

MnP および Ge ナノウィスカーの自己組織化 MBE 成長

Self-assembled MBE growth of MnP and Ge nanowhiskers

農工大^{*}, ヨッフエ研究所^{**} °佐藤勝昭^{*}, A. Bouravleuv^{**}, 佐藤 豊^{*}, 南 和幸^{*}, 石橋隆幸^{*}
TUAT^{*}, Joffe Physicotech. Inst^{**} °K. Sato^{*}, A. Bouravleuv^{**}, Y. Sato^{*}, K. Minami^{*}, T. Ishibashi^{*}
Email: satokats@cc.tuat.ac.jp

はじめに：われわれは、新しい三元化合物MnGeP₂薄膜のMBE成長¹を行っている過程において、基板温度を上げた場合に、試料表面が自己組織化ナノウィスカーで覆われることを見出した²。

実験：成膜はMBE装置を用いて行った。MnとGeはK-セルから供給し、PはTBPをクラッキングセルで分解してガスソースとして供給した。基板としてInP(001), GaAs(100), GaAs(111)_B, SrTiO₃などを用いた。作製条件はMnGeP₂の成長条件³と基本的に同じであるが、基板温度のみ変化した。得られたウィスカーは、SEM, STEM, EDX, XRD, SQUIDによって評価した。

結果：基板温度 435°Cで作製したのものには孤立したロッド状のナノウィスカー形状を示した。500°C以上で作製したものは集合体であった。STEM 付属の EDX 観察より、ナノウィスカーは Ge および Mn-P であることが明らかになった。Ge ウィスカーの直径は 30 nm 付近、長さは 最大 2μm であり、基板の<110>結晶軸方向に成長していた。Ge ウィスカーの成長と同時に Mn-P ナノウィスカーの成長が起きたが、成長温度の増加とともに成長量は減少した。通常、半導体ナノウィスカーの成長には Au など金属が液体形成のための触媒元素として使われるが、この実験においては Au なしに Ge ナノウィスカーの成長が観測されている。高分解 TEM により、Mn 系のナノクラスター(Mn:P:Ge 78:5:6)が成長初期に形成され、VLS 機構に従う Ge ウィスカーの溶液成長が起きたことを示唆した。Mn-P ナノウィスカーは Ge の K-セルを使用せずに成長した。得られた Mn-P ナノウィスカーのサイズは長さ最大 30 μm、幅最大 600 nm で、終端のクラスターなしにファセット成長した。

SQUID磁束計を用いて、ウェハから剥離されたウィスカーの磁化の温度および磁界依存性を測定したところ、室温まで強磁性的な磁化が観測された。磁化の温度特性はMnGeP₂薄膜のそれとは異なっていた。

謝辞：この研究は 21 世紀 COE プログラム「ナノ未来材料」の一環として行った。また、科学研究費基盤研究 B の助成を受けた。透過電子顕微鏡測定は九州大学ナノテクノロジー総合支援プロジェクトの支援を受けた。SQUID 測定は東北大学金属材料研究所との共同研究として行われた。

参考文献

¹ K. Sato, T. Ishibashi, K. Minami, H. Yuasa, J. Jogo, T. Nagatsuka, A. Mizusawa, Y. Kangawa and A. Koukitu: J. Phys. Chem. Solids **66** [11] (2005) 2030.

² A. D. Bouravleuv, K. Minami, T. Ishibashi and K. Sato, Phys. Stat. Sol. (a) **203** [11] (2006) 2793.

³ K. Minami, J. Jogo, V. Smirnov, H. Yuasa, T. Nagatsuka, T. Ishibashi, Y. Morishita, Y. Matsuo, Y. Kangawa, A. Kumagai and K. Sato: Jpn. J. Appl. Phys. Part 2, **44** [8] (2005) L 265.

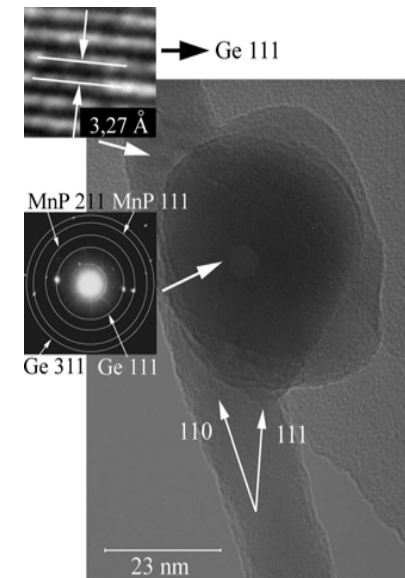


Fig.1 High resolution TEM image of a Ge nanowhisker