パーティクル除去用洗浄剤『パインアルファ ST-710』

守能 祥信

Particle Removal Cleaning Agent "Pine Alpha ST-710"

Yoshinobu MORINO

荒川化学工業株式会社 研究開発本部 ファイン・エレクトロニクス開発部 洗浄・はんだグループリーダー
（〒538-0053 大阪府大阪市鶴見区鶴見 1 丁目 1 番 9 号）
ARAKAWA CHEMICAL INDUSTRIES, LTD. (1-1-9, Tsurumi, Tsurumi-ku, Osaka 538-0053)
https://pinealpha.jp/

1. はじめに

当社は、薬種問屋が軒を連ねていた大阪の道修町で明治 9 年に初代の荒川政七がロジン（松脂）、テレビン油の販売を開始したのを創業とし、147 年の歴史を持つ化学メーカーである。松の木から得られる松脂を精製した樹脂であるロジンの化学技術を起点とし、製紙薬品や印刷インキ用樹脂、粘着・接着剤用樹脂などの中間素材を開発、提供している。

当社は、はんだフラックスの主成分であるロジンを販売していたことから、1987 年モントリオール議定書でのフロン規制によるフロン代替のニーズに乗り、グリコールエーテルを主成分とした洗浄剤「パインアルファ」を開発、上市した。高いフラックス溶解性、良好な水すすぎ性、高い安全性などの特長があり、半導体、LED、電子部品等のフラックス洗浄分野において多数の実績を有している。また、洗浄装置、洗浄液管理の周辺機器を組み合わせた総合洗浄システム「PAC システム」を提案することで顧客のニーズに応えてきた。

本稿では当社独自のコンセプトに基づく、パーティクル洗浄剤「パインアルファ ST-710」を紹介する。

2. パーティクル洗浄

パーティクル洗浄とはパーティクルを取り除く洗浄のことである。パーティクルという言葉は、小片、粒子を意味し、金属、ゴム、プラスチック、埃、塵などのあらゆる固形物が該当する。半導体分野においては、主に製造プロセス、製品に悪影響を及ぼす数百～数十 nm レベルの微粒子を指す。精密機器や半導体の生産工程においては、パーティクルが部品に付着することで塗工不良や歩留まり低下などのトラブルの発生原因となることがあるため、パーティクルの除去は非常に重要である。パーティクル除去のための洗浄装置としては超音波、シャワー、ブラシ、ジェット方式などが利用されることが一般的であり、洗浄剤としては純水、水系洗浄剤とフッ素系洗浄剤が知られており、それぞれの特長を表 1 に示す。

表1．パーティクル洗浄剤の比較

	純水	水系	フッ素系
安全性	○	○	○
洗浄性	×	△	○
乾燥性	△	×	○
コスト	○	○	△～×
環境	○	○	×

図1．PACシステム

純水は安全かつ、洗浄液中のパーティクル量を非常に高いレベルで管理できる一方で洗浄性、乾燥性に課題がある。水系洗浄剤は純水に比べて洗浄性が向上する一方で界面活性剤等の添加成分により、水リンスが必須であり、乾燥性に問題があるケースもある。また、フッ素系洗浄剤は洗浄性、乾燥性には優れるものの、洗浄剤自体が高価であるために、コストが高くなる傾向がある。フッ素系洗浄剤は蒸留再生が可能な蒸留再生設備が必須で、電気代も含めたトータルでのコストを考える必要がある。また、近年では環境に対する意識がさらに高まっており、環境に優しいことが洗浄剤を選定する上での重要な要件となっている。

当社では、パーティクル除去性に優れ、また低コストで環境に優しい水系洗浄剤として、「パインアルファ ST-710」を2015 年に開発、上市した。

3. パインアルファ ST-710（以下 ST-710 に略）の特長

①高い安全性

ST-710 は引火点が存在せず、消防法上の非危険物であり、毒劇物取締法などの法的制約を受けない。

表2. ST-710の一般性状

	ST-710
外観	淡黄色透明
臭気	微臭
pH(原液)	10.5～12.5
比重	1.0
粘度(原液)	9～11mPas
水への溶解性	易溶
消防法　危険物	該当せず
PRTR法	該当せず

②高洗浄性・低コスト

純水との混合性が良く、純水への少量添加でパーティクル除去性が向上する。また低濃度でも効果が発現するため、高いコストメリットを有する。

③低起泡性

泡立ちを抑えた設計により、シャワー方式等でも泡立たないため、スプレー、超音波、噴流など様々な洗浄方式で使用可能である。

④リンス不要

一般的な水系の洗浄剤は、界面活性剤、無機アルカリなどを含むために乾燥後に不揮発成分が製品上に残存する。一方、ST-710 は不揮発成分を含有しないため、洗浄後の水リンスが不要である。また乾燥後に製品上に不揮発分が残存しないため、水シミが残りにくい。乾燥後の表面からは IR 観察で有機物が検出されないことも確認している。

これらの特長により ST-710 は使い勝手のよい洗浄剤として、上市以来、精密部品洗浄の分野、CMP 研磨後の砥粒除去の分野で実績を得ている。

4. ST-710 のパーティクル除去メカニズム

先に述べたようにパーティクルは金属、ゴム、プラスチック、埃、塵等であるために、基本的には洗浄剤に溶解させて除去することは非常に困難である。そこで超音波、シャワー、ブラシ、ジェットなどの物理力により洗浄対象物から脱離させることが重要になる。一方で、脱離した洗浄液中のパーティクルが洗浄対象物に再付着しないことも非常に重要である。

液中のパーティクルが洗浄対象物へ再付着する主たる推進力は静電気力である。静電気力はパーティクルおよびワークの帯電の仕方によっては引力にも斥力にもなり得る。物質が極性溶媒（水溶液など）に接すると、その表面は帯電し、液中のイオンの存在により帯電界面の周りに電気二重層が形成される。電気二重層には種々の電位が定義されているが、実際に測定可能なものがゼータ電位であり、界面化学やコロイド化学の分野では液中粒子の分散・凝集などを制御する際の重要なパラメーターとなっている。

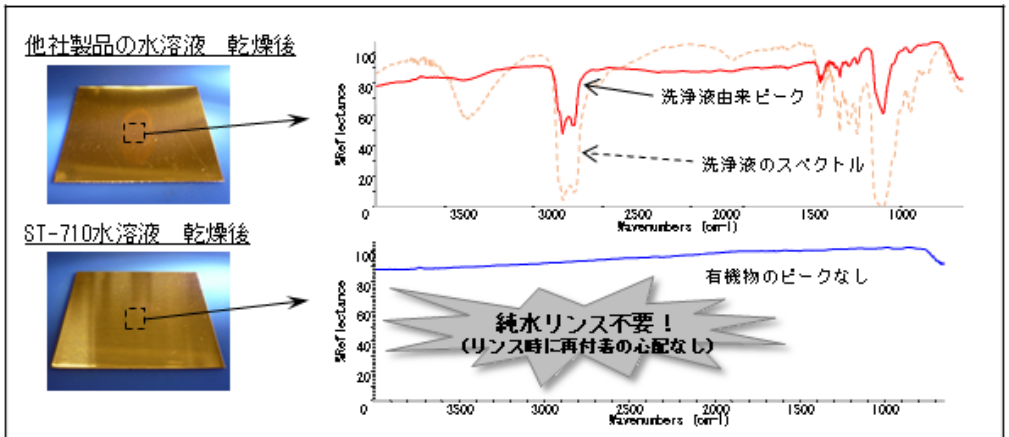

図2. ST-710水溶液の乾燥性(外観とIRスペクトル)

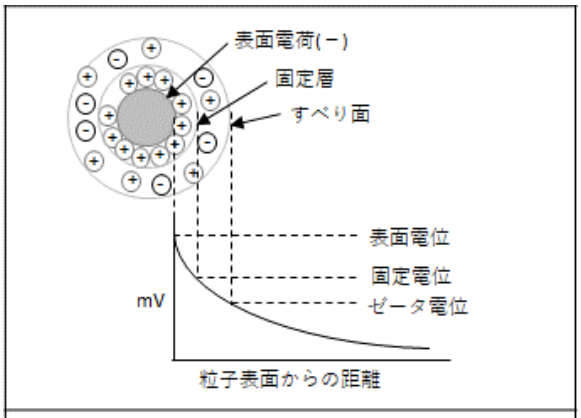

図3．電気二重層とゼータ電位

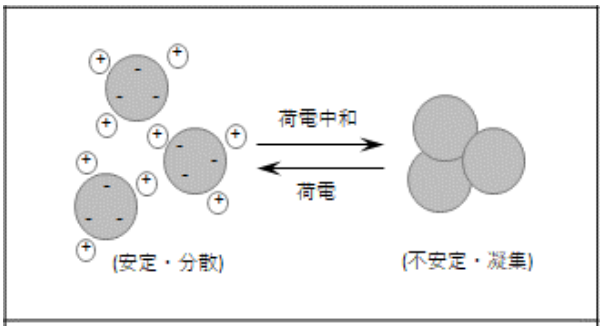

図4．粒子の荷電による分散と凝集

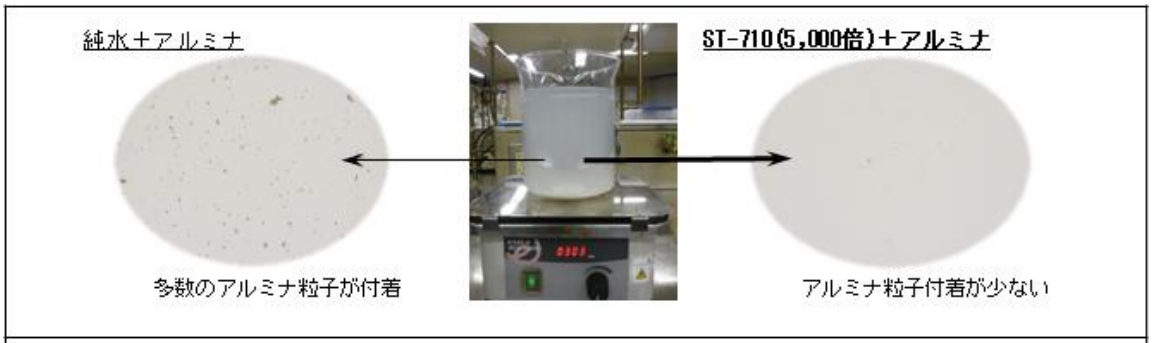

図5．再付着抑制効果

ゼータ電位はパーティクルとワークの間に働く吸着作用、脱離作用を議論する上でも有効である。一般的に、二つの物質表面のゼータ電位が同極性（両方が＋、もしくは両方が－）であれば両者の間に反発力（斥力）が働き、異極性（片方が＋、もう一方が－）であれば引力が働く。粒子に関しては電荷を帯びていれば分散安定化され、電荷が中和されている場合には粒子の分散性が悪化し凝集しやすくなる。

すなわちパーティクルおよびワークを同極性に帯電させることが出来ればパーティクルの再付着を防止することが可能となる。そのようなコンセプトに基づいて設計を行い、再付着防止効果を有する洗浄液を開発した。

ST-710 の再付着防止効果を確認するために、検証実験を行った。パーティクルとしてアルミナ粒子を選定し、アルミナ粒子を分散させた純水とアルミナ粒子を分散させた ST-710 水溶液を準備した。それぞれの液にシリコンウエハを浸漬して液を撹拌し、ウエハを液からゆっくりと引き上げて乾燥した後に、顕微鏡で観察を行ったところ、アルミナ粒子の分散水に浸漬したウエハにはアルミナ粒子が大量に付着したのに対して、アルミナ粒子を ST-710 水溶液に分散させたものに浸漬したウエハにはアルミナ粒子がほとんど付着しないことが判った。

5. ST-710 の使用方法

ST-710 はお客様より供給頂く純水に微量添加し、使用する方法が基本となる。当社では ST-710 の混合装置も販売しており、装置内で純水と ST-710 を混合することで、任意の濃度の ST-710 水溶液を調製し、洗浄機に供給することが出来る。

6. 今後の展望

精密部品のパーティクル洗浄のニーズは、製品の性能向上と共に今後ますます高まると考えられる。

また一方で、環境への対応の重要性も増しており、環境に優しい水系のパーティクル洗浄剤である「パインアルファ ST-710」は価値を高めていくことが期待される。荒川化学工業では、今後も様々な洗浄剤、洗浄システムの開発を行い、世の中の要求に応える所存である。もし洗浄でお困りのことがありましたら、トータルソリューションの提供が可能な荒川化学まで是非ご相談下さい。

＊本稿は原著に基づく内容を掲載しております。
＊洗浄製品専用ホームページ『ARATTE（アラッテ）』
https://pinealpha.jp/