

ものづくり教材としての電子顕微鏡 1

Electron microscope : Study Material for College Student

千葉工大¹, (株)テクネックス工房¹, °池田一貴¹, 菅洋志¹, 大野輝昭²

CIT¹, Technex¹, °Ichitaka Ikeda¹, Hiroshi Suga¹, and Teruaki Ohno²

E-mail: hiroshi.suga@it-chiba.ac.jp

電子顕微鏡技術は科学や産業の発展を支えてきた測定装置であると同時に、教材としても優れた要素を備えている。たとえば、電子顕微鏡をつくるためには、古典光学や電磁気学といった基礎物理だけでなく、電子回路や・精密加工などの工学的な要素が必要となる。走査型電子顕微鏡に限れば、電子レンズに永久磁石型のものを使用すれば極低ノイズな高級電源は不要である。高圧電源も加速電圧が 5 kV 以下ならば学生の安全上も支障がない。反射電子検出器もフォトダイオードで代用可能である。すなわち、熱意さえあれば学生が 1 万倍程度の拡大写真が取れる電子顕微鏡を自作することも可能である。しかし、電子線走査用の偏向コイル部および信号処理については、高度な電気系の制御と信号処理を必要とし、学生の手にも余る。

近年、安価で高性能なマイコンが登場しており、その教育教材も重質している。そこで、今回、このマイコンを用い、ビームスキャンから USB で画像データ転送、PC での画像表示まで容易行うことができると考え、プログラミングと電子回路製作の経験がない大学 4 年生を対象に、走査型電子顕微鏡用信号処理回路を教材としたものづくり教育を実施した。

図 1 にシステム構成を示す。PIC マイコン (PIC24FJ128GC110, Microchip) を用い、走査信号の発生、検出器の信号の A/D 変換、そして、USB による画像データの転送といった電子顕微鏡の信号処理を行った。走査信号の発生は、内蔵されている 2 つの DAC から X 方向、Y 方向のスイープを出力させ、検出器の信号の A/D 変換は、内蔵されている A/D コンバータを使用した。X 方向スイープを出力中、画素数の回

数 A/D 変換し、データを PIC 内のバッファに X スイープ一回分の画像データ蓄積し、USB にて逐次コンピュータに転送する。PIC から転送されてきた画像データは、Microsoft Visual C++ を用いて製作したプログラムにより、ビットマップ画像に変換される。図 2 に PIC を用いた画像処理と卓上型 SEM (Tiny SEM, Technex.co.) 付属のアナログ回路も用いて画像処理を行った SEM 像を示す。学生自作の画像処理がアナログ回路と同様に画像を表示できていることが分かる。また、スイープ波形の形が反転していることから、SEM 像が反転している。

電子顕微鏡の信号処理装置製作を題材とした学生の教育を行い、プログラム経験の少ない学生に対して実施可能であることを示した。

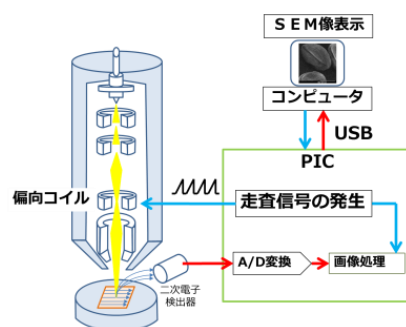


図 1 システム概要

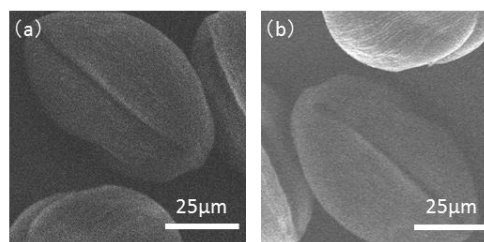


図 2 花粉の SEM 像 (a) PIC を用いた画像処理 (b) アナログ回路での画像処理