

酸素添加による金属膜水素プラズマ駆動水素透過 増強効果への膜表面状態の影響

黒川将来, Kuzmin Arseniy, 三浦啓輔, 橋塚拓真, 四竈泰一, 蓮尾昌裕

京大院工

PdやNiの膜は水素透過膜として知られ, 核融合実験炉の壁付近水素リサイクル計測のための水素透過プローブ[1]や高純度水素分離膜として応用されている[2]. 水素透過についてはガス暴露による透過のほか, プラズマ暴露[3]やイオン照射[4]による超透過が知られている. また, ガス暴露による透過は酸素ガスの添加によって抑制される現象も知られている[5]. 一方でプラズマ暴露による超透過における酸素ガス添加の影響についてはあまり知られていない.

我々はPdCu膜とNi膜に対して酸素添加水素プラズマを暴露し, 酸素添加により水素透過が増強することを確認した. その例を図1に示す. 図1では縦軸を酸素無添加時の水素透過流束で規格化している.

この増強効果を引き起こす要因としてプラズマ中の水素原子・イオンの増加と金属膜表面の状態変化が考えられる. 発光分光によって評価したプラズマ中水素原子数の変化ではこの増強効果を説明できないことが分かった. 一方, レーザー誘起ブレイクダウン分光 (LIBS) を用いたNi膜表面酸素量変化のその場計測では, 図2に示すように, プラズマへの酸素添加量と膜表面酸素量に比例関係が見られた. Ni膜表面では酸素濃度の増加に伴い酸化膜の形成が進行しており, 酸化膜の成長が水素透過流束増減の要因だと考えられる.

水素透過はプラズマに接する金属表面での水素分子の解離速度と水素原子の再結合速度により変化する. したがって水素透過流束増減の詳細なメカニズムの解明には酸化膜の化学的組成とその表面状態を考慮しなければならない. 酸化膜の化学的組成および表面状態を現在X線光電子分光(XPS), X線回折(XRD)を用いて計測, 解析中である.

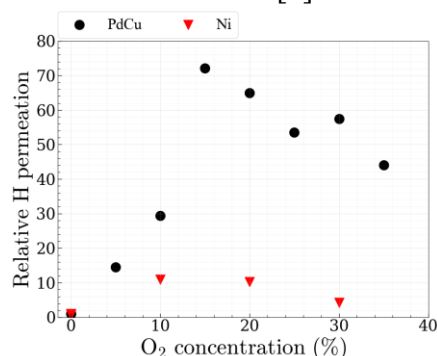


図 1 PdCu, Ni 膜の水素透過流束の酸素濃度依存性

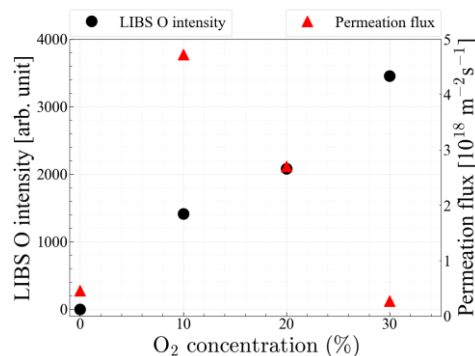


図 2 Ni 膜の LIBS プラズマ中酸素原子スペクトル(777.194 nm)強度と水素透過流束の酸素濃度依存性

- [1] 高木郁二, プラズマ・核融合学会誌, **93**, 529-532 (2017)
- [2] 上宮成之, 膜, **30**, 13-19 (2005)
- [3] A. L. Livshits, et. al., J. Appl. Phys., **84**, 2558-2564 (1998)
- [4] T. Tanabe, et. al., J. Nucl. Mater., **145-147**, 305-308 (1987)
- [5] H. Amandusson, et. al., Appl. Surf. Sci., **153**, 256-267 (2000)