

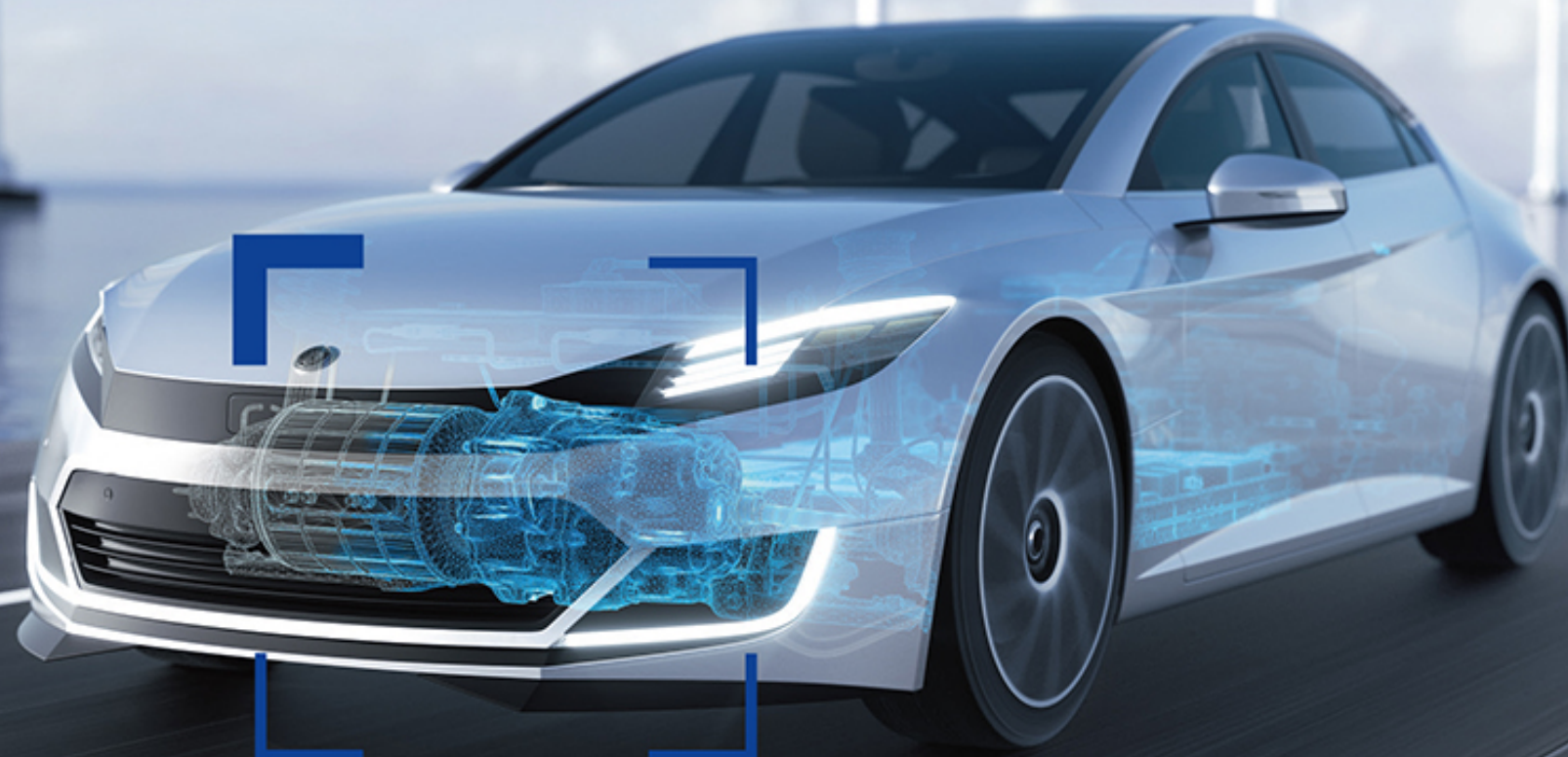


Seeing beyond

バッテリーセル製造向け クオリティソリューション

From energy to eMotion

ZEISS eMobility Solutions



バッテリー開発および製造におけるクオリティゲート

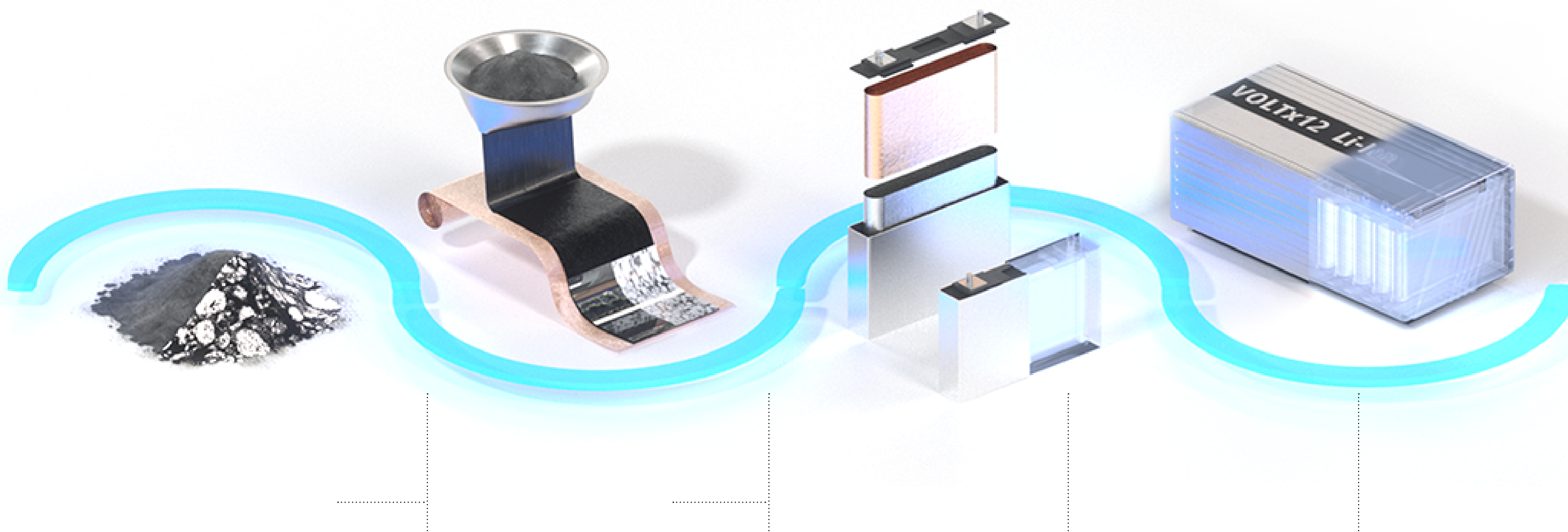
成長を続ける新エネルギー車市場での成功を目指すバッテリーメーカーにとって、品質面での妥協は許されません。バッテリーの品質保証プロセスは複雑かつ多面的です。研究開発に始まり、原材料の加工からバッテリーモジュールの組立まで、製造のあらゆる段階を経て進んでいきます。

このパンフレットでは、バッテリーの6つの主要なクオリティゲート、そして各ゲートにおける特徴や課題に焦点を当てて説明します。ZEISSの産業用顕微鏡およびCTシステムのポートフォリオは広範囲に及び、リチウムイオンバッテリー研究の各段階およびバッテリー品質管理に必要とされるすべてのイメージング・計測ツールを提供しています：

- ZEISSの工業用顕微鏡は、光学顕微鏡から電子顕微鏡、mmからnm、静的環境からin-situ環境、2Dから3Dのデータ収集・解析など、マルチスケール研究に必要なマルチスケール特性評価を可能にします。これらのソリューションを結びつけるのがZEISS ZENソフトウェアです。ZEISSソフトウェアは強力なイメージングデータと解析機能を提供するだけでなく、すべてのデータをリンクさせ、ZEISSの顕微鏡全体で統一されたユーザーインターフェースを形成します。
- 非破壊試験では、ZEISS X線シリーズの2D・3Dシステムを使用できます。検査室における高分解能CTスキャンから、製造環境での高速自動2D・3Dソリューションまで、幅広い用途に適応します。

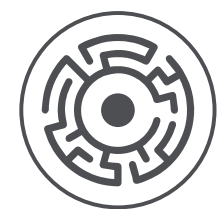
バッテリー開発

バッテリー製造



クオリティゲート1：材料開発

カソード、アノード、セパレーター材料の開発



課題

- 粒子の大きさ、形状、化学組成、不純物の存在など、バッテリーセルの材料の微細構造は、バッテリーの性能に大きな影響を与えます。
- 材料とバッテリー性能の関係を理解するためには、様々な解析手法が必要です。
- バインダー、導電剤、およびセパレーターのようなポリマー材料は、低kV、高分解能および高コントラストのSEMイメージングを必要とします。金スパッタリングによる通常のSEMサンプル調製では表面構造と特性が変化してしまいます。



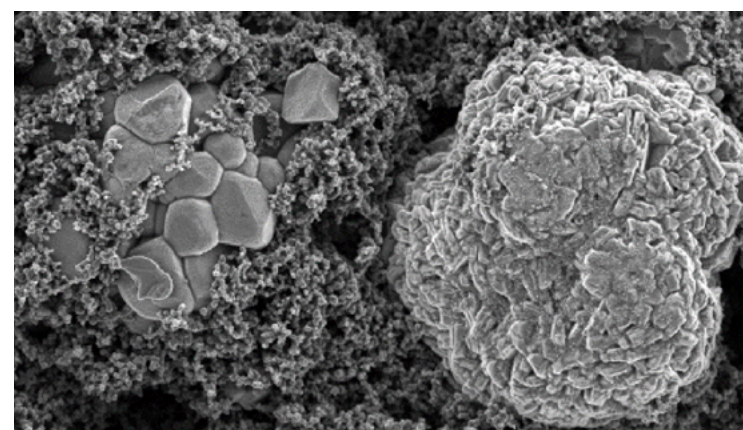
品質ソリューション

- ZEISSは、材料の微視的構造、化学組成、電気的特性等の特徴を明らかにするのに必要な各種ソリューションを提供します。
- これらのソリューションでは、非破壊3Dイメージングのため、集束イオンビームを有する光学顕微鏡、走査電子顕微鏡（SEM）、およびX線顕微鏡が用いられます。
- これらの顕微鏡ソリューションはすべて相関しており、その結果、セルの全体的な性能は、局所的な材料特性に基づくことになります。
- ZEISSが提供するX線顕微鏡を使用して、バッテリー材料の構造を非破壊的に、2D・3Dで確実に可視化できます。

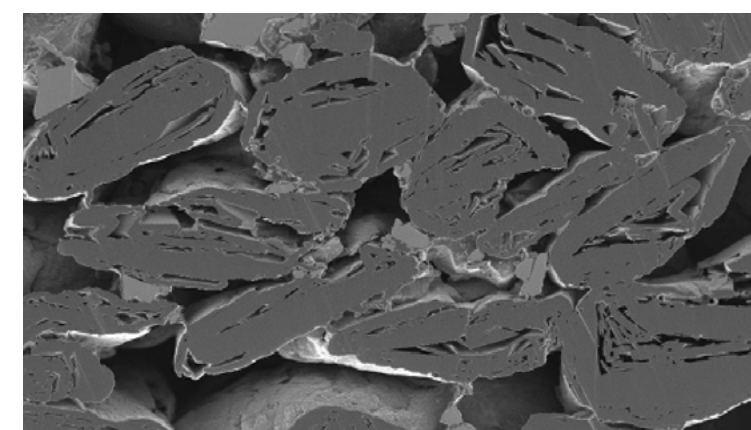


付加価値

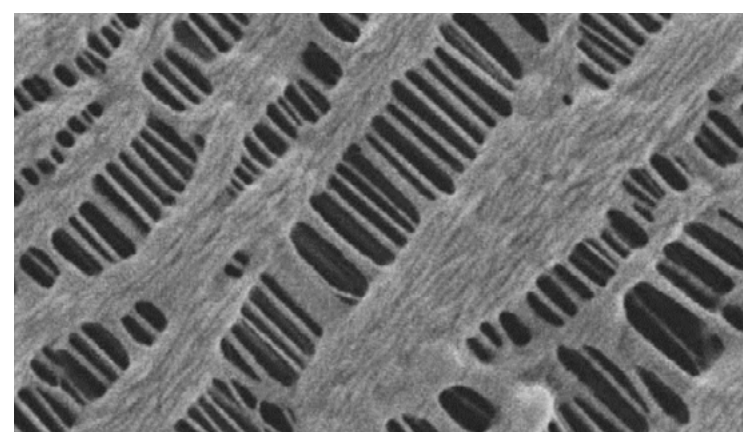
- ZEISSの相関顕微鏡ソリューションを使用すると、品質管理や検査を行う間に異なる顕微鏡間で切り替えをしても関心領域を失うことはありません。
- ZEISS ZEN coreソフトウェアが関心領域を自動的に再配置することで、時間が大幅に節約されます。
- ZEISS SEMの独自の設計により、金属表面コーティングを使用せずに、バッテリー材料の高分解能で高コントラストなイメージングが可能になります。特許取得済みのエネルギー選択式後方散乱（ESB）検出器は、低いkVでオリジナルの表面のイメージングを実現します。



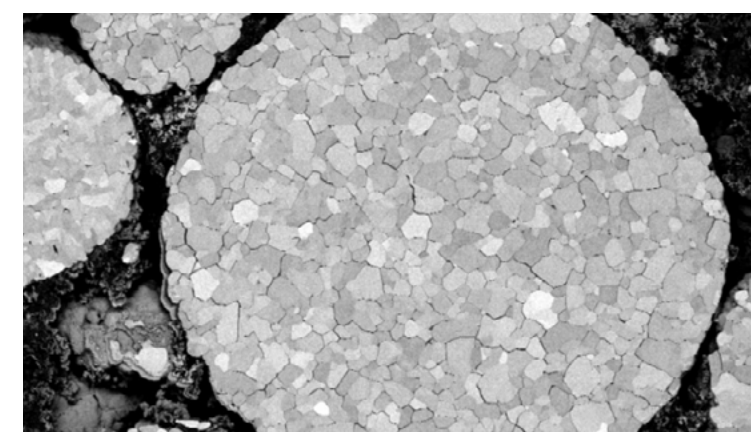
カソード材料のSEMによる粒子解析



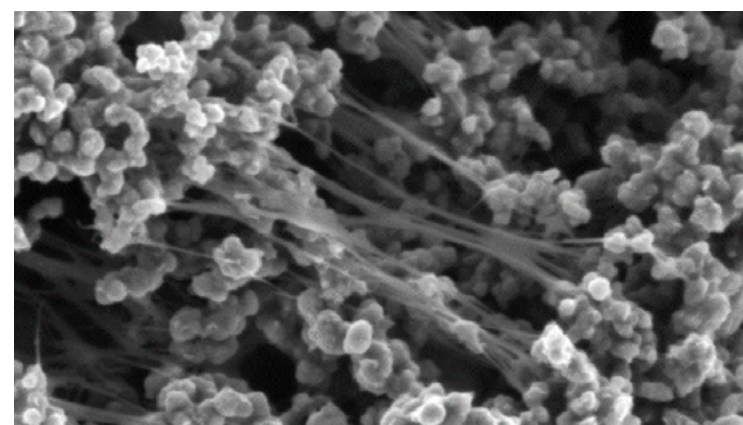
SEMによるアノード材料の粒子解析



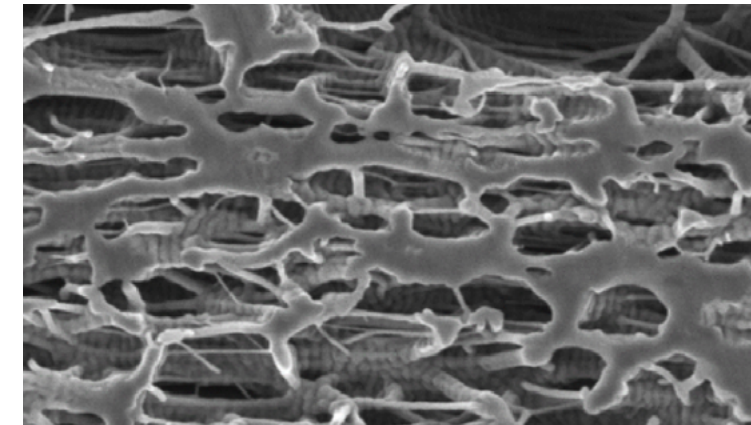
SEMによるセパレーター構造



SEMによるNCM粒子解析



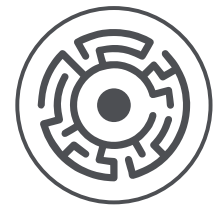
SEMによるバインダー構造



SEMによるセパレーター構造

クオリティゲート2：構造開発

機能調査のための組立前試験



課題

- 解析に使用するサンプルを調製する際には充電され、老朽化したリチウムイオンバッテリーセルを空気曝露から遠ざけることが不可欠です。
- 大面積断面イメージングは、セルの内部構造の電極や材料の形状、孔、および亀裂などの詳細を可視化するために重要です。
- セルを分解せずにセル構造の元の状態を解析するには、非破壊3D高分解能イメージングが必要です。



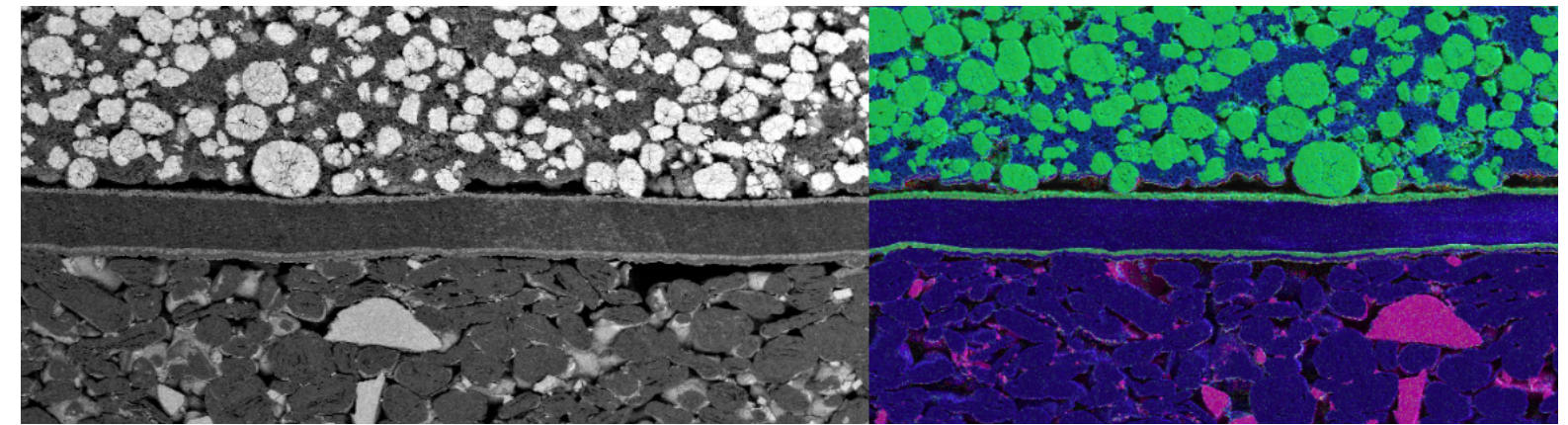
品質ソリューション

- ZEISSのサンプル調製ソリューションは、空気で満たされたグローブボックスと不活性シャトル輸送を使用しており、SEMスキャンの空気暴露からバッテリーサンプルを保護します。
- ZEISSの断面ソリューションでは、フェムト秒（fs）レーザー切断、アルゴンプラズマ断面研磨、および機械研磨ツールを使用した大面積断面加工が可能です。
- ZEISS Gemini SEMは、低kVで電子線に敏感なバッテリー材料を解析し、平面および断面図の両方で高分解能・高コントラストで電極中の異なるタイプの材料を特性化できるように最適化されています。
- ZEISS Xradia X線顕微鏡（XRM）は、3Dおよび非破壊で、活性材料、電極、およびセルの各層の高分解能画像を生成します。

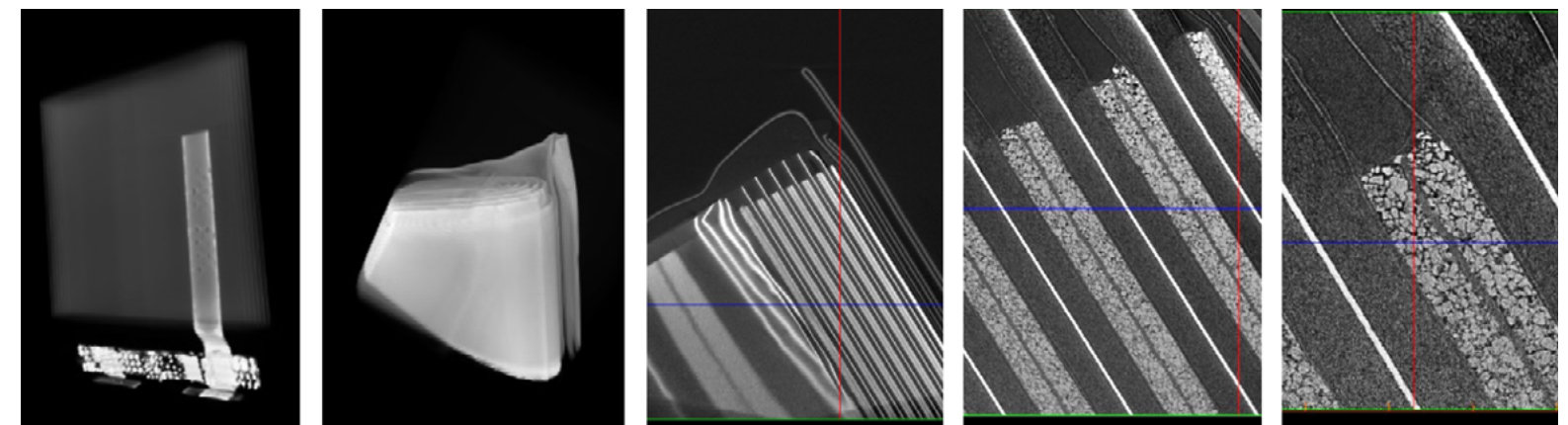


付加価値

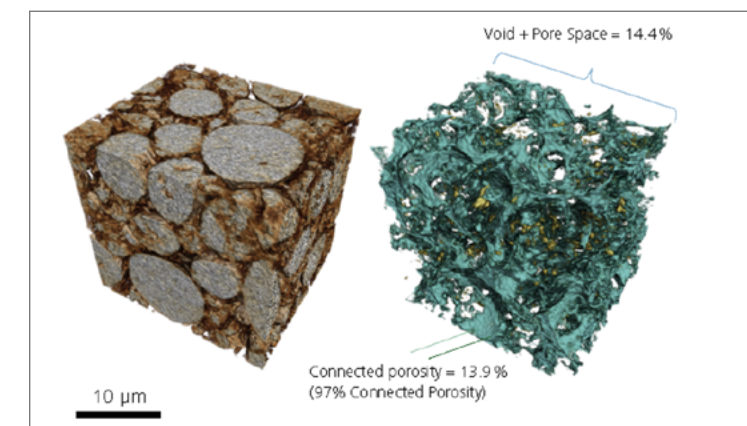
- リモートコントローラーを使用したZEISSの不活性自動シャトル移送により、サンプル調製がさらに容易に、効果的になります。
- ZEISSの断面ノウハウは、バッテリーセルと電極の大面積断面を可視化するのに役立ちます。
- エネルギー選択式後方散乱（ESB）検出器は、バッテリーセルや電極に含まれるさまざまな種類のバッテリー材料（例：セパレーターのセラミックコーティング、負極のグラファイトやシリコン、正極電極の二次粒子のバインダー分布や結晶構造など）を識別できます。
- ZEISS Xradia X線顕微鏡（XRM）で用いられるZEISSのResolution at a Distance（RaaD）技術が、非破壊3Dイメージングソリューションとして、内部セル構造およびその層の詳細を高分解能で可視化します。



電極の断面



セルの3D構造



カソードの3D構造

クオリティゲート3：原材料加工

受入品質検査



課題

- カソードやアノードの粒子など、原材料に意図しない孔や亀裂、損傷があると、バッテリーセルの性能や効率が低下します。
- バッテリー不具合の可能性を解析し、製造プロセスをより高度に制御するには、原料の微細構造を可視化する必要があります。
- カソード粒子の化学元素比とアノード粒子の純度をチェックすることは、高品質のバッテリーセルを製造するためのもう一つの重要なステップです。



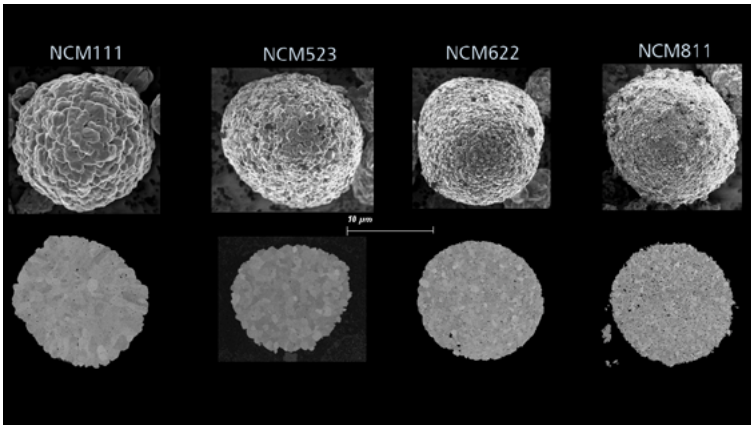
品質ソリューション

- ZEISS走査型電子顕微鏡は、材料の微細構造の鮮明な画像を迅速かつシームレスに生成する完全なサンプル調製ワークフローを備えています。
- この顕微鏡の操作ソフト「ZEISS ZENソフトウェア」は、品質に関する定量的な結果を提供します。

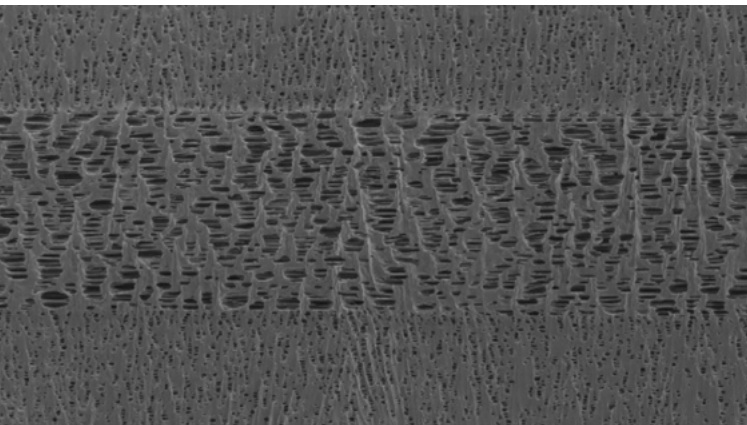


付加価値

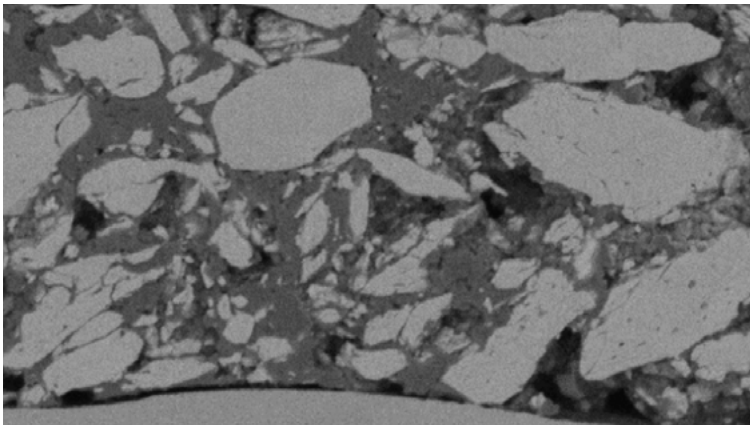
- 非導電性サンプルは、ZEISS電界放出型走査電子顕微鏡（FE - SEM）によって、高分解能、低kV、高コントラストで容易にイメージングできます。またイオンビームでは、検出器を変更するときに焦点を再び合わせる必要がなく、大幅な時間節約を可能にします。
- ZEISS Gemini走査電子顕微鏡のエネルギー選択式後方散乱検出器では、ニッケル - コバルトマンガン（NCM）酸化物の一次粒子を容易に検出できます。
- ZEISS ZENソフトウェア1つで、画像取得から定量までのすべてのQAステップが完了します。



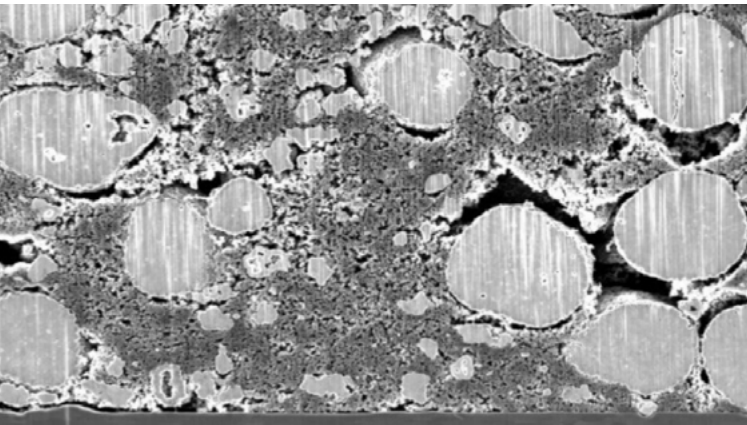
カソード材料の品質管理



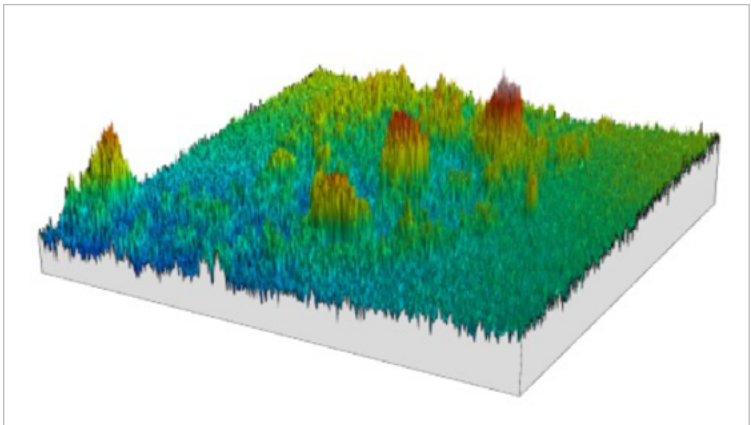
セパレーター材料の検査



スラリーの解析



カレンダーリングの品質管理



セパレータとバインダーの3D分布

クオリティゲート4：電極製造

清浄技術で粒子汚染を防止



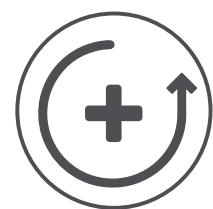
課題

- 金属粒子は、リチウム樹状突起の成長、電氣的短絡や熱暴走の原因となり、リチウムイオンバッテリーの安全性に大きな影響を与えます。
- バッテリー活性材料は、輸送および製造工程中に容易に汚染される可能性があります。
- 品質問題を防止するには、5 μ m以上の異物サイズを制御することが重要です。



品質ソリューション

- ZEISS光学顕微鏡Technical Cleanliness解析（TCA）ソリューションは、金属/繊維/非金属粒子タイプを区別する定量的粒子解析を提供します。
- ZEISS電子顕微鏡TCAソリューションでは、各粒子の化学組成が自動的に取得され、したがって汚染源の特定ができます。
- ZEISS関連TCAワークフローを使用すると、汚染特定と粒子汚染の根本原因を発見するための高度なワークフローを確立できます。

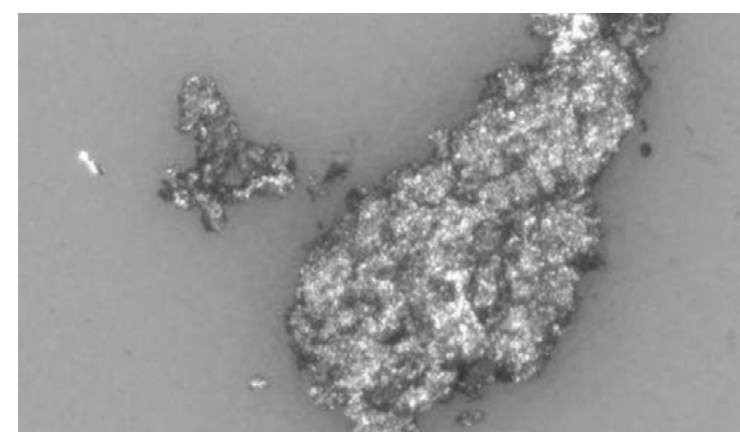
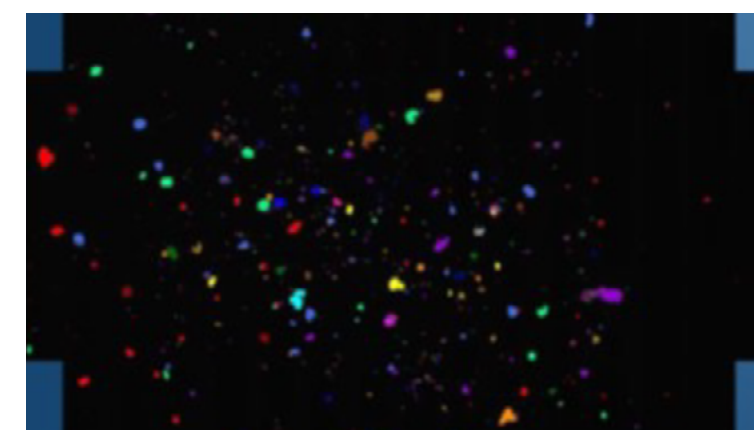


付加価値

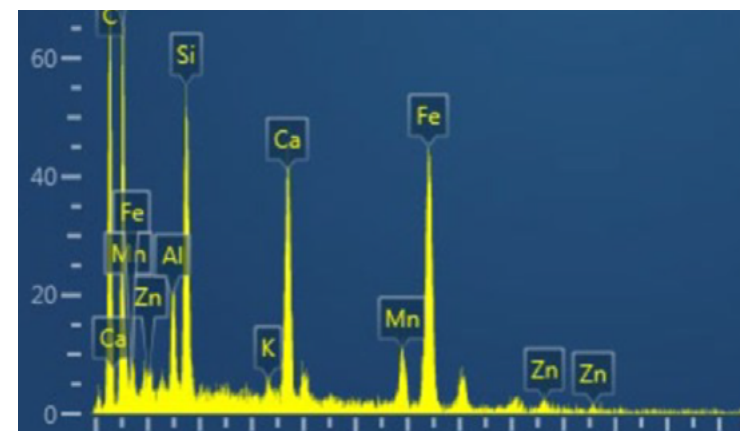
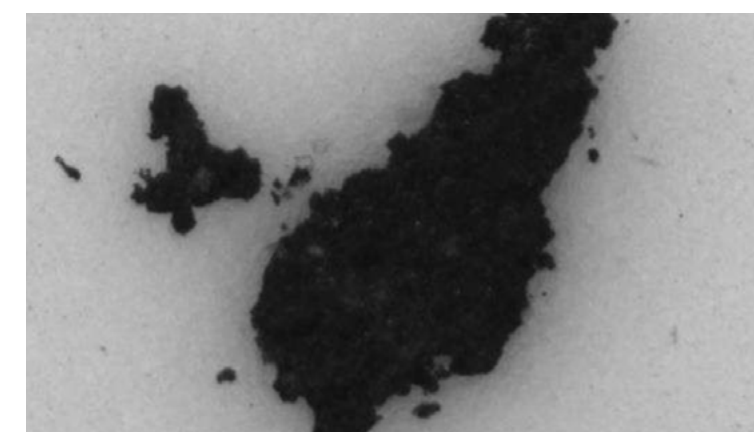
- ZEISS社の特許取得済みTCA用フィルターを光学顕微鏡やSEMと組み合わせることにより、走査ステップ数の削減と、高精度かつシームレスな高速ワークフローが実現します。
- 高分解能な光学顕微鏡は1 μ mまでの粒子を検出できます。
- 自動化された関連ワークフローは、粒子検出と粒子サイズおよび化学元素の分類の両方を可能にします。



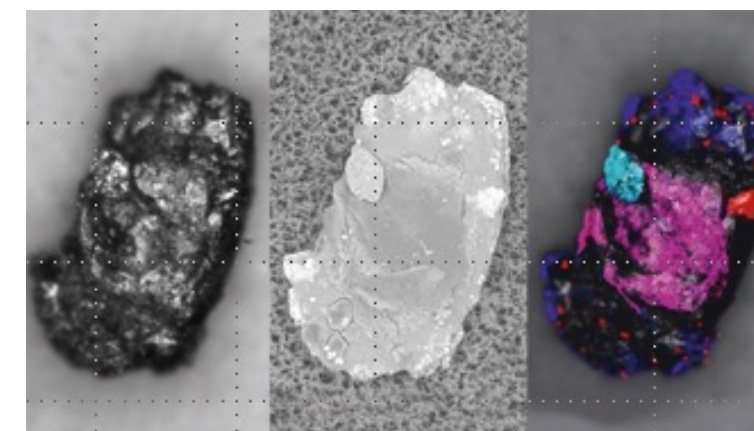
高精度・高効率の清浄度評価



特許取得済みの「ワンスキャン」テクノロジーによる高効率化



粒子の化学組成



関連粒子解析

クオリティゲート4：電極製造

バリ検査 – 電極バリのモニタリング



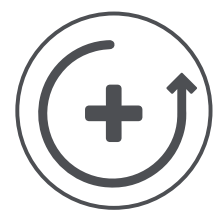
課題

- 銅およびアルミニウム集電体上の金属バリの主な原因はブレードカッターです。
- ブレードをいつ変更するかを決める際には、品質とコストのどちらをとるかという問題が発生します。



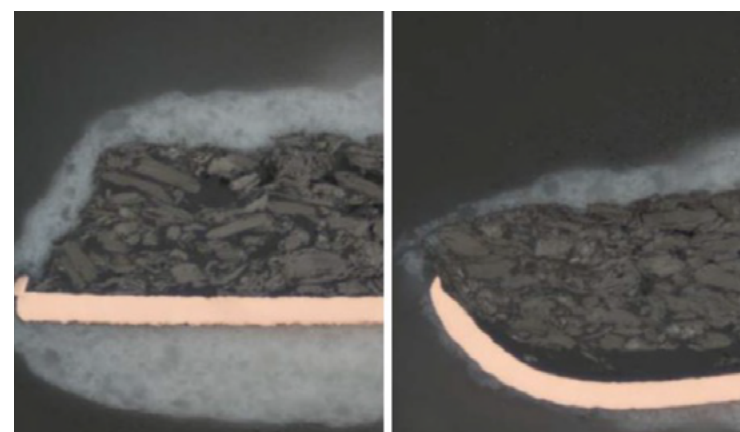
品質ソリューション

- ZEISS光学顕微鏡ポートフォリオは、研究開発から量産まで、さまざまな顧客のニーズに対応するイメージングソリューションを提供します。
- ZEISSのバリ検査システムとアプリケーションは、ZEISSの自動化された工業用光学顕微鏡と組み合わせられ、工場環境での自動バリ検出を可能にします。

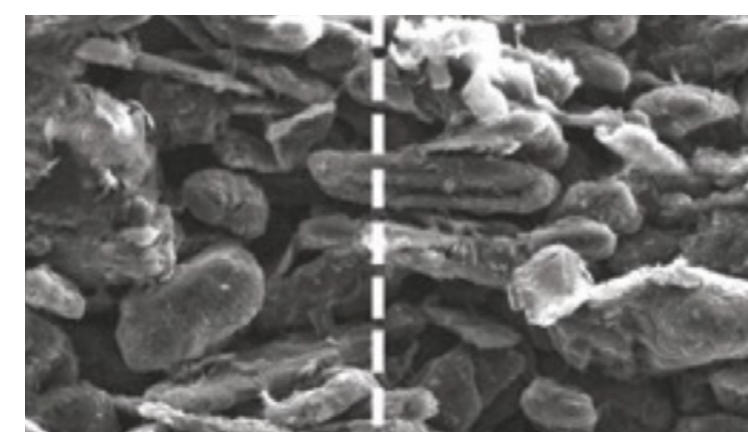


付加価値

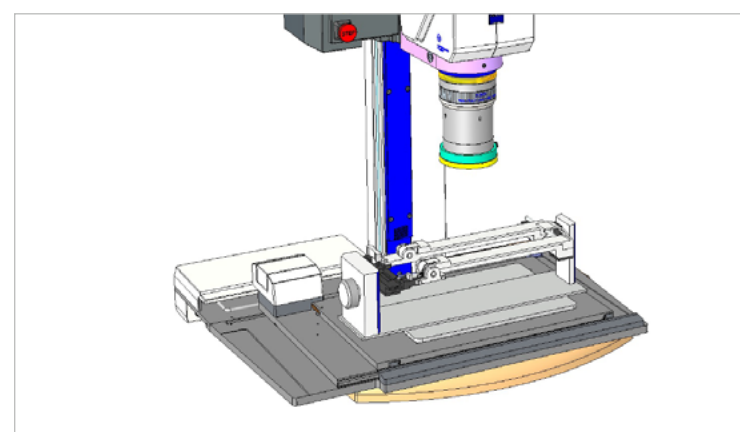
- ZEISSの光学顕微鏡ポートフォリオは、分解能、光源、電極サイズなど、さまざまな顧客の要求を満たすのに十分な柔軟性を備えています。
- バリ検査システムは自動化され、品質保証のための人的リソースが不要であると同時に、バリの検出精度を向上させることができます。
- 光学顕微鏡をお客様のMESシステムにつなげることで、製造ラインに常にフィードバックを提供できます。



光学顕微鏡による製造現場でのバリ検査



SEMによる熱影響部（HAZ）



バリ検査の自動化による効率性の向上



クオリティゲート5：セル製造



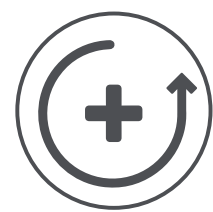
課題

- セルの内部欠陥（金属汚染、電極の折り曲がり、タブ溶接など）は、その後の無駄の発生や安全上の危険を回避するために検査が必要です。
- バッテリーの内部の問題点を正確に、明確に、かつ迅速に特定しなければなりません。
- 電極の配置および位置に関する寸法、特にオーバーハングについては、組立セルを非破壊的に検査する必要があります。



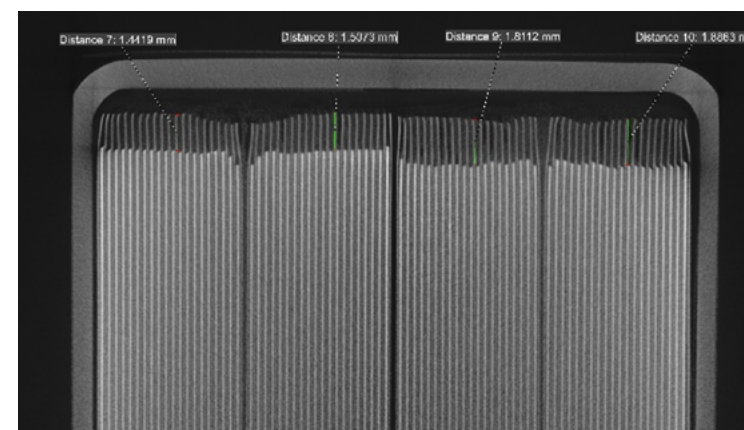
品質ソリューション

- ZEISS X線シリーズは、オーバーハング、細孔、溶接、欠陥などの高分解能イメージングを提供します。
- ZEISS METROTOM工業用CTは、研究開発、品質管理、品質保証、故障解析などのさまざまなアプリケーションに対応しています。
- ZEISS GOMソフトウェアは、3Dデータ解析のために最適化されており、操作も簡単です。

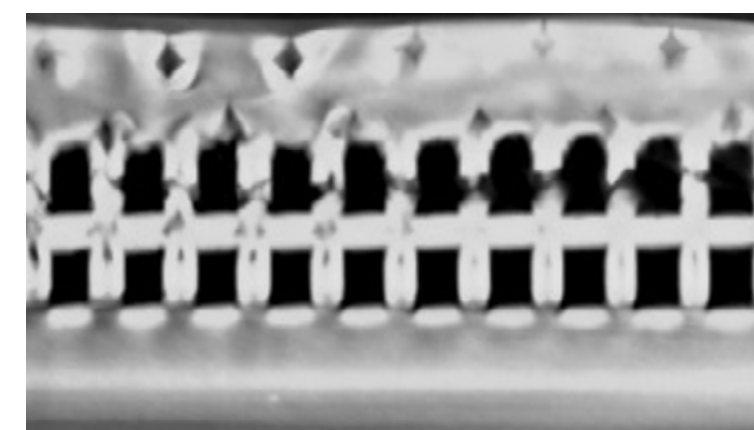


付加価値

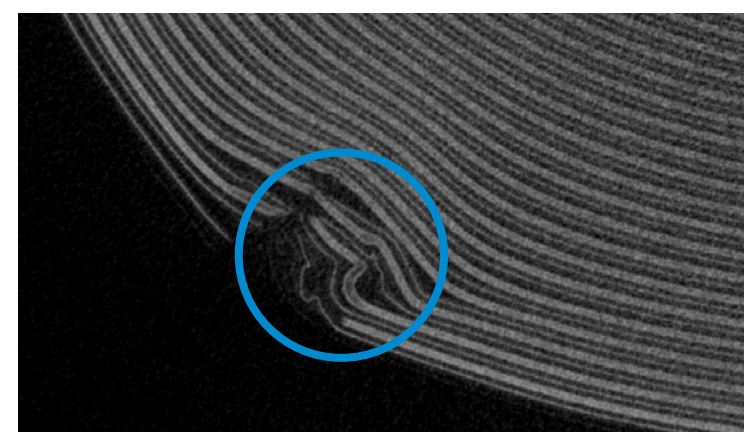
- ZEISS METROTOMシリーズは、特にオーバーハングの測定において、 $4.5\mu\text{m}+L/50$ および $4.0\mu\text{m}+L/100$ （MPESD）の高精度を提供します。
- 補正アルゴリズム（AMMAR）が走査画像の品質を補正・改善します。そして、溶接欠陥（不良部分など）を明瞭に表示するために、より優れたコントラストを提供します。
- ZEISS Global Serviceは、バッテリー製造者向けにカスタマイズされた治具システムを提供しています。
- 24時間365日の信頼性：ZEISSシステムはダウンタイムがなく、常に正確な測定を提供します。



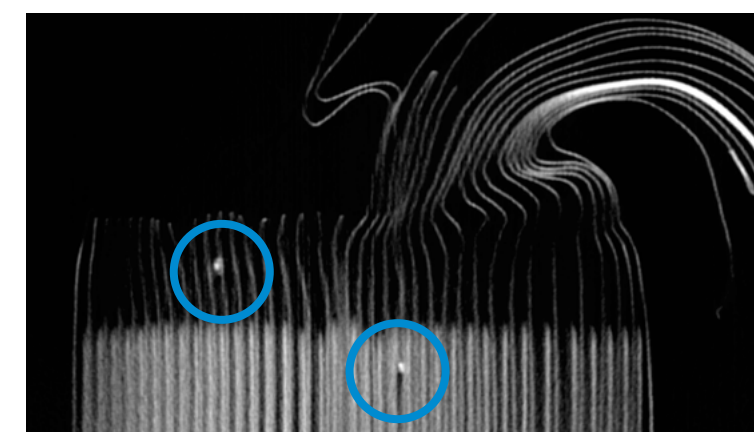
オーバーハング測定



パウチセルの溶接部の品質検査



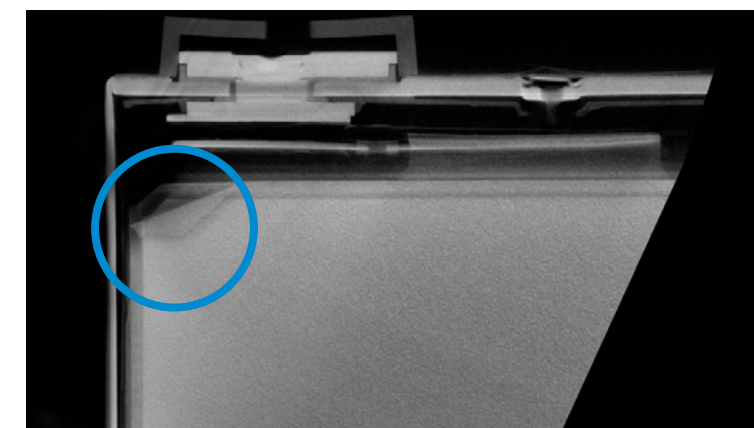
ギャップやクラックなどの電極の不具合



金属介在物の特定



タブの欠陥検査



電極の折り曲がりや損傷などの欠陥

クオリティゲート6：モジュール組立



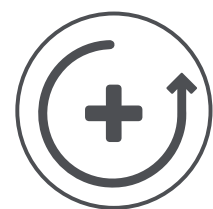
課題

- 非破壊CT検査は、新電気自動車（NEV）バッテリーモジュール製造において不可欠なステップです。
- 重要な安全性問題に関連するNEVバッテリーモジュールの内部欠陥は、品質管理および品質保証プロセス中に検出する必要があります。
- CTスキャンでは、数ミクロンサイズの欠陥も、数マイクロメートルの小さな金属粒子も解析しなければなりません。組立品の品質を確保し、不良解析を行うにはこれが不可欠です。



品質ソリューション

- ZEISS計測ソリューションによって、さまざまな種類の欠陥と金属介在物が明らかになります。
- ZEISS METROTOM 1500およびZEISS VoluMax 9 titanは、大型バッテリーモジュールにも容易に対応できます。
- ZEISS METROTOM 1500およびZEISS VoluMax 9 titanは、3Kピクセル分解能の検出器による高分解能イメージングを提供します。

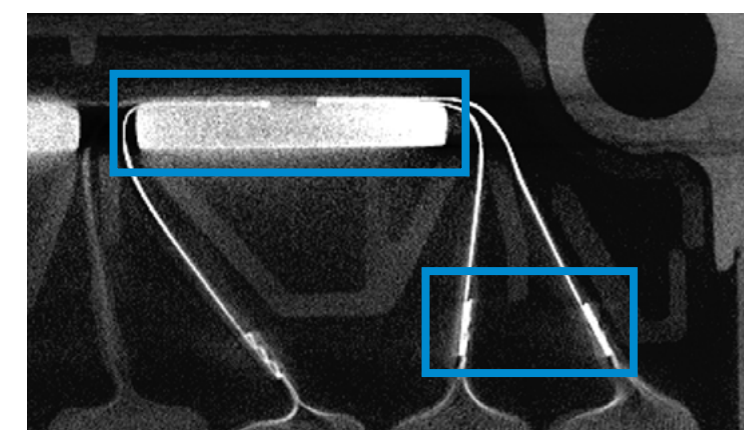


付加価値

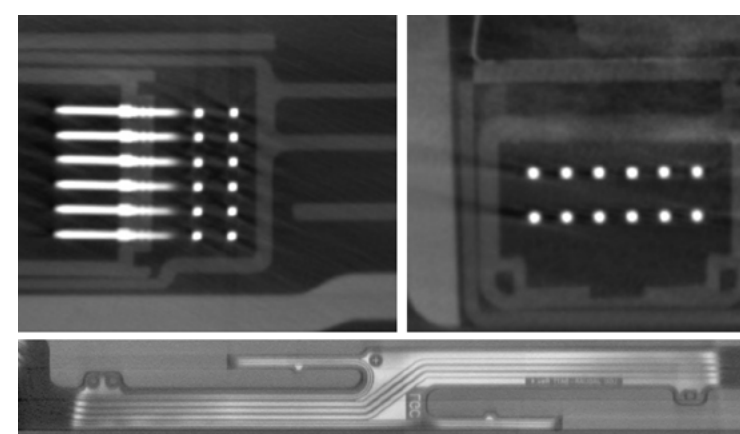
- ZEISSマイクロフォーカスX線管により、バッテリーモジュールの高品質なイメージングが、高分解能かつ高い生産性で可能になります。
- ZEISSによる特許取得済みのX線光学とメカトロニクス技術を組み合わせることで、バッテリーモジュール検査の精密検査、機械の安定性、動作信頼性が保証されます。



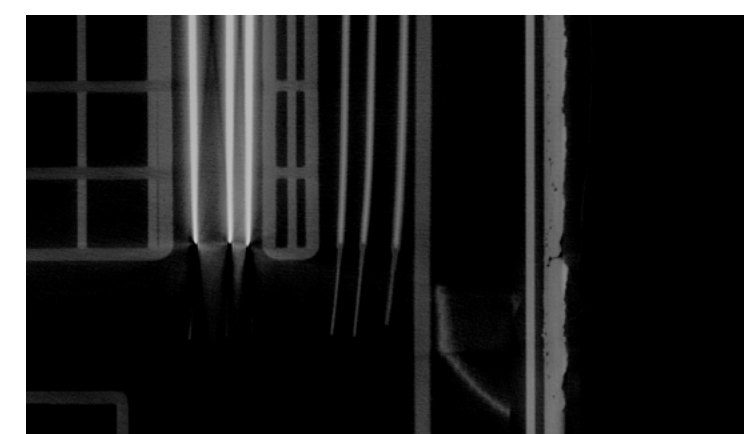
モジュールのオーバーハング検査



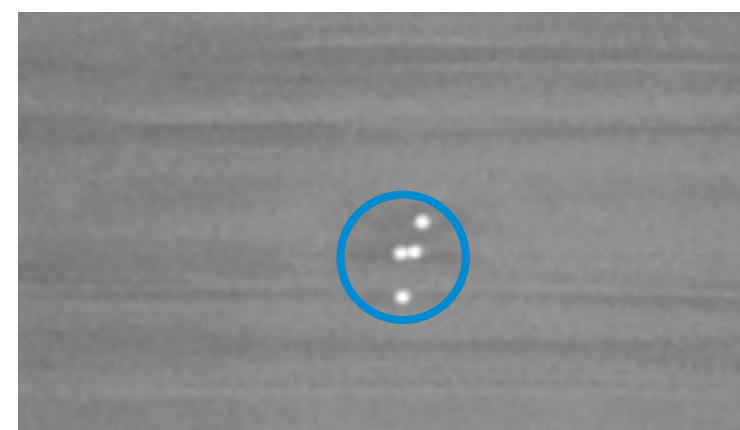
バスバーの溶接検査およびタブ溶接



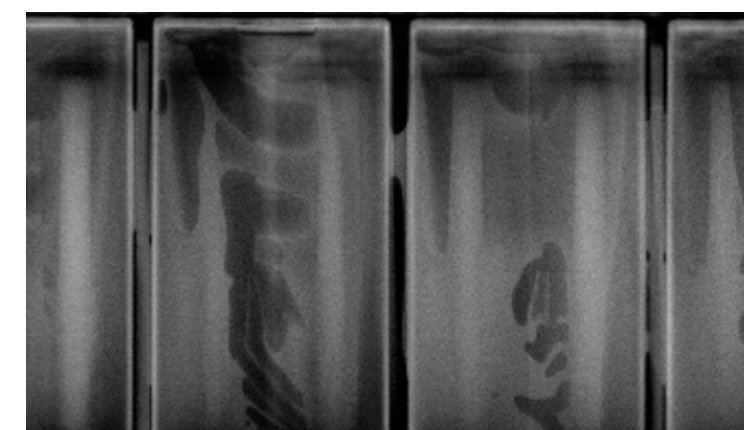
コネクタやPCBなどの電子部品内蔵品の検査



ハウジング欠陥の検査



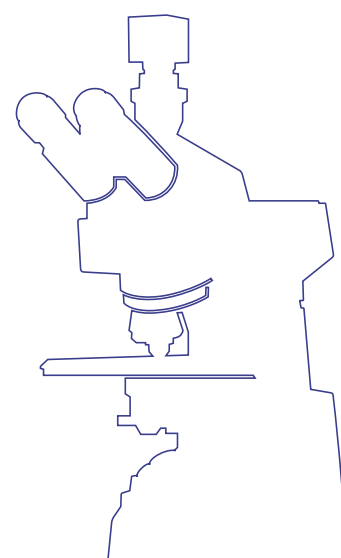
金属介在物の特定



モジュールの接着検査

ZEISS eMobility Solutions

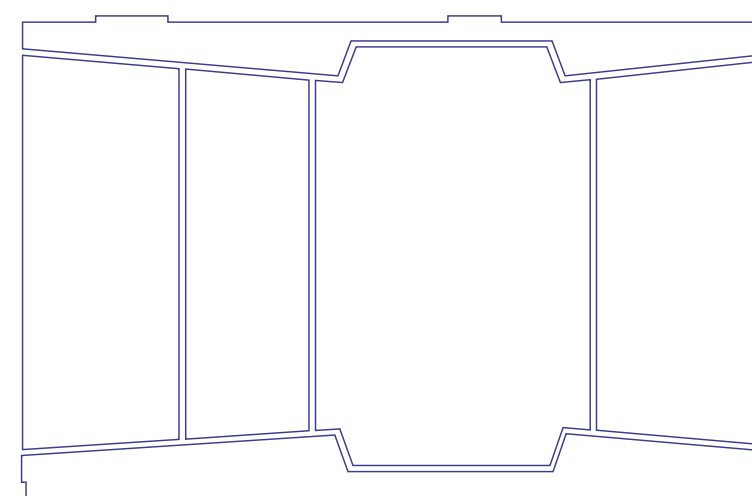
お客様のニーズに合わせて高いパフォーマンスを発揮



顕微鏡

ZEISSでは優れた光学、電子、X線顕微鏡のほか、イメージングシステムのラインナップを幅広く取り揃えており、各種アプリケーションに適した顕微鏡ソリューションを提供しています。

電気モビリティの分野における開発と品質保証に貢献するZEISSは、エネルギー材料のミクロ構造解析と微小部品の光学検査に対する需要の高まりに対応し、お客様に合わせた以下のソリューションを提供しています。



X線

ZEISS X線シリーズは、どれほど丁寧に観察しても目視検査では見つからない不具合を非破壊で検知します。安全性や性能要件など、電気モビリティに関連する課題を克服するには、検査、測定、部品の内外構造の解析が欠かせません。

これらの課題を解決するため、ZEISSでは以下のX線ソリューションを提供しています。





当社の
オンラインフォーム
にアクセスするには、
以下のリンクをクリック
してください

ZEISS eMobility Solutions