

セラミックス部品を「成膜」で！

～あらゆる半導体に集積、サーミスタから～

株式会社 FLOSFIA

【本研究成果のポイント】

京都大学発ベンチャー、株式会社 FLOSFIA（本社：京都府京都市、代表取締役社長：人羅俊実）は独自の半導体技術『ミストドライ®法』を用いたショットキーバリアダイオードで世界最小（FLOSFIA調べ）のオン抵抗値を実現するなど、次世代パワー半導体の開発に成功してきました。

FLOSFIA では、『ミストドライ®法』を新たにセラミックス部品向けに発展させ、従来のセラミックス作製法として知られる『焼結』ではなく『成膜』で高品質セラミックスを合成することに成功しました。これにより、焼結では不可能だった、配向性を持ち、表面凹凸が極めて小さな、薄膜の高品質セラミックスを実現しました（図 1）。焼結では通常 1000℃を超えるような高温での活性化処理が不可欠ですが、『ミストドライ®法』では、活性化処理は不要です。これは極めて重要な意味を持ちます。全

ての工程を 300℃から 800℃程度の温度に抑えることができ、また、『成膜』した薄膜で機能を発現しますので、Si 半導体の部品のなかにセラミックス部品の機能を組み込むことができます。その結果、セラミックス部品でしか得られなかった多様な機能をメモリーやイメージセンサ、パワーデバイス、MEMS デバイスなどあらゆる半導体にインテグレーションできるようになります。高集積化の頭打ちが顕在化しつつある半導体分野において、微細化とは異なるアプローチから高集積化を実現することを目指します。

【従来技術】

最も身近にあるセラミックスである「陶器」同様、ペースト状の材料を焼き固める「焼結法」で合成されます。通常 1000℃を超える高温処理により、結晶（多結晶体）を形成、機能を発現させます。その過程で生じる粒の境界（粒界）や溶媒の抜け道として生じてしまう孔（穴）は、デバイス特性の限界となってきました。

【本技術によるサーミスタの特徴】

FLOSFIA では、独自半導体技術「ミストドライ®法」を用いることで、原子層レベルでセラミックスを順次、化学合成することに成功しました。セラミックス部品の第一弾として、サーミスタの実証試作に取り組み、小型表面実装サーミスタの試作にも成功しました（図 2）。本技術により、高機能・高集積・低環境負荷なサーミスタが実現可能です。

①高機能

粒界がなく、高純度で配向性である材料を活用することで、デバイスの高機能化が可能です。薄膜化による低抵抗化や大電流化、材料選択の自由度向上に伴うセンシング温度の感度アップ、温度補償用途等で期待されている高周波特性の改善などが可能で、特に IoT や高速通信等の技術革新が求められる新領域への応用が期待できます。低抵抗化では 1Ω以下の抵抗値、高周波対応では 10GHz 以上での安定動作が期待できます。

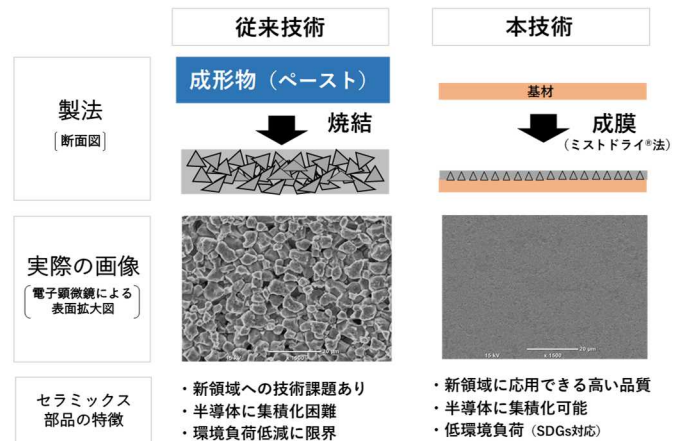


図 1 本技術の特徴

本技術では、高配向膜で粒界が極めて少なく、凹凸や孔のない高品質セラミックス薄膜が作製できます。セラミックス部品の高品質化・高集積化・低環境負荷が可能です。

【従来技術】

最も身近にあるセラミックスである「陶器」同様、ペースト状の材料を焼き固める「焼結法」で合成されます。通常 1000℃を超える高温処理により、結晶（多結晶体）を形成、機能を発現させます。その過程で生じる粒の境界（粒界）や溶媒の抜け道として生じてしまう孔（穴）は、デバイス特性の限界となってきました。

【本技術によるサーミスタの特徴】

FLOSFIA では、独自半導体技術「ミストドライ®法」を用いることで、原子層レベルでセラミックスを順次、化学合成することに成功しました。セラミックス部品の第一弾として、サーミスタの実証試作に取り組み、小型表面実装サーミスタの試作にも成功しました（図 2）。本技術により、高機能・高集積・低環境負荷なサーミスタが実現可能です。

①高機能

粒界がなく、高純度で配向性である材料を活用することで、デバイスの高機能化が可能です。薄膜化による低抵抗化や大電流化、材料選択の自由度向上に伴うセンシング温度の感度アップ、温度補償用途等で期待されている高周波特性の改善などが可能で、特に IoT や高速通信等の技術革新が求められる新領域への応用が期待できます。低抵抗化では 1Ω以下の抵抗値、高周波対応では 10GHz 以上での安定動作が期待できます。

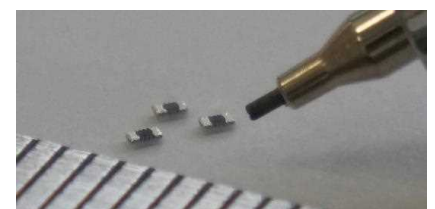


図 2 試作したサーミスタ
(協力：㈱早木電機)

表面実装パッケージ（横 1mm 縦 0.5mm）に実装した試作品。配向した酸化マンガン薄膜に、銅やコバルトなどを混合、ドーピングすることでさまざまな特性のサーミスタが作製可能です。

②高集積

当サーミスタは半導体技術を応用した薄膜素子であり、半導体工程を適用できます。そのため、デバイス構造の自由度が格段に向上し、高集積化が可能となります。例えば、ロール状のフィルムへの形成やパワー半導体や光デバイス、ロジックデバイスなどの半導体素子上に実装することが可能です（図3）。化学合成後の活性化処理は不要ですので、半導体へのダメージや熱膨張係数差により生じる応力を低減できます。

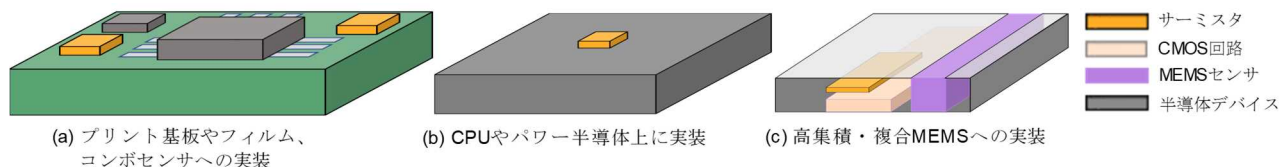


図3 サーミスタ素子の実装イメージ

高機能性を活かした汎用パッケージでの応用 (a) に加え、高集積性を活かしたさまざまな実装形態での応用 (b) (c) をサポートします。

③低環境負荷

環境負荷の小さな製品・プロセスが可能で、持続可能な開発目標（SDGs）への貢献が期待できます。これは、薄膜化に伴う環境負荷元素の使用量低減、プロセス中での有害化学物質の使用量低減、反応温度の低減による省エネルギー効果等が期待できるためです。

【産業応用への道筋】

今回の研究成果は、FLOSFIAのセラミックス部品シリーズとして製品化予定です。サーミスタデバイスは温度検出を始めとして、回路の突入電流防止、減衰器、無線通信での温度補償などIoTや高速通信、無線充電、電力変換機器など新領域を含む幅広い分野への応用を目指します。

製品化にあたっては、既存のデバイスメーカーやセラミックス部品メーカーとの連携による事業の垂直立ち上げを進めます。汎用パッケージに実装したセラミックス部品での製造販売に加え（図2）、ウエハやフィルムでの提供も視野に入れ、さまざまな電子デバイスや複合デバイスへの適応を目指します（図3）。2019年下期サンプル出荷、2020年量産開始、2030年には120億円の売り上げ目標としています。

【用語説明】

※1 セラミックス

無機物を加熱処理し焼き固めた焼結体。ここでは、より広義に、焼結体を構成する材料全般を意味しています。セラミックス部品は電子工業、自動車産業など広範な工業用途に用いられています。

※2 サーミスタ

温度によって抵抗値が変化するセラミックス部品。最初のサーミスタ（NTC型）は1833年、マイケル・ファラデーによって発見されました。

※3 ミストドライ®法

霧（ミスト）状にした原材料溶液と加熱部を用い、化学反応により酸化物薄膜を作製するFLOSFIA独自の手法です。京都大学の藤田静雄教授らの研究グループが開発したミストCVD法を基礎とし、FLOSFIAが独自に、高配向性・高純度・量産可能な成膜技術に発展させることに成功してきました。

注：「ミストドライ®」はFLOSFIAの登録商標です。

【本件に関するお問い合わせ先】



FLOSFIA

- ・会社名：株式会社 FLOSFIA（フロスフィア）
- ・所在地：京都市西京区御陵大原1番36号 京大桂ベンチャープラザ北館
- ・代表者：人羅 俊実
- ・資本金：22億6,000万円（資本準備金含む）
- ・ホームページ：<http://flosfia.com>
- ・TEL：075-963-5202 / Mail：sales@flosfia.com（担当：営業部・井川）

以上