

モット絶縁体 LaNiO_3 超薄膜に発現する巨大フォノンドラッグ熱電効果

Giant phonon-drag thermopower in Mott-insulator LaNiO_3 ultra-thin film

東工大¹, AIST², 阪大³, SPring-8⁴, NIMS⁵, 東北大⁶, KEK⁷

○木村 公俊¹, 樋口 雄飛¹, 片瀬 貴義¹, 養原 誠人², 麻生 亮太郎³, 吉田 秀人³, 井手 啓介¹,
平松 秀典¹, 上田 茂典^{4,5}, 組頭 広志^{6,7}, 細野 秀雄¹, 神谷 利夫¹

Tokyo Tech.¹, AIST², Osaka Univ.³, SPring-8⁴, NIMS⁵, Tohoku Univ.⁶, KEK⁷, ○Masatoshi Kimura¹,
Yuhi Higuchi¹, Takayoshi Katase^{1,2}, Makoto Minohara², Ryotaro Aso³, Hideto Yoshida³, Keisuke Ide¹,
Hidenori Hiramatsu¹, Shigenori Ueda^{4,5}, Hiroshi Kimigashira^{6,7}, Hideo Hosono¹, Toshio Kamiya¹

E-mail: m-kimura@mces.titech.ac.jp

【はじめに】フォノンドラッグ熱電能 (S_g) は、温度差に従って流れる格子振動が電子を引きずって熱起電力を発生させる現象であり、通常の半導体で発現する電子拡散熱電能に加えて、全体の熱電能を付加的に増加させる。しかしながら、一般的に殆どの材料の S_g は小さい。 S_g は、 $S_g = (m^* v_d h) / (\tau_e q T)$ で定式化されており[1]、フォノンの長い平均自由行程 (h) と電子の大きな有効質量 (m^*) が両立する場合に、 S_g を増大させる可能性がある。これまで我々は、強相関電子系酸化物 LaNiO_3 のエピタキシャル薄膜に圧縮歪を導入することで、フォノンのウムクラップ散乱が抑制され、 S_g が増加することを明らかにしてきた。一方で LaNiO_3 は、極薄膜化によって金属からモット絶縁体に転移することが知られており[2]、通常のバンド伝導体と比べて m^* の大きい強相関電子の電子状態を膜厚によって制御することができる。そこで本研究では、 LaNiO_3 薄膜の極薄化による電子の局在化と S_g の相関を調べたので報告する。

【実験方法】 LaNiO_3 エピタキシャル薄膜は、パルスレーザー堆積法 (KrF エキシマレーザー、基板温度 700°C、酸素圧 25 Pa) により LaAlO_3 ($\Delta a/a = -1.3\%$) 単結晶基板上に作製し、50 nm から 1 nm の範囲で膜厚を変化させた。室温から 10 K までの温度範囲で抵抗率 (ρ) と熱電能 (S) を系統的に測定し、ホール効果と磁気抵抗測定からキャリア移動度とキャリア密度を算出した。

【結果】膜厚を 50 nm から 1 nm まで減少させたところ、 LaNiO_3 薄膜の $\alpha(T)$ は、金属的な温度依存性から絶縁体の温度依存性に変化することが確認できた。室温の S は膜厚に寄らず殆ど変化しないが、低温域ではフォノンドラッグ効果による S の増加が見られ、 S のピーク値は膜厚の減少に伴って大きく増加することが分かった (図)。直線的な温度変化を示す電子拡散熱電能を考慮して S_g を算出したところ、 $6 \mu\text{VK}^{-1}$ から $28 \mu\text{VK}^{-1}$ へ約 5 倍増加することが分かった。詳細な電気特性は当日に発表する。

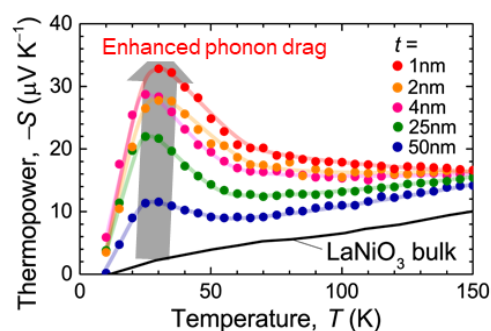


Figure: Phonon-drag thermopower enhancement in ultra-thin LaNiO_3 epitaxial films on LaAlO_3 (001) substrate.

【参考文献】[1] C. Herring, *Phys. Rev.* 96, 1163 (1954). [2] P. C. King et al., *Nat. Nanotechnol.* 9, 443 (2014).