博士学位論文 審査結果の要旨

芝浦工業大学大学院 理工学研究科 博士（後期）課程
博士学位論文審査委員会

主　　査	吉田 慎哉
審査委員	石井 康之
審査委員	大口 裕之
審査委員	長澤 純人
審査委員	鈴木 雅視
*審査委員	

氏　　名	勅使河原　明彦
論文題目	ScAlN 圧電薄膜のスパッタ成膜と高機能化技術に関する研究

〔論文審査の要旨〕

本論文は、微小電気機械システム（MEMS）のセンサ用途や、バルク弾性波（BAW）共振器用圧電材料として注目される Sc 添加 AlN（ScAlN）薄膜を対象とし、その高性能化と実用化を阻む主要課題の解決に取り組んだものである。特に、高 Sc 濃度化に伴う異常粒の発生、誘電損失の増加、成膜時の不純物酸素に対する脆弱性という三つの問題に着目し、体系的かつ実験的に検討を行っている点に本研究の特徴がある。

第 1 に、下地膜の表面粗さが ScAlN 薄膜の結晶成長に与える影響を詳細に解析し、Ar エッチングによる下地平坦化が異常粒の抑制および c 軸配向性の向上に有効であることを明確に示した。これにより、結晶性、圧電特性、誘電特性などの改善が同時に達成され、MEMS プロセスとの高い親和性を有する実用的手法として評価できる。

第 2 に、ScAlN における誘電損失の周波数依存性を詳細に解析し、その起源を整理した上で、成膜後のアニール処理による誘電損失低減手法を提案している。本手法により、特に低〜中周波数帯域において誘電損失が顕著に低減されることが示された。これは、圧電 MEMS マイクロホンなどのセンサ用途において、信号雑音比の向上に直結する成果が得られている。

第 3 に、ScAlN 薄膜のスパッタ成膜において、微量の不純物酸素であっても結晶性が著しく劣化するという問題に対し、新たな対策として「Al シート法」を提案した。本手法は、高真空環境を必ずしも必要とせず、安定した高品質 ScAlN 成膜を可能にする点で工学的意義が高い。さらに、成膜レートの向上や圧縮応力の低減といった副次的効果も示されており、成膜プロセス技術としての汎用性が高く評価できる。

以上のように、本論文は ScAlN 薄膜の成膜技術および物性制御に関して多くの新規かつ有用な知見を提示しており、学術的価値および工学的波及効果の両面で高く評価できる。よって、本論文は博士（工学）の学位を授与するに十分な研究成果を有するものと認められ、審査委員会全員一致で合格と判定した。