



TH Y TINH QUANG H C

Th y tinh quang h c là m t thu t ng truy n th ng cho t t c các lo i kính có nh h ng n s truy n sóng i n t trong vùng t 200nm n 1500nm

Th y tinh quang h c c c tr ng b i 2 giá tr quang h c chính:

- **Chi t su t n_d** (1,4 – 2,0)

- **S Abbe** (1/ tán s c) (20 – 90)

Theo lý thuy t thì $n_d = 1,38 - 2,20$ và $v_d = 18-100$, tuy nhiên trong th c t kho ng này gi m xu ng còn $n_d = 1,4 - 2,00$ và $v_d = 20-90$.

(S Abbe:

$$v = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}, \text{ v i } n_D; n_F; n_C \text{ l n l t là chi t su t c a v t li u t i các b c sóng c a D - Fraunhofer: } 589,2\text{nm; } 486,1\text{nm; } 656,3 \text{ nm.)}$$

Th y tinh quang h c th ng c s d ng ch y u trong các b ph n nh th u kính, l ng kính trong các ng d ng t o hình nh, máy chi u k thu t s , thuy n thông, truy n d n quang h c v à k thu t laze.

M t cái nhìn t ng quan v các lo i th y tinh quang h c th ng c a ra trong m t s th y tinh quang h c, trong ó ch chú ý n 2 giá tr chính n_d/v_d . S c cung c p b i t t c các nhà s n xu t th y tinh n i ti ng (Ohara, Hoya, Sumita, Pilkington, Corning tr c ây), li t kê rõ t ng kính trong các ng d ng v à tính ch t quang, lý hóa khác. n nay chúng c phân chia theo l ch s phát tri n, xem hình 1:

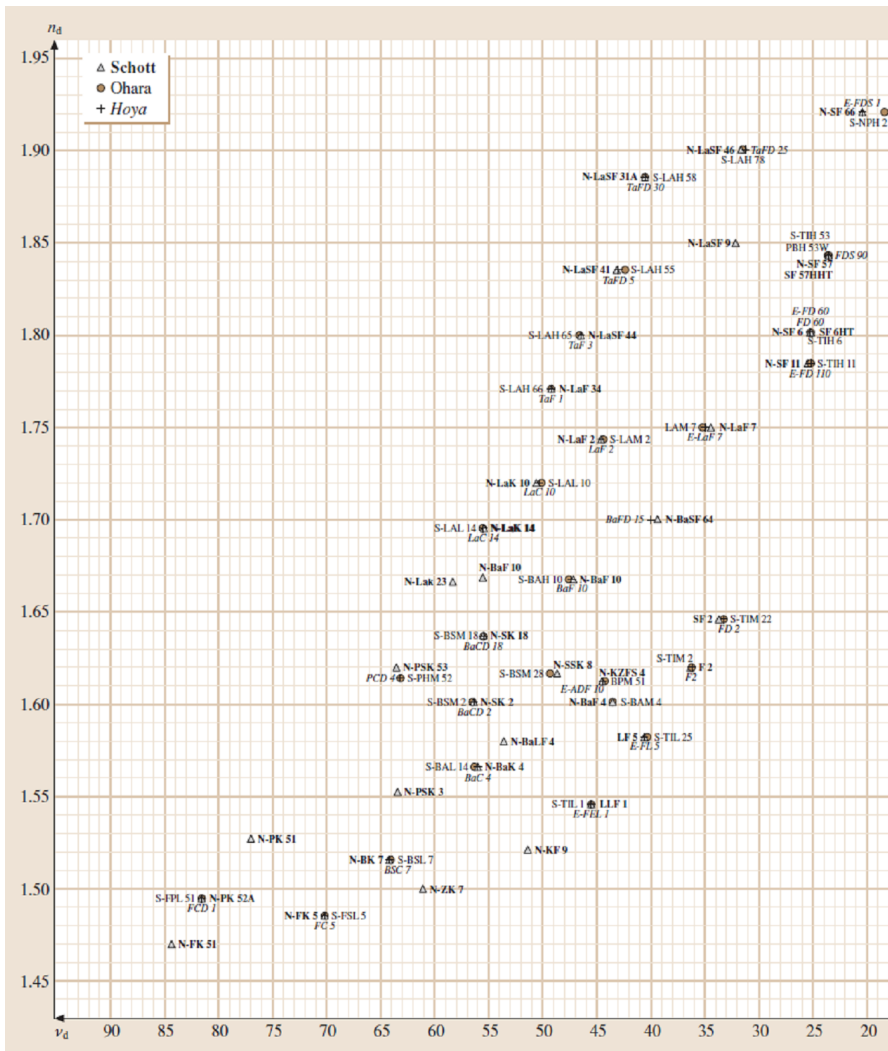
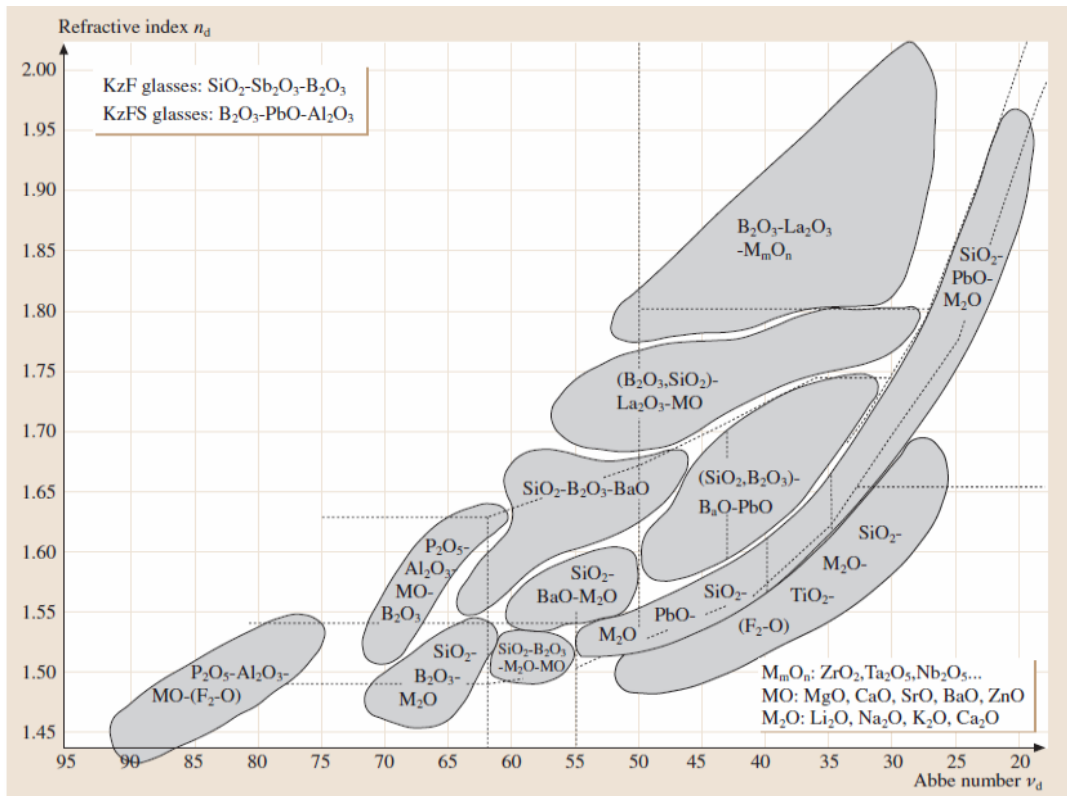


Fig. 5.87 Abbe diagram showing index of refraction versus the Abbe number for optical glasses

Lịch sử phát triển

- Những công nghệ bán dẫn quang học công nghệ ngành công nghiệp tinh thể cho những tinh thể không tái tạo, không bị thất bại thành phần cấu tạo và tính chất của tinh thể có liên quan với nhau.
 - Trước năm 1880 người ta chỉ biết những tinh thể **cron** và **flint** (xấp xỉ có 30 loại) (Tinh thể cron, bao gồm silicate vôi-soda, có chiết suất thấp và chỉ số Abbe cao, mặc dù theo những quan niệm hiện tại của Abbe có ánh sáng màu cao hơn). Tinh thể flint, chiết suất cao và chỉ số Abbe thấp, là đi độn duy nhất của silicat kim chì. Sự phân biệt giữa cron và flint là chỉ số Abbe, tinh thể flint có $v_d < 50$ khi $n_d > 1.6$, và $v_d < 55$ khi $n_d < 1.6$.)
 - Năm 1880, Otto Schott mở rộng khả năng những tinh thể bằng việc tạo ra 2 loại tinh thể mới là **fluorine** (v_d rất cao và n_d thấp) và **boron** (n_d/v_d thấp) và bắt đầu sử dụng BaO (v_d thấp, n_d cao) làm thành phần của tinh thể. Trước trong bản những tinh thể còn có tinh thể nung (chiết suất lớn) và nh (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 tinh thể
- mở rộng khả năng những tinh thể với nhiều loại tinh thể có tính chất và thành phần hóa học khác nhau.

Một số thành phần của tinh thể



1. SiO₂-B₂O₃-M₂O

H th ng này c hình thành b i s t o thành m ng SiO₂ và B₂O₃. Oxit ki m M₂O c b sung. S có m t c a B₂O₃ và oxit ki m là c n thi t, khi t o th y tinh oxit SiO₂ có nhi t nóng ch y cao. Vì c b sung t ng tính kim lo i cho các th y tinh này. Th y tinh quang h c B17 là m t trong nh ng th y tinh tiêu bi u c a h này. ây là th y tinh quang h c c s d ng th ng xuyên nh t và có th s n xu t ng lo t.

2. SiO₂- B₂O₃-BaO, 3. SiO₂ -BaO- M₂O

N u BaO c dùng nh màng chính thay cho oxit ki m ho c B₂O₃ thì s t o ra m th th ng th y tinh l n n a. Ng c l i v i nh ng m ng oxit ki m th khác, BaO có nh ng l i th h n h n. Bên c nh PbO, không có oxit hóa tr 2 khác làm t ng chi t su t m nh nh BaO. H n n a, BaO c ng không làm gi m s Abbe, c ng không thay i ng truy n UV n nh ng b c sóng l n h n nh PbO. Th y tinh có ch a BaO th ng có c ng t t. Trong m t vài lo i th y tinh, BaO m t ph n c thay th b i ZnO.

4. (SiO₂, B₂O₃)- M₂O –MO

t c h th ng th y tinh này, oxit hóa tr 2 (MO) c thay th cho B₂O₃. Ch các oxit hóa tr 2 nh ZnO, CaO, PbO c s d ng. tr v m t hóa h c cao và k t tinh th t t, ZnO c bi t quan tr ng vì nó làm t ng b n v i n c và axit h n CaO, x p x 10 wt%. C ng có th làm gi m nhi t nóng ch y b ng cách thay th ZnO cho SiO₂ và t ng kính ki m mà không làm t n h i n b n. ZnO hi u qu h n B₂O₃. Vì c s d ng CaO là cho các s n ph m th y tinh có tính ch t hóa h c v à b n cao. b n hóa h c c a th y tinh này t ng khi hàm l ng CaO t ng.

5. (, B₂O₃)- –PbO

H th ng này là s pha tr n c a hai h th ng SiO₂ –BaO-M₂O và SiO₂ – PbO –M₂O. Vì v y nh ng th y tinh này i đi n cho m t quá trình chuy n i t m th th y tinh khác. Trong h SiO₂ –BaO-M₂O,

....

Th y tinh thân thi n v i môi tr ng

Th y tinh có ch a Pb c bi t n trong th i gian dài, nó c s d ng ch y u trong th y tinh quang h c. C ng nh các thành ph n khác, PbO óng m t vai trò quan tr ng vì nó làm t ng chi t su t, gi m s Abbe, nh h ng áng k n tán s c, h s l ng chi t b ng 0. Ngoài ra còn có oxit c a As, Th, Cd c ng là thành ph n c a th y tinh. Tuy nhiên chúng r t c h i n môi tr ng sinh thái c ng nh s c kh e c a con ng i. Do v y, n m 1980 ng i ta ã c m hoàn toàn s d ng ThO₂ và CdO trong vi c t o màu cho th y tinh quang h c. Cu i

th p niên 80 ng i ta c ng b t u gi m d n vi c s d ng Pb là thành ph n c a th y tinh. N m 1985 As₂O₃ c ng b c m.

Hì n nay ng i ta ã dùng m t s ch t thay th nh TiO₂, Nb₂O₅, ZrO₂, WO₃. Vì c thay th này làm thay i h u h t các tính ch t v t lý và quang h c c a th y tinh, tuy nhiên c ng có nh ng u i m là tr v m t hóa h c t ng lên, cúng cao, i m nóng ch y cao h n và t tr ng th p h n.

(Các nhà nghiên c u Anh ã ch t o m t lo i kính sinh thái mang tính cách m ng v i kh n ng t làm s ch. Nó là m t trong b n s n ph m l t vào vòng chung k t gi i th ng công ngh Mac Robert do Vi n K thu t Ho àng gia Anh trao t ng.

c t tên là Pilkington Activ, lo i kính sinh thái này c ch t o d a trên titan dioxid TiO₂. Ti n s Kevin Sanderson, m t thành viên phát tri n Activ t i Trung tâm Nghiên c u k thu t c a công ty kính hàng u th gi i Pilkington, cho bi t: "Th ng thì TiO₂ là m t ch t b t màu tr ng, không lý t ng cho s n xu t kính, b i không th nhìn xuyên qua nó c. Do v y, chúng tôi s d ng nó d i d ng màng m ng dày 15 nanomet sao càng gi ng kính bình th ng càng t t".

L p TiO₂ trên kính có hai c tính làm cho nó tr nên c bi t. Th nh t, nó h p th b c x t ngo i t ánh sáng m t tr i mà gây hi u ng xúc tác quang hóa, phân h y ch t b n trên kính. Th hai, l p ph làm cho b m t kính Activ th m n c. i u này có ngh a là khi n c r i xu ng b m t kính, các gi t n c hút nhau, hình thành nên m t màn n c ch không ph i các h t riêng l . Do v y, n c s r a trôi ch t b n.

V i tác d ng xúc tác quang hóa c a màng TiO₂, kính luôn khô ráo và trông r t s ch s . L p titan s m t ch ng m t tu n h p th b c x t ngo i b t u phân h y ch t b n tr ên c a s . Tuy nhiên, ngay khi ã n ng l ng, nó s phân h y ch t b n c trong nh ng ngày nhi u mây. Pilkington xu t s d ng lo i kính m i n ày nh ng n i mà vì c lau kính g p khó kh n và dùng cho các c a s ho c ài thiên v n ti p xúc nhi u v i ánh sáng m t tr i c ng nh m a.

Lo i kính thân thi n v i môi tr ng này là k t qu c a m t ti n trình nghiên c u và phát tri n lâu dài, b t u t u nh ng n m 1990. Ph i m t 5 - 7 n m các nhà nghiên c u m i a c kính m u t phòng thí nghi m sang đây chuy n s n xu t hàng lo t. Kính sinh thái không t h n là bao so v i kính thông th ng. Ngoài vì c c s d ng cho các c a s , nó còn có th c dùng phân h y vi khu n E Coli ho c các lo i khu n khác trên b m t kính. C ng có th dùng Activ phân h y t nhiên các ch t ô nhi m trong không khí, ch ng h n nh formaldehyt và ozon d i m t t.)

Cách ch n lo i th y tinh: Tùy theo m c ích s d ng mà ng i ta ch n các lo i th y tinh phù h p, c n chú ý n các y u t c a th y tinh nh h p thu và truy n qua, tán s c riêng ph n, h s quang àn h i, giãn n , i m nóng ch y, tính ch t c nhi t, tính àn h i, c ng, tính tr v m t hóa h c....

Th y tinh màu

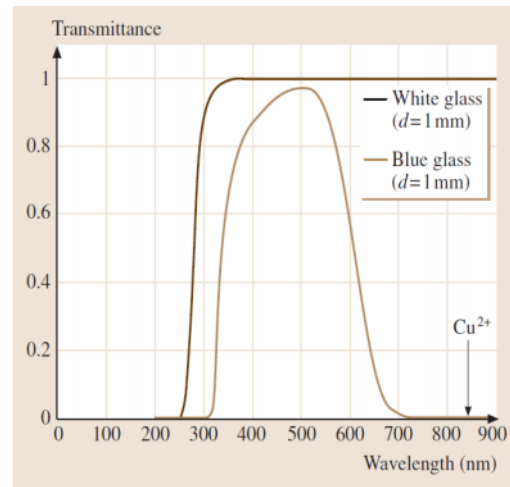
Màu c a th y tinh là so s t t d n hay s khu ch i ánh sáng t i trong v ùng ánh sáng nhìn th y (380nm n 760 nm).

D ng ng truy n qua theo b c sóng th ng c mô t b i:

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

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

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



trong đó: ε, c và d là hằng số, nồng độ 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.
 $\tau(\lambda)$ là

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

Thủy tinh laser

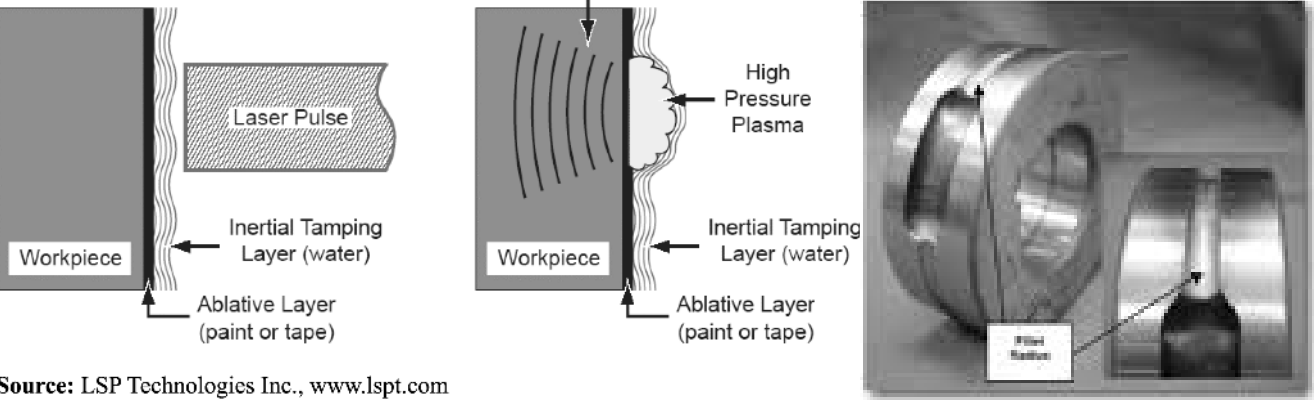
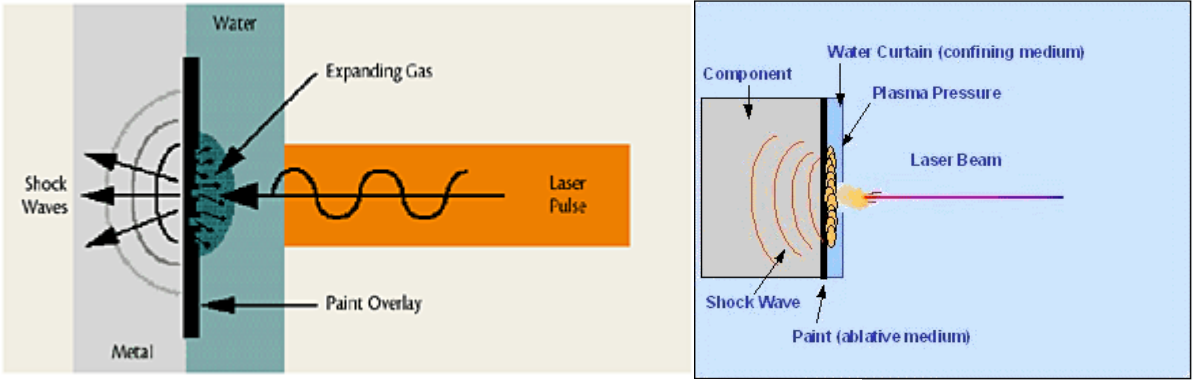
Thủy tinh laser là một vật liệu trong suốt có khả năng khuếch đại ánh sáng bằng phát xạ cảm ứng. Đơn giản nhất của nó là thủy tinh oxit nêodym thành phần kích thích bởi ion phát laser chính là Nđ (neodymium).

Trong phần này, chúng ta chủ yếu nói đến thủy tinh thành phần trong suốt là SiO_2 có pha nguyên tố hiếm. Những vật liệu này thường được dùng trong các bộ khuếch đại sợi quang và các phần tử quang học.

Thủy tinh laser cũng được ứng dụng trong ngành laser laser liên tục trong các nghiên cứu nhiệt hạch giam giữ plasma cho khoa học năng lượng nhiệt hạch (một phương pháp sản sinh năng lượng nhiệt hạch bằng cách nén một bao nang nhiên liệu đến mật độ cao. Một loạt chùm tia laser không kết hợp tới trên một quả cầu điện môi trong suốt trong chân không sẽ làm cho nó co lại dưới áp suất để thu được sự nhiệt hạch hạt nhân.) và vật lý plasma, ngoài ra thủy tinh laser cũng được ứng dụng trong các môi trường công nghiệp và phòng thí nghiệm. Ví dụ, một ứng dụng điển hình là làm nhẵn bề mặt bằng laser (laser shock peening).

Laser shock peening (LSP) là một trong những quy trình công nghiệp mới nhất cho bề mặt kim loại. Khi chiếu chùm tia laser xung trên bề mặt kim loại, nó tạo ra một sóng xung kích đi qua các phiến; gây ra một sóng làm biến dạng mặt phẳng bề mặt. Nó nâng cao hiệu suất, hai lần gấp đôi độ bền thêm vào giá

laser và phản ứng làm biến dạng. Chùm tia sáng đi vào môi trường phản trong suốt mờ (thường là nước, nhưng nó có thể thay đổi hoặc thay đổi) và sau đó thông qua môi trường phản mờ (môi trường mờ màu trắng hoặc trắng). Các lớp phản và các hình thức biến đổi và chuyển thành plasma, do đó tạo ra sóng có biên độ nhỏ, áp lực thời gian ngắn. Vì các thiết bị chính xác, áp lực của ánh sáng vượt quá sức mạnh của sóng ngắn nên các kim loại, gây ra biến dạng do gia tăng nhiệt độ. Lớp phản mờ của các bộ kim loại khi bị tan chảy nóng chảy.



Source: LSP Technologies Inc., www.lspt.com

* Thay đổi laser thường được chia làm 3 loại phụ thuộc vào cách vận hành của các laser đó.

Ví dụ có những loại thay đổi laser được thiết kế cho công suất nhỏ cao. Đây, tính chất laser có tần số cung cấp năng lượng đột ngột và hiệu suất chi tiêu cao nhất, để nên công suất nhỏ cao trong các chế độ phát xung ngắn (single shots) được tách ra theo thời gian. Tốc độ lặp lại nhỏ nhất thường là vài Hz, và thông thường là vài phút phát laser mỗi ngày.

Còn có một vài loại thay đổi laser cho công suất trung bình cao, tốc độ lặp lại khoảng 1-20 Hz. Những thiết bị này thường được làm mát bởi nhiệt tích tụ trong thay đổi trong suốt quá trình bơm quang học. Thêm vào những tính chất laser tốt, những thay đổi này cũng có tính chất nhiệt độ cũng như phù hợp với nhiệt độ cao mà không có hiện tượng gãy cục bộ.

Một ví dụ là thay đổi dùng trong ngành đèn sợi. Đó, thành phần thay đổi của chúng có số lượng nhỏ trong quá trình kéo thành sợi hoặc tạo ra các công nghệ cấu trúc, ví dụ trao đổi ion, cũng được trong chế tạo đèn sợi quang.

(Thay đổi được mô tả trong những phần trước có thể được kéo thành sợi để tạo thành bộ khuếch đại và laser sợi quang. Hiện nay, một số loại thay đổi cũng được dùng để tạo ra các cấu trúc đèn sợi quang bằng kỹ thuật trao đổi ion. Kỹ thuật trao đổi ion thường được thực hiện nhiệt độ điểm biến đổi (transformation point) của thay đổi. Tính chất của những thay đổi này cũng được dùng cho các đèn sợi quang đèn sợi quang được cho trong bảng 5.15. Bởi vì những thay đổi này cũng được dùng để tạo ra các thiết bị đèn sợi quang tích cực dựa trên sự phát xạ của Erbium vùng sóng vô tuyến 1540 nm

Table 5.15 Properties of typical waveguide laser glasses

Glass type	Schott IOG-10 Silicate	Schott IOG-1 Phosphate	Hoya LHG-5 Phosphate	Kigre MM-2 Phosphate
n_d	1.530	1.523	1.541	1.54
V_d	56.6	67.5	63.5	–
Thermal expansion $\alpha_{20-40^\circ\text{C}}$ ($10^{-6}/\text{K}$)	6.8	9.3	8.4	7.3
Er peak emission wavelength (nm)	1536	1534	–	1535
Er FWHM fluorescence linewidth, $\Delta\lambda_{\text{em}}$ (nm)	18.5	26.5	–	55
Er fluorescence lifetime (ms)	17.8	10.7	–	7.9
Glass transformation point T_g ($^\circ\text{C}$)	569	474	455	506

* Một cách khác **phân loại thủy tinh laser là phân loại theo loại thủy tinh**. Loại thủy tinh laser ưu tiên được phát hiện là **thủy tinh làm bằng silic iôxít** (thông thường gọi là kính silicat). Ngày nay, **thủy tinh a thành phần** thủy tinh laser a thành phần cơ sở đáng phân biệt nhất là loại làm bằng các hợp chất có **Photpho**. Nhưng thủy tinh này có chất lượng quang học cao có số mũ khúc xạ tác nhân vi mô trong tinh thể và mặt phẳng chuyển động, và cần biết cho hiệu suất vận chuyển nhiệt độ của laser khi vận hành trong các ứng dụng công nghệ cao.

Thủy tinh Nd (Neodymi)

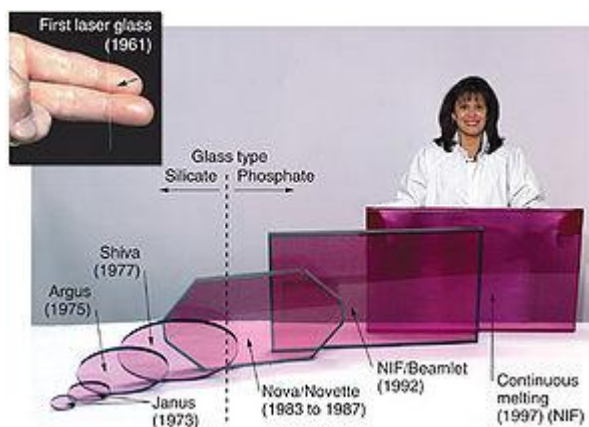
Các thành phần thủy tinh kích thích bằng neodymi được dùng trong các laser có cấu trúc a **nhiệt hạch hãm quán tính**.

Thủy tinh neodymi (thủy tinh Nd) được tạo ra bằng việc đưa vào **ôxít neodymi** (Nd_2O_3) trong thủy tinh nóng chảy.

Các thủy tinh laser Nd thường thấy nhất được sử dụng trong các hệ thống nhử tia công suất cực cao (c terawatt), năng lượng cao (c **megajoule**) cho **nhiệt hạch hãm quán tính**. Các laser thủy tinh Nd thông thường là **nhân bản n s** cho **hạt ba hạt ba** bước sóng 351 nm trong các thí nghiệm nhiệt hạch laser.

Thủy tinh neodymi được sử dụng rất nhiều trong các đèn nóng sáng tạo ra ánh sáng "tự nhiên" hơn. Thủy tinh neodymi cũng được sử dụng trong các ứng dụng chiếu sáng ô tô để giảm chói lóa và giảm ô nhiễm.

Các đặc tính sắc nét của neodymi làm cho màu thủy tinh thay đổi theo các điều kiện chiếu sáng khác nhau, từ có màu tím khi chiếu ánh sáng ban ngày hay dưới ánh sáng của đèn nóng sáng vàng, nhưng trở thành màu lam dưới ánh sáng trắng của 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 thủy tinh đánh giá cao. Neodymi kết hợp với **praseodymi** tạo ra thủy tinh "Heliolite" của Moser. Khi kết hợp với **vàng** hay **selen** nó tạo ra màu đỏ cho thủy tinh,



Mặc dù Nd là thành phần và ion laser phân biệt nhất, thông qua sự lựa chọn các ion thành phần khác nhau, hoặc mặt khác, hoặc kết hợp, có thể cho một vùng rộng của bước sóng laser. Khi có hàm lượng ion chuyển động, thì thông thường thì một hoặc nhiều ion đóng vai trò như một chất làm lạnh cho một ion laser ban đầu. Trường hợp điển hình là sự pha trộn giữa thủy tinh laser của Er và Ytbi. Bảng 5.10 liệt kê những bước sóng laser có

trong các th y tính thông th ng v i nh ng ion nh y ph bi n. Tuy nhi ên, b c sóng phát x là m t hàm c a thành ph n th y tính vì th nh ng giá tr này ch có giá tr h ng d n s b .

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	