

「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」 目次

第1章 MLCCの概要

第1節 積層セラミックコンデンサの歴史

- 1 積層セラミックコンデンサの歴史
- 2 内部電極
 - 2.1 Pd 電極
 - 2.2 Ni 電極

第2節 市場動向

- 1 市場規模推移
- 2 市場規模拡大の背景
 - 2.1 MLCC 単位体積の容量拡大による電解コンデンサへの浸食
 - 2.2 成長市場での機器の増加と機器での MLCC 員数増加
 - 2.2.1 携帯電話市場
 - 2.2.2 5G インフラ市場
 - 2.2.3 車載市場

第3節 特性と特徴

- 1 特性による分類
- 2 直流バイアス特性
- 3 交流電圧特性
- 4 周波数特性

第4節 小型化・薄層化・多層化

- 1 小型化
- 2 薄層化
- 3 多層化

第2章 MLCCの構造・材料

第1節 構造・材料

- 1 MLCC の構造
 - 1.1 MLCC の基本構造
 - 1.2 高容量化のための構造検討
- 2 MLCC の材料
 - 2.1 誘電体材料
 - 2.1.1 温度補償系
 - 2.1.2 高誘電率系
 - 2.2 内部電極材料
 - 2.3 外部電極材料

第2節 誘電体セラミック

第1項 チタン酸バリウムの原料—酸化チタン

- 1 はじめに
- 2 小粒径化
- 3 粒度分布の改善
- 4 球状酸化チタン
- 5 おわりに

第2項 チタン酸バリウムの合成法 (1) 一固相合成

1 MLCC の原材料として求められるチタン酸バリウムの粉体物性

- 2 BaCO₃ と TiO₂ の固相反応過程
- 3 出発原料 BaCO₃ と TiO₂ の均一混合
- 4 固相反応の促進と微粒子 BaTiO₃ 合成

第2項 チタン酸バリウムの合成法 (2) 一水熱合成

- 1 背景と目的
- 2 原料の与える影響
- 3 まとめ

第3節 内部電極用 Ni 粉末の製造法

第1項 CVD 法

- 1 CVD 法による超微粉製造の概要

- 2 超微粉の生成反応
 - 3 超微粉の成長因子
 - 4 CVD 法の Ni 超微粉への応用
 - 4.1 Ni 超微粉の生成反応
 - 4.2 Ni 超微粉反応装置
 - 5 CVD 法で作製した Ni 超微粉の特徴
- #### 第2項 噴霧熱分解法、PVD 法

- 1 はじめに
- 2 噴霧熱分解法
- 3 PVD 法
- 4 粉末物性の制御
 - 4.1 脱ガス成分の抑制
 - 4.2 表面物性の制御
 - 4.3 粒径と粒度分布
- 5 次世代 MLCC に向けた Ni 粉の設計

第4節 端子電極

- 1 端子電極材料
- 2 サーマルクラック
- 3 基板たわみクラック
- 4 はんだクラック

第5節 特殊な端子電極

- 1 金属板端子電極
- 2 樹脂端子電極

第3章 誘電体材料と MLCC の特性

第1節 チタン酸バリウムの誘電分極機構

- 1 はじめに
- 2 チタン酸バリウムの誘電分極
 - 2.1 誘電性の微視的起源
 - 2.2 チタン酸バリウムの強誘電性
 - 2.3 チタン酸バリウムの誘電分極機構
- 3 おわりに

第2節 チタン酸バリウムのグレインサイズ効果

- 1 はじめに
- 2 チタン酸バリウムのグレインサイズ効果
- 3 おわりに

第3節 MLCC の各種電気的特性

—現象論的熱力学を用いた特性シミュレーション—

- 1 はじめに
- 2 現象論的熱力学による BaTiO₃ の特性シミュレーション
- 3 誘電率の計算
- 4 格子定数の計算
- 5 結論

第4節 高誘電体材料 (コアシェル、非コアシェル)

- 1 緒言
- 2 BTZ 系材料と非コアシェル構造
- 3 BT 系材料とコアシェル構造
- 4 今後の BT 系材料動向

第5節 低誘電率系材料

- 1 低誘電率材料
- 2 低周波の誘電緩和現象の要因
- 3 低周波の誘電緩和現象のメカニズム

第6節 車載用材料

- 1 BaTiO₃ のキュリー温度
- 2 X8R 特性
- 3 dc バイアス特性

- 4 X7S 特性
- 第7節 新規誘電体材料
 - 1 巨大誘電率材料：CaCu₃Ti₄O₁₂
 - 2 その他の巨大誘電率材料
 - 3 SnTiO₃
 - 4 高温用誘電体材料（無鉛圧電材料）
 - 5 タングステンブロンズ材料

第4章 MLCCの信頼性

- 第1節 構造欠陥と信頼性
 - 1 信頼性と故障モード
 - 2 構造欠陥の分類
 - 3 製造プロセスと構造欠陥
 - 3.1 積層熱圧着工程
 - 3.2 脱脂焼成工程
 - 3.3 製造工程とMLCCの強度
 - 4 電歪クラック
- 第2節 希土類と置換サイト
 - 1 BaTiO₃系耐還元性誘電体材料における希土類元素の添加効果
 - 2 シェル相モデル固溶体における希土類元素の置換サイトの解析
 - 3 再酸化による誘電特性の変化と希土類元素の置換サイトの関係
 - 4 希土類元素のサイト置換量の定量解析
- 第3節 内部電極と信頼性
 - 1 高温高電圧下での絶縁劣化
 - 2 内部電極の影響
- 第4節 最新の絶縁劣化解析技術
 - 1 はじめに
 - 2 故障解析
 - 3 劣化箇所解析

第5章 MLCCの製造プロセス

- 第1節 セラミックシートの作製
 - 1 セラミックシートの開発トレンド
 - 2 工程概要
 - 2.1 配合工程
 - 2.2 分散工程
 - 2.3 塗工工程
 - 3 最新技術レベル
- 第2節 内部電極印刷
 - 1 内部電極印刷の開発トレンド
 - 2 スクリーン印刷工法
 - 3 スクリーン印刷版
 - 4 最新技術レベル
- 第3節 積層熱圧着
 - 1 剥離積層工法
 - 2 その他の積層工法
- 第4節 脱脂と焼成
 - 1 脱バインダー
 - 2 焼成雰囲気
 - 3 焼成条件
- 第5節 外部電極形成とめっき
 - 1 外部電極
 - 2 めっき

第6章 MLCC製造用材料

- 第1節 製造用フィルム（剥離剤）

- 1 はじめに
- 2 剥離フィルムの要求性能
 - 2.1 表面平滑性
 - 2.2 スラリー塗工性
 - 2.3 スラリー塗工性の評価方法
 - 2.4 グリーンシート剥離性
- 3 まとめ

第7章 MLCCの実装

- 第1節 MLCCのはんだ実装における品質確保と注意点
 - 1 はじめに
 - 2 外観観察で確認できる不具合の種類
 - 3 印刷工程での注意点
 - 4 マウント工程における注意点
 - 5 リフロー工程における注意点
 - 6 おわりに
- 第2節 MLCCの実装上の注意点
 - 1 MLCCの特徴
 - 2 MLCC基板実装時の応力
 - 2.1 たわみ応力
 - 2.2 基板歪み
 - 2.3 MLCCのケースサイズによる影響
 - 3 MLCCの熱衝撃クラック

第8章 MLCCの今後の展望