

エピタキシャル TiN/AlN/TiN 接合の作製

Fabrication of Epitaxial TiN/AlN/TiN Junctions

埼玉大院 ○高崎 博行, 成瀬 雅人, 田井野 徹, 明連 広昭

Graduate School of Science and Engineering, Saitama Univ., ○H.Takasaki, M.Naruse, T.Taino, and

H.Myoren

E-mail: Takasaki@super.ees.saitama-u.ac.jp

1. まえがき

フォトン検出器は医学や天文学、材料分析などの様々な分野で用いられ、次世代のフォトン検出器として超伝導トンネル接合 (Superconducting Tunnel Junction : STJ) が期待されている。

現在までに STJ に関する様々な研究が行われており、多結晶膜の電極材料と比較して、エピタキシャル膜の方が 1 桁程度高いエネルギー分解能を得られたという報告がある^[1]。また、NbN/AlN/NbN 接合や Al/MgO/Al 接合において、格子定数が異なるにも関わらず 3 層全てがエピタキシャル成長することも報告されている^{[1][2]}。そこで、本研究では超伝導電極材料として TiN、トンネルバリアに AlN を用いることで、0.3 K でフォトン検出動作可能なエピタキシャル TiN/AlN/TiN 接合の作製を目的とする。

2. 超伝導電極材料 TiN

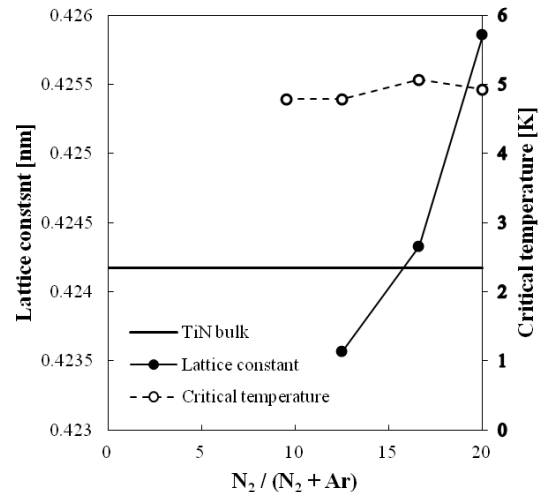
TiN は、Table 1 に示すように窒素とチタンの組成により、液体ヘリウム温度 (4.2 K) 以上で超伝導転移する膜が成膜可能なこと、また、単結晶 MgO 基板上でエピタキシャル成長が可能^[4]、さらに NbN に比べてフォトン検出器としての理論分解能が高いことなどの特徴が挙げられる。

Table 1 Physical property

材料	基板	超伝導電極				トンネルバリア
	MgO	TiN	NbN	Ta	AlN	AlN
結晶系	立方晶	立方晶	立方晶	立方晶	六方晶	六方晶
格子定数 [nm]	0.421	0.424	0.439	0.287	a = 0.311 c = 0.498	
超伝導転移温度 T _c [K]	-	0.5 ~ 5.0	16.5	4.4	-	-
エネルギーギャップ 2Δ [meV]	-	0.15 ~ 1.52	5.02	1.33	-	-
理論分解能 ^[1] @ 5.9 keV [eV]	-	2.6 ~ 8.1	14.7	7.6	-	-

3. TiN の格子定数と超伝導転移温度

電力・ガス圧を一定とし、窒素の流量比を変化させて成膜した TiN の格子定数と超伝導転移温度の関係を Fig. 1 に示す。どの条件においても液体ヘリウム温度以上の超伝導転移温度を示すことが分かった。

Fig. 1 Lattice constant and critical temperature of fabricated TiN films as function of ratio of N₂ flow to total sputtering gases.

4. TiN/AlN/TiN の結晶性

膜厚の異なる AlN トンネルバリアを持つトライレイヤーを堆積し、XRD 測定を行った。膜厚が 1.0 ~ 1.5 nm の間で TiN 上部電極が (100) 配向から (111) 配向に変化することがわかった (Fig.2)。詳細は講演で報告する。

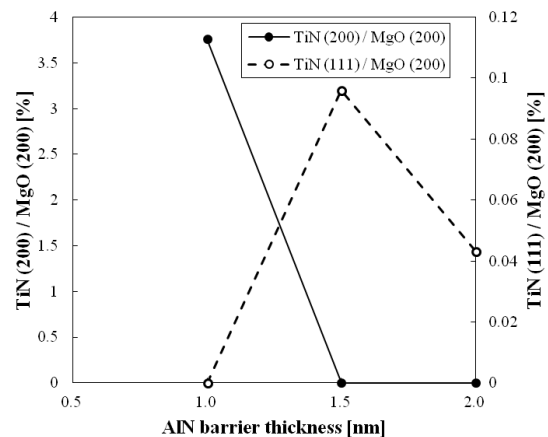


Fig. 2 Diffraction intensity ratio of TiN (200) / MgO (200) and TiN (111) / MgO (200) as function of AlN barrier thickness.

参考文献

- [1] P.Verhoeve et al., *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, vol.9 No.2 (1999)
- [2] Z.Wang et al., *Physica C* 282-287 (1997) 2465-2466
- [3] 浜尾 他, 第 72 回応用物理学会学術講演会 (2011 秋)
- [4] A.Kawakami et al., *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, vol.15 No.2 (2005)