



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on Uniaxially Oriented Films of Lanthanum Hexaboride, Cerium Hexaboride, and Nickel Aluminum Superalloy for Thermophotonics Applications [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	TRAN, PHUOC TOAN
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第15740号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92472
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	PhuocToan_Tran_review.pdf, 審査の要旨



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 TRAN PHUOC TOAN

審査担当者 主査 客員教授 長尾 忠昭
副査 教授 網塚 浩
副査 准教授 三品 具文
副査 特任准教授 松山 秀生

学位論文題名

Study on Uniaxially Oriented Films of Lanthanum Hexaboride, Cerium Hexaboride, and Nickel Aluminum Superalloy for Thermophotonics Applications
(光熱変換素子応用のための六ホウ化ランタン、六ホウ化セリウムおよびニッケルアルミニウム超合金による一軸配向膜の研究)

博士學位論文審査等の結果について(報告)

TRAN Phuoc Toan氏は、表面プラズモンによる表面電磁波のサイズ閉じ込め効果や、光の回折現象を介した表面プラズモンポラリトン励起を利用した波長選択型赤外線エミッター素子のための薄膜材料の開拓的研究に従事しました。導電性耐熱セラミック材料である金属ホウ化物と耐熱超合金材料の2元化合物を研究対象に選び、マグネトロンスパッタ法や電子ビーム蒸着法を用いて膨大な実験をこなし、高い結晶配向性と平坦な表面を示す、低損失で良好なDrude応答を示す薄膜材料の合成に成功しました。希土類金属の六ホウ化物であるCeB₆の薄膜に対して(001)面を持つ高配向な膜が成長すること、そして、対称性が同じであるSi(001)表面の上では、LaB₆と同様にエピタクシャル成長をすることを見出しました。結晶粒のサイズが大きく、表面凹凸もナノスケールに小さくできる成長条件を見出し、そのような膜が高い光学応答と低い光学損失を持つことを見出しています。NiAl耐熱超合金においては、900K程度の膜成長温度において、(110)面を向いた高配向な膜が成長し、これも高い赤外光学応答を示し、低い光学損失を持つことを見出しました。これらの優れた光学応答を持つ耐熱プラズモン材料の応用先として、赤外帯域で動作する熱放射エミッター素子の実現のための微細加工プロセスも開発し、エミッター素子を実際に製作しました。さらに、結晶性や平坦性の高い膜を用いることで、エミッターの波長選択性が大きく向上し、不要な熱放射を低減できること実証しました。これらの3種類の材料を2種類の合成法で成長させることにより、表面粗さ、結晶粒の大きさ結晶性と、光学特性との対応関係を詳細に調べ、整理しました。その結果、①波長の短い可視帯域では、表面粗さを1 nmレベルに低減することが光学特性の向上に大きく効くこと、②波長が少し長くなる近赤外帯域では表面モルフォロジーの影響が低減し、数ナノレベル程度であれば表面に荒さがあっても影響は少ないことが分かりました。一方、中赤外帯域以降では、表面平坦性やナノスケールモルフォロジーの光学特性への影響は小さく、むしろ膜内部の結晶性や結晶粒の大きさが強く影響することを見出しています。これらの結果から、扱う光の波長スケールが小さい場合には、表面は出来るだけ平坦な方が高い光学応答を示すこと、波長が大きくなるにつれて、表面の形状や粗さに対して光が鈍感となり、むしろ内部のオーム損失を下げる効果を持つ大きな粒径や高い結晶性を示す材料が素子の性能を高めること、などの知見を明らかにしました。よって、以上のように、本論文は、北海道大学博士(理学)の学位申請論文として審査に値するものと認めます。