電子工業における新しいはんだ付け材料

アルビンF.シェナイダー*

(訳) 小 椋 文 昭

New Soldering Materials for The Electronics Industry

Alvin F. Schneider*

今日、多層基板の高密度配線、高密度実装といった電子回路技術の進歩を受けて開発された、3つの新しいはんだ付け材料〔1〕水溶性フラックス、〔2〕合成樹脂系フラックス、〔3〕はんだペースト)に、本論文では焦点をあててみたいと思う。

1. 水溶性フラックス

最初に電子工業界で、水溶性フラックスの使用の引き金となったのは環境・毒性の問題であった。ロジンフラックスは、アルカリロジンケン化剤を使用した水洗工程が行われるまで、有機溶剤を使用して洗浄を行っていた。使用有機溶剤は、有害蒸気の発生・オゾン層の破壊・発ガン性の疑い等の理由から、あまり好ましいものではなかった。このため、環境保護と労働者の安全保護の観点から、規制強化が実施され、これに伴って水溶性フラックスへの切替が急速に進んできたと考えられる。

1-1 フラックスの活性力

水溶性フラックスの優れている点は、ロジンフラックスに比べて強力な酸化皮膜除去効果があることである。この水溶性フラックスの優れた活性作用は、高密度配線基板、多層基板のはんだ付け時に、はんだブリッジの発生をなくし確実にスルホール内に埋める事を可能とした。

また、はんだ付けしにくい部品のすみやかな接合・ウェーブはんだ付けの修正減少等、より速いはんだ付け速度にも十分対応できる様になって来た。

1-2 フラックス^{ざんさ}残渣

フラックス残渣は、ロジンフラックスと比べて吸湿性があり、イオン物質も多く含むため、潜在的に腐食の可能性を持っている。

このため、完全にフラックスの残渣が除去されたかどうか、はんだ付け後に確認する必要がある。現在では、インラインの大型洗浄装置が市販され、電子機器に悪影響を及ぼすフラックス残渣を完全に除去する事が可能になりつつあると思う。

1-3 水溶性フラックス用洗浄助剤

フラックス残渣の洗浄に洗浄助剤を用いれば、洗浄処理効果が非常によくなると報告されている。これら洗浄助剤は界面活性剤を含有するので、これを添加した洗浄水の表面張力が下がる。狭いすき間にまで洗浄水が浸透でき、フラックス残渣の除去が容易になる。またこの洗浄助剤は、指紋などの有機汚染物をも除去する効果がある。

洗浄助剤はアルカリ性であり、予備水洗をもたない洗浄装置でのpH低下をおさえる効果も持っている。このアルカリ洗浄助剤の使用により、ロジンコアの糸はんだで修正はんだ付けした場合でも、同じ装置で洗浄が可能になる。

1-4 残渣とフラックス

フラックス残渣を完全に除去するのは、洗浄装置だけでは無理であり、残渣が容易に洗浄できる

* アルファメタルズ インコーポレイテッド
研究開発部門担当重役
アメリカ合衆国ニュージャージー州ニューワーク市

*Alpha Metals Inc.
Newark, New Jersey, USA

有機酸系水溶性フラックスの選択や、水洗処理を考慮したアセンブリー基板のデザインが、重要になって来る。フラックスメーカーは、MIL-P-28809 のアルコール／水抽出法や、イオノグラフ法等を用いて、アセンブリー基板からイオン系残渣を洗浄しやすくした有機酸系水溶性フラックスを開発した。

一般に、これらの有機酸系水溶性フラックスは有機ハロゲン化物と有機酸系活性剤から成り、pH は約2 ぐらいの酸性フラックスである。

1-5 新しいタイプの水溶性フラックス

●中性フラックス

イオン残渣の洗浄効果をさらに高めた中性タイプ (pH 7) の水溶性フラックスが開発された。しかしながら、酸性フラックスに比べて活性力が弱い傾向にある。

●ノーハロゲンフラックス

半導体メーカーは、DIP タイプのようなIC リードのはんだディップに、ハロゲンを含まないタイプの有機酸系水溶性フラックスを強く要求し、ノーハロゲンフラックスが開発された。

1-6 水溶性フラックスの使用にあたって

●基板設計

アセンブリー基板のはんだ付けは、水洗を前提とした部品の配置設計をしなければならない。これは、適正な部品配置を行えば、フラックスが残りやすいミゾやすき間を少なくでき、水洗浄により容易に洗うことができるからである。しかし、開閉部品、基板上にフラッシュマウントした部品、撚り線状のものは、フラックスを毛細管現象によって吸い上げるため、水洗では完全に洗浄しにくくなる。

●表面絶縁抵抗

水溶性フラックスを使用する時には、まずテスト基板を使用してはんだ付けや洗浄方法をきめ、徹底的に品質検査をする必要がある。なかでも、基板の表面絶縁抵抗テストは、長期間の信頼性を保証してくれる重要なデータとなる訳である。

このテストは、くし形の電極を持った基板を用い、この基板に電圧を印加しながら、恒温恒湿槽にて加速試験を行う。ここで除去されなかったイオン残渣は、基板の表面絶縁抵抗値を低下させる。

最近の報告では、有機酸系水溶性フラックス中のポリエチレングリコールといった非イオン性の残渣も、基板の抵抗値を悪くされている。

1-7 残渣の測定

米軍規格 MIL-P-28809 に記載のアルコール／水抽出法や、イオノグラフ[®]の測定は、洗浄後のイオン残渣を迅速に測定するのに便利である。これらのテストは、はんだ付け後、基板に残っているイオン系残渣を溶液中に溶かし込み、その溶液の電気抵抗値・導電率の変化を測定することが出来る。

2. 合成樹脂系フラックス

最近の技術開発の1つに、合成樹脂タイプのフラックスがある。これは、デュポン社のフレオン製品部により開発され、合成樹脂活性という言葉はすでに電子工業界に浸透しているが、この合成樹脂は今までにない新しいものである。

2-1 フラックス構成成分

この新しい合成樹脂系フラックスは、ロジン

写真1 イオノグラフモデル 500

写真2 水溶性フラックス水洗装置

表2 イオノグラフによる測定値

フラックスタイプ	洗浄溶媒	方法	イオン残渣 ($\mu\text{g NaCl}/\text{cm}^2$)
OA (有機酸系水溶性)	熱 水	インライン水洗	2.9
RA (強活性ロジンフラックス)	フレオン [®] TMS	蒸気洗	2.2
RSA (超強活性ロジンフラックス)	フレオン [®] TMS	蒸気洗	2.6
SA (合成樹脂フラックス)	フレオン [®] TMS	蒸気洗	0.66

(R) E.I. デュボン Inc

含まず、水溶性でもなく、この中に含まれる物質は、高分子のアミン置換体やハロゲン化物、長鎖有機誘導体の硫酸塩・リン酸塩、またはカルボン酸類である。これらは、大きな分子量の無極性化合物であるため非水溶性ではあるが、無極性溶媒には、高い溶解度を示す。

合成樹脂系フラックスは、水溶性フラックスの特性である高い活性力と、ロジン系フラックスのような有機溶剤に対する溶解性をかねそなえたものである。したがって合成樹脂系フラックスは、有機溶剤で洗浄できる強活性のフラックスということが出来る。

2-2 活性力のあるフラックス

電子工業におけるはんだ付けでは、現在、活性力が特に求められ始めている。この理由は、近年の高密度実装化、多層基板でのスルホール増加、部品リードのはんだ付け性、コストを高める修正作業の激減化の要求からであり、品質とコストが満足されるならば、より活性力のあるフラックスの利用を促がすと思われる。

つい最近まで、強活性フラックスと言えば水溶性フラックスであったが、この新しいタイプのフラックスの登場により、ユーザーは強い活性力が得られ、かつ溶剤洗浄が使用できるようになって

表1 メニスコグラフによる tfo

フラックス	tfo (秒) ※
OA (有機酸系水溶性)	0.20
RSA (超強活性ロジン)	0.69
RA (強活性ロジン)	0.96
SA (合成樹脂)	0.31

※ 3 サンプルの平均値

来た。

2-3 評価試験

実験室で、はんだ広がり試験、メニスコグラフ法でぬれ速度を測定した結果、合成樹脂系フラックスは、活性ロジン系フラックスより、はるかに活性力を持つということがわかった(表1参照)。また、イオノグラフと表面絶縁抵抗試験の測定結果では、はんだ付け後の残渣は、フッ素系有機溶剤の蒸気洗浄を行えば、ほとんどが除去できることを示している(表2、図1参照)。SUS304に対する腐食試験でも、このフラックス残渣は、ほとんど腐食性をもっていないという結果が出ている。

2-4 合成樹脂系フラックスの効果

図1 洗浄後の表面絶縁抵抗変化

1982年の初めに合成樹脂系フラックスが市販されて以来、ユーザーはすばらしいフラックス効果と、より速いはんだスピードを得ることができるようになったといえる。

また、有機溶剤に対する優れた溶解性と、美しいはんだ上がりが確認されている。さらに、合成樹脂系フラックスを使用すると、ロジン系フラックスで見られるような、白色残渣も出ないと報告されている。

3. はんだペースト

今日では電子部品用接合材料として、はんだペーストの使用がめざましくなっている。

3-1 用途

はんだペーストが最も使われているのは、部品をマウントする分野であり、はんだペーストは、リードレスのチップキャリア・フラットパックチップ抵抗・キャパシター・スモールアウトラインパッケージ(SO型)等を、リジッド・フレキシブル・ハイブリット基板等へアセンブリーする時に使用されている。

このはんだペーストは、はんだ付けがされる迄は、チップの位置を固定するための一時的な接着剤としての役目をはたす。また、はんだペーストに高融点のものを使用すれば、ウェーブはんだ付けする前のプリント基板に直接部品をマウントするような、2段階はんだ付け製品にも使用できる。この場合60Sn/40Pbや63Sn/37Pbのはんだで、基板の裏面にウェーブはんだ付けを行う。

さらに、その他のはんだペーストの用途としては、プリント回路基板の端子部分、部品のパッド部分、アディティブ法の基板、フレキシブル基板の部品接合に用いられる。この場合、ペーストをスクリーン印刷し乾燥させた後、リフローしながら部品を接合する。また、はんだペーストは、スズめっきの部品のリードやコネクタピンに対しても使用されるが、この場合、はんだの厚みを一定に調節し、これらのものを正確に基板へ挿入することが必要である。

3-2 はんだペーストのフラックス成分

はんだペーストに含まれるフラックスは、ロジ

ン/レジン又は合成樹脂・活性剤・溶剤・増粘剤を成分として含んでいる。ハイブリッド回路に部品をマウントするには、ロジン系のはんだペーストが主に使われ、活性剤は、ハロゲン化物・アミン・有機酸など、溶剤は、活性剤を溶解し粘性のあるペーストとさせるために加えられている。増粘剤は、はんだペーストの粘度特性を変化させるために加えられる。

3-3 はんだペースト中のはんだ合金組成

はんだペーストは、いろいろな合金組成が可能であることが特徴で、共晶付近のスズ-鉛合金(60Sn/40Pbや63Sn/37Pb)は、通常のはんだ付けに最も多く使用されている。高い鉛含有のもの(10Sn/90Pb)は、高融点が必要とされる時や、2回のはんだ付けが行われる場合に用いられ、銀を含むもの(62Sn/36Pb/2Ag)は、チップ部品上の銀の端子電極とか、パラジウム-銀、白金-パラジウム-銀のコンダクターパッドで起こる銀拡散現象を、減少させるために使われる。

はんだペースト中の金属含有量は、ペーストの供給法、場所等によって決定されるが、例えば、吐出タイプの場合は、通常75~90wt%の範囲にあるのが通常である。

3-4 はんだペースト中のはんだ粒子

スクリーン印刷を行う場合、はんだペーストのメッシュサイズを選ばなければならない。大きな粒子は、細かいスクリーンのメッシュを通らないし、メッシュに残った大きな粒子は、スクリーンとスキージに目づまりとダメージを与える。形状として、球形やだ円球形の粒子が、スクリーン印刷に適しているようである。

金属含有量が同じなら、細かな粒子ほど、ペーストの粘度は高くなる。しかし、細かな粒子はg当たりの表面積が大きいので、結果的にg当たりのはんだ酸化物の量も多いことになるため、細かな粒子径のペーストほど、より活性力の強いフラックスが必要とされる。

3-5 はんだペーストのスクリーン印刷

はんだペーストは、以上のように一般的な分野から高精度が要求される分野まで、広い範囲で使用出来る。一般に手動、自動を問わず必要な量、形に塗布するスクリーン印刷には、はんだペース

トが使用されている。

はんだペーストのメッシュサイズが粗いと、厚く印刷され、使用されるスクリーンは、耐久性の点でステンレス製が適している。

ステンレスやニッケルでできたメタルマスクは、厚い膜をスクリーン印刷した時に使うと良く、マスク厚みの調整により膜厚をコントロールすることができる。

3-6 ペースト供給法

ディスペンサーを使用した吐出法が、大量のペーストを供給する場合には適している。この時の吐出量は、自由にコントロールできる上、塗布形状も供給ヘッド部により自由に変えることが出来る。この方法では、塗布が基板片面でしかも部品が自動搬送されている場合は、はんだペーストによるドットやストライプが可能になる。

微量のはんだペーストを数箇所塗布する場合には、先の細い針状のプロブがしばしば使用される。他の塗布法としては、ローラー印刷、点滴、ブラシ塗布、ディップコート法がある。

3-7 はんだペーストの望ましい物性

はんだペーストは、それぞれの塗布法にしたがった正しい粘度、流動性をもったものを使用しなければならない。たとえば、スクリーン印刷には高い粘度、吐出法には中程度の粘度、ハケ塗りやディップコート法には低い粘度のものが適している。供給時、吐出圧がかかった時には、すばやくスクリーン孔やディスペンサーから流れ出し（粘度が減少）、圧力がなくなった時には、すばやく粘度を回復して、ニジミやダレがないようなものでなければならない。

3-8 はんだペーストの予備加熱

はんだペーストを使用する場合、はんだ付けする前に予備加熱し、乾燥させる。

はんだペーストは、ハイブリッド回路上の部品を接着する力を持っているが、乾燥してしまえば、部品は固着し、このままヒュージングの工程にもって行ける。また、こうすることにより、空气中

の水分を吸収しにくくなる上、フラックスのダレも少なくなる。

3-9 ヒュージング、リフロー

はんだペーストをヒュージング、あるいはリフローする方法は多くあるが、循環式オープンや対流式炉は、はんだをリフローする効果的な方法で、バッチ式及びマルチゾーンタイプのベルト炉が一般的に使用されているようである。

またリフロー時、熱酸化によってフラックスが炭化するのを防ぐため、不活性雰囲気にすることがたびたび行われるが、この方法を使えば、高温のはんだ付けでも容易にフラックス残渣を除去できるようになる。

熱供給に関して、厚膜ハイブリッドなどは熱伝導を利用して昇温するのがよく、ガラスエポキシ基板やフレキシブル基板を急速に加熱する場合は、2段か3段のヒートゾーンを持った赤外線加熱装置が適していると思う。

赤外線集光加熱は、片面はんだリフローに効果的であり、また、コンピューターで赤外線加熱を管理する装置が、最近市販されているようである。

3-10 他の熱供給法

ベーパーフェーズリフローはんだ付けでは、はんだのリフロー温度コントロールが速く、そして正確にできる。この方法では、アセンブリー基板全体を、使用する溶媒の沸点まで加熱し、その潜熱を利用してリフローする。(FC-71: 253℃, FC-70: 215℃)

他には、ヒートガン・抵抗加熱法・高周波誘導加熱法・直接炎・はんだごて等が利用されている。

3-11 フラックス残渣の除去

リフロー後の、はんだペーストのフラックス残渣除去法は、従来のウェーブはんだ付けで 사용되는洗浄と同じである。つまり、ロジン系フラックスはクロロカーボン、フロロカーボンといった有機溶剤での蒸気洗浄、あるいはケン化剤を使った水洗浄で行う。水溶性フラックスの場合は、温水洗浄等を行う。

缶 材 三 題 ば な し

炭酸飲料以外にもアルミ缶進出

アルミ缶はボデーの肉厚が薄いため内部圧力が必要で、これまでビール、サイダー、コーラなど炭酸系飲料用向けに限られて来たが、このほどアルミ缶メーカーにより新技術が開発され、非炭酸系飲料向けに実用のメドがついた。

日本軽金属系のアルミ缶メーカー日本ナショナル製缶（本社東京）はアルミ缶内部に窒素を充てん、非炭酸系飲料でも内部圧力を保たせることに成功した。すでにサントリーが「オレンジ50」に採用、他の飲料メーカーも続々採用の見通しという。

炭酸系飲料缶の需要が先細り傾向にあるだけに、今回の新技術はアルミ缶市場を大幅に拡大するものと期待されている。

（A1—ある、1983、7月号）

— 内部圧力で缶が保っているなど初めて知った —

社員はアルミ缶ビールを飲むべし

鉄鋼大手のスチール缶愛飲運動に対抗してアルミ缶材の大手メーカー神戸製鋼所が「アルミ缶ビール愛飲全社キャンペーン」と題して反攻を開始した。

「ビールはアルミ缶」「全国アルミ缶の約2本に1本は神戸製鋼のアルミです」と書いたポスター3,000枚、チラシ5万枚を作成、同社の全事業所、関連会社、社員の自宅に配付、社員の愛社精神に訴えるキャンペーンを

展開している。

すでに鉄鋼業界では新日本製鉄、川崎製鉄が本年春ごろから熱心なスチール缶愛飲運動を始めており、社員寮や保養所、社内レストランのビールをスチール缶製品に切り替え、各製鉄所がある「企業城下町」の飲食街にもキャンペーンを波及させ予想以上の成果をあげている。

これまで缶ビールの95%はアルミ製と圧倒的に優勢だっただけにおっとり構えていた神戸製鋼だが、スチール缶の健闘ぶりに改めて手綱をしめにかゝったようだ。

（58.8.15 日経産業）

— ところであなたはアルミ党？それともスチール党？ —

紙 缶 も 市 場 参 入

アルミ缶かスチール缶かの争いの渦中にさらに紙缶が参入、三つ巴の市場争奪戦となる気配。

従来飲料缶としては紙材では、密閉後冷却による減圧のため「へこみ」が生じ円筒形を保つのが難しかった。

大日本印刷が開発した紙缶は容器の底に工夫をこらし、容器内の減圧を底部のへこみだけで吸収し円筒形を保つようにしたもの。今のところ非炭酸系飲料用のみであるが、コストが10%も低く、焼却できるので空き缶公害が解消するなどのメリットがあり、早くも飲料メーカーから引き合いが殺到しているとのこと。

（58.8.19 日経産業）

— 缶材は何でもいいから

少しでも値下げして欲しい — 消費者

統計処理プリンター機能付
電解式メッキ膜厚計
モデルGP-08、G-07 新登場

新型GP-08は、従来の器械に全自動統計処理プリンターを内蔵し、増々、便利になりました。G-07は計算器が付いており、校正計算、統計処理等の計算（プリント）が簡単に出来ます。

膜厚計の総合メーカー販売輸出／英国エルコメーター社総輸入元
電 測 工 業 株 式 会 社
ELEC FINE INSTRUMENTS CO., LTD.
東京都中野区中央 2-47-1 電話 (03) 365-0861 (代表)
テレックス 232-3131

モデル GP-08

モデル G-07