

材料加工・プロセス開発ビームライン(BL09)の現状

吉村大介・石地耕太郎・岡島敏浩
九州シンクロトロン光研究センター

材料加工・プロセス開発ビームライン BL09 は、白色光照射用ブランチである BL09A と EUV 光照射用ブランチである BL09B から構成されている。BL09A については、施設開所直後より、企業及び大学による利用が開始された。得られた成果の紹介は、それぞれのグループによる発表に譲るが、概ね順調に運用が開始されて、利用者も徐々に増えつつある現状である。また、BL09B においては瀬谷・波岡型分光器を用いる EUV 光利用と分光器を使わず、ミラーにより高エネルギー成分をカットした SR 光の照射を行うことが出来る。現状では分光器を使用しない方式での利用が開始されており、また、瀬谷・波岡型分光器の調整も最終段階まで進んでいる。ポスター発表においては、開所以降のビームライン利用・整備状況について報告する。

参考文献：T. Tanaka, et al., AIP Conference Proceedings, **879**, 559-562 (2006).

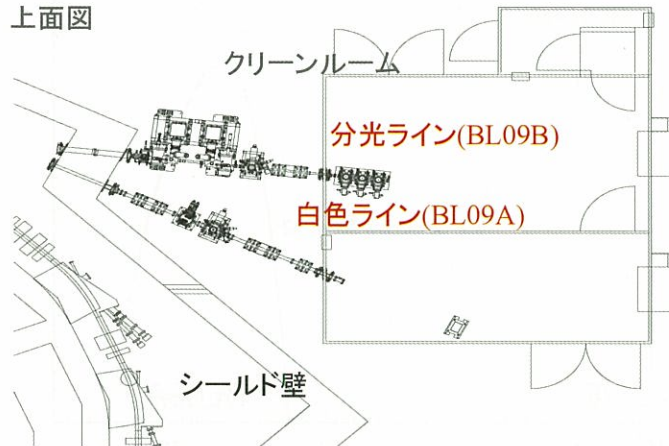


材料加工・プロセス開発 ビームライン(BL09)の現状

吉村大介・石地耕太郎・岡島敏浩
(九州シンクロトロン光研究センター)

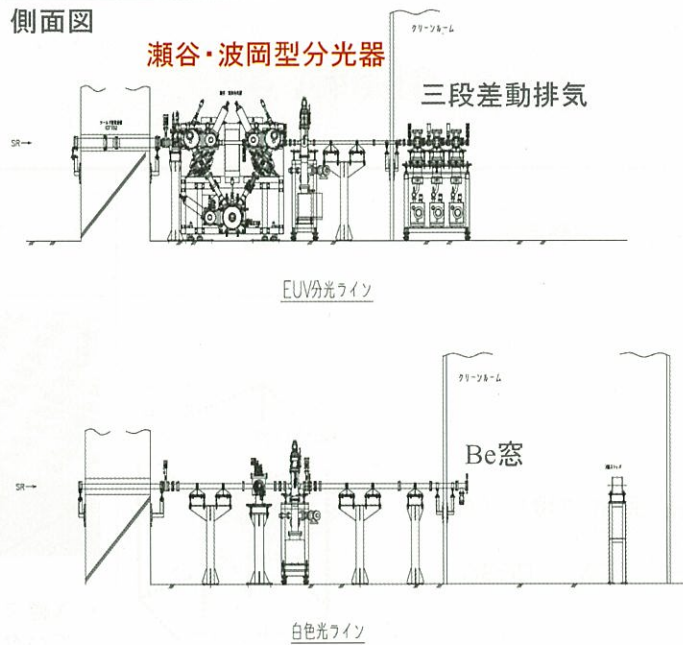
- BL概要 -

上面図



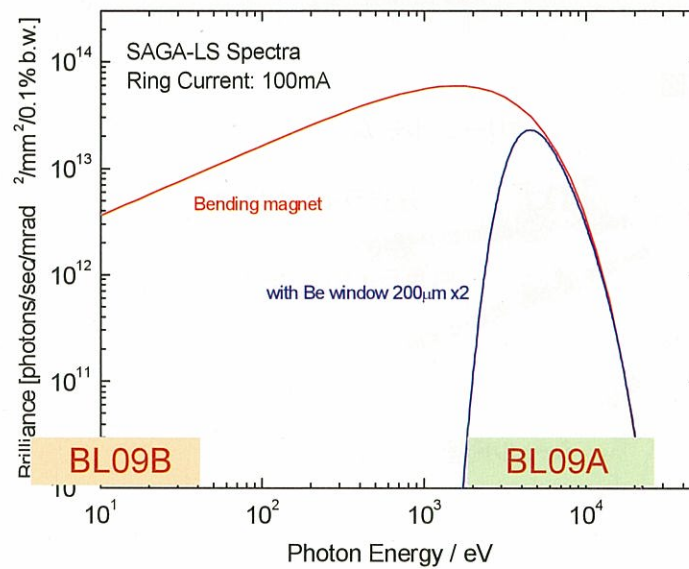
- ・放射線シールド壁内にて分光ライン(上)と白色ライン(下)の2つに分岐。
- ・実験装置はクリーンルーム内に設置。

側面図



- ・分光ライン(上)では、瀬谷・波岡分光器を用いる極紫外(EUV)光の利用、または分光器を通さず、ミラーにより短波長領域をカットした光($\sim 100\text{eV}$)を利用する事が可能。

BL09で利用可能なエネルギー領域(光源)



EUVライン

分光時: 10~50eV

非分光時: ~100eV

白色光ライン

1.5~20keV

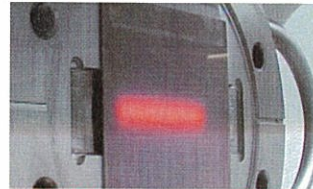
- BL09A -

	エネルギー	実験手法	概略図	実験例
BL 09A	1.5~20 keV (厚さ0.2 mm のBe窓のため 低エネルギー の光はカット)	照射(X線リソグ ラフィー) LIGA、TIEGA、 等		• X線マスクを介してパターンを転写。 • 現状では、ミクロンオーダーの微細加工。

供給される光の特徴と実験

BL09Aの特徴

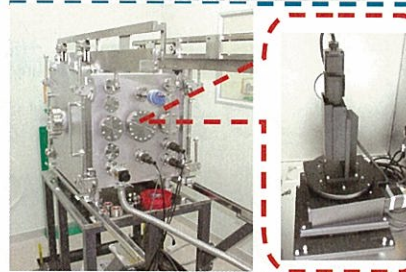
- 幅広いスペクトルの白色X線。
- 照射面積は、50mm(水平)×10mm(垂直)程度。
- 分析ではなく、X線リソグラフィーによる材料加工が主目的。



面積:10×50mm²程度
発光点からの距離:約11 m

実験手順

1. 真空チャンバー内の試料ステージに試料を固定。
2. チャンバーを閉めてポンプで排気。0.5 kPa程度にする(真空表示計で確認)。
3. 真空にした後、チャンバー内にヘリウムなどのガス(放熱媒体)を少しずつ流し込む。常圧近くにする(90 kPa程度)。
4. ガスのバルブを閉め、X線シャッターを開ける(露光開始)。照射(Dose)量はモニター用のプログラムにて管理。



[真空チャンバーと試料ステージ]



[真空表示計]



[照射量モニター]

ビームラインの整備・高度化

試料ステージ駆動軸の遠隔精密制御

より高度な照射オプションへ対応するために、試料ステージの各駆動軸(水平、垂直、回転)の遠隔精密制御を可能とした。また、ステージの自動反復動作プログラムを作成した。

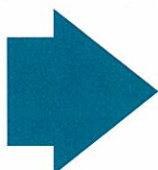
駆動軸	駆動範囲	分解能*
Vertical	-35~+35 mm	0.001 mm/pulse
Horizontal	-30~+30 mm	0.001 mm/pulse
Rotation	-120~+120 deg	0.001 deg/pulse

*さらに1 pulseを40万分割できる。

[試料ステージの駆動軸の性能]



[制御プログラムの例]



- 精密な試料ステージの位置決めが可能。
- 軸駆動させながらのX線リソグラフィー実験も可。
- 遠隔操作のため、作業効率の向上に繋がる。

今後

サブミクロンオーダーの加工へ対応するため、真空ポンプなどによる振動への対策を行う。具体的には、ポンプ台座に防震材を取り付けたり、チャンバーへの排気ダクトから伝播する振動をカットする機構を導入する予定である。

－ BL09B －

	エネルギー	実験装置	実験手法
BL09 B	10~50 eV (瀬谷・波岡分光器) ～ 100eV (ストレートパス)	半導体薄膜作成装置 (九大グループ) CVD装置、反応ガスライン	照射 半導体薄膜作成、光化学反応、 光エッチング、等

- ・現状では、ストレートパス(非分光モード)での利用を開始。
フォトダイオードによるモニタで、約5mAの電流を確認(フォトダイオードの量子効率を100eV換算で見積もると約 1.5×10^{15} photons/secとなる)。
照射エリアは数mm²程度。実際には、より低エネルギーが主成分であるため、強度はさらに強いことが予想される。
- ・瀬谷・波岡分光器の立ち上げも最終調整段階。シャットダウン開けのなるべく早期に利用を開始する予定。