

水素-窒素混合ガス雰囲気下での Fe/V 多層膜の磁気抵抗

Magnetoresistance of Fe/V multilayer under hydrogen-nitrogen gas mixture

富山大理¹, 富山大水素研セ² ○(B)三宅 恭右¹, 赤丸 悟士²

Univ. of Toyama¹, HRC, Univ. of Toyama² ○Kyosuke Miyake¹, Satoshi Akamaru²*

*E-mail: aka@ctg.u-toyama.ac.jp

Fe/V 多層膜は, Fe 膜間の磁気構造に依存した磁気抵抗効果を示し, また V 層が水素を吸収放出することが知られている[1,2]。V は水素吸収により水素化物(V_2H , VH , VH_2)を形成し, 格子定数が変化する[3]ことから, Fe/V は水素吸収により Fe 層間の磁気構造を変化させる, と報告されている[2]。しかし, その磁気構造の変化と磁気抵抗の関連は明らかではない。本研究では, 水素によって可逆的なスイッチングが可能な素子の構築を目指し, Fe/V 多層膜の水素雰囲気下での磁気抵抗を調べた。

Fe/V 多層膜は電子ビーム蒸着装置により作成した。基板は $MgO(001)$ を用い, $(Fe/V)_3/Fe/Pd$ の構造とした。V の厚さは 1.6 nm, Fe の厚さは 1.0 nm とし, 最表面の Pd は 1.8 nm とした。作成した試料は X 線回折により分析した。磁気抵抗測定は, 直流 4 端子法により行った。Fe/V 膜面と平行に電流を流し, 電流と平行に磁場を印加した。試料は密閉したセル内に設置し, セル内を N_2 - H_2 混合ガス(H_2 濃度 0-10%)を常時流通させることで雰囲気を制御した。

Fig.1 に N_2 - H_2 (H_2 濃度 0%, 0.2%, 10%) 雰囲気中の Fe/V の磁気抵抗を示す。 N_2 雰囲気 (H_2 濃度 0%) では, ゼロ磁場付近で最大値を示し, 磁場の増加とともに急に減少し ± 100 mT あたりで一定値になった。 100 mT 以上では, 磁気抵抗は磁場の増加に従い緩やかに減少するのみであった。 H_2 濃度 0.2% ではゼロ磁場のピークはかなり縮小し, H_2 濃度 10% ではピークは消失した。これら H_2 雰囲気下でのピークの縮小は, N_2 雰囲気下に置くとしばらくの後元に戻り, H_2 濃度に対して可逆性があった。この H_2 濃度に対する磁気抵抗の変化は V_2H の形成及び V_2H からの H の脱離によると考えられる。V が V_2H に変わると格子定数が伸びることで Fe 層間の距離は伸びる。過去の報告[1]と合わせて考えると, V_2H 形成による磁気抵抗の変化は Fe 層間の距離に依存した交換相互作用の変化では説明が難しく, V_2H の電子構造の影響を強く受けていることが示唆された。以上に示した Fe/V の磁気抵抗が H_2 に対して急激に変化する特性は, H_2 での可逆的なスイッチングに適している。しかし, その変化の大きさは, 水素吸収時の Fe/V 多層膜の電気抵抗の増加と比べるとかなり小さく, Fe/V の磁気抵抗変化の大きさを増幅することが今後の課題である。

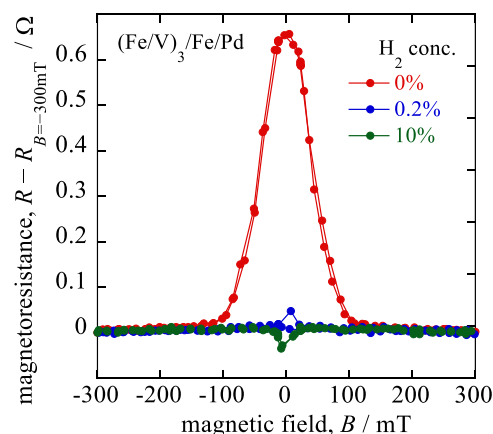


Fig.1 Magnetoresistance of Fe/V multilayer under various N_2 - H_2 gas mixture

[1] A. Broddefalk et al., *Phys. Rev. B* 65 (2002) 214430.

[2] J. Skoryna et al., *Surf. Coat. Technol.* 303 (2016) 119-124.

[3] N. Otani et al., *Int. J. Hydrogen Energy* 44 (2019) 28909-28918.