



シリカ系誘電体材料の粉末 X 線回折測定による結晶相の評価

菅 章紀¹, 宮澤勇氣²

1 名城大学理工学部, 2 名城大学大学院理工学研究科

キーワード：マイクロ波誘電体, ディオブサイト, 低誘電率, シリカ

1. 背景と研究目的

近年、無線通信は著しく発展しており、通信デバイスの動作周波数はミリ波帯などへの高周波数化が進んでいる。それに伴い、高周波回路基板では、回路上での電気信号の低遅延と低減衰のため、低い比誘電率(ϵ_r)と高い品質係数($Q \cdot f$)を持つ材料が望まれる。これらに加え機械的強度も回路への実装上必要となる。シリカ系材料は低い ϵ_r を持つことが多く、その一つとしてディオブサイト($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$)がある。本研究ではディオブサイトの組成をベースとし、Ca/Mg の組成比 x を変化した $\text{Ca}_{1+x}\text{Mg}_{1-x}\text{Si}_2\text{O}_6$ (以下 CMS) を合成し、マイクロ波誘電特性、機械的強度および結晶相の組成依存性について検討している。本報告ではシンクロトロン光による粉末 X 線回折測定の結果について以下に示す。

2. 実験内容

CMS($x = 0 \sim 1$)は高純度の CaCO_3 , MgO , SiO_2 を原料として用い、固相反応法にて合成した。得られた CMS の粉末を 0.4mm 径のリンデマンガラス製のキャピラリーに充填し、BL5S2 ビームラインを用い、1.0Å の波長にて粉末 X 線回折の測定を行い、その結晶相を評価した。

3. 結果および考察

Fig.1 に CMS の粉末 X 線回折パターンを示す。 $x = 0$ では単相のディオブサイトが生成している。組成 x の増加に伴い、 $\beta\text{-CaSiO}_3$ (ワラストナイト) の生成が認められ、 $0 < x \leq 0.8$ の組成域ではディオブサイトとワラストナイトが共存領域であることが明らかとなった。 $x = 0.85$ ではディオブサイトに由来する回折ピークは消失し、Mg を固溶したワラストナイト単相となる。さらに $x > 0.85$ の組成では $\beta\text{-CaSiO}_3$ の他に高温相として知られている $\alpha\text{-CaSiO}_3$ が生成することが明らかとなった。また $x = 1$ では単相の $\alpha\text{-CaSiO}_3$ が得られた。CMS の $Q \cdot f$ 値と曲げ強度は $x > 0.85$ の組成域では大幅に低下することから、 $\alpha\text{-CaSiO}_3$ の生成がこれらの特性に影響を及ぼしているものと考えられる。

今後、本実験で得られた粉末回折データを用い、リートベルト解析により、ディオブサイトとワラストナイトの定量分析を行い、各相の生成割合とマイクロ波誘電特性、機械的強度と微構造との関係を明らかにする予定である。

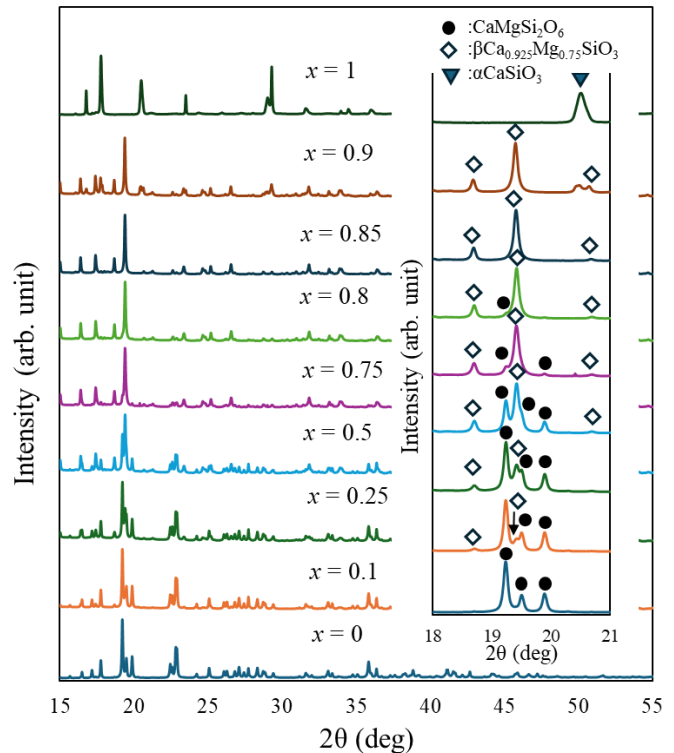


Fig.1 Synchrotron XRPD patterns of $\text{Ca}_{1+x}\text{Mg}_{1-x}\text{Si}_2\text{O}_6$ ceramics.