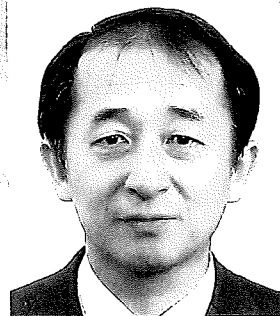


# LEDの最新洗浄技術

New Cleaning Technology for LED

荒川化学工業株式会社  
機能材料事業部  
営業部付部長

前野 純一  
Maeno Junichi



## Summary

本稿は、高輝度化が進むLEDチップのボンディング方法の変遷とはんだ接合におけるフラックス洗浄の必要性について紹介する。

## 1. はじめに

半導体市場は新興市場のデジタル製品の需要増により成長を続けている。はんだの鉛フリー化などで素材も大きく変化し、素材へケミカルアタックがなく浸透性の高い洗浄剤と、圧力や振動でクラックの生じない洗浄方法が必要となってきている。

また、モバイル機器の普及で半導体パッケージや電子部品の高密度薄型実装の要求が高まり、フリップチップ(FC: Flip Chip)実装技術によるモジュール化対応が急増する中で、より狭い隙間のフラックス洗浄が必要になってきた。

近年FC実装技術は、インターポーザを使った半導体パッケージからCOB(Chip on Board)、COW(Chip on Wafer)、LC(Layer Chip)などプリント基板やウェーハに直接実装する形態に進化し、車載基板、メモリー、LED(Light Emitting Diode)、イメージセンサーなどの分野へ波及しつつあり、さらに高温、大電流、高周波の条件下での信頼性確保のため、より高度の洗浄度が要求されるようになった。

当社は、フラックスの主成分であるロジンを原料とした製品を製造販売しており、ほとんどのはんだ

メーカーにロジン系フラックス原料を供給している。また、鉛フリーはんだに対応したロジン誘導体を開発、供給するとともに、鉛フリーはんだ用のフラックスやクリームはんだの開発、製造、販売も行っている。

また、原料を熟知している利点からフラックス洗浄剤のリーディングカンパニーとして、実装方法の開発と並行して洗浄技術を開発してきており、常に先行して最新の洗浄技術を紹介できるよう努めている。

## 2. 鉛フリーおよびハロゲンフリーはんだ用フラックス洗浄剤の特長

はんだ実装は、RoHS(Restriction of Hazardous Substances)指令の影響で、スズ・銀・銅や金・スズ(金80:スズ20 wt%)などの鉛フリーはんだの使用が増えている。

鉛フリーはんだで最も普及率の高いSAC305(スズ96.5:銀3:銅0.5 wt%)は、高融点はんだや共晶はんだと比較して酸化されやすいため、はんだ濡れ性を高めるため、低酸素雰囲気窒素リフローではんだ付けされる。

SAC305はフラックス成分のロジンや有機酸と反

応して溶剤や水に難溶性の金属塩を生成するが、これが原因物質となって白色残渣やマイクロはんだボールが発生、洗浄工程やリンス工程で白濁するまで蓄積して再付着が起り、ボンディング不良、モールド樹脂の接着不良やボイド生成によるブリッジの原因となっている(図1)。

一般にフラックス洗浄では、洗浄液やリンス液が白濁する前に液交換しなければならない。一般に鉛フリーはんだは従来の共晶はんだに比べておよそ3倍以上の金属塩が生じるため、液交換頻度を増加させた液管理が重要となる。

一方、液寿命が短くなるとランニングコストが高くなる。対応策として金属塩を水に可溶化することで再付着を防ぎ、液寿命を延ばすことができると考え、金属塩を可溶化する洗浄剤を開発し上市した(表1)。

パインアルファ ST-180K は、洗浄工程において白色残渣の原因物質である金属塩を溶解できることが従来の洗浄剤と異なる特長である。また、水リンス工程においても本洗浄剤を使った場合、金属塩を可溶化できるため、白色残渣を生じさせない(図2)と同時に、洗浄槽やリンス槽に持ち込まれて蓄積される白色残渣の再付着も防ぐことができる(図3)。

白色残渣は、実装部品の裏面の隙間に残存しやすく、本洗浄剤はこれらを直接溶解できるため、高い隙間洗浄能力を発揮できる。

金属塩除去の評価方法としては、表面絶縁抵抗値やイオンクロマト法では差が出ないので、顕微鏡目視(100～500倍)以外にオメガメーター(クックソソエレクトロニクス製)測定が簡単で有効である。水リンスした場合の比較データを表2に示す。

今後、スズ・銀・銅系鉛フリーはんだは金属価格の高騰により低銀化したはんだは、反応性が高まることで白色残渣が生じやすくなりマイグレーションやモールド不良などの諸問題を起す危険性が高まるので一層注意が必要と思われる。

### 3. LEDの高輝度化とはんだ接合

LEDパッケージ基板の構造について、図4に一例を示す。LEDチップは発光するエピ層の裏面をダイボンディングし、通電時に発生する熱を放熱させる構造になっている。一般に、高輝度になるほど

大電流を要し、発熱量も増加する。

ダイボンディングには当初LEDチップを有機素材による接着剤で固定し、2本の金ワイヤーで接続する方法(Two Wire方式)と銀ペーストでダイボンディングし、1本の金ワイヤーで接続する方法(One Wire方式)が主流であった(図5)。

しかし、パワーLEDの開発によって有機素材では熱伝導性が低く放熱性に劣るためと、発熱量が多く150℃を超える場合には、有機素材が熱劣化するため、金、金・スズなどの金属でダイボンディングする方法が使用されるようになってきた。これについても図5に示したようにOne Wire方式とFlip Chip方式がある。

金接合では、超音波を使ったボンディングマシンが使われる。装置価格が高いため初期投資がかかるが、処理速度が速い特長がある。

一方、金・スズはんだ接合では、実装メーカーにおいて、既設の実装装置が使用できるメリットがある。最近ではSAC305はんだでFC実装する方法も開発され、より安価な素材で汎用化が検討されている。図6に示したようにはんだ接合ではフラックス残渣が原因でワイヤーボンディング不良や封止材の密着不良、金属腐食によるマイグレーションの可能性があるため、フラックス洗浄が必要となる。

また、LEDチップをSAC305でFC実装した場合、基板とLEDチップの熱収縮率の差が大きいと硬い素材のSAC305では応力を逃がしきれずチップ破損の恐れがあり、フレキシブル(FPC)基板にFC実装する方法が多く採用されてきている。FPC基板へのFC実装では隙間が非常に狭く、かつはがれやすいため、できるだけ物理力をかけずに隙間洗浄する必要がある。

### 4. FC実装薄型基板の最新洗浄事例

これまで、FC実装基板を洗浄するためには、洗浄器具にセットしてダイレクトパス方式(図7)で洗浄するか、バンプ径の大きいものは高圧スプレー方式で洗浄することが多かった。

しかし、最近では、FCおよび基板の厚みが薄くなり、バンプ径も小さく隙間が狭くなってきたため、高圧スプレー洗浄ではチップの破損や剥がれが多発



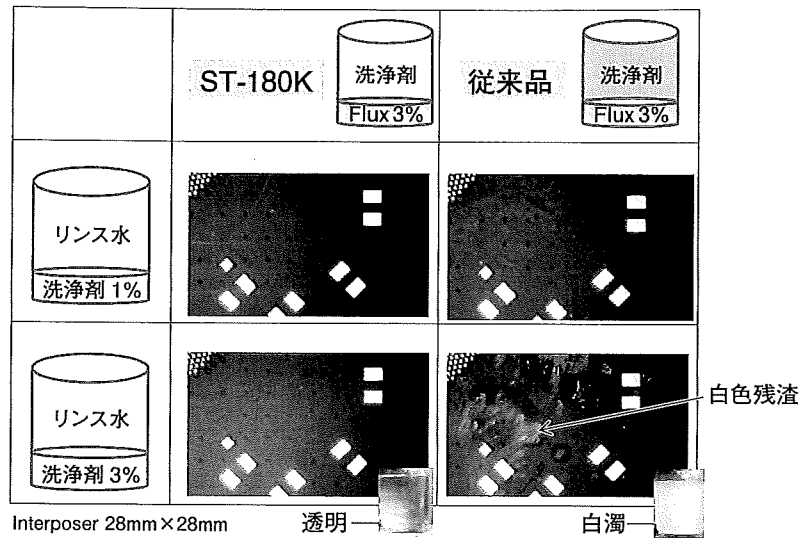
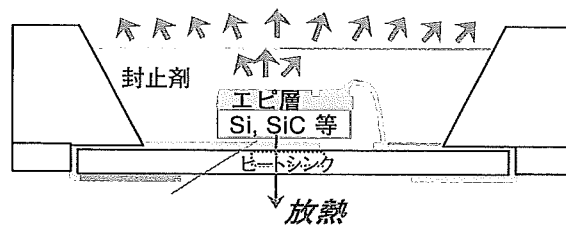


図3 白色残渣の基板への再付着 (×40)

表2 純水リンスでの洗浄性の比較

<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">洗浄</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">純水 プレリンス</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">純水 仕上リンス</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">乾燥</div> </div>			
洗浄剤	フラックス濃度 (洗剤中 wt%)	Qメーター測定値 ( $\mu\text{g}/\text{inch}^2$ )	再付着 (顕微鏡目視)
バイナルファ	0	0.2	無
ST-180K	4	0.4	無
グリコール エーテル	0	7.5	多い
	4	9.3	多い



はんだ(スズ金等)接合  
⇒ ポストフラックス or ソルダーペースト使用

図4 LEDパッケージの構造例

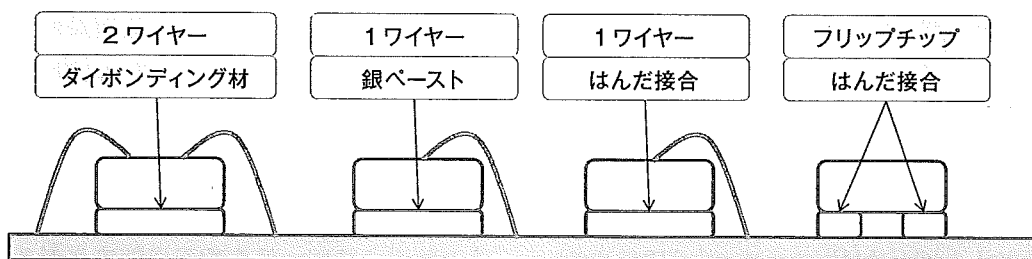


図5 高輝度化によるLEDボンディング方式の変遷 (左→右)

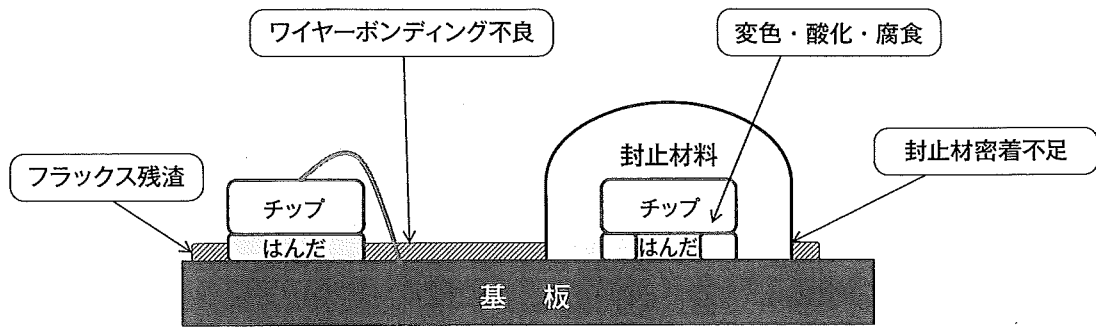


図6 LEDチップのフラックス残渣における問題点

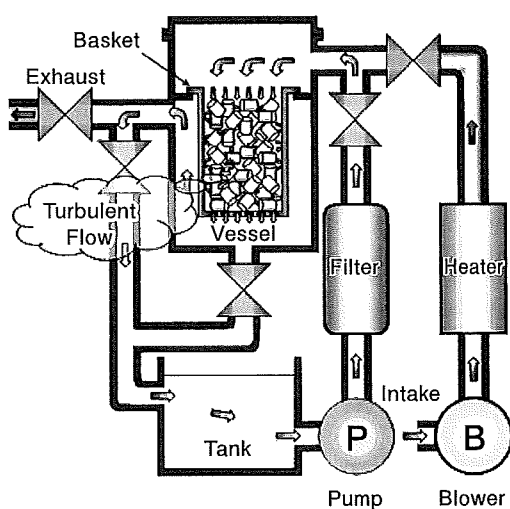


図7 ダイレクトパス洗浄装置概略図

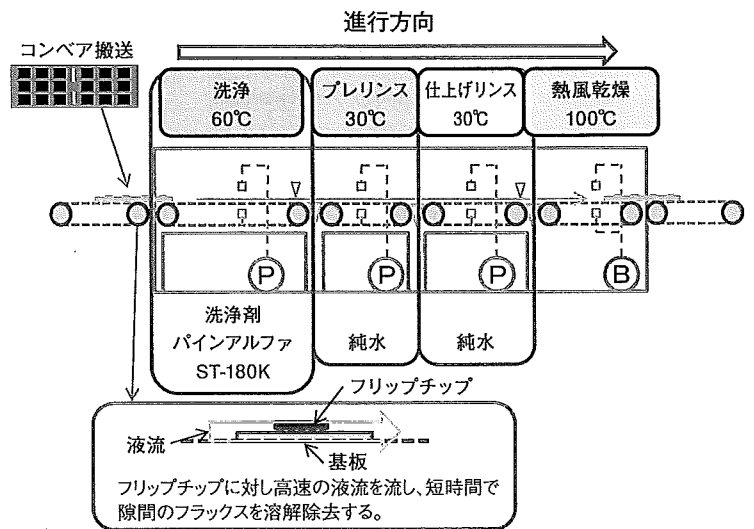


図8 狭間隙対応洗浄プロセス:ダイレクトフォールズ洗浄装置

表3 ダイレクトフォールズと一般的なシャワー洗浄の、狭間隙 (20 $\mu$ m) 洗浄比較

洗浄装置	噴射圧力 (MPa)	洗浄時間 (秒)				
		10	60	120	180	360
ダイレクトフォールズ	0.05	○	○			
一般的なシャワー洗浄	0.8				×	×

する問題がある。

一方、ダイレクトパス洗浄方式では、洗浄治具へのセットや取り外しに手間がかかることが問題視されている。

そこで、これらの問題を解決するため検討した結果、インライン式のFC実装基板洗浄装置「ダイレクトフォールズ (Direct Falls)」を開発 (図8)、FCの破損や剥がれが無く、数秒間でフラックスを除去できるようになった (表3)。フレキシブル基板に実装したFCにも適用できるため、今後のLEDモジュールに応用されるFC実装技術の拡大に対応できるものと思われる。

## 5. おわりに

ウェーハの薄型化および大型化、配線板の薄型化および積層化が進むにつれて、FC実装技術も高密度化、狭間隙化および積層化が進むと予想される。今後、カーエレクトロニクス分野をはじめ大電流を必要とするパワーデバイスや高周波を必要とする通信分野に低ノイズが特長のFC実装技術の需要が拡大し、耐熱性、高熱伝導性、軽量化の要求に合わせて素材も大きく変わっていくことが予想される。

これら実装技術開発のロードマップに合わせて、狭間隙洗浄技術、低衝撃洗浄技術に対して最適な洗浄剤、洗浄方法を提供していく所存である。