

Application News

積層セラミックコンデンサの元素分布測定

吉見 聡

ユーザーベネフィット

- ◆ 誘電体層の微量添加元素の分散状態を確認できます。
- ◆ コアシェル構造に添加される微量な希土類元素の分布を確認できます。
- ◆ 誘電体層と外部電極界面にあるガラスフリットの拡散状態を確認できます。

■はじめに

積層セラミックコンデンサ (MLCC : Multi-Layer Ceramic Capacitor) は、携帯電話や自動車などあらゆる産業の電子機器に使用され、特に自動車の電動化と自動運転の普及に伴い需要が拡大しています。その中で、電子機器の更なる小型化・軽量化・長寿命化の要望に応えるため、MLCCの小型化と静電容量の大容量化の研究が進められています。静電容量は、誘電体の誘電率と誘電体の総数に比例し、誘電体層の厚さに反比例するため、誘電体材料の高誘電率化、誘電体層の薄層化と多層化が必要となっています。そのため、微細な多層構造や微量な添加元素の分布の評価が重要になります。

本アプリケーションでは、電子線マイクロアナライザ EPMA™ (EPMA-8050G) を使用した、MLCCの微量添加元素などの分析例をご紹介します。

■ MLCC

MLCCは、内部電極と誘電体層が交互に多層積層した形状の外側を外部電極で囲んだ構造です。MLCCは、誘電体セラミック粒子を微細でかつ均一に制御することで誘電体層を薄層化し、積層数を多層化することで静電容量の大容量化を図っています。また、常温で高誘電率を示すためには、キュリー温度のピークを常温域に下げ、比誘電率を大きくするシフターであるジルコン酸バリウム (BaZrO₃) やチタン酸ストロンチウム (SrTiO₃) を添加します。比誘電率の温度変化率を小さくするためには、キュリー温度のピークをなだらかにするデプレッサーであるチタン酸マグネシウム (MgTiO₃) やチタン酸カルシウム (CaTiO₃) を添加しています。

図1は、ニッケル (Ni) 内部電極と誘電体であるチタン酸バリウム (BaTiO₃) のセラミック粒子で形成されたMLCCの断面を分析した結果です。EPMA光学顕微鏡画像であるOM-imageの赤枠領域が分析領域です。誘電体層のBaTiO₃と一部途切れているNi内部電極とが交互に等間隔で多層積層していることが図1から分かります。また、微量添加元素のマグネシウム (Mg)、ケイ素 (Si)、マンガン (Mn)、ジスプロシウム (Dy) の分散具合が分かり、Overlay像ではMn偏析部にMgが分布していることを示しています。

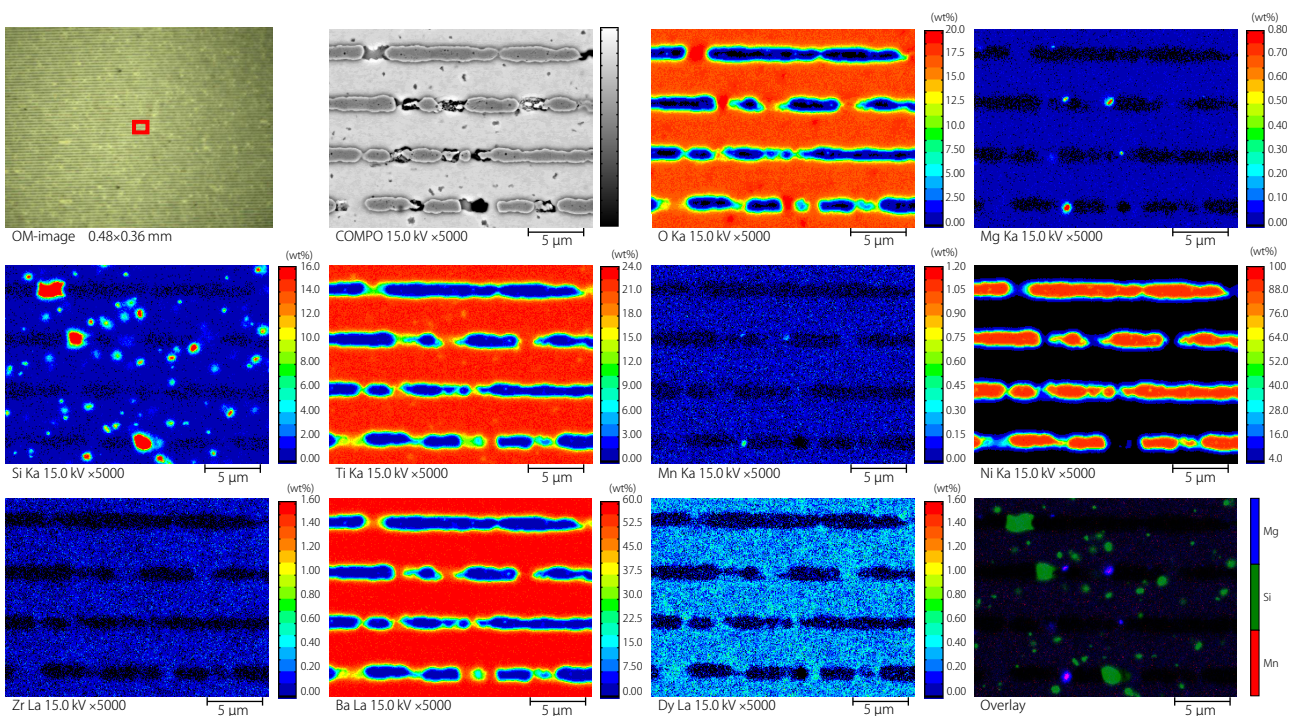


図1 内部電極と誘電体層のマッピング

■ 誘電体層の微量添加元素

誘電体のセラミック粒子は、コア部とそれを取り囲むシェル部のコアシェル構造となっています。高誘電率のコア部に対して、シェル部は誘電率が低いため、添加物がシェル部に偏析すると温度特性に影響を及ぼすことがあります。そのため、微量添加物の量や焼成条件を検討して、添加物としてDyやホルウム（Ho）などの希土類元素をシェル部に固溶させ、誘電率の温度依存性を小さくし、長寿命化を図るなど温度特性を改善します。

図2と図3は、誘電体層に微量に添加する元素のスペクトルと分布像です。キュリー温度のピークを低温シフトさせるDyとMgが濃度勾配を持って分布し¹⁾、その濃度差は、Mgが0.02 wt%、Dyが0.2 wt%程度であることが分かります。

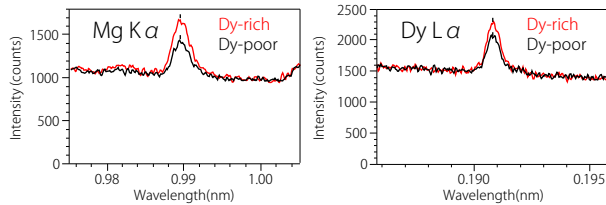


図2 誘電体層の微量添加元素スペクトル

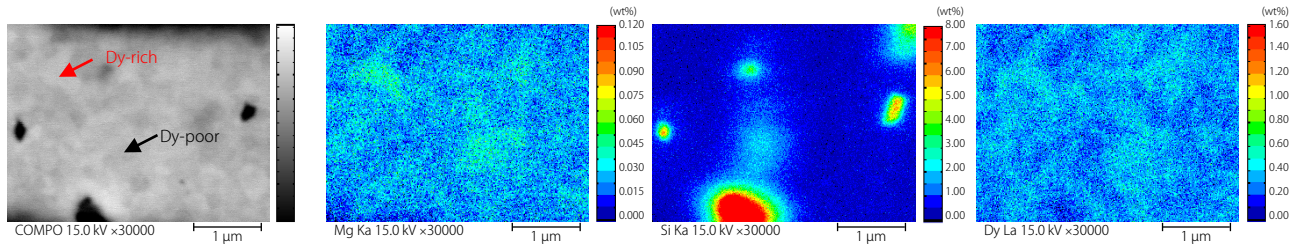


図3 誘電体層の微量添加元素マッピング

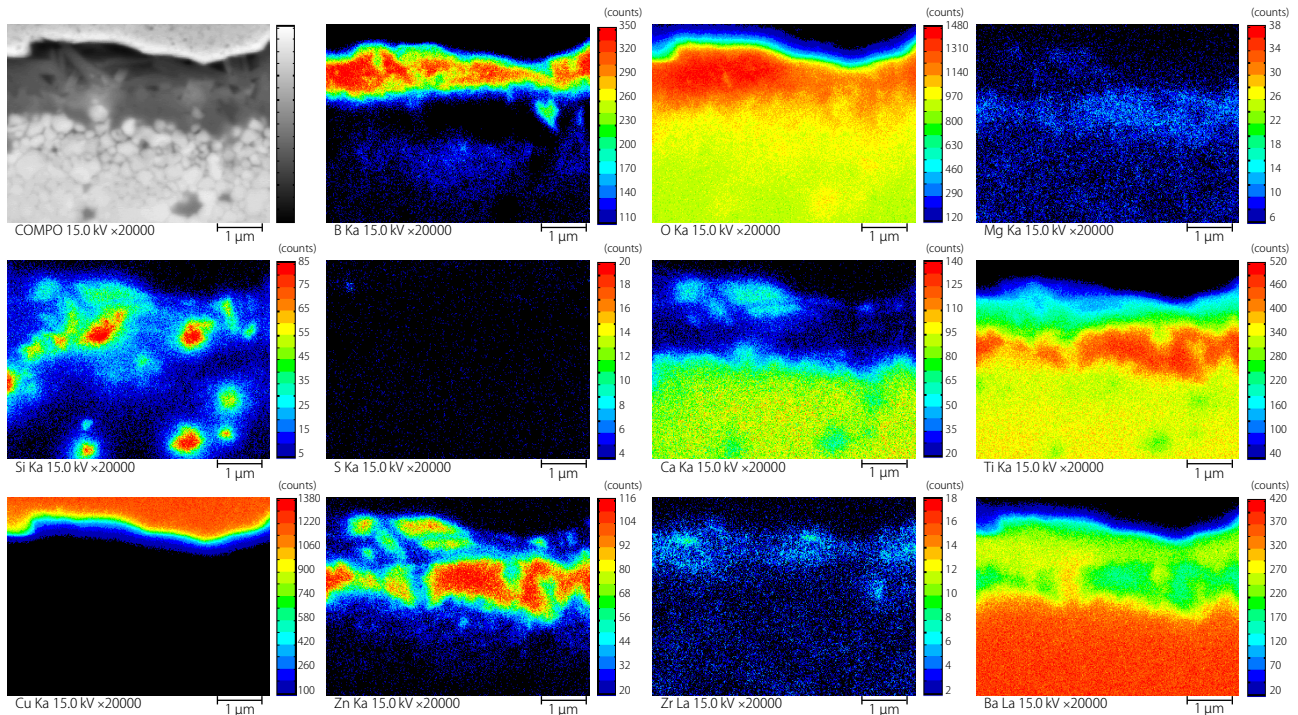


図4 誘電体層とCu端子電極界面のマッピング

■ 外部電極

MLCCの外部電極は、銅（Cu）端子電極と、はんだ喰われを防止するニッケル（Ni）めっきと、はんだに対する濡れ性を高めた錫（Sn）めっきで構成されています。

図4は、ガラスフリット、Cu粉体粒子、溶剤などからなるCuペーストが塗布された誘電体層とCu端子電極との界面のマッピング分析結果です。耐還元性が高く、結晶化する亜鉛（Zn）系ガラスフリットでは、構成成分の硼素（B）、Si、Znが誘電体層に拡散し、誘電体層と反応して接合しています¹⁾。

■ まとめ

EPMAを用いると、薄層化された誘電体層内では微量な添加元素の分散具合を可視化することができます。コアシェル構造のコア部とシェル部では、希土類元素の濃度勾配を可視化することができます。また、誘電体層と外部電極の接合強度に影響を及ぼすガラスフリットの元素分布を調べるにより、ガラスフリットの最適な組成や焼き付け条件などの評価が可能になります。

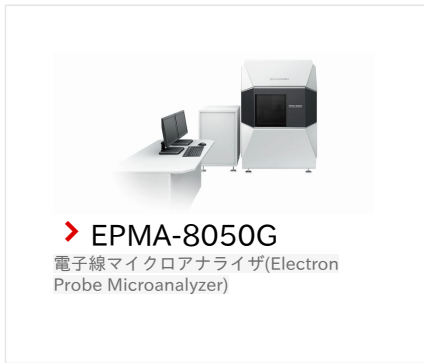
<参考文献>

- 1) 野村武史、積層セラミックコンデンサ(MLCC)の材料・製造・実装技術と最新動向、R&D支援センター、66,101,184 (2020)

EPMAは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

＞ アンケート

関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。



関連分野

＞ 電気・電子

＞ 価格お問い合わせ

＞ 製品お問い合わせ

＞ 技術お問い合わせ

＞ その他お問い合わせ