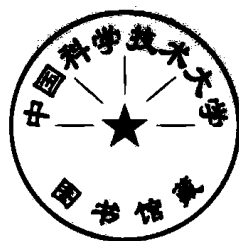


高頻高介电容器資料譯文集

无綫电元件及材料編輯部編譯



國防 1966 年 5 月 出版

內 容 簡 介

本專題譯文集編選了以蘇聯資料為主的高頻、高介資料二十六篇。按選題內容大致分為以下三部分：鎢酸鹽系，鈦酸鹽系，錫酸鹽、鉬酸鹽系。

本譯叢可供有關研究單位和工廠的研究人員和工程技術人員，以及高等院校有關專業師生等參考。

高頻高介電容器資料譯文集

無線電元件及材料編輯部編譯

*

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第 074 號

新華書店北京發行所發行 各地新華書店經售

國防工業出版社印刷廠印裝

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 8 $\frac{3}{16}$ 174 千字

1963 年 2 月第一版 1966 年 1 月第二次印刷 印數：801—2,140 冊

統一書號：15034·640 定價：（科七）1.10 元

前 言

由于无线电技术的飞速发展，一般陶瓷已不能满足无线电工业在各个方面的需要，因此迫切需要改进材料的性能并研究新的材料，以便为小型化、耐高温、耐辐射及高可靠性元件的研制打下基础。编辑这本“高频高介电容器瓷料”译文集的目的，是向读者较系统地介绍一些国外在这方面的研制情况。

本译文集共收入 26 篇文章，大体上可分为锆酸盐系、钛酸盐系、锡酸盐和钽酸盐系三个部分。

第一部分“锆酸盐系”编入 12 篇文章。其中第 1 篇主要是介绍锆酸钙的固相反应过程，并阐述通过各种研究方法取得的分析结果。第 2 篇是阐明 $\text{ZrO}_2\text{—CaO}$ 系固溶体的生成机理，作者叙述了对该系的物相化学分析、X 光结构分析及热分析的基本工作原理。第 3、4、5 三篇文章都是叙述矿化剂对锆酸钙生成的影响。对于改进锆酸钙的性能和降低烧结温度来说，加入少量矿化剂是十分重要的。这三篇内容虽有些重复，但由于侧重面不同，因此全部选用了。在第 6 篇“锆酸盐的介质特性”一文中介绍了锆酸钙、锆酸钡、锆酸钪、锆酸铈、锆酸钆的配方工艺及其性能等。第 7 篇介绍了在氮温和高频下测量 CaZrO_2 的 $\text{TK}\epsilon$ 与温度关系的装置及测试方法。第 8 篇主要是研究 SrO—ZrO_2 和 BaO—ZrO_2 的合成过程及以这些化合物为基制成的陶瓷的物理技术特性。第 9 篇是从电导率和离子迁移数的角度出发对 CeO—ZrO_2 系进行了

研究，这对科研工作是很有意义的。第10篇是介绍以氧化锆和氧化铌为基的陶瓷介质的某些特点。这是一篇很有价值的资料，文中所述瓷料的特点是介电常数高和损耗低。第11篇“ $\text{MgO}-\text{ZrO}_2$ ”瓷料系摘译自一篇关于锆酸盐系较全面的综合报导。在第12篇“某些离子介质的 $\text{TK}\epsilon$ 与温度的关系”一文中，研究了各种瓷料在宽的工作温度范围内容量温度系数值的問題。

锆酸盐在电容器瓷料中是一种较有发展前途的瓷料，从近几年国外期刊大量发表这方面的文章可证实这一点。这类瓷料的特点是介质常数高、损耗低、耐高温和高稳定性。因此，作为本译文集的重点选题。

第二部分“钛酸盐系”编入10篇文章。以 TiO_2 为基的含钛陶瓷，如金红石瓷、钙钛矿瓷等。鉴于国内外已研制成熟，同时国内介绍这方面的研制情况也较多，因此未列入本译文集选题内容。苏联近几年发展起来的锶-铋-钛瓷料，其介质常数甚高（1000左右），看来这是一种很有发展前途的瓷料，特别是在小型化方面，可用它来制造小型大容量电容器，因此编入四篇文章（第1～4篇）。第1篇“高介常数的非强性介电体的损耗和松弛极化”是一篇关于锶-铋-钛瓷料的极为有价值的资料。本文作者Г. И. 斯卡那维等从实验方法和理论上对锶-铋-钛瓷料进行了全面的阐述。第2、3、4三篇文章，从低温、微波和铁电性能各种不同角度对这类瓷料进行了研究，可以说这三篇文章是上一篇文章的继续和深入。关于 $\text{TiO}_2-\text{ZrO}_2$ 系瓷料编入三篇文章（第5～7篇）。近几年来关于 $\text{TiO}_2-\text{ZrO}_2$ 系瓷料的文献在国外杂志上出现亦较多，其中有很多看来也比较重要，但因限于篇幅，不能

一一选入，因此在这方面可能有些片面性。关于钛酸钡瓷料，近年来在国外期刊上出现的不多，但由于它的电容温度系数非常低，而且高温稳定，看来还是值得重视的一种瓷料，因此也编入了三篇文章（第8~10篇）。

第三部分“锡酸盐、钽酸盐系”编入四篇文章。其中第1、2两篇是论述锡酸盐的。第1篇“锡酸盐的陶瓷性能和介电特性”是一篇综述性文章，文中报导了锡酸钡、锶、镁、铋、铅、钴、镍、锌、铜、镉、铁和锰等水化物的制备方法及其性能测试结果等。关于锡酸盐瓷料，近年来国外报导的不多。看来这种瓷料发展前途不大，估计可能是受其介质常数低的限制，但在目前生产中它仍占一定的位置。关于钽酸盐系这里仅编入二篇文章。这是一种较新的瓷料，近年来国外在这方面的报导日益增多。其特点是介质常数高。但这种瓷料目前还只是初露苗头，研究还不够成熟，故未作为选题重点。

由于无线电陶瓷材料的研究工作进展迅速，近几年来国外期刊上每年都有大量的文献报导，要恰如其份地、既全面又及时系统地选取一些文章以反映这方面的研究概况，这在客观上是有一定困难的，再加上主观条件的限制，因此所选内容和译文一定有欠妥和谬误之处，敬希读者指正。

編譯者

1962年7月

目 录

前言	5
第一部分 鋳酸盐系	8
1. 鋳酸鈣生成的某些特点	8
2. ZrO_2 — CaO 系固溶体的生成机理	18
3. 矿化剂对碱土金属鋳酸盐燒結过程的影响	24
4. 鋳酸鈣与矿化剂— B_2O_3 的相互作用	34
5. 硼酐对鋳酸鈣生成的影响	43
6. 鋳酸盐的介质特性	54
7. 氮温下 $CaZrO_3$ 的 $TK\epsilon$ 与温度的关系	58
8. 鋳酸鋁和鋳酸鋇的合成及其物理技术特性	60
9. CeO_2 — ZrO_2 系电导率和离子迁移数	71
10. 以氧化鋳和氧化鋇为基的陶瓷介质的某些特点	73
11. MgO — ZrO_2 系	85
12. 某些离子介质的 $TK\epsilon$ 与温度的关系	103
第二部分 鈦酸盐系	111
1. 高介常数的非强性介电体的損耗和張弛极化	111
2. 低温下鈦酸鋁—鋇介电性能的研究	131
3. 鈦酸鋁—鋇的强介电性能	139
4. 鈦酸鋁—鋇和鈦酸鋇在9400兆赫时的 ϵ' 及 ϵ'' 与温度的关系	148
5. 高温下 $ZrTiO_4$ 与門捷列夫元素周期表 II、III 和 IV 类金属化合物的反应	152
6. TiO_2 — ZrO_2 系的物理—化学和电性能	170
7. ZrO_2 — TiO_2 系固溶体的补充数据	181
8. 鈦酸鋁瓷料	190
9. La_2O_3 — SnO_2 — TiO_2 系的燒結特性	193

100718

10. 电容温度系数非常低的几种陶瓷介质	209
第三部分 锡酸盐、钽酸盐系	211
1. 锡酸盐的陶瓷性能和介电特性	211
2. 二价金属铅酸盐、锡酸盐和某些钛酸盐的极化与 介质损耗	233
3. 二价金属铈酸盐和钽酸盐的介电常数	244
4. 碱土金属铈酸盐和钽酸盐	257

高頻高介電容器資料譯文集

無線電元件及材料編輯部編譯

國防1966第2版

內 容 簡 介

本專題譯文集編選了以蘇聯資料為主的高頻、高介資料二十六篇。按選題內容大致分為以下三部分：鎢酸鹽系，鈦酸鹽系，錫酸鹽、鉬酸鹽系。

本譯叢可供有關研究單位和工廠的研究人員和工程技術人員，以及高等院校有關專業師生等參考。

高頻高介電容器資料譯文集

無線電元件及材料編輯部編譯

*

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第 074 號

新華書店北京發行所發行 各地新華書店經售

國防工業出版社印刷廠印裝

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 8 $\frac{3}{16}$ 174 千字

1963 年 2 月第一版 1966 年 1 月第二次印刷 印數：801—2,140 冊

統一書號：15034·640 定價：（科七）1.10 元

目 录

前言	5
第一部分 锆酸盐系	8
1. 锆酸钙生成的某些特点	8
2. ZrO_2 — CaO 系固溶体的生成机理	18
3. 矿化剂对碱土金属锆酸盐烧结过程的影响	24
4. 锆酸钙与矿化剂— B_2O_3 的相互作用	34
5. 硼酐对锆酸钙生成的影响	43
6. 锆酸盐的介质特性	54
7. 氮温下 $CaZrO_3$ 的 $TK\epsilon$ 与温度的关系	58
8. 锆酸锶和锆酸钡的合成及其物理技术特性	60
9. CeO_2 — ZrO_2 系电导率和离子迁移数	71
10. 以氧化锆和氧化钨为基的陶瓷介质的某些特点	73
11. MgO — ZrO_2 系	85
12. 某些离子介质的 $TK\epsilon$ 与温度的关系	103
第二部分 钛酸盐系	111
1. 高介常数的非强性介电体的损耗和弛豫极化	111
2. 低温下钛酸锶—钡介电性能的研究	131
3. 钛酸锶—钡的强介电性能	139
4. 钛酸锶—钡和钛酸钡在9400兆赫时的 ϵ' 及 ϵ'' 与温度的关系	148
5. 高温下 $ZrTiO_4$ 与门捷列夫元素周期表 II、III 和 IV 类金属化合物的反应	152
6. TiO_2 — ZrO_2 系的物理—化学和电性能	170
7. ZrO_2 — TiO_2 系固溶体的补充数据	181
8. 钛酸钡瓷料	190
9. La_2O_3 — SnO_2 — TiO_2 系的绝缘材料	193

1100718

10. 电容温度系数非常低的几种陶瓷介质	209
第三部分 锡酸盐、钽酸盐系	211
1. 锡酸盐的陶瓷性能和介电特性	211
2. 二价金属钨酸盐、锡酸盐和某些钛酸盐的极化与 介质损耗	233
3. 二价金属铈酸盐和钽酸盐的介电常数	244
4. 碱土金属铈酸盐和钽酸盐	257

前 言

由于无线电技术的飞速发展，一般陶瓷已不能满足无线电工业在各个方面的需要，因此迫切需要改进材料的性能并研究新的材料，以便为小型化、耐高温、耐辐射及高可靠性元件的研制打下基础。编辑这本“高频高介电容器瓷料”译文集的目的，是向读者较系统地介绍一些国外在这方面的研制情况。

本译文集共收入 26 篇文章，大体上可分为锆酸盐系、钛酸盐系、锡酸盐和钽酸盐系三个部分。

第一部分“锆酸盐系”编入 12 篇文章。其中第 1 篇主要是介绍锆酸钙的固相反应过程，并阐述通过各种研究方法取得的分析结果。第 2 篇是阐明 $\text{ZrO}_2\text{—CaO}$ 系固溶体的生成机理，作者叙述了对该系的物相化学分析、X 光结构分析及热分析的基本工作原理。第 3、4、5 三篇文章都是叙述矿化剂对锆酸钙生成的影响。对于改进锆酸钙的性能和降低烧结温度来说，加入少量矿化剂是十分重要的。这三篇内容虽有些重复，但由于侧重面不同，因此全部选用了。在第 6 篇“锆酸盐的介质特性”一文中介绍了锆酸钙、锆酸钡、锆酸钪、锆酸铈、锆酸钆的配方工艺及其性能等。第 7 篇介绍了在氮温和高频下测量 CaZrO_2 的 $\text{TK}\epsilon$ 与温度关系的装置及测试方法。第 8 篇主要是研究 SrO—ZrO_2 和 BaO—ZrO_2 的合成过程及以这些化合物为基制成的陶瓷的物理技术特性。第 9 篇是从电导率和离子迁移数的角度出发对 CeO—ZrO_2 系进行了

研究，这对科研工作是很有意义的。第10篇是介绍以氧化锆和氧化铌为基的陶瓷介质的某些特点。这是一篇很有价值的资料，文中所述瓷料的特点是介电常数高和损耗低。第11篇“ $\text{MgO}-\text{ZrO}_2$ ”瓷料系摘译自一篇关于锆酸盐系较全面的综合报导。在第12篇“某些离子介质的 $\text{TK}\epsilon$ 与温度的关系”一文中，研究了各种瓷料在宽的工作温度范围内容量温度系数值的問題。

锆酸盐在电容器瓷料中是一种较有发展前途的瓷料，从近几年国外期刊大量发表这方面的文章可证实这一点。这类瓷料的特点是介质常数高、损耗低、耐高温和高稳定性。因此，作为本译文集的重点选题。

第二部分“钛酸盐系”编入10篇文章。以 TiO_2 为基的含钛陶瓷，如金红石瓷、钙钛矿瓷等。鉴于国内外已研制成熟，同时国内介绍这方面的研制情况也较多，因此未列入本译文集选题内容。苏联近几年发展起来的锶-铋-钛瓷料，其介质常数甚高（1000左右），看来这是一种很有发展前途的瓷料，特别是在小型化方面，可用它来制造小型大容量电容器，因此编入四篇文章（第1~4篇）。第1篇“高介常数的非强性介电体的损耗和松弛极化”是一篇关于锶-铋-钛瓷料的极为有价值的资料。本文作者Г. И. 斯卡那维等从实验方法和理论上对锶-铋-钛瓷料进行了全面的阐述。第2、3、4三篇文章，从低温、微波和铁电性能各种不同角度对这类瓷料进行了研究，可以说这三篇文章是上一篇文章的继续和深入。关于 $\text{TiO}_2-\text{ZrO}_2$ 系瓷料编入三篇文章（第5~7篇）。近几年来关于 $\text{TiO}_2-\text{ZrO}_2$ 系瓷料的文献在国外杂志上出现亦较多，其中有很多看来也比较重要，但因限于篇幅，不能

一一选入，因此在这方面可能有些片面性。关于钛酸钡瓷料，近年来在国外期刊上出现的不多，但由于它的电容温度系数非常低，而且高温稳定，看来还是值得重视的一种瓷料，因此也编入了三篇文章（第8~10篇）。

第三部分“锡酸盐、钽酸盐系”编入四篇文章。其中第1、2两篇是论述锡酸盐的。第1篇“锡酸盐的陶瓷性能和介电特性”是一篇综述性文章，文中报导了锡酸钡、锶、镁、铋、铅、钴、镍、锌、铜、镉、铁和锰等水化物的制备方法及其性能测试结果等。关于锡酸盐瓷料，近年来国外报导的不多。看来这种瓷料发展前途不大，估计可能是受其介质常数低的限制，但在目前生产中它仍占一定的位置。关于钽酸盐系这里仅编入二篇文章。这是一种较新的瓷料，近年来国外在这方面的报导日益增多。其特点是介质常数高。但这种瓷料目前还只是初露苗头，研究还不够成熟，故未作为选题重点。

由于无线电陶瓷材料的研究工作进展迅速，近几年来国外期刊上每年都有大量的文献报导，要恰如其份地、既全面又及时系统地选取一些文章以反映这方面的研究概况，这在客观上是有一定困难的，再加上主观条件的限制，因此所选内容和译文一定有欠妥和谬误之处，敬希读者指正。

編譯者

1962年7月

第一部分 鋳酸盐系

1 鋳酸鈣生成的某些特点

A. K. 庫茲涅佐夫

鋳酸鈣有許多有价值的性能：介电常数系数不大、介电損耗小〔1〕和熔点高（2350°C）〔2〕，因此，研究这种化合物的合成过程不仅有科学意义，而且有实用价值。

文献〔3~5〕作者詳細地研究过 $\text{CaO}-\text{ZrO}_2$ 系。但是，关于唯一化合物（偏鋳酸鈣）的合成，文献內有許多互相矛盾的数据〔6、7〕。有些研究人員是用熔化在1000°C下煅燒过的碳酸鈣和二氧化鋳混合物的方法来制取鋳酸鈣，另一些作者〔2、8~10〕則是用焙燒这种混合物的方法，而且合成溫度的变化范围很大（1000~2000°C）；在此溫度下保温时间为几分钟到几十小时。

在上列文献中，对固相反应时鋳酸鈣生成过程皆未进行詳細研究，这就促使我們着手开展此項研究工作。

我們采用以下各种研究方法：綜合热分析法〔11〕、电离X射綫照相分析、物相化学分析〔10〕及电子显微鏡分析。此外，我們还确定了鋳酸鈣合成試样的比重和孔隙度。

研究时采用純二氧化鋳和分析純碳酸鈣。加10%（克分子） CaCO_3 使二氧化鋳稳定（焙燒溫度1500°C、保温2小时）。

不同比例的 CaCO_3 和 ZrO_2 混合物，加热时其性质的热譜研究示于图1（加热速度每分钟6~7°C）。

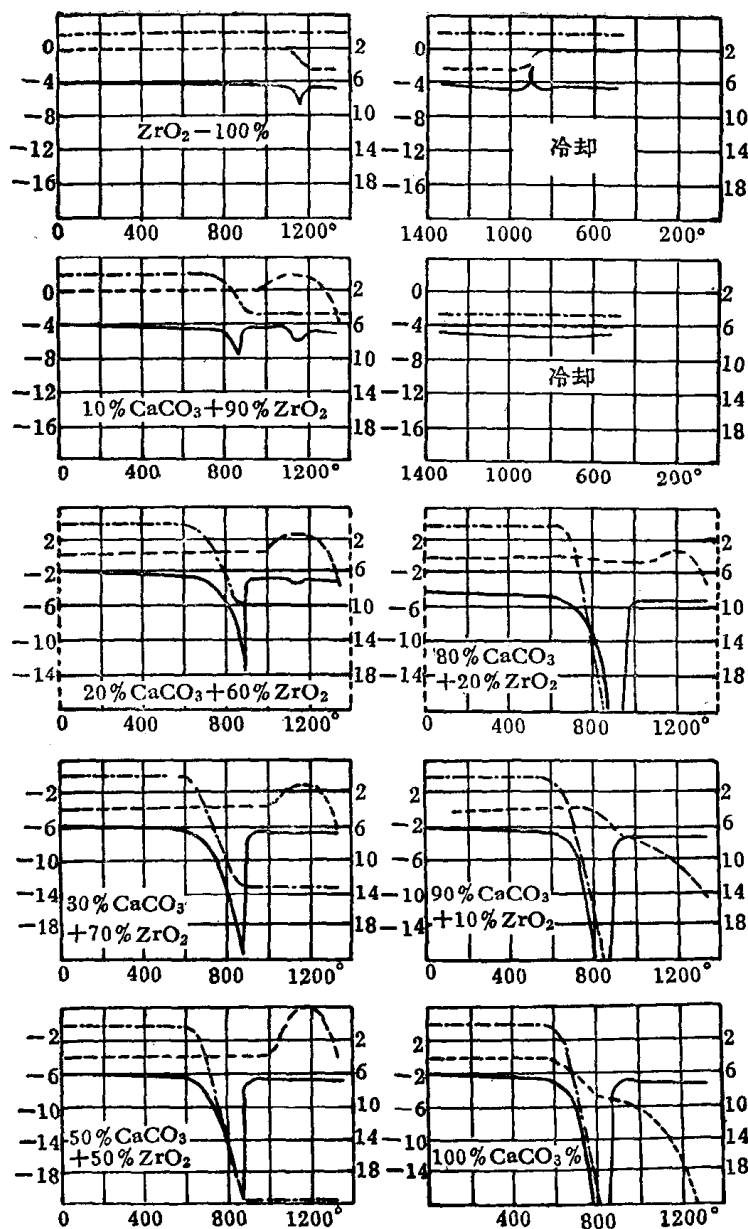


图1 二氧化锆与碳酸钙混合物的热谱图:

— · — · — 重量损失 (标度线%—右面); — — — 试样长度变化 (标度线%—左面); — 热差曲线。