



A. CÁC LOẠI THỤY TINH

I. THỤY TINH QUANG HỌC

I.1 Khái quát về thụ tinh quang học

Thụ tinh quang học là một thuật ngữ truy nguyên cho tất cả các loại kính có nhúng ống sứ truyền sóng ngắn trong vùng từ 200nm đến 1500nm

Thụ tinh quang học có các đặc trưng về giá trị quang học chính:

- **Chỉ số khúc xạ** (n_d) (1,4 – 2,0): Theo lý thuyết thì $n_d = 1,38 - 2,20$ và $v_d = 18-100$, tuy nhiên trong thực tế khoảng này giá trị thực còn $n_d = 1,4 - 2,00$ và $v_d = 20-90$.

- **S Abbe** ($1/\text{tán sắc}$) (20 – 90): kí hiệu là v

$$v = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}, \text{ với } n_D; n_F; n_C \text{ lần lượt là chiết suất của vật liệu tại các}$$

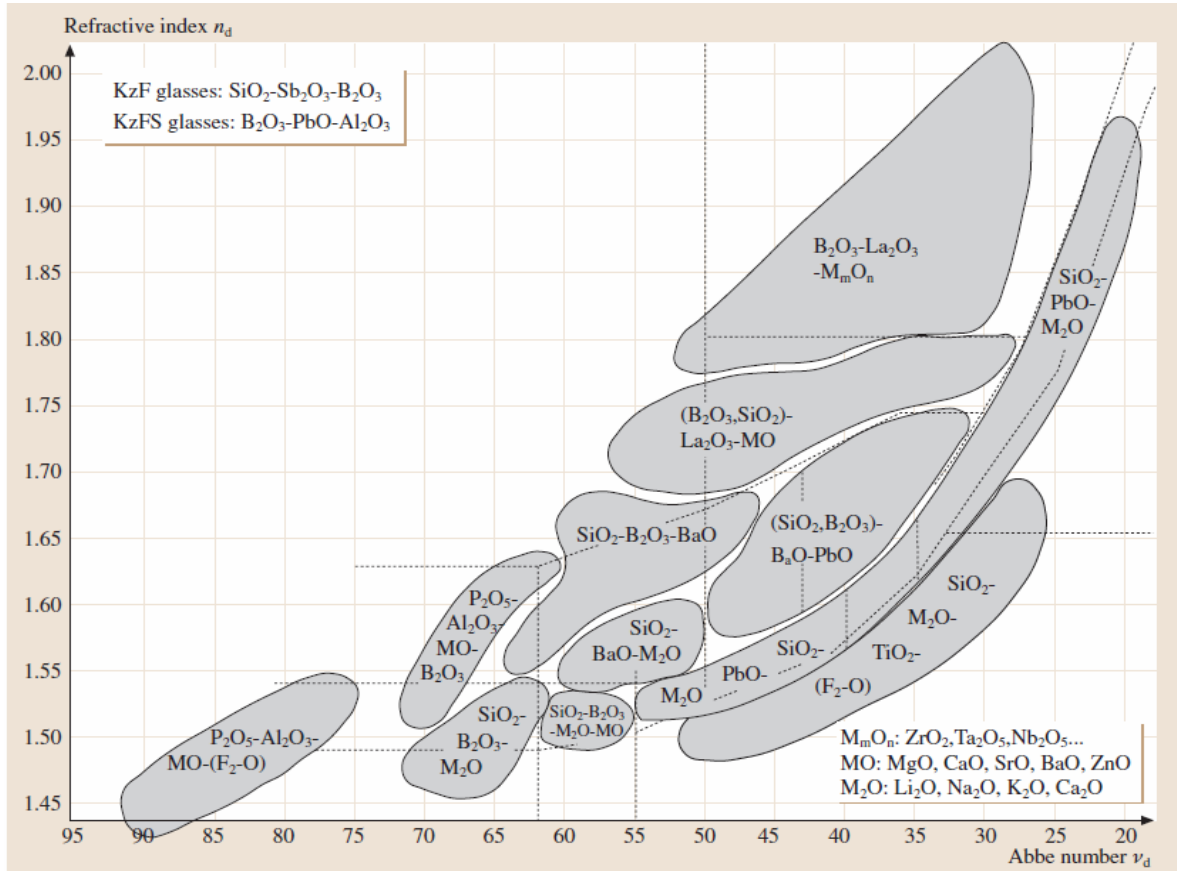
bước sóng của D – Fraunhofer: 589,2nm; 486,1nm; 656,3 nm.

Thụ tinh quang học thường sử dụng chủ yếu trong các bộ phận như thấu kính, lăng kính, trong các ứng dụng tạo hình ảnh, máy chiếu kỹ thuật số, thủy tinh thông, truyền dẫn quang học và kỹ thuật laser.

I.2 Lịch sử phát triển

- Những nhà hàng bán dẫn quang học cũng như những ngành công nghiệp thụ tinh ban đầu cho rằng thụ tinh không tái tạo, không bị biến thành phần cấu tạo và tính chất của thụ tinh có liên quan với nhau.
 - Trước năm 1880 người ta chỉ biết đến thụ tinh **cron** và **flint** (xốp có 30 loại)
 - Năm 1880, Otto Schott mở rộng giới hạn thụ tinh bằng việc tạo ra 2 loại thụ tinh mới là **fluorine** (v_d rất cao và n_d thấp) và **boron** (n_d/v_d vừa phải) và bắt đầu sử dụng BaO (v_d vừa phải, n_d cao) làm thành phần của thụ tinh. Trước đó trong bộ phận thụ tinh còn có thụ tinh nặng (chiết suất lớn) và nhẹ (chiết suất nhỏ) bên cạnh cron và flint.
 - Năm 1930, bắt đầu sử dụng các hợp chất khác như thim (cực biệt là lantan), Ti, Zn hoặc P.... làm hợp chất của thụ tinh
- mở rộng giới hạn thụ tinh với nhiều loại thụ tinh có tính chất và thành phần hóa học khác nhau.

I.3 Mục tiêu thành phần thụ tinh hiện tại



1. SiO₂-B₂O₃-M₂O

Hệ thống này có hình thành bởi sự kết hợp của thành phần SiO₂ và B₂O₃. Oxit kim loại M₂O bổ sung. Sự có mặt của B₂O₃ và oxit kim loại là cần thiết, khi đó tính chất của oxit SiO₂ có nhiệt độ nóng chảy cao. Việc bổ sung tính kim loại cho các hệ thống này. Hệ thống quang học B17 là một trong những hệ thống tiêu biểu của hệ này. Đây là hệ thống quang học có số độ khúc xạ thấp nhất và có thể sản xuất được.

2. SiO₂- B₂O₃-BaO, 3. SiO₂ -BaO- M₂O

Nếu BaO được dùng như thành phần chính thay cho oxit kim loại B₂O₃ thì sự thay đổi tính chất quang học sẽ khác. BaO có tính chất khác, BaO có tính chất khác, không có oxit hóa trị 2 khác làm tăng chỉ số khúc xạ như BaO. Hơn nữa, BaO cũng không làm giảm *Abbe*, cũng không thay đổi truyền UV như hệ thống có PbO. Hệ thống có BaO thì có *Abbe* cao. Trong một vài loại hệ thống, BaO một phần có thể thay thế bằng ZnO.

4. (SiO₂, B₂O₃)- M₂O -MO

Trong hệ thống này, oxit hóa trị 2 (MO) được thay thế cho B₂O₃. Các oxit hóa trị 2 như ZnO, CaO, PbO được sử dụng. Sự thay thế này làm tăng tính chất quang học và độ tinh khiết, ZnO đặc biệt quan trọng vì nó làm tăng độ bền về mặt cơ học và axit của CaO, xấp xỉ 10 wt%. Cũng có thể làm giảm nhiệt độ nóng chảy bằng cách thay thế ZnO cho SiO₂ và tính chất quang học nhưng không làm tăng

hình nền. ZnO hiện diện trong B₂O₃. Vì vậy dòng CaO là cho các sản phẩm thủy tinh có tính chất hóa học và bền cao. Bền hóa học của thủy tinh này tăng khi hàm lượng CaO tăng.

5. (SiO₂, B₂O₃)-PbO

Hệ thống này là sự pha trộn của hai hệ thống SiO₂-BaO-M₂O và SiO₂-PbO-M₂O. Vì vậy hệ thống thủy tinh này đi đến cho một quá trình chuyển đổi từ hệ thống thủy tinh khác. Trong hệ SiO₂-BaO-M₂O,

....

1.4 Thủy tinh thân thiện với môi trường

Thủy tinh có chứa Pb có vị trí trong thị trường dài, nó có dòng chảy tốt trong thủy tinh quang học. Cũng như các thành phần khác, PbO đóng một vai trò quan trọng vì nó làm tăng chỉ số khúc xạ, giảm sai lệch Abbe, giảm độ tán sắc, giảm độ khúc xạ tại bước sóng 0. Ngoài ra còn có oxit của As, Th, Cd cũng là thành phần của thủy tinh. Tuy nhiên chúng rất độc hại môi trường sinh thái cũng như sức khỏe của con người. Do vậy, năm 1980 người ta đã tìm hoàn toàn dòng ThO₂ và CdO trong việc tạo màu cho thủy tinh quang học. Cuối thập niên 80 người ta cũng bắt đầu giảm dần vì dòng Pb là thành phần của thủy tinh. Năm 1985 As₂O₃ cũng bị cấm.

Hiện nay người ta đã dùng một số chất thay thế như TiO₂, Nb₂O₅, ZrO₂, WO₃. Việc thay thế này làm thay đổi hầu hết các tính chất vật lý và quang học của thủy tinh, tuy nhiên cũng có những ưu điểm là trọng lượng phân tử hóa học tăng, cứng cao, độ giãn nở nhiệt thấp và độ bền cơ học cao.

II. THỤY TINH MÀU

Màu của thủy tinh là sự kết hợp của sự hấp thụ ánh sáng trong vùng ánh sáng nhìn thấy (380nm đến 760 nm).

Dòng truyền qua theo bước sóng theo công thức mô tả:

$$\tau_i(\lambda) = \exp \sum_m (-\epsilon_{\lambda,c,m} c_m d)$$

$$\tau_i(\lambda) = \frac{(\Phi_{e\lambda})_{ex}}{(\Phi_{e\lambda})_{in}},$$

$$\tau(\lambda) = \frac{(\Phi_{e\lambda})_{\lambda}}{\Phi_{e\lambda}} = P\tau_i(\lambda),$$

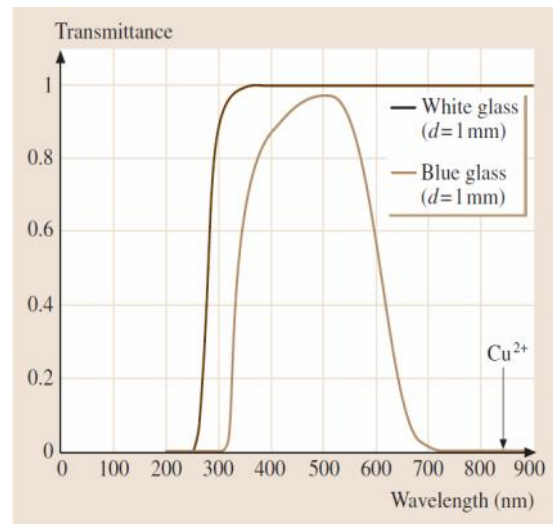
trong đó:

ϵ, c và d là hằng số, nồng độ của màu và bề dày của thanh, τ_i là truyền qua.

$(\Phi_{e\lambda})_{ex}$ và $(\Phi_{e\lambda})_{in}$ là thông lượng bức xạ phát ra và bức xạ tới.

Màu của thủy tinh phụ thuộc

- Thành phần các ion có trong thủy tinh
- Nồng độ các ion
- Điều kiện oxy hóa khử trong suốt quá trình nóng chảy.



Element	Valency	Color
Fe	2+	Green, sometimes blue
Fe	3+	Brown
Cu	2+	Blue, turquoise
Cr	3+	Green
Ni	2+	Violet (tetrahedral)
Ni	2+	Yellow (octahedral)
Co	2+	Blue
Mn	2+	Pale yellow
Mn	3+	Violet
Pr	3+	Green
Nd	3+	Violet
Er	3+	Pale red

III. TH Y TINH LASER

III.1 Khái quát

Th y tinh laser là m t v t li u tr ng thái r n có kh n ng khu ch i ánh sáng b ng phát x c m ng. D ng ph bi n nh t c a nó là th y tinh oxit nhi u thành ph n c kích thích b i ion phát laser ch ng h n nh Nd (neodymium).

Th y tinh laser c ng d ng trong nh ng h laser l n trong các nghiên c u nhi t h ch giam c m quán tính ng d ng cho khoa h c n ng l ng nhi t và v t lý v khí, ngoài ra th y tinh laser c ng d n d n c s d ng trong các môi tr ng công nghi p và phòng thí nghi m. Ví d , m t ng d ng d n u là l nh v c laser shock peening.

III.2 Phân lo i

Th y tinh laser th ng m i c chia làm 3 lo i ph thu c vào c ch v n hành c a các h laser c dùng.

Ví d có nh ng lo i th y tinh laser c thi t k cho công su t nh cao. ây, tính ch t laser c t i u cung c p n ng l ng d tr và hi u su t chi t tách cao nh t, d n n công su t nh cao trong các ch phát xung t ng t (single shots) c tách ra theo th i gian. T c l p l i c a nh ng h th ng nh th cao nh t là vài Hz, và thông th ng h n là m t n vài phát laser m i ngày.

C ng có m t vài lo i th y tinh laser cho công su t trung bình cao, t c l p l i kho ng 1 -20 Hz. Nh ng h th ng nh th th ng c làm mát lo i b nhi t tích t trong th y tinh trong su t quá trình b m quang h c. Thêm vào nh ng tính ch t laser t t, nh ng th y tinh này c ng có tính c nhi t c t ng c ng phù h p v i s t i nhi t cao mà không có hi n t ng n t gây c c b .

M t ví d n a là th y tinh dùng trong ng d n sóng. ó, thành ph n th y tinh c ch n có s n nh cao trong quá trình kéo thành s i ho c t ng thích v i các công ngh c u trúc, ví d s trao i ion, c s d ng trong ch t o ng d n sóng ph ng.

* M t cách khác phân lo i th y tinh laser là phân lo i theo lo i th y tinh. Lo i th y tinh laser u tiên c phát hi n là th y tinh làm b ng silic iôxit (thông th ng g i là kính silicat). Ngày nay, th y tinh th ng là a thành ph n. Th y tinh laser a thành ph n c s d ng ph bi n nh t là lo i c làm b ng các h p ch t có Photpho. Nh ng th y tinh này có ch t l ng quang h c cao có

sản phẩm tác nhân vòm từ vùng tiếp xúc và mặt tiếp xúc trong, và các bộ cho hệ thống truyền thống hệ thống laser khi các vận hành trong các ứng dụng đồng cao.

III.3 Thụ tinh Nd (Neodymi)

Các thụ tinh thụ tinh kích thích bằng neodymi được dùng trong các laser các mặt nhả nhiệt học hãm quán tính.

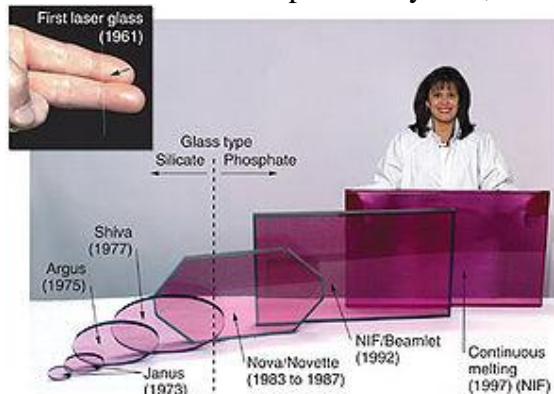
Thụ tinh neodymi (thụ tinh Nd) được tạo ra bằng việc đưa vào ôxít neodymi (Nd_2O_3) trong thụ tinh nóng chảy.

Các thụ tinh laser Nd truyền thống được sử dụng trong các hệ thống nhiệt tia công suất cao (c terawatt), năng lượng cao (c megajoule) cho nhiệt học hãm quán tính. Các laser thụ tinh Nd thông thường là nhân ba tần số cho hệ thống ba bước sóng 351 nm trong các thí nghiệm nhiệt học laser.

Thụ tinh neodymi được sử dụng rộng rãi trong các đèn nóng sáng tạo ra ánh sáng "tự nhiên" hơn. Thụ tinh neodymi cũng đã được sử dụng trong các ứng dụng chiếu sáng ô tô giảm chói lóa và ban đêm.

Các đặc tính sắc nét của neodymi làm cho màu thụ tinh thay đổi theo các điều kiện chiếu sáng khác nhau, từ màu tím khi chiếu ánh sáng ban ngày hay dưới ánh sáng đèn nóng sáng vàng, như trở thành màu lam dưới ánh sáng truyền các đèn huỳnh quang, hoặc ánh xanh lục dưới điều kiện chiếu sáng ba màu.

Hiện tượng thay đổi màu này được các nhà sản xuất thụ tinh ánh giá cao. Neodymi kết hợp với praseodymi tạo ra thụ tinh "Heliolite" của Moser. Khi kết hợp với vàng hay selen nó tạo ra màu đẹp cho thụ tinh,



Mức độ Nd là tiếp xúc và ion laser phổ biến nhất, thông qua sự lựa chọn các ion tiếp xúc khác nhau, hoặc mặt mình, hoặc kết hợp, có thể cho một vùng rộng của bước sóng laser. Khi có hàm lượng ion chính xác, thì ngay thì một hoặc nhiều ion đóng vai trò như một chất làm nóng cho một ion laser ban đầu. Truyền hợp chính là sự phát triển của thụ tinh laser của Er và Ytbi. Bước sóng 5.10 lít kê nhúng bước sóng laser có trong các thụ tinh thông thường vì những ion này phổ biến. Tuy nhiên, bước sóng phát xạ là một hàm của thành phần thụ tinh vì thế những giá trị này chỉ có giá trị hướng dẫn sơ bộ.

Table 5.10 Laser wavelengths from selected active ions in glass

Active ion	Approximate emission wavelength (μm)	Sensitizing ion(s)
Nd^{3+}	0.93, 1.06, 1.35	Cr^{3+} , Mn^{2+} , Ce^{3+} , Eu^{3+} , Tb^{3+} , U^{3+} , Bi^{3+}
Er^{3+}	1.30, 1.54, 1.72, 2.75	Cr^{3+} , Yb^{3+} , Nd^{3+}
Yb^{3+}	1.03	Nd^{3+} , Cr^{3+}
Dy^{3+}	1.32	
Sm^{3+}	0.65	
Ho^{3+}	0.55, 1.38, 2.05	Er^{3+} , Yb^{3+}
Tm^{3+}	0.80, 1.47, 1.95, 2.25	Er^{3+} , Yb^{3+}
Tb^{3+}	0.54	Ce^{3+} , Cu^{+}
Pr^{3+}	0.89, 1.04, 1.34	

B. THỰC NGHIỆM CERAMIC (G-Cs)

I. Khái quát

Thực nghiệm ceramic- thực nghiệm kết tinh thể hóa qua một quá trình quy tắc nhất định và kiểm soát - kết tinh sản xuất dần dần các thực nghiệm với các tính chất thêm vào mà chắc chắn từ những trạng thái tinh thể của vật chất.

Sự kiểm soát quá trình kết tinh thể của thực nghiệm cho phép tạo ra các tính chất có kích thước tinh thể nhỏ và bước sóng của bức xạ chi tiêu ít do đó làm giảm mất mát do quá trình tán xạ nhiễu xạ là vì bước sóng dài.

Sự phân tán trong thực nghiệm: một sự phân tán không hòa tan trong mạng lưới tinh thể và tạo thành tinh thể một sự phân tán trong mạng do đó tạo ra các thực nghiệm có tính chất khác với thực nghiệm lúc đầu

- Quá trình sản xuất gốm thực nghiệm gồm:

- + Chế tạo thực nghiệm phù hợp bằng quá trình sản xuất thực nghiệm
- + Làm nguội và kiểm tra tính chất của thực nghiệm
- + Thực hiện quá trình gốm hóa thì một phần thực nghiệm sẽ kết tinh vào tạo thành gốm thực nghiệm

II. Tính chất của thực nghiệm ceramic

Số lượng thực nghiệm thực nghiệm ceramic thường bền và dẻo hơn. Nhưng vì nhiệt độ cao hơn, có thể cao hơn thực nghiệm thực nghiệm. Thực nghiệm ceramic thường thì hiện tượng hao hụt môi trường thực nghiệm thực nghiệm. Cùng với tính bền hóa học của thực nghiệm ceramic thực nghiệm kết tinh so với thực nghiệm.

Table 5.16 Comparison of optical and physical parameter values for a range of glass–ceramic materials

Material	n	T_1 (%)	λ (nm)	Thickness (mm)	CTE (ppm/°C)	T range (°C)	E (GPa)
Zerodur ^a	1.52	99.6	1550	1	0 ± 0.05	0 to 50	90
SA-O2 ^b	1.56	≥ 98	1550	1	1.8	30 to 500	98
WMS-15 ^b	1.52	99.9	1550	1	11.4	-30 to +70	96
NEX-C ^b		99.3	1550	10	-2	-40 to +80	94
Oxyfluoride ^c		99.99	1500	1			
Telluride ^d	2.1	≈ 80	800	1			
Pyroceram ^e					5.7	20 to 320	120

(Sources: ^a Zerodur product brochure, ^b Ohara product brochure, ^c [5.121], ^d [5.122], ^e [5.123]; note that Pyroceram, while opaque in the visible region, is transparent in its operative, radio-frequency region)

II.1 Tính chất nhiệt

n vì nhiệt: hệ số nhiệt giãn của thủy tinh ceramic nằm trong khoảng -10 đến $25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, mặt khác khoảng khá rộng mà ít vật liệu thực tế. Thể hiện tính đặc biệt vì nhiệt giãn của các kim loại cho phép tạo ra các thiết bị vật liệu đặc biệt mà không có ứng suất hoặc ứng suất cực kỳ nhỏ. Một cách gần đúng có thể coi giá trị CTE của G-Cs phụ thuộc tùy tính vào số lượng các pha.

Hệ số giãn nhiệt: do thiêu kết cấu trúc tinh thể, hệ số giãn nhiệt có sự ảnh hưởng của các thông số liên quan khác như thành phần nguyên tố cấu trúc tinh thể. Do đó, thủy tinh ceramic thường có giá trị E nằm giữa nhôm và thép và độ cứng (từ 80 tới 150 GPa)

Độ bền, độ giòn: độ bền của thủy tinh ceramic là một đặc trưng của thủy tinh ceramics:

- + độ bền của G-Cs rất nhạy cảm với môi trường và tải trọng
- + độ bền của G-Cs không chỉ phụ thuộc vào số lượng pha mà còn phụ thuộc vào vị trí cấu trúc bên trong cụ thể là phân bố của các pha G-Cs
- + Các tính chất liên quan nhau hay không, hay ưu tiên tính chất hay tính chất cơ học nào, hay ưu tiên tính chất cơ học hay tính chất cơ học nào
- + độ bền và độ giòn của thủy tinh ceramic là một đặc trưng thông dụng của tính fracture (nứt gãy) của G-Cs
- + độ bền của thủy tinh ceramic phụ thuộc vào môi trường và tải trọng

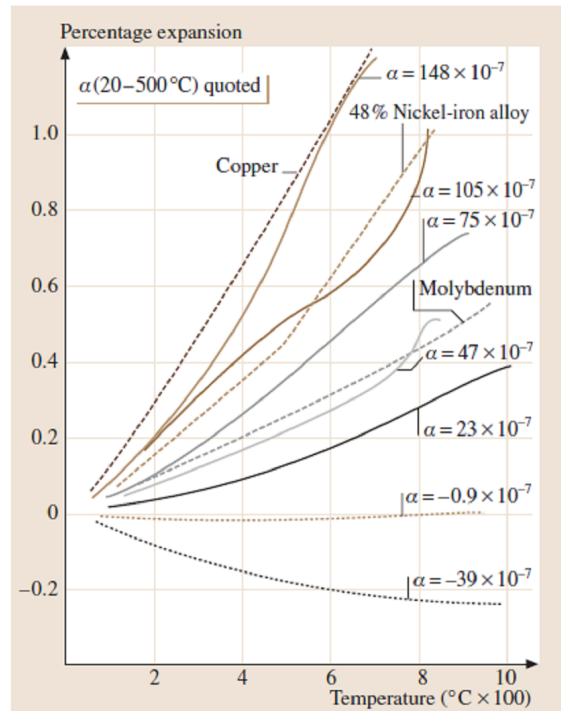


Fig. 5.49 Range of thermal expansion curves ($\Delta L/L$) attainable with glass–ceramics. Also plotted are expansion curves for typical metals (here, α is the CTE of the material). (After [5.111])

+ Hàm lượng tinh thể và vị cấu trúc của G-Cs cũng như hình dạng cấu trúc và giới hạn của G-Cs

II.2 Tính chất quang học

Tính cách in: bản cách in của thủy tinh ceramics – là các in truyền thống phá vỡ tính cách in – thường thì nhiều ceramics và thủy tinh thông thường.

khúc xạ và hấp thụ: khúc xạ của hầu hết thủy tinh ceramics nằm trong khoảng 1.5 tới 2.0 trong vùng ánh sáng nhìn thấy và hồng ngoại, nên mà giá trị truyền qua chủ yếu phụ thuộc vào bước sóng ta quan tâm.

S tán xạ: dung tích tán xạ các bề mặt tinh thể là một trong những khía cạnh thú vị nhất của thủy tinh ceramics. Thủy tinh ceramics thường sản xuất bằng các công nghệ làm vật liệu cho các thí nghiệm tán xạ phụ thuộc bước sóng và phân tích phổ UV-VIS.

Tính phi tuyến: thủy tinh ceramics đã phát triển thì hiện nay một bước chuyển tiếp trên, vật liệu phát quang, laser hosts...nhập vào các yếu tố tham gia hoạt động trong quá trình quang phi tuyến trong pha tinh thể.

III. Một số loại thủy tinh ceramics

1. Thủy tinh ceramics Zerodur

- Zerodur G-Cs là vật liệu vô cực, không bị xốp do Schottch tạo ra quá trình kết tinh “controlled volume”
- Zerodur G-Cs chứa 1 pha tinh thể và các pha thủy tinh còn lại là vật liệu có tính chất khác với thủy tinh lúc trước
- Tính chất của Zerodur G-Cs :
 - + Giảm nhiệt độ giãn nở: CTE: $0 \pm 0,10 \times 10^{-6}/K$
 - + Tính đồng nhất của vật liệu cao
 - + Nhiệt độ chịu nhiệt cao: lên tới $600^{\circ}C$
 - + Có truyền qua cao trong vùng từ 400 nm đến 2300 nm
- ứng dụng của Zerodur G-Cs :
 - + Trong quang học: sử dụng trong các thiết bị kính thiên văn và các thiết bị quang học vật liệu có hệ số giãn nở nhiệt thấp.
 - + Trong vi quang học: Zerodur được dùng như một bộ phận kết cấu để lắp đặt trong buồng và máy quét, nó cũng là vật liệu nền lý tưởng trong quang phổ cận hồng ngoại trong quang học EUV.

2. Thủy tinh Pyroceram

- Là thủy tinh ceramics bền, có truyền qua cao, giảm nhiệt độ zero.
- Truyền qua tốt trong vùng UV nhưng lại không truyền qua trong vùng IR

C. QUANG ĐÓNG - PLASTIC OPTICS (PI-O)

I. Khái quát

- Do tính chất của vật liệu và quá trình sản xuất mà quang đồng có một số ưu điểm như sau
 - + Sản lượng sản xuất lớn với chi phí thấp
 - + Nhẹ và cứng

+ Có tiềm năng thị trường

Moulding materials

- Vật liệu quang học có kích thước khoảng 10 loại vật liệu khác nhau
- Các tính chất quang, cơ, nhiệt, điện tử và tính tương thích sinh học và quá trình sản xuất là tiêu chí lựa chọn vật liệu
- Do kích thước đa dạng và phân bố rộng mà vật liệu chia làm 2 nhóm chính: vật liệu crown-like (PMMA, COC, COP) và vật liệu flint-like (polystyren, polycarbonate, SAN).

- Tính chất vật lý

+ Khả năng, tác dụng, chống mòn, chống nhiệt và giãn nở nhiệt

+ Do sự biến đổi quang học lớn hơn 10 lần so với vật liệu thủy tinh nên khi thiết kế quang và lắp ráp phải chú ý đến tính chất này

+ Quang học có thể chịu nhiệt tới 90°C

+ Trạng lệ riêng của quang học là 1,3

- Một số vật liệu quang học thông thường:

+ PPMA

+ (Poly-) Styrene

+ NAS Copolymer

+ PC (polycarbonat)

+ Cyclic Olefin Polymer và Copolymer

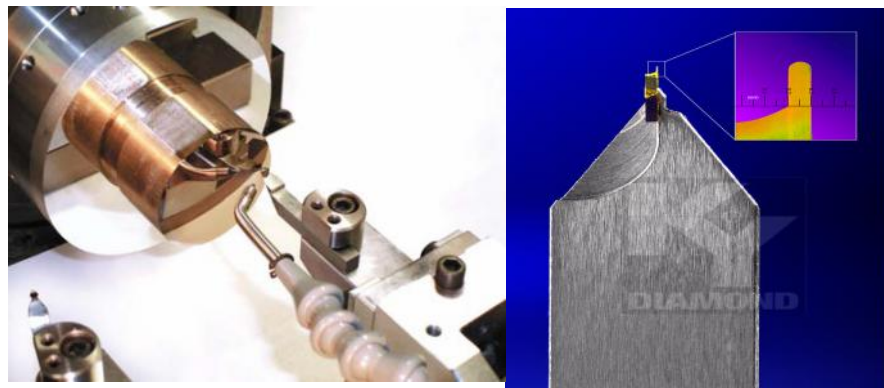
(COP/COC)

Material	Characteristics	Acrylic (PMMA)	Poly-styrene (PS)	Poly-carbonate (PC)	Styrol-Acrylnitril (SAN)	Cyclo-olefine (ZEONEX)	Polyether-sulfone (PES)	Acrylnitril-Butadien-Styrolcopoly-mere (ABS)	Optical glass (BK7)
Optical	Spectral passing band (nm)	390-1600	400-1600	360-1600	395-1600	300-1600			
	Refractive index at 587 nm and 20 °C	1.4918	1.5905	1.5855	1.5674	1.5261	1.6600	1.538	1.517
	Abbé value $(n_D - 1)/(n_F - n_C)$	57.2	30.7	30	34.8	56	19.4		64.4
	Transmittance (%) thickness 3.2 mm	92	88	90	88	92	80	85	
	Haze (%) thickness 3.2 mm	1.3	1.5	1.7	1.5	1.5			
Physical	Specific gravity (g/cm ³)	1.18	1.06	1.25	1.07	1.02	1.37	1.05	2.53
	Max. service temperature (°C)	80	90	120	95	125	200	90	400
	Linear expansion coefficient (1/K)	6.8×10^{-5}	8.0×10^{-5}	6.6×10^{-5}	7.0×10^{-5}	7.0×10^{-5}	5.5×10^{-5}	8.5×10^{-5}	1.1×10^{-5}
	Abrasion resistance (1-10)	10	4	2		6			
	Izod impact strength (kJ/m ²)	2.0	2.0			2.4	7.0	25.0	
Environmental	dn/dT (10^{-6})	-105							
	Sensitivity to humidity	high	low	low	medium	low	high	medium	
	Water absorption (weight %) 23 °C, ISO 61	0.60	0.10	0.15	0.30	0.01	0.70	0.45	0

Phương pháp chế tạo

- Có 3 phương pháp chế tạo
 - + Diamond Point Turning (Tiện kim cương)
 - + Injection Moulding (Ép phun)
 - + Compression Moulding (Ép úc)

Diamond Point Turning



- Là quá trình gia công cắt khí có chính xác cao.
- Phương pháp này có thể chế tạo được nhíp cán 3-D

- Các sản phẩm tạo ra nhúng thí nghiệm có hình dạng rất phức tạp: thấu kính hình trụ, hình trụ, hình xoắn ốc,

- Do thời gian sản xuất lâu và chi phí máy móc cao, phương pháp này có dùng nguyên liệu trong plastic và vật liệu không chèn khuôn, và các dây chuyền sản xuất các phần plastic – vốn không thể hiện các bước phương pháp Injection moulding.

Injection Moulding

- Là phương pháp chế tạo một loạt các dụng cụ quang học.

- Máy injection-moulding plastic bao gồm máy ép nhựa, máy ép die, máy thí nghiệm clamping và máy thí nghiệm injection. Các khuôn thí nghiệm plastic cần mua từ hình máy chế tạo và thí nghiệm cụ thể.

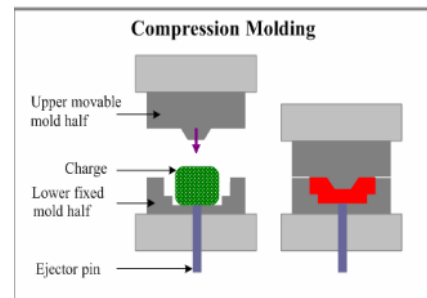


Compression Moulding

- Là phương pháp chế tạo thấu kính Fresnel hoặc thí nghiệm vì cấu trúc khác.

- Vật liệu nén giữa các tấm ép đã nung nóng và nhiệt độ xác định hoàn chỉnh xác trong suốt quá trình nén. Các khuôn thêm vào để tạo thành bề mặt các bộ phận sao chép, sao chép cấu trúc.

- Quá trình compression moulding cho phép nhả ra nhúng cấu trúc nhúng với độ chính xác cao và góc hình, nhúng dụng sai.



Quá trình sản xuất

- Quá trình sản xuất gồm
 - + Optical and System Design (thiết kế hệ thống và tính chất quang)
 - + Prototyping (Chế tạo mẫu đầu tiên)
 - + Injection Moulding (Phun đúc)
 - + Pre-production (Thử nghiệm sản xuất)
 - + Series production (Sản xuất hàng loạt)