

TiO₂/LaO-LaAlO₃ (001) 構造における電気輸送特性の膜厚依存性**Thickness dependent transport properties of TiO₂/LaO-LaAlO₃ (001) heterostructures**

¹SLAC/スタンフォード大 ○ 簗原 誠人¹、疋田 育之¹、クリストファー・ベル¹、ハロルド・ファン¹

SLAC/Stanford University¹ ○ M. Minohara¹, Y. Hikita¹, C. Bell¹, H. Y. Hwang¹

E-mail: minohara@stanford.edu

極性不連続を有するペロブスカイト型酸化物ヘテロ界面においては、酸化物間の電荷移動やキャリア蓄積等の電子再構成に伴った新たな機能が発現する^[1,2]。これまで我々は、無極性酸化物アナターゼ型二酸化チタン (TiO₂) /極性酸化物 LaAlO₃ (001)ヘテロ接合界面において、界面終端構造制御による TiO₂ 薄膜中の明瞭な伝導キャリアの発現を見出し、それに伴う絶縁体-金属転移について報告した^[3]。しかしながら、その起源について未だ明瞭な知見は得られていない。発現した伝導キャリアの深さ分布に関する知見は、起源を明らかにする上で非常に有用な情報を与える。そこで今回我々は、金属伝導を示す TiO₂/LaO-LaAlO₃ (001)ヘテロ構造において、TiO₂ 薄膜の膜厚を系統的に変化させることにより、キャリアの広がりについて明らかにする事を目的として実験を行った。

界面終端層制御した TiO₂/LaAlO₃ ヘテロ構造は、パルスレーザー堆積法により作製した。終端層制御は TiO₂ 堆積前に LaO を一層、AlO₂ 終端化 LaAlO₃ (001)基板に堆積させることにより行った。TiO₂ 薄膜の膜厚制御は、成膜中における高速電子回折像の強度振動観測により行った。作製した試料について、四端子測定による抵抗率測定およびホール測定を行った。

Figure 1 に、ホール測定より得られたシートキャリア密度 (N_{sheet}) の膜厚依存性を示す。膜厚増加に伴って、 N_{sheet} の値が増加している様子が見取れる。また、膜厚 116 nm までの直線外挿線は、膜厚 0 nm で $N_{\text{sheet}} = 0 \text{ cm}^{-2}$ と交差せず、約 20 nm で交差した。このことは、TiO₂ 薄膜内部にキャリアが失活した空乏領域が存在することを示唆している。全体の膜厚からこの空乏領域の厚さを差し引いた値を用いてキャリア密度に換算したところ、キャリア密度は膜厚に依らず一定であることを見出した (Fig. 1 挿入図)。以上の結果は、TiO₂/LaO-LaAlO₃ (001)ヘテロ構造における伝導キャリアは、空乏領域を除くバルク全体に広がりを持つことを示すものである。

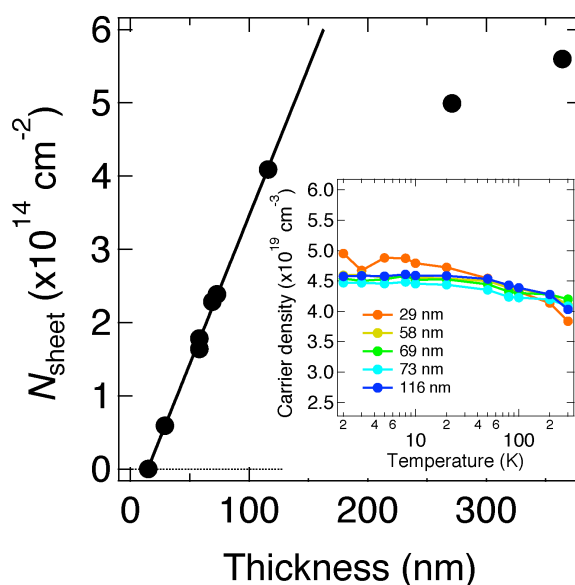


Figure 1. Thickness dependent sheet carrier density (N_{sheet}). The line shows the best linear fit between 29 nm to 116 nm. The inset shows the carrier density of TiO₂/LaO-LaAlO₃ (001) heterostructures for various thickness.

[1] A. Ohtomo and H. Y. Hwang, Nature **427**, 423 (2004). [2] H. Yamada *et al.*, Appl. Phys. Lett. **89**, 052506 (2006). [3] 簗原 他, 第 58 回春季応用物理学会講演予稿集 (2011).