



ARATTE 洗う化学を学ぶ

<https://pinealpha.jp/>

1 はじめに

近年、技術の発展が目覚ましい電気・電子産業において、ゲーム機・携帯電話から大型コンピュータ・自動車等の各製品に使用される電子部品は、はんだ付けにより実装され生産される。はんだ付けの際には、フラックスと呼ばれる化学品が使用されるが、電子部品は高性能化・多機能化とともに高い信頼性が要求されるため、実装後には性能に影響を与える可能性があるフラックスの除去を必要とする場合が多い。当社は、そうした要求に応えるため、フラックス除去用洗浄剤「パインアルファ」を開発、販売している。

また、フラックスを溶解・剥離・分散させる上記洗浄剤は、適切な洗浄装置と組み合わせることにより、洗浄能力を最大限に引き出すことができる。そのため

当社は、洗浄剤だけでなく、洗浄装置の開発まで行ない、優れた洗浄能力を有する洗浄システムとして市場のニーズに対応している。

洗浄を行なう電子部品の中でも、特にゲーム機・携帯電話等の実装基板は、高機能化・小型化に伴い実装隙間が狭くなり、使用する基板・チップの厚みも、ますます薄くなってきている。これに伴い、実装基板自体の衝撃に対する耐久性(基板とチップの破損あるいは剥がれ)が低くなり、洗浄時の衝撃力が原因となる破損等が懸念されている。本稿では、このように耐久性の低い実装基板を破損することなく効率的に洗浄可能な、次世代基板用新洗浄技術「ダイレクトフォールズ(DIRECTFALLS)洗浄システム」について紹介する。

2 「ダイレクトフォールズ洗浄システム」の開発背景

実装基板は複雑な回路や多くの部品から構成されているが、その回路の中核を担う、言わば実装基板の頭脳に当たる部分であるCPU(Central Processing Unit)には、FC-PKG(Flip Chip Package)と呼ばれる部品が使用されている。FC-PKG

は図-1で示す様に、FC-PKG基板、ICチップ、それらを接合するはんだから成っており、前記の如くはんだ付けの際に基板-ウエハ間に発生する“フラックス”を洗浄する必要がある。

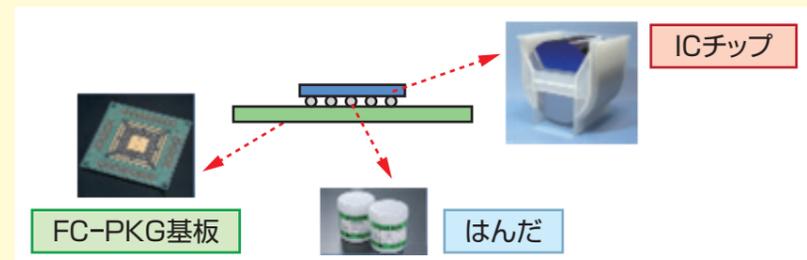


図-1 FC-PKG

近年のFC実装技術の進歩は目覚ましく、基板・ウエハを接合する回路パターンは狭ピッチ化が進み、基板-ウエハ間の実装隙間も狭くなってきている。10年前は120 μ mあった実装隙間が、数年後には20 μ mまで狭くなると言われており、顧客の洗浄ニーズも高度化の一途を辿っている。そうした顧客が求めるFC-PKGの洗浄ニーズとしては、①耐久性の低い基板を破損させずに洗浄できること、②狭くなった実装隙間を洗浄できること、の2点が挙げられる。

FC-PKGを洗浄する方式の一つとしてシャワー洗浄方式がある。シャワー洗浄方式とは、図-2に示す通り、専用ポンプで所定の流量・圧力に調整した洗浄液を

シャワーノズルから基板へ噴射し、洗浄する方式である。噴射方法やシャワーノズルの配列は、洗浄装置によって異なり、様々な形体がある(例えば、ノズルの種類一つをとっても、扇形、円錐、直進等の種類がある)。図-2に示すシャワーパターンは、本稿で紹介するダイレクトフォールズ洗浄システムを例として挙げている。一般にシャワー方式でFC-PKGの狭い実装隙間を洗浄する際に良好な隙間洗浄性が確保できない場合、噴射する液の流量・圧力を上げる事により対応してきた。しかし、噴射条件を上げて洗浄すると基板へのダメージも大きくなる。従って、できる限り少ない流量・圧力で狭い実装隙間の洗浄性を確保することが求められている。

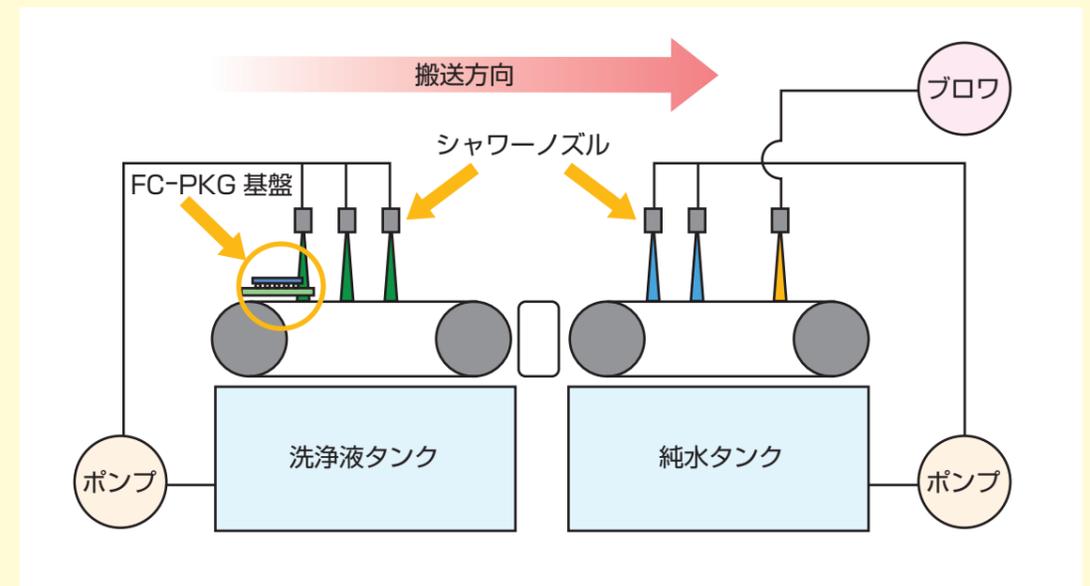


図-2 ダイレクトフォールズ洗浄システムのシャワーパターン

このような背景から、実装隙間20 μ mを最小限の基板ダメージで洗浄することが可能な、新たなシャワー方式を採用した次世

代基板用新洗浄技術「ダイレクトフォールズ洗浄システム」の開発に着手、完成したので以下に紹介する。

次世代基板用新洗浄技術 「ダイレクトフォールズ洗浄システム」の開発について

機能材料事業部 研究開発第一部
西垣 泰志

3 「ダイレクトフォールズ洗浄システム」の特長

「ダイレクトフォールズ洗浄システム」の特長の1つとして、図-3のように被洗浄物に対して“垂直”に洗浄液を噴射する事が挙げられる。基板に衝突した洗浄液は、“真横方向”へ基板上面を這うように流れる。この側流を利用し、狭隙間部分に洗浄液を押し込む事により、洗浄効果が大きく向上する。また、図-3の側面2のように側流は左右に発生するので、噴射ノズルの左右にFC-PKGがあっても洗浄可能である。

さらに当システムでは、図-3の様に2個のノズルがICチップを挟み込むように配置し洗浄を行なうことも特長の一つである。これにより、1個のノズルで狭隙間部分を洗浄している時と比べて、極めて効率良い洗浄が可能となる。この効果により、洗浄処理時間も大幅に短縮でき、高い生産能力を有した洗浄システム

を実現している。

また、本開発では、洗浄性を左右するノズルからの噴射条件と隙間洗浄性の支配因子を明確にし、最適な条件を把握することにより、高い隙間洗浄性を実現している。

最後に、基板ダメージを示す指標の一つにトータルインパクト(※1)がある。本開発では、前記の支配因子を明確にし、最適条件で噴射することで、噴射圧力を低く維持し、トータルインパクトを最小限に抑えた条件で高い隙間洗浄性を実現している。このことは、従来のシャワー洗浄ではトレードオフであった基板ダメージ性と隙間洗浄性の関係が解消できたことを意味している。

※1：トータルインパクト(kg/cm²)=0.024×流量(L/min)×√圧力(kg/cm²)

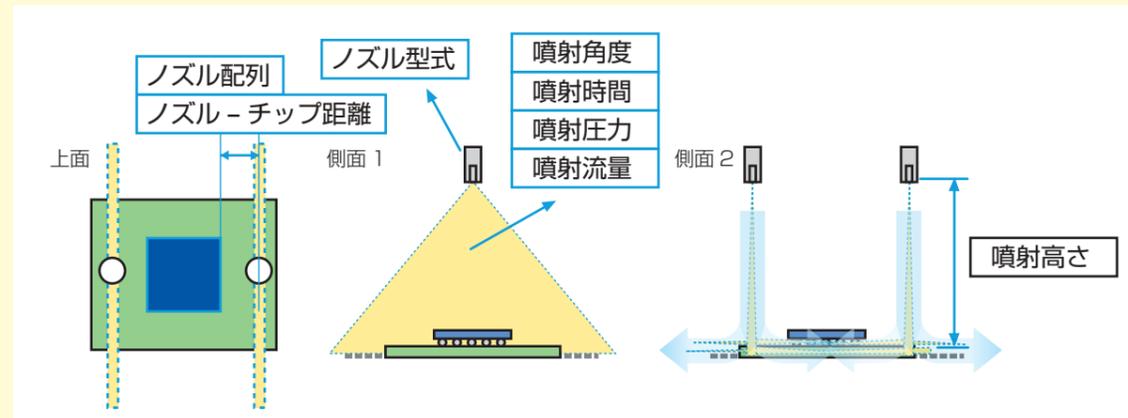


図-3 洗浄状態と噴射条件

次に「ダイレクトフォールズ洗浄システム」の特長である①基板ダメージ低減と隙間洗浄性の両立、②洗浄速度の効率化、の2点について実際の実験データを用い

て詳しく紹介する。FC-PKG 検討用サンプルは、40mm□のプリント基板に15mm□のチップを隙間20μmで実装したものである。

① 基板ダメージ低減と隙間洗浄性の両立

図-3に示した噴射条件の中で隙間洗浄性の支配因子を調査した結果を表-1に示す。検討の結果、基板に対して噴射している洗浄流量が、洗浄性に大きな影響を与えていることが分かった。つまり、20μmの狭い隙間であっても一定以上の洗浄流量を噴射することで、低圧力で洗浄可能となることを見出した。従来は、洗浄流量が足りず良好な洗浄性が得られない場合、ノズルの噴射流量・圧力を増やして必要な洗浄性を確保していた。しかし、今回の検討により、所定以上の圧力は洗浄性との相関性が低いことが判明した。さらに、ノズルを基板に

近づけ、噴射高さを低くし、基板に対する流量を調整することで必要な洗浄性が得られることが分かった。この時、基板ダメージの指標であるトータルインパクトは、従来のシャワー方式では0.54kg/cm²であるのに対して、噴射高さを調整したダイレクトフォールズ洗浄方式では0.14kg/cm²まで低減させることが可能となった。

このように、噴射流量とノズル位置が狭隙間洗浄性に大きな影響を与えることが分かり、これらの検討データに基づいて、基板ダメージ低減と隙間洗浄性を両立する洗浄システムを実現した。

表-1 噴射条件による隙間洗浄性の評価結果

流量 (L/min)	圧力 (kg/cm ²)	噴射高さ (mm)	トータルインパクト (kg/cm ²)	洗浄時間 (S)					
				5	10	60	90	120	600
8.0	8.0	40	0.54	△	○	○	○	○	○
8.0	0.5	18	0.14	△	○	○	○	○	○
8.0	5.0	30	0.43	△	○	○	○	○	○
7.0	5.0	40	0.38	×	×	△	○	○	○
4.3	6.0	80	0.25	×	×	×	△	○	○
3.7	1.0	40	0.09	×	×	×	×	×	△
.....						

※フラックス除去率 (%)：○>95、△70~95、×<70

○：洗浄性OK

② ノズル配列による洗浄速度の効率化

隙間洗浄性の支配因子が明確になったことを受け、より効率的に洗浄するため、ノズルの配列パターンを検討した結果を表-2に示す。隙間洗浄検討の結果、ICチップを同時に2方向から挟みこむ様に噴射することで効率良く狭隙間部分を洗浄できることが分かった。

次に、狭隙間部分の洗浄液の挙動イメージを図-4に示す。図に示した通り、1方向からの噴射は、狭隙間部分の奥まで洗浄液が届きにくい。洗浄時間を長くする必要がある。2方向交互からの噴射は、狭隙間部分をそれぞれのノズルで半分ずつ洗浄するので、1方向

次世代基板用新洗浄技術 「ダイレクトフォールズ洗浄システム」の開発について

機能材料事業部 研究開発第一部
西垣 泰志

に比べて効率的に洗浄できるが、狭隙間部内で流体が淀み易い状態となる。2方向同時からの噴射は、ICチップの両側から洗浄液が流入し、狭隙間部分の中央で衝突する。その後、上下方向に強制的な液流れが発生するため、2方向交互に比べて狭隙間部分で流体の淀みがなくなり、効率良く洗浄が可能となる。4方向からの噴射は、狭隙間部分への4方からの流入が原因で、液の逃げ道がなくなる

ので、洗浄できないことが分かった。以上の結果より、ノズル配列は、ICチップを2方向から挟み込むように設置し、2方向から同時に噴射することで、狭隙間部分で強制的な液流を発生させることができ、効率良く洗浄できることが分かった。

このように、効率の良い噴射方法が分かったことで、洗浄処理時間を短縮することができ、高い生産能力を有する装置を提供できるようになった。

表-2 ノズル配列による隙間洗浄性の評価結果

噴射方向	流量 (L/min)	圧力 (kg/cm ²)	洗浄時間 (S)					
			5	10	60	90	120	600
1方向	8.0	0.5	×	×	×	△	△	○
2方向交互	8.0	0.5	△	○	○	○	○	○
2方向同時	8.0	0.5	○	○	○	○	○	○
4方向	8.0	0.5	×	×	×	×	×	×

※フラックス除去率 (%) : ○>95、△70~95、×<70 〇 : 洗浄性OK

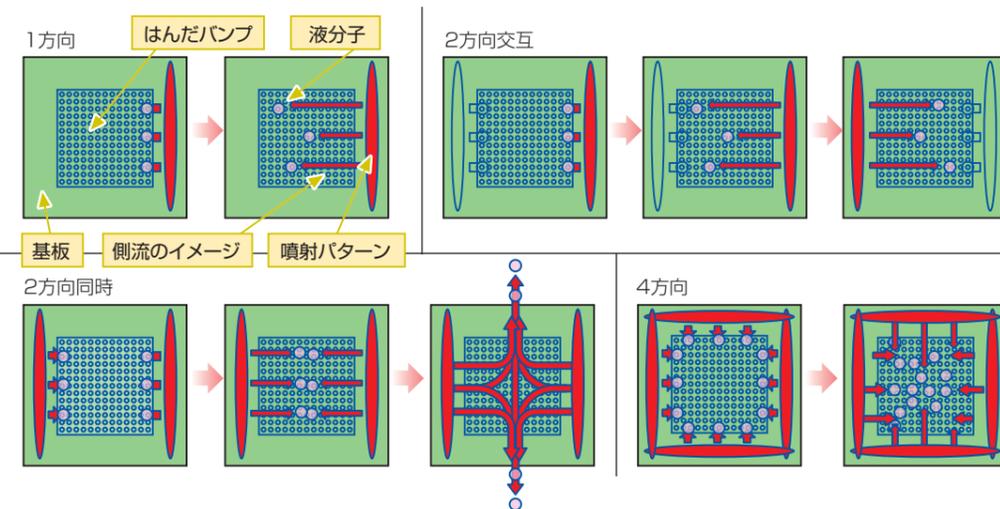


図-4 狭隙間部分における洗浄液挙動のイメージ図

4 「ダイレクトフォールズ洗浄システム」を用いた洗浄事例

次に「ダイレクトフォールズ洗浄システム」を用いて行なった洗浄事例の一例を紹介する。

① 超薄型基板、超薄型ICチップを用いたFC-PKGの狭隙間洗浄事例

FC-PKGのスペック：FC-PKG基板厚み200 μ m、ICチップ厚み100 μ m、実装隙間20 μ m(図-5参照)

(一般的なFC-PKGのスペックはFC-PKG基板、ICチップ厚み共に約1000 μ m実装隙間約70~80 μ m)

・基板の耐久性が極めて低い上、実装隙間も20 μ mと狭く、洗浄難易度とし

ては最も高い案件。この基板を、従来のシャワー洗浄装置を用いて洗浄すると、FC-PKGが破損してしまう。また、破損しない噴射条件で洗浄すると良好な洗浄性が確保できない。この案件を「ダイレクトフォールズ洗浄システム」を用いて洗浄した結果、表-3のように良好な洗浄性が得られた。

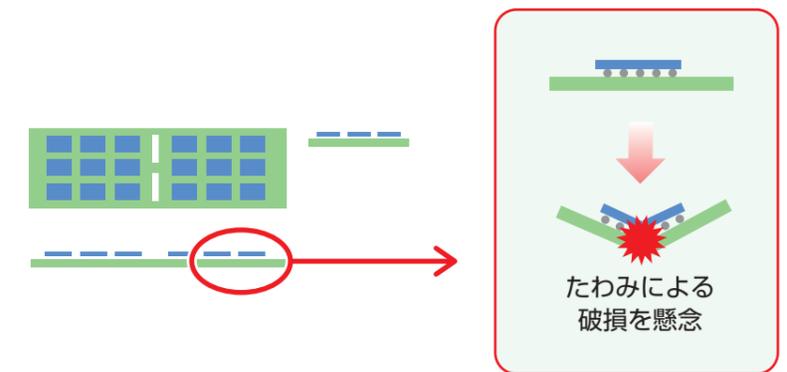


図-5 超薄型、狭隙間FC-PKG

表-3 超薄型、狭隙間FC-PKGの洗浄性評価結果

洗浄装置	流量 (L/min)	圧力 (kg/cm ²)	洗浄性	ダメージ性
従来シャワー	1.9	3	×	○
従来シャワー	3.2	8	-	×
ダイレクトフォールズ	3.2	0.5	○	○

次世代基板用新洗浄技術 「ダイレクトフォールズ洗浄システム」の開発について

機能材料事業部 研究開発第一部
西垣 泰志

② 2段スタックFC-PKGの狭隙間洗浄事例

FC-PKGのスペック：FC-PKG基板厚み300 μ m、ICチップ1厚み300 μ m、ICチップ2厚み500 μ m、実装隙間は各50 μ m(図-6参照)

・基板の耐久性が低く、ICチップが多段に搭載されている。特にICチップ1とICチップ2の間の洗浄性を確保するこ

とが困難であり、従来のシャワー洗浄装置を用いて洗浄すると、FC-PKGが破損してしまう。また、破損しない噴射条件で洗浄すると良好な洗浄性が確保できない。この案件を「ダイレクトフォールズ洗浄システム」を用いて洗浄した結果、表-4のように良好な洗浄性が得られた。

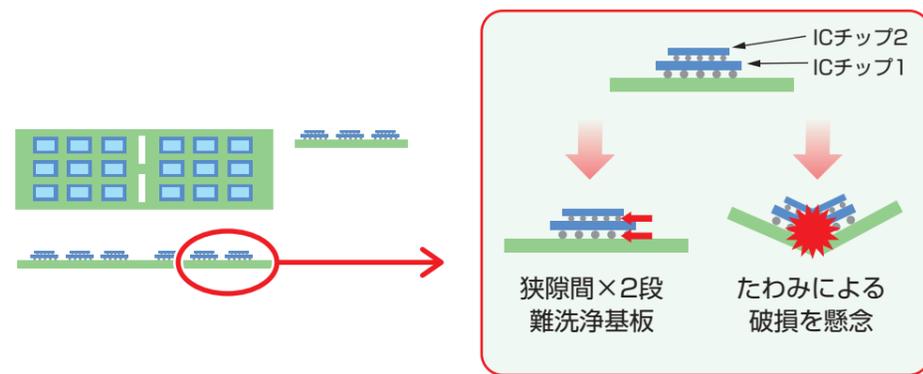


図-6 2段スタックFC-PKG

表-4 2段スタックFC-PKGの洗浄性評価結果

洗浄装置	流量 (L/min)	圧力 (kg/cm ²)	洗浄性	ダメージ性
従来シャワー	1.9	3	××	○
従来シャワー	3.2	8	-	×
ダイレクトフォールズ	3.2	0.5	○	○

5 おわりに

当社が開発した次世代基板用新洗浄技術「ダイレクトフォールズ洗浄システム」は、FC-PKGの狭隙間の洗浄性に優れ、基板へのダメージも低く抑えることができる洗浄システムであることを紹介した。電気・電子産業は、今後ますます開発のスピードが速くなり、製品の品質・性能も向上

していくであろう。それに伴い、要求される洗浄レベルもますます高くなることが予想される。当社は、これらの要求に応えるため、今後も次世代技術の開発を追求し、洗浄業界をリードする会社として鋭意努力していく所存である。