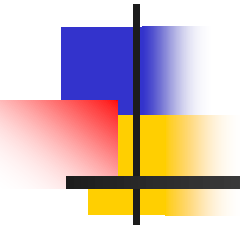
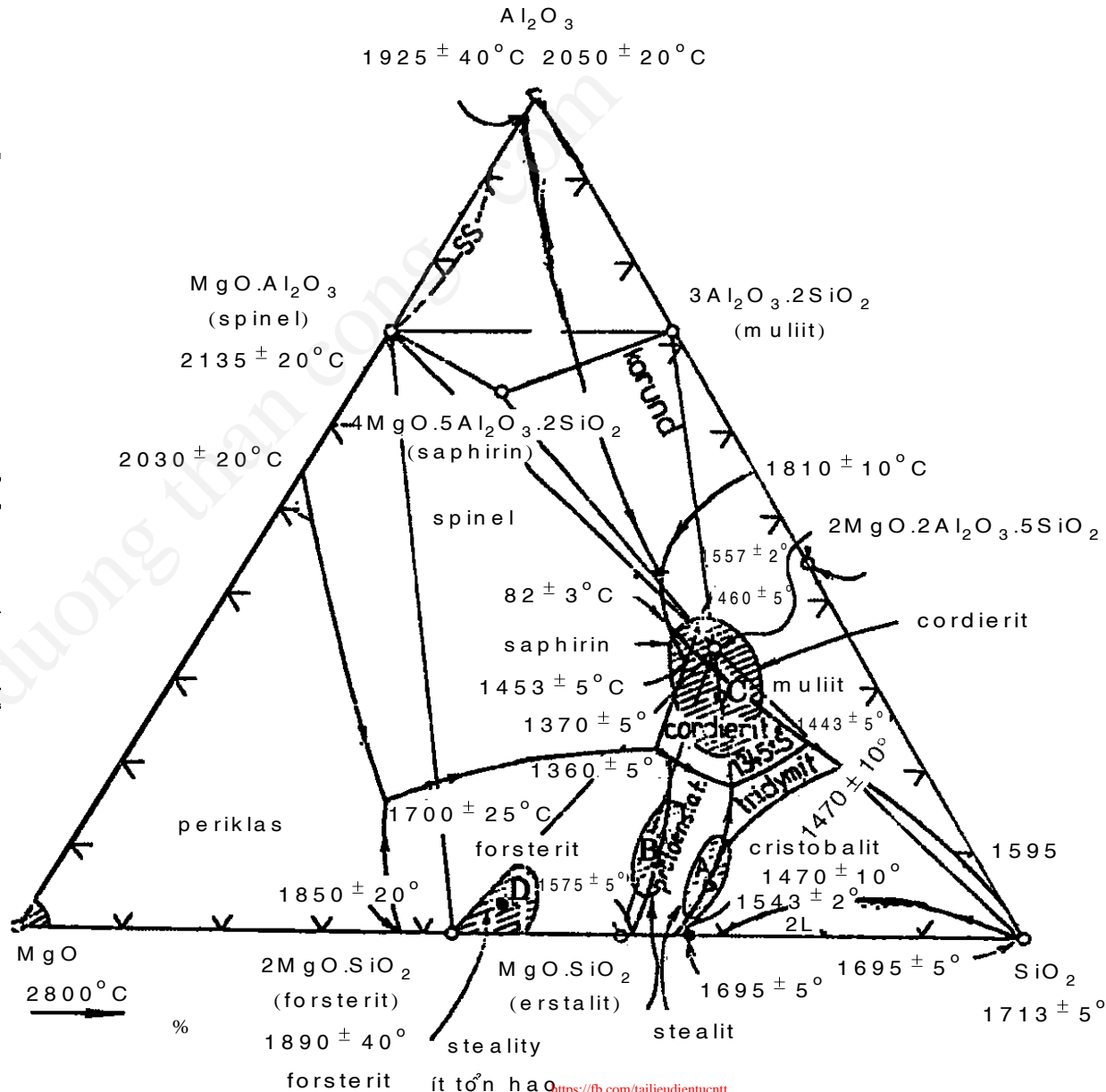


CÁC SẢN PHẨM GỐM SỨ KỸ THUẬT



- Gốm sứ kỹ thuật miền nhiệt độ thấp: kỹ thuật điện tử.
- Nguyên liệu kỹ thuật, nguyên liệu tự nhiên rất ít,
- Yêu cầu kỹ thuật rất cao (độ chính xác về tính chất, hình dạng và kích thước).

- - Forsterit: $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$
- - Enstatit: $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$
- - Mulit: $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$
- - Spinel: $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
- - Hai hợp chất ba phân hủy khi nóng chảy:
- Cordierit: $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$
- Safirin: $4\text{MgO} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$

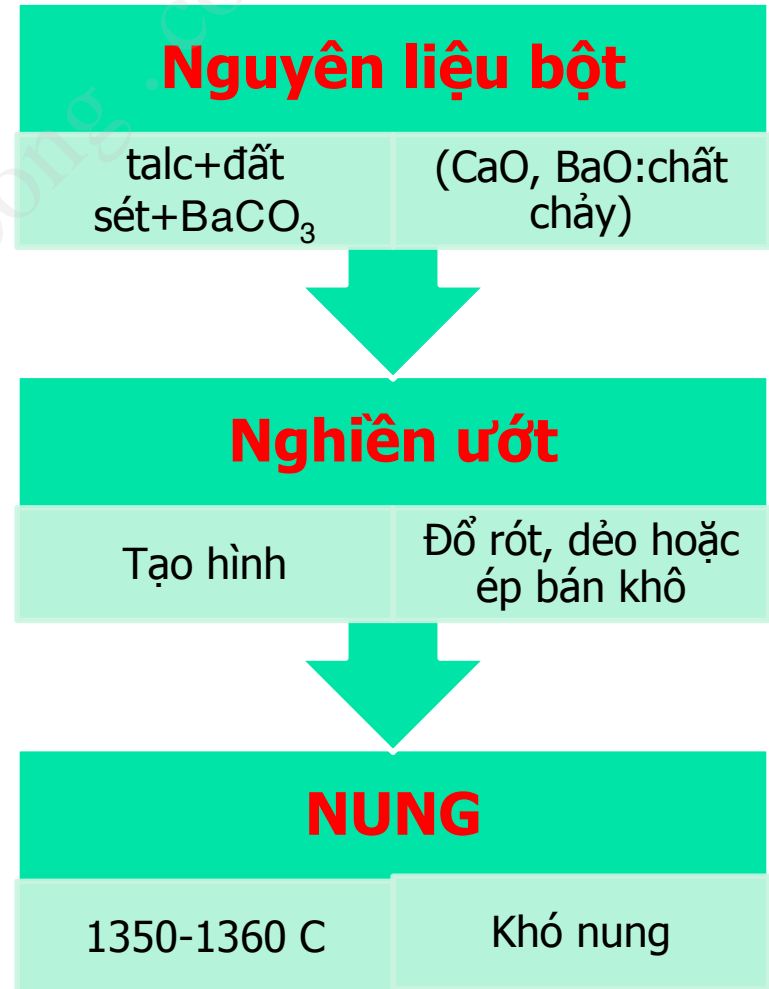


Gốm steatit, cordierit và forsterit.

- Gốm *steatit* rất bền cơ, tổn thất điện môi $\tan \alpha$ thấp, trong kỹ thuật cao tần.
- Gốm *cordierit* $\alpha \approx 15 \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1}$ (thấp), linh kiện chống sốc điện & sốc nhiệt
- Gốm *forsterit* chân không kín, $\tan \alpha$ thấp ở tần số cao. Hệ số α cao, dùng nối ráp với phần kim loại trong kỹ thuật điện tử chân không.

steatite ceramic

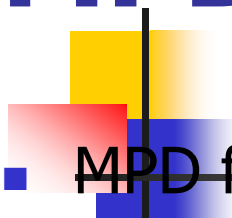
- Pha thủy tinh: ngăn tạo klinkenstatite
- Mở rộng khoảng kết khối
- Khi sử dụng protoenstatit đổi thành klinkenstatit
- Bền cơ, tổn thất điện môi thấp, trong kỹ thuật cao tần



Thành phần một số loại gốm hệ $MgO-Al_2O_3-SiO_2$

Nguyên liệu	Thành phần (%)					
	Steatit		Steatit ít tổn hao		Cordierit	
Hoạt thạch	85	84	75	55	20	43
Đất sét	—	—	15	13,5	41	35
Tràng thạch	7	—	—	—	14	—
$BaCO_3$	—	8	8	9	—	—
Manhezit	—	—	—	6	—	—
Chất khác	—	—	$CaCO_3$	Mảnh	silimanhit	Al_2O_3

MPD FORSTERITE CERAMICS



- MPD forsterite ceramics are dense, fine grained, vacuum-tight materials originally developed for use in hermetically-sealed devices such as VED's (electron tubes), rectifiers, and vacuum switches. Their unique combination of properties , however, has led to broadly-increased usage.

- MPD forsterites combine high mechanical strength, low dielectric constant, and resistance to corrosion, with a unique expansion characteristic ideally suited to ceramic-to-metal sealing techniques. For example, the thermal expansion characteristic of one of the patented forsterite composition matches that of titanium metal over a broad range of temperatures, permitting the manufacture of many devices for critical high tech applications

Gạch chịu lửa manhegi forsterite







Cordierite ceramic

Silicate ceramic Cordierite C410

Chemical composition: $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, Al_2O_3 , SiO_2

Property	Value in metric unit		Value in US unit	
Density	2.1 *10 ³	kg/m ³	131.1	lb/ft ³
Flexural strength	60	MPa	8700	psi
Thermal expansion (20 °C)	2.0*10 ⁻⁶	°C ⁻¹	1.1*10 ⁻⁶	in/(in* °F)
Thermal conductivity	2.0	W/(m*K)	13.9	BTU*in/(hr*ft ² *°F)
Dielectric constant	6	-	6	-

Cordierite



BEADS



MCB PLATES



**CARTRIDGE
HEATERS &
ENDSEALS**



BAND HEATERS



THERMOSTAT



LAMP HOLDERS



Engine-out gases:

NO_x
 HC
 CO

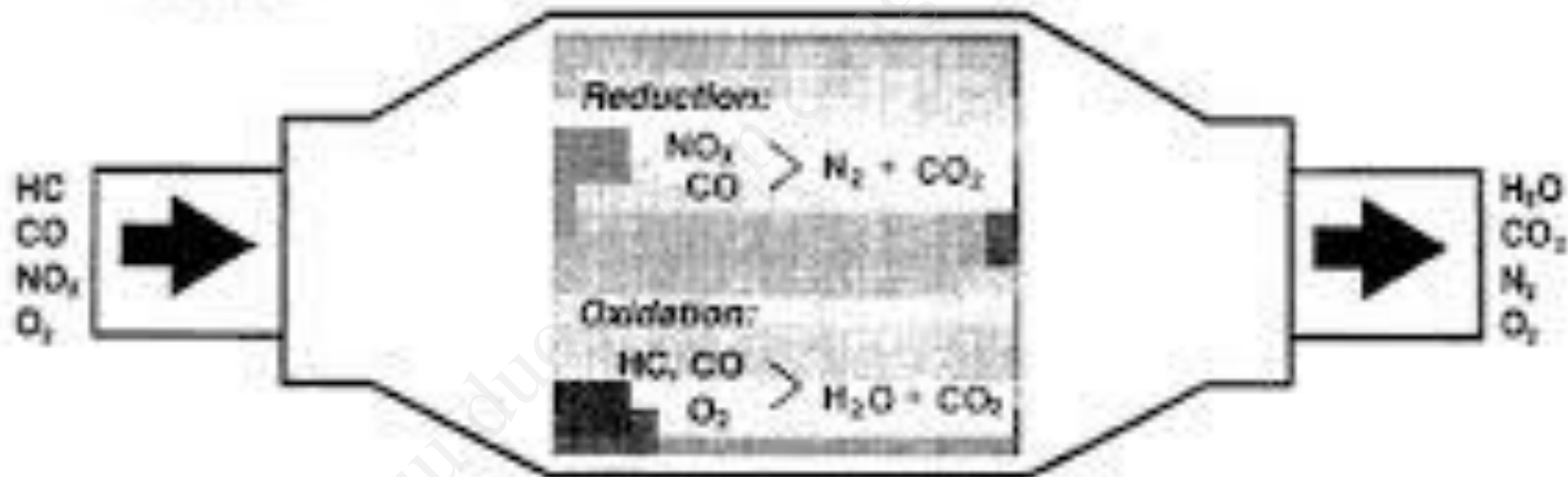
3-way
catalytic
converter

NO_x
 HC
 CO } Acceptable levels
 H_2O
 CO_2
other gases

TWC Operation

As shown, the TWC reduces and oxidizes harmful engine-out gases, thereby, lowering the level of harmful gases emitted from the tailpipe.

Oxidation and Reduction Process

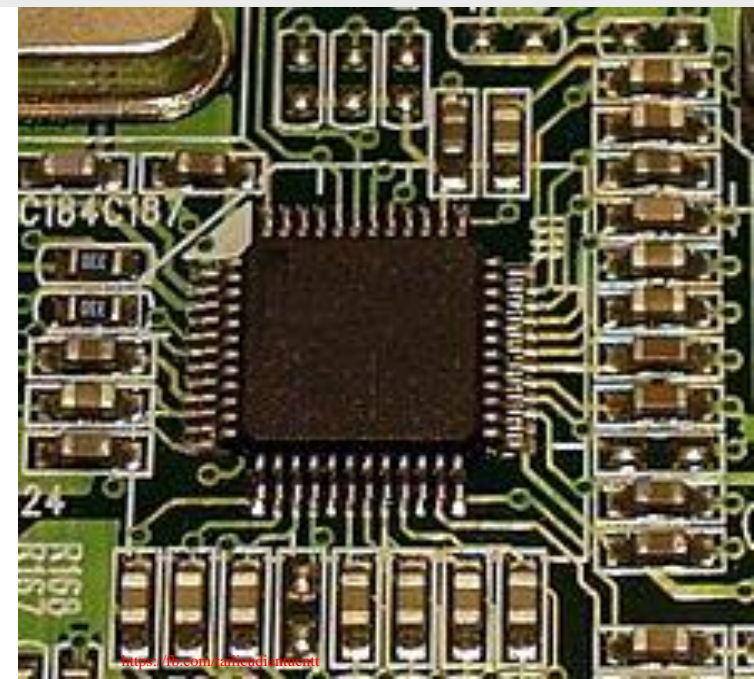
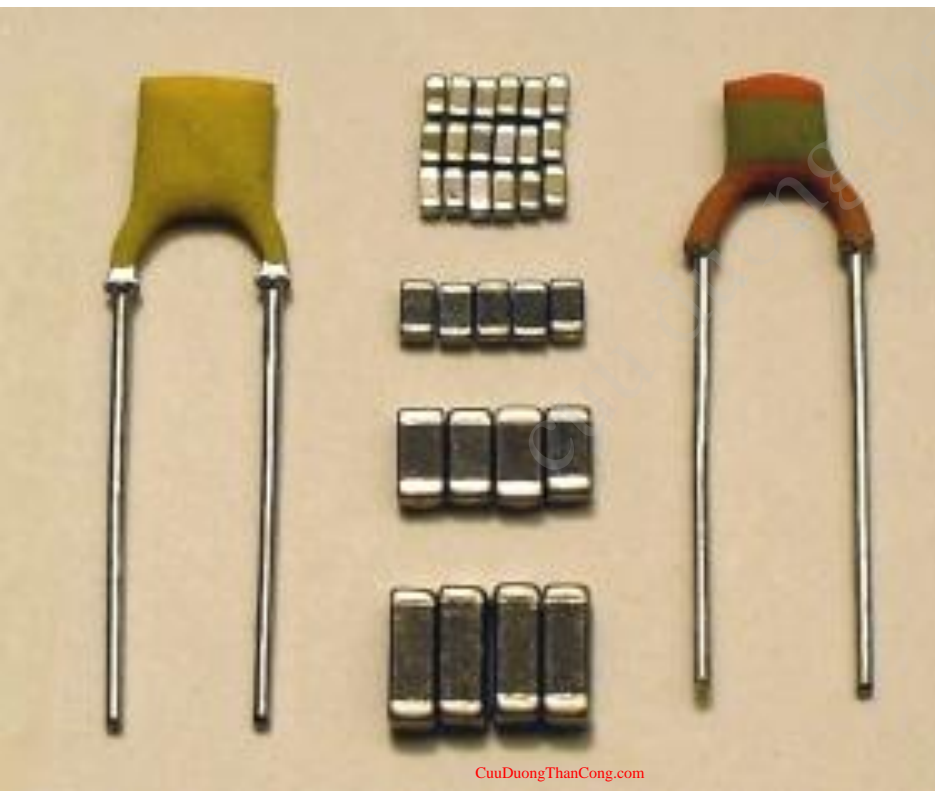


3-Way Catalytic Converter

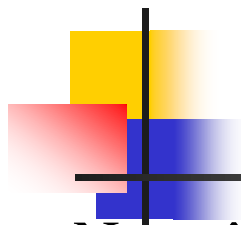
5.3 GỐM TiO_2 VÀ TITANAT

- Dùng làm tụ điện. Yêu cầu:
 - - ϵ ($\epsilon = 10 \div 300$) cao (giảm kích thước tụ).
 - - Tổn thất điện môi $\tan \alpha$ thấp khi tần số cao.
 - - ϵ ổn định với nhiệt độ, hoặc bằng không (với tụ dung lượng lớn không phụ thuộc nhiệt độ), hoặc có thể chọn giá trị (-) hoặc (+).
- Phân nhóm tụ và các chất điện môi :
 - Tuyến tính: ϵ không phụ thuộc vào điện áp và tuyến tính với biến đổi nhiệt độ.
 - Phi tuyến (điện môi sắt từ): ϵ cao, phụ thuộc phức tạp vào nhiệt độ và điện áp.
- Vật liệu thường $\epsilon \approx 10$, (gốm liti $\epsilon = 6$).
- Gốm rutil $\epsilon = 80 \div 170$
- Gốm rutil đa tinh thể $\epsilon = 105$.

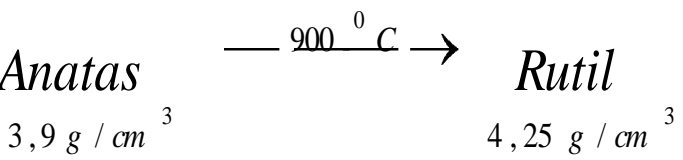
N TiO₂



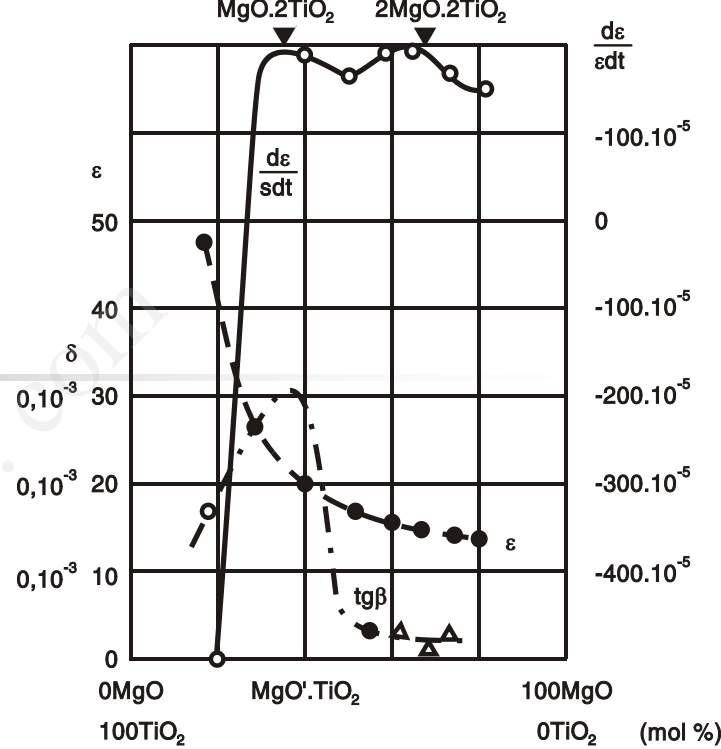
5.3.1 Rutil



■ Nguyên liệu 80 ÷ 100% TiO₂.

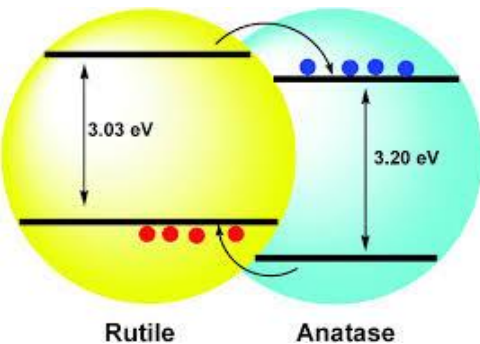
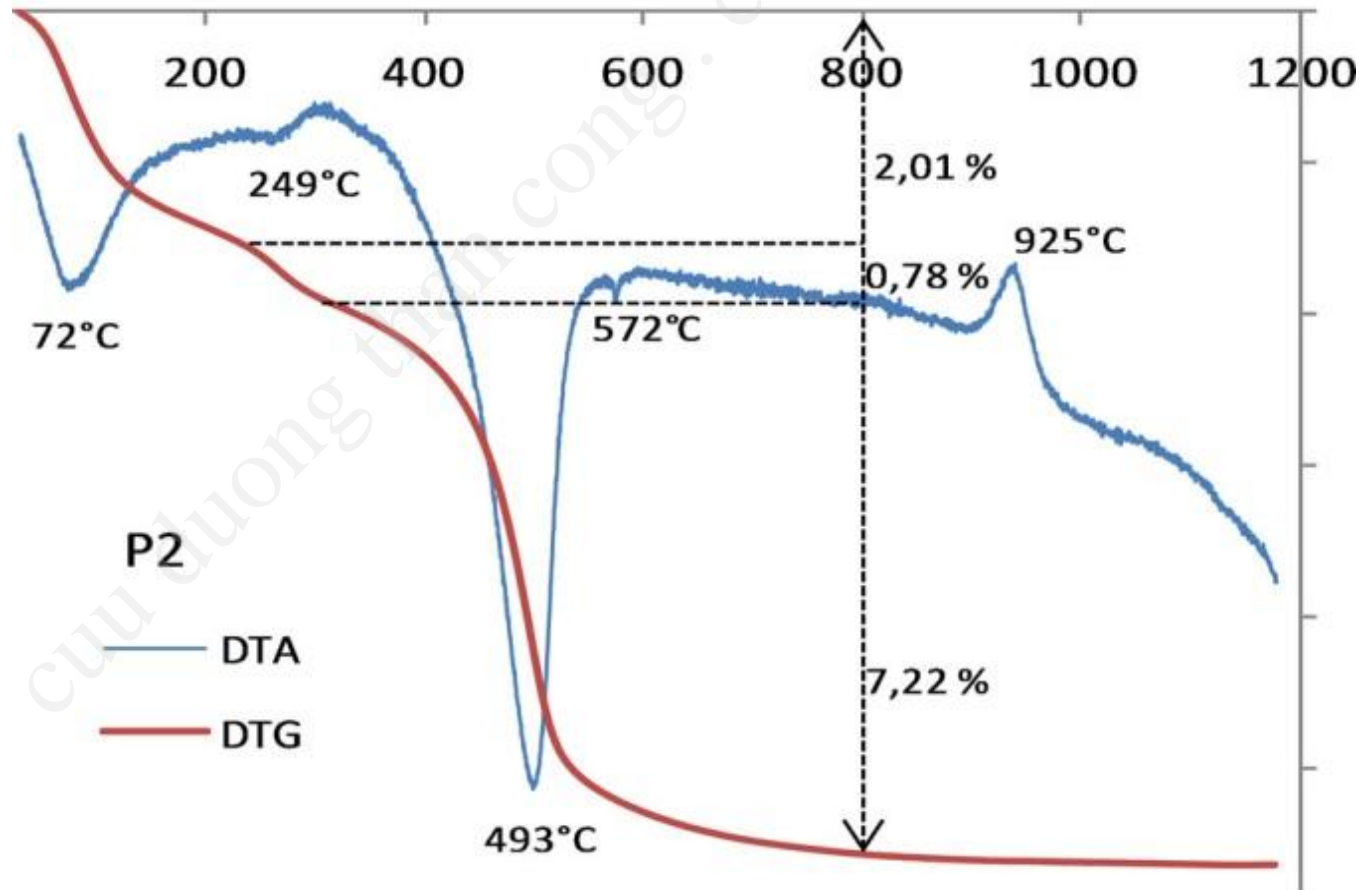
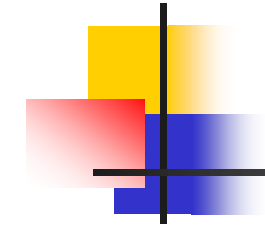


- Chất tạo dẻo: bentonite hoặc đất sét (~5%).
- Nung môi trường oxy hóa, kết khối hoàn toàn.
- $\epsilon=60 \div 85$. $\alpha < 0$, dùng MgO, BaO làm tăng α .
- Các phụ gia phản ứng tạo titanat làm giảm ϵ .
- Sản phẩm công nghiệp: 2MgO.TiO₂ ($d\epsilon/\epsilon dT$ dương và tương đối nhỏ).



Hình 5.3 Những tính chất điện môi của vật liệu hệ MgO-TiO₂

I KHI NUNG



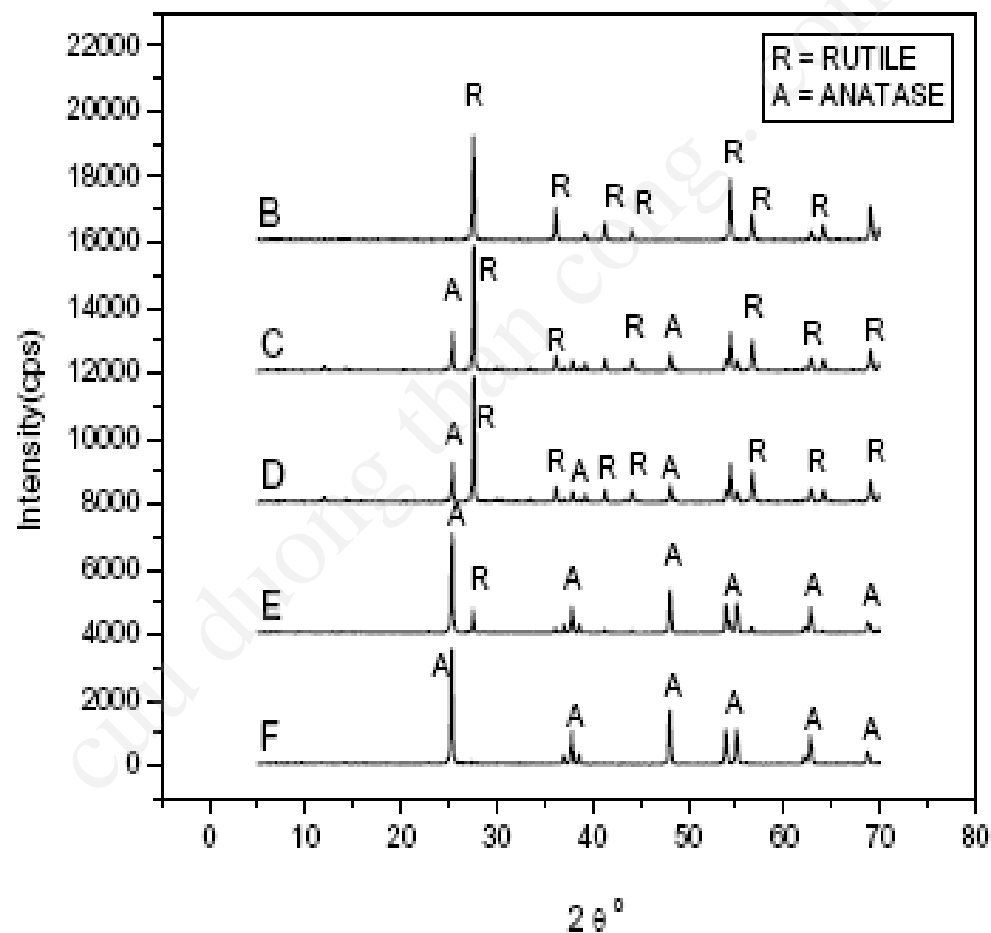
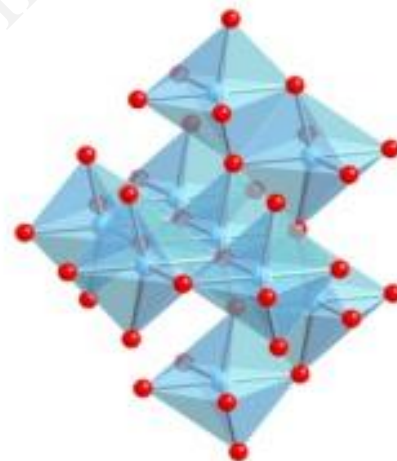
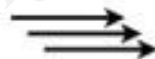
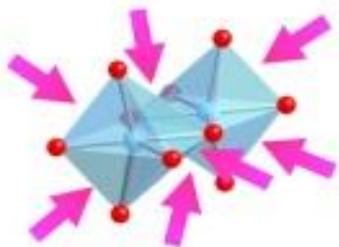
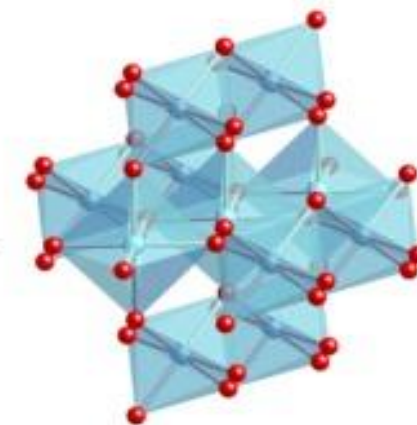
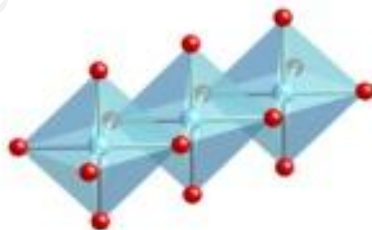
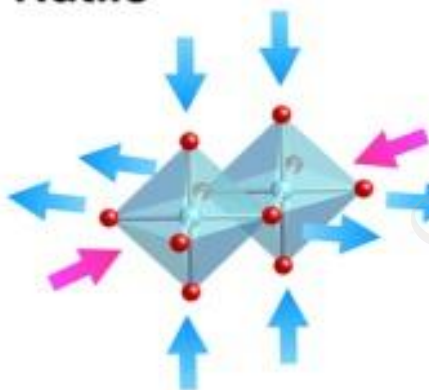


Figure 2: XRD patterns of TiO₂. Calcinations at 980°C. 4h (B), 3h(C), 2h (D), 1h (E) and 0.5 hours (F)

Anatase



Rutile



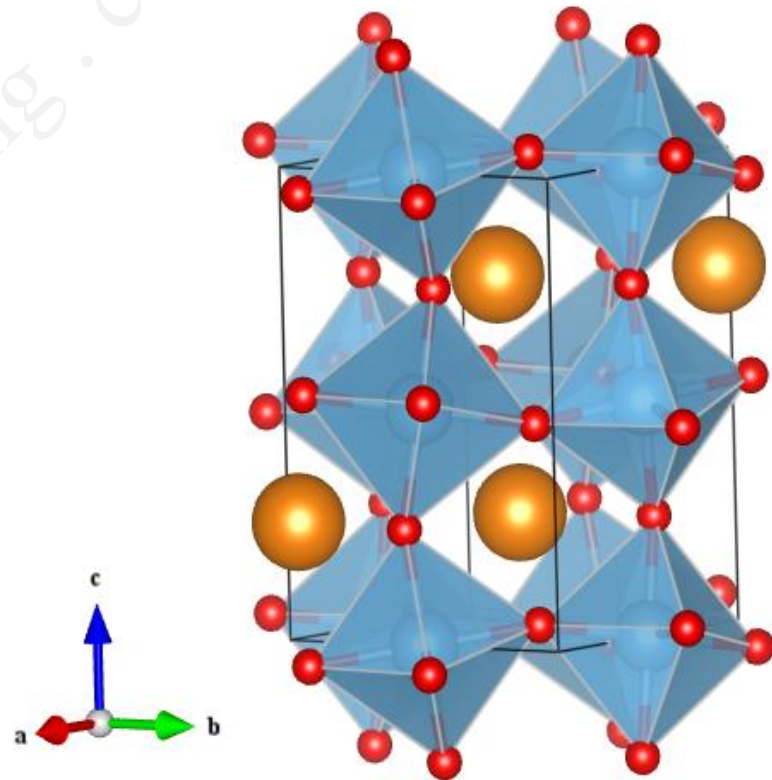
➡ : cis-coordination sites

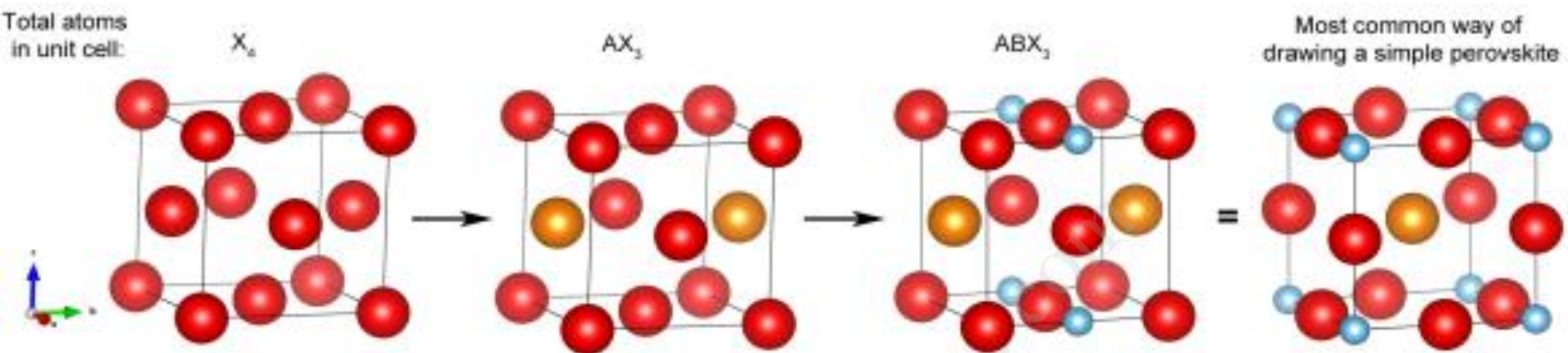
➡ : trans-coordination sites

5.3.2 Titanat canxi CaTiO_3

- Dạng tự nhiên: perovskit. không có tính từ trễ
- Ba^{2+} và Pb^{2+} tăng kích thước ô mạng cơ sở. Ti^{4+} chuyển từ trung tâm vào ô mạng, xuất hiện dipol vĩnh cửu.
- $-T > 120^\circ\text{C}$ (iểm Curie): lập phương,
- $-T < 120^\circ\text{C}$: bốn phương.
- $\epsilon = 150$, giảm khi T tăng. Khắc phục: thêm phụ gia tạo thành phần: $\text{MgTiO}_3 - \text{CaTiO}_3$; $\text{CaSnO}_3 - \text{CaTiO}_3$; $\text{CaZrO}_3 - \text{CaTiO}_3$ (do ϵ tăng theo nhiệt độ).
- Cấu trúc perovskit, tính từ trễ: KNbO_3 ; KTaO_3 ; LaGaO_3 ...
- Có từ trễ, không perovskit: $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$; LiTaO_3 ; WO_3 ...

■ CaTiO_3 is arguably one of the less interesting perovskite structures compared to its more exotic cousins. Nonetheless, one of CaTiO_3 's main uses is as one of the major components in Synroc, a synthetic rock form designed for the immobilization of radioactive waste, due to the ability to host the nuclear fission product strontium.





Starting from a face centered array of anions, the perovskite structure can be derived by replacing one pair of adjacent anions (labelled as X) in the unit cell by a similarly sized cation, referred to as the A-site cation. Smaller B-site cations can then be placed in interstitial sites such that they are surrounded by six anions. This results in the formula ABX_3 , which is the generic formula for a perovskite. A visual representation of this transition is shown below where the A-site cation is indicated in orange, the B-site in blue and the anions are red.

Starting from a face centered array of anions, the perovskite structure can be derived by replacing one pair of adjacent anions (labelled as X) in the unit cell by a similarly sized cation, referred to as the A-site cation. Smaller B-site cations can then be placed in interstitial sites such that they are surrounded by six anions. This results in the formula ABX_3 , which is the generic formula for a perovskite. A visual representation of this transition is shown below where the A-site cation is indicated in orange, the B-site in blue and the anions are red.

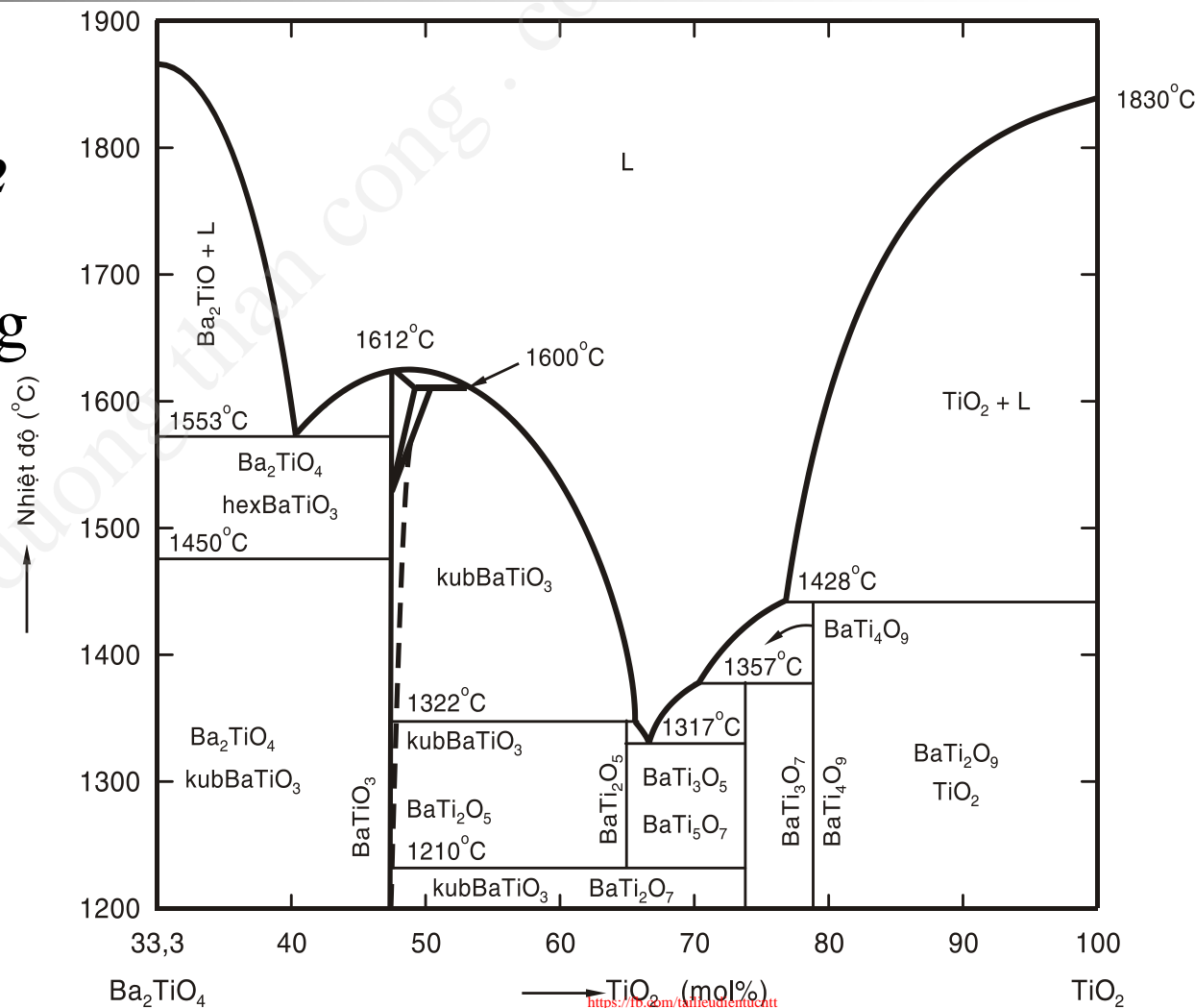
5.3.3 Các Titanat Bari

1- Các hợp chất trong hệ $BaO-TiO_2$

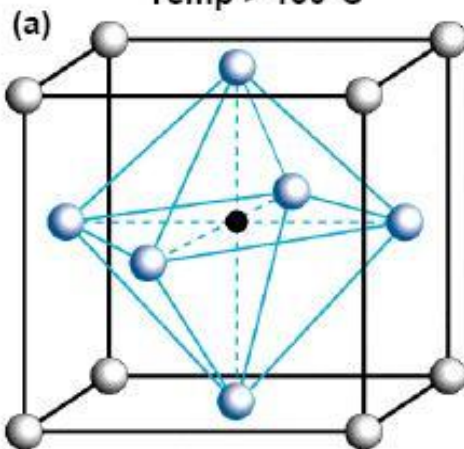
Năm hợp chất:

-Ba hợp chất khi nóng chảy bị phân hủy. Điểm eutecti thấp nhất là 1317°C .

-Ứng dụng phổ biến nhất là $BaTiO_3$ và $BaTi_4O_9$.



Temp > 130°C



Temp < 130°C

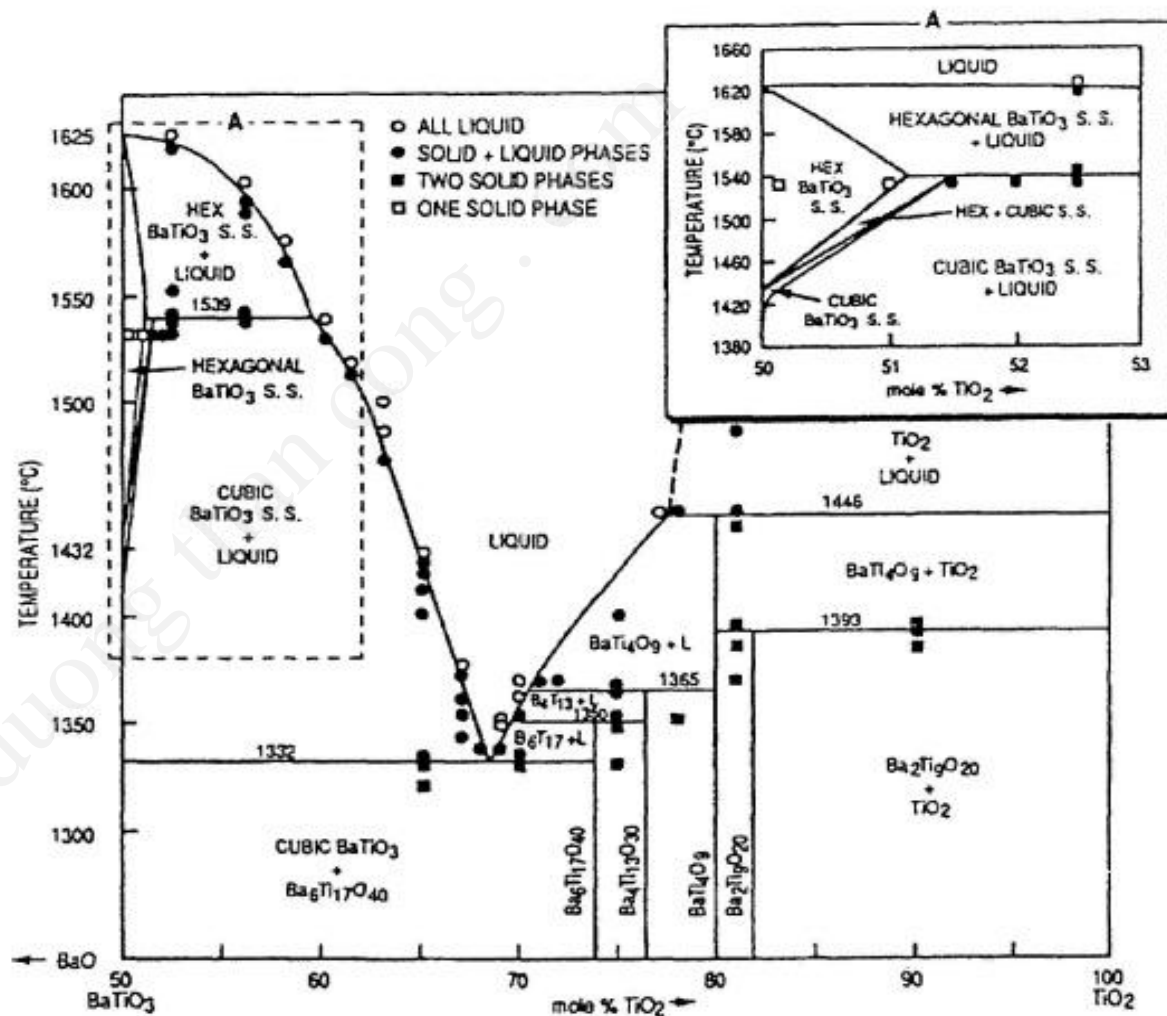
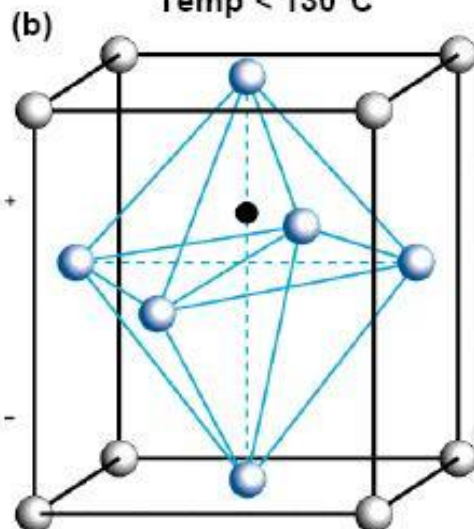


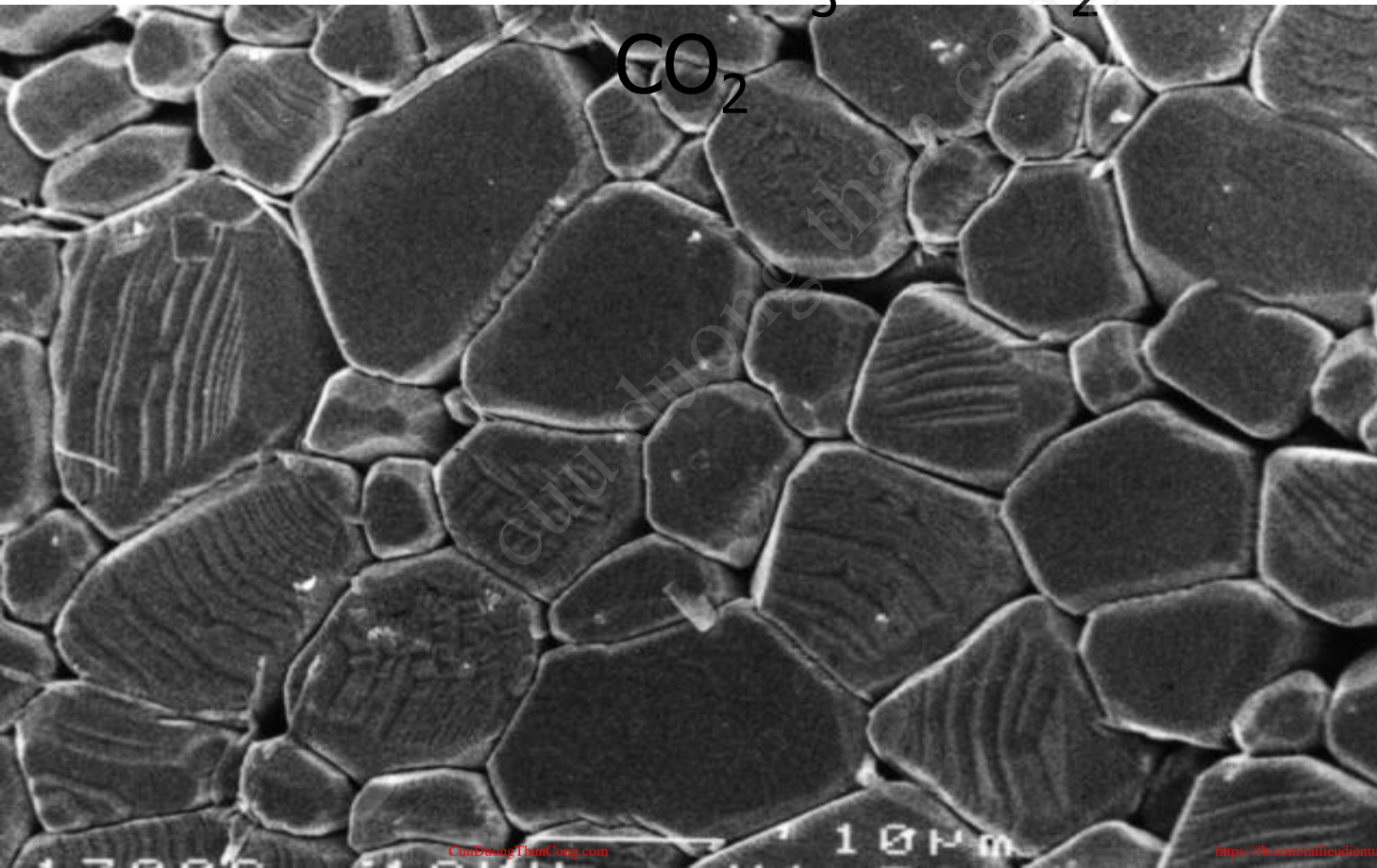
FIG.1 STRUTPATENT.COM

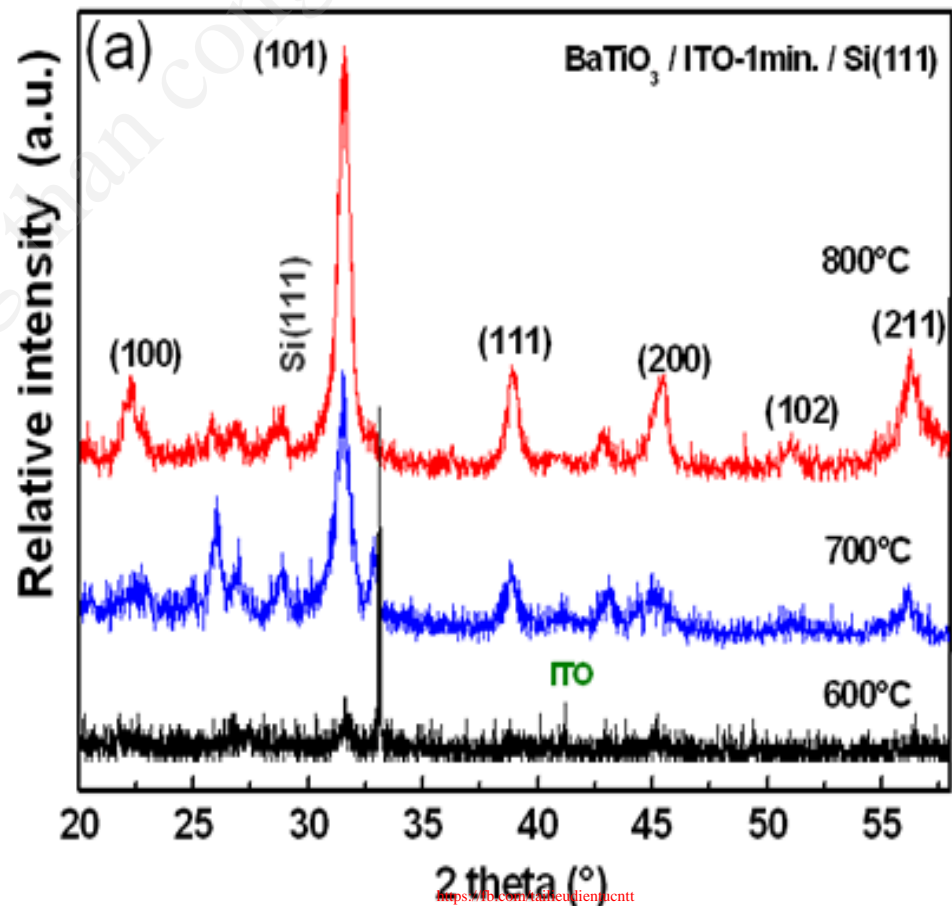
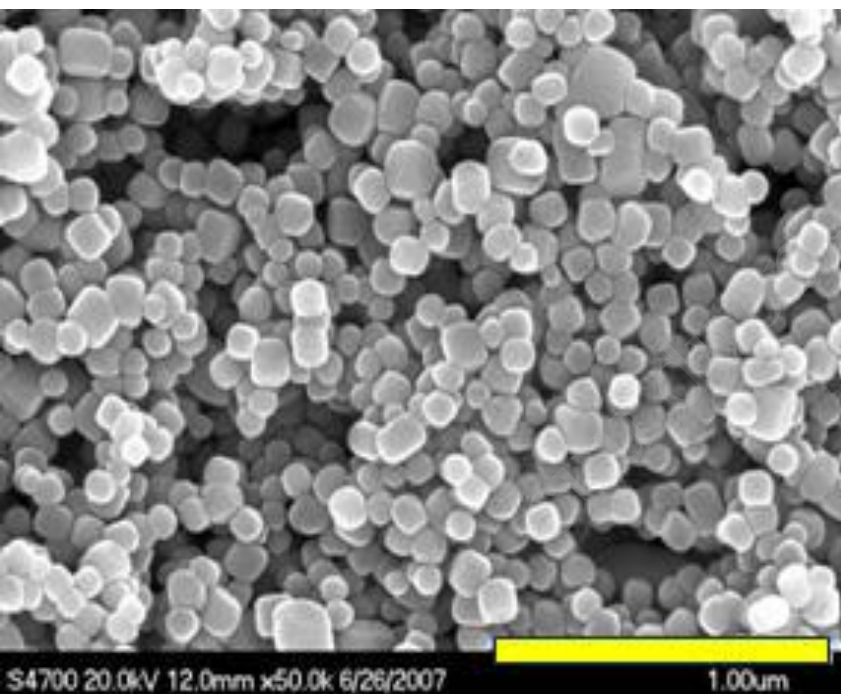
BaTiO₃

- Trễ điện môi (tương tự PbTiO₃).
- $\epsilon = 12000$ (phụ thuộc T, dạng thù hình và thành phần dung dịch rắn)
- Pb²⁺; Sr²⁺; Ca²⁺; Cd²⁺ thay thế Ba²⁺
- Sn⁴⁺; Hf⁴⁺; Zr⁴⁺; Ce⁴⁺ và Th⁴⁺ thay thế Ti⁴⁺.
- T < 120°C (nhiệt độ Curie) tồn tại tính chất trễ
- Với BaTiO₃, là nhiệt độ biến đổi thù hình tứ phương thành lập phương. +50C
- Dãy biến đổi thù hình của BaTiO₃ như sau:
Tam giác $\xrightarrow{-90^\circ\text{C}}$ Trục thoi $\xrightarrow{+5^\circ\text{C}}$ bốn phương $\xrightarrow{+120^\circ\text{C}}$
Lập phương $\xrightarrow{+1480^\circ\text{C}}$ Lục giác
- Tính chất trễ có ở tất cả các dạng thù hình ở nhiệt độ thấp. Trên ϵ -T giá trị cực đại ở 120°C (nhiệt độ Curie)
- BaTiO₃ : hằng số điện môi cao, phụ thuộc nhiệt độ
- Hiệu ứng trễ: bởi mômen lưỡng cực ô mạng và vùng vi mô (doment) chỉ tồn tại trong giới hạn xác định (vùng) với sự định hướng lưỡng cực điện thích hợp một cách ngẫu nhiên. Các vùng tồn tại tự phát dưới nhiệt độ Curie.

2- Sản xuất $BaTiO_3$

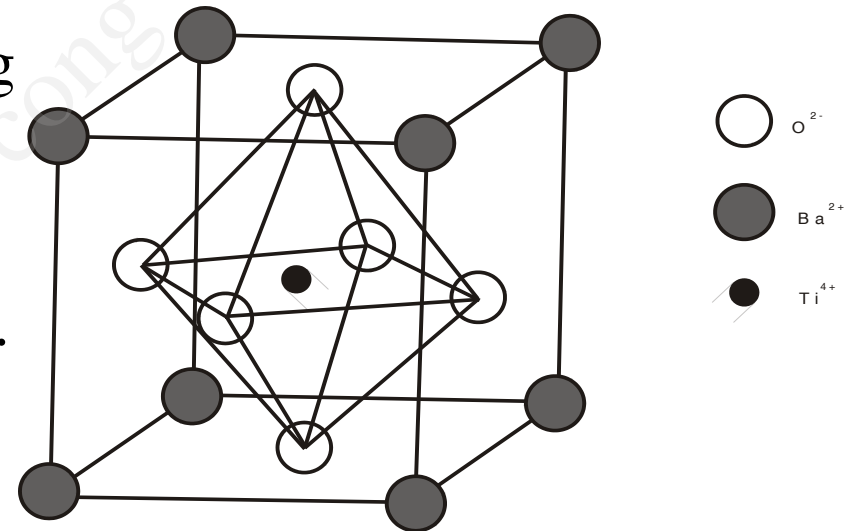
- Từ BaO và TiO_2 tinh khiết
- Tổng hợp từ $BaCO_3$
- $BaCO_3 + TiO_2 = BaTiO_3 + CO_2$





3- Tự điện $BaTiO_3$

- $\epsilon \sim 10^5$: tự điện kích thước rất nhỏ.
- Dùng lớp màng cách điện rất mỏng phủ lên bán dẫn $BaTiO_3$.
- Lớp mỏng: gia công nhiệt $BaTiO_3$ trong môi trường khử, tạo bán dẫn $BaTiO_3$, sau đó oxy hóa lại bề mặt.
- Sẽ tạo lớp giới hạn giữa hai phần hạt. Tự điện dạng tấm phẳng với lớp oxy hóa rất mỏng trên mặt tấm chất dẻo mỏng hoặc là chất điện môi giữa các hạt vật liệu $BaTiO_3$.



4- Gốm áp điện $BaTiO_3$

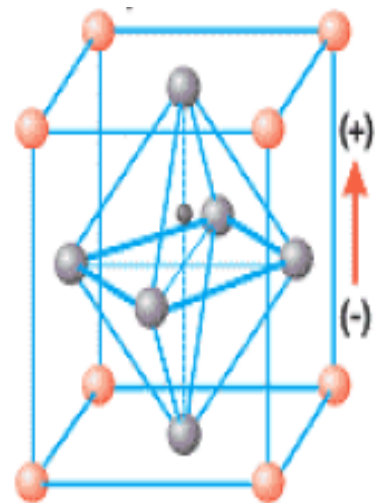
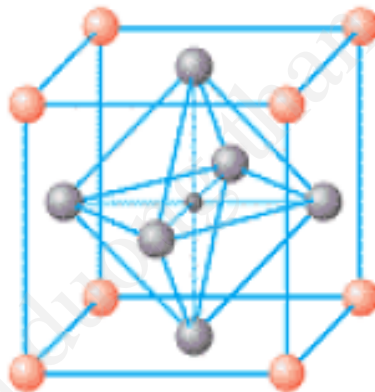
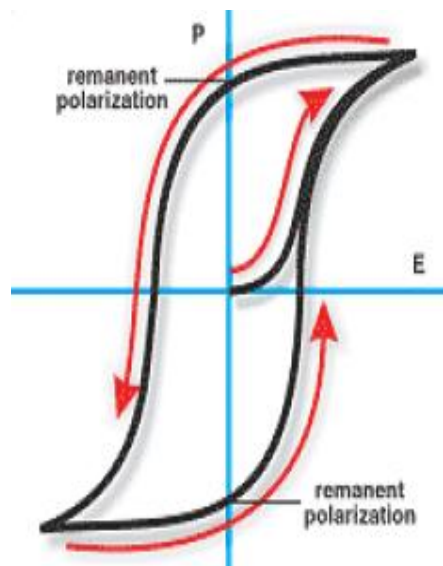
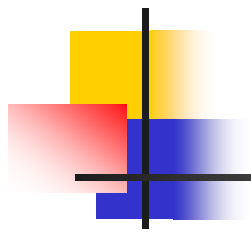
- $BaTiO_3$ và nhiều vật liệu điện trở khác có tính áp điện.
- Do gốm cấu trúc đa tinh thể tính áp điện chỉ thể hiện trong miền định hướng ngẫu nhiên và chỉ xuất hiện dưới tác dụng từ trường ngoài mạnh.
- Phải thêm phụ gia $PbTiO_3$ (mạng perovskit. $T = 500^\circ C$ chuyển lập phương sang bốn phương).
- Gốm mới: **PZT** ($PbO-ZrO_2 - TiO_2$) trên cơ sở dung dịch rắn hệ $PbZrO_2 - PbTiO_3$. (ít nhất 3% $PbTiO_3$)
- thay PbO bằng SrO , BaO , CaO và oxit các nguyên tố hiếm (ví dụ La_2O sẽ tạo PLZT).
- Sản xuất bằng phương pháp ép nóng hoặc tạo hình với pha lỏng.

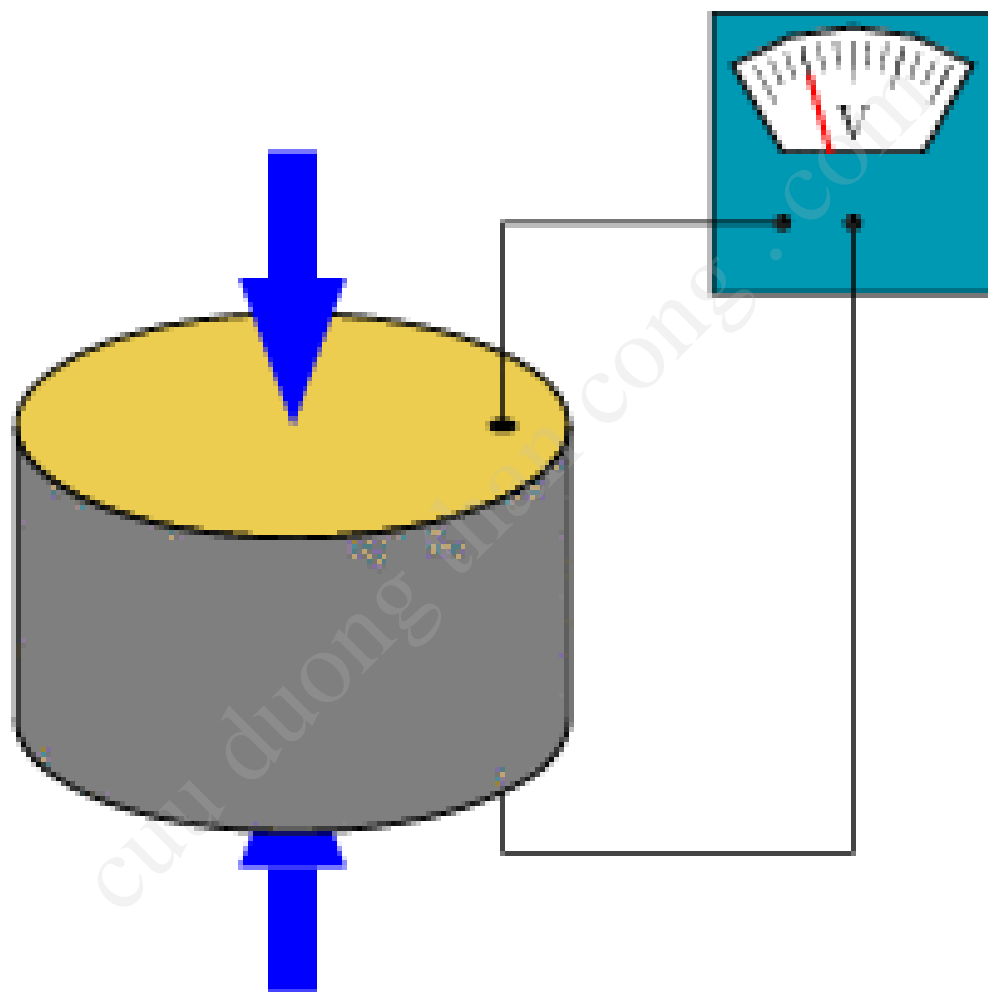
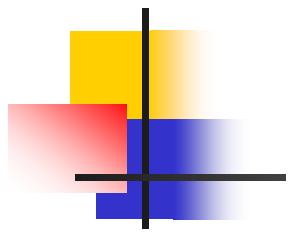
5- Bán dẫn $BaTiO_3$

- $BaTiO_3$ có tính bán dẫn khi doping đất hiếm với (ví dụ 0,2% Gd_2O_3).
- Tránh nung môi trường khử, tới mức tạo Ti^{4+} .
- Trong môi trường khử nhẹ, vật liệu có tính bán dẫn. Ví dụ, bán dẫn $2MgO.TiO_2$.

Bảng 5.3 Tính chất các gốm kỹ thuật trên cơ sở hợp chất của TiO_2

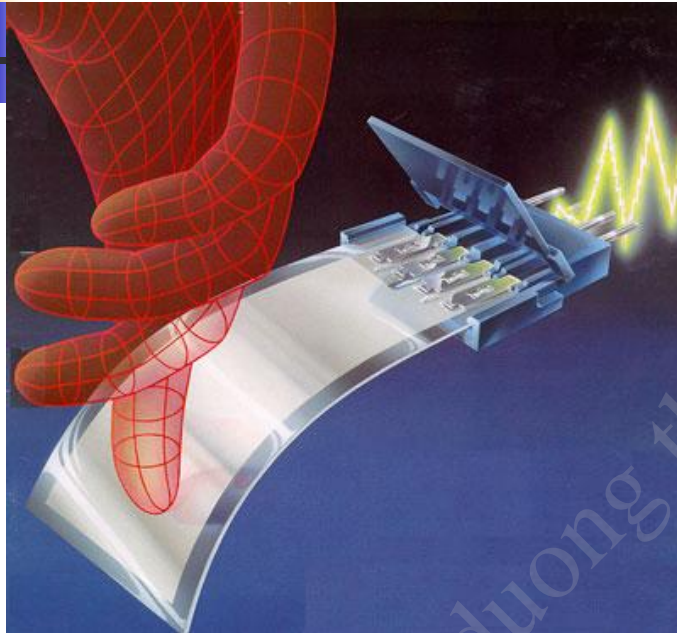
Tên	L33P	L47N	K47N	KNPO	Rutilit	Negatit
Thành phần	$CaSnO_3$ - $CaTiO_3$	$CaSnO_3$ - $CaTiO_3$	$BaO.4TiO_2$ - TiO_2	$BaO.4TiO_2$	TiO_2 4% ZrO 2	$CaTiO_3$ 1% ZrO_2
ϵ	15,5	18,5	38	36	83	145
$10^6 d\epsilon/dT$ (20÷80°C, 1MHz)	+33	-47	-47	0	-750	-1500
$tg\delta.10^4$ (1MHz)	3	3	4	4	3	3
Nhiệt độ nung (°C)	1370	1370	1300	1300	1350	1350





Giới Thiệu

Piezoelectricity

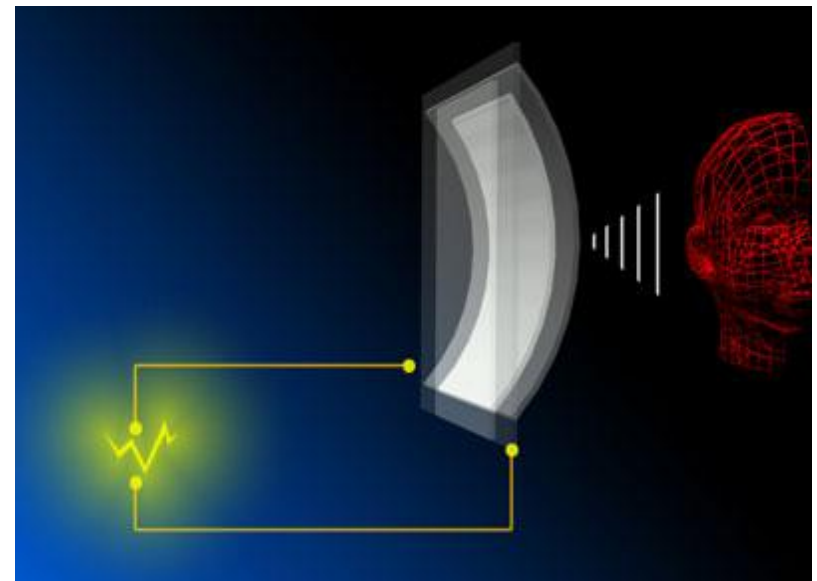


Hiệu ứng nghịch:

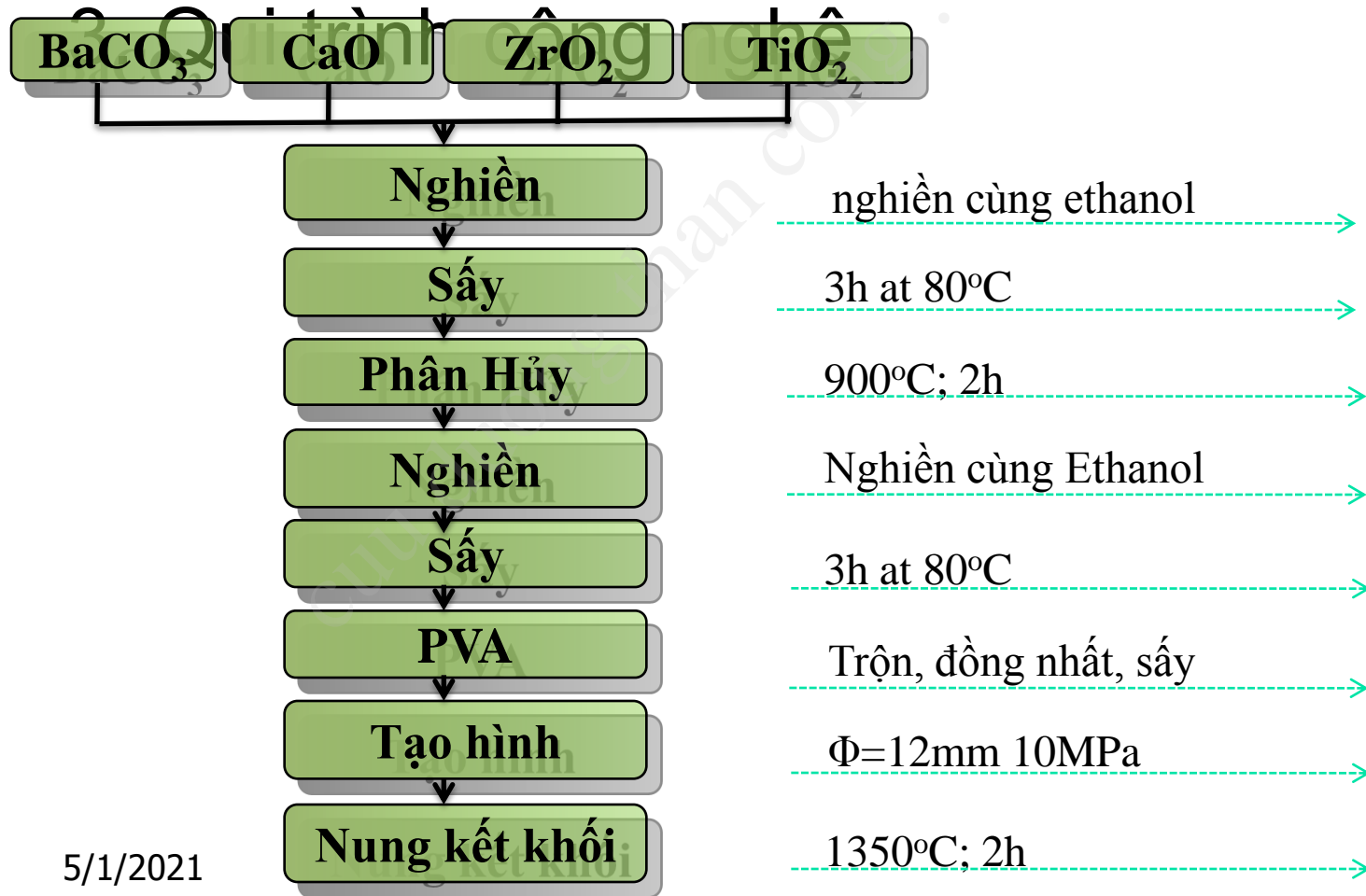
$$\mathbf{S} = \mathbf{s}^E \mathbf{T} + \mathbf{d} \mathbf{E}$$

Hiệu ứng thuận:

$$\mathbf{D} = \mathbf{d} \mathbf{T} + \boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{E}$$



Qui Trình Sản Xuất BCZT

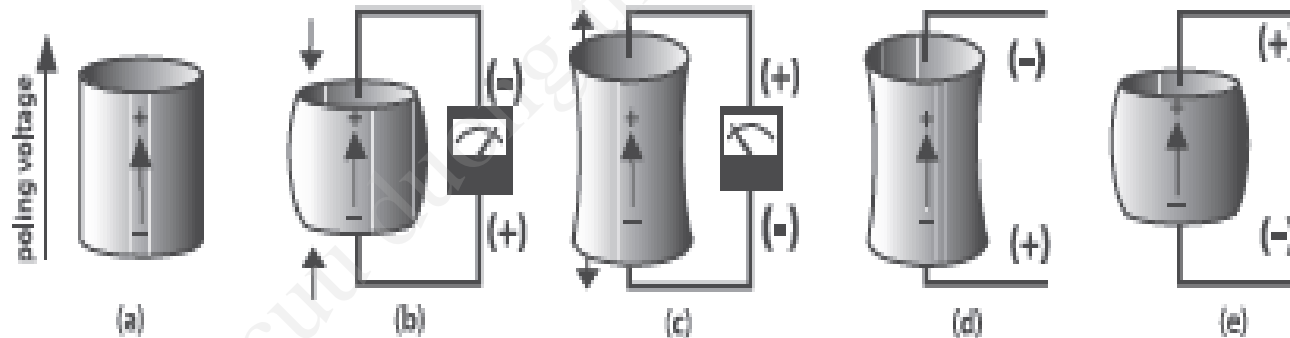


5/1/2021

Qui Trình Sản Xuất BCZT

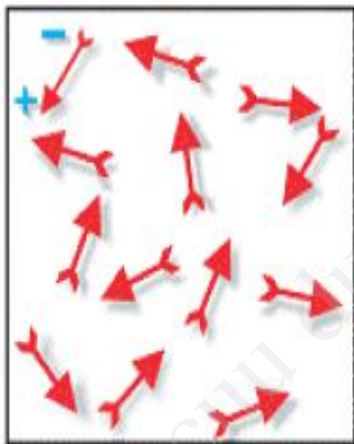
$\text{BaO-CaO-ZrO}_2\text{-TiO}_2$

- Cuối cùng, điện cực được áp vào các bề mặt thích hợp của sản phẩm, và chúng được phân cực dưới điện trường từ 3-10KV/mm.

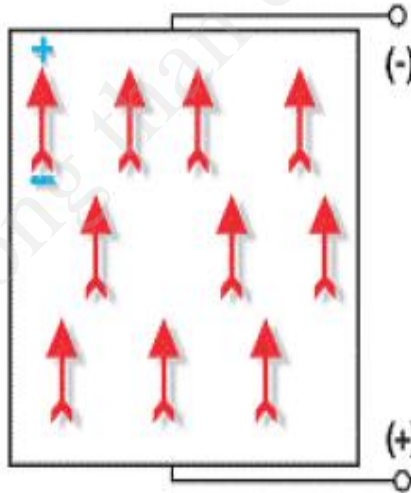


Hình 1.8: Ứng xử của gốm áp điện sau khi được phân cực.

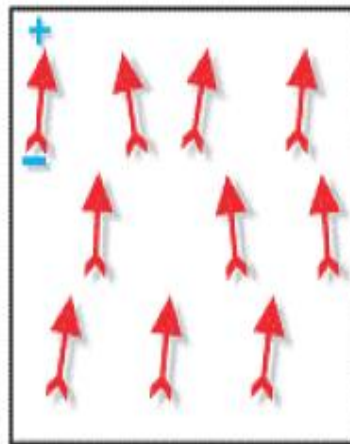
(a) random orientation of polar domains prior to polarization



(b) polarization in DC electric field



(c) remanent polarization after electric field removed



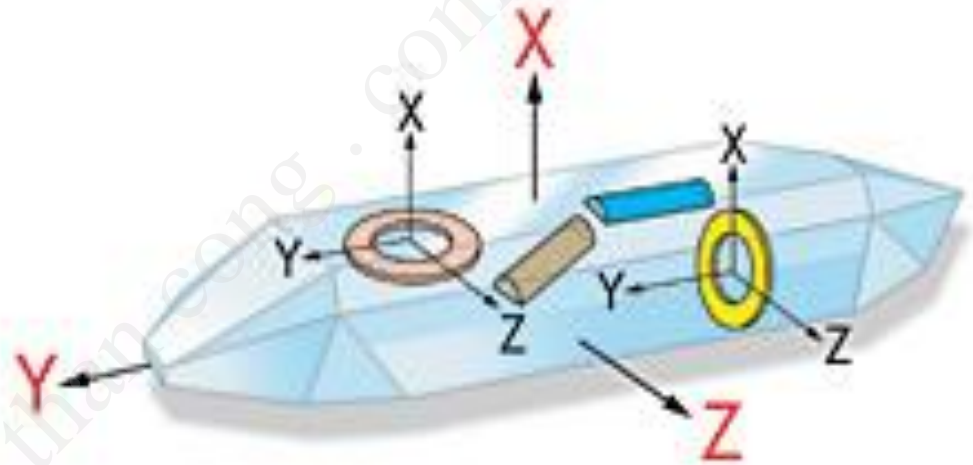


Figure 1. Piezoelectric crystals that are cut so that they exhibit the longitudinal effect (A) are sensitive to compression forces. They are used primarily to measure force, pressure, strain, and acceleration. The transverse effect (B) makes it possible to obtain a greater charge by suitable shaping and arrangement of the piezoelectric elements, and is used primarily in pressure sensors. Shear effect elements (C) are chiefly used in accelerometers and 3-component force sensors. They have low base-strain sensitivity (the amount of strains in an object under test that are transmitted via the base plate to the sensor element) and a well-behaved response to rapid temperature changes because these influences act in a direction perpendicular to the sensitive shear axis

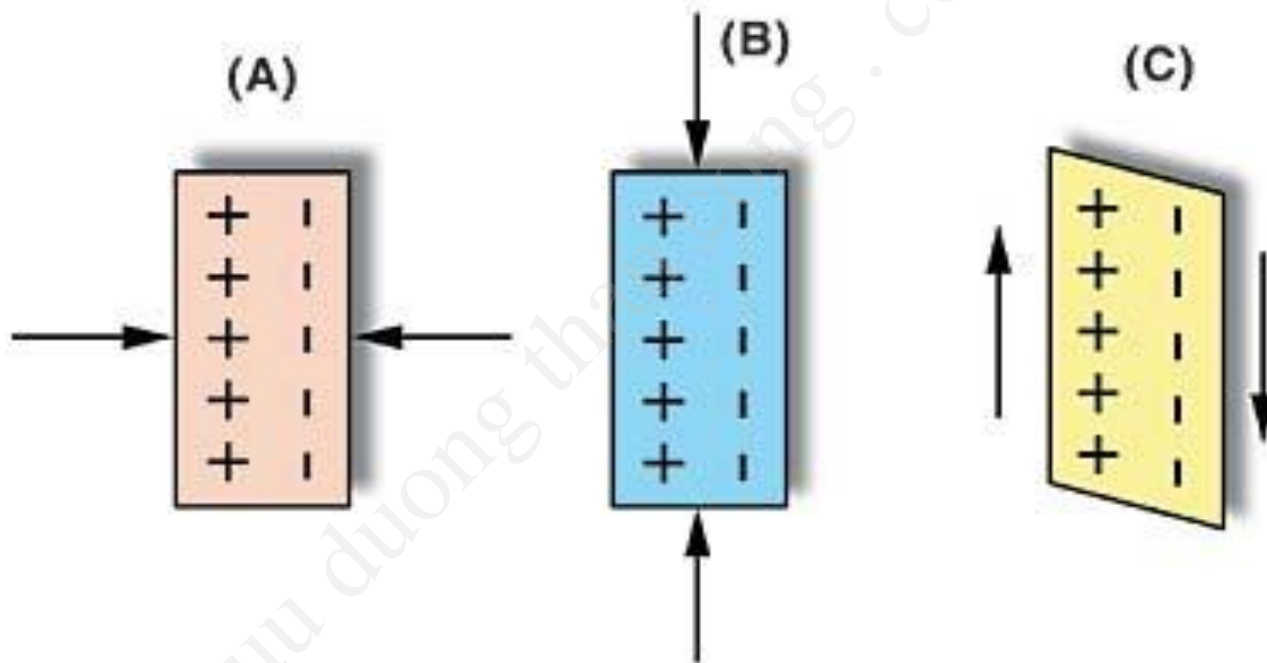


Figure 5. The way the quartz crystal is sliced (see Figure 1) determines the behavior of the finished sensing element. The piezoelectric effect can take one of three forms: longitudinal (A), transverse (B), or shear (C).

Ceramics based on mullite-corundum

- Metal moulds for metal casting
- Fixing plates for melting crucibles
- Dies for pressing articles from titanium alloys
- Stoppers for metallurgical furnaces
- Bottom plates for the installations intended for isostatic pressing titanium alloys





Most piezoelectric accelerometers are made of quartz crystal, piezoelectric ceramics, or, for high-temperature operation, tourmaline or lithium niobate. They obey Newton's second law, $F = ma$, in that the force acting on the measuring element is directly proportional to the acceleration produced. Available in a wide range of configurations and operating specifications, these devices are used wherever shock or vibration is of interest.

