

## 有機ヘテロ接合界面を利用した高性能負性抵抗素子の開発

### High performance NDR device using organic hetero-junction interface

物材機構<sup>1</sup>, 九大院<sup>2</sup> ○小橋 和義<sup>1,2</sup>, 早川 竜馬<sup>1</sup>, 知京 豊裕<sup>1</sup>, 若山 裕<sup>1,2</sup>

NIMS<sup>1</sup>, Kyushu Univ.<sup>2</sup>, °K. Kobashi<sup>1,2</sup>, R. Hayakawa<sup>1</sup>, T. Chikyow<sup>1</sup> and Y. Wakayama<sup>1,2</sup>

E-mail: KOBASHI.Kazuyoshi@nims.go.jp

【はじめに】 江崎玲於奈氏により開発されたトンネルダイオードにおいて負性抵抗が観測されて以来、その現象はロジックスイッチ、発振機、メモリなど様々な分野への応用が期待されている。これまでに AlGaIn/GaN を用いた共鳴トンネルダイオードや二次元薄膜を用いたエサキダイオードなどが提案されているが、しかし主に低温でしか負性抵抗が観測されないことや、室温となると PVR (peak-to-valley ratio) は 10 以下と小さくなるのが問題となっている[1,2]。そこで本研究では、有機分子ヘテロ接合を利用した新しい負性抵抗素子を提案する。このヘテロ界面では離散的なエネルギー準位が直接接合されていることを特長とする。

【実験】 素子構造を Fig. 1 に示す。PMMA により表面処理を行った SiO<sub>2</sub> (200 nm) / 低抵抗 Si 基板上に真空蒸着法により、p 型半導体として  $\alpha$ -sexithiophene (6T) 薄膜を 3 monolayer (ML)、n 型半導体として PTCDI-C8 薄膜を 12 ML、一部のみが積層するよう左右にずらして基板温度 60 °C にて蒸着した。その後、ソース・ドレイン電極として 6T および PTCDI-C8 に Au 電極を蒸着し、有機ヘテロ接合型素子を作製した。

【結果】 Fig. 2 に一定のドレイン電圧 (-60 V) のもと、ゲート電圧を掃印したときの電流特性を示す。ゲート電圧 -40 V 付近で負性抵抗が観測された。このメカニズムを Fig. 2 に挿入したエネルギー準位図を用いて説明する。まず負のゲート電圧により 6T のみに優先的にホールが注入され、2つの分子間でキャリア密度に差異が生じる。この差異によりゲート電圧は優先的に PTCDI-C8 に印加されていく。さらにゲート電圧を上げていくと、PTCDI-C8 のエネルギー準位が次第に上方にシフトし、両分子の HOMO レベルが一致したときに共鳴的なキャ

リア輸送が生じる (peak)。さらなる電圧印加では HOMO レベルのミスマッチにより電流が減少し (valley)、これが負性抵抗として観測されたのだと考えられる。このとき 100 を超える PVR が得られた。さらにソース電極-6T 薄膜界面に電荷注入層として MoO<sub>3</sub> を導入したところ、ピーク電流が増加し、PVR=396 というこれまでにない高い値をしかも室温で得ることに成功した。

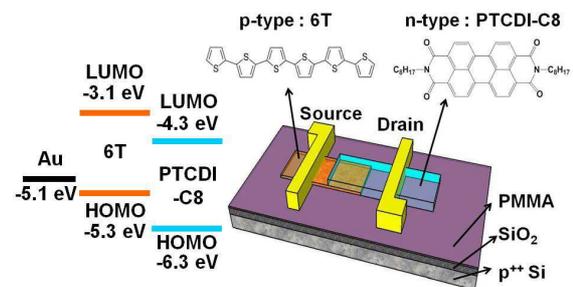


Fig. 1 NDR device using organic hetero structure.

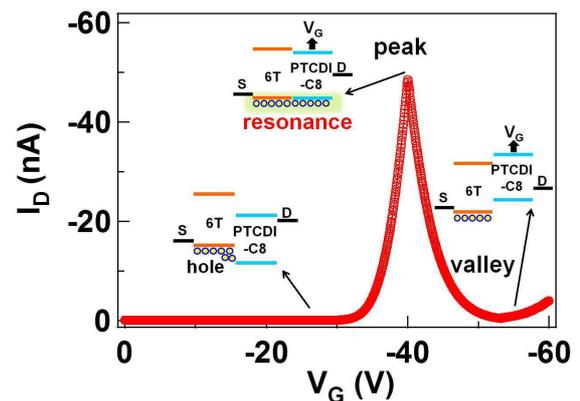


Fig. 2 NDR characteristics based on organic hetero-junction interface.

#### 【参考文献】

- [1] D. Li et al, Semicond. Sci. Technol. 28, 074024 (2013).
- [2] R. Yan et al, Nano Lett. 15, 5791 (2015).