

課題番号 : F-16-UT-0002
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 薄膜太陽電池のための、銀スロット電極の作製
 Program Title (English) : Ag Slot Electrode for Thin Solar Cells
 利用者名(日本語) : 川上 颯, 久保若奈
 Username (English) : K. Kawakami, W. Kubo
 所属名(日本語) : 東京農工大学工学部電気電子工学科
 Affiliation (English) : Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

1. 概要(Summary)

有機薄膜太陽電池(OPV: Organic Photovoltaics)は柔軟で軽量、かつ低コストな次世代太陽電池である。製品化にむけた課題の一つは、11.4%に留まる光電変換効率の向上である。OPVの発電機構には、励起子の拡散機構及び電荷の捕捉効率が関わる。そのため、OPVの光電変換層の膜厚を増して光吸収を増強しても、光電変換効率は単純には向上しない。

そのため本研究は、伝搬型プラズモン(SPP: Surface Plasmon Polariton)を利用して光電変換層の膜厚を変化させることなく、光電変換層の光吸収効率のみを向上させることを目指した。OPVの電極表面上にSPPを誘起すれば、入射した太陽光は、電極表面に沿って伝搬し、結果的に、光電変換層と太陽光との相互作用が増えると期待できる。

本研究では、SPPを誘起するために、銀電極表面上に微小な空隙が配列した銀スロット構造を作製した (Fig. 1)。

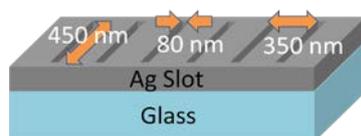


Fig. 1 Schematic image of Ag slot electrode.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】汎用平行平板 RIE 装置(SAMCO RIE-10NR), 電子顕微鏡(Hitachi S-4700)

【実験方法】

自部門において、銀薄膜上のレジストに電子線描画を行った。支援機関においてプラズマエッチングを行い、幅 80 nm、ピッチ 350 nmの銀スロット電極を作製した。また、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いてサンプル表面を観察した。その後、Zinc oxide(ZnO)と光電変換材料のPC₆₁BM:P3HT([6,6]-phenyl-C₆₁ butyric acid methyl ester: poly(3-hexylthiophene))をスピコート法によって成膜し、自部門において、反射スペクトルを測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ピッチ 350 nm のスロット構造の正面 SEM 画像を Fig. 2 に示す。レジストの周期構造が銀薄膜に転写さ

れ、銀膜上にスロット構造が作製されていることを確認した。Fig. 3 はスロット構造の反射スペクトルである。スロットの短軸方向に偏光する光(TM 偏光)を、垂直に入射した場合、波長 450 nm において反射率が急激に減少するピークが観測された。一方、長軸方向に偏光する光(TE 偏光)を入射したときは、明確なピークは観測されなかった。TM 偏光下におけるピークは、スロット構造により、電極表面上を伝搬する SPP が励起されたことを示す。

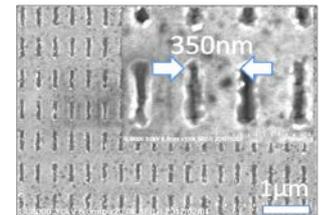


Fig. 2 SEM images of Ag slot electrode surface.

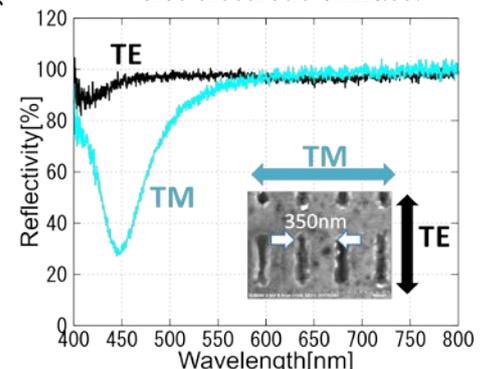


Fig. 3 Reflection spectra of Ag slot electrode under TE and TM polarizations.

さらにZnO, PC₆₁BM:P3HTを塗布すると、各層の屈折率の変化に応じてSPP共鳴波長が長波長側にシフトした。またそのSPP共鳴波長は、P3HT薄膜の吸収波長域と一致し、P3HTの光吸収量が増加すると推測された。スロット電極によるP3HTの吸収増加比を算出すると、1.61倍であった。銀スロット電極の利用により、OPVの光電変換効率の向上が期待できると思われた。

4. その他・特記事項(Others)

謝辞 本研究を進めるにあたり、技術指導をいただいた東京大学大規模集積システム設計教育センター(VDEC)の近藤尚子氏に深く感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし