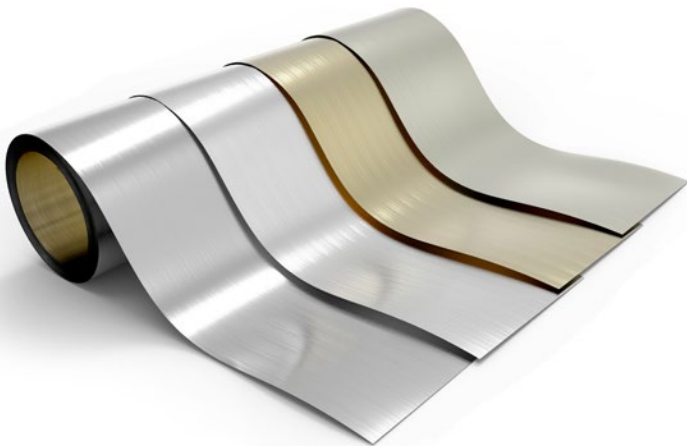


Analyse von Separator- und Bindematerialien in Lithium-Ionen-Batterien



Bindemittelmaterialien sind dafür verantwortlich, die aktiven Materialpartikel in der Elektrode einer Lithium-Ionen-Batterie (LIB) zusammenzuhalten, um eine starke Verbindung zwischen der Elektrode und den Kontakten aufrechtzuerhalten. Diese Bindematerialien sind normalerweise inert und haben eine wichtige Rolle bei der Herstellbarkeit der Batterie.

Bindemittel müssen flexibel, im Elektrolyt unlöslich, chemisch und elektrochemisch stabil und leicht auf die Elektroden aufzubringen sein. Bindemittel für die positive Kathode müssen auch gegenüber Oxidation beständig sein. Ein übliches Bindemittelmaterial für die Kathode ist Polyvinylidenfluorid, während ein übliches anodisches Bindemittelmaterial Styrol-Butadien-Copolymer ist. Wenn Elektrodenmaterialien sich weiterentwickeln, werden auch Bindematerialien benötigt, die die Leistung der neuen Elektrodenmaterialien verbessern.

Separatoren sind eine Klasse von Membranen, welche die physikalische Trennung von Anode und Kathode ermöglichen, so dass die Ionen innerhalb des Elektrolyten zwischen den beiden Elektroden fließen können, während die Elektronen blockiert werden, um ein Kurzschließen

zu verhindern. Naturgemäß müssen Separatoren hochporös, ein guter elektronischer Isolator und ein guter Ionenleiter sein. Sie werden üblicherweise aus Polymeren wie Polyolefinen, Keramik oder Polymer-/Keramik-Mischungen hergestellt. Separatoren dienen auch als Sicherheitsvorrichtung innerhalb von LIBs, indem der Ionenfluss gestoppt wird, wenn eine Batterie überhitzt wird.

Der Entwicklung und Weiterentwicklung von Separatoren und Bindemitteln wurde weniger Beachtung geschenkt als der Entwicklung von Elektrodenmaterialien in LIBs, obwohl deren Eigenschaften entscheidend für die Gesamtleistung und Sicherheit der Batterie sind. In einem früheren Artikel haben wir die wichtigen mikrostrukturellen Eigenschaften von Elektrodenmaterialien für LIBs beschrieben und analysiert. Dieser Artikel beschreibt die Analyse der Eigenschaften von Separator und Bindemittel und wie die Eigenschaften dieser Materialien gesteuert werden können, um die Herstellbarkeit und Leistung der Batterie unter Verwendung einer Reihe von Verfahren zu optimieren.

Analyse der Porosität

Hohe Porosität ist eine wichtige und wünschenswerte Eigenschaft von LIBs, da sie einen konstanten Ionenfluss bereitstellt und es dem Separator ermöglicht, als ein Elektrolytreservoir zu wirken. Dies ist bekannt dafür, die Elektrolytmenge, die durch den Separator gehalten wird, zu erhöhen und eine Erhöhung der Energiedichte und eine Verringerung der in der LIB erzeugten Wärme zu ermöglichen. Die Porosität kann jedoch nicht zu hoch sein, da die Poren klein genug sein müssen, um zu schließen, wenn die Batterie überhitzt wird, und damit der Separator als Sicherheitsabschaltung wirken kann. Im typischen Batteriesystem haben die LIB-Separatoren eine Porosität von 40 %.

Die Porosität kann sowohl unter Verwendung von Flüssigkeits- als auch unter Gasabsorptionsverfahren gemessen werden. Micromeritics bietet eine Reihe von Instrumentenlösungen zur Messung der Porosität von Separatormaterialien an. Dazu gehören der AccuPyc 1340, der TriStar II Plus und der AutoPore V, die Gasverdrängungs-, Gasadsorptions- und Quecksilberverdrängungsmethoden verwenden, um die Porosität des Materials bzw. der Materialien zu messen.

Porengröße und -form analysieren

Um zu verhindern, dass die Partikel in den Elektroden in den Separator eindringen, müssen die Poren des Separators kleiner sein als die Größe der Partikel in den Elektroden. Als solche besitzen Separatoren üblicherweise Poren im Submikron-Maßstab. Kleine und gewundene Poren verhindern auch das Eindringen von dendritischem Lithium.

Lithiumdendriten sind unerwünscht und sind eine häufige Ursache für Kurzschlüsse innerhalb einer Batterie, da ihr Wachstum zu einer Verbindung zwischen den Elektroden führen kann. Es wird vermutet, dass die Explosion des Samsung Galaxy Note 7 im Jahr 2016 durch dendritisches Lithiumwachstum verursacht wurde.

Eine gleichmäßige Porengröße hilft dabei, einen ungleichmäßigen Ionenfluss und Schwankungen in der Stromdichte der Elektrode zu verhindern. Dies kann ein Problem sein, da sie bewirken, dass Teile der Batterie intensiver als andere arbeiten, wodurch die Lebensdauer der Batterie verringert wird.

Micromeritics bietet Porengrößenverteilungsmessungen mit Quecksilberporosimetrie in Form von AutoPore V (3,6 µm Poren) und TriStar Plus für noch kleinere Porengrößen an. Micromeritics bietet auch das Phenom Pro Scanning SEM als ideales Desktop-SEM-Instrument zur Messung der Größe und Struktur von Poren an.

Analyse des Zetapotentials

Das Zetapotential bietet einen Einblick in die Menge der elektrostatischen Abstoßung zwischen benachbarten Teilchen ähnlicher Ladung. In den LIBs wurde durch das Zetapotential die Affinität zwischen dem Separator und

dem Elektrolyten sowie die Gesamtstabilität des Systems gemessen, wobei das Zetapotential den Separator durch den Elektrolytstrom behindert oder unterstützt. Daher können Zetapotentialmessungen verwendet werden, um die Transportmechanismen des Separators zu verstehen und um die Zykluslebensdauer der Batterie zu verbessern.

Micromeritics bietet mit dem NanoPlus HD die Möglichkeit, die Teilchengröße und das Zetapotential in einer breiten Palette von Materialien zu bestimmen.

Schlussfolgerung

Während Separatoren und Bindemittelmaterialien üblicherweise in LIB-Anwendungen verwendet werden, besteht weiterhin ein großer Bedarf an weiteren Untersuchungen, um ihre Leistung zu erhöhen, die Batterielebensdauer zu verlängern und die Kosten zu senken.

Forscher, die neue Materialien auf diesem Gebiet entwickeln, benötigen Geräte, welche die relevanten Materialeigenschaften wie Porosität, Porengröße und Form sowie das Zetapotential schnell und genau abschätzen. Micromeritics bietet ein Portfolio an Instrumenten, die diesen Anforderungen gerecht werden und Forschern ermöglichen, ihre Elektrodenmaterialien zu optimieren und die nächste Generation von Batterien zu entwickeln.

Literatur

Yoshio M, Brodd RJ, Kozwa A, "Lithium-Ion Batteries: Science and Technologies" Springer, 2009.

http://www.micromeritics.com/Repository/Files/battery_brochure_2016_v2.pdf Accessed August 3rd, 2017.

Arora P, Zhang Z, "Battery Separators" Chem. Rev, 104:4419-4462, 2004.

Zhang SS, "A review on the separators of liquid electrolyte Li-ion batteries" Journal of Power Sources, 164:351-364, 2007.

http://www.electronicproducts.com/Power_Products/Batteries_and_Fuel_Cells/What_are_dendrites_and_why_do_they_cause_fires_in_lithium_batteries.aspx Zugriff 3. August, 2017.