

2025 年 3 月 18 日

公益社団法人日本表面真空学会
スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会
2024 年度 SP 部会賞 審査報告

1. 募集期間：令和 6 年 12 月 26 日～令和 7 年 1 月 31 日
2. 業績名：多層バッファーを用いた Si 基板上での圧電単結晶薄膜の実用化およびエピタキシャル成長メカニズムの解明
3. 表彰対象者：
 (ア) 氏名：中川原 修、服部 梓
 (イ) 所属：I-PEX Piezo Solutions 株式会社
 (ウ) SP 部会法人部会員および法人部会員所属組織員（第 2 条）
 ① ○ 法人正部会員
4. 推薦者：(自薦)
 (ア) 氏名：中川原 修
 (イ) 所属：I-PEX Piezo Solutions 株式会社
 (ウ) 推薦資格：SP 部会の個人部会員、法人部会員および法人部会員所属組織員（第 3 条）
 ① ○ 法人正部会員所属組織委員
5. 表彰対象の製品・技術
 ・ 前年の 12 月 31 日までに公知となっている優れた製品、開発された新技術（第 4 条）
 ・ 公知文献：
 O. Nakagawara, H. Kanamori, A. Konishi, and J. Yamaguchi, “Single crystal piezoelectric thin films epitaxially grown on Si substrate for MEMS applications”, 日本表面真空学会, スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会 (SP 部会) 第 19 回技術交流会, (2022)
6. 応募用紙：別紙参照
7. 審査委員会の構成（第 8 条）
 黒岩雅英（東京電子）、本村大成（産総研）、小寺恭介（昭和真空）、清水徹英（東京都立大学）
8. 審査委員会における審査概要：別添参照
9. 審査委員における総評：本業績は、Si 基板上での PZT 単結晶成長を実現する多層バッファー技術の開発という点で極めて学術的価値が高く、さらにその応用範囲の広さと産業界への影響力の大きさから、SP 部会賞に相応しい授賞業績として推薦する。

別添：審査概要の報告

別添の応募資料に基づいて、①学術的な新規性、②技術的な独自性、③産業界へのインパクトの3つの評価軸を基に厳正な審査を実施した。その結果、本申請は高い学術的意義と技術革新性を有し、さらに産業応用への貢献も顕著であることが確認された。以下に、各評価軸に基づいた詳細な審査結果を報告する。

① 学術的な新規性

本業績では、Si 基板上で PZT 薄膜の単結晶成長を実現するために、SRO/Pt/ZrO₂多層バッファ層を採用する独自の成膜プロセスを確立している。この多層バッファ層は、各層が3軸配向エピタキシャル成長するという点で極めて独創的であり、技術的難易度の高いSi 基板上でのPZT 成長に対し、学術的に新規性の高いアプローチを提供している。特に、ZrO₂の正方晶構造を利用したPt 層のエピタキシャル成長機構の解明に関する研究は、薄膜成長の物理化学的理解を深めるものである。また、ZrO₂/Pt 界面におけるナノピラミッド構造の形成とその役割を学術的に解明している点は、成膜プロセスにおける格子整合の理解に新たな展開をもたらす可能性がある。さらにこれらの知見をAlN やLiNbO₃の3軸配向エピタキシャル成長に展開している点は、次世代の圧電デバイス開発に向けて大きな発展性を有するもので、学術的貢献として大いに評価できる。

② 技術的な独自性

本業績における最大の技術的独自性は、ZrO₂バッファ層のエピタキシャル成長を基盤に、Pt 層、SrRuO₃層を順次形成し、それぞれの層を3軸配向成長させることで、最終的に高品質なPZT 単結晶を成長可能な量産プロセスを確立した点にある。またPZT 膜中の酸素欠損を補填するために、その酸素供給層としてのSrRuO₃を活用し、絶縁性と圧電特性を向上させる新たな機能を示している点も評価に値する。これらの技術的な革新性は、従来の成膜技術では困難とされていたPZT 単結晶成長を実現する画期的で独自性の高い技術であると評価できる。

③ 産業界へのインパクト

本業績は、通信、医療、自動車など多様な産業での次世代圧電デバイスへの応用が期待されるだけでなく、大規模集積化に向けた実用化に直結する技術基盤を提供するものであり、その産業的なインパクトは極めて大きい。特に最大8インチサイズの実用規模でのPZT 単結晶膜の成膜技術を確立している点や、立方晶・正方晶系材料ではSi(100)基板、六方晶系材料ではSi(111)基板を用いた成膜プロセスの最適化が進められ、汎用的な成膜技術としての展開が期待できる点から、産業界における革新的な技術基盤となる可能性が高いと言える。

以上の審査結果に基づき、本研究をSP 部会賞の受賞対象として推薦する。