

電界放出微小電子源を用いた低速電子回折

Development of a low-energy electron diffraction apparatus
using field emission nano-tips千原佑太、達城裕樹、高田賢哉、中川剛志、[○]水野清義 (九大総理工)Y. Chihara, H. Tatsushiro, K. Takata, T. Nakagawa, [○]S. Mizuno (Kyushu Univ.)

E-mail: mizuno.seigi@kyudai.jp

背景

表面の原子構造を解析する手法の1つとして低速電子回折 (LEED) がある。しかし、通常の LEED は熱電子を用いているため長周期構造の構造決定が容易ではない。そこで本研究では、電界誘起ガスエッチングにより先鋭化したタングステン探針を電子源に用いた電界放出型低速電子回折装置 (FE-LEED) の開発に取り組んでいる。本研究ではコイル状の磁場レンズによる電子線の集束、および、シリコン表面からの回折パターンの観察を試みた。

実験方法

電子源には<110>配向の多結晶 W ワイヤを用い、電解研磨後 FE-LEED 装置 (8×10^{-8} Pa) に設置した。電界イオン顕微鏡 (FIM) で探針先端部の原子配列を確認後 (Fig. 1a), 電界誘起水エッチングで先鋭化した。その後、電界放出顕微鏡 (FEM) により電子線の形状確認・開き角の算出を行った。また、電子源前方には電子線を集束させるコイル状の磁場レンズを取り付けた。試料に Si(100)を用い 600°C で 12 時間加熱後、1200°C でフラッシングを 50 回行い、回折パターンの観察を行った。

結果

電界誘起水エッチングにより多結晶 W 探針を先鋭化することにより (Fig. 1b), 開き角 5.8° の電界放出電子線が得られた (Fig. 1c)。磁場レンズによって Fig. 1(d) のように電子線の集束を確認後, Fig. 1(e) の配置で電子線を試料に照射させると Fig. 1(f) に示す回折パターンが観測された。Fig. 1(g) は観測された回折スポットの模式図である。左側の明るい領域は二次電子による影響である。FE-LEED の回折スポットの半値幅は 0.045 \AA^{-1} となり従来の LEED 装置の半分程度の値となった。

現在は 2 つ目の磁場レンズを取り付けることで電子線をさらに集束させ、スポットの半値幅をより狭くすることと、ステンレス製の筒をコイル先端に取り付けることで電子線への電場からの影響をなくし、試料に電子線をスムーズに照射させるための装置改良を行っている。

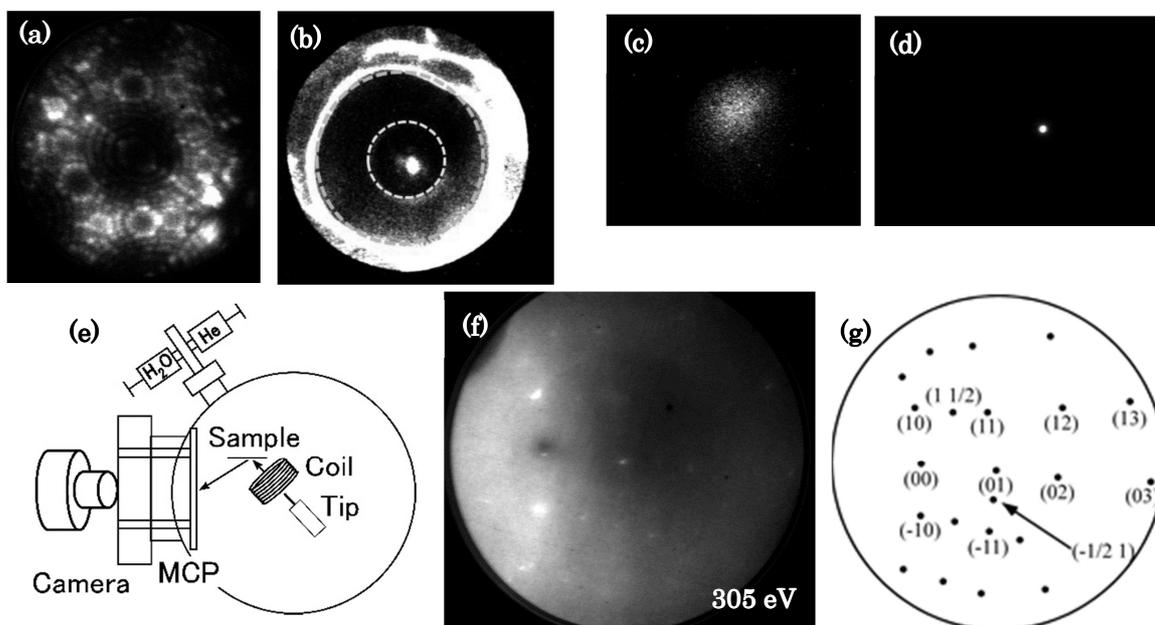


Fig. 1. Schematic illustration of the FE-LEED apparatus. (a), (b) FIM images of a tip before and after the H₂O etching. (c), (d) Field emission patterns after the H₂O etching and with a magnetic lens. (e) Schematic illustration of the FE-LEED apparatus. (f), (g) A LEED pattern of Si(001) clean surface and its illustration.