

SrTiO₃ 界面における高移動度二次元正孔ガスの実現Realization of high-mobility two-dimensional hole gas at the SrTiO₃ interface

○^(M1)金田真悟¹, Le Duc Anh¹, 徳永将史², 関宗俊^{1,3}, 田畑仁^{1,3}, 田中雅明^{1,3}, 大矢忍^{1,3}

¹東大院工, ²東大物性研, ³東大スピントロニクス学術連携研究教育センター

○Shingo Kaneta¹, Le Duc Anh¹, Masashi Tokunaga², Munetoshi Seki^{1,3}, Hitoshi Tabata^{1,3},

Masaaki Tanaka^{1,3}, and Shinobu Ohya^{1,3}

(¹The Univ. of Tokyo, ²ISSP, The Univ. of Tokyo, ³CSRN, The Univ. of Tokyo)

E-mail: skaneta@cryst.t.u-tokyo.ac.jp

2004年にLaAlO₃/SrTiO₃ (LAO/STO)界面において、二次元電子ガス(2DEG)の存在が観測されて以降、STO上の2DEGの研究は精力的に行われてきた[1]。一方で酸化物エレクトロニクスへの応用上極めて重要な二次元正孔ガス(2DHG)を実現することは極めて難しい。2018年にSTO/LAO/STOのそれぞれの界面に2DHGと2DEGを同時に誘起できることが報告されたが、作製法が非常に難しく、またそれぞれにゲート電圧を印加してこれらの特性を別個に制御することが難しいこともあり、応用上問題であった[2]。STOの同一基板に n 型と p 型領域を簡単に形成できれば、 pn ダイオードやトランジスタなどを実現でき、酸化物エレクトロニクスの可能性を大きく広げることが可能である。しかし、今まではSTO基板上に直接2DHGを形成できたという報告はなかった。

今回我々は、分子線エピタキシー法を用いて、超高真空下($\sim 10^{-8}$ Pa)かつ室温で、STO基板上にFe極薄膜(膜厚 $t_{\text{Fe}} \leq 0.2$ nm)を堆積する簡単な方法により、STO基板上に最高で24,000 cm²/Vsに及ぶ酸化物では最も高い正孔移動度を持つ2DHGを作製することに成功した。堆積したFeは完全に3価(3+)状態となっており、Feの膜厚を変えるだけで、キャリアタイプを p 型($t_{\text{Fe}} \leq 0.2$ nm)から n 型($t_{\text{Fe}} > 0.3$ nm)へと変えることができることを、ホール効果とゼーベック効果の測定から明らかにした[Fig. 1(a)]。シート抵抗は温度の減少とともに減少し、金属的な振る舞いを示している[Fig. 1(b)]。また、低温で移動度が高いことから、キャリアはSTO側に存在していると言える[Fig. 1(c)]。極低温にて、試料に対して面直に高磁場を印加した際、抵抗が振動するShubnikov-de Haas振動が観測され、磁場を面内方向に印加するとこれらの振動は消失した。以上のことから、正孔の二次元性が明らかになった[3]。本研究は、科学研究費補助金、JST-CREST、Spin-RNJの支援を受け行われた。

References : [1] A. Ohtomo and H. Y. Hwang, Nature **427**, 423 (2004). [2] H. Lee *et al.*, Nat. Mater. **17**, 231 (2018). [3] L. D. Anh, S. Kaneta, M. Tokunaga, M. Seki, H. Tabata, M. Tanaka, and S. Ohya, submitted.

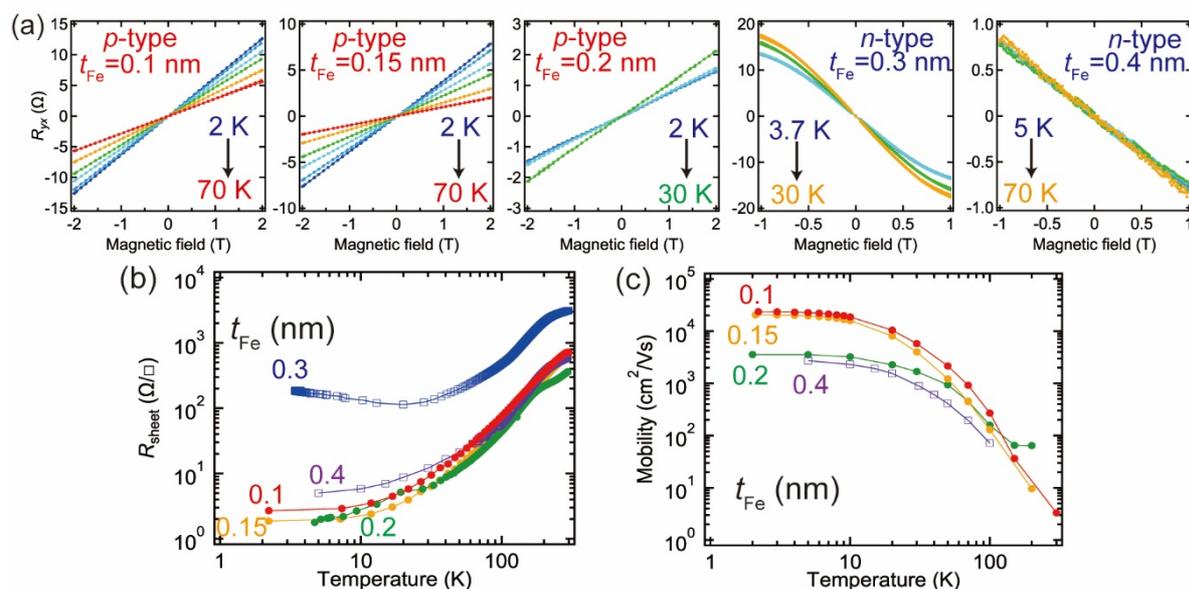


Fig. 1 (a) 様々な温度で測定したホール抵抗 R_{yx} の磁場依存性. (b) 様々な t_{Fe} におけるシート抵抗 R_{sheet} の温度依存性. (c) 移動度の温度依存性.