

MBE 成長した三元化合物 (Mn, Fe)Te 薄膜へのアニール処理の効果

Effect of post-annealing process on ternary transition-metal chalcogenide

(Mn,Fe)Te thin films grown by MBE

筑波大院数物 ○加藤 象二郎, 金澤 研, 黒田 眞司

Grad. School of Pure & Appl. Sci., Univ. of Tsukuba,

○Shojiro Kato, Ken Kanazawa, Shinji Kuroda

E-mail: s1820380@s.tsukuba.ac.jp

我々は、新規な磁性半導体として反強磁性半導体である閃亜鉛鉱型 (ZB-) MnTe に Fe を添加させた物質 ZB-(Mn,Fe)Te を分子線エピタキシー(MBE)法で作製し、その性質について調べている。これまでの研究では基板温度 T_s を 150-250°C の間で変化させて試料を作製し、比較的高温では結晶性が良く、 $T_s=250^\circ\text{C}$ の試料は Fe 添加によって強磁性をもつ領域が形成されていることが明らかになった。しかしこの試料に対する透過型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分析(TEM-EDS)観察で Fe の凝集が確認されており、その強磁性の起源についてはまだ明らかにできていないのが現状である。この Fe 凝集を引き起こす要因として MBE 成長時に基板から供給される熱エネルギーが考えられ、低温での成長ではこれが抑制されるのではないかと期待される。そこで本研究では比較的低温である $T_s=150^\circ\text{C}$ で成長した MnFeTe 薄膜を作製し、この試料に対しアニール処理を施すことで、結晶構造や磁性にどのような変化が現れるかを調べた。

試料作製は MBE を用いて行い、GaAs(001)基板上に下地層として ZnTe(6nm)および CdTe(700nm)を積層させた後、Fe ドープ量は約 5% を目標として MnFeTe 層を成長させた。そのうち基板温度 $T_s=150^\circ\text{C}$ で成長した MnFeTe 薄膜に対して超高真空中で 2 時間のアニール処理を行った。アニール温度は 250°C と 350°C の 2 通りで行い、結晶構造および磁化特性の変化を調べた。

Fig.1 は本研究で作製した試料の X 線回折(XRD)結果である。図中の約 58° に示した破線の位置は ZB-MnTe(004)の面間隔に対応している。アニール後の試料でこの付近にピークが確認されたことから、アニール処理によって結晶性の良い ZB-(Mn,Fe)Te が形成されたと考えられる。またこのピークはアニール温度が高いほど低角側にシフトしている。Fig.2 は超伝導量子干渉デバイス(SQUID)により測定した M - T 曲線である。アニール処理によって磁化特性が変化していることがわかる。また Fig.3 は SQUID による M - H 測定の結果で、350°Cアニール試料が低温で大きな磁化を示した。以上の XRD および SQUID の結果から、あまり結晶性の良くなかった $T_s=150^\circ\text{C}$ で成長した試料が、アニール処理によって結晶性の良い ZB-(Mn,Fe)Te を形成し、それに伴い磁化特性も変化したと考えられる。またその変化はアニール温度によって異なり、特に高温である 350°Cアニールによって磁化が大きく増大したことは極めて興味深い結果である。

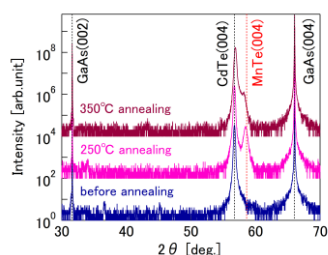


Fig.1 The profiles of XRD $\theta/2\theta$ scans of (Mn,Fe)Te thin films.

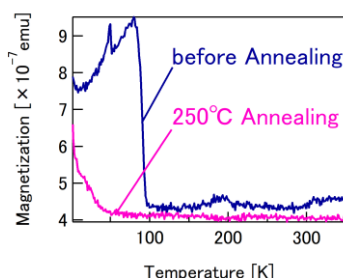


Fig.2 M - T curves of (Mn,Fe)Te thin films.

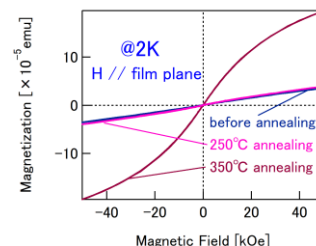


Fig.3 M - H curves of (Mn,Fe)Te thin films.