

逆ペロブスカイト型窒化物 Mn_3GaN 薄膜の電氣的・磁氣的特性Electrical and magnetical properties of anti-perovskite nitride Mn_3GaN thin films

名大院工 °榊原英樹, 小林洸, 宮脇哲也, 植田研二, 浅野秀文

Nagoya Univ. °H. Sakakibara, T. Kobayashi, T. Miyawaki, K. Ueda, H. Asano

E-mail: sakakibara.hideki@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

研究背景 逆ペロブスカイト構造を持つ Mn 窒化物 Mn_3GaN は Mn イオンの磁気モーメントが (111)面内で正三角形に配列する反強磁性体であり、磁気構造の転移による磁気体積効果や、格子歪みにより磁気モーメントが平衡状態から回転することで自発磁化が発生する圧磁効果など興味深い特性を有することが知られている。スピントロニクス素子への応用に向けて良質な Mn_3GaN 薄膜の作製が必要であるが、従来の我々の報告^[1]では窒素欠損が課題であった。本研究では、窒素欠損を改善し、高品質な Mn_3GaN エピタキシャル薄膜の作製技術の確立を目指した。

実験方法 マグネトロンスパッタ法により Mn_3GaN 薄膜の作製を行った。スパッタガスは Ar +10 % N_2 、ガス圧は 2.5 Pa、基板温度は 500 °C とした。構造は四軸 X 線回折、磁気特性は試料振動型磁力計、電気特性は直流四端子法によりそれぞれ測定した。

結果 MgO(001)基板(格子ミスマッチ 5.4 %)上と $(\text{La}_{0.18}\text{Sr}_{0.82})(\text{Al}_{0.59}\text{Ta}_{0.41})\text{O}_3$ (001)基板(LSAT 基板) (0.9 %)上に作製した膜厚 110 nm の Mn_3GaN 薄膜の 2θ - θ XRD パターンを Fig. 1 にそれぞれ示した。MgO 基板上では Mn_3GaN の(002)、(004)ピークとともに(111)ピークも見られ、多結晶的に成長している。格子定数 $c = 0.3896$ nm であり、バルク値(0.3898 nm)^[2]と大きな差は無く、従来の報告^[1]と比較して、窒素欠損が少ないことが示唆された。LSAT 基板上では Mn_3GaN (002)、(004)ピークは基板ピークと重なっており、(111)ピークは見られず、また面内 XRD では Mn_3GaN (200)ピークの 4 回対称ピークが観測でき、エピタキシャル成長していると分かった。ここで、LSAT // Mn_3GaN (50 nm)/ CoFe (10 nm)積層構造を作製し、77 K で磁化曲線を測定したところ交換結合磁界の発現が観測され、 Mn_3GaN は反強磁性体として機能していると分かった。Fig. 2 に LSAT 基板上の Mn_3GaN 薄膜の電気抵抗率の温度依存性を示した。バルク値及び従来の窒素欠損した薄膜の値より電気抵抗率が減少しており、結晶性及び窒素欠損の改善により電気伝導性が改善したと考えられる。

参考文献 [1] H. Tashiro *et al.*, J. Magn. Soc. Jpn., **36**, 188 (2012). [2] W. J. Feng *et al.*, J. Mater. Sci., **45**, 2770 (2010).

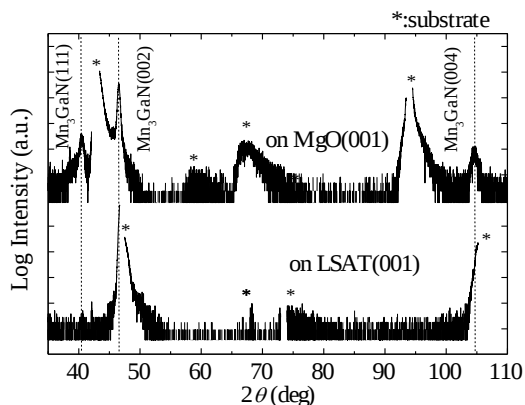


Fig. 1 2θ - θ XRD patterns of Mn_3GaN thin films on MgO(001) and on LSAT(001).

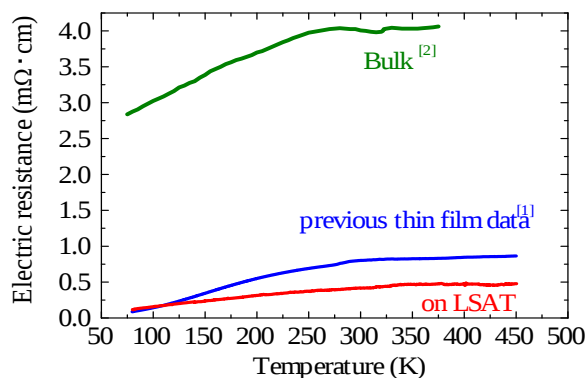


Fig. 2 Temperature dependences of Electrical resistivities of Mn_3GaN thin films on LSAT together with previous thin film^[1] and bulk data^[2].