

文章编号:1000-2278(2005)02-0133-05

(Zr, Sn)TiO₄ 系微波介质陶瓷的研究进展

傅英松¹ 刘建勇¹ 石 勇² 李伟光³

(1. 亚洲先进技术中心, 摩托罗拉中国电子有限公司, 天津:300457)

(2. 先进陶瓷与加工技术教育部重点实验室, 天津大学材料学院, 天津:300072)

(3. 天津和平建工集团有限公司混凝土供应分公司, 天津:300221)

摘 要

本文从晶体结构、固溶体性质、组成改性、制备、性能等方面对 (Zr, Sn)TiO₄ 系微波陶瓷的发展现状进行了详细介绍, 并指出了研究和应用前景。

关键词:微波介质陶瓷, (Zr, Sn)TiO₄

中图法分类号:TQ174.75⁶ 文献标识码:A

1 前 言

微波陶瓷是应用于微波通信技术中的一类高性能介质材料, 主要电路功能为选频、滤波等, 在微波电路的小型化、集成化、高可靠性中起着关键作用。早在 1939 年, 介质陶瓷材料的应用就在微波传输理论中提出并奠定了发展基础, 到 60 年代后, 微波陶瓷进入实用化发展阶段, 美国、日本等分别研制出不同体系的介质材料。我国在该领域的研究始于 80 年代, 以跟踪国外的研究工作为主。90 年代后, 我国加快了微波介质陶瓷的研究, 该领域的研究被列入国家 863 计划, 并鼓励在产业化方面有所突破。故对当前一些有实用价值的材料体系进行总结, 阐明其现状与发展是十分必要和有意义的。

微波介质有别于一般的介质陶瓷, 其特殊的要求有^[1]:(1)在微波频段下, 有高稳定的介电常数 ϵ_r , 因为谐振腔的尺寸与 $\epsilon_r^{1/2}$ 成反比, 高的 ϵ_r 可使器件体积微小化;(2)尽可能高的品质因数 Q , 其主要由介质损耗 $\tan \delta_d$ 决定, 要求至少 ≥ 1000 ;(3)低的谐振频率温度系数 τ_f , τ_f 越小, 材料的频率稳定性越好。不同使用频率对介质陶瓷的技术参数有不同要求, 依据应

用频段, 微波陶瓷大致可分为如下三大类:

(1)在高端 (8~18GHz), 主要用于卫星直播等微波通信机中, 要求有高的谐振品质因数 Q 和趋于 0 的频率温度系数 τ_f 。

(2)在中端 (4~8GHz), 主要用于微波军用雷达及微波通信系统中, 一般有中等的介电常数 ϵ_r 和谐振品质因数 Q , $\tau_f \leq 5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 。

(3)在低端 (0.8~4GHz), 主要用于工作在微波频段的民用通信作为介质谐振器件。要求 $\epsilon_r \geq 80$, $Q = (2 \sim 5) \times 10^3$ 。

在钛酸盐陶瓷中, 性能优异、应用较广的材料之一是 (Zr, Sn)TiO₄。这种材料主要用于 4~8GHz 的微波范围, 它的初始材料来源广, 介电常数适中, Q 值高, 温度稳定性好, 其问世解决了窄带谐振器的频率漂移问题, 后来更是广泛用于各种介质谐振器和滤波器中, 并不断有新的研究进展。

70 年代后期, 日本^[2]首先研制出 (Zr, Sn)TiO₄ 系的 R—04c 介质材料, 其介电常数 ϵ 为 36.8~38.9, 在 7GHz 下无载 Q 值大于 6300, 温度系数 τ_f 约为 0。这是当时介质材料领域内的一个重大突破。早期的 (Zr, Sn)TiO₄ 系陶瓷通过固相反应, 由 ZrO₂、SnO₂、TiO₂ 在约 1700℃ 的高温下烧成, 随后的研究工作主要集中

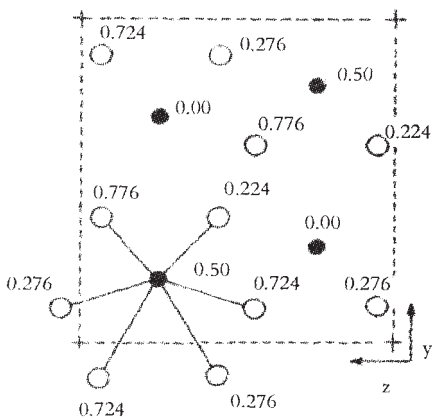


图 1 ZrTiO_4 [100]面晶体结构
(●:金属离子;○:氧离子)

Fig.1 Crystal structure of ZrTiO_4 in plane [100]
(●:Metal Ion;○:Oxide Ion)

在如何利用适当的添加剂来降低烧结温度并保证 ε 、 Q 、 τ_f 值满足介质材料的应用要求;如何采用适当的制备工艺提高 ε 、 Q , 降低 τ_f 以及从理论上对 $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 系陶瓷的特性进行探讨。

2 ZrTiO_4 晶体结构和 $\text{Zr}_x\text{Ti}_y\text{Sn}_z\text{O}_4$ 固溶体

($\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 是由 Sn 添加到 ZrTiO_4 中形成的固溶体,其晶体结构与 ZrTiO_4 相同。1967 年 Newham^[3] 确定了 ZrTiO_4 为 $\alpha\text{-PbO}_2$ 结构,斜方晶系,空间群为 Pbcn , 晶格尺寸为 $a = 4.806 \text{ \AA}$, $b = 5.447 \text{ \AA}$, $c = 5.032 \text{ \AA}$ 。氧离子形成扭曲的六方紧密堆积, Zr 、 Ti 离子在可能的阳离子位置上随机分布。如图 1 所示,每个金属离子与六个氧相连,平均距离 $2.04 \text{ \AA}$ 。高温冷却时, ZrTiO_4 经历了两个连续的相转变^[4~6]: 在 $1125 \pm 10^\circ\text{C}$ 时从高温顺电相向不对称相转变;在 $845 \pm 5^\circ\text{C}$ 时从不对称相向对称相转变。在高温相变时 c 轴明显

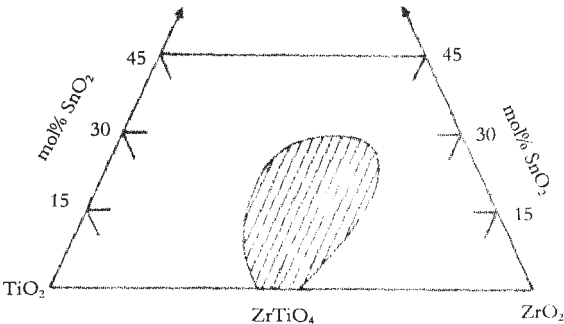


图 2 $\text{ZrO}_2\text{-TiO}_2\text{-SnO}_2$ 系统固溶体形成范围
Fig.2 Formation region of solid solution in $\text{ZrO}_2\text{-TiO}_2\text{-SnO}_2$ system

缩短而 a 、 b 轴长度基本保持不变。
 $\text{ZrO}_2\text{-TiO}_2\text{-SnO}_2$ 三元系统相图^[4,7]如图 2 所示,其中阴影范围内表示单相 $\text{Zr}_x\text{Ti}_y\text{Sn}_z\text{O}_4(x+y+z=2)$ 的存在范围,阴影外随位置不同存在 TiO_2 、 SnO_2 、 ZrO_2 等相。氧八面体空隙中分布的 Ti^{4+} 、 Zr^{4+} 使系统具有了较高的介电常数,而 Sn 离子的引入可以调整 Q 值并具有接近 0 的频率温度系数。一些 ($\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 系材料介电性能的参数列于表 1。

在 $(\text{Zr}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{TiO}_4(x=0\sim0.2)$ 中,随着 Sn 离子对 Zr 离子的取代, Q 值逐渐增大,在 $1\sim10\text{GHz}$ 下, $x=0$ 时, Q 值为 $2000\sim5000$; $x=0.20$ 时, Q 值为 $6000\sim10000$ 。此外,由于 ZrTiO_4 和 SnTiO_4 分别具有正、负温度系数(它们的 τ_f 分别为 $55 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$ 和 $-250 \times 10^{-8}^\circ\text{C}$),形成的固溶体 τ_f 值可以调至 0。1983 年 McHale^[4] 等人指出 Sn 可以阻碍 Zr-Ti 在 1200°C 左右的相转变,认为阳离子有序排列将引起 Q 值降低,而 Sn 离子对有序化的阻碍有利于提高 Q 值。进一步的研究中,1994 年 Roy Christoffersen 等人^[8]观察到,在 (100) 面,存在着从富 Zr 相向富 Ti 相的突变,随着 Sn 离子加入,相界面逐渐变小,在 Sn 离子取代 Zr 离子达到 15% 时,该区域接近 $25\sim50 \text{ \AA}$ 。因此,Roy

表 1 ($\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 系微波陶瓷的介电特性

Table1 Dielectric properties of($\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ microwave ceramics

材 料	ε_r	Q	频率 $f(\text{GHz})$	$\tau_f (\times 10^{-6}/^\circ\text{C})$
ZrTiO_4	42.4	3079	8.3	58
$\text{Zr}_{0.91}\text{Sn}_{0.09}\text{TiO}_4$	38.6	3233	8.7	24
$\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2}\text{TiO}_4$	38.0	7000	7	0

Christoffersen 指出, Sn 离子的引入起到了稳定富 Zr 和富 Ti 相界面的作用, 并且减轻了该界面对介电性能的负面影响, 同时也起到延缓介质材料老化的作用。1998 年 Yung Park^[9] 等人通过 X-射线对 $(\text{Zr}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{TiO}_4$ 不对称相的研究中发现, Sn 降低了对称—对称相的转变温度并对不对称相起到了稳定作用。

3 组成改性

当采用固相反应法制备 $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 系陶瓷时, 如果不添加烧结助剂, $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 陶瓷很难充分致密化。S. Hirano 等^[10,11] 研究指出, 高的介电常数 ϵ_r 要求 $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 陶瓷有高的相对密度。另外, 频率温度系数取决于组成和其它相的存在, 如果形成第二相将大大影响 τ_f , Q 值也与添加剂引起的第二相、氧离子空位有密切关系。因此, 如何选用适当的添加剂来降低烧结温度并且保证介质材料的优良性能, 一直是研究中的热门问题。

1984 年 K. Wakino 和 K. Minal^[12] 研究了 Fe 和 Ni 添加对 $(\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2})\text{TiO}_4$ 的影响, 认为 Fe^{3+} 离子进入晶粒中, 造成的晶格畸变导致介电性能急剧下降, 而 Ni 离子通过抑制晶粒生长及 Fe^{3+} 离子进入晶粒, 有利于提高 Q 值。1994 年 Rajiv Kudesia 等^[13] 利用共沉淀法, 在 $(\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2})\text{TiO}_4$ 中加入 La_2O_3 和 ZnO (0.30wt%), 发现添加剂低剂量有利于密度的提高, 但掺杂总量大于 0.15% 则 Q 值急剧下降。1995 年 Ki Hyu n^[14] 在 $(\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2})\text{TiO}_4$ 中加入五价离子 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 Sb_2O_5 , 发现添加剂含量达到 1.0mol% 时, 氧离子空位减少, Q 值升高。继续添加时, 由于电子聚集和晶界的杂质偏析而使 Q 值下降。1999 年, D. Houivet^[15] 发现少量 Mg 可以提高 $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 的 Q 值, 但是出现的新相对性能的影响尚不清楚。

在研究 $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ 系的低温烧结中, 1998 年 Takada^[16] 采用玻璃助熔剂将其烧结温度降到 1200℃, 但密度小于理论密度的 70%, ϵ_r 也下降到 20。而 Jin- Wook Jing^[17] 采用共沉淀法制粉, 900℃ 预烧 2h 后, 添加 3mol% 的 $\text{Zr}(\text{NO}_3)_2$ 作助剂, 在 1250℃ 保温 2h, 取得了比较满意的结果: $\epsilon_r=40.9$, $Q \times f(\text{GHz})$

$=49000$, $\tau_f=-2\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 。然而, 由于化学过程周期长, 成本高, 不易控制, 在实际应用中存在困难。在近期的研究中, Cheng- Liang Huang 和 Min- Hung Wang^[18~20] 对传统固相反应法的改进取得了一系列成果: 在 $(\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2})\text{TiO}_4$ 中, 添加 ZnO (1wt%) 和 CuO (2wt%) 显著降低了烧结温度 (在 1220℃ 可达理论密度的 96%), $\epsilon_r=38$, $Q \times f(\text{GHz})=50000$, $\tau_f=3\text{ppm}/^\circ\text{C}$, 而通过添加 ZnO (1wt%) 和 WO_3 (1wt%), 可显著改变 Q 值, 同时 ϵ_r 、 τ_f 值不受影响, 在 1340℃ 烧成的样品密度可达理论密度的 98%, Q 值达到 6100Q (在 7GHz 下); 利用添加 CuO 、 Bi_2O_3 、 V_2O_5 的方法, $(\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2})\text{TiO}_4$ 烧结温度可从 1400℃ 降到 1300℃, 添加剂 <3wt% 时未观察到第二相, ϵ_r 、 τ_f 未有显著变化, 但 Q 值与添加剂的种类和数量有关。

在实际生产中, 为了减少第二相对 Q 值的影响, 还可考虑采用高温退火的方法。David Houivet^[21] 观察到, 在 1275~1250℃ 的区间缓慢冷却时, 由于一些第二相向陶瓷表面的沉淀析出, Q 值可提高 25% 左右。

4 工艺研究

4.1 固相反应法

该法是工业生产中常采用的方法。使用高纯度的 ZrO_2 、 SnO_2 、 TiO_2 原料 (组成为 $\text{WTiO}_2=28\% \sim 43\%$, $\text{WZrO}_2=40\% \sim 60\%$, $\text{WSnO}_2=10\% \sim 25\%$) 为主成分。添加 ZnO 、 CuO 、 La_2O_3 、 NiO 等助剂, 按设定组成配比, 湿磨混料、烘干脱水制得混合粉料。1050℃ 锻烧, 造粒后在一定压力下成型, 在空气中约 1360℃ 烧成。固相反应法工艺简单, 适用范围广, 材料性能可以满足技术要求, 并可通过调整配方和采用特种烧结、高致密成型等先进工艺, 进一步降低烧结温度, 从而降低成本及改善材料的 Q 值和频率温度系数。

4.2 溶胶—凝胶法 (Sol-Gel) 法^[22]

Sol- Gel 法是近十年来发展较快的一种很有前途的工艺方法。如选用 $\text{Ti}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ 、 $\text{Zr}(\text{NO}_3)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 等做原料, 乙醇为溶剂, HNO_3 作为分散剂和稳定剂, 乙基纤维素乙醇溶液作粘合剂, 构成 Zr- Ti- Sn 的乙醇系统。在适当温度和湿度下溶液的粘度逐渐增大, 形成凝胶, 凝胶充分干燥后于 500~

600℃煅烧,得到介质瓷料,再经成型、烧制成陶瓷介质体。溶胶—凝胶法采用金属的有机盐溶液为原料,反应激活能低,反应所需时间短,得到的粉料细而均匀,制得的陶瓷粉与传统固相反应法相比,Q 值高, τ_f 也有所改进。但制备过程较复杂,制备过程中对溶液浓度、pH 值、 H_2O 含量、温度等因素要综合控制,才能获得最佳性能。

4.3 共沉淀法^[23]

先将 $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ 和 $TiCl_4$ 按比例配成一定浓度的水溶液,与稀 NH_4OH 溶液同时滴入到 pH 值为 9 的 SnO_2 悬浮液中,边滴边搅拌,形成共沉淀。静止后抽滤、脱水,用蒸馏水洗涤数次,烘干。在 900℃煅烧,添加 ZnO 助剂在 1200℃ ~ 1400℃ 下烧结。化学共沉淀法制备的粉料具有组成均匀、纯度高、颗粒细、合成温度低等优点,但同样存在制备周期长、操作复杂、pH 值不易控制等问题。

4.4 水热合成法^[24]

水热法制得的粉料具有少团聚、结晶好等特点,可得到线度为几到几十纳米的晶粒。在 N_2 气氛中,按 $Zr+Sn:Ti=1:1$ 的摩尔比将 ZrO_2 、 SnO_2 、 TiO_2 的醇盐溶解于无水 2-甲酸(MOE)中,再加入等摩尔量的乙酰丙酮形成橙色溶液,搅拌 0.5 小时后回流,直到金属离子浓度达到 $0.14 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$,冷却到室温后,按体积比 4:1 加入 MOE 与水的混合物形成溶胶。在真空中 60℃左右干燥,形成干凝胶。将研磨后粉末加入去离子水中混合搅拌形成悬浮液,通过 $NaOH$ 调 pH 值后装入高压釜中,在 N_2 气氛中,升温到预定值并保温一段时间,使水热反应完成。冷却后洗涤,得到的陶瓷粉末在 200MPa 压力下成型,在约 1300℃ 的温度烧结。水热法无需烧结助剂,直接从 200℃ 左右的水介质中得到结晶化合物,避免了高温煅烧工艺。而且粒子尺寸分布范围窄,介电常数、Q 值也有改善。

5 研究和应用前景

$(Zr, Sn)TiO_4$ 材料除了高的 ϵ_r 、Q 值外,还具有在电场作用下三次谐波失真度小,在高功率下使用交扰调制小的优点,已获得广泛应用。目前研究方向主要集中在以下方面:

(1)低温烧结,以降低生产成本,提高工艺稳定性。

(2)提高 ϵ_r 和 Q 值,由于 $(Zr, Sn)TiO_4$ 的 ϵ_r 值适中,可通过与一些高介系统复合提高介电常数,获得理想的介电性能。

(3)新合成和烧结方法的应用,采用新的超微粉末制备技术和特种烧结技术,生产出更高性能的介质滤波器和谐振器,满足微电路高集成、高可靠性的要求。

微波介质材料已广泛应用于卫星通信、移动通信、广播电视、雷达制导等领域,随着微波集成化和应用范围的继续扩大,对其需求还会越来越高。“十五”863 计划提出了促进产业化的要求,我国微波通讯事业的迅速发展也迫切需要建立完善的介质材料体系。在进一步的开发应用中, $(Zr, Sn)TiO_4$ 陶瓷将有强大的生命力和广阔的前景。

参 考 文 献

- 1 张绪礼,王筱珍,汤清华.微波介质陶瓷材料与器件.电子科技导报,1997, 6:29-33
- 2 K. Wakino et al.Dielectric Materials for Dielectric Resonators. 1976 Joint Convention Record of Four Institute of Electrical Engineers.Japan, No.235
- 3 R.E. Newham.Crystal Structure of $ZrTiO_4$.J. Am. Ceram. Soc., 1967, 50[4]:216
- 4 Anna E. McHale And Robert S. Roth.Investigation of the Phase Transition in $ZrTiO_4$ and $ZrTiO_4$ - SnO_2 Solid Solutions.J. Am. Ceram Soc., 1983, C-18
- 5 Yung Park And Kevin M. Knowles.Incommensurate Phase Of $Zr_{0.98}Sn_{0.02}TiO_4$ Ceramicsin An Applied Electric Field.Solid State communications ,1998, 107(9) :459- 462
- 6 A.E. McHale and R.S. Roth.Low- Temperature Phase Relationships in the system ZrO_2 - TiO_2 .J. Am. Ceram. Soc., 1986, 69[11]: 827- 32
- 7 G. Wolfram and H. E. Gobel.Existence Range ,Structural and Dielectric Properties of $Zr_xTi_ySn_zO_4$.Mater . Res. Bull.,1981, 16 [11] :1455- 63
- 8 Roy Christoffer , Peter K. Davies and Xiaohan Wei.Effect of Sn substitution on Cation Ordering in $(Zr_{1-x}Sn_x)TiO_4$ Microwave Dielectric Ceramics.J. Am. Ceram Soc.,1994, 77 [6]: 1441- 50
- 9 Yung Park and Ho-Gi Kim.X-ray scattering study of the incommensurate phase $Zr_{1-x}Sn_xTiO_4$ Ceramics Materials

- Letters 1998, 34 : 177- 179
- 10 S. Hirano , T. Hayashi and A. Hattori. Chemical Processing and Microwave Characteristics of $(\text{ZrSn})\text{TiO}_4$ Microwave Dielectrics. J. Am. Ceram. Soc., 1991, 74[6]: 1320- 24
 - 11 Nobuhiko Michiura and Tsutomu Tatekawa. Role of donor and Acceptor Ions in the Dielectric Loss Tangent of $(\text{Zr}_{0.8}\text{Ti}_{0.2})\text{TiO}_4$ Dielectric Resonator Material. J. Am. Ceram. Soc., 1995, 78[3]: 793- 96
 - 12 Kwakino , K. Minai and H. Tamura. Microwave Characteristics of $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ and $\text{BaO}-\text{PbO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$ Dielectric Resonators. J. Am. Ceram. Soc., 1984, 67(4): 278- 281
 - 13 Rajiv Kudesia , Anna E. McHale , and Robert L. Snyder. Effects of $\text{La}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$ Additives on Microstructure and Microwave Dielectric Properties of $\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2}\text{TiO}_4$ Ceramics. J. Am. Ceram. Soc., 1994, 77[12]: 3125- 30
 - 14 Ki Hyun Yoon and Young Sol Kim. Microwave dielectric Properties of $(\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2})\text{TiO}_4$ ceramics with pentavalent additives. J. Mater. Res, 1995, 10(8): 2085- 2090
 - 15 D. Houivet J. El Fallah and J. M. Haussonne. Phase in La_2O_3 and NiO Doped $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ Microwave Dielectric Ceramics. J. Eur. Ceram. Soc., 1999, 19: 1095- 1099
 - 16 T. Takada, S. Wang, S. Yoshikawa, S. Jan and R. Newham . Effect of Glass Additions on $(\text{ZrSn})\text{TiO}_4$ for Microwave Applications. J. Am. Ceram. Soc., 1994, 77[9]: 2485- 88
 - 17 Jin-Wook Jang, Seo-Yong Cho, Dae-Yong Jeong and Kug-Sun Hong. Preparation and Dielectric Properties of Low- Temperature- Sinterable $(\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2})\text{TiO}_4$ Powder. J. Am. Ceram. Soc., 1998, 81(5): 1209- 14
 - 18 Cheng- Liang Huang and Ming- Hung Weng. Liquid phase sintering of $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ microwave dielectric ceramics. Mater. Res. Bull., 2000, 35: 1881- 1888
 - 19 Cheng- Liang Huang, Cheng- Shing Hsu, Ruei- Jsung Lin. Improved high- Q microwave dielectric resonator using ZnO and WO_3 - doped $\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2}\text{TiO}_4$ ceramics. Mater. Res. Bull., 2000, 36: 1985- 1993
 - 20 Cheng- Liang Huang, Min- Hung Weng, Hui- Liang Chen. Effects of additives on microstructures and microwave dielectric properties of $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ ceramics. Mater. Chem. and phy. 2000, 71: 17- 22
 - 21 David Houivet, Jaafar El fallah, Vernadette Lamagnere, Jean- Marie Haussonne. Effect of annealing on the microwave properties of $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ ceramics. 2001, 21: 1727- 1730
 - 22 吴毅强. sol- gel 法制备微波介质陶瓷材料. 电子元件与材料, 1999(2) 5- 71
 - 23 K.R. Han and J.W. Jang. Preparation of $(\text{Zr}_{0.8}\text{Sn}_{0.2})\text{TiO}_4$ Dielectric Powders by Coprecipitation of $(\text{Zr}^{4+}, \text{Ti}^{4+})$ - Hydroxides in the presence of SnO_2 Particles. J. Korean Ceram. Soc., 1994, 31(11): 1293- 98
 - 24 D. Chen, X. Jiao, M. Zhang. Hydrothermal synthesis and characterization of $(\text{Zr}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{TiO}_4$ ($x=0.005- 0.20$) powders. Mater. Res. Bull., 2000, 35: 2102- 2108

RECENT DEVELOPMENT OF $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ MICROWAVE DIELECTRIC CERAMICS

Fu Yingsong¹ Liu Jianyong¹ Shi Yong² Li Weiguang³

(1. Motorola Advanced Technology Center-Asia, Motorola China electronic LTD. Tianjin 300457)

(2. Key Lab. for Advanced Ceramics and Machining Technique of Ministry of Education, School of Materials, Tianjin University, Tianjin 30072)

(3. Heping Building Group, Tianjin Concrete Company, 300221)

Abstract

The recent developments of $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$ microwave dielectric ceramics are introduced in details from the point of view of crystal structure, feature of solid solution, composition modification, preparation and property. Research and application trends of the ceramics are also indicated.

Keywords: microwave dielectric ceramics, $(\text{Zr}, \text{Sn})\text{TiO}_4$

Received date: Nov. 28, 2004

About the author: Fu Yingsong, male, engineer, Master