

BL25SU 軟X線固体分光ビームライン

BL25SUは、ツインヘリカルアンジュレーターによる円偏光制御と高いエネルギー分解能を特徴とし、上流から順に、①光電子分光 (PES) 装置、②光電子顕微鏡 (PEEM)、③二次元表示型光電子アナライザー (2D-PES)、④磁気円二色性 (MCD) 測定装置が常設装置として利用されている。また、最下流持込スペースは開発要素の多い実験で利用されており、本年度は、⑤自然円二色性実験、⑥フーリエ変換ホログラフィー実験、⑦パルス強磁場XMCD実験が実施された。下流の持ち込みスペースの利用が増えたことは、実験手法の多様化が進んだ結果である。前年度に設置した300 L/mmの高フラックスグレーティング (ラミナー型) がPEEM、2D-PES、XMCDの各実験に適することが確認され、多くの利用実験に供せられた。PES装置においては前年度に開発された長作動距離の光学顕微鏡を用いた試料位置決めシステムがユーザー利用に提供され、試料上における測定領域の選択や小さな試料 (<0.5 mm) の測定に効果を挙げている。

以下では、2009年度に実施した測定技術開発と、装置改造、および、ビームライン後置鏡チャンバーに発生したトラブルとその対処に関する経緯について報告する。

[PEEM装置の高度化]

光電子顕微鏡ステーションでは汎用小型PEEM装置の利点を生かし、ダイナミクス観察システムやレーザーの導入など有用なオプションの充実化を図ってきた。本年度は、放出光電子の軌道の乱れを極力抑えつつ試料への磁場印加が可能な試料ホルダを新たに導入し、10 Oe程度までの磁場印加下でのPEEM像の取得に成功した。磁場印加用コイルへの電流導入は、本来試料加熱フィラメントに使用していた端子を用いているが、代わりにYAGレーザーによる外部からの加熱を行うことで磁場+高温下でのPEEM像の取得も可能になっている。

[2D-PES装置の改造]

2D-PES装置の試料搬送用トランスファーロッドの老朽化を機会に、これまでより約50 cm短いトランスファーロッドで試料搬送が可能ないように試料準備チャンバーと架台の大幅な組み替えを行った。この改造により従来は2名以上で行う必要があった試料交換作業が実質的に1名で可能となり、実験効率が大幅に向上した。さらに、老朽化したトランスファーロッドは操作時のガス放出が問題であったが、更新によって質の高い超高真空下での実験が行えるようになった。また、通路に張り出していたトランスファー

ロッドが短くなったことで、通行時の障害が無くなり実験ステーション周辺での作業安全性も向上した。

[XMCD装置の高度化]

イオンスパット中におけるアルゴンガス圧力の安定化を目的として、導入ポートにマスフローコントローラを採用した。その結果、長時間のスパットプロセスにおいてもガスボンベ側一次圧力の変化の影響を受けずに、チャンバー内圧力の安定した維持が可能となった。

[フーリエ変換ホログラフィーによる磁区イメージングの開発]

本開発は、XFEL利用推進研究課題「物質のフェムト秒物理・化学現象解析のためのX線散乱計測技術 (代表: 京都大学 松原英一郎教授)」の下、「回折磁気スベックル計測チャンバーと測定技術の開発」において進められている。軟X線を用いた透過型のホログラフィー実験であり、主として磁性膜の磁区構造を数十ナノメートルの高い空間分解能で得ることができる。本年度は富士通研究所(株)グループが中心となり、図1に示すCo/Pt多層膜のホログラフィー像を得た。同様の画像を左、右円偏光の各場合について取得し、それぞれのフーリエ変換像の差分 (XMCDに相当) によって磁区像 (図2) を得た。図2では、分解能約42 nmに相当する高空間分解能の磁区が得られている。一般に、この方法は1回の像取得の視野が2 μm ほどに限られてい

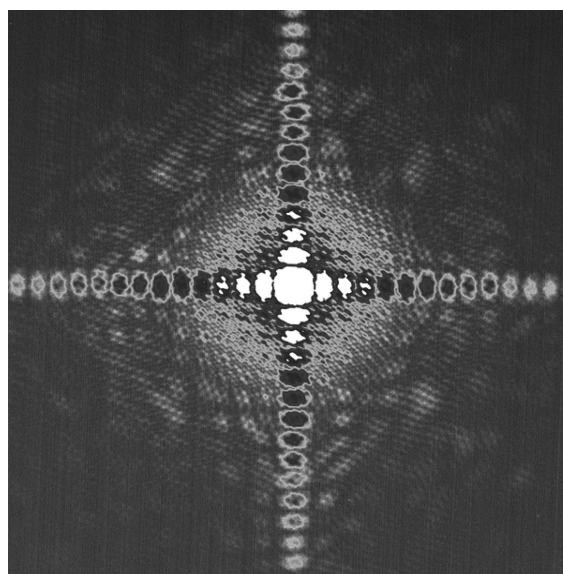


図1 Coの L_3 吸収端 (約780 eV) において測定されたCo/Pt薄膜のフーリエ変換ホログラフィー像。

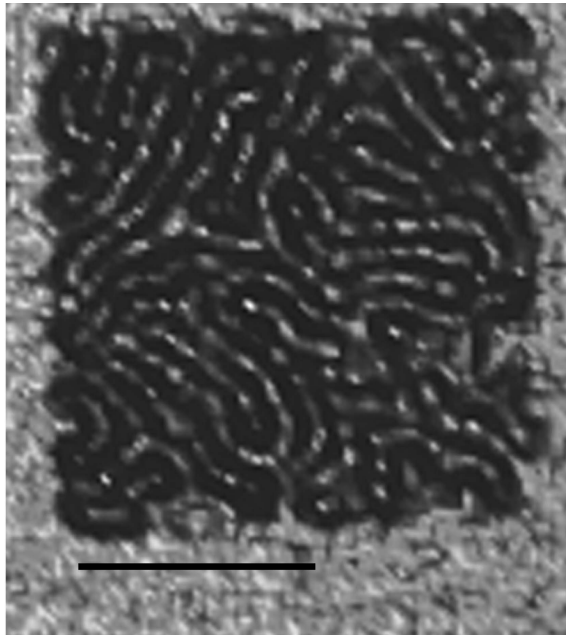


図2 左、右円偏光に対するホログラフィー像のフーリエ変換の差分によって得られたCo/Ptの磁区像。図下部の線分が約1 μm に相当する。

るが、マスクを試料から分離して観察領域を可変とし、各領域に対する磁区像をモザイク合成することで、より広範囲の磁区像が得られることが確認された(図3)。本成果は参考文献^[1]として誌上発表された。

[パルス磁場による強磁場MCD測定技術の開発]

本開発は、JASRIの競争的資金(GIGNO, 中村哲也)等の支援を得て、JASRIと東北大学金属材料研究所、東京大学物性研究所の共同研究で進められている。本年度はクライオスタットや試料マニピュレーターなどを備えた実験装置が完成し、21テスラまでのパルス磁場による元素選択磁化測定に成功した。10テスラ以上の磁場下で軟X線MCDの測定に成功した初めての実験結果である。今後は25~30テスラでの測定を実現することを目標とする。

[機器トラブル修理対応]

第1サイクル期間内に後置鏡(M3ミラー)のミラー切り替え機構が故障する機器トラブルが発生した。原因は、

ミラーチャンバー内のスライドクロスローラーにおいて経年劣化による摩耗が生じたことと特定され、緊急修理を行った。また、小型ターボ分子ポンプ3機、および、ゲートバルブ1台の修理を行うなど、経年劣化による故障・修理の頻度が増しており、今後、大規模な機器更新が必要と考えられる。

参考文献

- [1] Naoki Awaji, Kenji Nomura, Shuuichi Doi, Shinji Isogami, Masakiyo Tsunoda, Kenji Kodama, Motohiro Suzuki, and Tetsuya Nakamura : Applied Physics Express **3** (2010) 085201.

利用研究促進部門 分光物性IIグループ

中村 哲也

木下 豊彦

応用分光物性グループ

室 隆桂之

大河内 拓雄

制御・情報部門 制御グループ

松下 智裕

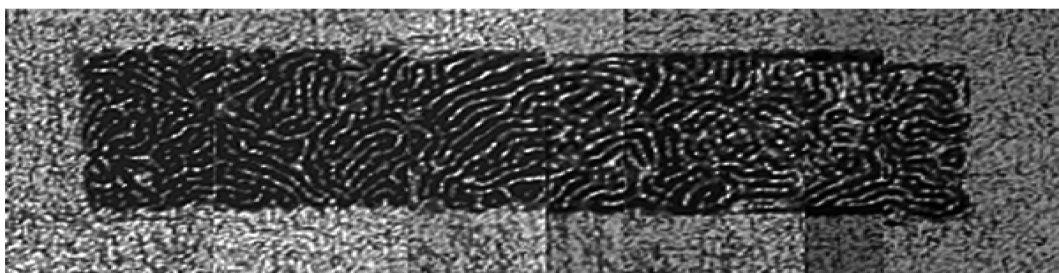


図3 軟X線を照射する試料上の場所を走査しながらイメージを取得し、その各解析像をモザイク合成した。