

# FIB（集束イオンビーム装置）の紹介

山室 賢輝

熊本大学工学部技術部 生産構造技術系

## 1. はじめに

昨年度、学長裁量経費により電界放出型透過電子顕微鏡（FE-TEM）と集束イオンビーム装置（FIB）が本学に導入された。導入に伴い先進材料ナノ構造解析システム室が組織され、著者は同室の依頼を受け、FIB の管理業務を担当している。今回は、担当する FIB について装置の概略を紹介する。

## 2. FIB とは

FIB（Focused Ion Beam）とは、数 nm～数 100nm 径に集束した  $\text{Ga}^+$  イオンビームを走査することのできる装置で、そのイオン銃を SEM や TEM に装着し使用する。通常 FIB といえば、SEM にイオン銃を装備したものを指すことが多く、本学の装置も SEM にイオン銃を装備したものである。本装置は、試料表面の特定領域を削ったり、特定領域へ C, W, Pt 等の成膜をしたり、イオンビームの照射により発生した二次電子を画像として観察することが可能である。今回導入された FIB は、FEI 製 Quanta 200 3D（図 1）であり、本装置の最大の特徴は、イオンビームの走査中でも、加工の様子を SEM によりライブタイムで観察できることが挙げられる。



図 1 FEI 製 Quanta 200 3D

## 3. 適用例

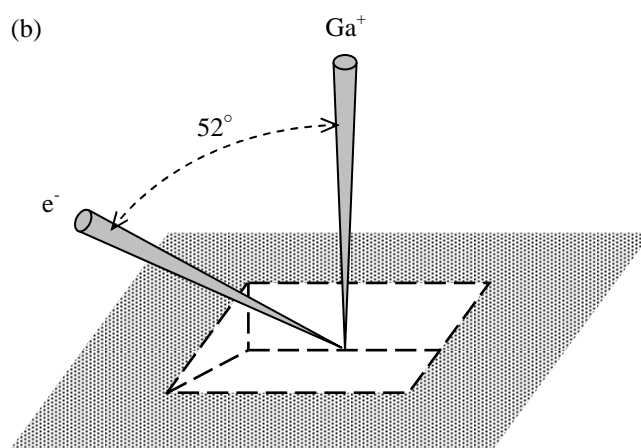
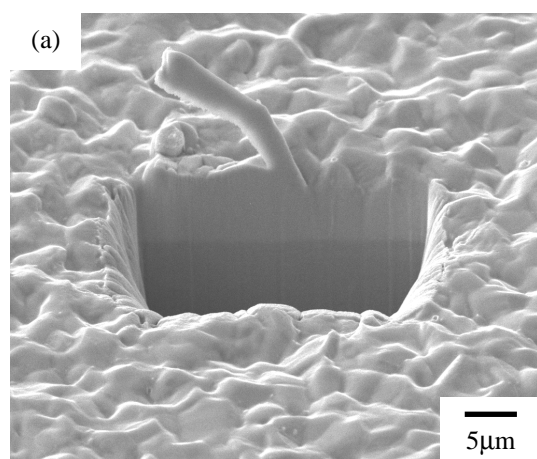


図 2 FIB のよる加工例 (a) SEM 像 (b) 本処理の模式図

図 2 (a) は、Cu 基盤上に Sn めっきを施した試料をイオンビームで加工した後、SEM により観察したものである。試料表面に対し垂直にイオンビームを入射、Cleaning Cross Section モードで走査させると、図 2 (b) の模式図にあるような形状に試料を掘り込むことができ、断面観察が可能になる。また同様の処理を試料断面に対し対称に施すことで、任意の箇所を TEM 用の薄片試料としてサンプリングで

きる。図3は、図2の試料断面をそれぞれ電子ビーム走査、イオンビーム走査により発生した二次電子を観察した像である。(a)の電子ビーム走査は、通常の走査型電子顕微鏡により得られる像でありSEM (Scanning Electron Microscopy) 像と呼ばれ、(b)のイオンビーム走査はSIM (Scanning Ion Microscopy) 像と呼ばれる。両者の像のコントラストに違いがあるのが確認できる。SEM像が主に原子番号(重元素→明, 軽元素→暗)や表面形態を反映した像になるのに対し、SIM像は同じ元素が存在する領域においてもコントラストが生じている。この現象は一般にチャネリングコントラストと呼ばれ、Cuなどの金属多結晶では、各結晶粒の方位に応じたコントラストが生じることが知られている。チャネリング像は入射ビームが電子の場合でも観察されるが、 $\text{Ga}^+$ イオンの方がコントラストの差がつきやすいため、CuやAlの結晶粒の観察などには、SEM像よりSIM像が適している。ちなみにチャネリングコントラストの明暗は、 $\text{Ga}^+$ イオンの入射方位に対して、原子面密度が疎の場合に暗く、密の場合に明るく観察される。

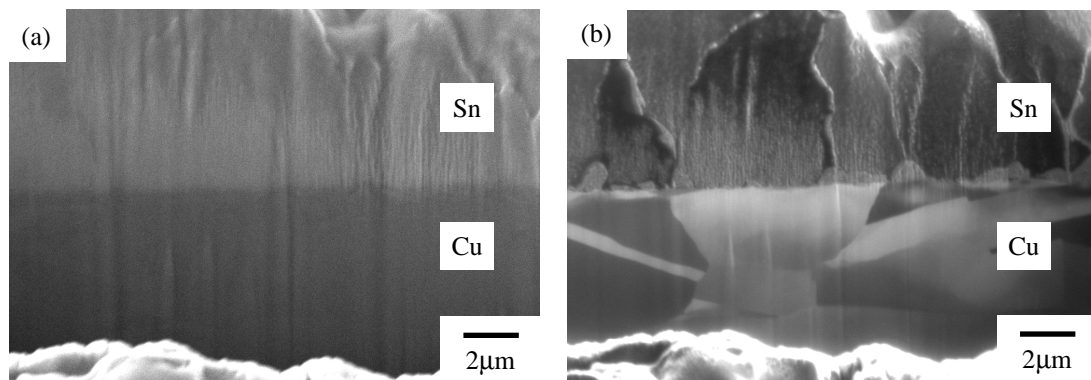


図3 SEM像とSIM像の比較 (a) SEM像 (b) SIM像

#### 4. おわりに

本装置も含め先進材料ナノ構造解析システム室は、全学共用の設備であり、操作方法についての講習、試料の観察についての相談は随時受け付けている。詳細は、先進材料ナノ構造解析システム室 HP (<http://www.mech.kumamoto-u.ac.jp/Info/lab/nano/>) を参照いただきたい。

#### 5. 参考文献

1. “Quanta 200 3D PRODUCT DATA”, FEI Company.