

課題番号 : F-19-AT-0091
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 近赤外域における酸化半導体ナノ粒子薄膜の光学制御
Program Title (English) : Optical control of assembled films of oxide semiconductor nanoparticles in the infrared region
利用者名(日本語) : 松井裕章
Username (English) : H. Matsui
所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
Affiliation (English) : Faculty of Engineering, The University of Tokyo
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積, 酸化半導体, 赤外, 表面プラズモン

1. 概要(Summary)

近年、省エネルギー分野において、透明反射遮熱技術の開発が重要な課題として注目されている。特に窓に入射する太陽からの赤外光(日射熱)を効率良く反射によって熱線遮断が可能な遮熱フィルムの開発が要求されている。本研究では、透明酸化半導体($\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$, ITO)ナノ粒子薄膜の表面プラズモン励起に着目する。金属伝導性を持つ酸化半導体は、近赤外域で高効率な表面プラズモン励起を示す。本課題は、ITO ナノ粒子表面上のプラズモン励起に基づいて、高性能な透明反射遮熱の創出に向けた新しい光学制御を実施した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム真空蒸着装置

【実験方法】

電子ビーム蒸着装置を用いて、異なる誘電率を持った酸化半導体薄膜(ZrO_2 , TiO_2)を赤外透過 CaF_2 基板上に室温で堆積させた。 ZrO_2 や TiO_2 層の膜厚は、約 200 nm 程度であった。代表的な蒸着速度は 1 nm/s とした。得られた酸化半導体薄膜はアモルファスな結晶性を有し、1 nm 以下の高い表面平坦性を示した。一方、ITO ナノ粒子薄膜は、トルエン溶媒に溶かしたナノ粒子溶液を基板表面上にスピンドコーティング法を用いて形成させた。赤外域の反射及び吸収測定は、フーリエ赤外分光を利用した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に、異なる基板上に作製された ITO ナノ粒子薄膜の赤外光学特性を示す。誘電率が低い CaF_2 基板上の ITO ナノ粒子薄膜の反射率は 52 %程度を示し、吸収率も同様の数値を与えた。しかし、誘電率の高い ZrO_2 や

TiO_2 コーティング基板の適用に伴い反射率が徐々に増大し、吸収率が低下する現象が観測された。つまり、基板の誘電率が ITO ナノ粒子薄膜の光学特性に大きな影響を与えた。本課題において、高性能な反射遮熱の創出に向けてナノ粒子薄膜を担架する基板の誘電率が重要な役割を果たすことを見出した。

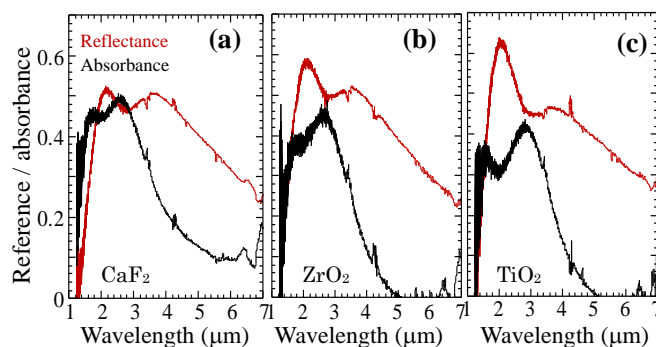


Fig. 1. Reflectance (red) and absorbance (black) spectra of ITO nanoparticle films on (a) CaF_2 , (b) ZrO_2 and (c) TiO_2 layers.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- 1) Assembled films of Sn-doped In_2O_3 plasmonic nanoparticles on high-permittivity substrates for thermal shielding, H. Matsui and H. Tabata, *ACS Appl. Nano Mater.* **2**, 2806 (2019).
- 2) Oxide semiconductor plasmonics for infrared applications, H. Matsui, The 20th IUMRS-ICA, 24, September 2019, Perth, Australia.

6. 関連特許(Patent)

なし。