

# 電解質ハイブリッド技術を用いた導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサ

Conductive Polymer Hybrid Aluminum Electrolytic Capacitor Using Electrolyte Hybrid Technology

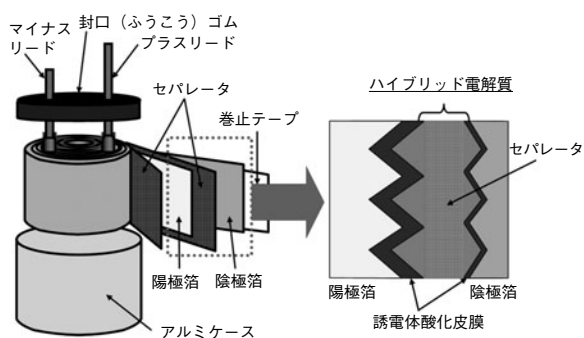
青山 達治\*  
Tatsuji Aoyama

導電性高分子コンデンサに匹敵する低ESR（等価直列抵抗）特性とアルミ電解コンデンサに匹敵する高耐電圧／低漏れ電流特性とを兼ね備えた導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサを具現化する電解質ハイブリッド技術について解説する。

Electrolyte hybrid technology for conductive-polymer hybrid aluminum electrolytic capacitors which combines low Equivalent Series Resistance (ESR) characteristics equivalent to conductive polymer capacitors and high withstand voltage/low leakage current characteristics equivalent to aluminum electrolytic capacitors will be described.

## 1. 導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサ

導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサは、アルミ陽陰電極間に高い導電性を有する導電性高分子と誘電体酸化皮膜の形成性能に優れた電解液とが融合したハイブリッド電解質を有する（第1図）。それゆえ導電性高分子コンデンサに匹敵する高周波領域での低ESR（Equivalent Series Resistance）特性とアルミ電解コンデンサに匹敵する耐電圧、低漏れ電流特性を併せもち、電子機器や自動車、情報・通信機器などのDC/DCコンバータやスイッチング電源の平滑回路用などの高リプル電流化や基板実装面積の削減、消費電力の低減に貢献できる。



第1図 導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサの内部構成

Fig. 1 Structure of conductive polymer hybrid aluminum electrolytic capacitor

\* デバイス社 電子部品・電子材料事業グループ  
Electronic Components and Materials Business Group, Industrial Devices Company

## 2. 電解質ハイブリッド技術

### 2.1 電解質材料性能と製品特性

導電性高分子コンデンサは、導電性高分子の高い導電性（1 S/cm ~ 100 S/cm）を生かし、優れた低ESR特性を有するが、導電機構が電子伝導のため誘電体酸化皮膜の形成性能に乏しく、耐電圧や漏れ電流など信頼性に課題が生じる。一方、アルミ電解コンデンサは有機溶媒に無機酸塩や有機酸塩などを溶解、解離させた電解液を用いるため、電解液中の酸素イオン（ $O^{2-}$ ）や水酸化物イオン（ $OH^-$ ）など電解質イオンの存在[1]により誘電体酸化皮膜の形成性能を有することから、耐電圧や漏れ電流特性に優れている。しかし、導電機構が電解液中のイオンの移動によるイオン伝導のため導電性が低く（1 mS/cm ~ 10 mS/cm）、低ESR特性を得るには製品サイズが大きくなる課題がある。

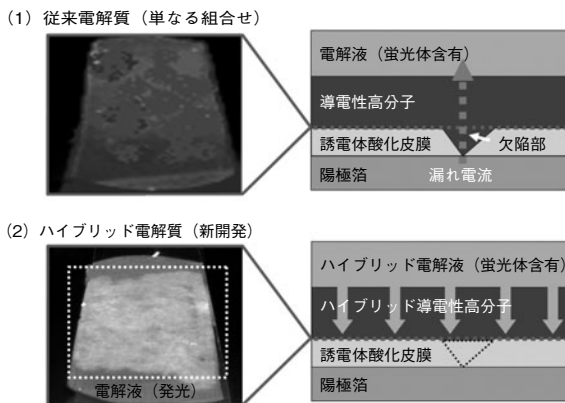
アルミ電解コンデンサの飛躍的な製品性能向上には、電解質として高い導電性、高い誘電体酸化皮膜形成性能を併せもつことが求められる。しかしながら、導電性高分子コンデンサに電解液を含浸させるだけの従来電解質の単なる組合せでは、おのおの電解質の相互影響により材料性能が著しく低下し、製品性能を向上させることは難しい。そこで当社では、おのおの電解質の材料性能を融合することができるハイブリッド技術を新たに開発し、製品性能向上を実現した。

### 2.2 電解質ハイブリッド技術

#### 〔1〕高耐電圧、低漏れ電流技術

耐電圧の向上や漏れ電流の低減には外部応力などで生じた誘電体酸化皮膜中のクラックなどの欠陥部を速やかに再皮膜形成（修復）させることが必要である。そのためには誘電体酸化皮膜上に導電性高分子と共に電解液を

存在させることが重要である。そこで当社は、導電性高分子と電解液それぞれの溶解度パラメータなどの材料物性値を用いて相互の親和性を高めた新たな電解質の開発と共に、誘電体酸化皮膜上でこれら電解質のハイブリッド化を図る電解質形成プロセスをハイブリッド技術として新たに開発した。このハイブリッド技術を用いた電解質の誘電体酸化皮膜上における従来電解質との構成の違いを、蛍光体を含有させた電解液の蛍光反応の有無により推定した（第2図）。従来電解質では導電性高分子中に電解液が浸透せず、誘電体酸化皮膜上に電解液は存在しない。それに対しハイブリッド技術を用いた電解質では電解液が導電性高分子中に速やかに浸透し、誘電体酸化皮膜上に存在していることが蛍光反応によりわかる。このような電解質構成を有した導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサは、誘電体酸化皮膜欠陥部の再皮膜形成性能が飛躍的に向上し、当社アルミ電解コンデンサと同等レベルの高耐電圧と低漏れ電流を実現した。



第2図 誘電体酸化皮膜上の電解質構成；

(1) 従来電解質, (2) ハイブリッド電解質

Fig. 2 Composition of electrolyte on dielectric oxidation film ;

(1) conventional electrolyte, (2) hybrid electrolyte

## [2] 低ESR化技術

導電性高分子の導電性発現に必要なドーパント材料として従来の単分子系材料から高分子系材料に変更することにより、高導電性で耐電圧に優れたポリエチレンジオキシチオフェン (PEDOT) を新たに開発した。さらに、導電性高分子のコンデンサ素子内部での導電パスの均一化を図るため、陽極箔や陰極箔、電解紙などの材料改善を行い含浸（がんしん）性を高めた。これにより高周波領域におけるESRを当社アルミ電解コンデンサ比で約50%～90%の低減を実現した。

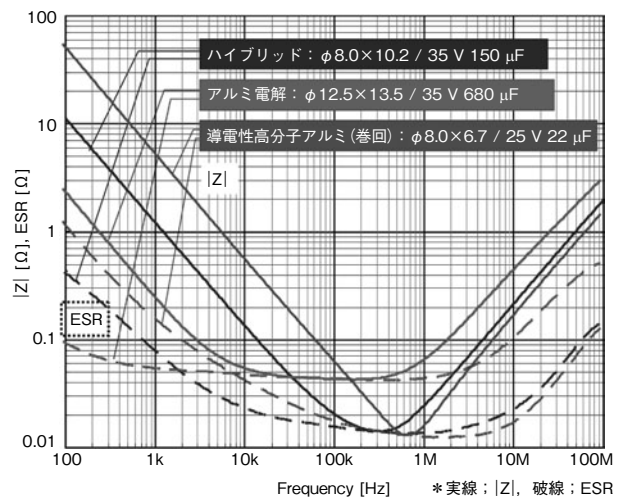
## [3] 高信頼化（長寿命化）技術

より過酷な環境下でも高い性能を長期に持続させるため、誘電体酸化皮膜形成性能に優れた溶質や低揮発性溶媒、添加剤などの材料を最適配合した新たな電解液を開発した。この電解液によって導電性高分子中ドーパントの脱ドーブや電解液蒸散による製品性能の劣化が抑制され、当社アルミ電解コンデンサ比で約2倍以上の長寿命化を達成した。

## 3. 製品性能

### 3.1 優れた周波数特性

導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサは、ほかの電解コンデンサに比べ全周波数で優れたESR特性を有する（第3図）。これは低周波領域では電解液、高周波領域では導電性高分子の材料固有の性能がおのおの引き出されるためである。



第3図 各種電解コンデンサの周波数特性

Fig. 3 Frequency characteristics of various electrolytic capacitors

### 3.2 優れたリップル電圧除去性能

電源回路などのリップル電圧除去性能の改善をアルミ電解コンデンサ比で約60%以上の基板実装面積削減で実現することができる。これにより、電子機器などの小型化、軽量化、高性能化に効果を発揮することが可能となる。

---

#### 4. 今後の展望

---

電解質ハイブリッド技術をアルミ電解コンデンサのさらなる製品性能向上の基盤技術とし、コア技術となる導電性高分子の高導電化や高耐電圧化、また数百Vの中高電圧領域で用いる電解液技術の応用展開を図る。今後、従来のカテゴリーを超えた高機能なアルミ電解コンデンサを創出し、電子機器などの性能向上に貢献していきたい。

#### 参考文献

- [1] 永田伊佐也, “電解液陰極アルミニウム電解コンデンサ,” 日本蓄電器工業(株), pp.288-289, 1997.