

アルミナ基板上への非鉛系高誘電率厚膜の形成

加工技術課 二口友昭 評価技術課 角田龍則 機械電子研究所 坂井雄一
 株式会社北陸セラミック 石田文男、山下卓也

1. 緒言

アルミナ基板は、バランスのとれた優れた特性を有し、また安定な品質で提供されているため、電子部品や電子機器に多く用いられてきている。さらに近年はその形状に対する厳しい要求にも対応し、小型チップ部品から大型の実装線基板まで利用範囲も拡大している。一方高誘電率厚膜は、近年高温使用環境などで高い信頼性が重要な分野で、はんだ付けが不要なコンデンサ素子として注目されており、さらに、加速度センサなどのMEMSデバイス用実装基板や、小型の蓄電デバイスおよび発電デバイスにおいても、高誘電率で平坦な誘電体厚膜の要望がある。そこで、ここでは非鉛系で誘電率の高い誘電体厚膜を汎用アルミナ基板上に形成するための研究を実施した。最近、BaTiO₃セラミックスにおいて、グレインサイズとドメイン密度を制御することによって、非常に大きな誘電率が達成されるようになっているので、まず、粒径100nmのBaTiO₃粉末を用いて作製したペーストをスクリーン印刷し、焼成により形成された厚膜について、作製条件と電気特性の関係をバルクと比較して検討し、その後アルミナ基板での検討を行った。

2. 実験方法と結果

水熱合成により作製された粒径100nmのBaTiO₃粉末にエチルセルロース系のビヒクルを加え3本ロールで混練することにより厚膜ペーストを作製した。はじめにBaTiO₃厚膜における最高の可能性を知るために、反応性の低いY₂O₃安定化ZrO₂基板上で実験を行った。この上にPtペーストをスクリーン印刷し、1400°C60min焼成して下部電極を作製した。BaTiO₃ペーストをスクリーン印刷後乾燥させ、膜を緻密化するためにラミネートフィルムで真空封止後CIP処理を施した。その後、所定温度で2hの焼成を行った。また微粒径のセラミックスを得るのに有効な2段階(1320°C10min/1150°C15h)も行った。上部電極はAgペーストをスクリーン印刷し、850°C10minの焼成により作製した。図1は焼成温度と誘電率の関係を示す。通常焼成の場合、焼成温度1200°Cで誘電率3110、1250°Cで誘電率最大値4490が得られた。この値は、厚膜としては、かつてない大きな値であった。しかし、バルクの6600よりは小さかった。これは、

SEM観察の結果より、まだ空孔が残存しているためであると考えられた。また2段階焼成を行うと誘電率は5480まで向上した。このときはバルクより粒成長はしているが気孔のほとんどない緻密な微細構造になっていた。またX線回折結果より厚膜においても、結晶相はすべてペロブスカイトであり、ナノ粒子を原料とするBaTiO₃は厚膜としても高いポテンシャルを持っていることが確認できた。

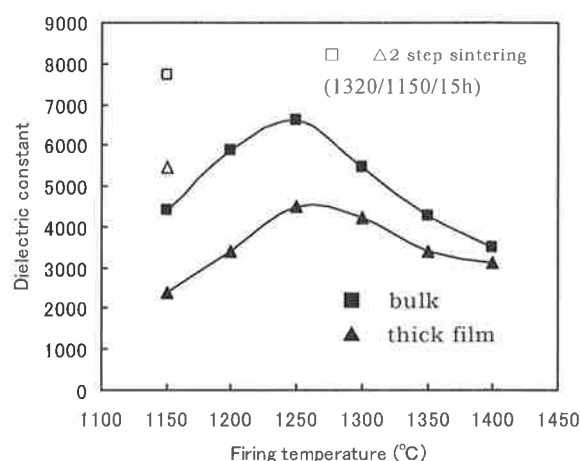


Fig.1 Dielectric constants of the BaTiO₃ thick films and bulk ceramics as a function of firing temperature.

さらに、MnOおよびSiO₂の添加効果についても検討し、CIP処理をおこなわなくても良好な厚膜が得られるようになり、焼成温度1200°Cで誘電率3320が得られた。つぎに、アルミナ基板上での厚膜の作製を行った。1200°Cで焼成した場合、Pt電極上では誘電率3050、Ag/Pd電極上では誘電率2110が得られた。図2はアルミナ基板上に形成された厚膜表面のSEM写真を示す。まだ幾分、気孔が残っている。さらに組成や作製プロセスの検討が必要である。

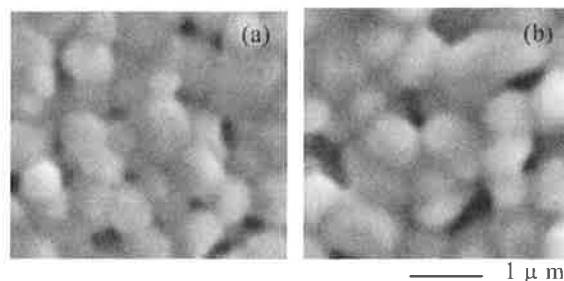


Fig.2 SEM micrographs of the BaTiO₃ thick films on Al₂O₃ substrates with (a)Ag/Pd and (b)Pt electrode.