

立方晶 $Ti_{1-x}Al_xN$ の電気的特性

Electrical properties of cubic crystal $Ti_{1-x}Al_xN$

1. 早大理工, 2. 三菱マテリアル ○吉川 真弘¹, 外山 大貴¹, 藤田 利晃², 長友 憲昭², 牧本 俊樹¹

1. Waseda Univ., 2. Mitsubishi Materials Corporation.

○M. Yoshikawa¹, D. Toyama¹, T. Fujita², N. Nagatomo², and T. Makimoto¹

E-mail: masahiro0514@akane.waseda.jp

はじめに：窒化物多結晶を用いた薄膜サーミスタは、高速熱応答性、平坦性、軽量化、狭い隙間や曲面への挿入や設置、折り曲げ環境下での使用などの特性を持つ。この特性により、従来の窒化物多結晶を用いたバルクサーミスタよりも幅広い環境での利用に期待できる。現在、Ti 組成の低い六方晶 $TiAlN$ では高い B 定数が得られている。[1] 本研究では、比較的導電性が良い Ti 組成の高い立方晶 $Ti_{1-x}Al_xN$ において、10 K から 295 K までのホール効果測定を行い、立方晶 $TiAlN$ の電気伝導特性を解明したので報告する。

実験：熱酸化膜付 Si 基板の上に、Al 組成の異なる 3 種類の $Ti_{1-x}Al_xN$ ($x = 0.5, 0.6$) を RF スパッタリング法及び AIP 法を用いて成膜し、電気的特性の評価を行った。

結果と考察：ホール効果測定により、すべての $TiAlN$ は p 型伝導を示した。Fig. 1 に抵抗率の温度特性を示す。RF スパッタ法で成膜した $Ti_{0.4}Al_{0.6}N$ の抵抗率とその温度依存性が大きいことが分かる。また、正孔濃度の温度特性から、低温領域ではホッピング伝導 [2]、高温領域では価電子帯の正孔による伝導が支配的であることを明らかにした。次に、RF スパッタ法で成膜した $Ti_{0.4}Al_{0.6}N$ の移動度の温度特性を Fig. 2 に示す。高温領域では移動度がばらついてしまったため、正孔の活性化エネルギーにより移動度を補正した。補正したデータを赤い点で示している。すべての $TiAlN$ において、低温領域では移動度が温度とともに減少する傾向を示した。これに対して、高温領域では $Ti_{0.4}Al_{0.6}N$ の移動度は温度とともに増加し、熱活性化型を示した。これは、多結晶 $TiAlN$ 間の結晶粒界 [3] がキャリアの障壁層となっており、正孔の移動に対する高いバリア障壁が存在する可能性を示唆している。

[1] T. Fujita, H. Tanaka, H. Inaba, and N. Nagatomo, J. Ceram. Soc. Japan, Vol. 124, No. 6, p. 653 (2016).

[2] M. Hayama, and T. Yamazaki, Boshoku Gijutsu, 39, 375 (1990).

[3] John. Y. W. Seto, J. Appl. Phys., 46, 5247 (1975).

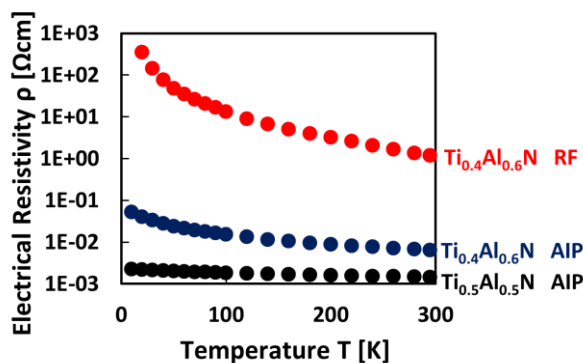


Fig.1: Temperature dependence of electrical resistivity.

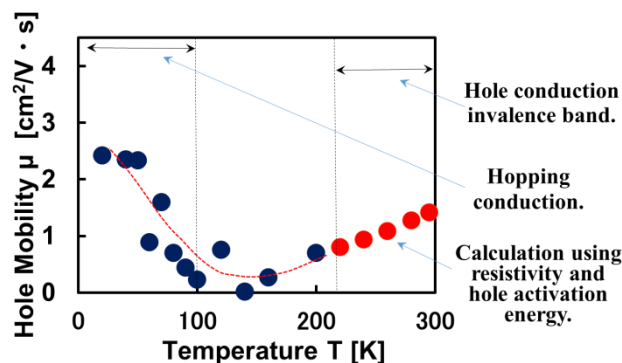


Fig.2: Temperature dependence of hole mobility (RF-sputtered $Ti_{0.4}Al_{0.6}N$).