

レーザー加工精度が実現する バッテリーイノベーション

ピーター・フレッチャー

輸送手段の電動化に向けて世界市場が進行し続ける中で、より良い生産プロセスは極めて重要である。

米国のバッテリーメーカーであるエノビックス社(Enovix)は最近、業界全体にわたる機械切断からレーザー加工への移行を促進するために、米IPGフォトニクス社(IPG Photonics)と協業することを発表した。次世代レーザー加工装置を導入すれば、製造規模拡大に向けた取り組みを大幅に前進させることができるためである。

「当社の製造プロセスは、2018年の30Wのレーザーから現在の1kWのレーザーへと、大きく進歩している。このレーザーがGen2システムに組み込まれる予定だ」と、エノビックス社の共同創設者で最高技術責任者(CTO)を務めるアショク・ラヒリ氏(Ashok Lahiri)は述べた。同社は、次世代の「3Dシ

リコン」リチウムイオン電池(図1)の設計と製造で評判を確立している。「当社のプロセスは、独自の機能とレーザーパターニング技術の精度に大きく依存している。レーザー出力に関する両方の分野の進歩と、電極加工手法に関する独自の進歩を活用することで、エノビックス社はこの15カ月間で量産におけるレーザースループットを7倍向上させた」(ラヒリ氏)。

新しいアーキテクチャ

エノビックス社は、独自の電極加工手法によって電池製造に革新をもたらす可能性を秘めた、新しい技術を開発した(図2)。従来の電池を見ると、電極は垂直方向に積層されるため、メー

カーがジェリーロール方式と積層方式のどちらを採用しても変わりはない。エノビックス社は、積層を90度回転させて水平方向とし、電極の向きを変更している。「つまり、従来はXY次元を切断するが、当社はXZ次元で電極を切断しており、これはかなり短い。切断するエッジがはるかに多く、特にセルの厚さが20mmや30mmの大きな電池の場合は、精度が非常に重要となる。そのため、精度がミリメートルレベルの機械システムは使用できない。レーザーが提供する、ミクロンレベルの精度が必須である」とラヒリ氏は述べた。

大きな電池セルに対してメーカーは、ジェリーロール方式よりも、大きなシートを互いの上に積層する方法に移行しつつある。これに伴い、機械からレーザー加工に移行しようとする気運が高まっている。理由は単純で、複雑な形状を加工する場合に、レーザーのほうが高い精度が得られるためである。「レーザー加工は、現時点ではよりコストのかかる手段だが、レーザー加工によって得られる性能の向上を考えると、ほとんど変化または進化していない機械的手段とのギャップは狭まっている。(移行するか否かの)分岐点があるとすれば、より高い精度での切断が可能になる場合は、(レーザー加工に)顕著なメリットがある」とラヒリ氏は述べた。

アーキテクチャの進化に伴い、エノビックス社は、出力の大幅な増加を達成しており、必ずしもそれに比例するわけではないが、切断速度は出力の

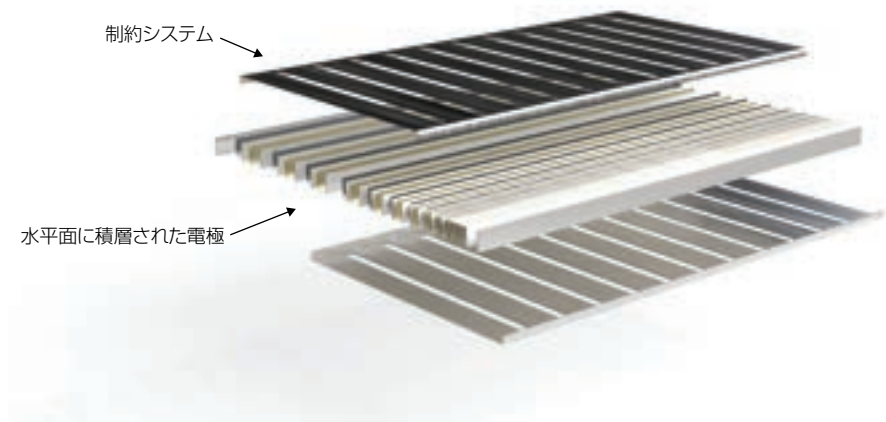
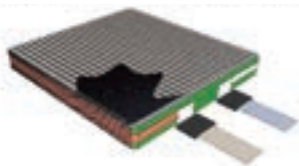


図1 エノビックス社の次世代「3Dシリコン」リチウムイオン電池のアーキテクチャ(提供: エノビックス社)

「Enovix 3D Silicon」リチウムイオンセル

断面（顕微鏡写真）

シリコン負極材の容量



従来の巻回型リチウムイオンセル



断面（イラスト）

1800 mAh/cc²

グラファイト負極材の容量



800 mAh/cc³

¹ 提供：エノビックス社

² Liトラップ損失を考慮して2194mAh/ccの理論容量よりも引き下げられている

³ 841mAh/ccの貯蔵容量と719mAh/ccのリチウム化容量の間の公称容量

図2 エノビックス社の新しい技術は、独自の電極加工手法によって電池製造に革新をもたらす可能性を秘めている(提供:エノビックス社)

増加に大いに関連している。「パルスと連続波のどちらを使用するかにかかわらず、これらは当社が基本的に社内で開発した、有意義な特性である。当社はIPG社などのレーザシステムを採用して、これらの業務に組み込み、非常に高い精度と速度を達成することができた。当社はレーザ利用の先駆者として、バッテリーにより広く適応可能なソリューションを提供している。当社にとってのメリットは、レーザ企業のR&Dロードマップにアクセスして、それらのイノベーションを導入するために役立つ情報が得られることにある」とラヒリ氏は述べた。

移行に際してメーカーは、レーザ加工を使用する場合の熱特性を管理する方法を理解する必要がある。結局のところ、それは機械システムとは全く異なる。「温度が得られるからといって、

必ずしも材料改変が得られるとは限らない。その温度におけるジオメトリ特性も異なる。これらは管理可能な側面だが、プロセス変更に耐えられるプロセスと設計を開発する必要がある」とラヒリ氏は述べた。

変革期

ナノ秒パルスレーザ、フェムト秒レーザ、連続波レーザ、あるいはその中間に位置するものなど、光源の種類をめぐるレーザの進歩は、常に進化し続けている。その結果として生じるのが、異なる手法の間の競争である。「生成できるエネルギーに対して、キロワット時(kWh)あたりで最も良い結果を達成するように、システムを設計して最適化する必要がある。電動化された未来の実現を目指すそのような取り組みにおいては、エネルギー貯蔵のコス

トがやはり大きな懸念であるため、プロセスを改善するために実行できるあらゆるものが、状況を大きく変えるものになる可能性がある」とラヒリ氏は述べた。

この機会を認識するエノビックス社は、量産を可能にするために、スケラブルなアーキテクチャを構築する取り組みに着手している。「高まる需要に応じて消費者の懸念を解消する、より良い電池が大いに求められている。まずはこの業界を変革して、それからそのノウハウを生かして他の業界に参入したいと考えている。当社の電池が他と異なるのは、独自のアーキテクチャによって、グラファイトをシリカを含む材料に置き換え、100%アクティブと当社が呼ぶ性能を軽々と達成できることにある」とラヒリ氏は述べた。