

電子線バイプリズムを応用した高速振動現象の SEM 可視化

Stop-motion SEM Imaging of Vibration Phenomenon by Electron Beam Biprism

筑波大数理¹ ○江本 悠河¹, 菊池 優¹, 鄭 サムエル¹, 増田 秀樹¹, 伊藤 良一¹, 藤田 淳一¹

Univ. of Tsukuba¹ ○Yuuga Emoto¹, Yu Kikuchi¹, Samuel Jeong¹, Hideki Masuda¹, Yoshikazu Ito¹,

Jun-ichi Fujita¹

E-mail: s1610967@u.tsukuba.ac.jp

高い空間分解能を有しながら、超高速な動的現象の時間発展をとらえることができれば、高速動作するデバイス (MEMS デバイス) や破断現象の解析に大いに役に立つ。とくに SEM を用いた高速イメージングは、低加速電子線を用いるため比較的広範囲を画像化できる。本研究では Fig. 1 のように、直径 200 μm の W 線を電子線バイプリズム^[1]として用い、周期的な偏向を用いて試料に照射する電子線をパルス化することで、汎用性のある高速振動現象の静止位相画像を得る手法を開発した。

観察試料は、340 kHz で共振している Si カンチレバーを用いた。電子線を偏向するために、SEM 試料室内の対物レンズ直下に直線状の W 線を導入した。この線に、試料ステージに対して共振周波数と同期した 10 V_{pp} の矩形波を印加し観察を行った。Fig. 2(a)には、バイプリズムに電圧を印加せずに撮影した通常の SEM 像を示す。カンチレバーは高速振動によってブレて位相位置の形状を解像することができない。Figs. 2(b-d) には位相制御 SEM 像を示す。バイプリズムに印加する矩形パルスの位相を制御することで、振動の特定の位相のみを積算して撮影した。高速振動しているカンチレバーが静止したように観察されている。1 keV の一次電子線に対してバイプリズムの駆動バイアス電位が -10 V であるとき SEM 視野内では、100 μm 程度の領域が電子線ブランキング制御可能範囲となる。この領域に収まる大きさの試料であれば、高速周期運動の静止位相画像を撮影することができる。

[1] Jpn. J. Appl. Phys., 2018, **57**, 065201.

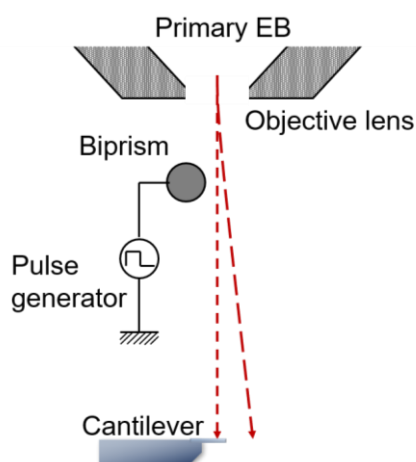


Fig. 1. Schematic diagram of pulsed electron beam.

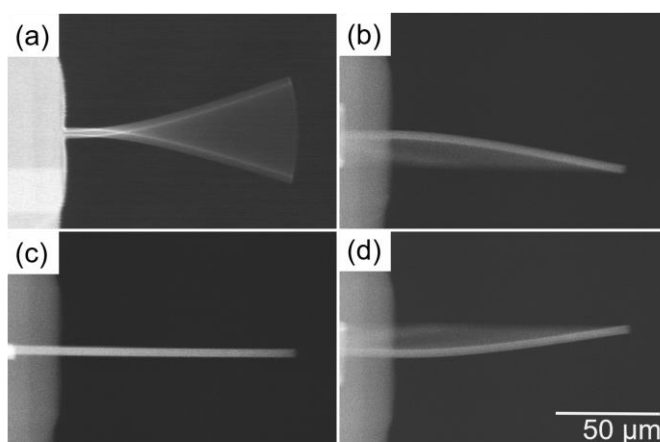


Fig. 2. SEM images of vibrated cantilever. (a) Normal observation. (b-d) Stop motion images with different phases.