

アルミ電解コンデンサ用電解液

赤澤慶彦

バッテリー・キャパシター材料研究部
副主任

[紹介製品のお問い合わせ先]

当社情報・電材本部電子材料産業部

最近、薄型テレビで代表されるデジタル家電や携帯電話などのデジタル製品市場が成長している。これに伴い、デジタル製品に使用される電子部品の需要も増加している。これらに欠かせないのが、電子部品の1つであるアルミ電解コンデンサ(キャパシタともいう)である。

アルミ電解コンデンサの重要な働きは、電気を蓄えたり放出したりする蓄電池としての働きである。蓄電池としての働きを利用した回路には、交流を直流に変換する際に必要となる平滑回路やパソコンなどのバックアップ回路、コンデンサの充放電に要する時間を利用したタイマー回路などがある。本稿では、アルミ電解コンデンサの性能を左右する電解液『サンエレクト』シリーズについて述べる。

◇コンデンサの構造と種類

一般にコンデンサは、図1のように酸化アルミニウムなどの金属酸化物やセラミックおよびプラスチックなどで作られた誘電体を、

2枚の電極で挟み込んだものである。電極間に直流電圧を与えると、両極間の電圧が電源電圧と等しくなるまで電流が短時間に流れ込み、片方の電極にプラス、他方の電極にマイナスの電気がたまる仕組みである。誘電体の種類により、コンデンサは表1のように分類され、用途により使い分けられている。

◇アルミ電解コンデンサの原理と構造

表1のコンデンサのなかで、静電容量が大きく、電子部品の小型化に適したアルミ電解コンデンサは、①陽極アルミはく、②誘電体(陽極アルミはくの表面で形成した酸化皮膜)、③電解液、④セパレータ紙、⑤陰極アルミはく、か

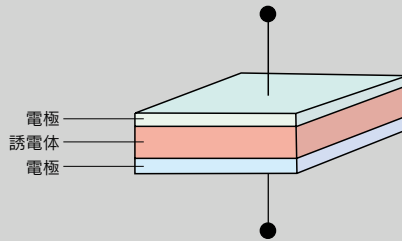


図1 ●コンデンサの構造

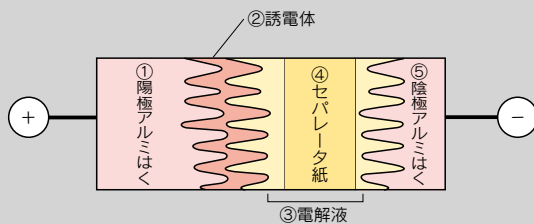


図2 ●アルミ電解コンデンサの構造

表1 ●コンデンサの種類と特長および主な用途

分類	コンデンサの種類			特長	主な用途
	陽極	誘電体	陰極		
電気二重層コンデンサ	活性炭	電解液	活性炭	静電容量が極めて大きい	自動車エンジンアシスト
アルミ電解コンデンサ	電解液	アルミニウム	酸化アルミニウム	静電容量が大きい	AV機器、OA機器、自動車電装機器
	導電性高分子	アルミニウム	酸化アルミニウム		
タンタルコンデンサ	タンタル	酸化タンタル	二酸化マンガン	高耐熱性	携帯電話、自動車電装機器
フィルムコンデンサ	アルミニウム	ポリプロピレン	アルミニウム	周波数特性がよい	産業機器、AV機器、OA機器
セラミックコンデンサ	ニッケル	チタン酸バリウム	ニッケル		携帯電話、AV機器、自動車電装機器

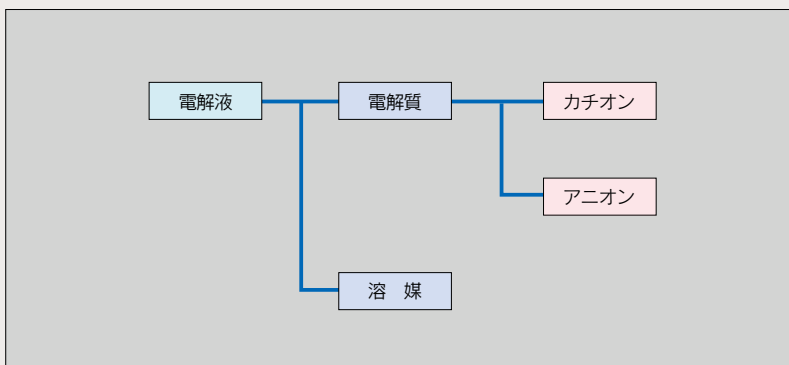


図3 ●アルミ電解コンデンサ用電解液の構成

表2 ●『サンエレック』シリーズの性状例

製品名	外 観	電気伝導率 (mS/cm, 30℃)	放電電圧* (V)	溶質濃度 (質量%)	タイプ
サンエレック CP-120	黄褐色液状	約 13	約 70	25	汎用
サンエレック CP-150	黄褐色液状	約 14	約 70	35	低抵抗対応
サンエレック GS-60	淡黄色～ 黄褐色液状	約 11	約 70	60	長寿命対応
サンエレック SS-110	淡黄色～ 黄褐色液状	約 4	約 70	60	長寿命対応

* 10cm² エッチングアルミはくを用いて定電流法 (2mA) にて放電電圧を測定した

ら構成される[図2]。

基本材料の1つである陽極アルミはくは、高純度のアルミニウムはくをエッチングして表面に細孔を形成させ、実効表面積を広くさせたあと、酸化皮膜を形成させて誘電体としている。この誘電体を用いることでアルミ電解コンデンサの特長である大きな静電容量を得ることができるので、コンデンサの小型化が可能となった。

セパレータ紙は、陽極アルミはくと陰極アルミはくを隔離し、耐電圧維持やショート防止機能をもつとともに、電解液を浸み込ませて保持する働きがある。

陰極アルミはくは、陽極アルミはくと同様に表面をエッチングしている。

◇電解液の役割

電解液の役割は、誘電体の細孔

に浸透して、誘電体に接触することで、実質の陰極として機能することである。もう1つの大きな役割に誘電体の修復機能がある。誘電体である酸化皮膜に欠陥ができると、その部分から電気が流れコンデンサがショートしてしまう。しかし、酸化作用のある電解液が存在すると新たな誘電体が形成され、皮膜の欠陥を修復することができる。電解液によって誘電体が自己修復されることは、アルミ電解コンデンサが実用上で高い信頼性を得ている大きな理由でもある。

◇電解液の構成

電解液は、イオンに解離する電解質とそれを溶解する溶媒とから成る[図3]。電解質は酸成分(アニオン)と塩基成分(カチオン)とからなり、電解質の酸成分にはホウ酸あるいはカルボン酸などの弱酸

が用いられ、コンデンサにかかる電圧によって酸の使い分けがなされている。使い分けされる理由は、酸成分が電解液の酸化皮膜形成能に密接に関係しているためである。ちなみに強酸は皮膜形成能が小さいことに加え、電極を腐食する傾向が強く使用に適さない。

電解質の塩基成分は、電解液のpHを調整して、誘電体を安定化させる役割をもつ。溶媒に溶解しやすく、かつイオンに解離しやすい電解質を形成させるために、アンモニアやアミンなどの有機塩基が使用されている。

溶媒は、電解質をよく溶解しイオンに解離させるものが望ましい。また広い温度範囲で使用でき、凝固点が低く沸点の高い必要もある。主にエチレングリコールやγ-ブチロラクトンが使用されている。

◇電解液に要求される性能

幅広い用途に利用されるアルミ電解コンデンサの電解液には、以下のような性能が要求される。

- ①高電気伝導率：電解液中のイオンの移動速度が速いこと。
- ②広い使用温度範囲：低温で凝固することなく、高温で劣化しにくいこと。
- ③低液漏れ性：電解液がコンデンサの外に漏れ出さないこと。

これらが要求される主要な点であり、さらに以下の点も具備する必要がある。

- ④酸化皮膜を保護し、欠陥部分を修復する化成性(酸化皮膜形成能)を有すること。
- ⑤適度な粘性をもち、セパレータ紙中に均一に保持されること。
- ⑥電極面をよくぬらし、誘電体の細孔やセパレータ紙の繊維内部によく浸透すること。

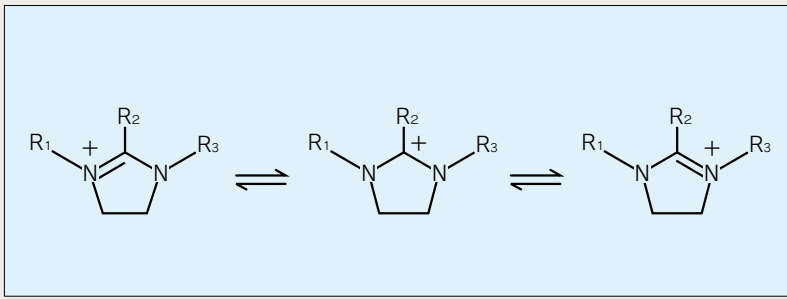


図4●環状アミン化合物の共鳴効果

◇当社電解液『サンエレック』シリーズの特長

上述の要求性能を満足させるため、当社は環状アミン骨格を有する化合物を電解質のカチオンとした電解液『サンエレック』シリーズを上市している[表2]。『サンエレック』シリーズは以下の特長を有する。

①高電気伝導率

環状アミン構造を取ることで、共鳴効果により電荷を非局在化させて、環状アミン化合物を安定化させ[図4]、かつ分子量を小さくして、イオンの移動速度を速め、高い電気伝導率を実現させた。つまり、電気が速く流れるため、コンデンサの抵抗が低くなるので、コンデンサの発熱が抑えられ、小型化がで

きる。

②広い使用温度範囲

熱安定性の高い環状アミン構造と芳香族カルボン酸を組み合わせることで熱分解温度を高めている。また、環状アミン化合物を化学修飾することで分解を抑制し、高い熱安定性を確保させた[図5]。

また、環状アミン構造を非対称化することで結晶化を抑え、低温での溶媒への溶解性を高めた。さらに、電解質との反応性が小さく、高沸点かつ低温特性に優れた γ -ブチロラクトンを溶媒として使用している。

これらによって低温から高温までの広い温度範囲で優れた性能の発現が可能となっている[図6]。

③低液漏れ性

第四級アンモニウム塩のようなカチオンを用いた電解液は、コンデンサの陰極付近での電気化学反応で発生した OH^- を捕捉できず強アルカリ性となるため、シール性能の確保が難しいという問題があった。環状アミン化合物は、アルカリ条件下で水酸基イオン(OH^-)と反応して OH^- 濃度を減少させアルカリ性を低減させる。また、 OH^- と反応したあと、自身は弱い塩基成分に変化するという機能を有する[図7]。この働きによって陰極付近のアルカリ化によるシール性能の低下を抑制することができる。

H型電気分解セル[図8]を用いて定電流電解したときの陰極付近のpH変化を調べた結果を図9に示す。環状アミン塩系電解液である『サンエレック』シリーズは、第四級アンモニウム塩系のように高いpHとならないことがわかる。

これらの特性を有する電解液『サンエレック』シリーズと、コンデンサメーカーでのコンデンサの封口構成材料の適正な選択

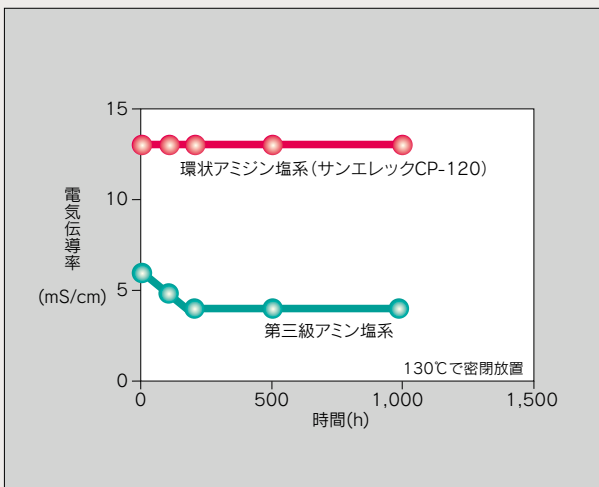


図5●電解液の高温下での経時変化

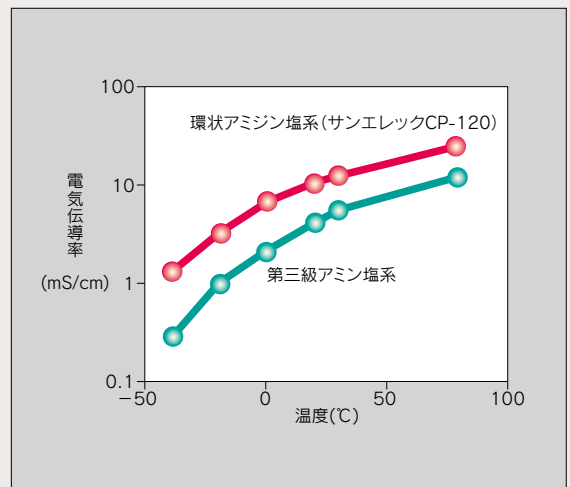


図6●電解液の温度と電気伝導率の関係

アルミ電解コンデンサ用電解液

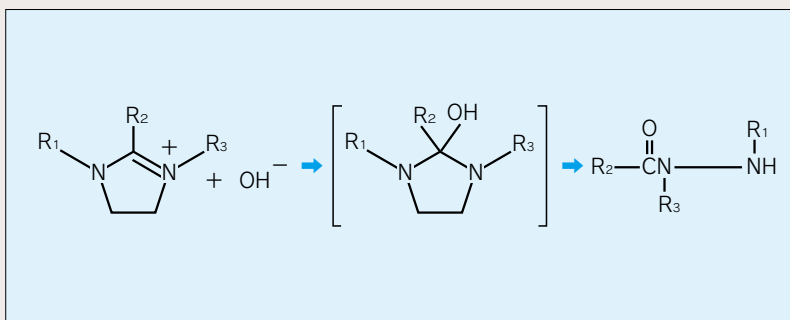


図7●環状アミジン化合物とOH⁻の反応

サの封口ゴムを透過する溶媒量を減少させたり、より透過しにくい溶媒を用いることが効果的である。
②最適な酸組成設計による高耐電圧化への対応

高耐電圧化のためには、誘電体の欠陥部分を修復する能力を向上させる必要がある。この修復能は電解質の酸成分の分子サイズ、酸強度、誘電体との結合力などの物性と関係するので、最適な酸組成を設計することが技術課題である。

こうした開発を進め、今後もアルミ電解コンデンサの高性能化への要望に対応すべく、電解液の高機能化を図っていく。

参考文献

- 『電解液陰極アルミニウム電解コンデンサ』永田伊佐也著、日本蓄電気工業株式会社
- 第2回ニューキャパシタ研究会要旨集、55(1996)
- '96スイッチング電源シンポジウム要旨集、B-4-2-1(1996)
- 『コンデンサ最新技術と材料 '86年度版』コンデンサ最新技術と材料 '86年度版編集委員会、総合技術出版

やシール技術の改善とを併せることで高信頼性・高温下での長寿命・低抵抗のアルミ電解コンデンサを設計することができる。

◆今後の展開

近年ますます利用範囲が広がるアルミ電解コンデンサは、よりいっそうの①長寿命化、②高い電圧でも使用できる高耐電圧化の要望が高まっている。これに対応する電解液開発の取り組みとして、当社は以下のことを行っている。

①高濃度化による長寿命化

アルミ電解コンデンサに寿命があるのは、電解液中の溶媒がコンデンサの封口ゴムを透過し、電解液量が減少するためである。そのため、電解質濃度を高めることで溶媒の蒸気圧を低くしてコンデン

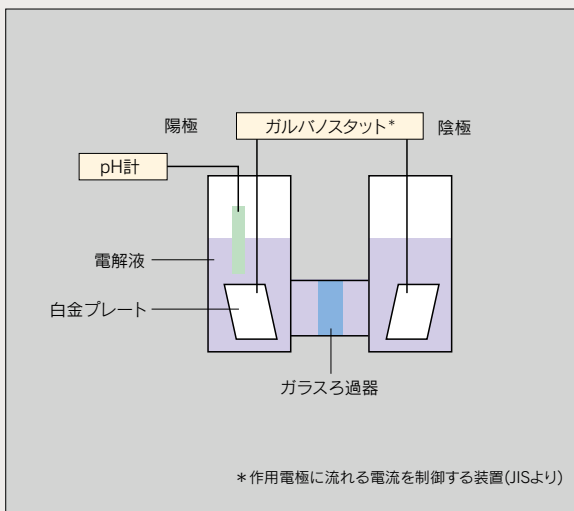
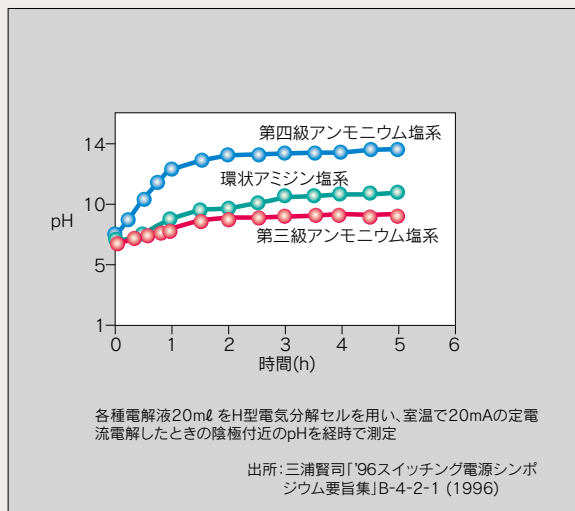


図8●H型電気分解セルの構造



各種電解液20mlをH型電気分解セルを用い、室温で20mAの定電流電解したときの陰極付近のpHを経時で測定

出所：三浦賢司「'96スイッチング電源シンポジウム要旨集」B-4-2-1(1996)

図9●定電流電解時の陰極付近のpH経時変化