

Здесь  $\theta_D, \theta_E$  — характеристик. темп-ры Дебая и Эйнштейна,  $D$  и  $E$  — ф-ции Дебая и Эйнштейна,  $\gamma_D^D, \gamma_E^E$  — постоянные коэф. (см. Дебая температура, Эйнштейна температура).

**Экспериментальные методы.** Для измерения  $\gamma$  необходимо определить величину заряда, возникающего на поверхности кристалла определённой ориентации и формы при изменении  $T$ . Для этого обычно используются плоскопараллельные пластинки, вырезанные перпендикулярно полярной оси кристалла. Большие поверхности образца покрываются проводящими электродами. Изменение ср. темп-ры кристалла на величину  $\Delta T$  приводит к появлению на электродах связанного заряда  $\Delta Q_{\text{пиро}} = \gamma S \Delta T$  ( $S$  — площадь электродов) и разности потенциалов  $V = \Delta Q/C$  ( $C$  — ёмкость образца).

Для измерения заряда конденсатор  $K$  с образцом помещается в термостат (рис. 2), темп-ра к-рого может изменяться. При появлении пироэлектрич. заряда потенциал точки  $A$  изменяется, заряд может быть измерен

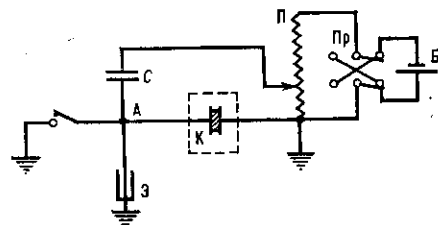


Рис. 2. Статический метод определения пироэлектрического коэффициента.

электронметром Э. Обычно электронметр используют в качестве нуль-индикатора и определяется заряд противоположного знака, по величине равный пироэлектрическому (компенсац. схема, состоящая из батареи Б, потенциометра П и ёмкости С, переключателя Пр, служит для изменения знака заряда конденсатора). Заряд на конденсаторе  $Q$  подбирается так, чтобы потенциал точки  $A$  был равен 0. В этом случае  $Q = \Delta Q_{\text{пиро}}$ .

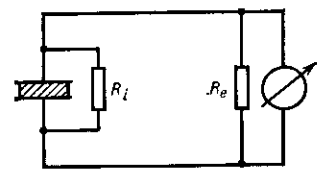


Рис. 3. Измерение пироэлектрического коэффициента в «токовом» режиме.

при  $dT/dt$  величина  $\gamma$  определяется при  $R_i \gg R_e$ :

$$\gamma = (I/S)(dT/dt)^{-1}.$$

**Пироэлектрические материалы и их практическое применение.** Типичными П. являются турмалин,  $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Среди П. особое место занимают сегнетоэлектрики, в к-рых температурная область полярной фазы ограничена: при повышении  $T$  спонтанная поляризация уменьшается и исчезает в точке фазового перехода  $T_K$ . Вблизи  $T_K$

$$\gamma \sim (T_K - T)^{-1/2}$$

и может достигать бесконечно больших значений.

Для практич. целей важны П., в к-рых  $\gamma$  сохраняет высокие значения в достаточно широком интервале  $T$ . Ряд сегнетоэлектриков удовлетворяет этому условию; осн. препятствие их применения — деполаризация из-за разбиения кристаллов на домены. Используются разл. способы сохранения в кристаллах монодомениности: введение в растущий кристалл примесей,  $\gamma$ -облучение в электрич. поле; для кристаллов с высокими  $T_K$  — охлаждение при переходе через  $T_K$  в электрич. поле. При введении примесей и облучении в сегнетоэлектриках возникают внутр. поля, достигаю-

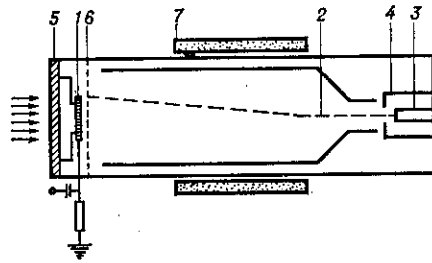
щие  $10^6$  В/м. Помимо стабилизации монодомениного состояния эти поля приводят к «размытию» фазового перехода, причём область  $T$ , где  $\gamma$  имеет аномально высокие значения, расширяется. Пироэлектрич. свойствами обладают керамич. сегнетоэлектрики, полярные полимеры (табл.).

Пироэлектрические свойства некоторых материалов при  $T=300$  К

		$\gamma, 10^{-8} \text{ Кл} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$
Турмалин $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$		0,04 0,8
Сегнетоэлектрич. монокристаллы	триглицинсульфат с примесью L- $\alpha$ -аланина	2,5
	$\text{LiTaO}_3$	2,1
	$\text{LiNbO}_3$	0,4
	$\text{Pb}_2\text{Ge}_3\text{O}_{11}$	0,5
Керамич. сегнетоэлектрики	титанат-цирконат Pb	0,6 $\pm$ 0,0
	титанат-цирконат Pb с примесью La	3,5—17
	$\text{BaTiO}_3$	2,3
Полимеры	поливинилфторид PVF	0,3
	полиакрилонитрил PAN	0,01

П. используются как термоэлектрич. преобразователи. Основной является пироэлектрич. пластина с металлич. электродами, нанесёнными на срез, перпендикулярный полярной оси. На входе — поток лучистой энергии, изменяющий темп-ру П., на выходе — электрич. заряд или напряжение. Преимущества пироэлектрич. преобразователей — широкий диапазон частот детектируемых излучений, высокая чувствительность, быстроедействие, способность к работе при  $T \sim 300$  К. Пироэлектрич. приёмники применяются как детекторы

Рис. 4. Схема пироэлектрического видикона: 1 — пироэлектрическая мишень; 2 — электронный луч; 3 — катод; 4 — ускоряющий анод; 5 — окно; 6 — сетка-коллектор; 7 — фокусирующие и отклоняющие катушки.



ИК-излучения малой мощности; детекторы формы и мощности коротких ( $10^{-5}$ — $10^{-11}$  с) импульсов излучения; чувствит. датчики в спектро- и радиометрии; пиерометрии.

Особенно перспективно их применение для индикации пространственного распределения излучений, в т. ч. в системах визуализации ИК-изображений. Созданы пироэлектрич. видиконы — тепловые передающие телевизионные трубки с пироэлектрич. мишенью (рис. 4). С внеш. стороны через окно 5 на мишень 1 в виде тонкой ( $10$ — $100$  мкм) пироэлектрич. пластины (диам.  $18 \pm 20$  мм) проецируется изображение объекта; внутр. сторона обращена к считывающему электронному лучу 2. Изображение объекта создаёт на мишени температурный и соответствующий ему зарядовый и потенциальный рельеф. Этот рельеф модулирует ток, протекающий в цепи нагрузочного сопротивления при сканировании мишени электронным лучом. Создаваемое током напряжение управляет яркостью луча, воспроизводящего изображение на телевизионном мониторе.

Лит.: Най Дж., Физические свойства кристаллов, пер. с англ., 2 изд., М., 1967; Желудев И. С., Физика кристаллических диэлектриков, М., 1968; Новик В. К., Гаврилова Н. Д., Фельдман Н. В., Пироэлектрические преобразователи, М., 1979; Кременчугский Л. С., Ройкина О. В., Пироэлектрические приемные устройства, К., 1982. Б. А. Струков.