



Technical Article

洗浄機構の見直し

既存洗浄方式の限界 難関洗浄への挑戦

1 はじめに～洗浄需要の動向変化～

はんだによる接合は無洗浄はんだが一般的となり、製品母体に占める洗浄需要は年々減少傾向にあるが、信頼性が要求される分野において洗浄は不可欠である。多方面での技術的革新がなされる昨今で、エレクトロニクス洗浄は新たな段階に進んでおり、「難化」している。

2 洗浄の難化 —製品の高性能化— (図1)

洗浄を難化させている要因としては大きく2つの理由が挙げられる。1つは「マテリアル」である。

技術開発が進み高性能基材を作成することが可能となったが、従来素材とは異なる成分が増えた結果、既存の洗浄方式ではその挙動が変化してしまい、洗浄不良となるケースが多い。

例としてはレアメタル合金のフラックス洗浄や変性エポキシ・フッ素樹脂の洗浄が挙げられる。

もう1つはワーク形状による構造の複雑化に伴う影響である。昨今の半導体実装は「多層化」と「高密度化」に伴い低スタンドオフ化・狭ピッチ化の特性が強くなる傾向にある。当然のことではあるが、狭い部分は洗浄液の浸潤も難しく、洗浄にはかなりの知見が要求されることとなる。現在の実装技術ではスタンドオフ高さ20 μ mの実装を安定的に行うことが可

能であり、今後さらに低スタンドオフ化・狭ピッチ化の流れは加速すると考えられる。

次項以降では、「低スタンドオフ」を例として、難化しつつある洗浄に対しての実情とそれを解決する当社洗浄プロセスを提案させていただく。

3 低スタンドオフの洗浄需要の背景とポイント

低スタンドオフ製品の台頭は、搭載部品の「高密度化」「微量化」技術、各企業の「IoT」技術検討も拍車をかける形となっている背景がある。

一般的に形状から無洗浄はんだを用いることは、接合強度の観点から困難であり、使用用途として高精度の清浄度が要求されることが多く、必然的に洗浄工程が必要となる。

当社によせられる低スタンドオフ洗浄の事案も非常に多く、50 μ m以下の低スタンドオフ品の評価をゼストロングループで行っている。現在までの検証結果からはっきりと明言できるのは、噴流方式と溶剤を用いた溶解洗浄を基調とした汎用洗浄機構では対応が難しいことである。

よりスタンドオフ高さが低くなり、形状も高密度化しているにも関わらず、洗浄方式・洗浄液の検討はまだ追従できていないと判断している。洗浄検討を行う際のポイントとしては、洗浄液の「ぬれ性・洗浄性」に加え、「液置換性」が重要ではないかと当社では考えている。



図1



図2 低スタンドオフの洗浄の流れ

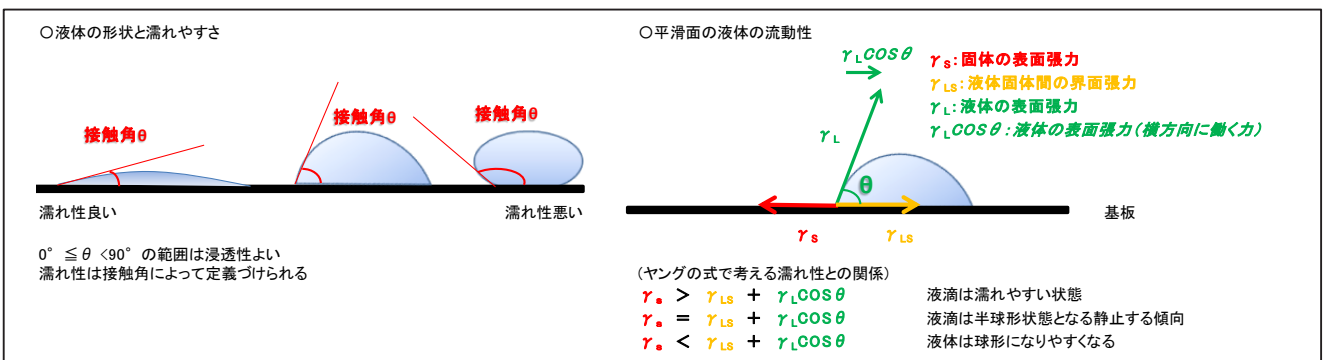


図3

4 低スタンドオフの洗浄 ぬれ性・洗浄性の確保

低スタンドオフ洗浄の流れは図2の形となる。通常の洗浄とおおむね同様であるが、比較的単純構造のワークを洗浄する場合と大きな2つの相違点がある。

1. 内部への洗浄液浸潤性⇒基材との適合性も重要

前項でも述べたように、先端実装技術における低スタンドオフ高さは20μm程と非常に低くなっており、洗浄液を内部へ浸潤させることは容易ではない。スタンドオフ内部への液の浸潤は「ぬれ性」による影響が大きい。

一般的には狭ピッチ間洗浄には表面張力が小さい洗浄液が適するとされている。これは接触角によってぬれ性が変化する事象に基づいている。接触角の角度を小さくし、ぬれ性を良好とするためには、ヤングの式からも洗浄液の表面張力が小さいとぬれ性が良好となることが確認できる(図3)。

この観点は重要な項目ではあるが、実際には製品に使われている部材によって大きく左右されてしまう。

これは使用されている部材が撥水性もしくは親水性なのか、表面の平滑性はどの程度かによって接触面積や摩擦力の違

いにより影響が生じる為、部材とのマッチング性が洗浄液のぬれ性に大きく左右することとなる。

効果的なスタンドオフ内部への洗浄液浸潤は、洗浄液の表面張力だけではなく総合的観点での検討が必要となる。

2. 強力な洗浄性⇒単層形状ワーク洗浄より強い

コンタミ相溶性が必要

形状が簡易的で露出している表面を洗浄する際には、よほどコンタミ成分との相溶性が悪くない限り洗浄は容易である。これは表面の液置換性が十分に確保できるため、接触できる相対的な液量が多くなるためである(図4)。

しかし低スタンドオフの場合は、一度に接触できる相対的な洗浄液量は限定されてしまう。また溶解洗浄の場合、十分な液置換性が確保できない状況下ではコンタミ成分が高濃度化してしまい、洗浄性能は限定されてしまう。

低スタンドオフの洗浄では、単層形状ワーク洗浄時よりも、より強力な洗浄力が要求されることになる。

5 MPCを用いた洗浄のメリット

前項で述べた「ぬれ性・洗浄性」を当社製品が満足できているか、紹介させていただきたい。

当社の洗浄液は溶剤系・界面活性剤の製品もあるが、強みは水系によるMPC洗浄である。

図5のように当社のMPC洗浄液は印加物理力(攪拌・加温など)による活性化(マイクロフェーズ化)状態となった後、剥離洗浄形式を主とした剥離+溶解のダブル方式の洗浄を行なえる為、強力な洗浄性がある。

また溶解余剰となったコンタミは液中に分散

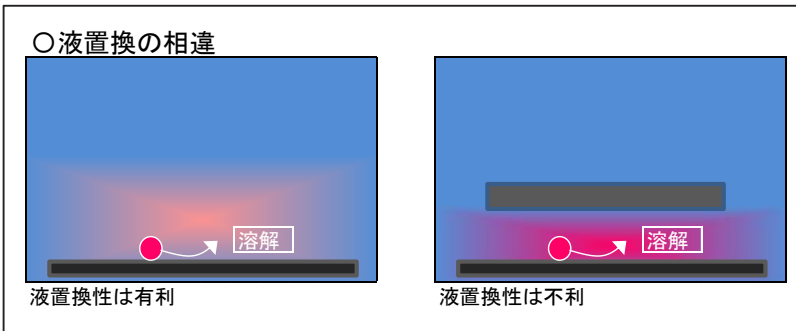


図4 液置換の相違

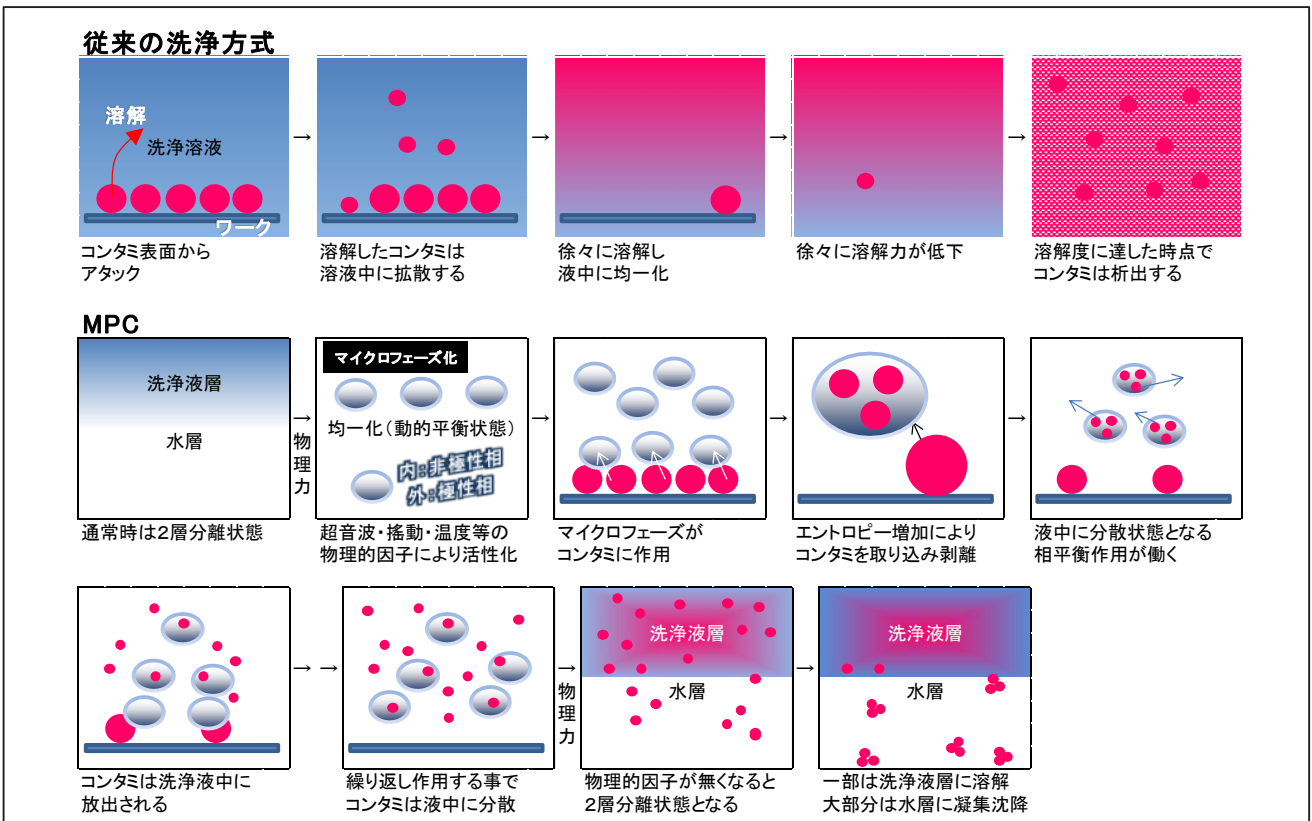


図5 一般的な汎用溶剤とMPC洗浄剤のメカニズムの違い

状態となり凝集するため、フィルタで除去が可能となり、溶解限界による洗浄力不足に陥ることがない。この特性からスタンドオフ内部のコンタミ成分に対して有効にアプローチできる。洗浄に使用する際の洗浄液の成分比は条件にもよるが8割以上は水であり、フラックスをはじめとする油脂成分だけでなく、イオンなどの水溶性成分に対しても有効に作用できる(図6)。

図6のSP値(溶解パラメータ)からは多くの物質と相溶性が確保されていることが確認でき、「相溶性が良い≒ぬれ性が良い」とも判断できることから、セラミック・金属の素材を問わず、ぬれ性に関して幅広い部材適合性が得られる。また水が主成分である洗浄液でありながら、ぬれ性の1つの目安である「表面張力」は図7に示すように、汎用溶剤とほぼ同程度となっており、洗浄液の浸潤に関して不利的な状況にはならないことが確認できる。

当社のMPC洗浄液「VIGON」は、水で希釈し使用する「水が主成分の洗浄剤」でありながら、独自の剥離+溶解洗浄液機構と種々の物質に対してのぬれ性も優れている。

このような特性を有するため、低スタンドオフ洗浄に関して適合性が高いといえる。

6 低スタンドオフの洗浄 洗浄方式の重要性

液の置換性を確保する上で重要なのが洗浄方式である。図8にみられるように洗浄方式は大別すると4つの方式に分類される。それぞれの特性があるが、低スタンドオフ洗浄を考えた場合は主に「噴流方式」と「シャワー/スプレー方式」の2種に絞られる。低スタンドオフ製品は非常にデリケートなものが多く、超音波方式は部材・部品をいためてしまう可能

性が高いため、使用されない。また浸漬洗浄では十分な物理力を得ることができない為、洗浄不足となることは明白である。

欧米をはじめ海外ではスプレー方式による洗浄が一般的であるが、日本での設備環境を考えた場合は有機溶剤に関する考えかた、法令の影響から日本では噴流方式での洗浄が一般的に普及している。

噴流方式でも条件次第では洗浄可能とはなるが「よどみ層」が生じる影響が大きく、洗浄結果にはバラつきが生じやすくなってしまいうリスクが非常に大きい。また形状がさらに複雑となった場合は、スタンドオフ部の周囲にある部材が堤防の役割を果たしてしまうこととなり、スタンドオフ内部への流速は大幅に低減することとなるので、十分な液置換性が得られなくなる(図9)。

いっぽうでシャワー/スプレー洗浄方式では、低スタンドオフ洗浄時において有効に作用できていると考えられる。

仮に部材の障害があったとしても閉鎖空間でない限りでは、図10のように液置換が可能な状態を維持できていると考えられる。

当社の洗浄試験結果からは噴流方式とシャワー/スプレー方式で比較した場合、ここで論じたような差が見られており、シャワー/スプレー方式の優位性が確認されていて、構造が複雑になるほど、洗浄度合いに顕著な差が生じている。低スタンドオフ洗浄を噴流方式で洗浄を行なう場合は、洗浄液の性能頼みとなってしまう効果的な洗浄を行えなくなる可能性が高い。上記で述べた手法は洗浄時だけでなくリンス時にも応用展開できる。

水系洗浄は乾燥性の観点から不利とされているが、乾燥手法の知見も得ており、低スタンドオフ品の「洗浄」「リンス」「乾燥」の一連の工程を構築できている。

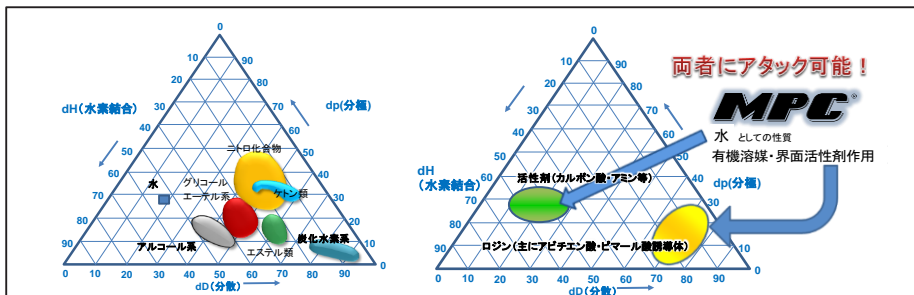


図6

| 成分 | 表面張力(mN/m) |
|---------------|------------|
| IPA | 20.8 |
| エタノール | 22.6 |
| VIGON N 600 | 27.1 *1 |
| HYDRON SE 220 | 26 *2 |
| トルエン | 28.5 |
| 水 | 72.8 |

*1 15%濃度 25℃条件にて測定
*2 25%濃度 25℃条件にて測定

図7 各液体の表面張力(20℃条件)

| 印加物理力 | 小 ————— 大 | | | |
|-------|---|---|--|---|
| 洗浄方式 | 浸漬 | 噴流 | シャワー/スプレー | 超音波 |
| 特性 | 特殊な装置を必要とせず容易 溶液からの引き出しの際に 再付着の懸念が大きい | 一定の物理力が得られる ワークに対しての影響が軽微である よどみが発生しやすく、細部までの 洗浄が困難である | 一定の物理力が得られる 物理力の調整が容易 液置換性に優れる 角度や形状の調整が不可欠 | 微細な部分まで洗浄効果が大きい 出力調整により物理力の調整可能 ワークに対しての攻撃を考慮 液温制御が必要となる |
| 物理的特性 | ハンダボール フラックス | | | |
| 懸念点 | 上層のフラックス層 再付着の懸念 | 高速流量 よどみ層 | 角度調整 流量調整が必要 | 部材に対しても攻撃 |

図8 各洗浄方式の特性

7 洗浄の展望

エレクトロニクス洗浄において「噴流×溶剤」といった組み合わせは、日本国内で最も普及している。

しかし今後の製品形態を考えた場合は、さらに構造が高性能化・複雑化する傾向にあり、それに伴って洗浄の難易度はさらに高くなることが予想される。これに加えて「マテリアル」分野での技術もさらに躍進し新たな知見が必要となってくる。

今回例として挙げた「低スタンドオフ」は、既存の洗浄機構だけでは解決が難しい事象の1つである。

エレクトロニクス洗浄に対する知見をいま一度見直す段階に来ているのではないかと考える。

今後は新規製品の「HYDRON*」も含めた形で各洗浄液を適切に選択し、洗浄方式の特性を最大限にいかし、以後も増加するであろう、高難度洗浄に取り組んでいく。

当社ではさらに検証を行い、技術力を高めていき、新分野洗浄の先駆けとして邁進していきたいと考える。

様々な難洗浄がある中で、用途・デバイスにあった解決策を提供させていただきたい。

新製品「HYDRON」シリーズ

MPC洗浄剤のVIGONと同等の洗浄力を有する。シャワー洗浄方式を基本設計とするVIGONと比較し、噴流・超音波方式での使用を前提として開発。狭ピッチ対応を前提としており、噴流方式でありながら低スタンドオフ洗浄への使用も可能である洗浄液。

<参考文献>

- ・山本秀樹「溶解度パラメータ(SP値・HSP値)の基礎と応用技術プログラムによる計算実演(HSPIP法含む)」、2015年 Science & Technology
- ・八尋大輔「ゼストロン水系フラックス洗浄剤はなぜ溶剤系よりも洗浄性能が良いのか—MPC洗浄剤の可能性—」、実装技術、2015年5月号
- ・National Technical Report, 23, p228 (1977)

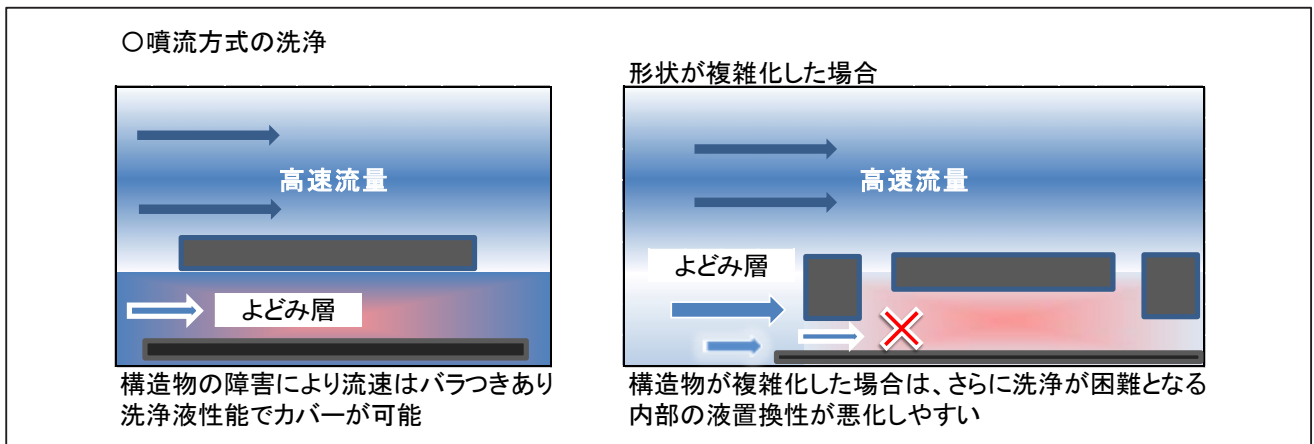


図9

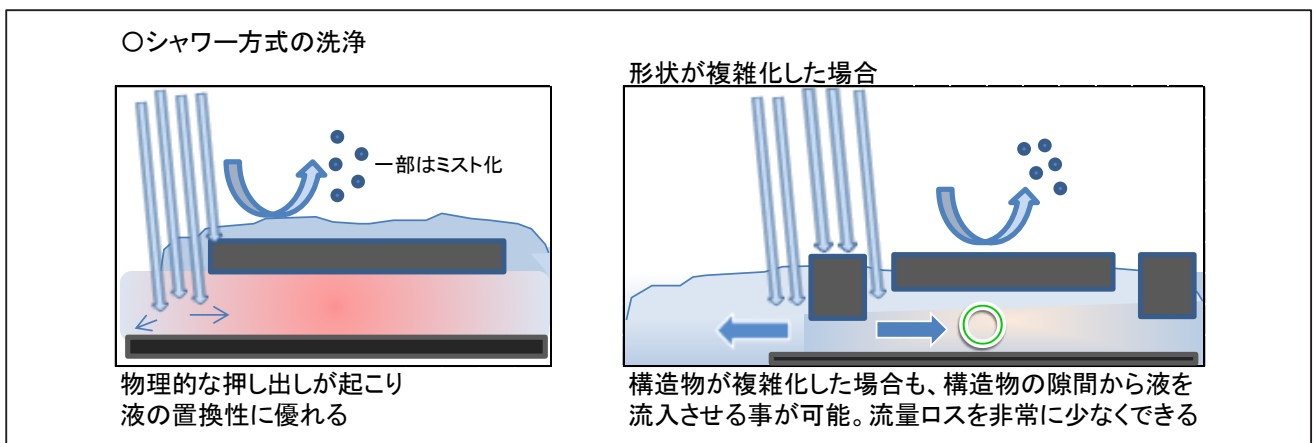
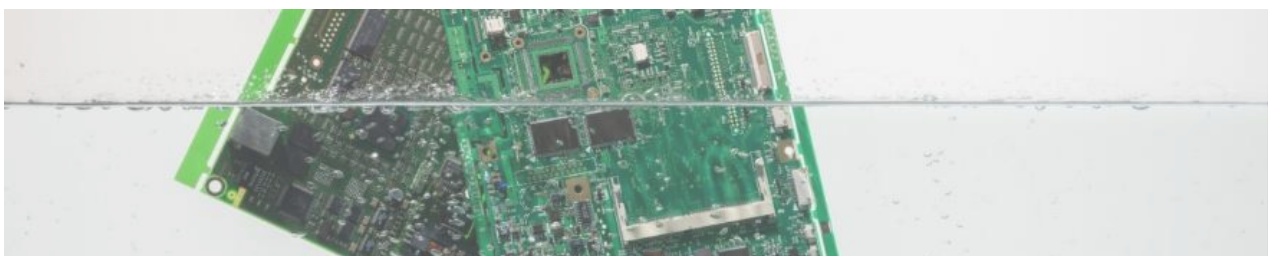


図10



ZESTRON

High Precision Cleaning

●お問い合わせ先

ゼストロンジャパン株式会社

〒253-0111 神奈川県高座郡寒川町一之宮4-17-16
TEL..0467-53-8658 FAX.0467-53-9515

Email. infojapan@zestron.com

<http://www.ZESTRON.com>