

粒界絶縁型コンデンサ

(1973年～現在 (円板は、2004年で生産中止))

粒界絶縁型コンデンサ (図1) は、半導体セラミックスの粒界部に高絶縁性物質が一樣に偏析した構造で、結晶粒と粒界の複合機能を利用したものである。

形状は主に円筒形であり、電気的特性に優れ小型大容量品として用いられている。その他の形状として、円板形や異形状などがある。

1. 製品適用分野

民生用電子機器。

2. 適用分野の背景

表面実装技術の進歩に伴う高密度実装化に対して、電子部品の小型化、高機能化、高信頼性化、低価格化が強く要求されている。コンデンサ部品においても小型化、大容量化、低価格化に対する要求は強まるばかりであり、その流れに対する方向性として積層セラミックコンデンサや半導体セラミックコンデンサが存在する。このうち半導体セラミックコンデンサは、粒界絶縁型^{注1)}と表面再酸化型の2つに大別され、求められる特性により使い分けられている。

用途として、通信機器用では携帯電話、民生機器用ではチューナ、DVDレコーダー、テレビ、カーオーディオ等に用いられている。

図2にチューナにおける粒界絶縁型コンデンサの使用位置を示す。

3. セラミックの特徴

粒界絶縁型コンデンサの誘電的特性は、基材セラミックが本来持っている誘電特性と粒界拡散物質^{注2)}の特性が複合されて現れる。基材として使用できるセラミックとしては、 SrTiO_3 、 $(\text{Sr, Ca})\text{TiO}_3$ 、 BaTiO_3 、 $(\text{Ba, Sr})\text{TiO}_3$ 等が挙げられる。特に SrTiO_3 、 $(\text{Sr, Ca})\text{TiO}_3$ は、安定した誘電特性を有しており基材として適している。 SrTiO_3 は原子化制御法と強制還元法を併用することにより半導体化することが出来る。半導体セラミックに要求されるもう一つのポイントは粒径コントロールである。得られる数十 μm の結晶粒子の制御技術はノウハウの要素が多いが、要因としては、 SrTiO_3 粉体の粒子径、 Sr/Ti 比、 SiO_2 や Al_2O_3 等の焼結促進添加剤、等々があり生産上その管理が重要となる。

誘電特性は、粒界に拡散させた物質が半導体粒子の粒界近傍部分の物性をコントロールしている。

拡散物質の主成分として最も効果的な物質は Bi_2O_3 である。他の物質としては、粒界への拡散をコントロールする PbO 、 B_2O_3 、および SrTiO_3 の粒界近傍の原子化補償や粒界への酸素供与体としての働きを行うと考えられる CuO 、 MnO が用いられる。これらは、二次焼成により粒界部へ拡散される。図3に二次焼成温度で拡散物質を粒界に拡散させた後、徐冷した試料の三重結合点のTEM像を示す。また、図3の点線で示された部



図1 粒界絶縁型コンデンサ

形状は、円板型と円筒型があり用途により使い分ける。

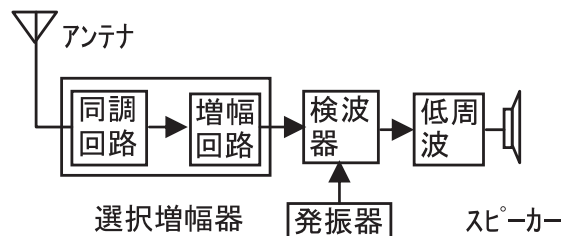


図2 チューナにおける粒界絶縁型コンデンサの使用場所

増幅回路の結合コンデンサやバイパスコンデンサとして静電容量の大きな製品が用いられる。

Key-words : 半導体コンデンサ, 半導体セラミック, 粒界絶縁型

注1 半導体セラミックの粒界を誘電体にコントロールしたもので、誘電体の誘電率と厚みおよび粒子径と数に見合った容量、耐電圧、絶縁抵抗が得られる。

注2 半導体化された粒界部に熱拡散させ絶縁層を形成するもので、Bi, Pb, Cu, Mn 等の酸化物をペースト状にし、セラミック素体に印刷および浸漬方法で塗布される。

分の STEM 分析による拡散物質の粒界からの距離による組成変化を図4に示す。

4. 製品の特長と仕様

粒界絶縁型コンデンサの構造は、半導体セラミックスの粒界部に高絶縁性物質が一様に偏析しているモデルであり、結晶粒界面における原子価補償と粒界に偏析する高絶縁物質の組み合わせで特性が決定され、他の半導体コンデンサと比較して①絶縁抵抗が高い ②耐湿性が良い ③高周波特性が良い等の特長がある。

粒界絶縁型コンデンサの特長は粒子径を目的に合った大きさにコントロールするところにあり、再酸化型コンデンサのように表面に出来る極めて薄い絶縁層を利用する場合と異なっている。

コンデンサとして、チューナー等の増幅回路の制御および安定化等に優れた特性を有する。表1に各種半導体コンデンサの構造と特長を示す。製品形状としては、円板型が量産されその後、円筒型が開発され、2125・1610タイプが実用化された。

5. 製法

図5に基本的な粒界絶縁型コンデンサの製造工程図を示す。原材料に半導体化

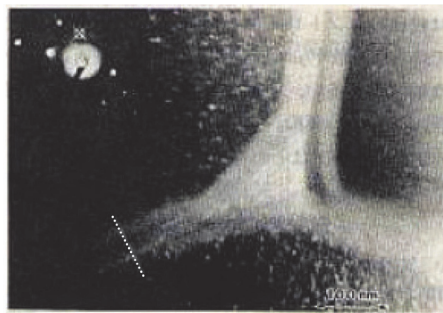


図3 金属酸化物を熱拡散・徐冷した試料のTEM暗視野像
液相は三重結合点にのみ存在し二粒界面(点線)では見られない。

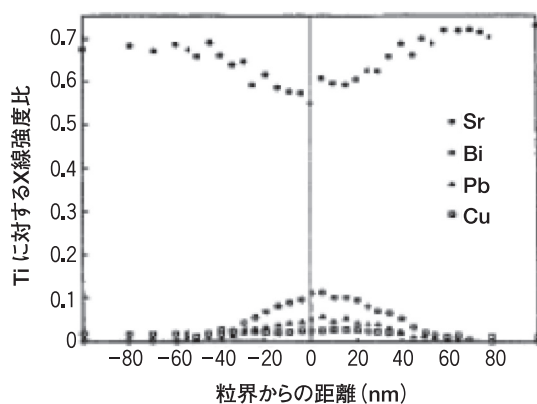


図4 金属酸化物を熱拡散した試料のSTEM化学分析による粒界近傍の組成変化
拡散物質が粒界から粒内に拡散していることが観測される。

表1 各種半導体コンデンサの構造と特徴

再酸化型	粒界絶縁型
表面より拡散してコントロールした誘電体を利用	表面より拡散してコントロールした粒子間の誘電体を利用
(原子価制御型) (原子価補償)	(原子価制御型+強制還元型) (絶縁物の拡散と原子価補償)
○容量は誘電体の誘電率と厚みで決定 ○誘電体層に見合う耐電圧, 絶縁抵抗が取得	○容量は誘電体の誘電率と厚み, 粒子径と数により決定 ○誘電体と粒子数に見合う耐電圧, 絶縁抵抗 ○耐湿性能良好

半導体コンデンサは一言で言うと、半導体セラミックスの外表面あるいは、内表面である粒界に容量性の絶縁層を形成して作ったコンデンサである。表面再酸化型と粒界絶縁型に区別される。

するために必要な微量添加物，例えば Dy, Nd, Y, Nb 等の金属酸化物を配合し湿式分散を行った後，乾燥した粉体に有機バインダーを混合し円筒形状に押出し成型または生シート化し乾燥する．一次焼成では，適度に粒成長させた半導体セラミックスを得るために還元雰囲気中で焼成を行う．二次焼成では，得られた半導体セラミックスに金属酸化物を塗布し大気中で熱拡散させ粒界の絶縁化を行う．これにより，粒界絶縁型コンデンサを得る．

6. 将来展望

粒界絶縁型コンデンサは，大容量化，超小型化が急速に進みつつあるセラミックコンデンサの流れの中で，徐々に積層コンデンサに移行している．しかし，安定した誘電特性，良好な周波数特性等の特徴から今後も重要な役割を果たしていくことに変わりはない．

文献

井口喜章, 斉藤保, 山岡信立, セラミックス, 27, No.8, 758-764 (1992).

[連絡先] 村上 俊昭
太陽誘電(株) 第三事業部 技術部
〒370-3345 高崎市上里見町1660

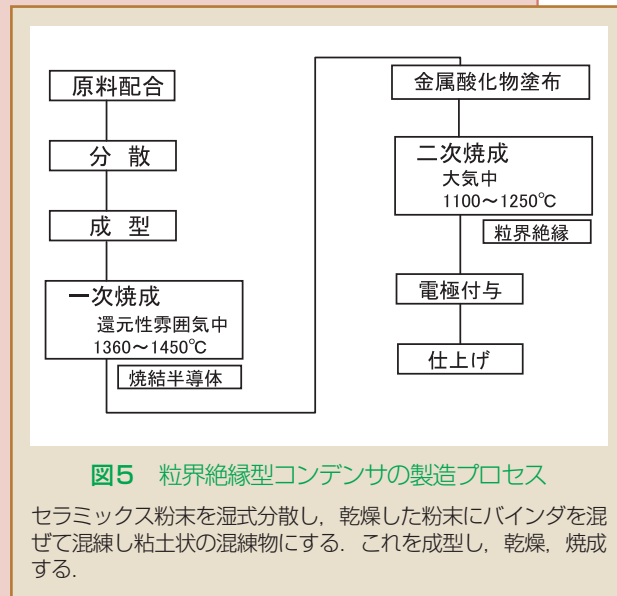


図5 粒界絶縁型コンデンサの製造プロセス

セラミックス粉末を湿式分散し，乾燥した粉末にバインダーを混ぜて混練し粘土状の混練物にする．これを成型し，乾燥，焼成する．