

核融合炉先進中性子増倍材のリサイクル技術研究開発研究の現状

Current status of the recycling process of neutron multipliers for fusion applications

*金 宰煥¹, 黄 泰現¹, 中野 優¹, 中道 勝¹

¹ 量子科学技術研究開発機構

核融合炉ブランケットには中性子増倍材としてのベリリウム及びその金属間化合物(ベリライド)が1基あたり約500トン¹装荷され、そのブランケットは2～5年毎に交換される。原型炉のブランケットの設計では、トリチウム増殖材(Li_2TiO_3)と中性子増倍材の混合充填の設計案も提案されている。現在、科研費研究の一環として、中性子増倍材のリサイクルを含めた量産システム開発研究を実施中である。本研究では、その材料のリサイクルプロセスの研究開発の現状について報告する。

キーワード: 核融合炉、中性子増倍材、ベリライド、再使用、不純物除去

1. 緒言

量研では、プラズマ焼結製電極棒を原料として、回転電極造粒法によりベリライド(Be_{12}V)微小球の直接製造に成功し、約80%の造粒収率を達成しているが、約20%は球形状ではない歪な形状の欠片として残る。これらは、再び原料として再使用して無駄なく有効利用できることを明らかにしたところである。本研究では、この欠片再使用微小球を含め、プラズマ焼結法及び回転電極造粒法における各プロセスにおいて、材料特性に影響を与える種々の不純物濃度を調べた。不純物としては、原料に当初から含まれている酸素及びウラン、核反応により生じる水素同位体(トリチウム)を対象とした。

2. 実験法

不純物濃度変化を調べる試料として、ベリライドの原料粉末(Be-7.7at.%V: Be_{12}V の化学量論値)、プラズマ焼結製の電極棒、回転電極造粒法による微小球、造粒時に生じた欠片、欠片を再使用したプラズマ焼結製電極棒、その欠片再使用電極棒から造粒した微小球に対し、酸素濃度及びウラン濃度を調べた。更に、再使用時に使用済ベリライド中に含まれる水素同位体の再使用プロセス時における挙動を調べるため、重水素を用いて D_2 イオン照射により使用後の状態を模擬し、温度に対する D_2 放出温度を調べた。

3. 結果及びまとめ

各々のプロセスにおける試料(原料粉末、プラズマ焼結製電極棒、微小球、欠片、欠片再使用電極棒、欠片再使用微小球)の酸素濃度を比較評価した結果、原料粉末と比較して電極棒では、プラズマ焼結時における放電・加熱により、酸素濃度が少し減少することが分かった。そして、回転電極造粒時には、さらに著しい酸素濃度の減少が認められた。この造粒による酸素濃度の減少は、造粒時に電極棒が溶融することにより酸素が放出されたものと考えられる。なお、ウラン濃度に関しては、変化が認められなかった。そして、重水素を用いた水素同位体の再使用プロセス時における濃度影響評価のため、 D_2 放出挙動を調べた結果、800℃以上の温度で全放出される結果が得られた。これにより、本プロセスにおけるプラズマ焼結温度である800℃では、全て放出され、水素同位体の完全除去、そして、回収することによりトリチウムの有効利用もできる見通しが得られた。

謝辞: この研究は科研費(基盤C、課題番号: 18K05006)の基に実施されたものである。

*Jae-Hwan Kim¹, Tae-Hyun Hwang¹, Suguru Nakano¹, Masaru Nakamichi¹

¹National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology