HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Covalent and Semicovalent Non-Metal Plasmonic Materials for Interfacial Photo-Energy Conversion [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Handegård, Ørjan Sele
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14291号
Issue Date	2020-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/80283
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Orjan_Sele_Handegard_review.pdf, 審査の要旨

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　HANDEGÅRD Ørjan Sele

審査担当者	主査	客員教授　長　尾　忠　昭
	副査	教　　授　野　嵜　龍　介
	副査	准 教 授　三　品　具　文
	副査	准 教 授　松　山　秀　生

学 位 論 文 題 名

Covalent and Semicovalent Non-Metal Plasmonic Materials for Interfacial Photo-Energy Conversion
（赤外エネルギー変換を志向した共有結合性・半共有結合性非金属プラズモン材料の研究）

博士学位論文審査等の結果について（報告）

ナノ材料科学において金属材料の持つ高い光吸収能、光散乱効果や閉じ込め効果を利用したエネルギー変換材料が注目されている。本学位申請論文ではこれまで多くの研究がなされてきた貨幣金属や単元素金属の枠を超えて、共有結合性物質や半金属をベースとした非金属材料の中から、高い光閉じ込め効果やエネルギー変換効果を示し得る薄膜材料やプラズモン材料の研究を行った。プラズモン共鳴現象はナノスケール構造に大きく左右されるが、材料そのものの純粋な光学物性を調べる上では逆に深刻な阻害要因となってしまう。本論文では「ナノ構造由来」と「材料物性由来」とによる性質を明確に分けて理解するために、候補者自身ができるだけ高い結晶性と平坦性を持つ薄膜を実現することに注力し、正確な光物性評価を行っている。そして、このようにして明らかにした物性に根差したうえで、サイズ閉じ込め効果やフォトニック効果を議論するという独自の２段構えの方法論をとっている。まず、共有結合性物質である六ホウ化ランタンの強い金属性と配向性の高い特異な成長様式に着目し、エピタクシャル薄膜の実現と近赤外帯域における耐熱プラズモン材料としての機能物性の有無を検証した。下地材料と完全に格子整合した高品質な薄膜を実現し、その低い光学損失と高い反射率を利用することで、狭帯域で高い光熱変換効率を持つ赤外線エミッターを実証している。つづいて、金属と共有結合性物質の中間的な性質を示すビスマスに着目し、可視帯域では金属性を持つこと（プラズモニックであること）、そして、その性質は構造に乱れを入れることによってさらに顕著となり、増強ラマン散乱を示すことなどを明らかにした。一方、赤外帯域では、高い波長選択性、光吸収効果、光熱変換効果を示すユニークな薄膜材料となることを見出し、この現象が共有結合的なボンドに由来する非常に高い屈折率（$n > 10$）に起因することを解明した。また、併せてこの超薄膜が位置敏感検出器としての光応答を示すことを見出し、この系の高い光学損失とバンド間遷移、シリコン - 金属のオーミック界面での電荷移動などの複合効果により、高い位置分解能と応答性を示すことを明らかにした。

以上より、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る。