

水素を用いた光学素子の *In Situ* 炭素汚染除去の試み Attempt of *In Situ* Removal of Carbon Contamination from Optics Using Hydrogen

豊島章雄¹, 菊地貴司¹, 田中宏和¹, 間瀬一彦^{1,*}, 雨宮健太¹

¹放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

Akio Toyoshima¹, Takashi Kikuchi¹, Hirokazu Tanaka¹, Kazuhiko Mase^{1,*}, and Kenta Amemiya¹

¹Photon Factory, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

酸化しやすい金属でコートされた光学素子にも適用できる低コスト、省労力の光学素子 *in situ* 炭素汚染除去法を開発することを目的として、 $(1-2) \times 10^{-4}$ Pa の水素を導入しながらクロム蒸着ミラーおよびニッケル蒸着ミラーに非分光放射光を照射し、炭素汚染を除去することを試みた。しかし、炭素汚染は除去できず、かえって炭素汚染が増大した。非分光光照射により生成する水素原子とミラー表面上の炭素の反応により、炭化水素が生成して脱離することを期待したが、その反応速度が低いため炭素を除去できなかつたと考えられる。

1 はじめに

我々は $(1-2) \times 10^{-2}$ Pa 以下の酸素導入下で光学素子に非分光放射光を照射することにより、BL-13A のすべての光学素子の炭素汚染を除去した[1]。しかし、酸素を用いる炭素汚染除去法では、酸化しやすい金属でコートされた光学素子では表面の酸化が進む恐れがある。実際、ヨーロッパの放射光施設では、水素プラズマによって光学素子の炭素汚染を除去する手法が開発されている。そこで我々は $(1-2) \times 10^{-4}$ Pa の水素を導入しながらクロム蒸着ミラーおよびニッケル蒸着ミラーに非分光放射光を照射し、炭素汚染を除去することを試みた。

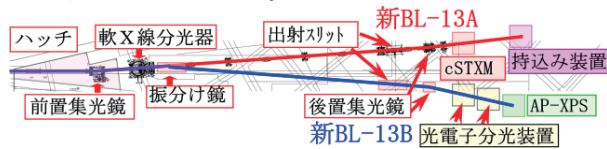


図 1 : BL-13 の配置図。

2 水素雰囲気下での非分光光照射による振分け鏡 Cr 面の炭素汚染除去

BL-13 の振分け鏡チェンバー (図 1 参照) に 2×10^{-4} Pa の水素を導入し、ID ギャップを 100 mm にして非分光光をクロム蒸着ミラーに 90 分照射した。次いで、BL-13 の振分け鏡チェンバーに 1×10^{-4} Pa の水素を導入し、ID ギャップを 100 mm にして非分光光をニッケル蒸着ミラーに 90 分照射した。

3 水素雰囲気下での非分光光照射前後の炭素吸収端領域での BL-13B 光量スペクトル

水素雰囲気下での非分光光照射前後の BL-13B における炭素 K 吸収端領域での光量を、250~330 eV の範囲、0.2 eV 刻み、Gr : 1000 本/mm、第 1 後置鏡 (SES200 用)、クロム蒸着ミラーあるいはニッケル蒸着ミラーの条件で、シリコンホトダイオードを用いて測定した (図 2)。出射スリットは 100 μ m、 θ_{M2} は 4.4°、ID ギャップは 154 mm である。しかし、炭素汚染は除去できず、炭素汚

染がかえって増大した。炭素除去の反応速度が低いため炭素を除去できず、残留ガス中の炭化水素の分解でかえって炭素汚染が進んだ可能性がある。

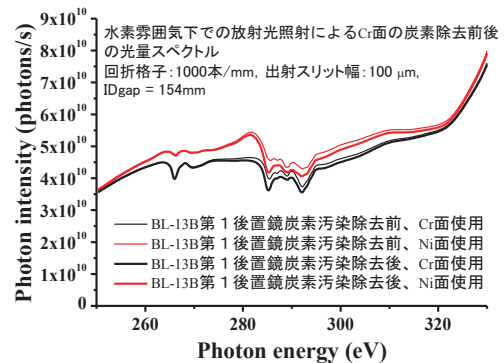


図 2 : 炭素汚染除去前後の炭素 K 吸収端領域での BL-13B の光量スペクトル。

4 まとめ

水素を導入しながらクロム蒸着ミラーおよびニッケル蒸着ミラーに非分光放射光を照射し、炭素汚染を除去することを試みた。しかし、炭素汚染は除去できなかつた。水素分子と光電子の反応により生成する水素原子とミラー表面上の炭素の反応により、炭化水素が生成して脱離することを期待したが、その反応速度が低いため炭素を除去できなかつたと考えられる。

謝辞

協力いただいた本田融さん、浅岡聖二さん、宮内洋司さん (KEK-加速器第七研究系) に感謝します。

参考文献

- [1] A. Toyoshima, T. Kikuchi, H. Tanaka, J. Adachi, K. Mase, and K. Amemiya, *J. Synchrotron Rad.* **19**, 722 (2012).

* mase@post.kek.jp