

エレクトロニクス分野における機能性添加剤

2020年7月15日

ビックケミー・ジャパン株式会社
イノベーション ディベロプメント

若原 章博

1. はじめに

通信関連でのエレクトロニクス機器の発展において、粒子の分散や液の塗布といった単位技術の開発・改良は重要である。ここでは放熱材料に適した分散剤や、フィルム・塗布膜の表面特性を向上させる消泡剤・表面調整剤を紹介する。

2. 放熱フィラーの分散と安定化を図る湿潤分散剤

5G 関連や電池など機器の熱の管理において、放熱シート・ペースト、接着剤などの役割が期待されている。用いられる熱伝導フィラーはカーボン系粒子からアルミナ、窒化アルミ、窒化ホウ素など多様である。十分な効果を発揮するためには、これら放熱フィラー・粒子が系中に均一に高濃度で分散されることが求められる。フィラー自身の凝集力により、溶剤だけでは湿潤分散しにくく、また湿潤したとしても、再度フィラーどうし凝集することが多く、粘度も非常に高くなる。これを防ぐため、湿潤分散剤により分散安定化を図る(図1 参照)。

適切な湿潤分散剤の選定は、フィラーの表面特性により、また配合される系(シリコン系、ポリウレタン系、エポキシ系など)により異なる。カーボン系粒子では π 電子を有する構造の湿潤分散剤が湿潤と低粘度化に有効である。一方、酸化物や窒化物では無機粒子向けに開発された湿潤分散剤が、低粘度化・高濃度化に効果的である(図2 参照)。配合される系との関係では、それぞれの樹脂との相溶性がカギとなる。湿潤分散剤構造も直鎖構造のタイプ、くし形のタイプ、ブロック構造のタイプ、ハイパーブランチなど、相溶性に合わせて選択ができる。

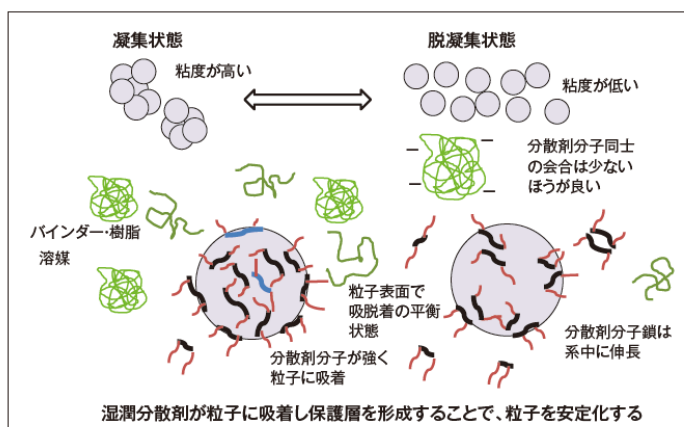


図1 湿潤分散剤による粒子の分散安定化効果



図2 熱伝導材料の湿潤分散剤による低粘度化・高充填化

3. 液中の泡や膜の欠陥を防止するポリマー系消泡剤

ペーストや導電インクなどの塗布において、泡・ピンホールの欠陥がないことが必要である。とりわけスクリーン印刷用インキをはじめとした粘度の高い系や厚膜系では、泡によるトラブルは避けて通れない課題である。「BYK-1794」は非シリコン系(ポリマー系)の構造で、揮発性溶剤など VOC 成分を含有しない消泡剤である(図 3 参照)。

- ポリマータイプの消泡剤, シリコンなし
- 不揮発分100%、エミッションフリー、VOCフリー
- ドイツ AgBB基準、スイス、フランスの規制に適合
- 直接食品接触用途に適合(FDA、EUの規制)
- PIM(欧州プラスチック施行規則) への適合
- 高い透明性
- 容器内の大きな泡、塗膜の小さい泡に対して有効

用途例:

インキ
接着剤
各種コーティング

効果的な系の例:

2液タイプ
ポリアスパラギン酸系
UV硬化系
熱硬化
ハイソリッド系
厚膜用途にも

図 3 ポリマー系消泡剤 BYK-1794

欧州の規制(建材、プラスチック、食品包装関連など)にも適合しており、消泡効果のみならず、環境面で配慮された配合に最適である。透明性が高くクリア系にも添加できる。

2液エポキシやシリコン系、UV 硬化系、ポリアスパラギン酸系などに効果的である。図 4 に 2 液のエポキシ塗料系、2 液ウレタンラミネート系接着剤の消泡効果を示す。もともと消泡剤を添加しない系では、大小様々な泡が発生し膜中にも残る。消泡剤により泡が消え、塗面状態が改善されたのが分かる。

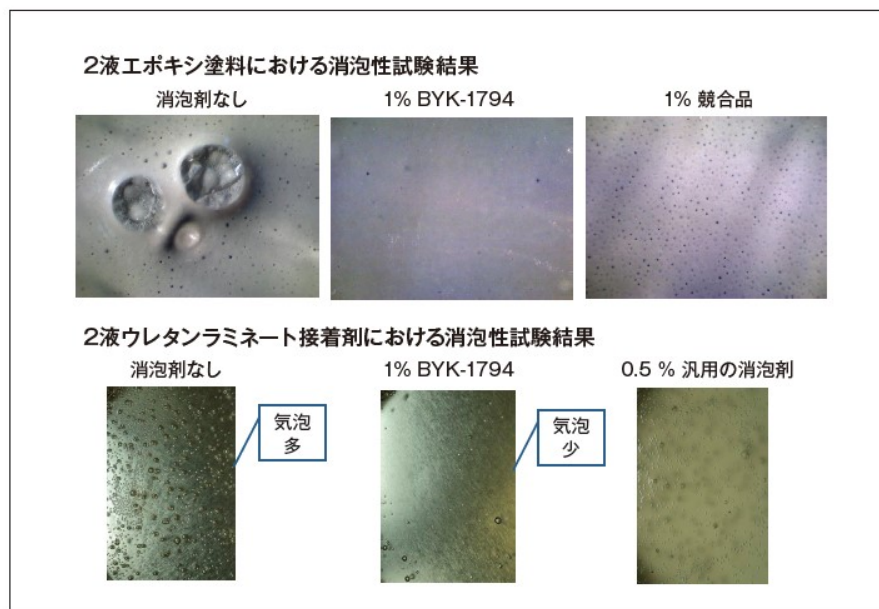


図 4 消泡剤 BYK-1794 による塗膜欠陥の防止

4. マクロマー技術の表面調整剤による膜特性のコントロール

各種フィルムやコーティング膜は複層のケースが多い。貼り合わせ時の下の層と上の層の密着性、塗り重ね時の濡れ性・付着性など界面現象が課題となる。また触った時の感触や汚れ防止など、表面の特性への配慮は、最終製品の使用者の心地良さとも関連してくる。

表面の特性を変える表面調整剤には、従来は表面張力を下げる有機変性ポリシロキサン系、レベリング機能のアクリル系が主たる構造であった。有機変性ポリシロキサンは液の表面張力を下げるだけでなく、乾燥塗膜の表面自由エネルギーも同時に低下させる。下地への濡れ性を上げ、はじき防止の効果、並びに膜のスリップ性を上げる点では極めて効果的な表面調整剤である。しかしながら、はじき防止はしたいが、スリップ性や撥水性といった膜の特性を変えたくないケースでは、好ましくない。そこで開発されたのが、シリコンマクロマーやポリエーテルのマクロマー技術を用いた表面調整剤である(図5参照)。

図5 横軸は膜の表面自由エネルギーへの影響で、右は増大させる方向、左は減少させる方向である。縦軸は液の表面張力を下げる程度を示し、上にいくほどよく下げる。膜への特性を変えることなく液の表面張力を下げることができるのが「BYK-3550」である。反対に液の表面張力を変えることなく、膜の表面自由エネルギーを増大させることができるのが、「BYK-3560」「BYK-3565」「BYK-3566」である。

得られる効果は、膜に親水性を与え、また上に塗り重ねる液の濡れ性も向上させることである。従来の有機変性ポリシロキサンは、液の表面張力と膜の表面自由エネルギーを同時に下げる傾向を示す。

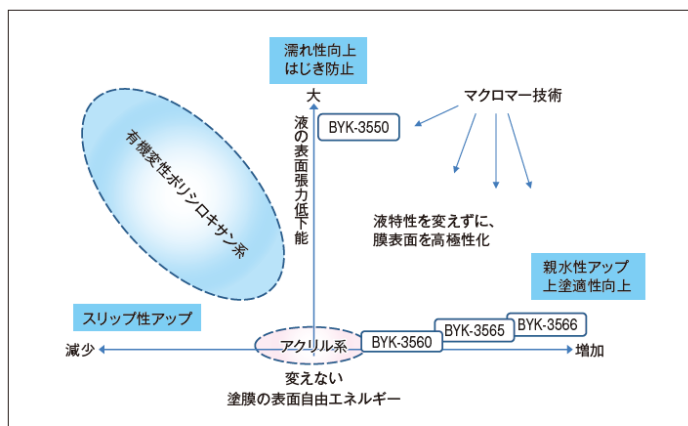


図5 表面調整剤の機能的位置づけ

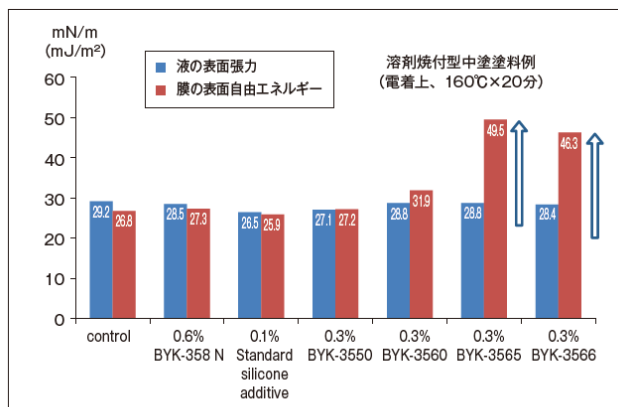


図6 液の表面張力と硬化塗膜の表面自由エネルギー

図6にはコーティング液の表面張力と塗布乾燥させた膜の表面自由エネルギーの実験結果を示す。アクリル系の「BYK-358 N」は添加量0.6%で液の表面張力、膜の表面自由エネルギーとも影響はわずかである。ポリシロキサン系表面調整剤は少量(0.1%)で、液の表面張力も膜の表面自由エネルギーも低下させている。BYK-3550は0.3%で液の表面張力を2.1 mN/m下げるが、膜の表面張力はコントロールと変わらない。同じ0.3%の添加量で、BYK-3560、BYK-3565、BYK-3566と膜の表面自由エネルギーを著しく大きくしている。その時の液の表面張力はほとんど変わらない。

このマクロマー技術の表面調整剤添加系の水接触角を比較したのが図7である。コントロールが79度に対して、それぞれ2%添加系で、63度・60度・38度と大きく低下し、すなわち、より親水性の表面をもたらしているのが確認できる。マクロマー技術を用いた製品間の違いは次の通りである。膜の表面自由エネルギーを上げるのはポリエーテルマクロマー変性で、これはBYK-3560、BYK-3565、BYK-3566に取り入れられている。ただ表面調整剤も膜表面へ配向しなければその効果は発揮できない。

膜表面への配向性を上げるために用いられるのが側鎖のシリコンマクロマー変性である。BYK-3565、BYK-3566 にはポリエーテルに加え、このシリコンマクロマー変性も組み込まれており、膜表面へ配向し膜の表面自由エネルギーを上げるのを助けている。なお BYK-3550 は他と同様アクリル骨格であるが、側鎖にはシリコンマクロマー変性を用いており、液での表面張力の低下を図っている。シリコンマクロマー部分は骨格に比べて相対的に小さく、膜の表面自由エネルギーへ影響が及ばないように設計されている。

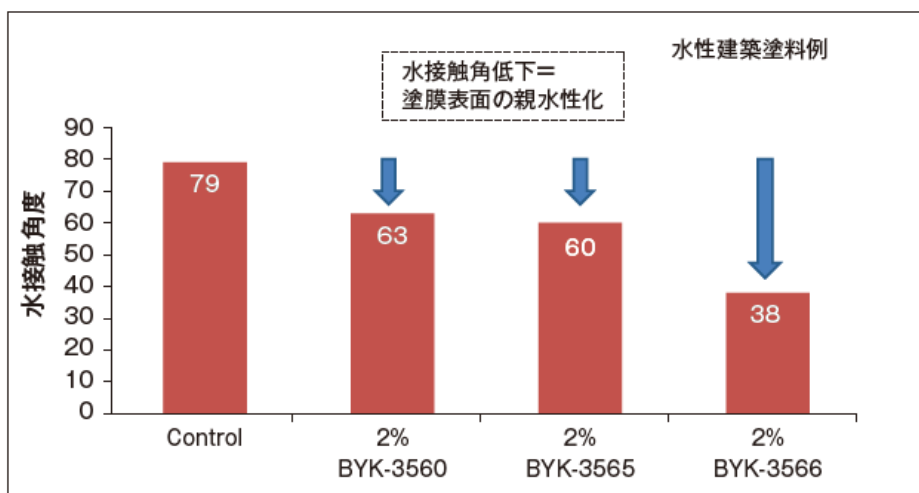


図7 塗膜上の水接触角

5. まとめ

以上、エレクトロニクス分野での材料開発に有効な機能性材料である各種添加剤を紹介した。添加剤は界面で働くが故、その最適なものの選定は樹脂系や粒子・フィラーに強く依存する。ユーザーが検討されている系での推奨については、当社まで問い合わせいただければ幸いです。(ホームページ: www.byk.com/jp)。

 本内容は、「コンバーテック」誌様 2020年7月号のエレクトロニクス特集に掲載していただきました。 <https://www.ctiweb.co.jp/jp/>

◎BYK ホームページからお問合せ、ご相談をいただけます。
<https://www.byk.com/ja/product/additive-samples> (本フォームでご質問もお寄せ下さい。)
<https://www.byk.com/ja/contact>



ビックケミー・ジャパン株式会社 www.byk.com/jp

東京 03-6457-5501 (代) 大阪 06-4797-1470 (代) テクニカルセンター 06-6415-2660 (代)
 e-mail info.byk.japan@altana.com