SiO2上に形成した NiGe 超薄膜の表面形態と結晶相制御

Control of Surface Morphology and Crystalline Phase of Ultra-thin NiGe Films on SiO₂

名大院工 〇西村駿介, 田岡紀之, 大田晃生, 牧原克典, 宮崎誠一

Nagoya Univ., °S. Nishimura, N. Taoka, A. Ohta, K. Makihara, S. Miyazaki

E-mail : nishimura.shunsuke@i.mbox.nagoya-u.ac.jp

序>近年、金属を数 nm 以下まで薄膜化した金属ナノシートの電界効果による抵抗変調や触媒 反応を利用した分子センサ応用が報告されており[1,2]、金属ナノシートの物性を利用した新 たなデバイスに注目が集まっている。しかし、数 nm 膜厚の金属では酸化や凝集の影響から 表面形態や結晶相を制御することは困難である。本研究では、NiGe に着目し、Ni と Ge の 膜厚および堆積後の合金化熱処理が表面形態や結晶相に与える影響について調べた。

実験方法> RCA 洗浄した p-Si(100)基板を、O2雰囲気中で熱酸化(1000°C, 5min)し、SiO2を形成 した。その後、電子ビーム蒸着を用いて、Ge(4 nm または 20 nm)、 Ni(1~20 nm)の順に SiO2上 に堆積した。最後に、ランプ加熱を用いて熱処理(400℃, 1min, in N₂)を行った。これらの試料に ついて、原子間力顕微鏡(AFM)、微小角入射 X 線回折(GIXRD)および光電子分光法(XPS)を用い て表面形態、結晶相および化学結合状態を調べた。

結果および考察>Fig. 1 に AFM から得られた RMS 表面ラフネスの Ni 膜厚依存性を示す。Ge を 4 nm 堆積後、Ni を形成した試料(Ge4nm)においては、Ni 膜厚の増加と共に、RMS 値が減少して いる。一方で、Ge を 20 nm 堆積後、Ni を形成した試料(Ge20nm)では、Ni 膜厚の増加と共に、RMS 値が増加していることがわかる。Ge4nmにNiを2nm 堆積後、熱処理をすることによって、SiO2 表面の RMS 値と同程度の非常に平坦な膜が形成された(Fig.1 中の挿入図)。一方で図中には示し ていないが Ge_{20nm}では、熱処理後 RMS 値が 1 nm 以上に増加した。これら Ge_{4nm} と Ge_{20nm}間で の異なる傾向の原因として、形成された結晶相の差や NiGe/Ge ヘテロ構造形成による歪みなど が考えられる。そのため、GIXRD で結晶相を調べた。Ni/Ge 膜厚比が同じになる様に、Ge4nm に Ni を 2 nm と Ge_{20nm} に 10 nm を堆積後、熱処理した試料の結果を Fig. 2 に示す。Ge_{20nm}の場合に は、NiGe と Ni5Ge3の結晶相が混在していることが分かる。Ge4nm では NiGe 由来の回折ピーク がほとんど観測されず Ni₅Ge₃が主たる結晶相であると考えられる。また、XPS 分析より、Ge_{4nm} では熱処理によって、Ni酸化成分が減少し(Fig.3)、同時に Ge の酸化成分が増加することも明 らかとなった。薄膜では、Ge の量が限られ、更に Ge の酸化が熱処理によって起こることから、 上述した結晶相の変化が確認されたと考えられる。当日は、薄膜化の効果をより詳細に議論する。 参考文献>[1] S. Dushenko et al., Nature Communications, 9 (2018) 3118. [2] T. Tanaka et al., IEEE Trans. Electron Dev., 66 (2019) 5393.

Ni5Ge?

(331)

50

45



Ni Metal (A.U.) Ni oxide PHOTOELECTRON INTENSITY Before Annealing 400°C Annealing 860 858 856 854 852 850 848 **BINDING ENERGY (eV)** Fig .3 Ni2p_{3/2} XPS spectra of Ni(4nm)/Ge_{4nm}.

and Ge_{20nm} samples as functions of the Ni thickness.

annealing.