ファラデーカップ設計のための電子散乱シミュレーション

Electron scattering simulation to design Faraday cup

大阪工業大学　○頓花 貴俊，　伊藤 優花，　小寺 正敏
Osaka Institute of Technology, ○Takatoshi Donga, Yuka Ito, Masatoshi Kotera
Email:m1m17323@st.oit.ac.jp

走査電子顕微鏡(SEM)は医学・生物学の分野や金属、半導体などの様々な分野でのナノメートルサイズの表面構造の観察に活用されている。従来から電子ビーム照射による試料内部の電子散乱については多く議論されてきたが、試料表面から一旦出た反射電子が対物レンズ底面との間で複数回衝突して作られるフォギング電子は試料のビーム照射位置から数10mm 以上も離れた部分にまで広がりそこで作った二次電子が検出器に入り無視できないレベルのノイズを形成する可能性があり、SEM の分解能評価においては試料内だけの電子散乱ではなく試料室内全体を考慮したグローバルな電子軌道シミュレーションを開発する必要性が認識されてきた。また、対物レンズから収束されることなくある角度で放出された電子をフレア電子と呼び、ビーム照射位置から数 cm 離れた部分に広がり、試料の帯電現象に影響している可能性がある。本研究ではフォギング電子やフレア電子の定量化のために、まず電子ビーム電流を測定する必要性があった。通常電子ビーム電流の絶対値を測定するにはファラデーカップが使われるが、その前面の穴のサイズ、円筒の直径及び深さ、その材料についての指標は特に明らかにされず、穴を小さくし、必要以上に大きなサイズのものを使う傾向があった。そこで本研究ではフレア電子のみを測定するために、ファラデーカップを設計するために電子散乱シミュレーションを行った。電子ビーム照射されたファラデーカップ底の表面から放出される反射電子・二次電子をファラデーカップ中の空間でもその軌道を追跡し、ファラデーカップのサイズを変化させながらファレアデーカップ上面の穴から放出される電子とファラデーカップのサイズとの依存性を求めた。ファラデーカップからの電子の放出率をファラデーカップの高さを変化させ、ファラデーカップのホールサイズが 100μmΦ、ファラデーカップの直径が 1mmΦのときの関係を図 2 に示す。ファラデーカップから飛び出る電子の数はファラデーカップの高さの影響が大きく、ファラデーカップの直径にはあまり依存しない傾向が見られた。

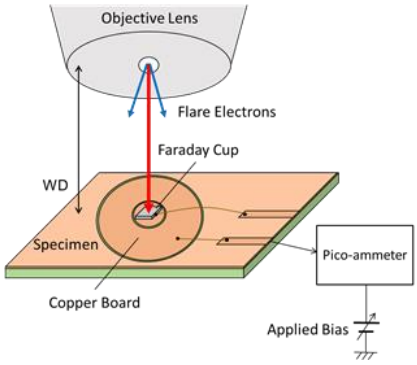

図 1　フレア電子電流測定システム

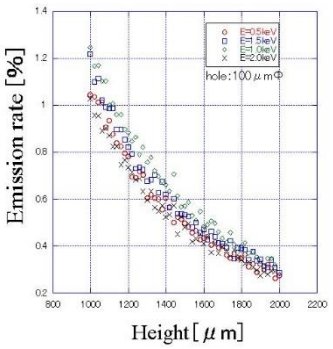

図 2 ファラデーカップからのフォギング電子放出率