岩塩型超伝導/強磁性ヘテロエピタキシャル薄膜: LaO/EuO

Rock-salt superconductor/ferromagnet heteroepitaxial thin film: LaO/EuO

○神永 健一[1]、岡 大地[2]、岡 博文[1]、福村 知昭[1,2,3,4]
(1. 東北大 WPI-AIMR、2. 東北大院理、3. 東北大 CSIS、4. 東北大 CSRN)
○Kenichi Kaminaga[1], Daichi Oka[1], Hirofumi Oka[1], Tomoteru Fukumura[1]
(1. Tohoku Univ.)
E-mail: kenichi.kaminaga.d6@tohoku.ac.jp

【背景】超伝導/強磁性ヘテロ接合を用いた超伝導スピントロニクスが理論・実験両面からさかんに研究されている。超伝導と強磁性の近接効果を調べるには、清浄で急峻な接合界面をもつヘテロエピタキシャル薄膜が望ましい。超伝導スピンバルブ等のデバイス実証における強磁性半導体として岩塩型の EuS と GdN が主に研究されてきており、岩塩型超伝導体も多数あることから、原理的に岩塩型ヘテロエピタキシャル薄膜の作製は可能である。しかし、今まで実現されていなかった。一方、より高いキュリー温度 69 K をもつ岩塩型強磁性半導体 EuO においては、超伝導体 Al と V との多結晶ヘテロ接合しか報告がない [1,2]。最近、我々が発見した新超伝導体 LaO エピタキシャル薄膜は、EuO 同様に $YAlO_3$ 基板上にコヒーレント成長し、成膜条件や格子定数も EuO に非常に近いことから[3]、LaO/EuO ヘテロエピタキシャル薄膜が作製可能なはずである。今回、高品質な LaO/EuO ヘテロエピタキシャル薄膜を作製し、強磁性層による超伝導の抑制効果を観測したので報告する。

【実験結果】パルスレーザー堆積法を用いて、$YAlO_3$ (110)単結晶基板上に LaO (15 nm)/EuO (2 nm)の(001)ヘテロエピタキシャル薄膜を作製した。EuO と LaO はコヒーレント成長し(Fig. 1)、EuO は基板から面内引張歪み(c/a = 0.980)を受けたのに対し、LaO は面内圧縮歪み(c/a = 1.009)を受けた。EuO はバッファー層の役割も果たし、EuO 上の LaO の結晶性は単膜に比べ大幅に向上した。LaO/EuO 薄膜の面内磁化の印加磁場依存性と電気抵抗率の温度依存性を Fig. 2 に示す。飽和磁化は 7 μ_B/f.u.と EuO 単膜と同等であった。一方、同等のキャリア濃度をもつ LaO 単膜の T_c^{on} は 4.0 K であったが、LaO/EuO では 2.3 K で超伝導転移のオンセットが見られたもののゼロ抵抗には至らなかった。また、LaO/EuO の超伝導転移は EuO 層の膜厚に大きく依存した。当日の講演では EuO 層の膜厚依存性についても報告する。

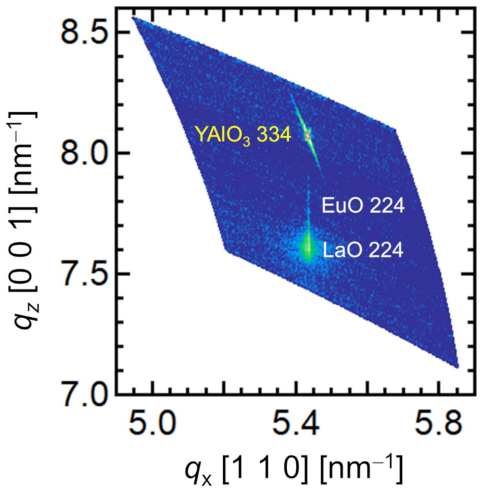


Fig. 1 Reciprocal space mapping of LaO (15 nm) / EuO (2 nm) (001) heteroepitaxial thin film ($[110]_{LaO}//[110]_{EuO}//[001]_{YAlO3}$, $[001]_{LaO}//[001]_{EuO}//[110]_{YAlO3}$).

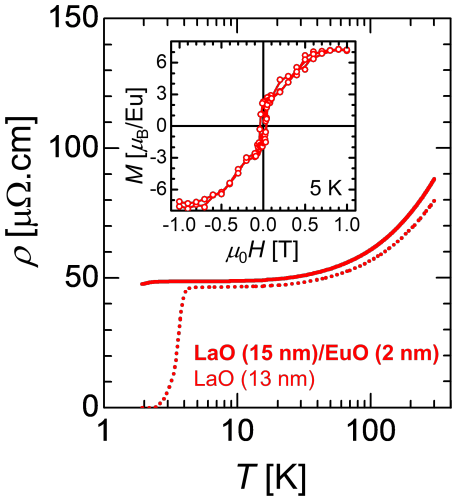


Fig. 2 Temperature dependence of resistivity for LaO (15 nm)/EuO (2 nm) heteroepitaxial thin film (solid line) and LaO (13 nm) thin film with the similar n_{300K} as reference (dotted line). Inset shows magnetic field dependence of in-plane magnetization at 5 K.

[1] Phys. Rev. Lett. **56**, 1746 (1986). [2] Proc. SPIE **2157**, 285 (1994). [3] J. Am. Chem. Soc. **140**, 6754 (2018).
【謝辞】本研究は、JSPS 科研費 26105002, JP17J05331, 18H03872, 18H03876, 三菱財団の助成を受けたものです。

© 2019年 応用物理学会