サファイア基板上 ZnTe 薄膜のエピタキシーメカニズムの解析

Epitaxy mechanism analysis of ZnTe layers on sapphire substrates by MBE

早大先進理工¹, 早大材研², JX 金属³ °中須 大蔵¹, 小林 正和^{1,2}, 朝日 聡明³

Waseda Univ.¹, Waseda Univ. Lab. for Mat. Sci. & Tech.², JX Nippon Mining & Metals Corp.³,

°Taizo Nakasu¹, Masakazu Kobayashi^{1,2}, and Toshiaki Asahi³

E-mail: n-taizo.nakasu@asagi.waseda.jp

【初めに】テラヘルツ波検出素子として、サファイア基板上 ZnTe 薄膜構造に注目している。面方位の異なるサファイア単結晶基板を用いることで、ZnTe 薄膜の配向面方位の制御を試みてきた。今までの応用物理学会では、サファイア $c(0001)$, $m(1-100)$, $r(1-102)$, $S(10-11)$, $R(10-14)$, $a(11-20)$, $n(11-23)$ 面の7種類の基板上に作製した ZnTe 薄膜の配向を X 線回折の極点図法より評価した結果の報告を行った。これらの ZnTe 薄膜の配向方位の比較をし、各種面方位基板上に対する規則性を得ることで、ZnTe の面方位制御手法が確立できると考えた。サファイア基板上 ZnTe 薄膜の配向メカニズムの解明を行うため、X 線回折の極点図によりサファイアの方位と ZnTe の関係をより詳細に検討した。

【実験方法】各種面方位のサファイア基板上への ZnTe 薄膜の作製は MBE によって行った。配向する ZnTe 薄膜の結晶ドメインの数が少なくなるような成長条件を制御した。ZnTe の膜厚は $1\mu\text{m}$ で統一した。極点図測定には主に ZnTe 111 とサファイアの回折角を用いた。

【実験結果】ZnTe 111 の極点図を比較したところ、サファイア c や S , R 面では三回、 a 面では六回対称の信号が得られた。よって、 c や S , R 面基板上では単一の ZnTe(111)ドメインが、 a 面基板上では2種類の $\{111\}$ ドメインが配向することが明らかになった。サファイア c 面から m 面方向に傾いた c , r , m , S 面基板ではサファイア(0001)//ZnTe(111)の関係で配向する規則性を持つことが明らかになった。サファイア(0001)//ZnTe(111)の関係が保たれると R 面基板の場合は(110)に配向した ZnTe 薄膜が成長するはずである。しかしながら、実際には ZnTe(111)が配向した。また、 a 面基板でも R 面同様、(110)の配向が予想されたが、実際には2種類の $\{111\}$ ドメインが配向した。 a , n 面基板ではサファイア(0001)//ZnTe(111)の関係で配向するという ZnTe の成長メカニズムとは異なり、サファイア(11-20)//ZnTe $\{111\}$ の関係を保った ZnTe 薄膜が成長するというメカニズムも明らかになった。これらの結果は、サファイア基板表面の電気的なポテンシャルによって、ZnTe は無極性面である(110)ではなく、極性を持ち原子が密に並ぶ(111)が配向したと考えられる。サファイアと ZnTe の原子配列や面方位の位置関係だけではなく、基板表面のイオン性も ZnTe の面方位を制御するのに重要であることが明らかになった。

本研究の一部は JSPS 特別研究員奨励費、早稲田大学特定課題研究、一般財団法人安藤研究所の援助により行われた。