



二次元格子物質の創製と電子状態に関する研究

柚原淳司¹、松場大樹¹、大野誠貴¹、前田匠太¹、李 旭¹、高倉将一²、仲武昌史²

¹名古屋大学工学研究科、²あいちシンクロトロン光センター

キーワード：ゲルマネン、合金表面、表面偏析法、角度分解光電子分光

1. 背景と研究目的

ゲルマネンは、高い電子移動度とバンドギャップなどを持つことから次世代デバイス材料としての応用が期待されており、様々な結晶表面上に作製されている[1-5]。しかしながら、フリースタンディングゲルマネンの単位胞 (0.406 nm) と比較すると、実験的に作製したゲルマネンは、Ag(111)表面上では小さい単位胞 (0.39 nm) を持ち[6]、Al(111)表面上では大きい単位胞 (0.43 nm) を持つことが判明している。本研究の目的は、Ag-Al(111)合金薄膜表面上にてゲルマネンを創製することである。

2. 実験内容

試料は Ge(111)基板にエピタキシャル成長させた Ag-Al(111)合金薄膜を用いた。超高真空チャンバー内にて真空加熱を行い、Ge を偏析させることでゲルマネンを作製した。図 1 (a)に示すように高分解 STM 像ではハニカム構造が観察された。LEED パターンでは、ゲルマネンの単位胞に由来する $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ R46°超構造スポットに加えて、 $(\sqrt{13}\times\sqrt{13})$ R46°超構造スポットが観察され、単位胞の大きさがフリースタンディングに近いゲルマネンを Ag-Al(111)合金薄膜表面上において創製することができた (図 1 (b))。本研究の目的は、Ag-Al(111)合金薄膜表面上のゲルマネンの電子構造を測定し、Ag(111)薄膜表面および Al(111)薄膜表面上のゲルマネンの電子状態と比較することである。

3. 結果および考察

Ag-Al 合金(111)表面、Ag(111)表面、そして、Al(111)表面上に作製したゲルマネンのフェルミエネルギー近傍での電子状態の k_x - k_y マッピングを図 2 に示す。いずれの基板においても、 Γ 点周りに円錐状の電子状態が観察され、Ag-Al 合金(111)表面での円錐状の電子バンドの直径は、Ag(111)表面と同じとなった。

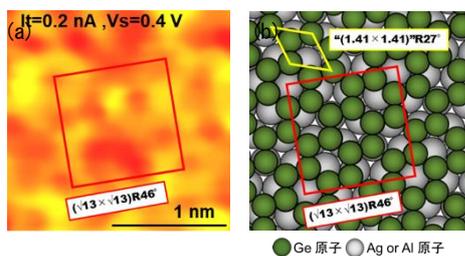


図1 Ag-Al 合金(111) 薄膜表面上のゲルマネンの(a) STM 像と(b)原子配列モデル[7]

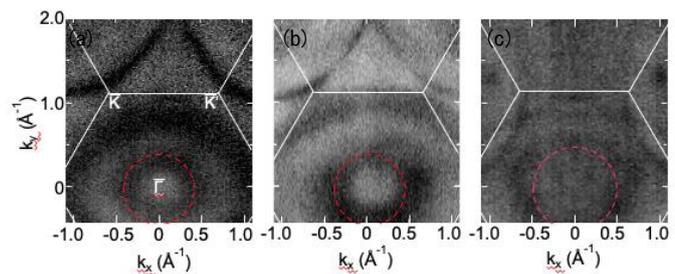


図 2 フェルミ準位近傍の電子状態の k_x - k_y マッピング (a) Ag-Al 合金(111)表面、(b) Ag(111)表面、および (c) Al(111)表面上のゲルマネン[7]

4. 参考文献

[1] M. Dávila *et al.*, *New J. Phys.* **16**, 095002 (2014).
 [3] M. Derivaz *et al.*, *Nano Lett.* **15**, 251016 (2015).
 [5] C. Lin *et al.*, *Phys. Rev. Mater.* **2**, 024003 (2018).
 [7] J. Yuhara *et al.*, *Appl. Surf. Sci.* **738**, 122382 (2023).

[2] L. Liu *et al.*, *Science* **343**, 163 (2014).
 [4] Z. Qin *et al.*, *Adv. Mater.* **29**, 1606046 (2017).
 [6] J. Yuhara *et al.*, *ACS Nano* **12**, 11632 (2018).