

---

---

# 鉛フリーはんだの採用にあたってのポイント

## Some basic tips for implementing lead-free soldering

(株)日本スペリア社 社長  
西村 哲郎  
Tetsuro Nishimura

---

---

### 概要

今年7月1日のRoHS規制施行まであと半年を切った。日本ではすでに多くのセットメーカーが、鉛フリー化に対し品質や信頼性の確認をしながら量産化を図っている。だが、“鉛フリー化”という初体験の中で、まだまだ暗中模索の部分も多く、現場から様々な疑問や戸惑いの声も多く聞こえる。そこで本稿では、実際の鉛フリー技術の最前線から、具体的な課題とその解決方法について論じたい。

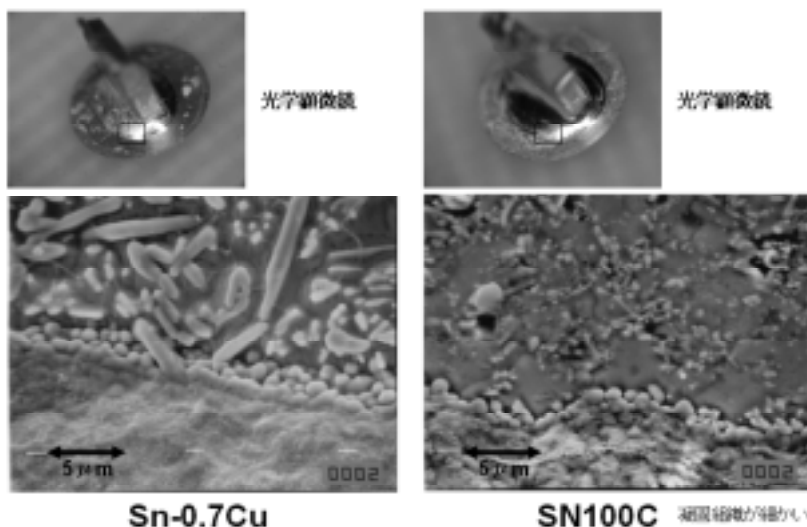
### 注目される ニッケル、ゲルマニウム添加の新組成

鉛フリーはんだが注目され始めた当初から最大のテーマになっていたのが、「最も優れた合金組成はどれか」ということである。現在最も一般的なものは錫—銀—銅の組成で、世界で広く使用されている。しかし、強度は強くぬれ性もまずまずだが、共晶はんだでないため、引け巣が多く、またコストも高いという欠点がある。

また、最近の研究の中には、銀の精錬時の大きなエネルギー消費が環境に悪影響を及ぼすとの懸念から、「省銀化」を訴えるものもある。

これに対して現在注目されているのが、錫—銅共晶はんだにニッケルと微量のゲルマニウムを添加した新組成のはんだである。当社が開発して「SN100C」の名で製品化している。ニッケルとゲルマニウムの効果により、流動性に優れ、フローはんだ時のはんだ切れが良好でファインピッチでもブリッジが出にくい。また均一に凝

固するので、引け巣が少なくフィレットの光沢がよい<図1>。さらにニッケルが銅との境界面に安定した化合物層を形成するため、振動や衝撃に対する信頼性が高い。このような特性が評価され、「SN100C」のユーザーが世界中で増えている。



<図1> はんだ付フィレットの外観状態

## はんだ合金の選択は「適所適材」で

鉛入りはんだに比べて一般に鉛フリーはんだは融点が高いが、部品の耐熱性などの事情で低融点はんだへの需要も多い。特にリフロ・はんだ付においてその要求が強い。現在低融点はんだとして主に使用されているのは、錫—亜鉛系と錫—銀系にインジウムやビスマスを追加したものである。ただ、亜鉛やインジウム、ビスマスはいずれも酸化しやすいため、フラックスに特別な工夫をしたり窒素雰囲気での作業を必要とする場合がある。錫—亜鉛系はんだは溶融温度が従来の鉛入りはんだに近く、また低コストであることから、耐腐食性、ぬれ性が改善されれば優れた特性を発揮すると思われる。今後の研究に期待したいところである。

いずれにせよ、はんだ合金にはそれぞれの特長があり、一概にどれが最も優れているとは言えない。どういう条件下で用いるかによって選ぶべきはんだ材料が変わってくる。つまり「適所適材」である。

## はんだ切り替え時のチェックポイント

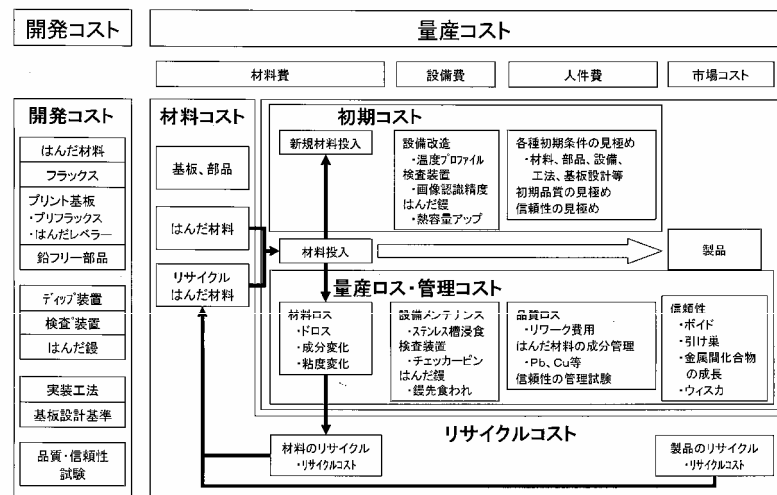
次に、鉛フリーはんだへの切り替え時に注意すべきポイントについて考えたい。重要なポイントは3つある。「特性」「コスト」、そして「特許」だ<表1>。

まず、「特性」。これには、「物性」「作業性」「信頼性」がある。「物性」は融点や比重、流動性、ぬれ性等を指す。実際に使用する時の使いやすさが「作業性」である。これは装置や作業条件と一体のもので、物性さえよければ使いや

項目	評価	ポイント
特性	物性	比重・融点・強度・伸び・クリープ強度 ぬれ性・粘性・流動性・光沢・引け巣
	作業性	はんだ切れ・エロージョン・ドロス
	信頼性	温度サイクル・マイグレーション等
コスト	トータルコスト	使用し続けることが可能であること (図2参照)
特許		侵害行為にならないこと

<表1> 鉛フリーはんだ選びのポイント (代表例)

## 鉛フリーはんだ実装トータルコスト



<図2> トータルコスト

すいというわけではない。「信頼性」は、接合部が生産時の接合品位をどれだけ長期維持できるかということ。接合部が経時変化しにくいはんだが優れているということになる。これを見極めるためには、適切な信頼性試験の実施が不可欠である。

「コスト」というと材料コストだけを考えがちだが、はんだ材料の変更時に発生する追加コストなども計算に入れてトータル的なコストを把握しなければならない。それには経験的要素も含めた総合的判断が必要になる。<図2>

「特許」への注意も怠ってはならない。現在は世界中の研究者が熱心に鉛フリーはんだの研究を行っており、多くの知的所有権がすでに成立している。使用に際しては、特許侵害にならないように十分注意する必要がある。

## はんだ付各工法の注意点

では、実際に鉛フリーはんだを使用する際の方法と注意点は何か。「リフローはんだ付」「フローはんだ付」「コテ付」の各工法の注意点について述べたい。

「リフローはんだ付」での大きなポイントの一つは、リフロー炉の性能である。はんだを均質に融かせることが鍵だが、そのために熱風の循環速度を高めたり窒素雰囲気で行うことが必要な場合もある。リフローでは一般的には錫—銀—銅系のはんだを用いるが、加熱温度が高温になるためフラックスの性能が劣化しやすく、チップサイドのはんだボールやフィレット中のボイドが発生しやすい。これらの現象は接合信頼性を低下させるので注意が必要である。

片面基板、両面基板、多層基板への「フローはんだ付」においては、はんだ槽の適切な改造と条件出しが重要だ。特に、SUS 食われ対策、ヒーター類の補強、温度管理の高精度化などの準備が欠かせない。通常実装中の基板は熱と部品の重みで反ってくるので、はんだウェーブとの接触が均一にならず、ブリッジやツノが発生しやすいので注意が必要である。また、コンベア速度とウェーブの噴流速度の関係も重要だ。噴流速度が遅すぎる場合、熱が基板に十分伝わらずスルホールの途中ではんだが固まってボイドが発生したり、はんだの上がりが極端に悪くなったりする。スキップや赤目などの未はんだ付も発生しやすい。逆に噴流速度が速すぎると、部品の電極やランドがはんだ食われで消滅することがある。

部品の後付けや取替のリワーク工程は、はんだの鉛フリー化における“泣き所”となっている。付けたはんだを融かして再はんだ付する場合の銅箔食われが異常に早く、スルホールやランドの消失が起こりやすい。この点、当社の錫—銅—ニッケル+ゲルマニウム組成「SN100C」では極めて銅食われが少ない。同製品のフローは

んだにおける高評価の理由の一つである。

「コテ付」ははんだ付の基本であり、最もスキルのいる作業である。コテ先の作業温度は通常 340～380 だが、長時間融かしているとフラックスの活性力が下がり、ツノの発生や食われによるランドや電極の消失につながる。また、コテ先のクリーニングをしすぎるとコテ先メッキの鉄が錫と化合物をつくり、コテ先が激しく食われる。これが進行すると先端の鉄メッキに穴があき、内部の銅が一気に食われて、熱伝導が悪くなり作業ができなくなる。結局、頻繁にコテ先を取り替えなくてはならない。部品や基板の熱容量が大きい場合、コテの温度だけではんだを融かすのではなく、ホットエアやホットプレートで周囲を暖めながら作業すべきである。

## 表面処理

はんだ付けの品質向上において、リードや電極のフレッシュな銅素地の確保やなじみやすい表面処理も重要な要素だ。特に鉛の含有はリフトオフや剥がれの原因となるので要注意。鉛フリーの表面処理を施すべきである。

メッキにはさまざま金属が使用され、それぞれに長所短所がある。錫メッキはコストは安いですがウイスカ発生懸念があり、金やパラジウムはコストがかかる。半導体などには、錫—ビスマスなどの合金メッキが好まれている。基板のランドには、日本では銅箔のプリフラックス処理が一般的であるが、海外でははんだレベラー処理（HASL）が用いられることが多い。当社の「SN100C」のレベラー用である「SN100CL」も広く採用されている。

## 不純物と分析

RoHS 規制への対策として是非注意しなければならないのは、分析に関してである。同規制における鉛の規制値は 0.1% 以下である。現在

RoHS 対応に追われるセットメーカーの中には、鉛を 0.08%とする規制値より小さい独自基準を設けているところも多い。

しかし、鉛は比重が大きいため偏析しやすく、サンプル採取の場所によってその含有値に大きな差が出る可能性がある。サンプル採取については、常に場所と量を決めておかなければならない。また、採る時は専用の冷えた型で素早く凝固させて採る、鉛入りはんだと触れた器具は絶対に使用しない、などの注意が必要である。なお、より精度の高いデータを得るには、蛍光エックス線分析、発光分析、原子吸光分析、高周波プラズマ分析などの分析法を組み合わせる行うことが望ましい。

鉛の混入にはさまざまな原因がある。間違っ て鉛入りはんだを投入してしまったという笑えないケースもあるが、意外に多いのが鉛を含んだ部品のメッキ、端末処理からの混入だ。鉛の混入はフィレットの引け割れやリフトオフの原因となり、信頼性試験でも大きなトラブルの原因となる。微量の鉛でも細心の注意が必要だ。

ただし、最近の研究で、微量の鉛が錫ペストの発生を抑制しているという意外な事実も判明している。「鉛フリー化」という目的からすると矛盾しているようにも思えるが、鉛フリーはんだの中にも 0.03% ~ 0.08% 程度の鉛の含有は必要だと思われる。

また、はんだ酸化防止剤として 40~100ppm 程度のりんが添加されることがあるが、これははんだ槽のステンレスをぬらしやすくして SUS 食われを加速させることが分かってきている。また、ニッケルを含んだ鉛フリーはんだにりんを添加すると、ニッケルの銅食われ抑制効果が消滅することも確認されている。

このように、わずかな量の物質が合金の性質を大きく変える可能性があるため、添加物や不純物については十分注意しなければならない。

## 最後に

RoHS 施行まであとわずかの時間しか残されていない。だが、はんだ材料にせよはんだ付工法にせよ、未だ鉛フリー化についての決定的な解答が出ているとは言いがたい。現在採用されている鉛フリーはんだも、残念ながら性能の良さで採用されているわけではなく、研究や実験による選別の中で「消去法」によって残ったものである。

しかし、一方では RoHS 施行は迫り、グリーン調達やグローバル購入などの要求は日に日に高まっている。鉛フリーはんだの組成の標準化と工法の確立は、今やセットメーカーのみならず、関連業界全体にとっての緊急課題である。

商品出荷後のはんだ付に起因する事故やトラブルを絶対に発生させないためにも、また高性能化する電子機器の性能を十分に確保するためにも、事前に全ての問題点をさらけ出して解決することが求められている。もはや待ったなしである。((株)日本スペリア社 社長 西村哲郎)

### < 著者プロフィール >

西村 哲郎 (にしむら・てつろう)



1957 年 10 月、兵庫県生まれ。80 年 3 月、関西大学工学部金属工学科 (現・先端マテリアル学科) 卒業、(株)日本スペリア社入社。同 10 月、イギリスへ留学。81 年 7 月、帰国、同社東京営業所勤務。82 年 4 月、同社岡山県津山工場完成、フラックス製造の技術指導にあたる。85 年 3 月、NS 無酸化はんだクリームの開発・販売開始。87 年 8 月、低融点はんだ (特許品) の開発。92 年 10 月、耐熱ヒートサイクルストレスはんだ (特許品) の開発。93 年 1 月、武田薬品工業と無洗浄フラックス (特許品) の開発。98 年 6 月、米アイオワ州立大の Sn-Ag-Cu 系鉛フリーはんだのライセンス交渉。Sn-Cu-Ni+Ge はんだ「SN100C」(特許品) の開発と共に販売を開始。イギリス、ドイツ、アメリカ地区でのライセンス交渉により、パートナーと業務提携。趣味は、工作、写真など。