

扁平角缶形リチウムイオンキャパシタ

Flat Prismatic Can Type Lithium Ion Capacitors

JMエナジー株式会社 商品開発部

1 はじめに

地球温暖化を抑制するための環境・エネルギーへの取り組みはグローバルな課題として益々その重要性を増しており、様々なアプローチで実施されている。中でも輸送機器などの移動体産業においては、キャパシタを用いたエネルギー回生システムやアイドリングストップシステムの開発が活発に進められており^{1),2)}、特に建設機械や自動車においては、複数個のキャパシタを直列、または並列に接続したモジュールとして使用されるため、キャパシタセルのハンドリング性や限られたスペースでの高出力化が求められている。その中で従来の円筒缶形電気二重層キャパシタが車載用途として注目を集め、一部実用化に至ったが、電気二重層キャパシタ(EDLC)はエネルギー密度が小さいためにキャパシタ及びモジュールが大型化すること、円筒形状では充放電時に発生する熱を放熱しにくく、さらにモジュール化の際にデッドスペースが生じ、スペース効率を向上させるににくいことが、実用化の飛躍的な進展に対する課題となっている。



図1 扁平角缶形リチウムイオンキャパシタ

JMエナジーは、上記課題を解決するため、エネルギー密度が高く、さらに円筒形と比較して放熱性及びスペース効率に優れた扁平角缶形リチウムイオンキャパシタ(図1)を開発、事業展開しており、近年は販売数量増加に伴い、供給体制を強化するため、生産能力が年間300万セルの扁平角缶形専用量産工場を新設し、2015年6月に商業生産を開始する(図2、扁平角缶形リチウムイオンキャパシタ量産工場)。ここでは、JMエナジーが事業展開している扁平角缶形リチウムイオンキャパシタの構造や、円筒形EDLCに対する優位性等について紹介する。

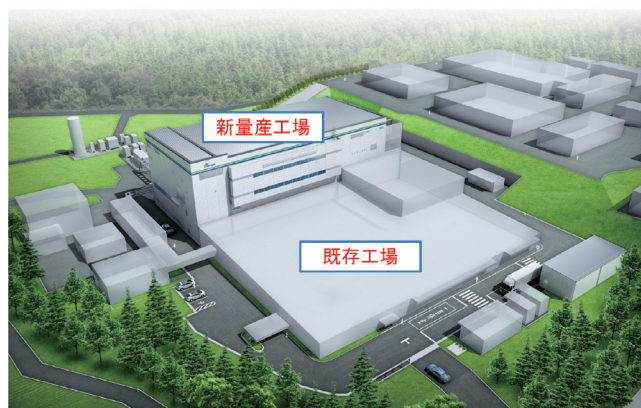


図2 扁平角缶形リチウムイオンキャパシタ新量産工場

2 扁平角缶形リチウムイオンキャパシタの構造

リチウムイオンキャパシタ(LIC)は、正極に活性炭を、負極に炭素材料を使用し、負極にリチウムをプレドープした非対称型のキャパシタで構成される^{3), 4)}。

図3にリチウムイオン電池(LIB)、電気二重層キャパシタ、及びリチウムイオンキャパシタの一般的な材料構成を模式的に示す。リチウムイオンキャパシタの正極としては、電気二重層キャパシタと同様に活性炭を用いることができ、また、負極には、リチウムイオン電池と同様に比表面積が小さく、リチウムをドープ可能な炭素材料を用いることができる。図4に充放電時の電極電位とセル電圧の変化を示す。リチウムのプレドープによって負極電位を低下させることにより、セル電圧を従来の電気二重層キャパシタと比較して約1.5倍の高い値に設定することが可能となる。さらに

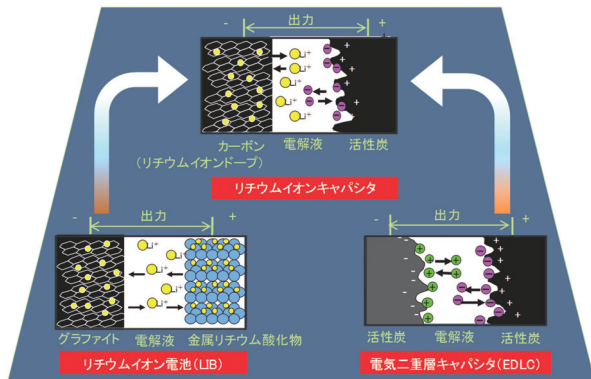


図3 リチウムイオンキャパシタの材料構成

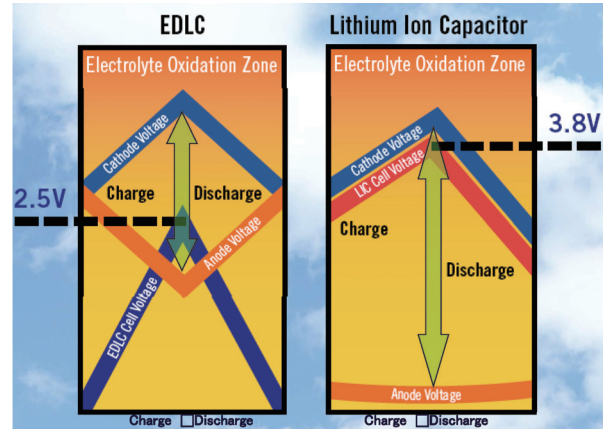


図4 電極電位とセル電圧の変化(EDLC/LIC比較)

はリチウムイオン電池と同様の負極を用いることで負極容量を電気二重層キャパシタ対比で大きくすることが可能となるために、正極容量も設計的に大きくすることが可能となり、電気二重層キャパシタよりも高いエネルギー密度を確保することができる。

図5に扁平角缶形リチウムイオンキャパシタの構造を模式的に示す。正極、負極、セパレータ、リチウム金属箔で構成される巻取電極群に、集電端子が取り付けられ、金属製封口板、及び外装材にて密閉されている。外装材を金属製の缶とすることで、モジュール化の際のハンドリング性や位置決め性を確保するとともに、扁平(薄型)形状とすることで放熱性に優れ、角形状とすることでモジュールにおける省スペース設計を可能とした構造となっている。

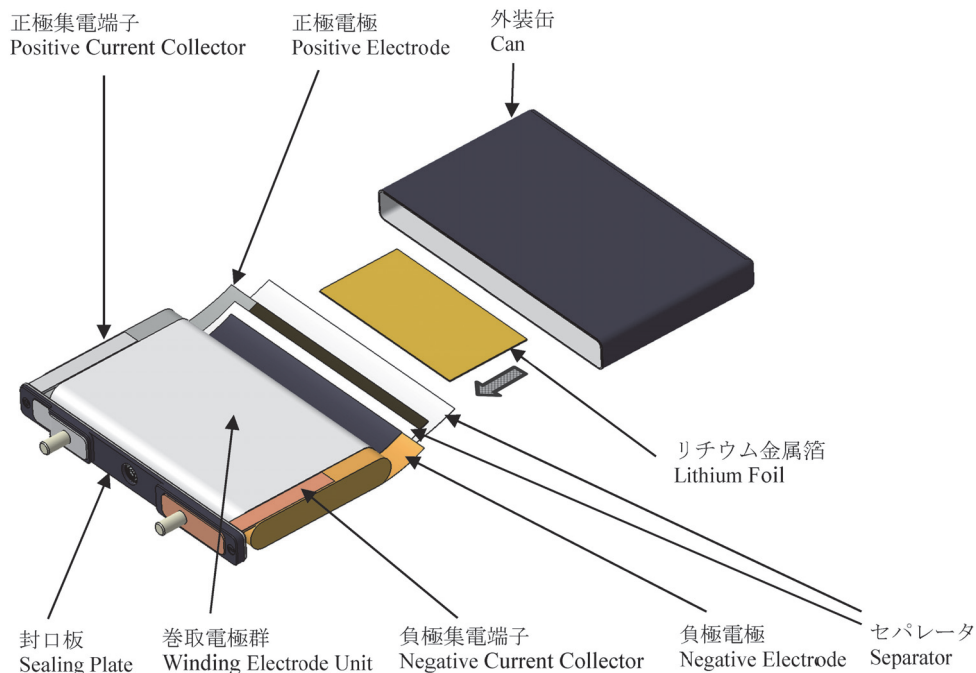


図5 扁平角缶形リチウムイオンキャパシタの構造

3 扁平角缶形リチウムイオンキャパシタとEDLCとのパフォーマンス比較

図6に扁平角缶形リチウムイオンキャパシタと従来電気二重層キャパシタとのパフォーマンス比較を示す。扁平角缶形リチウムイオンキャパシタは、従来の電気二重層キャパシタと比較して非常に高いエネルギー密度を有しており、電気二重層キャパシタに対して出力特性を維持しつつ大幅な小型化が可能となる。

4 扁平角缶形と円筒形の放熱特性比較

扁平角缶形と円筒形の放熱性の差を確認するため、容量や抵抗性能を等しくした扁平角缶形(t15.8×W150.2×H93.2)と円筒形(φ40×H150)のリチウムイオンキャパシタ(開発品)を作製し、充放電時の表面温度推移を比較した(図7)。扁平角缶形は円筒形と比較して放熱性が良い結果となっており、モジュール化の際の放熱対策に起因するセル間クリアランスを円筒形対比で少なく抑えることが可能で、小型化、省スペース化に貢献できる。

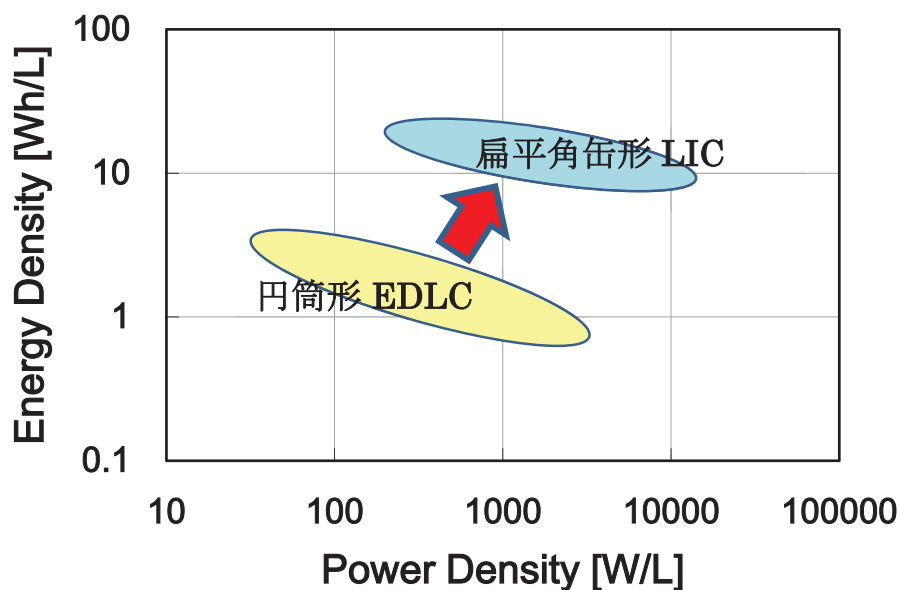


図6 扁平角缶形LIC VS円筒形EDLC パフォーマンス比較

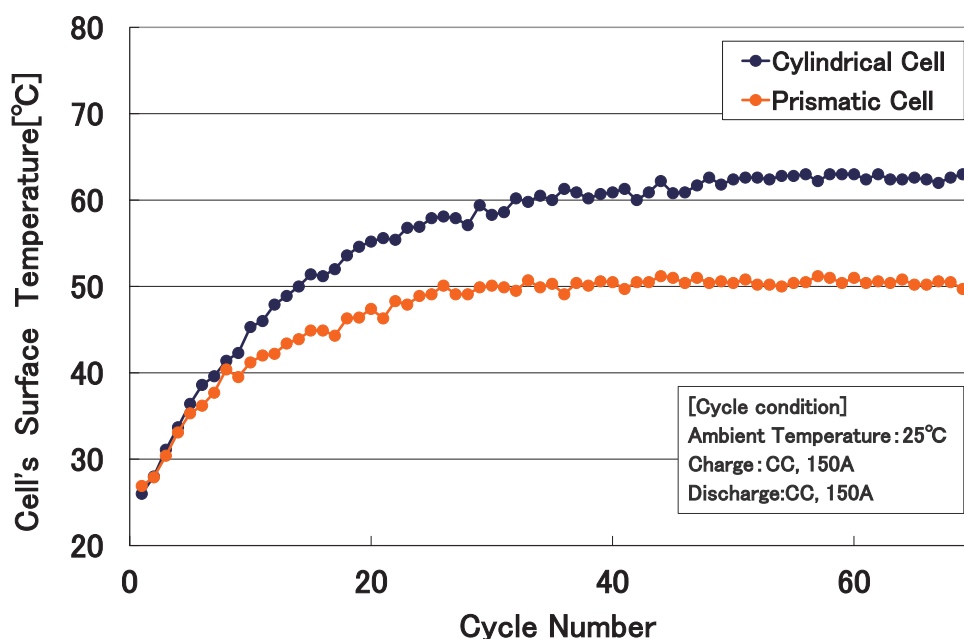


図7 扁平角缶形VS円筒形 放熱特性比較 (3000F_LIC, 開発品)

項目	扁平角缶形リチウムイオンキャパシタ		
	CPP1500S	CPQ2300S	CPP3300S
電圧範囲 [V]	2.2 ~ 3.8	2.2 ~ 3.8	2.2 ~ 3.8
静電容量 [F]	1500	2300	3300
DC-IR[mΩ]	1.2	0.7	1.0
重量E密度[Wh/kg]	11	8	13
体積E密度[Wh/L]	18	14	20
寸法 [mm]	120.2×71.8×12.8	150.2×93.2×15.8	150.2×93.2×15.8

図8 扁平角缶形リチウムイオンキャパシタの初期特性

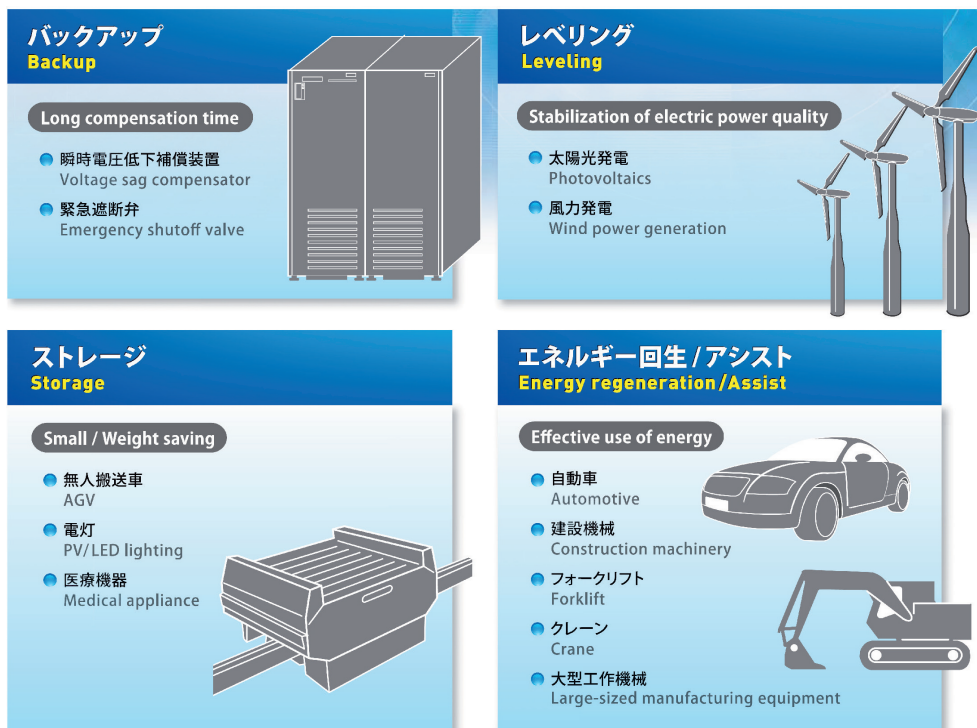


図9 リチウムイオンキャパシタの用途例

5 扁平角缶形リチウムイオンキャパシタのラインアップ

図8にラインアップしている扁平角缶形リチウムイオンキャパシタの初期特性を示す。従来から2300Fタイプ、3300Fタイプといった高容量ニーズ向けのラインアップを有していたが、直近では市場のニーズが旺盛な、限定された設置スペースで使用される建設機械や自動車用途に対応するため、小型化した1500Fタイプを新しくラインアップに加えた。通常小型化すると体積に反比例してセル抵抗が上昇

するが、1500Fタイプは顕著な抵抗上昇なく、体積を2分の1にまで小型化することに成功した。図9のリチウムイオンキャパシタの用途例を示したように、大別してバックアップ、レベリング、ストレージ、エネルギー回生の4つの使われ方があり、それぞれの使われ方に応じた用途展開が進んでいる。特に1500Fタイプのセルは、エネルギー回生用途に適合しており、自動車や建設機械、フォークリフト等への応用をはじめとして幅広い分野への応用が期待されている。

6 まとめ

JMエナジーでは、キャパシタの長所である高い出力特性を維持しつつ、エネルギー密度を大幅に向上させ、かつ放熱特性に優れ、モジュール化の際の省スペース設計を可能とした扁平角缶形リチウムイオンキャパシタを開発、事業化しており、主に輸送機器など、キャパシタを他連結させる、移動体用途に販売を加速させている。需要拡大に伴い、供給体制を強化するため扁平角缶形専用の量産工場を新設しており、今後、自動車分野等、市場のニーズが旺盛な分野においても一層の採用拡大が図れるものと期待される。

引用文献

- 1) A. Burke, Advanced Capacitor World Summit 2008, San Diego USA, July 2008.
- 2) 直井勝彦, 西野敦 監修, 「次世代キャパシタ開発最前線」, (株)エヌ・ティー・エヌ, 2009.
- 3) C. Marumo, Advanced Capacitor World Summit 2008, San Diego USA, July 2008
- 4) C. Marumo, N.Ando, M. Taguchi, 3rd European Symposium on Supercapacitors and Applications, Rome Italy, November 2008.