



## マイクロ波誘電体への応用に向けたアモルファス TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> 固溶体のゾル-ゲル法による作製

### Preparation of Amorphous TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> Solid Solution by Sol-Gel Method for Microwave Dielectrics

山梨大学<sup>1</sup>, <sup>○(MIC)</sup>趙 良宵<sup>1</sup>, 上野 慎太郎<sup>1</sup>, 藤井 一郎<sup>1</sup>, 和田 智志<sup>1</sup>

Univ. of Yamanashi<sup>1</sup>, <sup>○(MIC)</sup> Zhao Liangxiao<sup>1</sup>, Shintaro Ueno<sup>1</sup>, Ichiro Fujii<sup>1</sup>, Satoshi Wada<sup>1</sup>

E-mail: swada@yamanashi.ac.jp

【背景】5Gに代表される高速情報通信には、小型基地局を大量に設置する必要がある。それにより、基地局の小型化が求められている。その通信技術ではマイクロ波誘電体が用いられており、その誘電体内部では、マイクロ波の波長が  $1/(\epsilon_r^{1/2})$  ( $\epsilon_r$  は比誘電率) に圧縮されるため、 $\epsilon_r$  が大きいほど誘電体の寸法を小型化でき、基地局の小型化に繋がる。しかし、比誘電率を上げることは、マイクロ波誘電体内部の分極が増加することを意味し、誘電損失の増大にも繋がる。一方で、マイクロ波誘電体には低い誘電損失が求められる。現状のマイクロ波誘電体には結晶体が用いられており、誘電損失の逆数である品質係数と共振周波数の積  $Qf$  と比誘電率はトレードオフの関係にある。そこでアモルファス誘電体を用いることで、格子振動のパターンの制約を受けない様々な振動モードを利用し、 $Qf$  と比誘電率双方が向上可能かどうかと検討する。先行研究において、結晶性のマイクロ波誘電体の作製例がある TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> 固溶体に着目し、本研究ではそのアモルファス体作製を行い、誘電特性を評価した。

【実験方法】本研究ではまず TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> 固溶体の合成をゾル-ゲル法にて行った。チタンイソプロポキシド[(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHO]<sub>4</sub>Ti およびジルコニウムテトラ n ブトキシド Zr(C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>O)<sub>4</sub> をモル比 8:2、6:4、5.5:4.5、5:5、4.5:5.5、4:6、3:7、2:8 で混合し、2-プロパノールとエタノールの混合溶媒と均等に混ぜた後、水により加水分解を行ってゲルを作製した。その後、乾燥したゲルを 400°C~700°C で 2 時間熱処理をした後、XRD 測定を行った。また、熱処理を行っていないゲルを一軸加圧によってペレット状に成形した後、500°C と 700°C で熱処理を行った。金スパッタリングを施し、300°C で熱処理を行った。その後、200°C に保持しながら真空乾燥を行った後、インピーダンスアナライザを用いて誘電特性を測定した。

【結果および考察】Fig.1 はそれぞれの温度で熱処理したゲルの XRD 測定結果に基づき、結晶相とアモルファス相の境界を示している。横軸は ZrO<sub>2</sub> のモル分率  $x$  である。Fig.1 より、ゾル-ゲル法を利用して作製した TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> 固溶体は低温側でアモルファスとなっていた。TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> 固溶体はそれぞれ単体の試料より結晶化温度が上昇していることがわかる。乾燥ゲルに対して、熱重量示差熱(TG-DTA)測定を行った結果、425°C 付近で質量減少が止まり、TG が一定となった。従って、500°C 以上で熱処理することによって、チタンとジルコニウムの酸化物固溶体を作製できたと推察される。ペレット状に成形後、熱処理を徐熱・徐冷とすることによって、割れを抑制した。しかし、500°C で熱処理したモル比 5:5 のアモルファス体ペレットの開気孔が約 25% 存在することが分かった。以上のことにより、大気圧下での低温焼結 (500°C 以下) では、アモルファス体を作製することはできるが、気孔の少ないアモルファス体の作製は困難である。

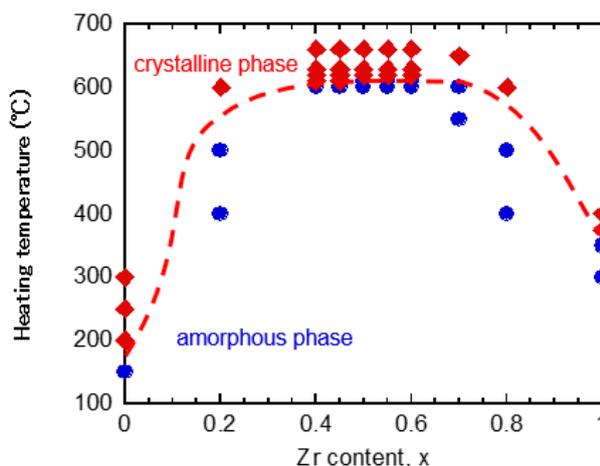


Fig.1 Phase diagram of (1-x)TiO<sub>2</sub>-xZrO<sub>2</sub> prepared by the sol-gel method.

【参考文献】1)注目の誘電体セラミックス材料、(株)ティー・アイ・シー、1995年