

廃棄はんだペーストから価値を生み出す はんだペーストの革新的処理技術

(株)電子実装.com/ 須賀 吉紀

1 はじめに

実装関連材料の中で、はんだ生産量は年々大きな成長率を示している。その中でもはんだペーストは実装率が60～70%（自動車及び半導体産業を除く）に達しており、特に電化製品業界においては必須の材料に成長した。近年では、国内・欧米のみならず、アジア諸国でも工場が建設され、その需要は急増している。すなわち、近年の電子部品の微細化・高密度化に伴い、簡便にかつ高精度での実装を可能としたはんだペーストは、電子機器組み立て過程においてなくてはならない技術として広く認知されている。

しかし、その一方で廃棄されるはんだペースト（廃はんだペースト）も急増している。これは、はんだペースト中に含まれるフラックスの反応性が高く、はんだペーストにした後もはんだ粉末との間で反応が進行し特性が劣化するためである。また、容器から取り出して数時間経過すると、粘度が上昇し使えなくなってしまうものもある。従って、はんだペーストは、一度容器を開封すると、残ったはんだペーストを廃棄するのが原則となっている。その量は生産量の約30%といわれている。このため、はんだペーストの需要の増加と共に、廃はんだペーストも増加するのは避けられない事実である。

このような廃はんだペーストは、金属粒子を重量で90%程度含むことから、有価物として小規模の精錬会社を集められ処理されている。その処理方法として、従来は、廃はんだペースト中の有機物を燃焼し金属を回収する手法が用いられてきた。しかし、鉛フリーはんだ（Sn3.0Ag0.5Cu）が主流である現在は、昔の鉛入り（Sn37Pb）合金よりも融点が高いため、精錬する際、従来よりも高温下で行わなくてはならない。そのため、再生プロセスに大きなエネルギー消費が必要で、しかも処理過程において有害ガス（ダイオキシンなど）や温室効果ガス（二酸化炭素など）を大量に放出するため環境負荷がきわめて大きい、など様々な問題を抱えていた。近年では、排煙などの環境規制が厳しく

なっていること、いわゆる3Kであるため後継者が育たないことから、撤退する再精錬業者もあると聞く。また、金属の国際相場が高騰し、生産国も供給を引き締めていることもあり、資源確保の観点からも、経済性を確保しながら処理する技術革新が切望されている。

2 開発の経緯

我々は、従来方式のリサイクルシステムには大きな問題点があると感じていた。精錬には膨大な燃焼エネルギーが必要であるだけでなく、必ず二酸化炭素が発生する。中には、容器ごと燃焼する場合もあり、ダイオキシンの発生が懸念される。現在は、排煙に関しては浄化装置が設けられていることが多いが、その設置費用は高く、初期設備投資に膨大な費用がかかる。また燃焼という行程を踏むため、金属をリサイクルしているにもかかわらず、エネルギーを大量に消費し環境負荷を与えているという不可解な現状に陥っている。

そこで我々はこのような問題点を解決するために、①エネルギー消費が低く、②煙を出さず、③設備投資は低コストである装置を開発することにした。このような装置は、精錬に伴うエネルギー消費と二酸化炭素の排出がなくなり地球温暖化防止に貢献できる。さらに

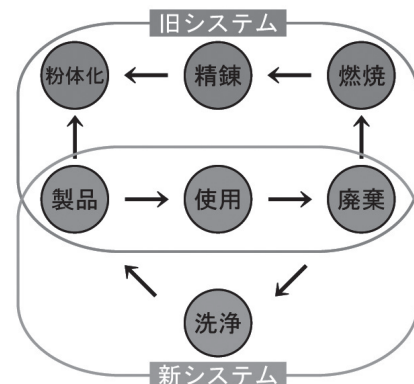


図1 システム構想

排煙による環境汚染、そして金属資源の節約も可能になる。また、廃棄物として価値のまったくなかった廃はんだペーストを有価資源として完全再生することが可能になるのである。

3 開発のヒント

まず図1にあるように、溶融すると必ず燃焼エネルギーが生じるため、洗浄することができないかと考えた。溶剤でフラックス成分を除去し、粉末をそのまま分離できれば、熱エネルギーを使うことなく、しかも排煙がなく、粉末を回収できる。また、粉末をそのまま回収することができるため、粉末の加工費が削減できコストも削減できる。さらに、容器も洗浄可能であるため、容器の再利用も可能である。この工程が可能であれば、リサイクル率は、ほぼ100%に近いといえる。

そのためにはまず、はんだペーストからフラックス成分をうまく除去できる溶剤を開発する必要がある。このような溶剤を開発することは、実は難易ではなかった。というのは、はんだメーカーでは、はんだペーストの検査をするのにイソプロピルアルコールやトルエンを使っているのである。このイソプロピルアルコールやトルエンはフラックスを溶解しやすく、はんだペーストからフラックス分を容易に分離させることが可能である。しかし、これらの溶剤は法律上、危険物扱いであるため、これらの溶剤を用いて装置を作るのは危険である。そこで、これらの溶剤に近い成分で危険物に該当しない溶剤を開発することとしたのである。

4 新溶剤の洗浄効果

以下に、その新しい溶剤である『WS-2965』（製造委託先:化研テック(株))の洗浄効果を示す。

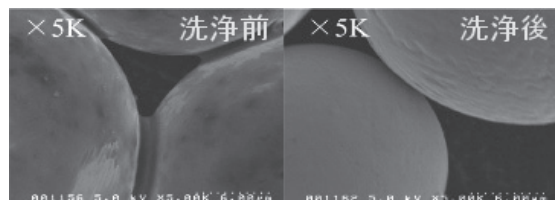


図2 洗浄前後のSEM写真

図2は洗浄前後の粉末の表面状態をSEMで観察した結果である。ご覧の通り、表面にはフラックスが残っており、黒ずんでいるのがわかる。それに対し洗浄後は表面がきれいであり、フラックスが洗浄されている。また、図3にあるように、FT-IRで測定すると、洗浄前は有機物のピーク(3000cm⁻¹付近と1500cm⁻¹付近)が見えるのに対し、洗浄後は有機物のピークが見えないことからフラックスがきれいに洗浄されていることが伺える。このように、今回開発した『WS-2965』は、はんだペースト中のフラックスを溶解させ、はんだ粉末を分離させることに成功したのである。

5 リサイクル粉末での実装

さて、粉末の分離は開発品である『WS-2965』により成功したが、その粉末で実装が出来なければ意味がない。洗浄された粉末の酸化具合が気になるところである。

そこで、実際にフラックスと混練し実装してぬれ性を比較した。使用したフラックスは、一般的な鉛フリー用(Sn-3.0Ag-0.5Cu)であり、フラックスは石川金属(株)から提供していただいた。

そして図4を見ていただくとわかるように、回収したリサイクル粉末と、バージンである通常の粉末とが変わらないぬれ性を示すことができたのである。

では、なぜ同等の性質を示すことができたのだろうか？我々はその答えを探るため、それぞれの粉末について、XPSを用いて粉末の酸化物の具合を見てみることにした。

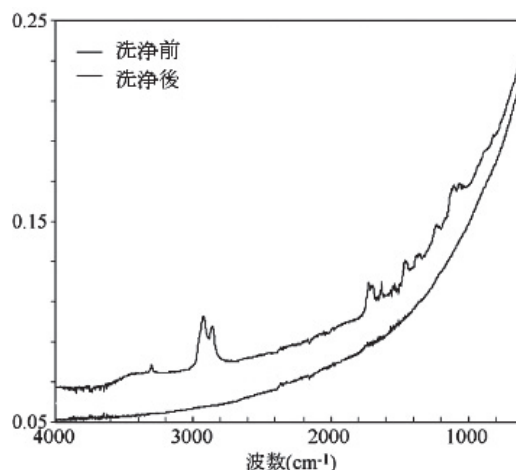


図3 FT-IRの結果

F E A T U R E

図5の結果を見ると、エッチング0秒の時は、両方も酸化膜(oxide側の棒線)のピークが見えるのがわかる。通常粉末の場合、エッチングで10秒間深さ方向に掘り続けると金属(metal側の棒線)のピークが観測できたのに対し、リサイクル粉末では、5秒間で金属面が現れた。つまり、リサイクル粉末の方が酸化膜が少ないことを証明している。これは、廃棄されたはんだペーストがフラックスと反応することにより、はんだ粉末の酸化膜を減少させたのではないかと推測される。

6 リサイクル洗浄装置の特徴

次にリサイクル洗浄装置(製造委託先:化研テック(株))の特徴を説明する。

この装置の最大の特徴は、はんだペースト中のフラックス構成成分であるペースト剤・活性剤・チキソ剤・溶剤等の特性を十分に理解したうえで、効率よく分離させるため洗浄段階での分離メカニズムを的確につかみ、その効率を高めるためにダブルサイクルの洗浄液循環と特殊フィルタとの合体方式を独自に確立し、フラックス成分とはんだ粉末とを完全に分離する構造を確立する

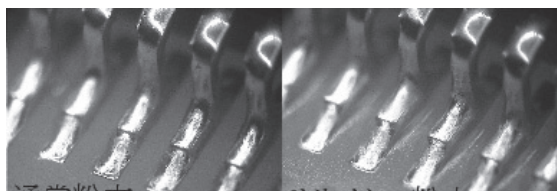


図4 実装後の写真

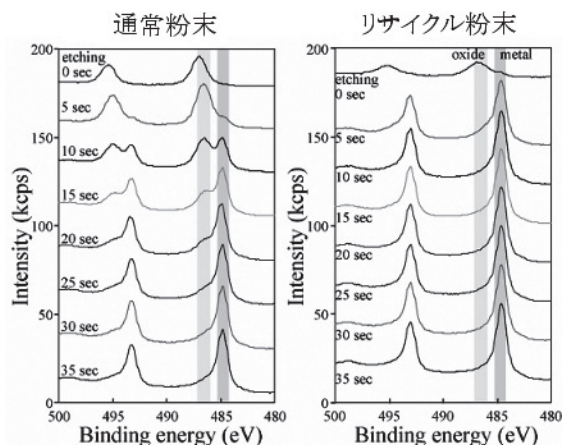


図5 XPSでの酸化膜測定

ことに成功した点である。また同時に、この装置で使用する洗浄液についても別途リサイクル装置を使い99%のリサイクルを可能とするような洗浄剤として、洗浄剤『WS-2965』を開発した。これにより洗浄剤についても、リサイクル使用することができる。

7 今後の展開

本手法により、廃はんだペーストの廃棄をほぼゼロにすることが可能であり、地金資源を有効に使い、しかも環境負荷の少ないリサイクル行程を作り上げることができる。近年、世界的に『環境』についてさまざまな視点から大きな注目が集められており、特に温暖化に関連する二酸化炭素の排出に関してはどの業界でも関心が高まっている。このような背景から、この新しいリサイクル技術は時代に適応しており、従来に取って代わる技術であるといえる。また、これまで廃はんだペーストを『廃棄物』という概念で見ていたはんだペーストを使用しているユーザー様各位にも、廃はんだペーストを身近に存在する価値のあるすぐれた『有価物』として捉えていただき、資源の有効活用へと進めていただいで、環境対策やコストダウンに役に立ててもらうことを、当社としては願っている。

最後に、本研究開発の遂行にあたって、化研テック(株)、石川金属(株)、東北大学田路研究室から終始ご指導、ご助言をいただきましたことについて、心よりお礼申し上げます。



図6 リサイクル装置の外観写真
『ものづくり中小企業支援補助金事業』により試作

F E A T U R E

F
E
A
T
U
R
E