

Demonstration of MEMS High Electric Field Sensor using
Lead-Free Piezoelectric Thin Films

Graduate School of Engineering,
Department of Mechanical Systems Engineering,
Tohoku University, Japan.
Takaharu Yamada

Abstract

This study aims to demonstrate a MEMS electric field sensor utilizing lead-free piezoelectric thin films (MgHfAl-N) for safe, non-contact measurement of environmental electric fields. While stainless steel substrates were initially proposed, theoretical analysis and preliminary experiments indicated insufficient surface smoothness and thickness control. Consequently, we transitioned to Silicon-on-Insulator (SOI) wafers to achieve the required nanoscale smoothness and precise device layer thickness (approx. $10\ \mu\text{m}$). A fabrication process utilizing the SOI structure—specifically employing the SiO_2 layer as an etch stop during deep Si etching—was established. We successfully fabricated a cantilever-type sensor with the designed trapezoidal shape.

鉛フリー圧電薄膜を用いた MEMS 高電界センサの実証

東北大学大学院 工学研究科 機械機能創成専攻

博士後期課程 2 年 山田 貴晴

要旨

本研究は、鉛フリー圧電薄膜(MgHfAl-N)を用いた MEMS 電界センサの実証を目的とする。本センサは光学的検知手法により、高電界下での安全かつ非接触な計測が可能である。当初検討していたステンレス基板では、感度向上に必要な薄膜化と圧電膜形成に必要な平滑性の両立が困難であった。そこで、これらの課題を解決するために SOI(Silicon on Insulator)ウェハを選定した。SOI の絶縁層をエッチングストッパとして利用する Si 深掘リエッチング等の製造工程を確立し、設計通りの台形形状を持つカンチレバー型センサの作製に成功した。