

荷電変換薄膜の高性能化研究

Study on advanced charge exchange foil

吉本 政弘¹⁾ 山崎 良雄¹⁾ サハ プラナブ¹⁾ 金正 倫計¹⁾ 山本 春也²⁾

Masahiro YOSHIMOTO Yoshio YAMAZAKI Pranab SAHA Michikazu KINSHO Shunya YAMAMOTO

¹⁾原子力機構/J-PARC センター ²⁾量研

(概要)

これまで高崎研 TIARA のイオンビームを用いて、J-PARC 3GeV シンクロトロンで荷電変換薄膜として使用している HBC フォイルの評価・分析試験を行ってきた。一方で、HBC フォイルの蒸着装置を KEK つくばから JAEA 東海に移設して、新たな体制で HBC フォイルを製作した。製作した HBC フォイルに対して TIARA イオンビームを用いて評価したところ、これまでの HBC フォイルと同等の性能を有することを確認することが出来た。また、この結果を受け J-PARC での利用運転でも試用し、10 日間問題なく使えることを実証した。

キーワード：大強度陽子ビーム、荷電変換ビーム多重入射、HBC フォイル

1. 目的

本研究の目的は、ビーム照射による荷電変換薄膜の破壊に至るメカニズムを解明し、その結果を薄膜製作にフィードバックすることでさらにビーム照射に対し強い耐性を持つ高性能化を実現させることである。これまでも高崎研 TIARA のイオンビームを用いた照射試験や分析を通じて、HBC フォイルの素性を明らかにしてきた^[1]。一方で、これまで KEK つくばで製作してきた HBC フォイルの蒸着装置を JAEA 東海サイトに移設し、新たな体制での製作を開始した。そこで今年度は、東海サイト製 HBC フォイルを実機利用運転に使用可能かを判断するために、これまでの TIARA における試験結果を指標にした基本性能の評価試験を実施し、HBC フォイルの安定的な供給システムの確立を目指す。

2. 実施方法

新たに製作した HBC フォイルの耐ビーム照射寿命を評価するために、イオン注入装置を用いた Ar⁺ イオン照射試験を行った。ビーム条件は、加速エネルギー300kV、ビーム電流 1 μ A、ビーム径約 8mm で 15 分間照射した。また、比較のためこれまでの HBC フォイルも同条件に照射した。次に、実機用の膜厚 (330 μ g/cm³) で製作した HBC フォイルの基本的な物性評価として、シングルエンド加速器を用いた RBS 法による組成比分析及び μ PIXE 法による不純物評価を行った。ビームは H⁺イオンとし、前者は加速エネルギー3MV、ビーム電流 10nA、ビーム径 ϕ 1mm とし、後者はそれぞれ 1.7MV, 60pA, ϕ 1.1nm とした。

3. 結果及び考察、今後の展開等

図1は、2つの HBC フォイルの Ar 照射による変化を比較したものである。この結果から、東海サイト製の HBC フォイルがつくばサイト製と同等の耐ビーム照射性能を有していると期待できる。また、RBS による組成比評価は C(12) : B(11) : O(16) = 0.671 : 0.317 : 0.012 となり、これまでとほぼ同じであることが確かめられた。また μ PIXE の結果、不純物混入はこれまでと比べて格段に少ないことが分かった。以上の結果から、東海サイト製もこれまでの HBC フォイルと同等の性能を有していることを定量的に評価することが出来た。本試験の結果を受けて、実際に J-PARC において利用運転で約 10 日間試用し、新しい HBC フォイルも問題なく使用できることを実証した。

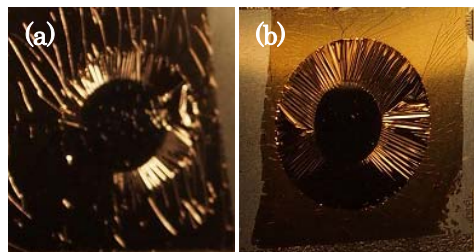


図1. Ar 照射による HBC フォイルの変化の比較。(a) 東海サイト製, (b) つくばサイト製

4. 引用(参照)文献等

[1] Y. Yamazaki et al., “Analyses and the effect of impurities contained in charge stripper foils for the 3-GeV RCS of J-PARC”, in JRNC, 3, 305 (2015), PP 859-864