

平成27年 2 月 24日






豊橋技術科学大学長 殿

学位審査委員会  
委員長 長尾雅行



### 論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	大石 浩史		学籍番号	第 061302 号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 電気・電子情報工学 専攻	
博士学位 論文名	γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Si(100)基板上のPb(Zr, Ti)O <sub>3</sub> 薄膜焦電型赤外線センサの集積化に関する研究 (Study on Integration of Pb(Zr, Ti)O <sub>3</sub> Thin Film Pyroelectric Infrared Detectors on γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Si(100) Substrate)			
論文審査の 期間	平成27年 1 月 22日 ~ 平成 27年 2 月 23日			
公開審査会 の日	平成27年 2 月 17日	最終試験の 実施日	平成27年 2月 17日	
論文審査の 結果※	合格		最終試験の 結果※	合格
<p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長 澤田和明 </p> <p>委員 石田 誠  岡田 浩 </p> <p>河野剛士  印</p> <p>印  印</p>				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

## 論文内容の要旨

本研究は結晶配向 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$  (PZT) 薄膜赤外線センサとCMOS回路を $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 基板上へ集積化するために必要な要素技術を確認することを目的として研究を行った。第1章では、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 基板を用いた結晶配向PZT薄膜を集積化させたセンサチップについて述べ、回路一体化の重要性を説明している。これまでの問題としてCMOS回路作製プロセスにおける $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 薄膜の膜質の劣化やPZT薄膜センサに適用する赤外線吸収構造の必要性について述べている。第2章では、本論文で用いた薄膜成膜技術、及び評価技術について述べ、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 薄膜をSi基板上に成長させるためのMOCVD法とPZT薄膜を成膜する方法について記している。第3章では、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 基板上の結晶配向PZT薄膜センサとCMOS集積回路をチップ上に形成するために、CMOS工程による $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 薄膜の膜質劣化を防止する方法として $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ 保護膜の提案を行い、評価した。これにより作製したCMOS回路素子が正常に動作することを確認している。第4章では、本研究で作製するPZT薄膜焦電型赤外線センサの赤外線吸収膜としてCMOSプロセス後に適用しやすい $\text{SiO}_2/\text{SiN}$ 積層赤外線吸収膜を提案し、最適な構造を導き出し設計・作製・評価を行った。そして $\text{SiO}_2/\text{SiN}$ 積層赤外線吸収膜がPZT薄膜焦電型赤外線センサに有用であることを確かめている。第5章では、本論文で確立した各要素技術を用いて、実際にセンサとCMOS回路を集積したデバイスの全プロセスを行い、それぞれのセンサ・CMOS回路動作を確認し集積化プロセスの確立に成功した。これらの結果は、第6章にて総括されている。

## 審査結果の要旨

センサおよび集積回路 (LSI) をシリコンチップにまとめた高感度のスマートセンサを形成するために、異種材料 (強誘電体膜、電極材料、絶縁膜) をシリコン基板上にエピタキシャル成長膜を形成する必要がある。本研究は、センサデバイスとして強誘電体薄膜を用いる場合の諸問題を検討し、解決する方法を提案・実現している研究である。特徴として、強誘電体PZT薄膜を焦電型赤外線センサ材料とし、信号処理のCMOS回路と融合できるように、まず $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 基板をMOCVDで作製し、CMOSプロセス工程とセンサ作製工程の検討を行った。そして、強誘電体薄膜のCMOS工程による特性劣化の原因を調査し、この劣化を防ぐためのプロセス工程を確立している。また、CMOSプロセス工程と融合性の良い材料を用いて、赤外線センサの特性向上に必要な反射防止膜を新たに提案し、その最適な膜構造を実現し赤外線センサの応答感度特性を評価している。そして本論文で確立した方法により、CMOS回路と焦電型センサを同一チップに形成することに成功している。このようにシリコン基板上に異種材料を用いたセンサ・集積回路デバイス作製の道を開くことができたことは大きな成果である。これらの成果は、学術論文、国際会議で報告しており、この分野の発展に寄与するものと認める。以上により本論文は博士 (工学) の学術論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)