

pn ドープ型高分子ダイオードの整流特性

Rectification property of polymer diodes with p/n doping

九州大先導研¹, 九州大総理工² ○藤田克彦^{1,2}, 津々浦雄貴²IMCE, Kyushu Univ.¹, ASEM, Kyushu Univ.², °Katsuhiko Fujita^{1,2}, Yuuki Tsutsuura²

E-mail: katsuf@cm.kyushu-u.ac.jp

プリントデバイス IoT 利用を目指す上で、無線電力伝送・通信の規格周波数帯で整流性を示すダイオードを湿式法で製造することは避けて通れない課題だが、従来の高分子半導体のダイオードでは高い順方向電流と 100kHz 以上の周波数での整流性の両方を満たすことは困難であった。本研究では、高分子半導体への n 型ドープと複数層の積層を可能とした超希薄溶液気相濃縮スプレー (ESDUS) 法により pn ドープ型の高分子ダイオードを作製し、周波数特性を検証した。

p 型層として Poly-3(hexylthiophen) (P3HT) に F4-TCNQ を 0~0.02wt% ドープしたもの、n 型層に poly (9,9'-dioctylfluorene-alt-benzothiadiazole) (F8BT) に Cs₂CO₃ を 0~0.02wt% ドープしたものを用いた。ITO/P3HT:F4-TCNQ(Dp wt%)/F8BT: Cs₂CO₃(Dn wt%)/LiF/Al の構造をスピコートおよび ESDUS 法によって作製した。(Device 1: Dp=Dn=0, Device 2: Dp=Dn=0.02)

ダイオードの逆方向電流は両者でほとんど変わらないが Device 2 は 1 桁大きい順方向電流を示した (Fig. 1)。

1μF の平滑コンデンサを使った半波整流回路を用いてダイオードの周波数特性を検討した。100Hz~1MHz の周波数で 5Vpp の sin 波を入力した時の出力電圧は Device 1 では kHz 領域で急速に低下したが、Device 2 では 100kHz 領域まで高い値を維持した。入力-出力の位相差は両者とも 60kHz 付近から上昇しはじめたが 100kHz においても 1.8° と僅かであった (Fig. 2)。

高周波で整流性を失う原因は、①少数キャリアの蓄積による逆方向電流の増加、②キャリア移動が追従できずキャパシタとして振る舞う、の 2 つが考えられる。位相差が大きくないことは①のメカニズムが支配的であることを示唆しており、キャリア密度が周波数特性改善の鍵であることを示している。

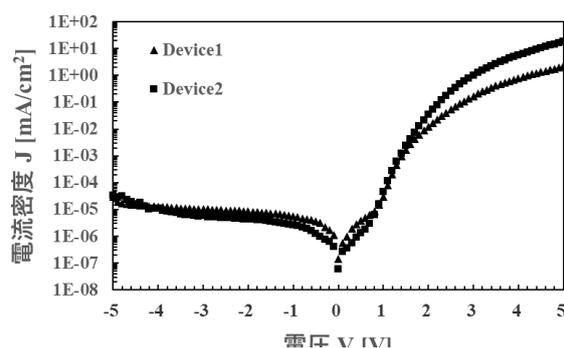


Fig.1 J-V characteristics of Device 1 and Device2

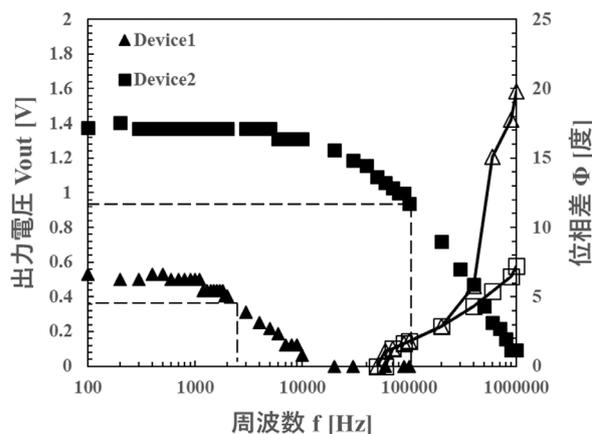


Fig.2 Output voltage and phase difference against frequency in half wave rectification circuit using Device 1 and Device2