ウルツ鉱型(Al,M)N (M=遷移金属元素)のNTCサーミスタ特性

NTC thermistor properties of wurtzite (Al, M)N (M= transition metal elements)

三菱マテリアル(株)，°藤田利晃，田中寛，長友憲昭

Mitsubishi Materials Corporation, °Toshiaki Fujita, Hiroshi Tanaka, Noriaki Nagatomo

E-mail: tfujita@mmc.co.jp

温度センサにおける薄型化・高速応答化・フレキシブル化のニーズに対応すべく、樹脂フィルム上へ形成されたNTCサーミスタ薄膜材料の開発に取り組んでいる。サーミスタ材料には、遷移金属を主成分とするスピネルやペロブスカイト構造をもつ酸化物結晶材料が用いられるが、脆性のため、樹脂基板を用いた薄型素子の実用化が容易でない。我々は、低温スパッタリングにより強靭な結晶化膜を得ることが可能なAlN系に着目し研究を進め、ウルツ鉱型結晶構造をもつ六方晶(Al,Ti)NにおいてNTCサーミスタ特性を見出し、ポリイミドフィルム上へ直接成膜された結晶化膜を用いた極薄サーミスタセンサを実現している[1,2]。本研究では、Ti以外の種々の遷移金属元素(M)を部分置換した系(Al,M)N (M=Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co etc.)の材料開発を進めた。

PVD装置にて、様々な組成比をもつAl-Mターゲットを用意し、Ar+N_2混合ガス雰囲気下における反応性RFマグネトロンスパッタ法にて、(Al,M)N薄膜を熱酸化膜付Si基板上に成膜した。視斜角入射X線回折、および、断面SEM観察の結果、基板に対してc軸配向度の高いウルツ鉱型結晶構造 (六方晶、空間群 $P6_3mc$)の単一相からなる、緻密な柱状結晶が形成されていることを確認した。電気抵抗率ρはvan der Pauw法にて測定し、アレニウスの式 $\rho = \rho_0 \exp(B/T)$ より、活性化エネルギーに相当する物性値であるB定数を評価した。その結果、上記M元素で部分置換された全ての(Al,M)N結晶化膜において、NTCサーミスタ特性が得られた。

表1に、1~2kΩcm程度の25℃電気抵抗率ρをもつ(Al,M)N窒化物薄膜材料と従来酸化物バルク材料のB定数を示す。(Al,Ti)N, (Al,Cr)Nに比べて、(Al,Co)NのB定数が小さくなっている。対照的なサーミスタ特性機構をもつ窒化物と酸化物のB定数解析結果をもとに[1,2]、局所結晶構造変化に伴う電子状態変化に留意した解析を進めている。

NTC materials	*B* (K)
spinel oxide $(Mn_{0.5}Co_{0.5})_3O_4$	4110
perovskite oxide $La(Cr_{0.6}Mn_{0.4})O_3$	2819
wurtzite nitride $(Al_{0.85}Ti_{0.15})N_y$	2525
wurtzite nitride $(Al_{0.86}Cr_{0.14})N_y$	2483
wurtzite nitride $(Al_{0.89}Co_{0.11})N_y$	2075

Table.1 B value of NTC thermistor materials in which the electrical resistivities at 25℃ are around 1~2Ωcm

[1] T. Fujita *et al.*, J. Ceram. Soc. Japan, 124, p653-657 (2016).

[2] T. Fujita *et al.*,セラミックス, 53, p248-251 (2018)

© 2019年 応用物理学会