

サンビーム設備更新報告2 蛍光 X 線装置改造

㈱東芝 竹村モモ子

momoko.takemura@toshiba.co.jp

サンビームID (BL16 XU) の蛍光 X 線装置は、波長分散型(WDX)検出システムを装備したユニークな装置である。半導体基板シリコンウェハの表面極微量汚染分析を主目的として 1999 年に設置され、2000 年には BL40 XU の準単色光超高輝度光を活用して世界最高感度を達成した。その後アンジュレタビームライン XAFS 測定制御が可能になったことにより、最近では高分解能 XAFS 測定ツールとしても活用されている。

今回従来の機能を維持しつつ、今まで不十分であった微小部分分析機能を改良した。試料駆動機構を改良するとともに、高性能半導体検出器 (SDD) と長焦点顕微鏡(カメラ)を追加し二次元マップ測定機能を付加することにより、元素・結合状態の微小部分分析装置として稼動を開始した。また従来のエネルギー高分解能という特長を維持しつつ、上流単色器の改良(液体窒素冷却)によるビーム中心強度の向上と試料～検出器配置の変更により、高感度化も実現した。

本装置で WDX 検出システムを使用した場合、視斜角 1.5 度入射、100 秒測定でシリコン中ヒ素の検出下限として濃度 8ppb、全反射条件では検出下限絶対量として 1.2pg (1.2×10^{-12} g)を確認できた。右図は入射光を 10 μ m 角スリットで成形し、SDD 検出器を使って、25 μ m Bar / 25 μ m Space の顕微鏡用標準パターンの元素(Cr)マップを測定した例で、10 ミクロンレベルの微小部評価が可能であることを示している。本装置は 2008 年秋からサンビーム各社に利用され、半導体デバイスの特性向上や環境保全のための材料評価等々に活用される予定である。

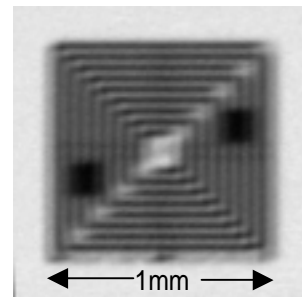
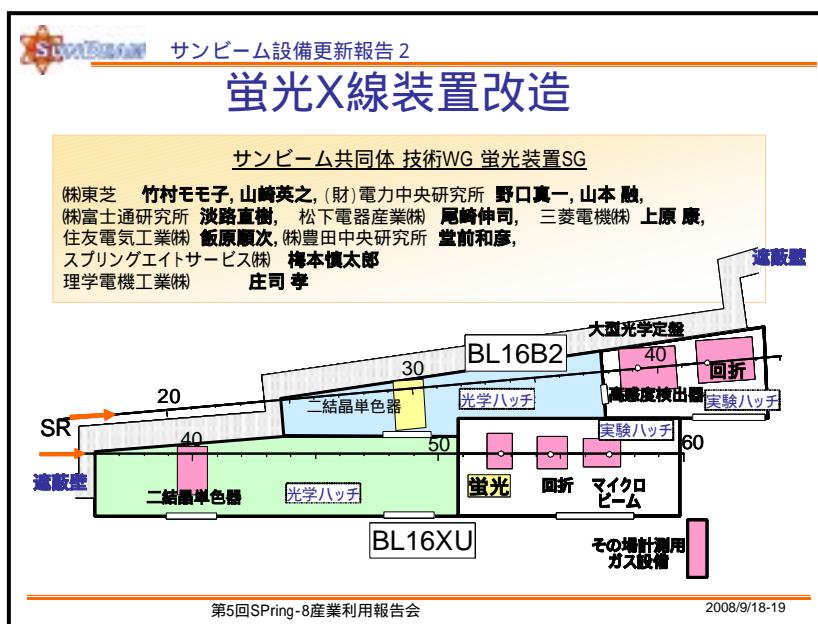


Fig.1 25 μ m Bar/25 μ m Space パターンの Cr 元素マップ



背景

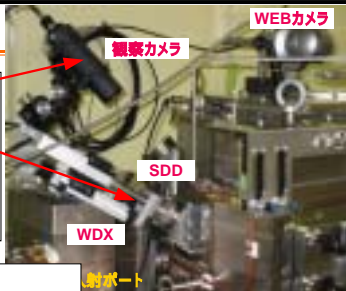
サンビームID (BL16XU) の蛍光X線装置は、**波長分散型(WDX)検出システム**を装備したユニークな装置である。半導体基板シリコンウエハの表面極微量汚染分析を主目的として1999年に設置され、2000年にはBL40XUの準単色光超高輝度光を活用して世界最高感度を達成した。その後アンジュレータビームラインXAFS測定制御が可能になったことにより、最近では**高分解能XAFS測定ツール**としても活用されている。

改造概要

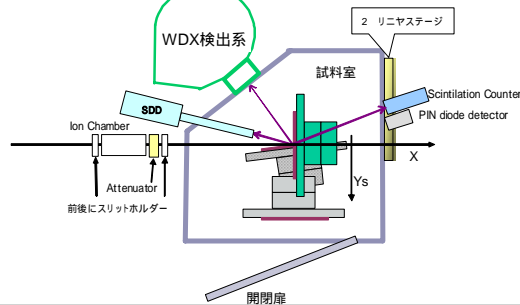
- 1) 今まで不十分であった**微小部分分析機能**を向上。
 [上流単色器の改良によるビーム中心強度の向上を最大限に生かす機能とする。]
 試料駆動機構を改良する。(直入射測定モード付加)
 二次元マッピング測定機能を付加。
 高感度かつ**8元素同時測定**できる半導体検出系 (SDD) を導入する。
 長焦点顕微鏡(カメラ)を付加し試料微小部観察可能とする。
- 2) 状態分析機能(XAFS)を充実させ、**微小部元素・状態分析装置**とする。
 制御ソフト改良
 二次元マッピングにおけるエネルギー制御機能追加
- 3) 従来の機能(波長分散検出、EDX検出、全反射XRF機能、8インチウエハ対応etc.)を維持する。

蛍光装置改造要点 1

- 1) 微小部分分析機能向上
 直入射可能、長焦点顕微鏡カメラ、高性能SDD、
 試料ステージ機構改良(下図参照)
- 2) 試料垂直置き、水平方向検出とした。
 S/B比向上



改造装置の平面図(上から見た図)

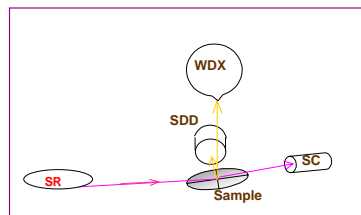


蛍光装置改造要点 2

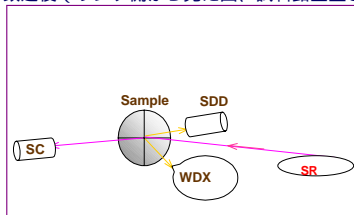
- 1) 微小部分分析機能向上
 直入射可能、長焦点顕微鏡カメラ、高性能SDD、
 試料ステージ機構改良
- 2) 試料鉛直置き、水平方向検出(下図)とした。
 WDX検出のS/B比向上

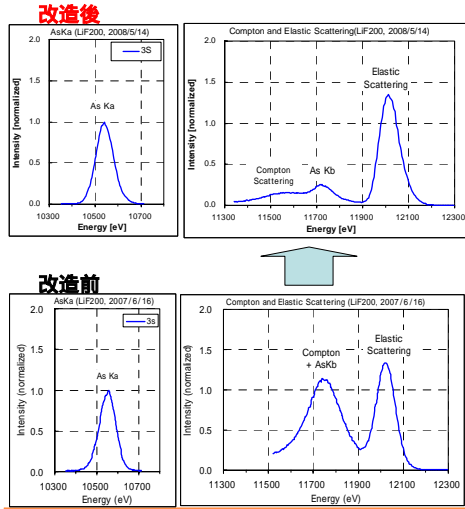


改造前 (ホール側から見た図、試料水平置き)



改造後 (リング側から見た図、試料鉛直置き)





検出強度とS/B比向上し、WDX検出でSi中Asについて検出下限8ppb、Si表面Asについて検出下限1.2pgを確認した。

As K α 線のS/B比、As検出下限

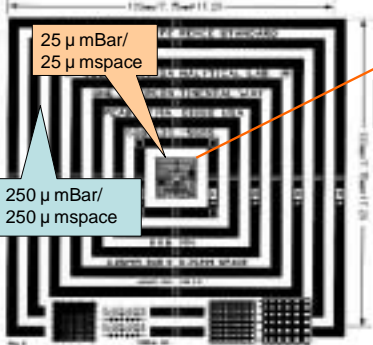
	改造前	改造後	改造後
Sample	As (1E+18/cm ³) doped Si	As (5E+13/cm ²) implanted Si	As (5E+13/cm ²) implanted Si
Peak Intensity (cps)	7300	22900	1388
Half width (eV)	90	87	96
S/B Ratio	82	180	43
L.D.L for 100sec counting	21 ppb	8 ppb	1.2 pg

注: は入射の視斜角1.5度、は全反射条件。

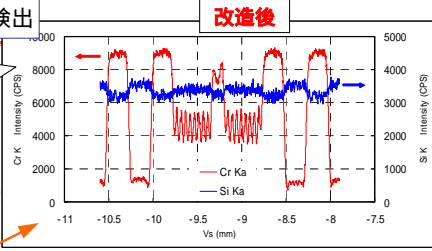
改造前後データ比較 2. EDX検出

SDD検出により入射10 μ mスリットで、中央部の25 μ m-Bar/25 μ m-Spaceについてもプロフィールが得られた。

顕微鏡用標準MRS-3 (Geller Microanalytical Laboratory)

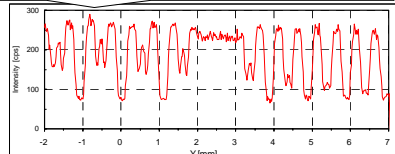


CrO₂(t30nm)/Cr(70nm)/SiO₂(quartz),



入射X線エネルギー: 10keV, ミラー使用, 入射スリット: 0.01x0.01mm², 試料入射角: 90deg., step: 2 μ m, SDD検出

[改造前] WDX検出で250 μ mBar/ 250 μ m space についてはプロフィールが得られた。

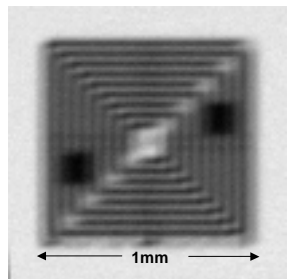


入射X線エネルギー: 12keV, ミラー使用, 入射スリット: 0.1x0.1mm², 入射視斜角45度, step: 0.02mm, WDX検出, 5sec/point

本装置でWDX検出システムを使用した場合、視斜角1.5度入射、100秒測定でシリコン中ヒ素の検出下限として濃度8ppb、全反射条件では検出下限絶対量として1.2pg (1.2x10⁻¹²g)を確認できた。

右図は入射光を10 μ m角スリットで成形し、SDD検出器を使って、25 μ m Bar / 25 μ m Spaceの顕微鏡用標準パターンの元素 (Cr) マップを測定した例で、10ミクロンレベルの微小部評価が可能であることを示している。

本装置は2008年秋からサンビーム各社に利用され、半導体デバイスの特性向上や環境保全のための材料評価等々に活用される予定である。



25 μ mBar/25 μ mSpace パターンのCr元素マップ

入射X線エネルギー: 10keV, ミラー使用, 入射スリット: 10 μ m角, X,Y step: each 8 μ m, 0.5sec/point,