

低溶媒電極用ペーストの開発： エクストルーダーの活用によって、 低コストかつ低環境負荷を実現



著者

Annika Völp

Thermo Fisher Scientific, Karlsruhe, Germany

キーワード

無溶剤電極ペースト、バッテリー開発のための押し出し混練、
16 mm二軸スクリュウエクストルーダー

効率的なバッテリー生産のための課題

リチウムイオン電池の世界的な生産量は、電気自動車の需要の増加に伴い、大幅に増加しています。そのため、電極を低環境負荷かつ経済的で効率よく生産することが重要です。さらに、電気自動車の航続距離、安全性などの性能を向上させ、消費者への価格を抑えるために、電極の製造プロセスを最適化する必要があります。

このような課題を解決するためのアプローチの一つに、乾式または低溶媒使用の電極を製造するために革新的なプロセスの開発をすることがあります。従来の電極コレクターフォイルのコーティングには、45%の溶剤含有量の低粘度スラリーが必要です¹。その後の溶媒の蒸発とリサイクルでは非常に多くのエネルギーを消費し、その量はカソード製造に必要な総エネルギーの20%に上ります²。スラリーの溶剤削減は、電極製造の環境的および経済的効率を大幅に改善します。しかし、アノードとカソードのペーストを配合およびコーティングするための新しいプロセスソリューションも必要です。

低溶剤バッテリーペーストの押し出し

二軸スクリュウエクストルーダーは、材料に作用する強いせん断力により、高粘度のペーストを微細に分散させます。これだけで、カソードペーストの溶剤含有量を50%削減できます³。PTFEはせん断下でフィブリルを形成し、電極構造を固定すると同時にリチウムイオンの拡散を保証する細孔ネットワークを作成する



図1. 粉末および液体フィーディングシステムを備えたThermo Scientific™ Pharma16二軸スクリュウエクストルーダーとPharma FaceCut 16ペレタイザー

適切なバインダーとして機能することがわかりました。活物質の押し出し成形とPTFEの配合により、溶剤含有量が5%未満の高粘度電極ペーストが得られます。

Thermo Scientificブランドのエクストルーダーは、革新的な電極製造の研究プロジェクトで活用されています⁴。二軸スクリュウエクストルーダーは、溶剤の添加を最小限に抑えてアノード材料を配合します。高粘度のペーストは、Thermo Scientific™ Pharma FaceCutペレタイザーでペレットに加工されます(図2)。この形状にすることで、経年劣化することなく簡単に輸送および保管ができます。電極を形成するために、ペレットはその後コレクターフォイルにコーティングされ、1つのステップでカレンダー処理されます。



図2. Pharma FaceCut 16ペレタイザーは、ダイ出口で直接回転ブレードを使用して、押し出されたペーストをペレットにカットします。

この電極製造プロセスは、生産スケールへと拡張でき、従来の製造よりも必要エネルギーを60%削減できる可能性があります⁴。この技術は、高分子電解質電極にも応用でき、さらにある程度の調整によって、固体電極にも応用できると期待されています。

Thermo Scientificブランドのエクストルーダーの設計

Thermo Scientific二軸スクリュウエクストルーダーのスプリットバレル設計とセグメント化されたスクリュウにより、すばやく洗浄でき、プロセスを柔軟に最適化できます(図3)。これは、新しい配合の電極開発や、ラボおよびパイロットスケールにおける、電極生産段階での材料配合最適化のための押し出し成形の評価に適しています。



図3. Thermo Scientific二軸スクリュウエクストルーダーのスプリットバレル設計。

材料の使用可能な量に応じて、電極ペーストはスクリュウ径11 mm、16 mmまたは24 mmのThermo Scientific二軸スクリュウエクストルーダー上で、200 g/h〜30 kg/hのスルーputで配合できます。同一の形状比により、エクストルーダーのサイズ間で配合プロセスを簡単に拡張できます。全てのエクストルーダーは、腐食に耐性がある製薬グレードのステンレス鋼、耐摩耗性のCPM焼入れ鋼、または両方へのバランスが取れた窒化鋼1.7361 (EN40B)を採用しています。

参考資料

1. Schunemann JH, Dreger H, Bockholt H, Kwade A. Smart Electrode Processing for Battery Cost Reduction. ECS Transactions. 2016;73(1):153-159. doi:10.1149/07301.0153ecst
2. Bryntesen SN, Strømman AH, Tolstorebrov I, Shearing PR, Lamb JJ, Stokke Burheim O. Opportunities for the state-of-the-art production of lib electrodes - a review. Energies. 2021;14(5). doi:10.3390/en14051406
3. Dreger H, Bockholt H, Haselrieder W, Kwade A. Discontinuous and Continuous Processing of Low-Solvent Battery Slurries for Lithium Nickel Cobalt Manganese Oxide Electrodes. Journal of Electronic Materials. 2015;44(11):4434-4443. doi:10.1007/s11664-015-3981-4
4. „HEMkoop-Hochenergiematerialien - kosteneffizient und ökologisch prozessiert“, BMBF project 03XP0117B, TU Braunschweig, Germany

詳細はこちらをご覧ください thermofisher.com/extruders

研究用のみ使用できます。診断用には使用いただけません。
© 2022 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.
All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.
実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。
価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。
標準販売条件はこちらをご覧ください。 thermofisher.com/jp-tc MC055-A2207OB

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

分析機器に関するお問い合わせはこちら

TEL : 0120-753-670 FAX : 0120-753-671

Analyze.jp@thermofisher.com

facebook.com/ThermoFisherJapan

@ThermoFisherJP

thermofisher.com