

二次元半導体材料の界面準位密度評価手法

The analytical method for evaluation of interface state density of 2D semiconductor channel materials

筑波大学数理物質科学研究群 °(M1)佐藤 優, 蓮沼 隆

Univ. of Tsukuba, °Sato Masaru and Ryu Hasunuma

E-mail: s2420293@u.tsukuba.ac.jp

半導体素子の微細化により顕著になる短チャネル効果を抑制するために二次元半導体材料をチャネルとすることが注目されている。二次元半導体材料は、理想的には隣接する物質との間に共有結合を持たないため、界面準位が存在しないことが期待されるが、実際は準位が存在することが報告されている。

従来の半導体デバイスでは界面準位密度を評価する際、Hi-Lo C-V 法が一般的に用いられているが、二次元半導体はその薄さにより空乏層が広がらないために別の方法が必要である。我々は二次元半導体材料の界面準位密度を定量的に測定する方法を考案したので報告する。

今回考案した方法では、Si/SiO₂ 基板の SiO₂ 上に二次元半導体膜を形成し、その上に接地したソース電極と浮遊したドレイン電極を堆積した FET を用いる。デバイスのオン・オフ状態を繰り返すために Si 基板（バックゲート）にパルス電圧を印加する。オン状態ではソース電極からキャリアが流入し、オフ状態ではそのキャリアがソースに戻っていく。浮遊したドレイン電極には電圧計を接続し、チャネル電位をモニターする。デバイスがオン状態になったときのキャリアのチャネルへの流入は、ソース電極におけるコンタクト抵抗およびチャネル抵抗とゲート酸化膜容量とで

決まる時定数で表現される充電現象といえる。一方、オフ状態になったときはこれら抵抗成分に、界面準位に捕獲されたキャリアが放出される際の抵抗成分が加わった時定数で表現される放電現象となる。チャネル電位は充放電過程に応じて変化するので、オン状態およびオフ状態でのチャネル電位の時間変化から、界面準位からの放出過程の時定数を見積もることができ、界面準位のエネルギー分布を調べることができると考えられる。また、電位変化の大きさから準位密度の算出が可能であることが期待される。

本手法では基本的にオン状態での電位変化とオフ状態での電位変化の時定数の差を基に界面準位分布を評価するため、チャネル抵抗とコンタクト抵抗をできるだけ小さくすることが求められる。そのため、短チャネルかつソース面積が大きいデバイスを用いる必要がある。あるいは、あらかじめこれらの抵抗成分を明らかにしたうえで解析をする必要がある。

当日は測定結果も含め、報告する。

本研究は「電波有効利用研究プログラム_革新的情報通信技術（Beyond 5G）基金事業」および「未来社会創造事業（探索加速型）」の支援を得て遂行された。