

大容量ラミネートリチウムイオン二次電池の開発(高出力型)

座間 浩一・糸内 友一・榎本 真介・大道寺 孝夫

要旨

近年、リチウムイオン二次電池はインパクトドライバやハンマードリルなどの電動工具にも使われ始めており、大電流用途への拡大が始まっています。

NECトーキンは、材料の優位性と大容量電池の製品化で培った技術を応用して、新たに3Ahクラスで高出力型の大容量リチウムイオン二次電池を開発、製品化しました。今回開発した大容量ラミネート型リチウムイオン二次電池“IML126070”は、「①電極材料に電動アシスト自転車で実績のある材料を用いる」「②大電流出力や急速充電に対応できるように電極仕様の見直しを行う」「③集電構造などについて大電流対応やエネルギー密度を向上させるため改良し最適化を行う」などにより、30Aの連続放電や13分の急速充電(90%充電)を可能としています。

キーワード

●高出力 ●急速充電 ●マンガン系リチウムイオン二次電池 ●電動工具 ●ラミネートケース

1. はじめに

リチウムイオン二次電池は、単位重量や単位体積あたりの容量がニカド電池やニッケル水素電池に比べて大きく、小型・軽量化に適しているため、携帯電話やデジタルスチルカメラなどの携帯機器に幅広く用いられています。また、カドミウム・鉛・水銀などの環境規制物質を使用しない、環境にやさしい電池として注目されています。NECトーキンは、結晶構造が安定で貯蔵量が豊富なマンガンに着目し、マンガンを主成分としたマンガン系リチウムイオン二次電池を世界で初めて製品化、角型形状や大容量ラミネートタイプなど、用途に応じた様々な製品を市場に提供しています^{1~4)}。

近年、リチウムイオン二次電池は携帯機器以外にも、電動工具などのパワーツール用途にも使われ始めており、大電流機器への搭載が始まっています。

このような市場ニーズに対し当社は、材料の優位性と大容量電池の製品化で培った技術を応用して、新たに3Ahクラスで高出力型大容量リチウムイオン二次電池“IML126070”を開発、製品化しました。本稿では、IML126070について解説、紹介します。

2. 製品諸特性

今回開発したIML126070は、電極に電動アシスト自転車用の大容量ラミネート電池で製品化し、実績のあるマンガン酸リチウムを主体とした正極と、グラファイトを用いた負極で構成されています。さらに、大電流出力に対応するため、電極仕様および集電構造の改善・最適化を行いました。これら詳細を以下に示します。

2.1 形状・外観

IML126070の形状・質量などを表1に示します。重量エネルギー密度は120Wh/kgと高い密度を持っています。次に外観を写真1に示します。外観上の特徴は、外装にアルミをベースとしたラミネートフィルムを使用しており、小型化した電池であることが分かります。本製品の開発に当たっては、電池内部より取り出される集電部の構造や出力端子を改良し、大電流放電の達成に重点を置きました。

表1 IML126070の特性

項目	特性
Thickness	12mm
Width	60mm
Length	70mm
Mass	87g
Capacity	2.7Ah
Impedance	5mΩ @1kHz



写真1 IML126070の外観

2.2 電池構成

IML126070の主な構成を図1に示します。短冊状に切断した負極(グラファイト系)、セパレータ、正極(マンガン酸リチウム主成分)の順でスタックをして積層体を作製し、ラミネートの袋に挿入後、電解液を注入し封止を行っています。この構成は、これまでNECトーキンが採用している大容量ラミネートタイプの電池と同様の構造となっており、電極端子を数多く

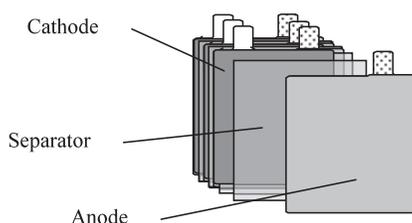


図1 電池内部の電極積層構造

取り出すことが容易で、大電流放電に適しています⁵⁾。

さらにIML126070は、市場の要求である、さらなる大電流化、小型化実現のため、以下のような改善・最適化を行いました。

- (1) 電極仕様を新たに設計、積層枚数を最適化することにより、大電流化を実現しました。
- (2) 30Aの連続放電電流に対応するため、出力端子形状や材質を変更しました。本改善により、大電流連続放電でも発熱の少ない特性を得ることができました。
- (3) 電池内部の集電構造を見直すことで、大電流放電特性を損なうことなく小型化を実現しました。
- (4) 電極の積層方法を、量産品で実績のある従来の方法を用いることにより、高い安全性と信頼性を確保することができました。

2.3 電池特性

IML126070は図2に示すように、放電容量2.7Ahで放電レートを変えた27A(10C)の連続放電でも使用可能です。放電容量の定義は20℃の環境下、2.7Aで4.2Vまで定電流充電し、その後定電圧充電をし、合計2.5時間充電(以後、定格充電と記す)をしたセルを各電流で定電流放電した値です。

内部インピーダンスは5mΩ(交流1kHzにて測定)であり、大電流放電が可能な設計になっています。実際に直流での充放電から得られる内部抵抗値(10秒値)を図3に示します。11mΩ(@充電量50%)であり、10秒間であれば100Aの大電流放電が可能です。

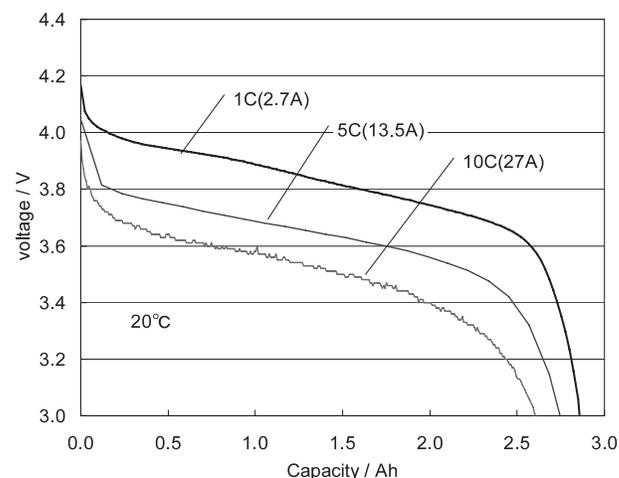


図2 IML126070の放電曲線

大容量ラミネートリチウムイオン二次電池の開発(高出力型)

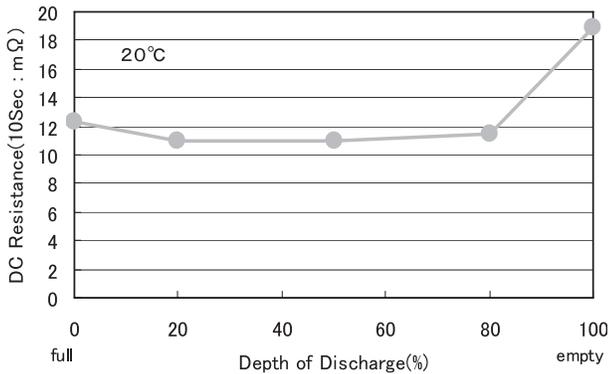


図3 IML126070の直流抵抗

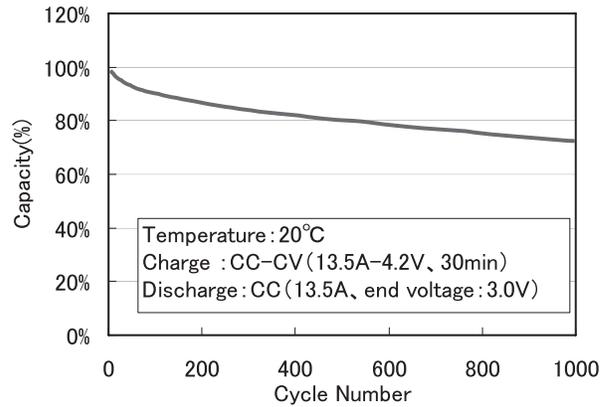


図5 IML126070の5Cサイクル特性

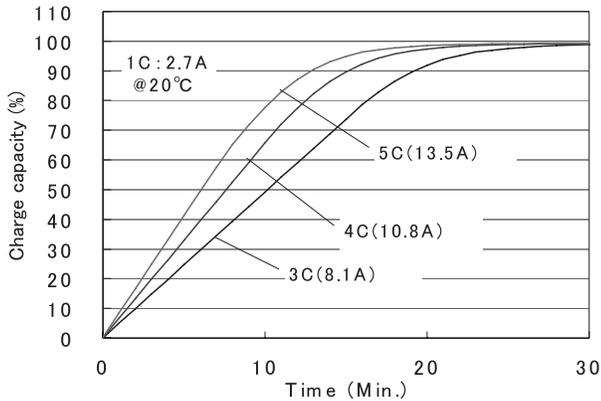


図4 IML126070の充電特性

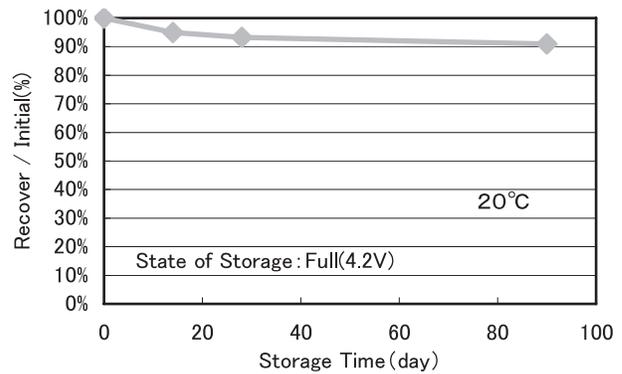


図6 IML126070の保存特性(回復特性)

内部抵抗値の算出方法は、目的の充電状態に調整後、2点以上電流値を変えて10秒間定電流で放電または充電を行い、10秒後の電圧値と電流値を測定しました。この値から電圧と電流の関係を求め、その傾きが内部抵抗値に相当します⁶⁾。

充電特性は、図4に示すように5C充電が可能で、13分間の充電で90%充電の急速充電が可能です。この充電特性を達成するために電極仕様を従来仕様から改善し対応しました。

また、13.5A(5C)の充放電サイクル結果を図5に示します。1,000サイクル後で70%の容量維持率が確保できており、ハイレートの充放電による特別な劣化は見られず信頼性も確保できました。本結果から、急速充電を行っても実用レベルで問題ないことが確認できました。

保存特性(図6)も従来の大容量ラミネート電池と同レベルで、実用可能なレベルを示しています。また、IML126070は電解液を用いるタイプであり、高レートでも高い低温特性が得られています(図7)。

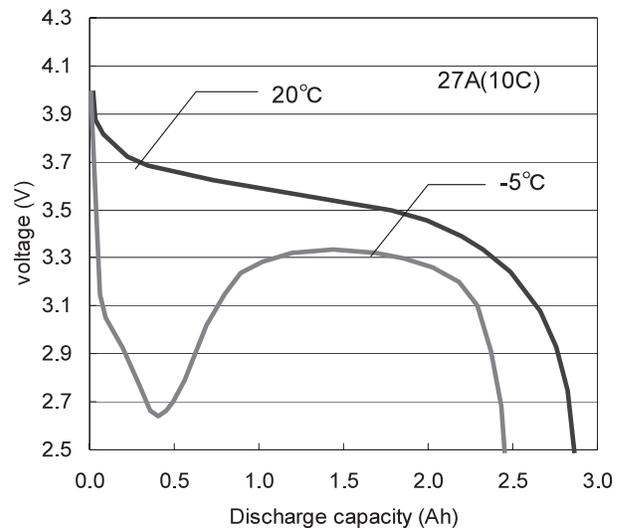


図7 IML126070の低温特性

表2 電動工具用組電池特性表

項目	特性
Dimension	L70×W60×T48 mm
Mass	350 g
Voltage	12.0~16.8 V
Capacity	2.7Ah
Impedance	20mΩ @1kHz

さらに大電流出力対応により低インピーダンス化を図り、自己発熱を低く抑える設計としたことで、高い信頼性を確保しました。

3. 電池の応用

IML126070を4個用いて電動工具用組電池を試作し、評価した特性概要を表2に示します。ここに示した特性は、IML126070を4個積み重ね直列に配線した組み電池のみの値で、保護回路や保護素子は含んでいません(写真2)。

組電池化する際に、電池を直列につなぐ構造を従来の電池外部端子接続部の溶接面積を拡大し、電流経路を短く改善したことで、省スペースで大電流放電に対応でき、インピーダンスの低減も達成しました。

4. むすび

以上、今回開発した大容量ラミネートリチウムイオン二次電池IML126070の概要および諸特性について紹介しました。

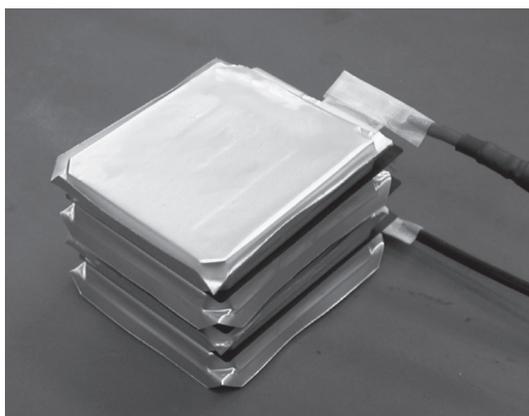


写真2 電動工具用組電池外観

高い信頼性と優れた特性を持つリチウムイオン二次電池には、大容量および高出力用途の市場から大きな期待が寄せられており、今後、市場が拡大する可能性を持っています。

NECトーキンではバックアップ電源や電動バイク用途などの大型電池の開発を進め、さらなる大容量化や大電流放電への対応と信頼性の向上をめざして新製品の提案を行っていく所存です。

最後に、今回の開発に当たり協力いただいた関係者各位に感謝いたします。

参考文献

- 1) 田淵ほか;「マンガンスピネルを使った角型リチウムイオン二次電池」、NEC技報、Vol.49、No.10、pp.147-151、1996-10
- 2) 田淵ほか;「マンガン系角型リチウムイオン二次電池の高容量化」、NEC技報、Vol.50、No.10、pp.93-97
- 3) 大島ほか;「Mn/Ni系、薄型/軽型リチウムイオン二次電池の開発」、NEC技報、Vol.52、No.10、pp.68-72、1999-10
- 4) 座間ほか;「大容量ラミネートリチウムイオン二次電池の開発製品化」、NEC TOKIN Technical Review、Vol.29、pp18-21、2002-9
- 5) 雨宮ほか;「積層ラミネート型大容量二次電池の開発」、NEC技報、Vol.54、No.11、pp.66-69、2001-11
- 6) 雨宮ほか;「マンガン酸リチウムを用いたハイパワー・大容量リチウムイオン二次電池の開発」、NEC技報、Vol.52、No.10、pp73-76、1999-10

執筆者プロフィール

座間 浩一
NECトーキン
電池事業部
ラミネート事業推進部
マネージャー

糸内 友一
NECトーキン
電池事業部
ラミネート事業推進部
主任

榎本 真介
NECトーキン
電池事業部
ラミネート事業推進部

大道寺 孝夫
NECトーキン
電池事業部
ラミネート事業推進部

●本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL: <http://www.nec-tokin.com/product/lithiumion/summary.html>

<http://www.nec-tokin.com/product/me/index.html>