

C o 含有鉛フリーはんだの優れた耐銅喰われ性のメカニズムについて

2003.8.21

(株)日本フィラーメタルズ 生産技術部

1. はじめに

S n 基の鉛フリーはんだは S n/P b 系のはんだに比べて、銅の溶解量が多い（銅喰われが発生しやすい）ことが指摘されています。また、この傾向ははんだ付けの温度が高くなるほど顕著になります。

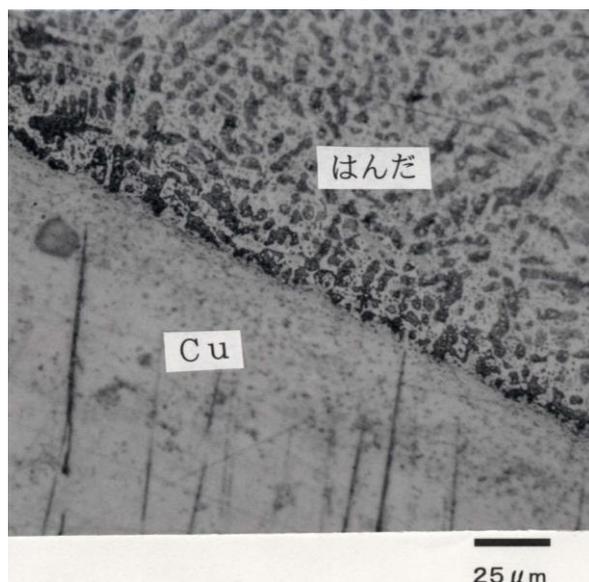
そのため、銅喰われが問題となる高温ではんだ付けする場合は、あらかじめ C u を配合した合金が使用されています。例えば、450～500℃ではんだ付けする場合に、S n/P b 系はんだ（例えば S n/60 P b）と同程度に銅喰われ量を抑えるためには、10重量%程度の C u の配合が必要となります。しかし、C u の配合量が増加するほど融点が上昇し、靱性が低下する（脆くなる）ため、低温ではんだ付け作業ができなくなるとともに、振動が負荷される用途などで使用される部品のはんだ付けでは、破断等の問題が生じる可能性があります。

弊社の鉛フリーはんだ「P B F 6 0 1」や「P B F 6 0 5」などは S n/C u 系のはんだに少量の C o を添加することで、銅喰われを抑制したはんだです。例えば、「P B F 6 0 1」は S n/4 C u はんだに少量の C o を主体とした金属を添加したはんだですが、この合金は C u が4%と少ない含有量でありながら、500℃においても S n-P b 系の合金と同レベルの耐銅喰われ性を示しますので、上記のような問題は発生しません。以下に、C o を含有する S n 基のはんだが優れた耐銅喰われ性を示すメカニズムについて、調査した結果を記します。

2. S n/P b 系はんだが耐銅喰われ性に優れる理由

S n/P b 系のはんだは優れた耐銅喰われ性を示します。溶融状態の C u とはんだの界面の状態は直接には観察できないため、急冷した試料の界面の観察を行いました。

図-1は400℃の S n/60 P b に $\phi 0.64$ mm のウレタン被覆銅線を30秒間浸漬した後に急冷した試料の C u とはんだとの界面の金属顕微鏡写真です。はんだ中の黒い部分は P b (α 相) で、C u とはんだの界面には、この α 相が層状に並んでいます。



P b : はんだ中の黒い部分

S n : その他の部分

C u とはんだ界面への P b の偏在

図-1 C u と S n/60 P b の界面組織写真

PbはCuを殆ど固溶しないし、またCuと金属間化合物も作らないことから、Cuとはんだの界面にPbが層を形成することが、Cuの溶出、つまり銅喰われを抑えていると推定できます。

3. Co含有はんだの耐銅喰われ性に優れる理由

図. 2は400℃のSn/4Cuにφ0.64mmのウレタン被覆銅線を30秒間浸漬した場合のCuとはんだとの界面のSEM（走査型電子顕微鏡）写真です。また、図. 3は400℃の「PBF601」にφ0.64mmのウレタン被覆銅線を30秒間浸漬した場合のCuとはんだとの界面のSEM写真です。

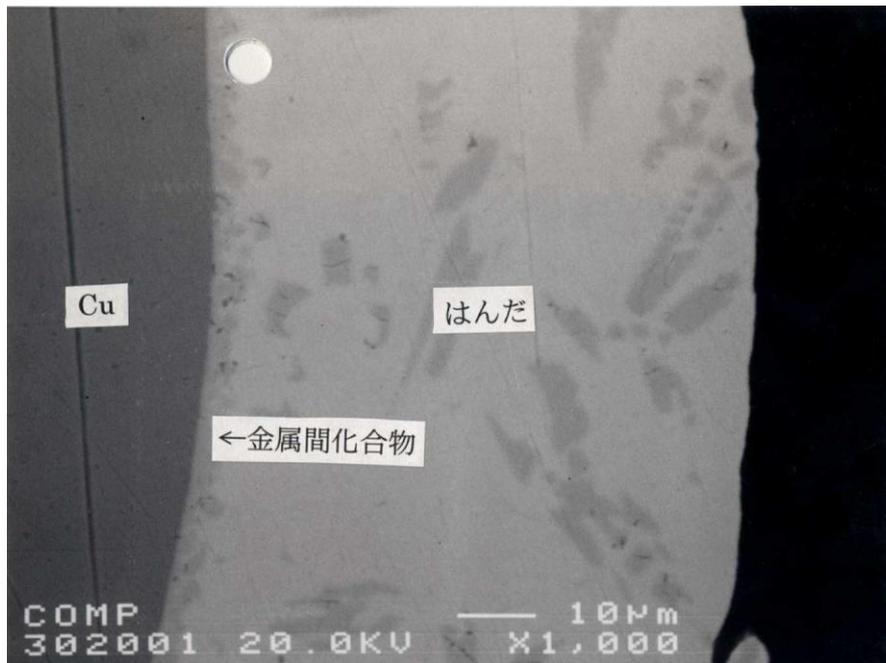


図-2 CuとSn/4Cuはんだの界面のSEM像

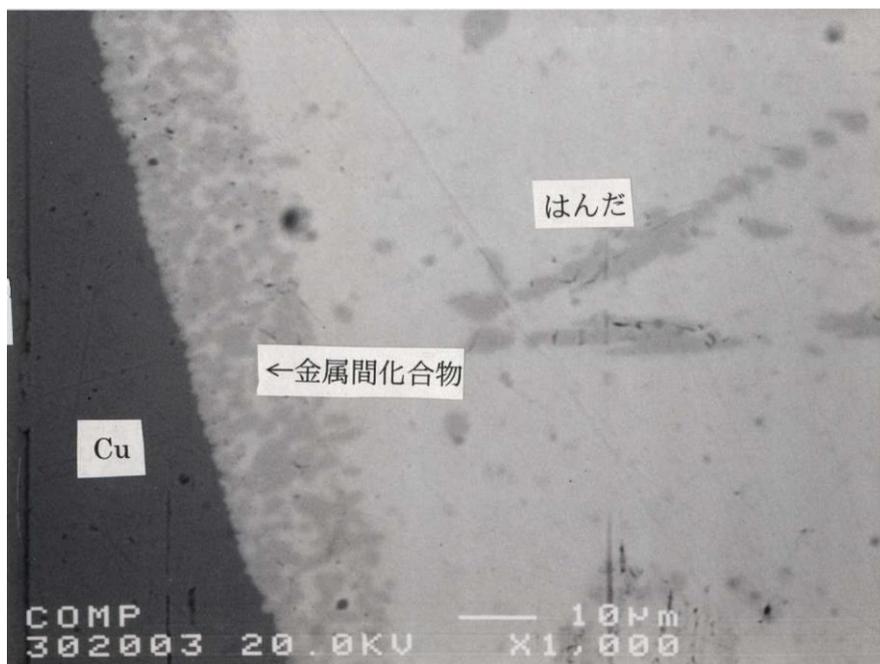


図-3 Cuと「PBF601」はんだ界面のSEM像

図. 2のCuとSn4Cuの界面にはSn-Cu金属間化合物と推定される4~5μm程度の層が形成しているのに対して、図. 3のCuと「PBF601」の界面には15μm程度と厚い層が形成されています。

次に、CuとSn4Cuの界面のEPMAによるマッピング像を図-4に、Cuと「PBF601」のEPMAによるマッピング像を図-5に、それぞれ示しました。

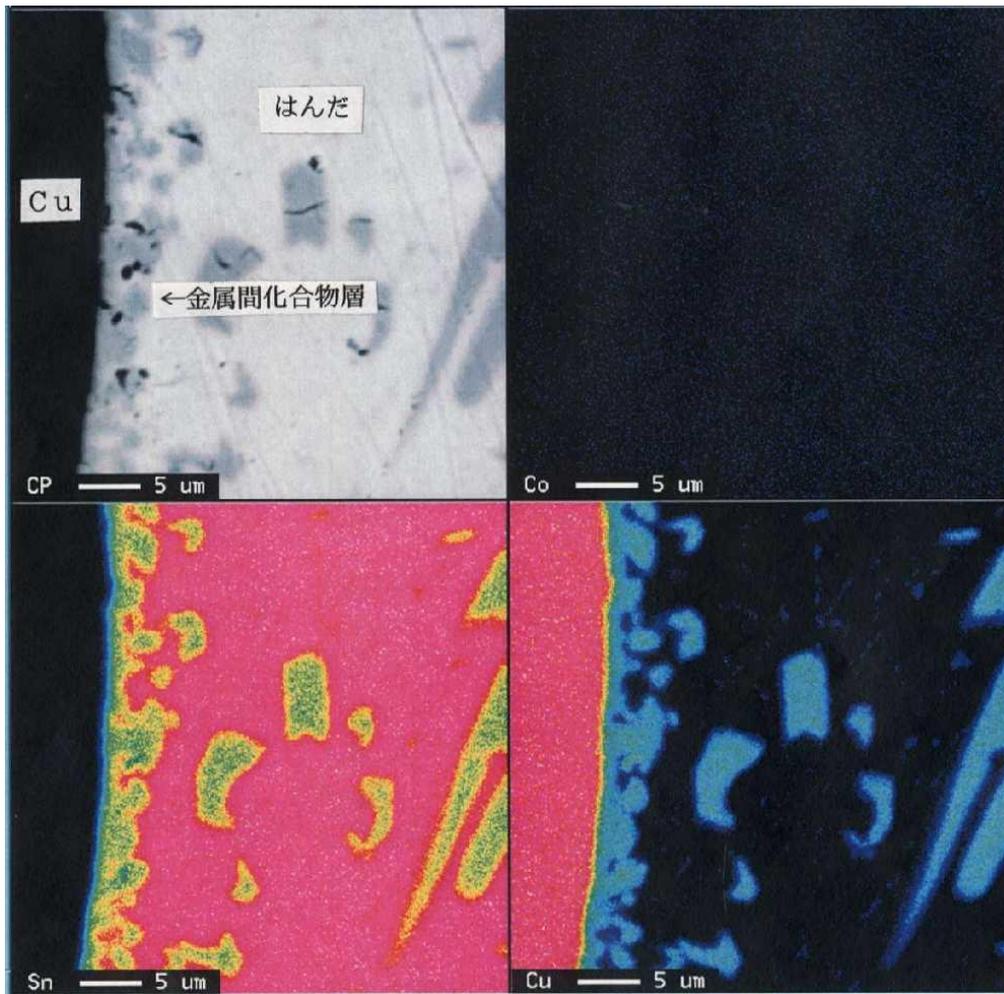


図-4 CuとSn/4Cu界面のマッピング像 (EPMA)

図にはCuとはんだの界面の組成像 (CP) とCo、Sn、Cuの元素分布が示してあります。図-4から、CuとSn/4Cuはんだの界面にはSn-Cuの金属間化合物層が形成されていることがわかります。これに対して、図-5のCo、Sn、Cuの分布から、Cuと「PBF601」はんだの界面に形成される相は具体的な組成は不明ですが、Sn-Cu、Sn-CoあるいはSn-Cu-Coの金属間化合物相です。このように、Coを含む高融点の金属間化合物が、Cuとはんだの界面に層状に形成されることは、この層がCuの溶出を抑えるバリアー層となり、銅喰われが抑制されているものと推定されます。また、このSn-Coの金属間化合物相の融点が高いために、高温でも優れた耐銅喰われ性を示すものと推定できます。

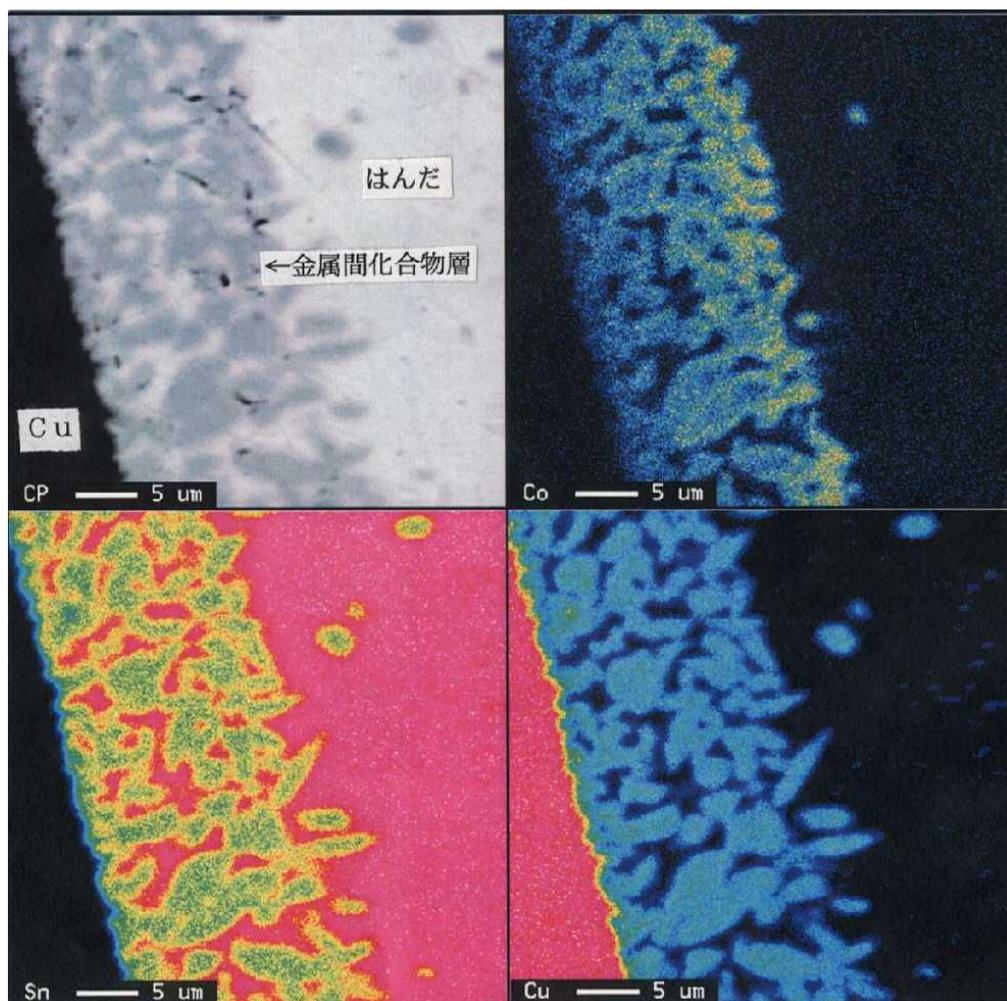


図-5 Cuと「PBF 601」界面のマッピング像

4. Co以外の金属添加について

Co以外にも微量添加することでCoと同様にCuとの金属間化合物層が厚く形成されて銅喰われが改善される金属があります。

例えば、NiやFeを添加したはんだもCoを添加したはんだと同様に銅喰われを抑制します。これらのはんだのCuとの界面の金属間化合物層の外観（SEM像）や厚さはCoを添加した場合と良く似ているため、Coの場合と同様のメカニズムで銅喰われを抑制しているものと推定されます。

Niを添加したはんだとCoを添加したはんだの違いは、450℃以下では両者は同レベルの耐銅喰われ性を示すが、500℃付近になると、NiはCoに比較して、銅喰われ抑制効果が低下します。