

C03 陽イオン欠陥を導入したスピネル系 $Mg_{0.4}Al_{2.4}O_4$ セラミックスの結晶構造とマイクロ波誘電特性

(名城大学) ○岡崎弘虎・菅章紀・高橋奨・小川宏隆

E-mail: akan@meijo-u.ac.jp

【緒言】近年、ミリ波等の高周波数帯の利用が進み、信号伝送の高速・高効率化を可能とするため、低い比誘電率(ϵ_r)と高い品質係数($Q \cdot f$)が要求されている。これまで、高周波に適した誘電特性を有するスピネル系材料¹⁾が報告されており、陽イオン欠陥の導入による陽イオン分布の変化とマイクロ波誘電特性との関係性について研究されている²⁾。そこで本研究では、陽イオン欠陥を伴うスピネル系 $Mg_{0.4}Al_{2.4}O_4$ に Ga を置換した $Mg_{0.4}Al_{2.4-x}Ga_xO_4$ を合成し、陽イオン分布と誘電特性について評価した。

【実験方法】出発原料として純度 99.9% の MgO と Al_2O_3 、 Ga_2O_3 を用い、 $Mg_{0.4}Al_{2.4-x}Ga_xO_4$ の化学量論組成に基づき秤量し、ボールミルにて混合後、 $1500^\circ C$ で 4 h 仮焼成した。得られた仮焼成粉末は、PVA を用いて造粉し、60 MPa の一軸加圧にてペレット(直径 12 mm×厚さ 7 mm)に成形した。成形後 $1600^\circ C$ で 5 h 本焼成し、所定の寸法に加工した。生成した相の同定には粉末 X 線回折(XRPD)を用い、マイクロ波誘電特性は Hakki and Coleman 法³⁾とベクトルネットワークアナライザ(Agilent 8720ES)を用い、室温で ϵ_r と $Q \cdot f$ を評価した。

【実験結果】Fig.1 に $1600^\circ C$ で本焼成した $Mg_{0.4}Al_{2.4-x}Ga_xO_4$ の XRPD を示す。 $x = 0.4$ から 0.8 までは空間群 $Fd\bar{3}m$ を伴ったディスオーダー相の回折ピークが得られた。一方、 $x = 1.0$ と 1.2 の組成では、八面体サイトの陽イオンが 1:3 でオーダーリングした空間群 $P4_332$ に一致する回折ピークが得られた。 $Mg_{0.4}Al_{2.4-x}Ga_xO_4$ の誘電特性の組成依存性を Fig.2 に示す。 ϵ_r はすべての組成域において、ほぼ一定の値であった。一方 $Q \cdot f$ 値は、組成 x の増加に伴い増加傾向を示し、 $x = 1.2$ において最大値の $Q \cdot f = 191,000$ GHz が得られた。これらの結果より、最大の $Q \cdot f$ 値は、オーダー相の生成する組成において得られることが明らかとなった。

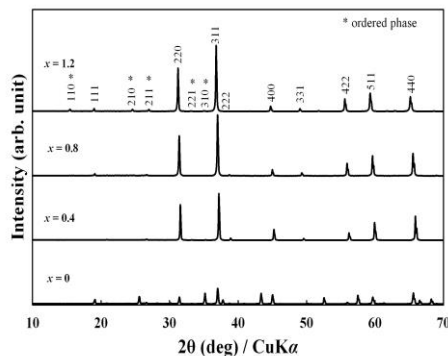


Fig.1. XRPD profiles of $Mg_{0.4}Al_{2.4-x}Ga_xO_4$ sintered at $1600^\circ C$ for 5h in air.

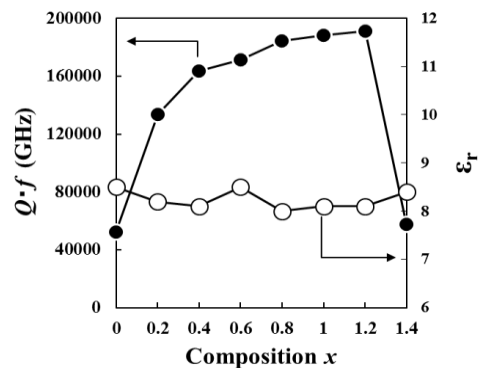


Fig.2. Variations in ϵ_r and $Q \cdot f$ values of $Mg_{0.4}Al_{2.4-x}Ga_xO_4$ as a function of composition x .

[参考文献]

- 1) A. Kan, T. Moriyama, S. Takahashi, and H. Ogawa, Jpn. J. Appl. Phys. **52**, 09KH01 (2013).
- 2) S. Takahashi, A. Kan, and H. Ogawa, J. Am. Ceram. Soc. **100**, 3497-3504 (2017).
- 3) B. W. Hakki and P. D. Coleman, IRE Trans. Microwave Theor. Tech. **8**, 402 (1960).