

## 円筒セラミックコンデンサ

(1950年～現在)

Key-words: 高周波モジュール, 電子チューナ

注1 面実装部品とよばれ特にリフロー半田との組み合わせにて機器の高周波・小型化を実現した。

注2 ESR (等価直列抵抗) は電源回路のバイパス用途に使用する際、大変重要な特性となる。グラウンドに交流成分をバイパスするため ESR が低いとノイズ対策効果が大きく、発熱 (損失) も小さい。ESR が小さいと言うことはコンデンサの Q が高い (HiQ) と同義である。

注3 セラミック内部の多数の半導体結晶界面にコンデンサを形成する事で単層構造でも大容量なコンデンサが形成出来る。

円筒セラミックコンデンサは電子機器の強い小型、高周波要望から発明、量産化された。戦後日本の成長を担ったトランジスタラジオ (昭和 30 年～) や高度成長時代の TV (昭和 40 年～) や VTR (昭和 60 年～) の普及時に広く採用され電子立国日本を支えた。セラミックコンデンサが「円板」形状から始まり、「円筒 (丸型)」と「積層 (角型)」形状に分かれていった流れはそのまま日本の電子部品の市場ニーズを反映している。円筒形状は「円筒チップコンデンサ」と言う SMD 部品として究極の姿を完成させた。高周波特性で他の部品の追従を許さず、当時画期的な実装条件であったマルチマウントに最適な部品としてモジュールメーカーのニーズに応え市場の拡大を果たした。現在は、積層 (角型) が主流であるがその高周波やマルチマウント特徴は今も健在であり市場の要求に応じている。

## 1. 製品適用分野

通信機器, 電子チューナ等の小型・高周波回路。

## 2. セラミックの特徴

セラミックコンデンサは円板形状のディスクリット (リード付き) 部品として生まれ現在も使用されている基本的な構造である。しかし単層で平面構造のため、小型化や静電容量 (以下容量) の拡大に適さない。

一方、円筒形状は容量を形成する部分が立体構造であるため小型化に有利でリフローはんだに適した SMD (面実装部品) 注1) として高密度実装性に優れる。さらに内部電極に銅メッキを施すことで低 ESR・HiQ 注2) (図1) な高周波特性に優れた性能も実現している。

単層構造のセラミックに BL 注3) と呼ばれる粒界絶縁

型半導体コンデンサ構造 (図2) を用いることで小型・大容量をも実現した。この BL 構造は  $\text{SrTiO}_3$  (チタン酸ストロンチウム) と呼ばれるセラミックで構成され、常温域では立方晶となるため温度安定性や外部衝撃に対する歪み (ショックノイズ) に優れ、電子チューナ用途として最適の評価を得た。

この円筒形状のコンデンサは「円筒チップコンデンサ」と呼ばれ、マルチマウント注4) 実装に最適な SMD 部品として究極の完成を見た。2 × 1.25mm の形状で F 特性注5) 223 (0.022uF) を実現した。

この円筒形状の特徴が高く評価され、電子チューナやモジュール等の小型・高周波市場を中心に市場で高いシェアを得た。最盛期の 2000 年には総生産で 80 億個 (年) に達し、月当たりでは最大 9 億個の生産実績

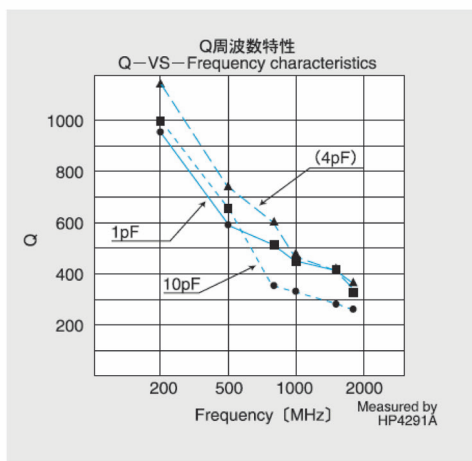


図1 製品仕様 (Q 周波数特性)

高周波部品として重要な Q 特性に関しては、GHz レベルまで高い値を実現している。特に低容量では積層コンデンサの Q 値を高める (積層を積む) 事が困難な事もありその優位性は際だっている。例えば、図の例では積層一般品と比較すると 2～5 倍程度の Q 値を実現している。

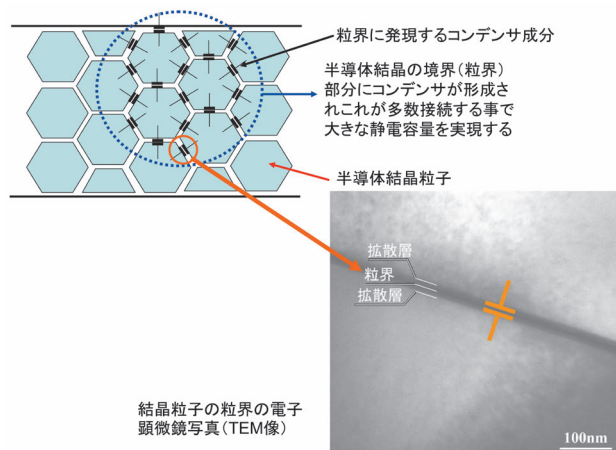


図2 BL (粒界絶縁型半導体) コンデンサの構造

静電容量拡大が困難であると考えられた単層構造のセラミックでは「BL 構造」が発明され大容量化を実現した。単一のセラミック構造中に多数の半導体結晶を作り、その粒界部分を絶縁化 (コンデンサ) する事で粒子の表面積分のコンデンサを作る事が出来る。

を残した。

### 3. 製品の基本構造

内部構造を図3に示す。コンデンサの静電容量特性は円板コンデンサと同様に、円筒セラミックの厚みに反比例し内外電極の公差面積に比例する。

電気特性を構成する素子と呼ばれる電極を形成したセラミックに、はんだ接合のための端子電極と絶縁保護のための樹脂外装を施し面実装機能を実現した。

代表的なチップ部品(図4)の他にキャップを施しリード線を同軸方向に付けたアキシアルリードタイプ(図5)と呼ばれる形状もある。

### 4. 製法

図6に製造フローを示す。セラミックの素原料を「仮焼成」で中間段階まで反応させ、それを粉碎しバインダー(有機物)を加え練り上げる(土練)。その後、この粘土を長時間ねかせ押し出し成型を用いて高速に円筒の連続した形状(マカロニ形状)に加工する。個別のチップに切断し、焼成すると「素地」と呼ぶ成型体になる。これに内部電極を塗布し、焼き付けると「素子」と呼ばれる電気特性の発現する形態になる。さらにメッキを施した後、電極間や表面のリークを防ぐ樹脂を塗布し硬化させ端子電極を形成する。最後に、再度半田付けのためのメッキを施し電気特性や外観を全数選別した後に、テーピングやバルク状態に包装され出荷される。

### 5. 製品仕様

図7に製品の外形構造寸法および電気特性範囲と周波数Q特性(図1)を示す。電気特性は高周波回路で要求の強い多様な温度特性と高いQ値を実現している。

### 6. 将来展望

セラミックチップ部品としてはすでに積層構造が小型化・大容量化や商品の多様性で圧倒し現在はBL構造のコンデンサは生産を縮小している。

しかしながら円筒セラミックコンデンサはマルチマ

注4 広く普及しているワンバイワンと呼ばれる部品を1個ずつ取り扱う方法に対して、基板上の部品を一括で実装できる生産性の非常に高い実装の手法

注5 コンデンサの温度特性:  $-20^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$  の静電容量変化率が  $+30\% \sim -85\%$  で JIS に規定される。主な回路用途はノイズ対策で、温度変化にあまり依存しない ESR の優れた利点で広く利用されている。

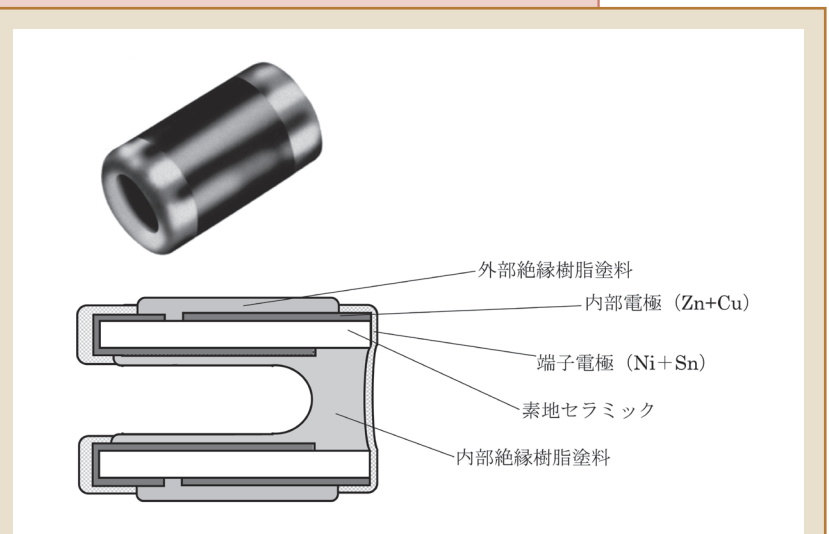


図3 製品外形と断面構造

円筒コンデンサはその名の通り、セラミックを円筒状に成型しその内外に Zn 電極 (Cu メッキ) を形成し、絶縁塗料を施して面実装部品 (SMD) と成る。セラミックの材料と厚み、塗布される電極面積でコンデンサの基本性能である温度特性、定格電圧、静電容量が決定される。



図4 円筒チップ型セラミックコンデンサ

円筒形状の代表部品である「円筒チップコンデンサ」.  $2.0 \times 1.25$  と  $1.6 \times 1.0\text{mm}$  の2種類が有り、高周波特性に優れ、マルチマウント実装に最適化した使い勝手を提供している。

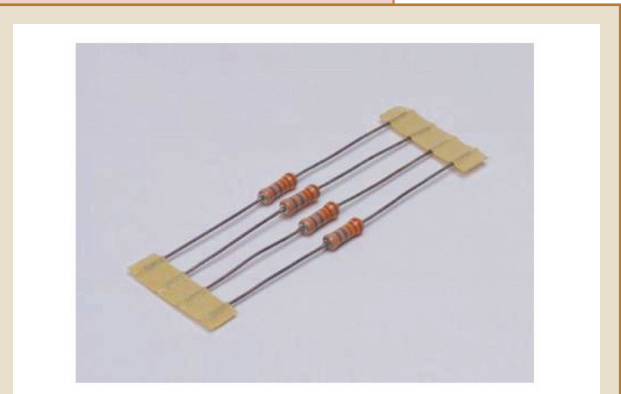


図5 アキシアルリード型セラミックコンデンサ

円筒形状の製品と同軸(長手)方向にリード線し、市場で広く普及している抵抗部品と同一の形態を有するコンデンサ。容量表示(カラーコード)にも対応し使い勝手に優れる。

ウント適性や高周波特性でまだ優位性が高く市場の期待に込えている。

また他の円筒部品応用に目を向けるとアキシャルリード型のディスクリード部品として汎用的な抵抗部品と同一の実装条件で使用できるコンデンサとして市場評価が高い。

## 文献

- 岡崎清, “セラミック誘電体工学”, 学献社(1983) pp385-387.
- 藤本正之, 山岡信立, *NEEDS & SEEDS*, 1,31-32 (1985).

[連絡先] 山本 洋一  
 太陽誘電(株)  
 コンデンサ事業部 品質保証部  
 〒 370-1196 佐波郡玉村町大字川井 1796-1

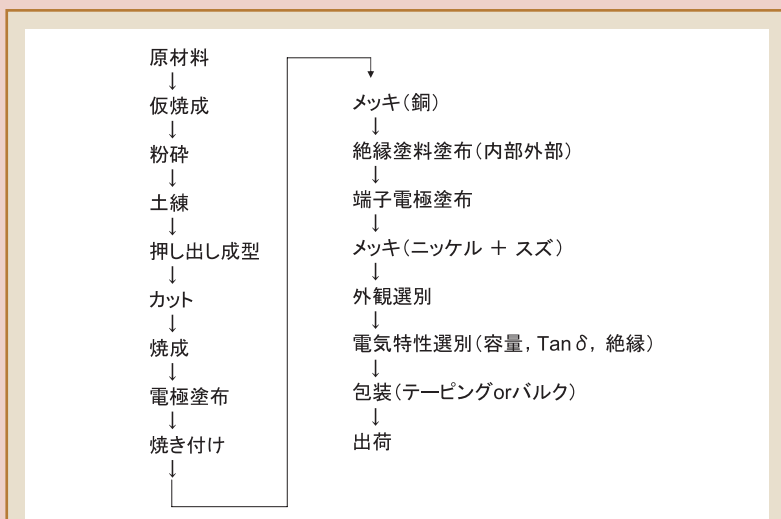
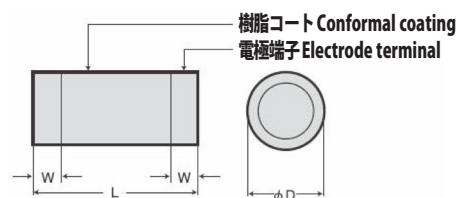


図6 円筒チップ型セラミックコンデンサの製造工程フロー

原材料を一旦中間材料に加工し、成型、焼成、電極形成、外部絶縁塗布をへてメッキを施し外観や電気特性を全数選別する。最後に、テーピングやバルクといったお客様の希望される包装形態に加工され出荷される。

## 形状寸法



## 電気特性

表1 形状寸法と温度特性別、静電容量取得範囲 pF

形状寸法	033タイプ L: 1.6 (mm) φD: 1.0 (mm) W: 0.3 (mm)	053タイプ L: 2.0 φD: 1.25 W: 0.3
温度特性*		
C	~13	~20
R	~15	~20
S	~18	~22
T	~22	~27
U	~27	~30
SL	~100	~150
A	-	~180
B	~330	~470

\* 温度特性は、温度による静電容量変化率で分類。  
 静電容量変化率は、C<R<S<T<U<SL<A<Bの順で大きい。

図7 製品仕様

小型で多様な温度特性に加え、モジュール回路に多い狭偏差にも対応したラインナップで市場の強い支持を得た。

※この記事は、2007年に作成されたものです。その後、本製品の生産は2022年に終了しております。