2で予測される圧延熱を水冷式ロータにて

温度上昇を抑制し、ハンダ表面の酸化を抑制

圧延時に於ける摩耗粉についても、工程1-2終了後の

洗浄(ラッピング処理)にて後工程への影響を抑制

工程3以降については、他社では圧延じの滑剤を利用し

ての生産となるが、弊社製造は滑剤を使わないDRY工法

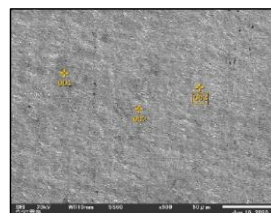
を取り入れ、表面酸化を最大限抑制している

圧延材表面状態比較写真でも判断できる通り

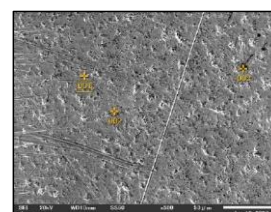
弊社圧延結果の表面はきめ細かい仕上がりととなっている。

競合他社においては、表面に残渣や、傷(圧延傷: 摩耗粉現象)などにより表面が荒れている。

表面に凸凹がある場合、ハンダの濡れ性に少なからず影響するものと、弊社は理解している。



〔台湾某メーカー製造〕



圧延材表面状態比較

〔t=0.025mm半田箔表面状態 500倍〕

〔ウツミ電気社製〕

〔中国某メーカー製造〕



材料接合法の基本概念として

材料(金属)の結合方法を大別すると、図1に示すように、機械的結合
材質的結合および化学的結合に分類される。

機械的結合ではボルトやリベット、焼き嵌めなどによる結合方法
であり、継手として応力を伝達することは可能であるが、母材間
は材料的に接合していない。このため両者を容易に分離させることが
出来る。

化学的結合は、いわゆる“糊”を用いた接着や、蒸着、メッキに代表
される結合方法であり、ファン・デル・ワールス力や水素結合などの
弱い結合力により接合されている。この為、一般に結合強さは
あまり高くないのが問題である。

一方、材料的結合は、両母材間を材料的に結合する方法であり
材料を強固かつ高性能に結合できる方法であり、いわゆる“溶接
・接合技術”がこれに相当する。材質的結合技術には、接合母材
を積極的に溶融させる溶融接合(溶接)と母材の溶融を伴わないか
あるいは、母材溶融を局所に限定した界面接合に大別される。

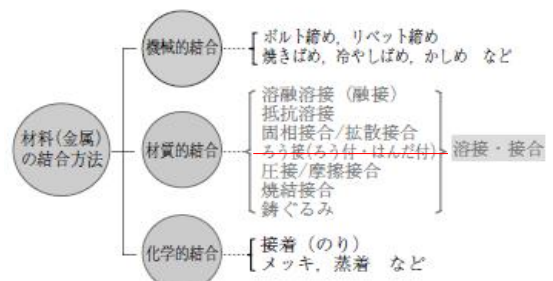


図1 材料の結合方法の分類

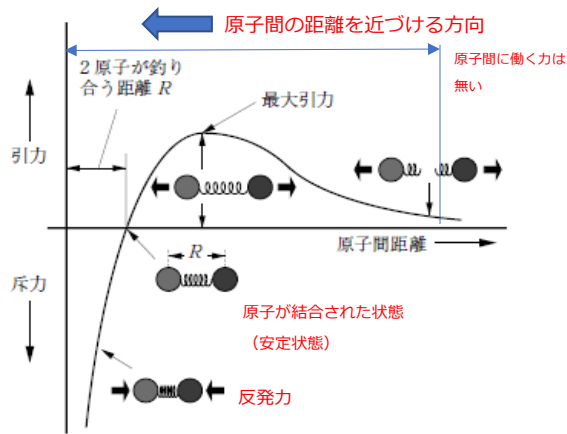
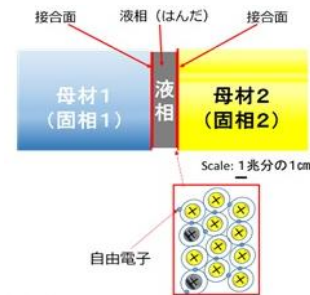


図2 材料接合(原子間結合)の基本概念

材料的結合では、原子間引力、すなわち共有結合、イオン結合、
金属結合等の強い結合力が材料接合の基本的メカニズムである。
同種材料間の接合では、両原子間の接合では、両原子間での
電子が共有化される(2つの原子の電子軌道が重なり、新しい
電子軌道を形成する)ことにより、自発的に原子配列を調整
して接合が達成される。

原子間距離が十分大きいと両原子間には引力も斥力も作用しない
原子間距離が小さくなるに伴い、両原子間には引力が作用し、
その大きさは、原子間距離の減少に伴い大きくなる。
更に原子間距離が小さくなると、両原子間に働く引力は減少に
転じ、ある一定の原子間距離を下回ると、原子間の作業は斥力に
転じる。

金属間化合物、固溶体の形成

はんだ付けの場合

はんだと母材の原子は相互に拡散し、金属間化合物(合金層)
を形成し、母材と異なる結晶構造で規則正しく並んで結合
(はんだと母材の原子は整数比で結合)します。(※2)

ろう付けの場合

ろう材と母材の原子は相互に拡散し、固溶体を形成します。
ろう材の原子はランダムに置換し、不規則に配列し結合します。(※2)

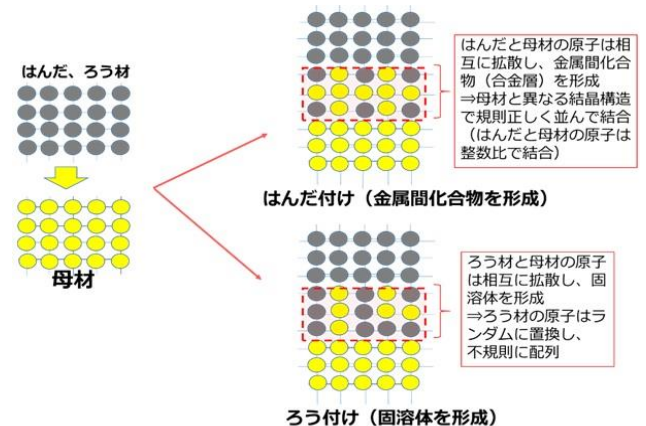


図7 金属間化合物、固溶体の相違

材料接合の達成は、材料接合を阻害する、要因(酸化皮膜など)をいかに除去し、 結合の手が結ばれるようにするかに帰着される

上記の文献にあるように、金属接合をより良い品質で、お客様が
利用できる製品の開発に関しては、酸化被膜 即ち、接合に阻害となる
要因をできるだけ、弊社からの供給製品で除外できる製品開発が必要と判断した。

弊社ハンダアシストの箔からの異形状加工する、スクエアタイプ、
リングタイプ、リボンタイプ等の棒ハンダまたは、インゴットからの圧延加工を
するものについては、製品完成上で酸化被膜につながる各種要因を製造工程上で
排除する、DRY工法を用いて製品製造をすることに進めました。

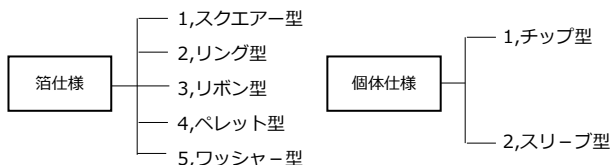
※鉛フリーはんだの組成のほとんどがSnです。Pbに比べ、酸化皮膜が
還元されにくく、はんだの表面張力が大きくなる為、濡れ性が劣る
等の諸問題解決に関しても対策が必要なため。

また、ハンダ箔(異形状製品加工ベース材料)の厚みは、量産ベースで
10μm厚みから供給できる生産体制を確立しております。



製品形状に関わるこだわり

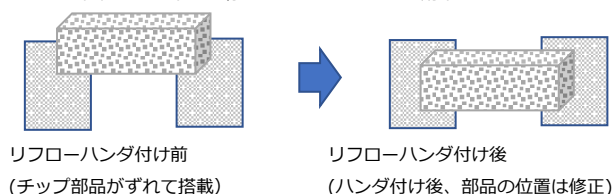
弊社はんだアシストは、大きく分けて箔仕様、個体仕様がございます。
製品群の代表例として



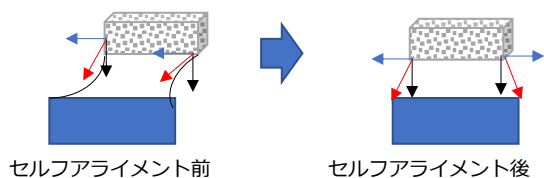
①半田箔仕様

箔仕様については、厚みの最小サイズを0.01mm程度から量産加工の実績をもって、各種形状について簡易金型（ピクトリア型、ピナクル型）や本型での加工を実施しております。
プラスチック製品にインサートした金属部分に導通を施した、複合製品などでハンダペースト等の印刷ができない場合などは、対象金属パターンと同一寸法のハンダ箔を形状加工して納入することも可能でございます。

はんだの特性として下記の様なセルフアライメント効果があります。



※参考資料



熔融すると、熔融したはんだに赤い矢印で示す表面張力が働きます。

この表面張力は青い矢印で示す水平方向の成分と黒い矢印で示す垂直方向の成分に分けることが出来ます。

青い矢印で示す成分が部品を基板のパットの方に移動させる力、即ちセルフアライメント効果になります。また黒い矢印の力は部品を保持し部品をパットに引き付ける力となります。この結果熔融し、ハンダの表面張力が働くと部品は基板のパットに引き付けられながらパットの方に引き寄せられます。これがアライメント効果です。最終的には熔融はんだの形状が変化し、青い矢印で示す水平方向の力が左右でバランスした時点で停止します。

上記の特性を利用し、接合材料としてハンダアシストを利用した場合

パターン部に追いはんだを実施した場合、100%面積のカバーは困難



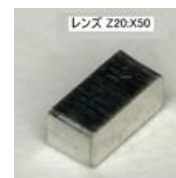
リフロー時セルフアライメント効果が発動し、中心にハンダが寄る傾向あり
パターンの全面積をカバーできず、中心による。

※弊社ハンダアシストスクエアシリーズを利用した場合



弊社薄型ハンダで、パターンと同一寸法であれば、セルフアライメントが発動しても中心に大きく引っ張られることは無く、ハンダペーストと同一効果を得られる。

1.48×2.15mmで0.025mm厚のハンダを供給した場合の実績として95%の面積カバーが確認できています。



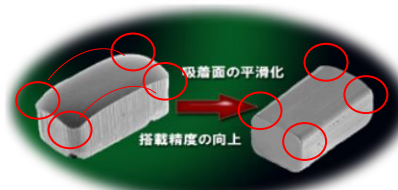
チップ型ハンダアシスト
※成型方法加工

②個体型仕様

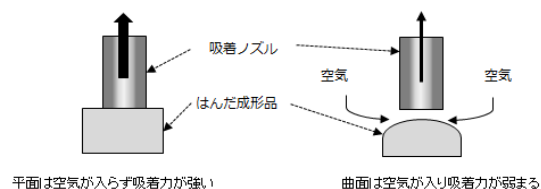
弊社の個体型仕様の代表例としてチップ型ハンダアシストがあります。

同等他社製品では、プレス型製品が一般的でございます。

弊社はプレス型と、成型型の製造方法を取り、プレス型での不具合について改善を実現しております。



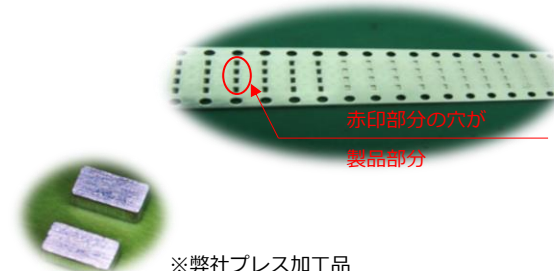
プレス型で抜き加工を実施した場合、どうしてもプレス圧の関係で抜き方向の逆サイドに対して抜きダレで4角のR形状が出来る。
SMT設備でのピックアップ工程での吸着エラー等の問題が発生
下記の原理で問題が発生している。



弊社の対策としては、プレス抜き加工における抜き回数(抜き方法)の改善によるR形状のフラット化（特許出願番号2014-018774）と、プレス工法でなく、成型（丸棒ハンダを角材に成型）し、必要サイズに対して切断(実用新案登録番号3190099)にて製品の吸着面のフラット化を実現している。

副産物として、成型加工の場合、プレス加工で発生する、材料の余白（実際の製造では、材料を100とした場合、製品率4%端材90%以上）が無くなり、コストダウン(単価削減)に大きく貢献しており、市場に対して大きな価格競争力を持っている。

※ハンダアシスト抜き後の端材状態



※弊社プレス加工品

弊社のこだわりである形状特性を各種実装工法

・加工工程に応用することが出来ます

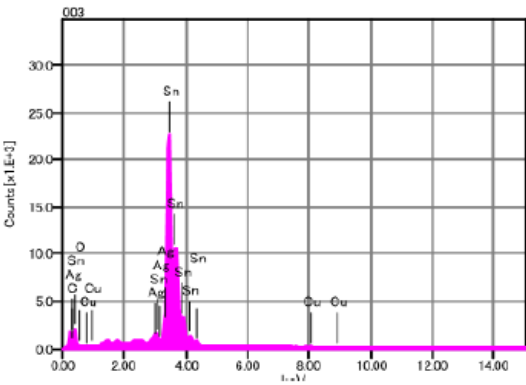
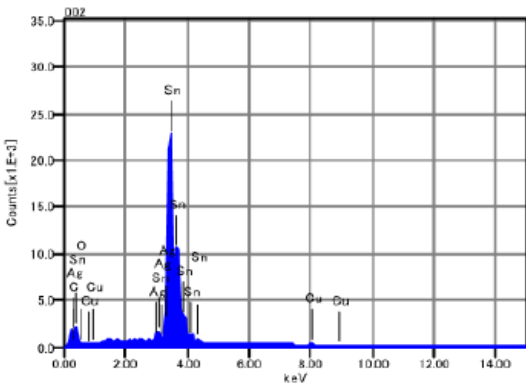
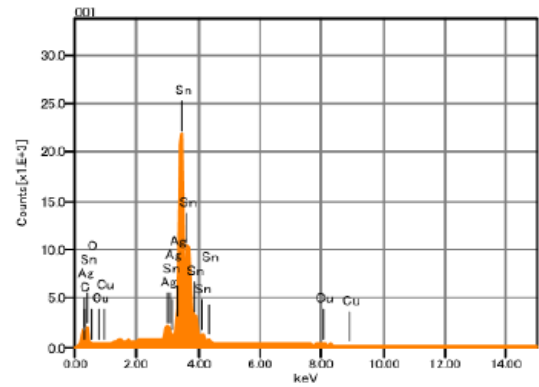
半田箔 ; t=0.025mm製品

下記に同一購入要求仕様について作成した製品のSEM-EDS試験結果を記する。

SEM分析結果

測定条件 加速電圧 ; 20.00kV 倍率 ; ×500 測定日時 ; 2020/06/16 画素数 ; 1280×960

[ウツミ電気]

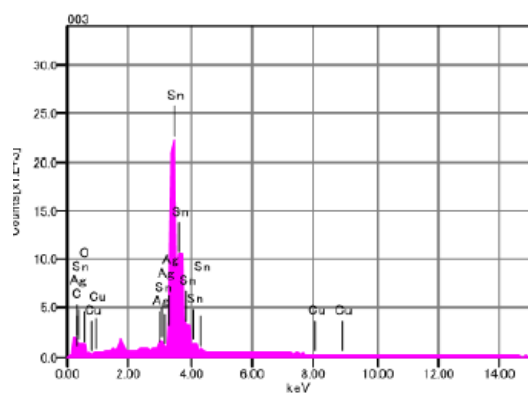
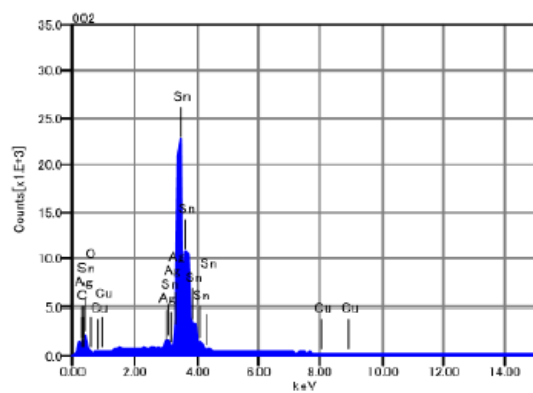
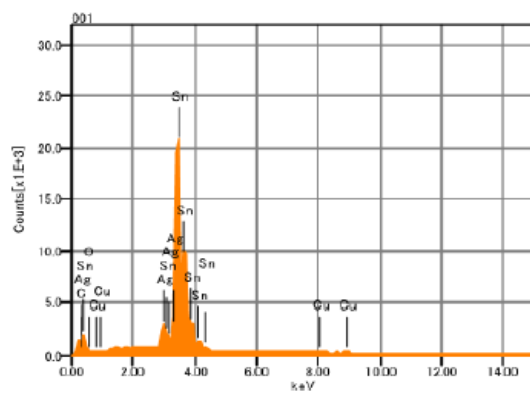
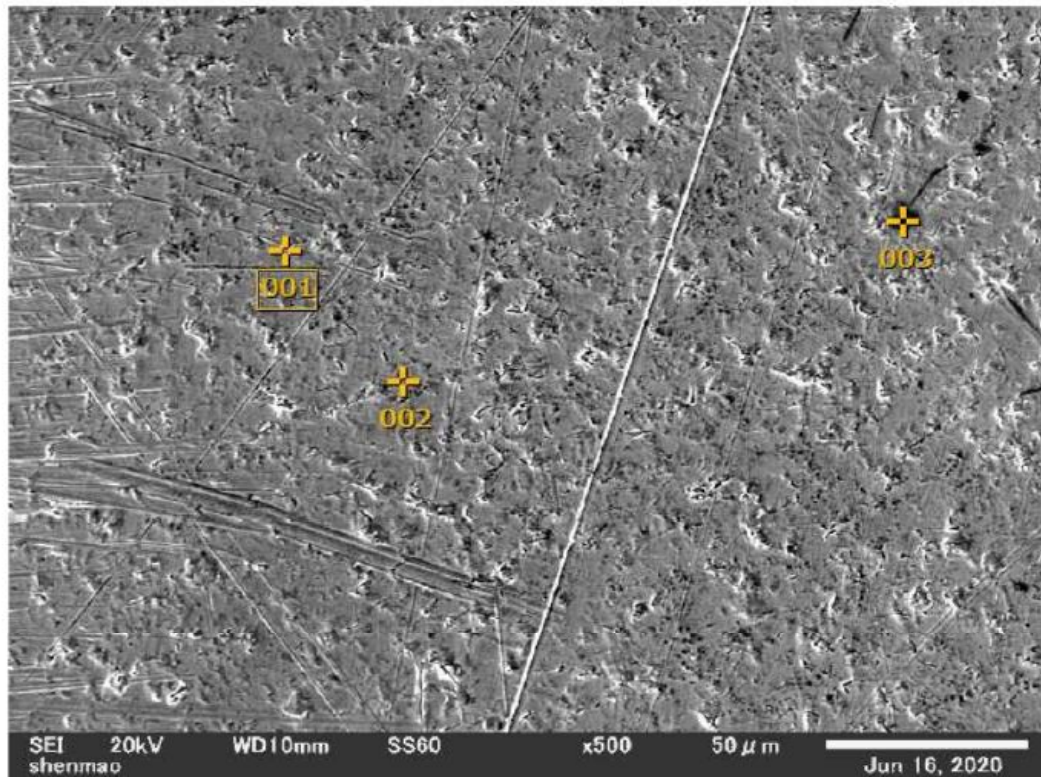


測定条件

装置	6010LA
過疎気電圧	20.00Kv
照射電流	
アークスタイル	T4
ライブタイム	50.00秒
リアルタイム	80.55秒
デットタイム	37.00%
カウンタレート	20954.00CPS

	O	Ag	C	Cu	Sn
001	0.93	3.28	3.59	0.29	91.91
002	1.06	0.35	4.05	0.51	94.03
003	1.15	0.69	3.93	0.27	93.96
平均	1.04	1.44	3.86	0.36	93.3
標準偏差	0.11	1.6	0.24	0.13	1.2

表面上での[O]の数値が表面に対する酸化被膜の度合いを表す。他2社と比較しても優秀であると同時に、ハンダ表面のきめの細さがハンダ濡れ性に対して効果を表すものである

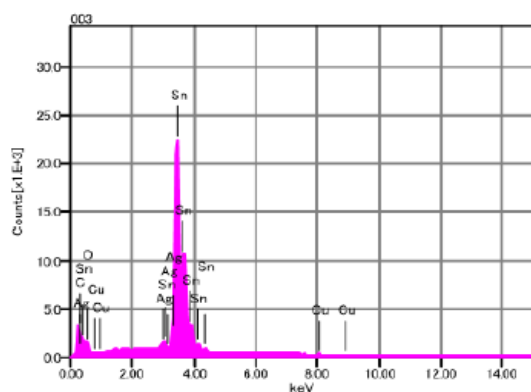
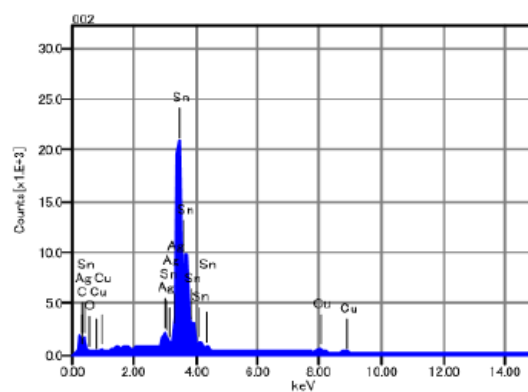
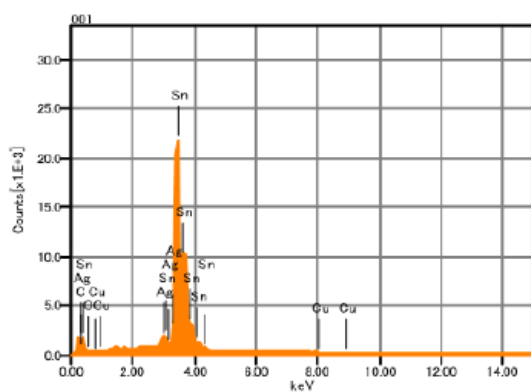
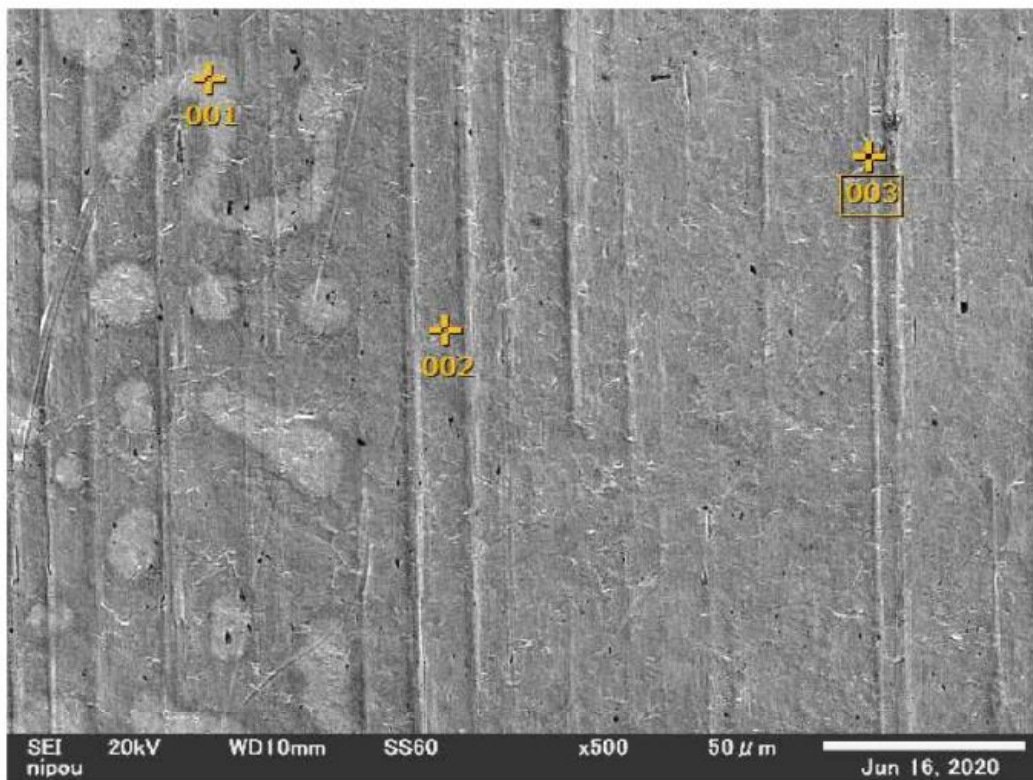


測定条件

装置	6010LA
過疎気電圧	20.00Kv
照射電流	
プロセッサ	T4
ライブタイム	50.00秒
リアルタイム	79.18秒
デットタイム	37.00%
カウンタレイト	20748.00CPS

	O	Ag	C	Cu	Sn
001	1.07	6.26	3.24	1.57	87.87
002	1.19	0.28	3.35	0.1	95.07
003	9.24	0.23	5.07	0.17	85.29
平均	3.83	2.26	3.89	0.61	89.41
標準偏差	4.68	3.46	1.02	0.83	5.07

SEM-EDSの結果として[O]の量が多く、今後在庫期間、方法に於いて酸化被膜形成が進行する可能性が多い
 また、表面の傷に見える部分については、圧延能力の限界が見える。工程的に最初の工程にて大幅に圧延スピードを
 上げ、最終仕上げ工程においては、余力が無く、ハンダ表目に対する傷が多く発生している
 半田生地についても凹凸が大きく、凹凸の大きさ、数が多い分、濡れ性に大きく影響すると判断する



測定条件

装置	6010LA
過疎気電圧	20.00Kv
照射電流	
アパスタイル	T4
ライブタイム	50.00秒
リアルタイム	80.42秒
デットタイム	37.00%
カウンタレイト	21068.00CPS

	O	Ag	C	Cu	Sn
001	1.08	2.85	4.21	nd	91.85
002	0.84	3.74	4.48	3.15	87.79
003	10.09	0.52	7.35	0.08	81.97
平均	4	2.37	5.34	1.62	87.2
標準偏差	5.27	1.67	1.74	2.17	4.97

SEM-EDSの結果として[O]の量が多く、今後在庫期間、方法に於いて酸化被膜形成が進行する可能性が多い

圧延時に滑剤(水溶液系)を利用した残渣が見受けられる。

縦に長いシワ的なものが見える。圧延条件にてムラが発生している可能性があると思定。しかし台湾メーカーよりは圧延に対してはまだ、余力があるものと想定する

ウツミ電気株式会社



JCQA-E-0814
JIS Q14001:2015
ISO14001:2015

はんだアシスト【はんだ接合】について

About Solder Assist [Solder Bonding]

Utsumi.Electronics.co.,Ltd Sales Dpt Yutaka sasaki

作成 ウツミ電気株式会社 ハンダアシスト事業部
 福島県南相馬市原町区陣ヶ崎368-32
 TEL ; 0244(25)2307 FAX ; 0244(25)2308
営業担当 ; 佐々木
Mail y.sasaki-sales@utsumidenki.ec-net.jp