

ZnO/Zn_{1-x}Mn_xO/ZnO ヘテロ界面における 二次元量子構造の形成と自発分極の影響

Effects of electric spontaneous polarization for the formation of two dimensional quantum structures at interface of ZnO/Zn_{1-x}Mn_xO/ZnO heterostructures

大阪府立大院工 °岩崎 裕徳, 中村 立, 吉村 武, 芦田 淳, 藤村 紀文

Osaka Prefecture Univ. °H. Iwasaki, T. Nakamura, T. Yoshimura, A. Ashida, N. Fujimura

E-mail: fujim@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】

Zn_{1-x}Mn_xO のバンドギャップは、 $E_g=3.273+1.32x$ [eV]となることが報告されており¹、ZnO とのバンドギャップ差が Zn_{1-x}Mg_xO/ZnO に比べて小さいためにバンドオフセットを用いた二次元構造の形成は難しいものの、自発分極と圧電分極の寄与によって界面に分極電荷が誘起され、擬二次元電子ガスが形成する。本研究室ではこれまで、Zn_{0.88}Mn_{0.12}O/O-polar ZnO 界面を用いて二次元電子ガス(2DEG)を形成させ、その伝導および磁気伝導特性について報告してきた²。また、Zn_{1-x}Mn_xO/Zn-polar ZnO 界面においては p 型半導体を用いると、二次元正孔ガス(2DHG)が形成されることが考えられ、Mn d スピンと正孔の相互作用が検討できると考えられる。本発表では、ZnO/Zn_{1-x}Mn_xO/ZnO ヘテロ界面における二次元量子構造の形成と分極とその相関に関して議論を行う。

【実験方法と結果】

Fig.1 に O 極性、Zn 極性 ZnO 基板上に ZnO/Zn_{1-x}Mn_xO/ZnO ヘテロ接合を作製した場合の各界面に誘起されるシート電荷密度の Mn 濃度依存性を計算した結果を示す。Zn 極性面上では、Zn_{1-x}Mn_xO/ZnO ヘテロ界面(σ_2)には p 型伝導の場合、2DHG が形成され、ZnO/Zn_{1-x}Mn_xO ヘテロ界面(σ_1)には n 型伝導の場合、2DEG が形成すると考えられる。O 極性面上では、その逆の現象が生じると考えられる。今回、2DEG が形成すると考えられる、Zn 極性 ZnO/Zn_{1-x}Mn_xO ヘテロ界面(σ_1)と O 極性 Zn_{1-x}Mn_xO/ZnO ヘテロ界面(σ_4)を作製し、その伝導特性を比較した。薄膜作製にはパルスレーザー堆積(PLD)法を用い ZnO/Zn_{0.90}Mn_{0.10}O/ZnO/Zn-polar ZnO sub. と Zn_{0.88}Mn_{0.12}O/ZnO/O-polar ZnO sub. と 2 種類のヘテロ接合を作製し、その移動度の温度特性測定を行った(Fig. 2)。ZnO 基板の移動度は、130K 以下の温度で大きく低下するものの、作製したヘテロ接合では、どちらの試料においても移動度は低温でも上昇する。これは、2DEG が形成すると考えられる 2 つの試料の伝導特性において、130meV 程度のバンドオフセットと自発分極・圧電分極の影響でイオン化不純物散乱の影響が抑制され、quasi-2DEG が形成していることが示唆される。当日は、O 極性、Zn 極性 ZnO 基板上に ZnO/Zn_{1-x}Mn_xO/ZnO ヘテロ接合の伝導特性におよぼす分極の影響に関して議論する。

【参考文献】 [1] T.Fukumura *et al.* Appl. Phys. Lett. 75. 3366 [2] K.Masuko *et al.* Phys. Rev. B 80. 125313

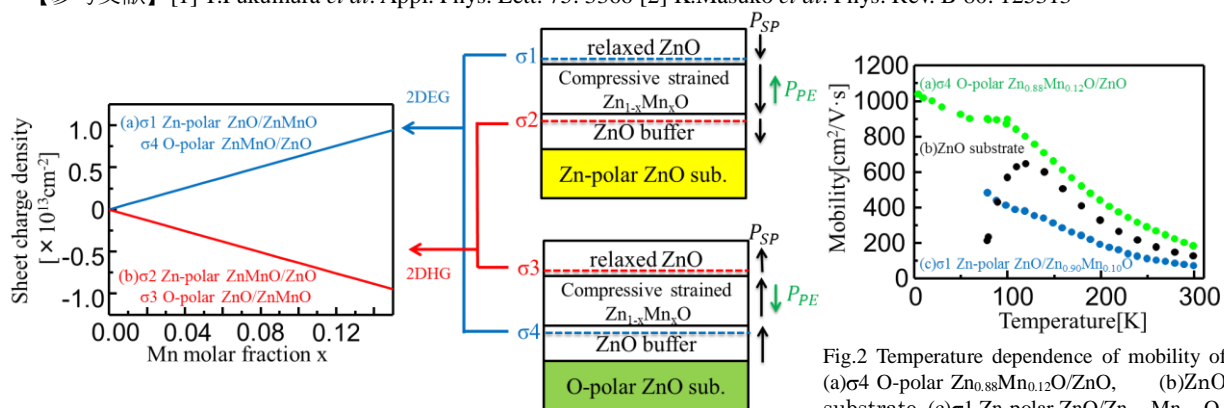


Fig.1 Sheet charge density of (a) σ_1, σ_4 (b) σ_2, σ_3 induced as function of Mn concentration x and schematic of ZnO/Zn_{1-x}Mn_xO/ZnO heterostructures.

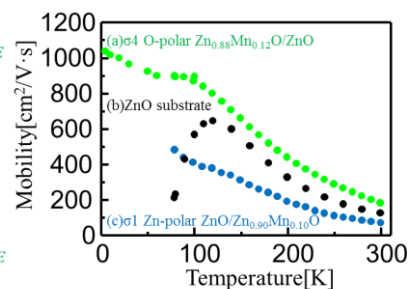


Fig.2 Temperature dependence of mobility of (a) σ_4 O-polar Zn_{0.88}Mn_{0.12}O/ZnO, (b) ZnO substrate, (c) σ_1 Zn-polar ZnO/Zn_{0.90}Mn_{0.10}O.