

Mg 蒸着による In 2 原子層金属の構造と電子状態の変化

○寺川 成海, 八田 振一郎, 奥山 弘, 有賀 哲也*

京都大学大学院理学研究科

Evolution of atomic and electronic structure of double-layer In by Mg deposition

○Shigemi Terakawa, Shinichiro Hatta, Hiroshi Okuyama and Tetsuya Aruga*

Graduate School of Science, Kyoto University

Si や Ge などの半導体基板上的の金属超薄膜は、低次元金属の物性研究を行う理想的な系であり盛んに研究されてきた。近年では、2 種類以上の金属元素からなる表面合金の研究も進められ、Rashba 効果によるスピン分裂と超伝導の両方を示す(Tl, Pb)/Si(111) [1] など、興味深い物性を示す表面合金相が報告されている。最近、我々は、Si(111)表面上の Pb 単原子層金属に Mg を蒸着することで、金属的な電子構造をもつ表面合金相の作製に成功した [2]。本研究では、さらなる表面合金相の探索を目的として、In/Si(111)表面への Mg 蒸着による構造と電子状態の変化を調べた。

In/Si(111)表面には In 被覆率 0.3 ~ 2.4 ML の複数の相が知られており [3]、各相への Mg 蒸着による構造変化を低速電子回折(LEED)および走査トンネル顕微鏡(STM)を用いて調べた。2 原子層構造をもつ In/Si(111) ($\sqrt{7} \times \sqrt{3}$)相 (In 被覆率 2.4 ML, Fig. 1(a)) [4, 5]に、Mg を室温以下の温度で蒸着することで、($2\sqrt{3} \times 2\sqrt{3}$) (Mg 被覆率 0.2 ML, Fig. 1(b)) および($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$) (Mg 被覆率 1 ML, Fig. 1(c)) の 2 つの新たな超構造ができることがわかった。

作製した 2 つの相の電子構造を角度分解光電子分光(ARPES) で調べた。($2\sqrt{3} \times 2\sqrt{3}$)相と($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)相のそれぞれにおいて、各相の周期を反映し、かつフェルミ準位を横切る表面バンドが観察された。($2\sqrt{3} \times 2\sqrt{3}$)相は、2 次元自由電子的な円形のフェルミ面を持ち、そのフェルミ波数は $1.41 \text{ \AA}^{-1}$ であり、In/Si(111) ($\sqrt{7} \times \sqrt{3}$)相 ($1.40 \text{ \AA}^{-1}$)よりわずかに増加した。一方、($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)相はより複雑な電子構造を示し、フェルミ面は波数 $1.30, 1.46 \text{ \AA}^{-1}$ の 2 つの円で構成される。第一原理計算により、($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)相のバンド構造の特徴は In 2 層と Mg 1 層が積層した 3 原子層構造モデルで再現されることがわかった。

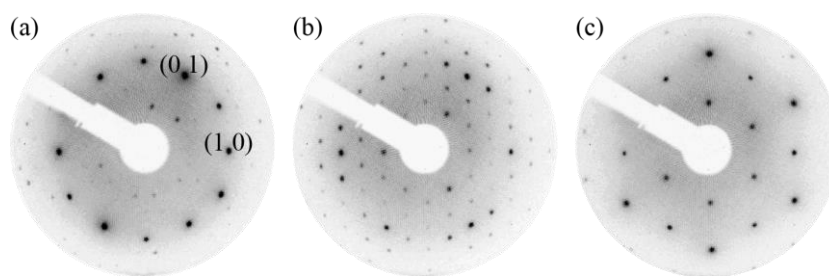


Fig. 1. (a) In/Si(111) ($\sqrt{7} \times \sqrt{3}$), (b) (Mg, In)/Si(111) ($2\sqrt{3} \times 2\sqrt{3}$), (c) ($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)の LEED パターン ($E_p = 85 \text{ eV}$).

文 献

- 1) A. V. Matetskiy *et al.*: Phys. Rev. Lett. **115**, 147003 (2015).
- 2) 寺川成海 他: 2020 年日本表面真空学会学術講演会 2Ba04S (2020).
- 3) J. Kraft *et al.*: Phys. Rev. B **55**, 5384 (1997).
- 4) J. W. Park and M. H. Kang: Phys. Rev. Lett. **109**, 166102 (2012).
- 5) T. Shirasawa *et al.*: Phys. Rev. B **99**, 100502(R) (2019).

*E-mail: aruga@kuchem.kyoto-u.ac.jp