

Г. И. СКАНАВИ

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕТРАТИТАНАТА БАРИЯ И ДРУГИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ СИСТЕМЫ $TiO_2 - BaO$

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 18 IX 1947)

Изучение диэлектрической проницаемости и рентгенограмм поликристаллических материалов системы $TiO_2 - BaO$ в зависимости от соотношения между компонентами (рис. 1) показало, что эти материалы могут быть разбиты на следующие группы.

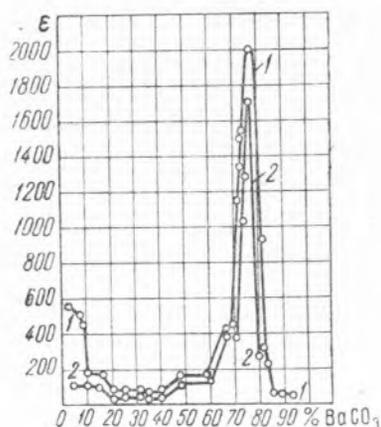


Рис. 1. Зависимость диэлектрической проницаемости материалов системы $TiO_2 - BaO$ от содержания $BaCO_3$ в шихте при $20^\circ C$: 1 — $f = 50$ гц, $E = 30$ В/мм; 2 — $f = 3$ Мгц, $E \approx 2$ В/мм

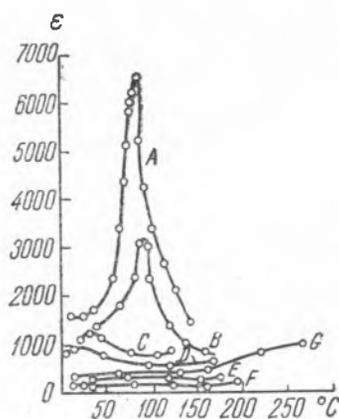


Рис. 2. Зависимость ϵ от температуры для материалов системы $TiO_2 - BaO$ при $f = 50$ гц и $E = 30$ В/мм

Первая группа — диэлектрики, близкие к уже изученному метатитанату бария $BaTiO_3$, исключительные свойства которого были открыты Вулом и Гольдман (1), или содержащие метатитанат бария в значительном количестве. Диэлектрическая проницаемость этих материалов при комнатной температуре и низком напряжении лежит в пределах 130—2000 и сильно зависит от температуры. При увеличении содержания BaO температурная кривая ϵ из плавно растущей превращается для области концентраций, близкой к метатитанату бария, в экстремальную с резким пиком и затем в монотонно падающую (рис. 2).

Кремниевая масса	Молекулярное соотношение BaO/TiO_2	Керамическая масса	Молекулярное соотношение BaO/TiO_2
A	1,06	E	1,31
B	1,01	F	1,2
C	1,22	G	0,04
D	1,20		

Увеличение содержания двуокиси титана по сравнению с содержанием ее в метатитанате бария для материалов этой группы сдвигает температурный максимум ϵ в сторону высоких температур и сглаживает его. Увеличение окиси бария сдвигает температурный максимум ϵ в сторону низких температур и также сглаживает его. Кристаллическая структура всех диэлектриков этой группы, как показывают рентгенограммы, в большей или меньшей степени приближается к перовскиту.

Вторая группа — диэлектрики, близкие к соединению $\text{BaO} \cdot 4\text{TiO}_2$, т. е. к тетратитанату бария; диэлектрическая проницаемость этих материалов лежит в пределах от 29 до 50 и весьма мало зависит от температуры. Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости

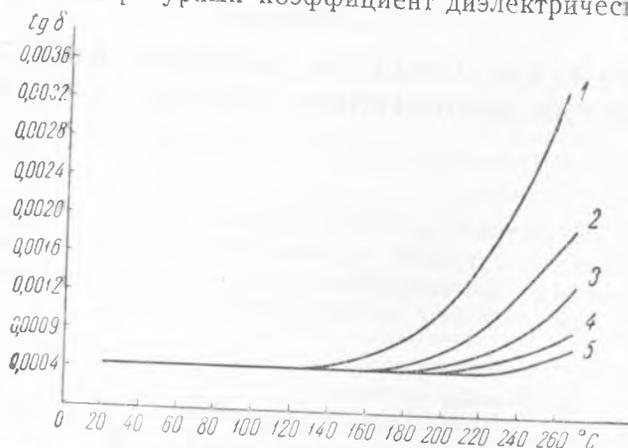


Рис. 3. Зависимость $\text{tg } \delta$ от температуры при разных частотах для тетрабария: 1 — $f=116$ кгц, 2 — $f=265$ кгц, 3 — $f=595$ кгц, 4 — $f=1,20$ Мгц, 5 — $f=3,59$ Мгц

мости $(\text{TK}\epsilon) \frac{1}{\epsilon} \frac{d\epsilon}{dT}$ переходит через нуль при ϵ около 37; тетратитанат бария обладает очень малым положительным $\text{TK}\epsilon$ (около $+10 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$) и диэлектрической проницаемостью около 33. Рентгеновский анализ

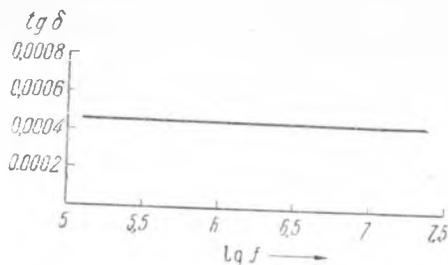


Рис. 4

показывает, что кристаллическая структура тетратитаната бария отличается как от перовскита, так и от рутила, т. е. что тетратитанат бария является индивидуальным химическим соединением особой кристаллической структуры.

Третья группа — диэлектрики с малым содержанием BaO . Диэлектрическая проницаемость сильно зависит от частоты. При низких частотах (50—10 000 гц) она имеет очень высокие значения (до 1000 — ср. кривую G рис. 2), при высоких (1—10 Мгц) — значительно меньше (около 100). При высоких частотах ϵ с температурой падает, при низких частотах резко растет. Механизм диэлектрической поляризации

этих материалов имеет принципиально новый характер и, повидимому, близок к релаксационному. Рентгенограммы показывают, что структура диэлектриков этой группы близка к структуре рутила.

Четвертая группа—диэлектрики с высоким содержанием ВаО, являющиеся химически нестабильными веществами, разрушающиеся со временем. Диэлектрическая проницаемость их лежит в пределах 10—30.

Эти основные положения, установленные впервые в 1945 г. (2), дали возможность развивать работу в нескольких направлениях. Изучение диэлектрических потерь в тетратитанате бария и соответствующая технологическая обработка этого диэлектрика привели к созданию нового конденсаторного керамического материала (тетрабара) с весьма малым ТК ϵ (от +10 до +30 $\cdot 10^{-6}$), повышенной диэлектрической проницаемостью ($\epsilon = 28$), с малым углом потерь при высоких частотах, мало зависящим от температуры, вплоть до высоких температур (рис. 3), не зависящим от частоты в довольно широком интервале частот (рис. 4), а также с высоким объемным сопротивлением ($10^{15} \Omega \text{ см}$).

Уже по окончании нашей работы в США была опубликована статья (3), в которой описываются аналогичные свойства тетратитаната бария.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии Наук СССР

Поступило
18 IX 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. М. Вул и И. М. Гольдман, ДАН, 46, № 4 (1945). ² Г. И. Сканави, Диссертация, Физический институт АН СССР, 1945. ³ E. N. Bunting, G. R. Shelton and A. S. Creamer, Amer. Cer. Soc., 30, No. 4 (1947).