HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on Refractory Thin-film Plasmonic Binary Compounds for Infrared Photothermal and Photoelectric Conversion
Author(s)	RUIZ PERONA, Andrea
Description	この博士論文全文の閲覧方法については https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/ をご参照ください。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第16580号
Issue Date	2025-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16580
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98190
Type	doctoral thesis
File Information	Andrea_Ruiz_Perona_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博士（理　学）　　氏　名　RUIZ　PERONA　ANDREA

審査担当者	主査	客員教授	長 尾 忠 昭
	副査	教　授	柳 澤 達 也
	副査	助　教	山 本 夕 可

学 位 論 文 題 名

Study on Refractory Thin-film Plasmonic Binary Compounds for Infrared Photothermal and Photoelectric Conversion
（高融点二元化合物薄膜における光熱および光電変換に関する研究）

博士学位論文審査等の結果について（報告）

RUIZ PERONA Andrea 氏は、スパッタ成膜法と超高真空電子ビーム蒸着法を用いた高融点化合物の高配向成長法とそれらを用いた光エネルギー変換に関する研究を行いました。具体的には、高伝導性を持つ金属間化合物を用い、①表面電子励起現象である表面プラズモンポラリトンの回折格子を介した光-物質との相互作用の増強効果や、②薄膜材料の光学吸収（光学損失）を利用した赤外線エネルギー変換現象の研究を行いました。まず、所属研究室の過去の第一原理バンド計算を用いた誘電率予測の結果を参考にし、2 元化合物の中から高温での光物性変化の小さな金属ホウ化物とアルミニウム合金を実験対象に選びました。一般に半導体表面上の単元素金属薄膜は成長初期に核形成による粒状成長を示し、完全に閉じて平坦なナノ、サブナノ厚さの薄膜は実現しにくいことが知られています。しかし、本研究では単元素金属に比べて強い 2 次元成長が期待できる 2 元化合物材料に着目し、上記の材料が 1 nm 程度の薄さにもかかわらず、膜が繋がり閉じた状態で成長し、光の散乱を引き起こし電気伝導度を低減させるピンホールがないことを見出しました。さらに、成長温度と共に、下地材料や面方位、あるいは２段階成長とポストアニールなどを加えることで、配向、粒径、表面平坦性の向上に有効な成膜法を見出し、これらの方法が薄膜の誘電応答の制御に有効であることを見出しました。特に金属ホウ化物の場合は興味深く、LaB6 や CeB6 では Al に比肩する誘電応答と低損失な膜を実現しています。また、CeB6(001)膜は、下地が Si(001)やサファイア R 面の両方で、膜の格子が下地との格子整合により 1%程度伸長することでエピタクシャル成長が促進されると考察しました。一方で、ラマン散乱のソフト化は両者で大きく異なりました。このことは、下地とのエピタクシーによる格子歪だけでなく、下地から CeB6 の B 格子への電子供与が生じるなど薄膜の電子物性や化学結合がバルクから変化している可能性を示唆しています。Andrea 氏はこれらの材料合成の知見を活用して、光熱型エネルギー変換と光電型エネルギー変換のための微細構造素子とヘテロ接合素子を開発し、それらが赤外線エミッターや赤外線センサーとして動作することを実証しました。また、これらの素子が、微細加工の周期やヘテロ接合におけるショトキー障壁の高さに応じて、その波長依存性や波長選択性が変わることも実証しています。これらの結果は 500℃以上の温度で動作する狭帯域赤外線光源や、ヘテロ接合による波長選択機能を有する電極材料や近赤外センサーなどへの新しい材料科学的指針を与える研究です。よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認めます。