

Dependence of crystallographic orientation on surface damage and reflectance change for Mo mirror irradiated with helium ions

高岡宏光, 宮本光貴, 森戸茂一, 小野興太郎,

Hiromitsu Takaoka, Mitsutaka Miyamoto, Shigekazu Morito, Kotaro Ono

島根大学大学院総合理工学研究科

Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Shimane University

核融合炉では、プラズマの燃焼状態を把握するシステムとして金属ミラーを用いた光学診断システムの利用が考えられている。この金属ミラーは、プラズマから漏洩する水素同位体やHe粒子などに曝されることによって劣化する。そのため、反射率が高くスパッタに耐性があり、高融点のMoがミラー材として有力である。

これまでの当研究室の実験結果から、単結晶のMoミラーの方が多結晶ミラーよりHe照射による反射率劣化が少ない事が示されている。走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察の結果、Moの照射損傷による反射率の劣化は結晶方位に依存する可能性が指摘された^[1]。そこで本研究では、表面損傷と反射率劣化の結晶方位依存性を明らかにすることを目的とした。

本研究では、(100)、(110)、(111)を表面にもつ単結晶及び多結晶Moを、機械研磨と電解研磨によって鏡面化し試料として用いた。試料の表面状態をSEMと電子線後方散乱回折法 (EBSD) を用いて評価し、反射率測定を分光光度計とエリプソメータによって行った。Heイオン照射は、室温で照射エネルギー3[keV] (多結晶、単結晶)、照射量 $1.0 \times 10^{21} \sim 10^{22}$ [He/m²] の範囲で行った。

1.0×10^{21} [He/m²]照射では、(100)、(110)、(111)試料の表面粗さに顕著な違いは見られなかった。しかし分光光度計による全反射率測定を行うと(110)試料の反射率劣化が他に比べて大きくなっていた。各結晶方位を表面にもつ試料の、エリプソ測定による規格化した反射率を図1に示す。このことから、表面だけでなく内部損傷も反射率に影響を与えると考えられた。実際、表面直下の内部構造による寄与が大きいエリプソメータによる測定でも、(110)試料の反射率劣化が他に比べて大きくなっていた。

1.0×10^{22} [He/m²]の高照射した多結晶Moにおいては、結晶方位に依存して大きく異なる表面損傷組織が観察された(図2)。(100)の付近ほど表面が粗く削れている様子が観察された。しかし、高倍率で観察すると、(110) や(111)に近い結晶粒も微細な欠陥を多量に有することが確認された。

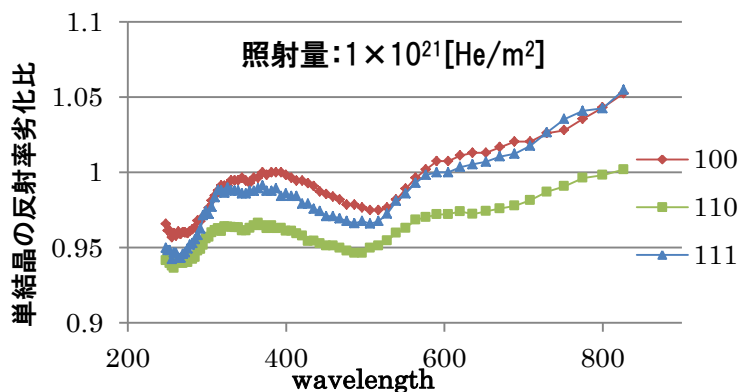


図 1. エリプソメータ測定による反射率変化の割合

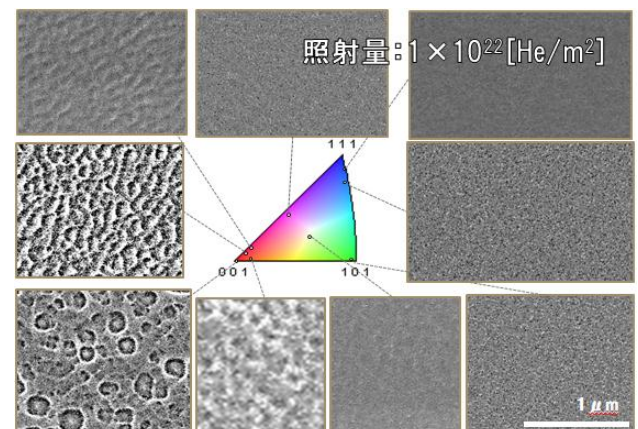


図 2. 結晶方位と表面粗さの関係 (多結晶 Mo)

[1] K. Ono, M. Miyamoto, T. Nakano, Y. Hiraoka, Journal of Nuclear Materials, 415, 2011, Pages S1214