

# Improving Electrode Coating Filtration of Li-ion Battery

## Technical Brief

## リチウムイオンバッテリー 電極スラリーコーティングろ過の事例集 技術資料

### はじめに

リチウムイオンバッテリーの製造では、金属電極(集電体)に塗工する前の正極・負極スラリーが重要な過ポイントになる。正極スラリーはアルミニウム箔に、負極スラリーは銅箔に塗工される。金属電極上にコーティングされる層は均一で、欠陥がないことが望ましい。そうでなければ、電池の全体的なエネルギー密度に影響を与え、電気ショートを引き起こす可能性があり、電池寿命と電池の全体的な性能の低下につながる。

大きな粒子やゲル状の凝集物の形でコーティングスラリーに生じる可能性のある欠陥を最小限に抑え、高い保証を提供するためには、タンクの前後でスラリーの多段ろ過を行うことが重要である。通常、作業性の観点からカプセルタイプのフィルターが最終ろ過段階として使用される場合が多い。

コーティング・プロセスで使用されるフィルター／カプセルは、指定された粒径よりも小さな活性物質のみを通過させ、大きな粒子は抑制する必要がある。効果的なろ過が行われないと、電極表面に欠陥が形成される。

### スラリー用フィルターの選定基準

**硬いフィルター**：正極スラリーも負極スラリーも粘度が非常に高く、約5～10 Kcpほどある。したがって、粘性流体の流れに伴う高い圧力損失によるカートリッジの変形や崩壊を避けるためには、硬い構造のフィルターカートリッジが適している。(参照1)

**デプスフィルター**：正極/負極スラリーにはゲル状の異物も含まれる。ゲル状の異物は、スラリー中のバインダーの早期硬化または乾燥によって発生する。これらを除去する良い方法は、硬質デプスフィルターを使用することである、ゲル状不純物が除去されなかったり、表面のフィルターを通過してろ液側(2次側)に押し出されたりすると、正極または負極電極に堆積し、電池性能の低下につながる。

**使用する孔径**：スラリーろ過工程では、粗大粒子を捕捉し、有効成分の小さな粒径を通過させるために、分級性能をもつフィルターが必要となる。分級フィルターは、スラリー中の有効粒子を維持したまま、大きな粒子のみを除去する。フィルターの孔径については使用されるスラリーによりまちまちであるが、数十  $\mu\text{m}$  から100  $\mu\text{m}$  台のものを使用されることが多い。上記に加えソフトカプセルタイプを選択することにより製造工程の効率化をはかっている例が多い。(参照2)

3M™ CTG-Klean 密封型フィルターシステム GPJシリーズと3M™ Betapure™ AUシリーズを組み合わせて使用したことによる効果は電極スラリーコーティング工程で実証されている。

次ページより4つの事例を紹介する。

## Case 1

### 負極

このケースでは負極スラリーのろ過で現行品と3M™ Betapure™ AUシリーズ（以下AUシリーズ）の性能比較評価をおこなった。11 日間のコーティング品質評価の結果、現行品は0.11 %であったのに対しAUシリーズでの平均不良率は0.08 %で改善が見られた

項目	現行品	AUシリーズ	AUシリーズによる不良低減
不良率	0.11 %	0.08 %	27 %

さらにフィルターをどれぐらい長く使えるかという評価において、AUシリーズは高品質なコーティングを提供しながらもフィルターライフは現行品よりも長くなった(図1 圧力損失 対 時間 参照)  
AUシリーズは現行品と比較して長い期間、高い品質のコーティングを提供することができるという結果になった

# 80%

平均して AU シリーズは  
ライフ延長を実現

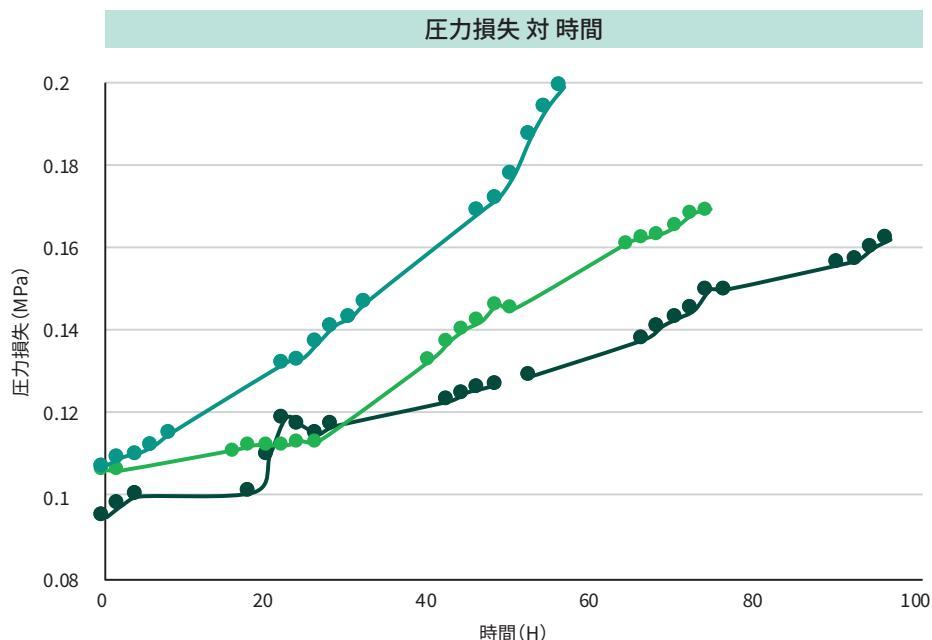


図1.フィルターライフの比較

項目	現行品	AUシリーズ	AUシリーズ
フィルターろ過精度	75 μm	150 μm	175 μm
フィルターライフ(時間)	56 時間	74 時間	96 時間
不良率レベル	Pass	Pass	Pass

Case 2

負極

このケースでは**ケース1**とは異なる顧客において、負極スラリーのろ過で現行品とAUシリーズの性能比較評価をおこなった

**ケース1**と同様にAUシリーズは現行品と比較して長い期間、高い品質のコーティングを提供することができるという結果になった

項目	現行品	AUシリーズ
フィルターろ過精度	75 μm	100 μm
フィルターライフ(時間)	3 日	12 日
コーティングのDark Marks	少量	少量
コーティングの不良率	0.14 %	0 %

Case 3

負極

このケースでは負極スラリーのろ過で現行品とAUシリーズにおけるフィルターライフの比較評価をおこなった

現行品と比較して、現行品とはろ過精度表示の異なるフィルターを選択したAUシリーズは2回の繰り返し評価のいずれにおいても長いフィルターライフを持つという結果になった

項目	現行品	AUシリーズ 1回目	AUシリーズ 2回目
フィルターろ過精度	95 μm + 75 μm	175 μm + 175 μm	175 μm + 175 μm
フィルターライフ(時間)	～ 5 日	10 日	7 日
不良率レベル	Pass	Pass	Pass

Case 4

正極

このケースでは現行品でのフィルター交換回数を減らしたいと要望する顧客において、正極スラリーのろ過で現行品とAUシリーズの性能比較評価をおこなった

現行品と比較して、現行品と同一のろ過表示精度のフィルターを選択したAUシリーズでは2倍以上のフィルターライフを持ち、かつ不良率は変わらず良好という結果になった

項目	現行品	現行品
フィルターろ過精度	150 μm + 150 μm	150 μm + 150 μm
フィルターライフ(時間)	～13 日	30 日
不良率レベル	Pass	Pass

\* 本データは Solventum US社 Technical Brief : Improving Electrode Coating Filtration of Li-ion Battery から抜粋翻訳したものです。

\*\* 各ケースは実際の事例ですが、液の条件等により結果は異なり保証値ではなく参考値となります。

## 結論

正極／負極スラリーのろ過に影響を与えるものは様々な要因がある。さらに、材料の製造ロット間のばらつきもある。加えて、各社ごとにスラリーの組成や粒子径、粒度分布が異なるため、流動特性やろ過性能に影響を与えます。圧力損失の上昇とコーティング品質は、塗工工程の品質を決定するうえで2つの重要な基準となる。通常、どちらの基準を優先するかによってフィルターを選択される。それぞれのケースについて試験を行い、コーティング品質とフィルター寿命を比較し最適なポイントを選定することをおすすめする。



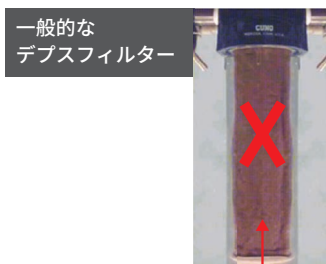
写真1：3M™ CTG-Klean 密封型  
フィルターシステム GPJ シリーズ  
(代表画像)



写真2：3M™ Betapure™ 硬質デプスフィルターカートリッジ  
AU シリーズ / AUZ シリーズ

### 硬いフィルターを選択する理由(参照1)

正極スラリーと負極スラリーともに粘度が非常に高いです。このような粘度の高い液のろ過をするためには高い圧力でろ過する必要があるためフィルターカートリッジが圧力で変形しづらい硬質タイプのフィルターが好適です。



一般的な  
デプスフィルター



硬質構造の  
フィルター

フィルターが圧力で潰れている

### ソフトカプセルタイプ3M™ CTG-Klean密封型フィルターシステムGPJシリーズの特長(参照2)

#### 汚れない

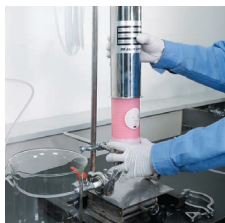
交換作業を  
楽にできる



洗浄の時間が短縮され、  
作業者の負担を低減

#### 臭わない

作業環境を  
よりよくできる



密封されているので  
臭気の拡散を減らせ、  
直接液に触れずに済む

#### 回収できる

製品ロスを  
軽減できる



環境コンタミが少なく  
再利用も可能  
廃棄時に液分離が容易

#### 中が見える

ろ過後の状況が  
確認できる



液をすべて抜くことなく  
確認が可能

**技術情報：**  
本書に記載されるかまたはその他のソルベントムによって提供された、技術情報、ガイダンスおよびその他の記載はソルベントムが信頼できると考える記録、試験または経験に依拠していますが、その正確性、完全性または代表性について保証するものではありません。当該情報は、それを知らされて自分で判断をする十分な知識と技術的技量のある方々を対象とするものです。当該情報は、ソルベントムまたは第三者の知的財産権を許諾や黙示許諾するものではありません。

**製品の選択および利用：**  
ソルベントムのコントロールの及ばない多くの要因およびユーザーの知識と管理範囲内にある独自の要因が、特定の用途におけるソルベントム製品の使用および性能に影響を与える可能性があります。従って、お客様は本製品を評価しお客様の用途に適しているかどうかを判断する（例えば、労働安全衛生法、JIS等の職場の安全性評価と適用されるすべての規制に関する適合性に関する評価を含む）ことについて一切の責任を負います。ソルベントム製品を適切に評価、選択、使用しなかった場合、または適用されるすべての安全に関連する規制に適合しなかった場合には、傷害、病気、死亡、および／または財産上の損害が生じる可能性があります。

**保証、限定的な救済および免責事項：**  
ソルベントムは、当該ソルベントム製品のパッケージまたは製品資料に別途の保証が明記されていない限り、ソルベントムは、ソルベントムが製品を出荷した時点で、当該製品が該当するソルベントム製品の仕様を満たしていることを保証します。ソルベントムは、明示または黙示を問わず、商品性、特定目的への適合性、または取引の過程、慣習、商習慣から生じる黙示の保証または条件（ただしこれに限定されるものではありません）を含め、その他の保証または条件を負いませんのであらかじめご了承ください。万一ソルベントム製品に保証の対象とされるような欠陥がある場合、これに対する唯一の救済は、ソルベントムの選択により、本製品のご購入代金を返金させていただくか、もしくは本製品を交換させていただくことに限らせていただきます。

**責任の制限：**  
法令によって禁止される場合を除き、ソルベントムは、ソルベントム製品から生じる直接的、間接的、特別的、付随的、派生的な損失または損害（逸失利益またはビジネス上の機会損失を含むがそれに限られません）について、主張される法理論に関係なく、上記【保証、限定的な救済および免責事項】の項目内に記載される保証以外には一切責任を負いません。

Solventum およびそのロゴ、その製品名等に使用される商標は Solventum 及びその関連会社の商標です。3M およびそのロゴは 3M およびその関連会社の商標です。その他の商標はそれぞれの権利者の商標です。



ソルベントム合同会社  
フィルター製品事業部

<https://www.solventum.com/ja-jp/home/filtration-and-engineering/>

Please Recycle. Printed in Japan.  
© Solventum 2024. All Rights Reserved.  
CUN-E30-A(0924)

3M のヘルスケア部門はソルベントム (Solventum) という独立した企業になりました。

#### カスタマーコールセンター

製品のお問い合わせはナビダイヤルで

0570-000-460

9:00～17:00 / 月～金（土日祝年末年始は除く）