

課題番号 : F-14-KT-0096
 利用形態 : 技術補助
 利用課題名(日本語) : FeSi₂ 薄膜を用いた赤外線吸収・放射特性の制御
 Program Title (English) : Control of infrared absorption/emission by using FeSi₂ thin layers
 利用者名(日本語) : 西浦 健介, 舛中 翔馬, 鈴木 基史
 Username (English) : K. Nishiura, S. Masunaka, M. Suzuki
 所属名(日本語) : 京都大学大学院工研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Kyoto University

1. 概要(Summary)

熱エネルギー有効利用や太陽熱発電への応用を目的として、FeSi₂ を構成要素に含んだ多層膜による赤外線吸収・放射特性の制御を試みた。スパタリングによって作成した β-FeSi₂ 多結晶薄膜の光学定数の虚数部が、赤外域において 0.3 程度(バルクでは 0)であることを発見し、これを有効に利用することで、高性能の波長選択赤外線源や太陽光選択吸収膜を実現した。

2. 実験(Experimental)

・利用した装置

電子線蒸着装置、X 線回折装置。

・実験方法

FeSi₂/W、あるいは SiO₂/FeSi₂/SiO₂/FeSi₂/W 多層膜を作製した。FeSi₂とWはスパッタリングによって、SiO₂は電子ビーム蒸着によって成膜した。また、FeSi₂の成膜では基板温度を 500°C 程度に加熱した。FT-IR 装置などを用いて作製した試料の可視から赤外域における反射スペクトルを測定するとともに、x 線回折(XRD)装置を用いて結晶構造を調べた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

XRD 分析の結果、上記の条件で作製した FeSi₂ 層からは、β-FeSi₂ 相のみが検出された。また、EPMA 分析の結果は Fe と Si の原子組成比がほぼ 1:2 であることがわかった。これらの分析結果は、FeSi₂ 層が、β-FeSi₂ の多結晶であることを示唆している。

Fig. 1 に、W 薄膜上に異なる膜厚の FeSi₂ 層を形成した試料の吸収スペクトルを示す。膜厚によって異なる波長で吸収がほぼ 1 になり、また吸収のピークから遠く離れた波長域では吸収が数%以下の小さな値になっている。熱ふく射に関するキルヒホッフの法則によれば、これらの試料が優れた波長選択赤外線源として期待できることは明

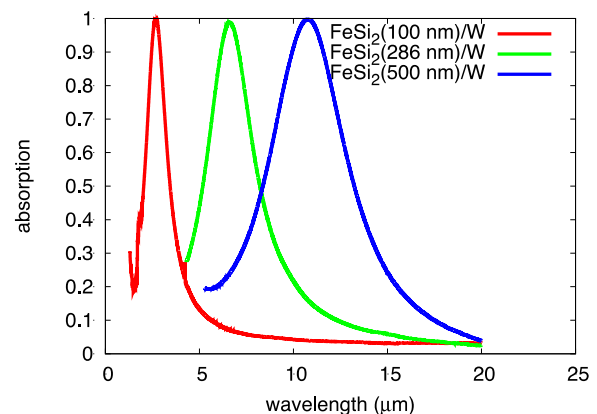


Fig. 1 Absorption spectra of the samples of FeSi₂/W.

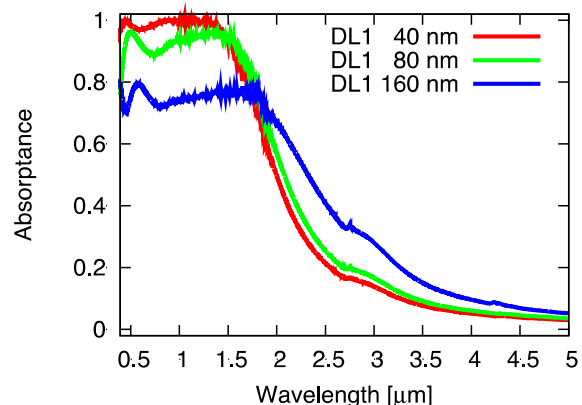


Fig. 2 Absorption spectra of the samples of SiO₂(100 nm)/FeSi₂(8 nm)/SiO₂(DL1)/FeSi₂(20 nm)/W(200 nm).

らかである。

このような優れた波長選択性は、FeSi₂ 薄膜がバルクと異なる光学定数を有するためである。すなわち、赤外域においてバルクの β-FeSi₂ 相の憔悴係数 $k=0$ であるが、スパタリングによる多結晶薄膜では、 $k \approx 0.3$ であることがわかった。

この成果に基づいて太陽光選択吸収膜を設計・製作した結果、SiO₂/FeSi₂/SiO₂/FeSi₂/W の多層構造で、太陽光吸収率 95%、熱ふく射による損失を 6%に抑えることに成功した(Fig. 2)。この多層膜は、太陽熱発電への応用が

期待できる。

4. その他・特記事項 (Others)

・EPMAによる組成分析は、大型設備基盤センター
先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業の支援を
受けて実施した。

・本研究の一部は、科学研究費補助金 25286037 の補助
を受けた。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 日本学術会議主催第 58 回材料工学連合講演会, 平
成 26 年 10 月 27 日。

6. 関連特許 (Patent)

なし。