

課題番号 : F-19-NU-0048  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : AZO 膜を用いた Low-E ガラスの日射熱取得率  
 Program Title (English) : Solar heat gain coefficient of the Low-E glass by AZO thin films.  
 利用者名(日本語) : 堀内達郎  
 Username (English) : T. Horiuchi  
 所属名(日本語) : 産業技術総合研究所  
 Affiliation (English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology  
 キーワード/Keyword : Alドーピング ZnO(AZO)、薄膜、日射熱取得率、熱貫流率、形状・形態観察

### 1. 概要(Summary)

直流マグネトロンスパッタリング法によって石英ガラス基板上に AZO 膜を成膜した。AZO 膜は透明導電膜であるので、主に TCO (Transparent Conductive Oxide) として研究されているが、近赤外線を透過する特徴を有するので、日射熱取得型 Low-E ガラスに用いることができる。現在、日射熱透過型 Low-E ガラスは主に ITO (Indium Tin Oxide) 膜によって製造されているが、インジウム粉末を吸入すると間質性肺炎を起こすことが近年明らかにされ、Low-E ガラスでも ITO 膜から AZO 膜への転換が望まれている。

本研究では、AZO 膜を成膜した単板ガラスの、日射熱取得率、熱貫流率を求め、Low-E ガラスとしての基本的な特性を測定した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

薄膜 X 線回折装置、小型微細形状測定器一式

#### 【実験方法】

基板には 10x10 mm 1t の石英ガラス基板を用いた。基板をスパッタの成膜室の *off-axis* 位置に設置し、直流マグネトロンスパッタリングで 400W 20 分間成膜した。膜厚を小型微細形状測定器で測定した。また結晶相を薄膜 X 線回折装置を用いて同定した。また、AZO 膜の透過率、反射率の光学的性質は U-4100(日立製作所)で測定した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

薄膜 X 線により AZO 膜の結晶相を調べたところ、ZnO の(002)の回折ピークのみ観察された。これは結晶が c 軸方向に配向していることを示す。

本研究に用いたスパッタは、基板回転機構が設置されていないので、膜厚には分布があった。スパッタの中心に近い部分で 1600 nm、スパッタの中心から外れた部分で 1000 nm と、かなり膜厚には分布があった。スパッタリングを行なった時間が長かったので膜厚がかなり厚かった。

Fig. 1 に AZO 膜の透過率・反射率・吸収率を示す。可視光域では概ね 80% 近くの透過率があった。近赤外域

でもかなりの割合で透過していた。日射熱取得率には透過率と吸収率が寄与しており、日射熱取得率は約 0.77 と大きな数値を示した。日射熱取得型 Low-E ガラスに適していることが分かった。

熱貫流率は、夏は 4.2、冬は 3.8 W/(m<sup>2</sup>K)であった。この値は単板ガラスとしては低い値であり、複層ガラスとした場合には、中間の空気層が断熱に寄与するため、この半分以下程度になるものと予想される。

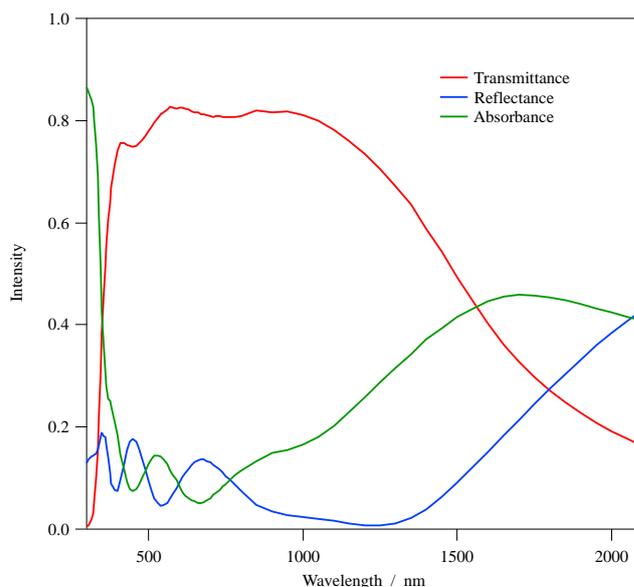


Fig. 1 Transmittance, specular reflectance and absorbance of AZO film.

### 4. その他・特記事項(Others)

・名大熊澤正幸氏には小型微細形状測定器の使用について御教示頂いた。ここに感謝致します。

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) T.Horiuchi and K.Yoshimura, Journal of the Ceramic Society of Japan, vol. 128, no.4, April 2020.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。