

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HCM  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN



KHOA : KHOA H. C V T LI U

B MÔN V T LI U VÀ LINH KIỆN MÀNG M NG

TI U LU N T T NGHI P

TÀI :

# TÌM HIỂU VỀ TINH THỂ PHOTONIC

SVTH : PHAN HOÀNG DI P

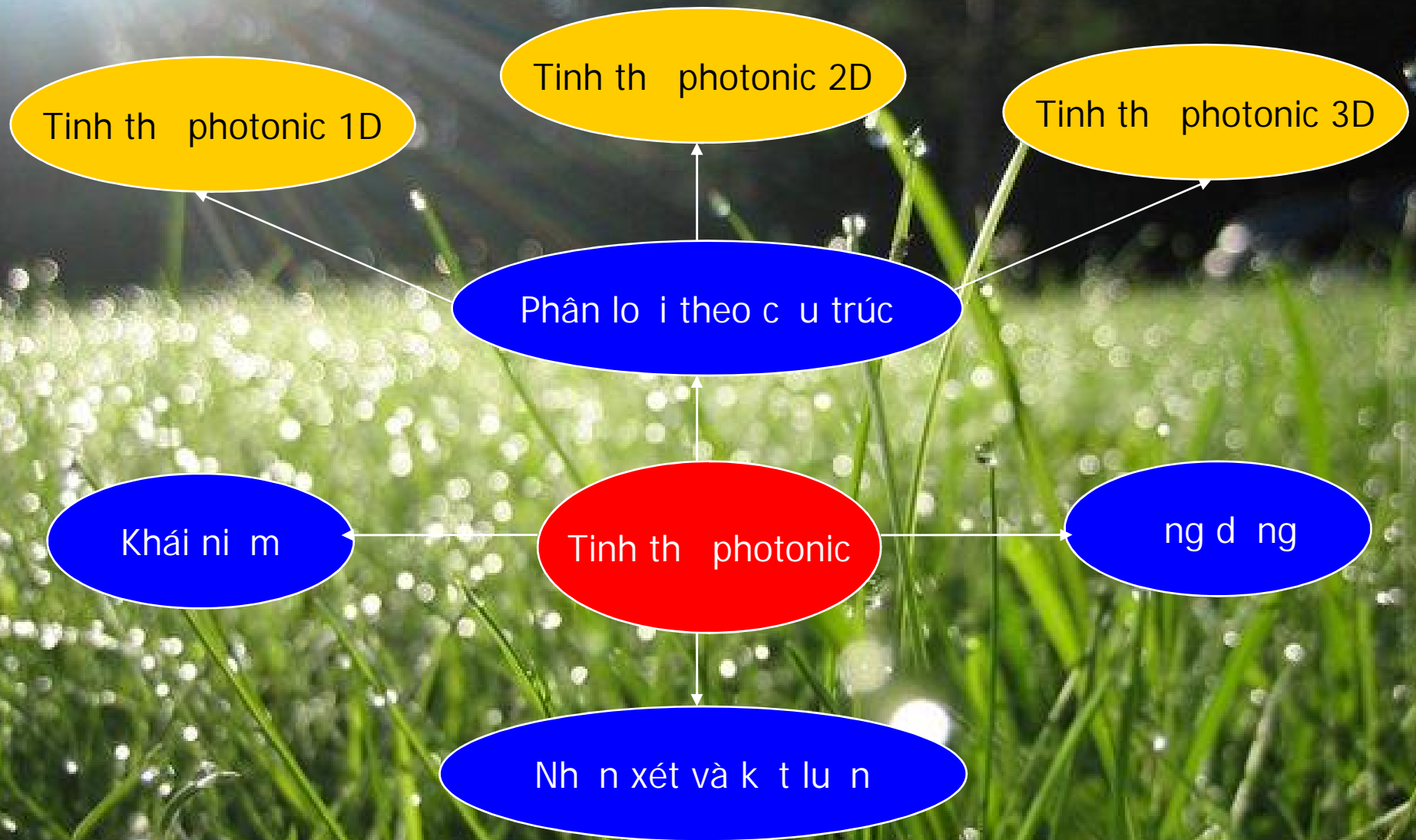
CBHD: CN. T NG C HÂN

TP.HCM 2010



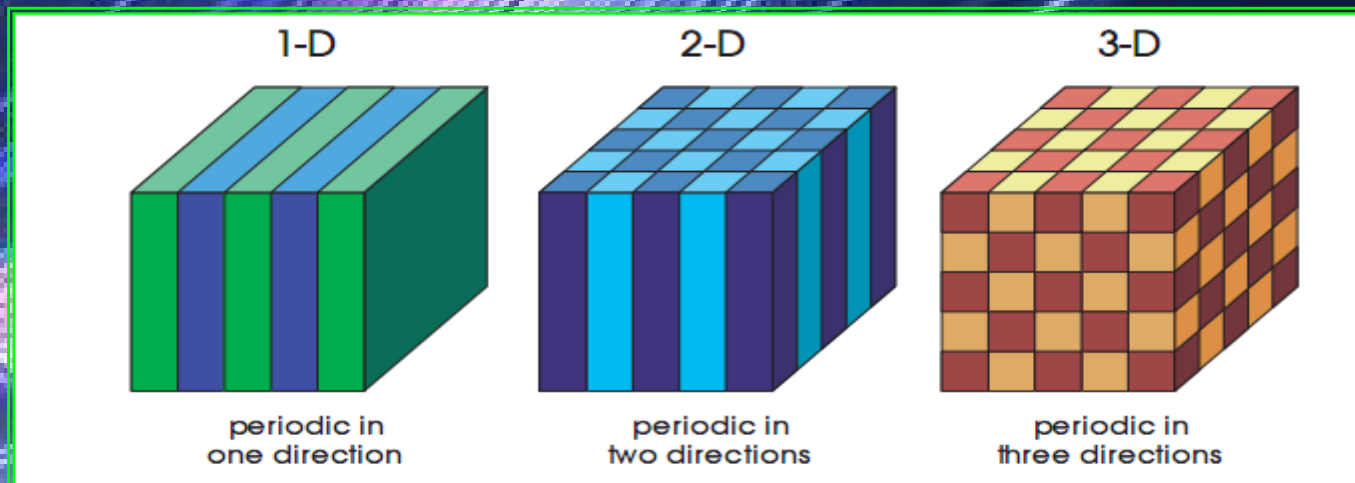
[www.mientay.vn.com](http://www.mientay.vn.com)

# N I DUNG TRÌNH BÀY



## KHÁI NI M

- Tinh th photonic là tinh th mà c u trúc c a nó có s s p x p tu n hoàn c a v t li u i n môi theo m t, hai hay ba chi u trong không gian.
- c bi t có xu t hi n **vùng c m quang**.

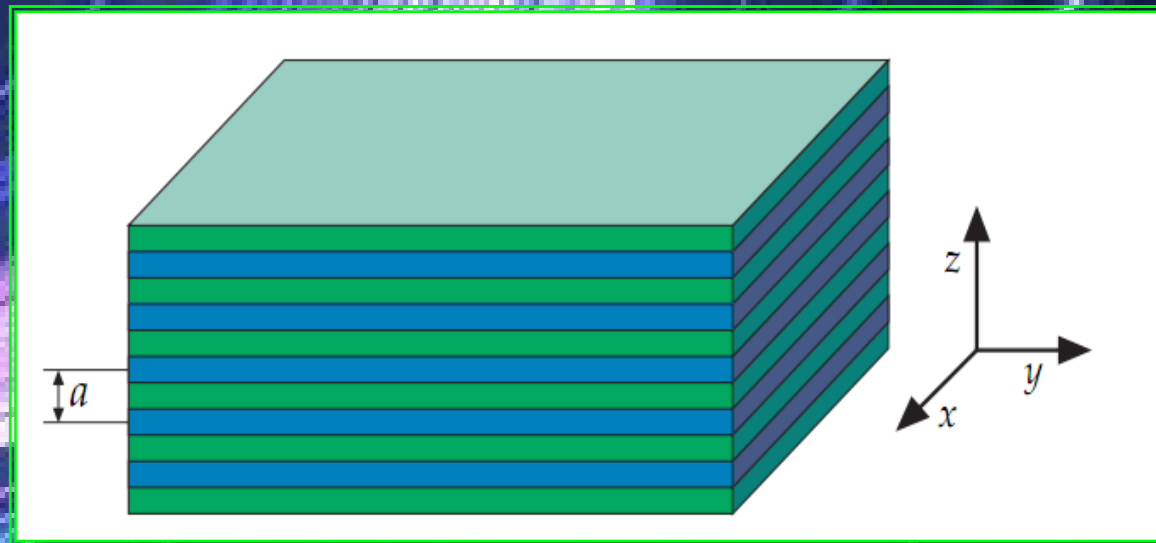


Hình 1: Mô hình c a 3 lo i tinh th photonic



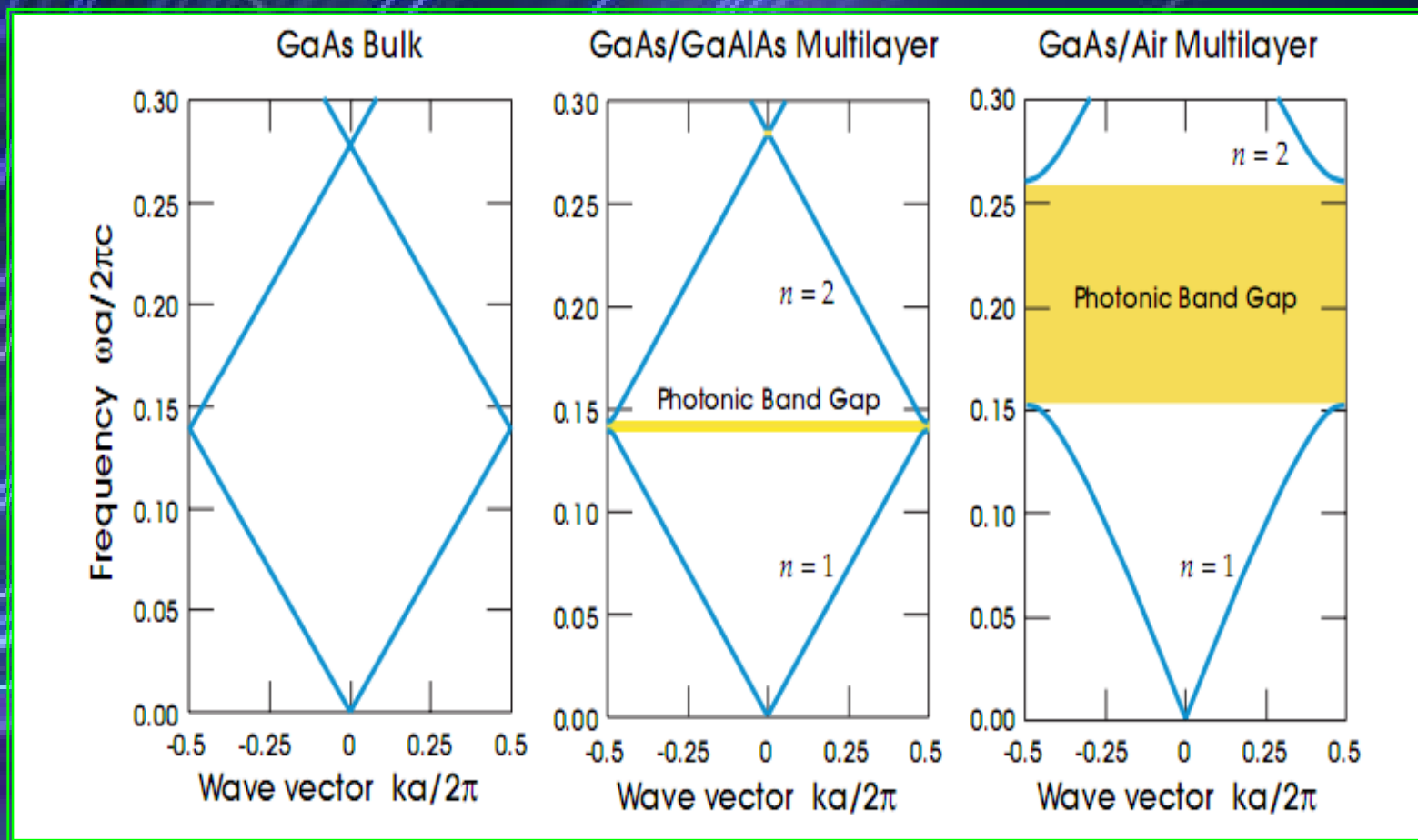
## TINH THỂ PHOTONIC 1D

Là tinh thể, mà cấu trúc của nó là sắp xếp tuần hoàn của các màng mỏng môi trường theo một hướng nhất định, và đồng nhất theo hai hướng còn lại.



Hình 2: Mô hình tinh thể photonic 1D

# Nguyên nhân hình thành vùng cấm photonic



Hình 3: Mô tả cấu trúc vùng cấm của 3 loại màng mỏng AlP



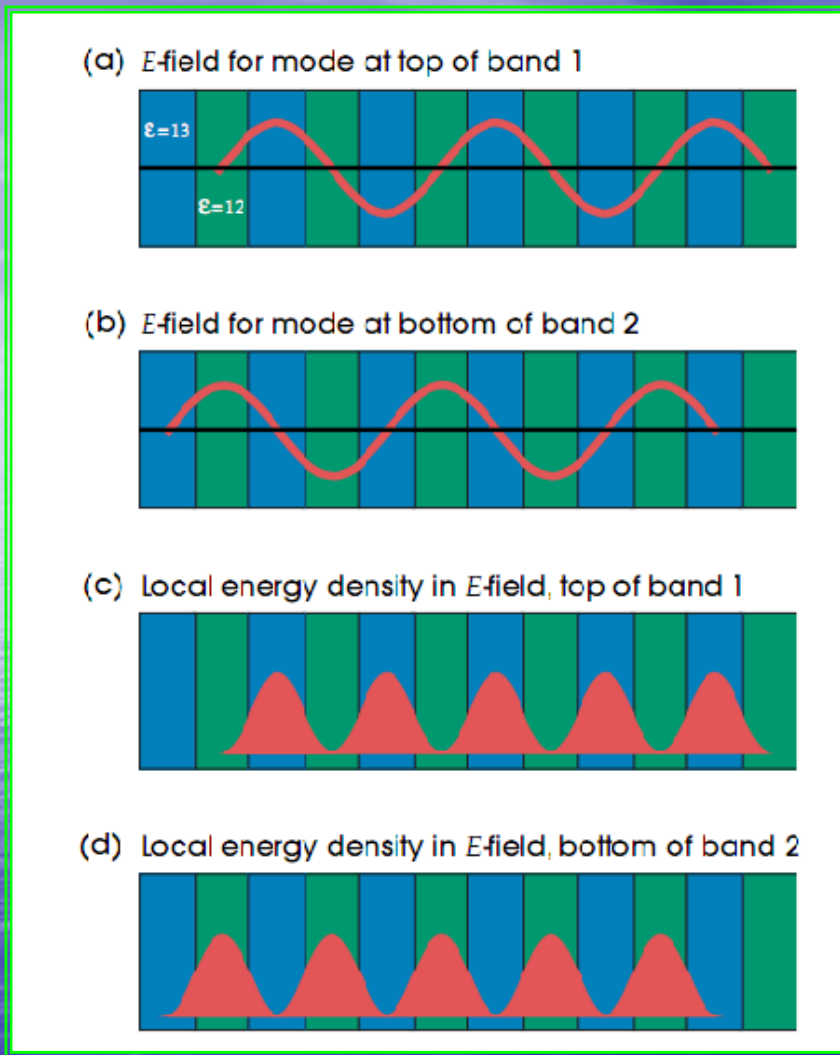
Rút ra nhận xét từ hình 3...

- Nguyên tắc biến phân tử cho ta biết: Variation principle

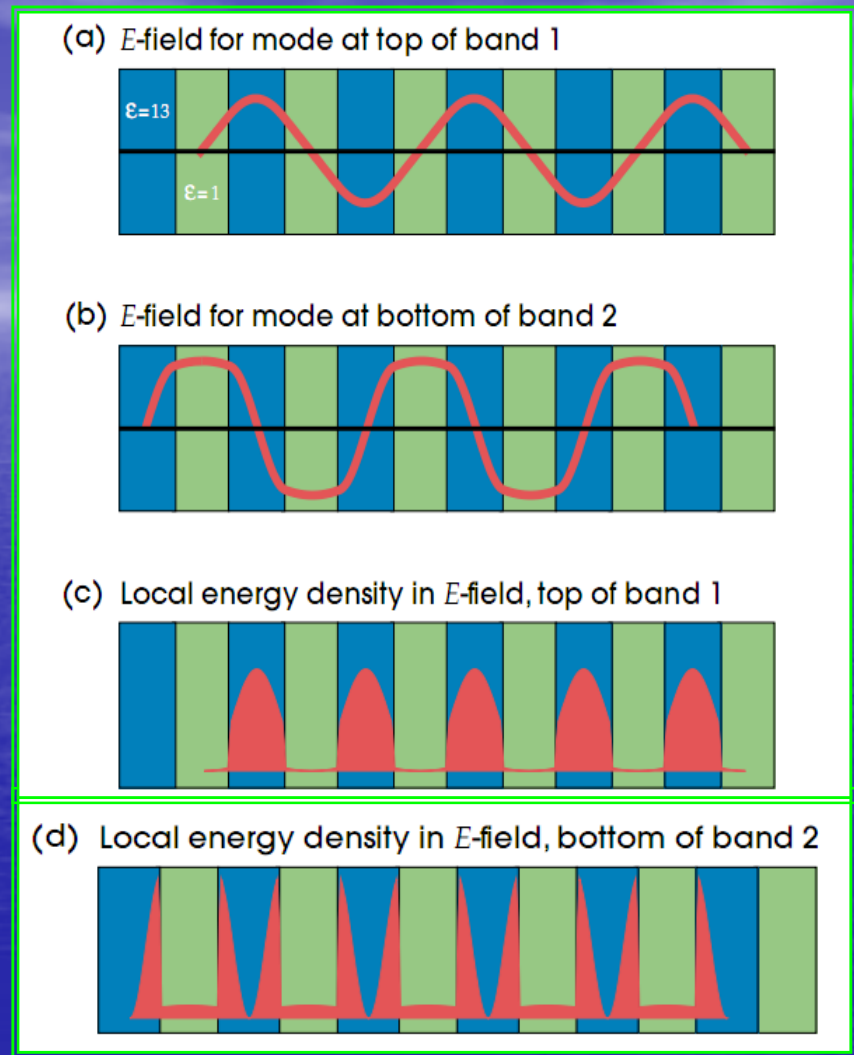
+ Mode thấp nhất, thì tần số trung bình lớn nhất trong vùng có hằng số biến thiên cao và ngược lại.

+ Tần số lớn nhất ưu tiên tần số trung bình vùng có hằng số biến thiên cao.

→ có biến thiên → xuất hiện vùng cấm.



Hình 4: Mô tả và phân bố trường điện từ trong cấu trúc phân lớp

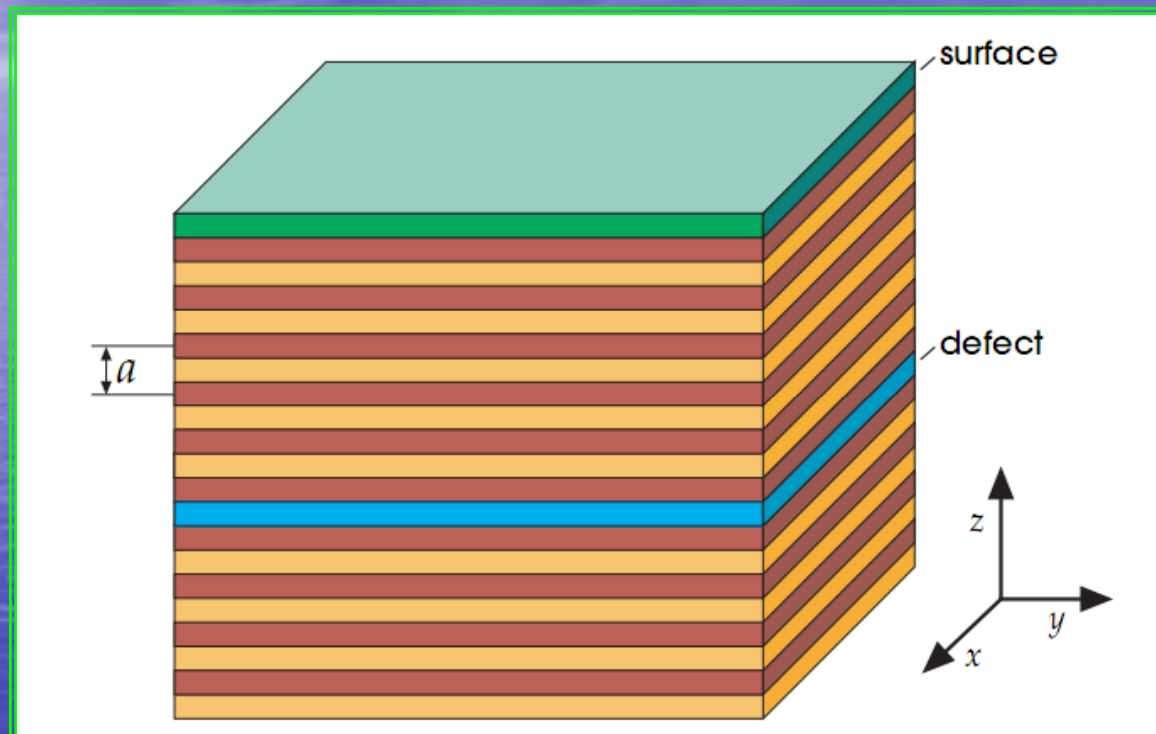


Hình 5: Mô tả và phân bố trường điện từ trong cấu trúc phân lớp

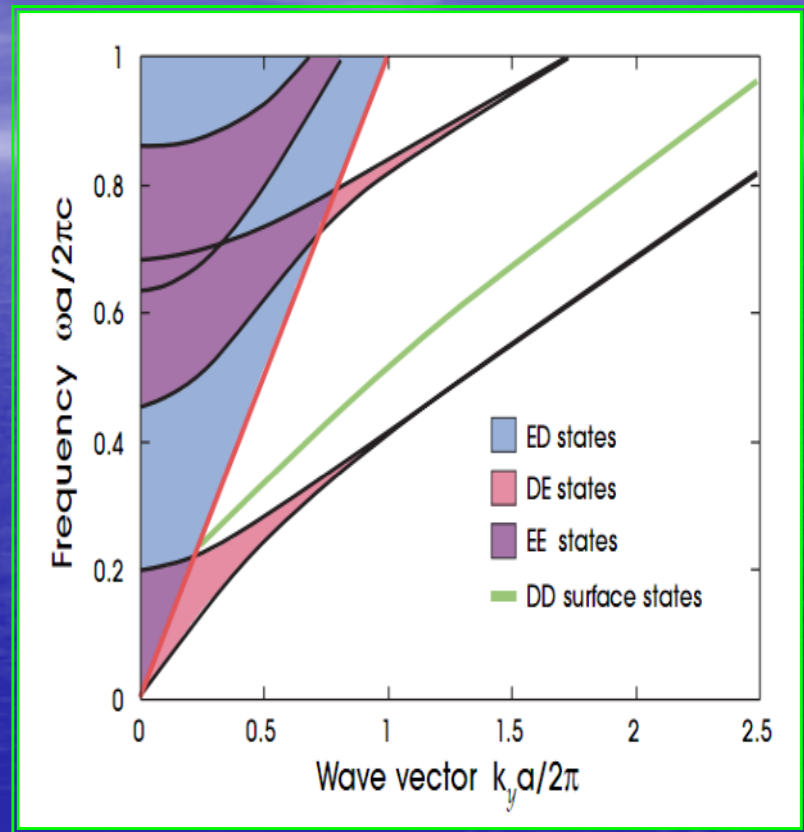
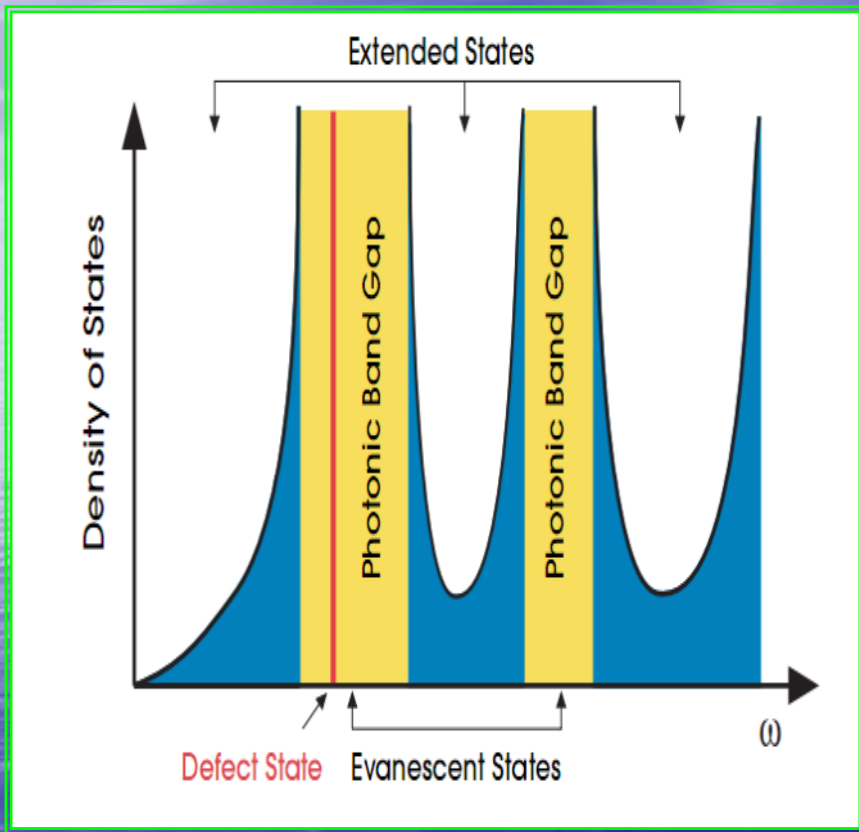




nh v ánh sáng b ng sai h ng và b m t



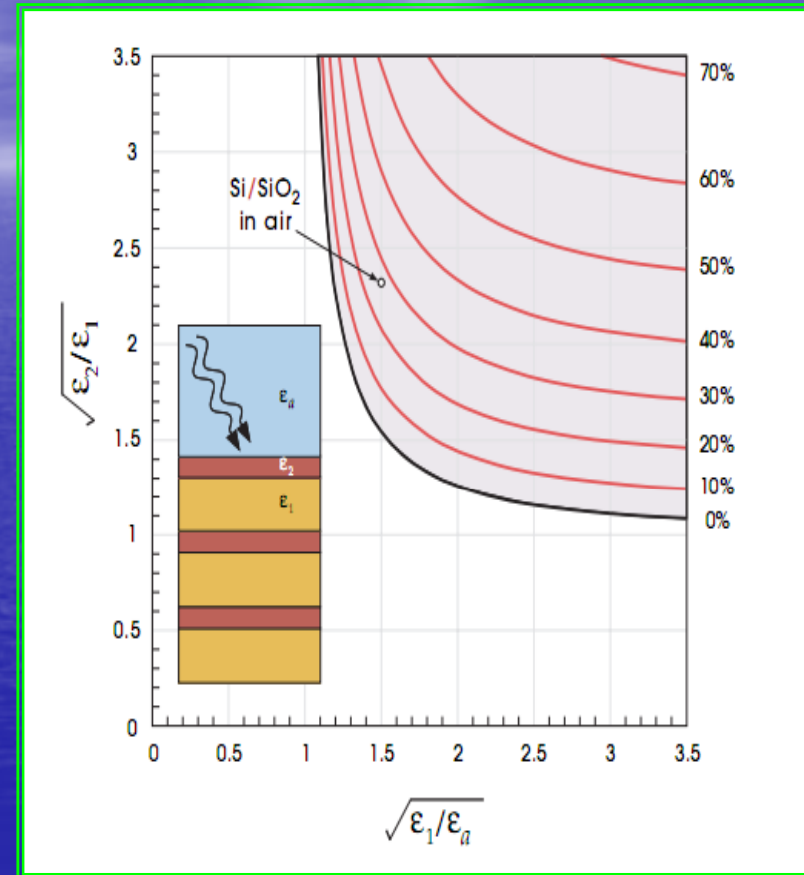
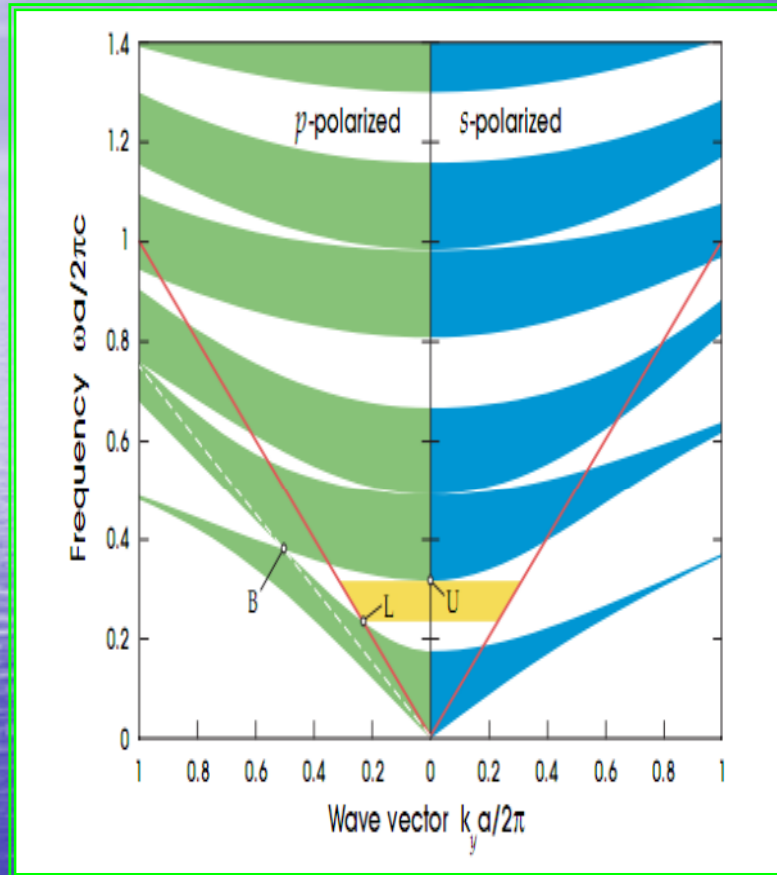
Hình 6: Mô t c u trúc có sai h ng



Hình 7:a) Mô tả hàm mật độ trạng thái

b) Trạng thái bẫy trong vùng cấm

# Grating Bragg



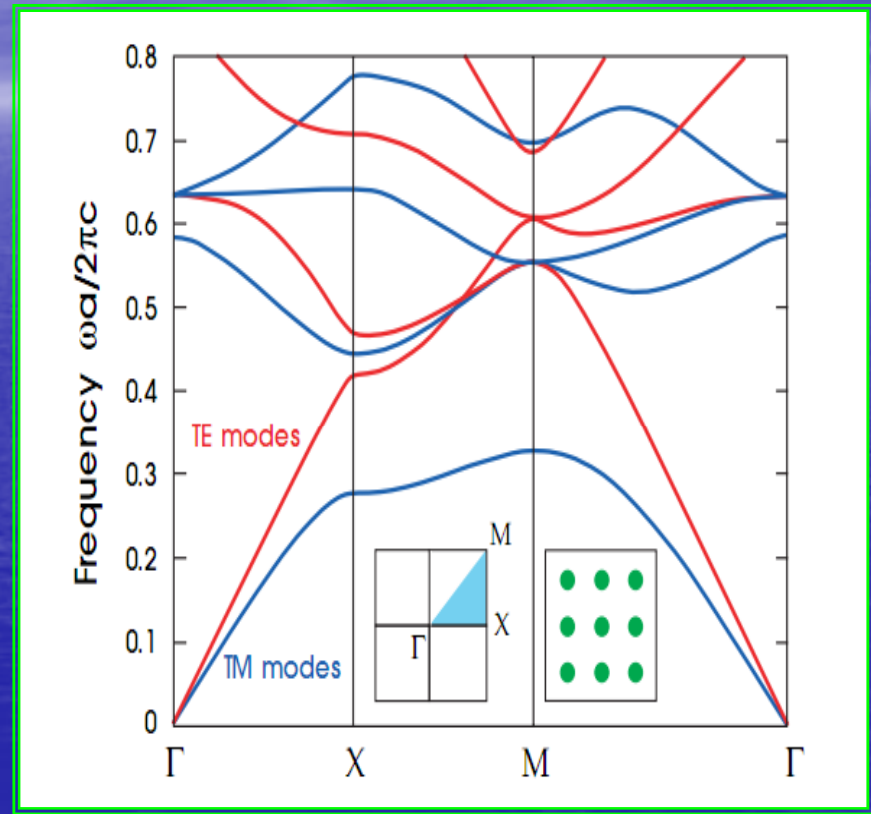
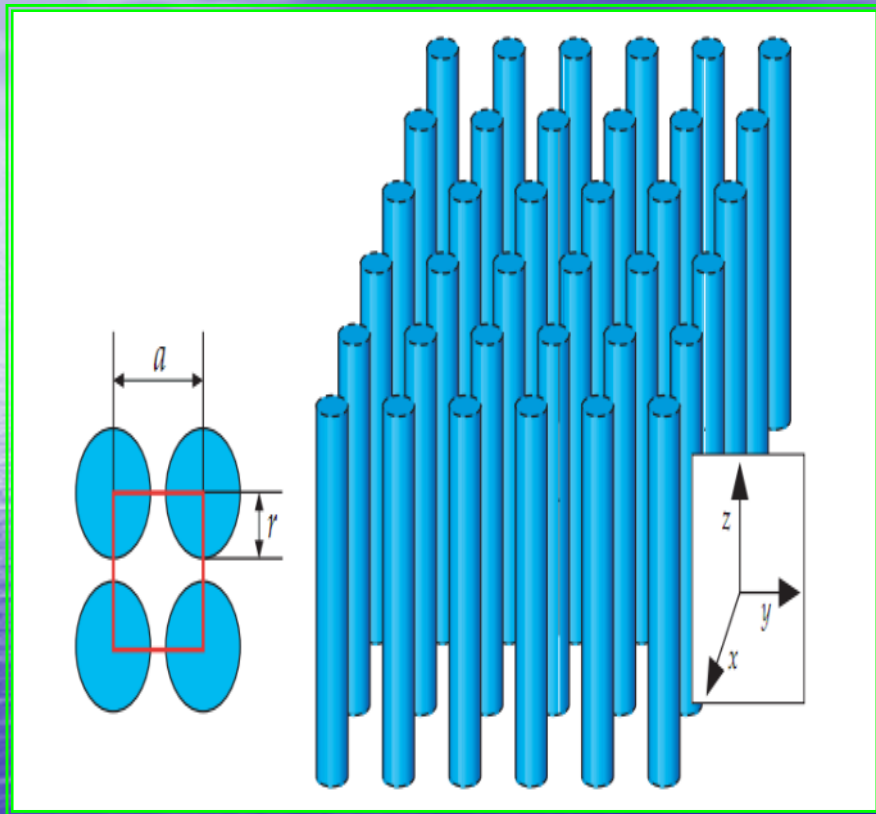
Hình 8: a) Vùng cho phép photon ánh sáng (trái)  
 b) r ng vùng cấm photon hàm (ph i)

## TINH TH PHOTONIC 2D

- Là tinh thể mà cấu trúc của nó là sắp xếp tuần hoàn của vật li u i n môi theo 2 h i ng và i ng nh t theo h i ng còn l i
- Có 3 cấu trúc c b n cho tinh thể photonic 2D.
- Do có i x i ng g i ng  $\rightarrow$  TM và TE ...



# C u trúc 1: m ng vuông các Rod i n môi



Hình 9: a) M ng vuông các rod i n môi

b) C u trúc vùng t ng ng



## Giải thích sự hình thành vùng cấm cho mode TM

### Mode TM...

E liên tục khi nhúng // Rods, các rod có  $\epsilon > n$   
Liên tục E tại trung tâm môi trường  $\rightarrow$  hình thành tại trung tâm  $\rightarrow$   
**xuất hiện** vùng cấm.

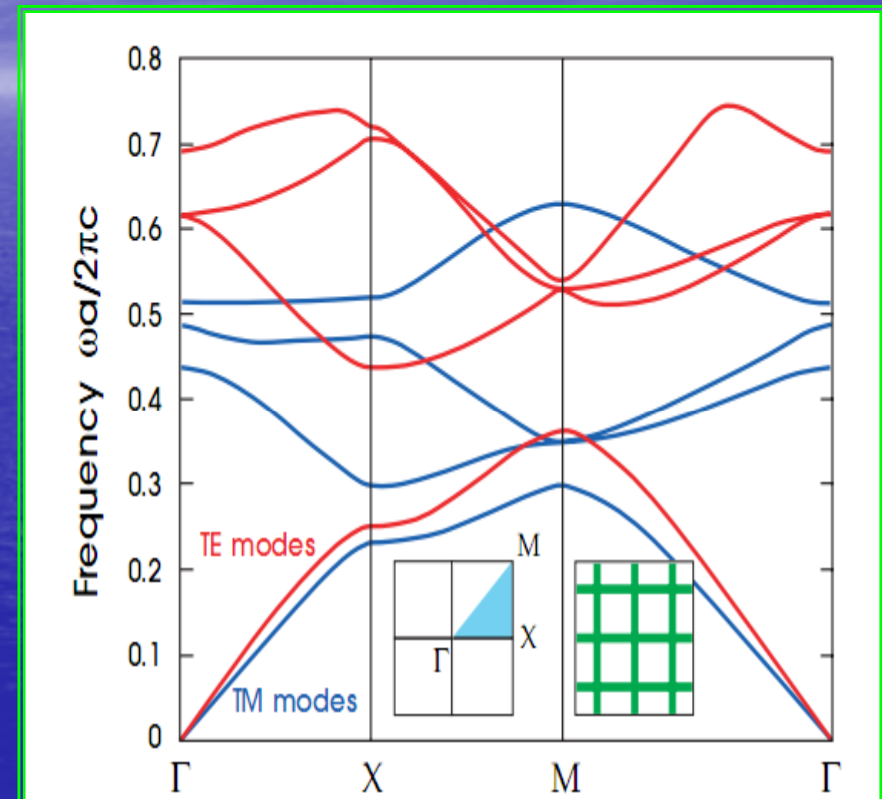
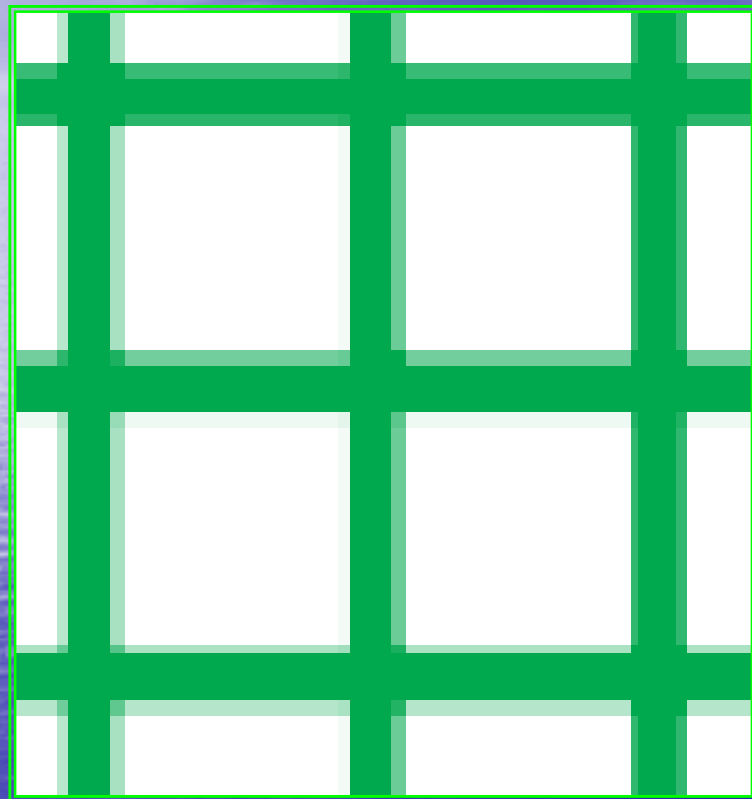
### Mode TE...

E tại trung tâm nút tại ngang các Rod + điều kiện liên tục  $\rightarrow$  sự liên tục E ra vùng cấm  $\rightarrow$  hình thành tại trung tâm  $\rightarrow$   
giảm  $\rightarrow$  **không xuất hiện** vùng cấm.

Table 1

	TM	TE
Dielectric band	83%	23%
Air band	32%	9%

## Cấu trúc 2: Mạng vuông các vein ỉn môi



Hình 10: a) Mạng vuông các vein ỉn môi

b) Cấu trúc vùng tần số

## Giải thích sự hình thành vùng cấm mode TE

### Mode TM...

Vùng 1, E tập trung các đi m giao nhau, và vein d c, vùng 2 tập trung các vein ngang  $\rightarrow$  h s tập trung không l n  $\rightarrow$  không xuất hiện vùng cấm.

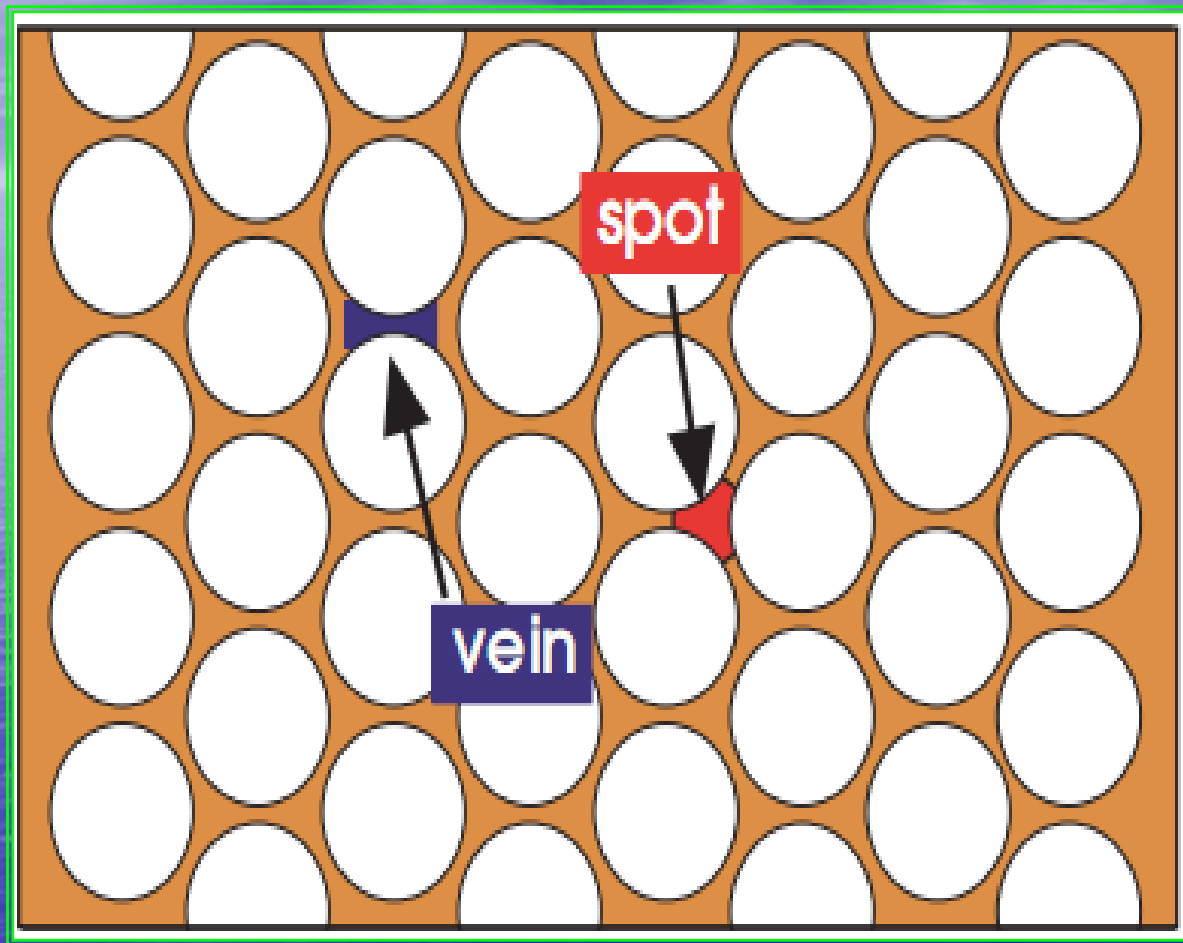
### Mode TE...

E di chuyển chủ yếu theo vein d c  $\rightarrow$  mật độ phân bố năng lượng E b y sang kk,  $\rightarrow$  h s tập trung l n  $\rightarrow$  xuất hiện vùng cấm.

	TM	TE
Dielectric band	89%	83%
Air band	77%	14%



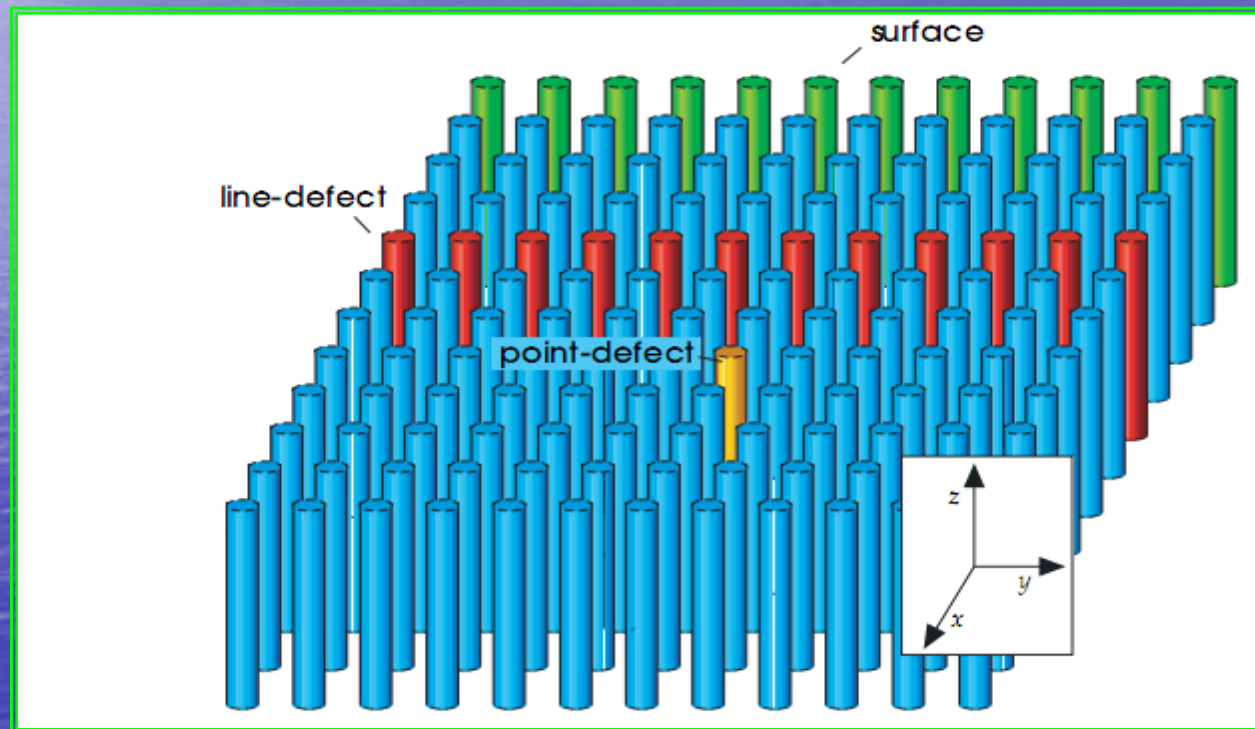
## C u trúc 3: m ãng tam giác các hole không khí



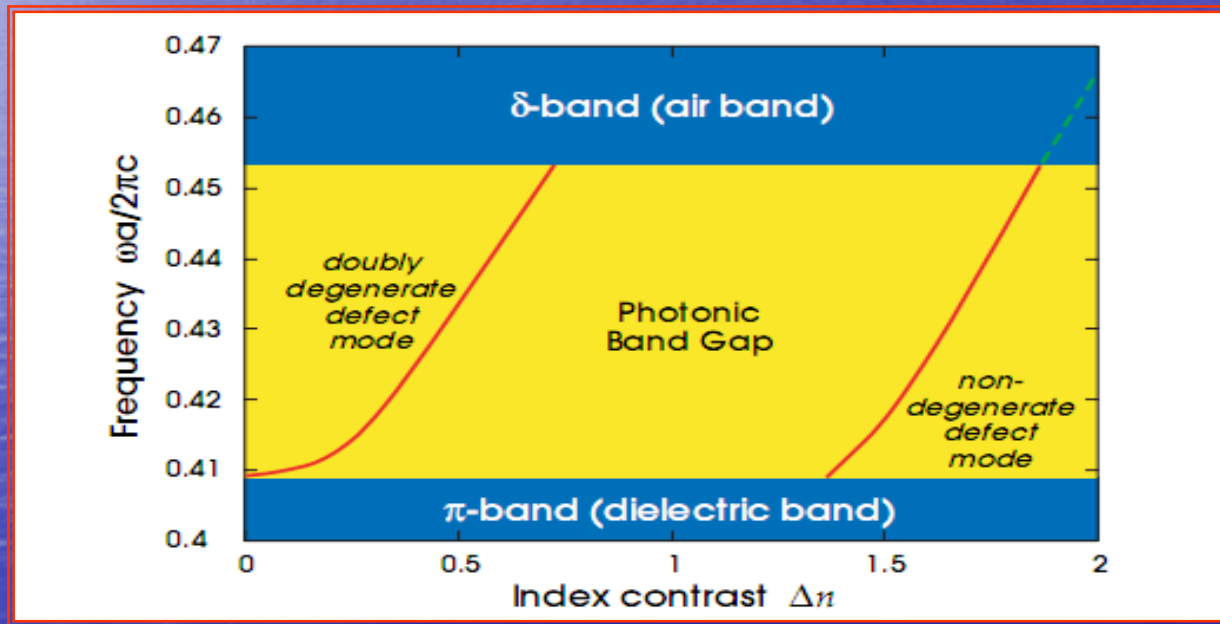
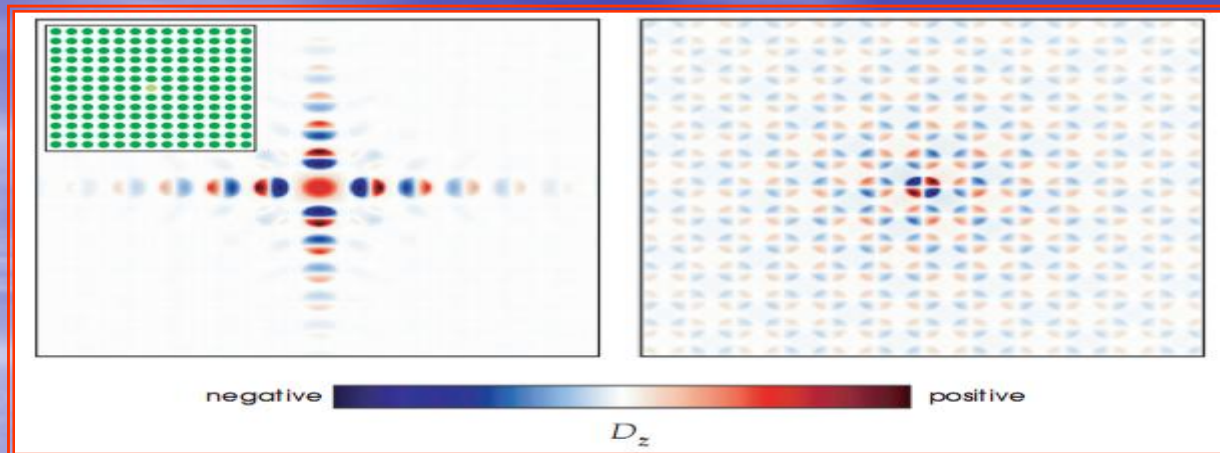
Hình 12: Mô t ã các vein và spot

# nh v ánh sáng b ng sai h ng

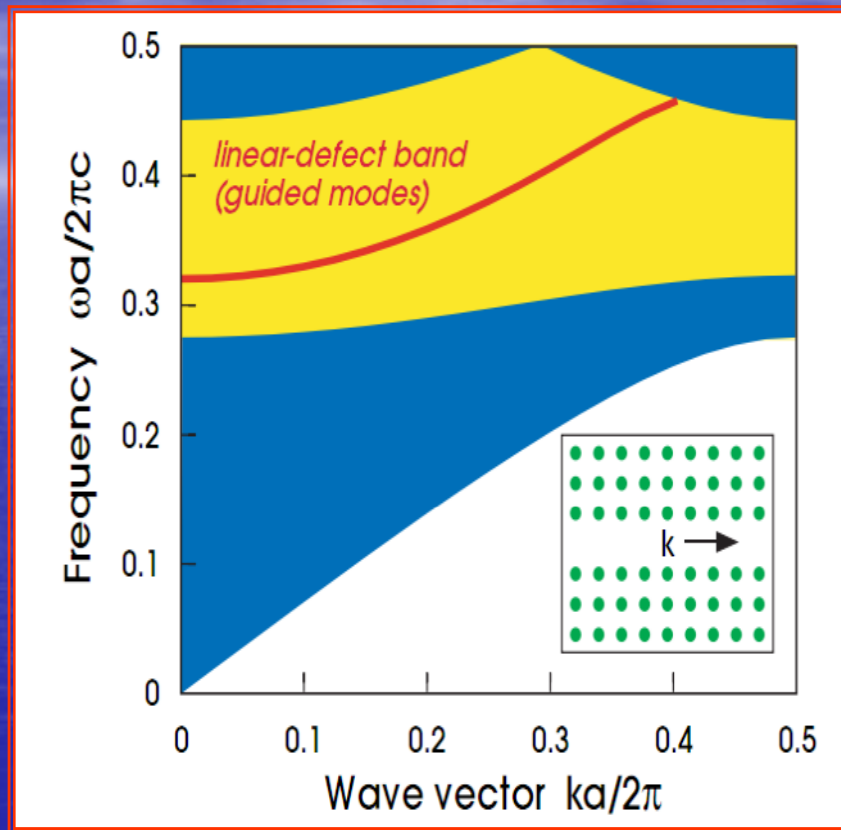
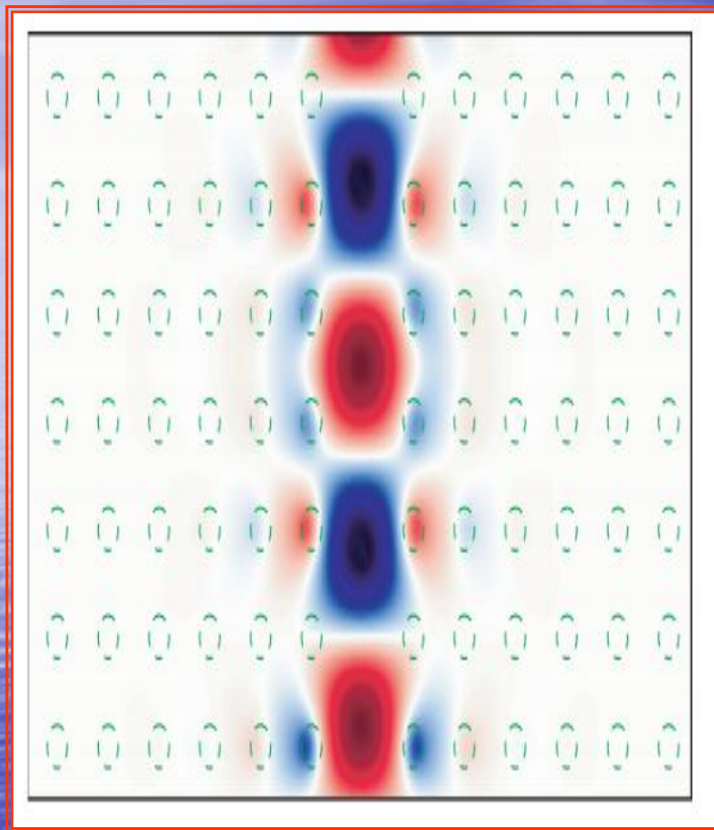
có 2 lo i sai h ng: sai h ng i m và ng



Hình 13: M ng vuông các rod i n môi có sai h ng i m và sai h ng ng



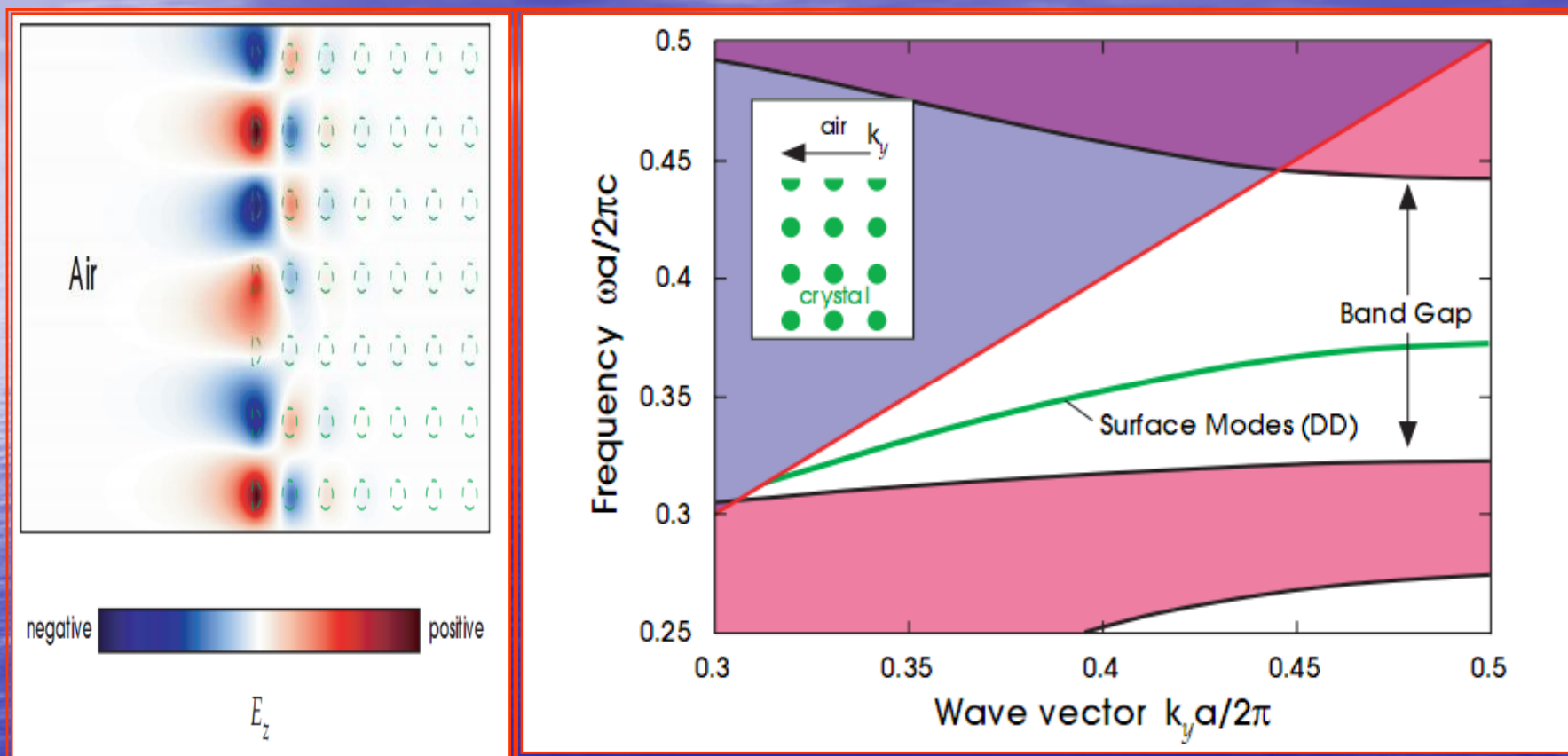
Hình 14: a) Mô tả cấu trúc và sai lệch (trên)  
 b) Cấu trúc vùng tần số (dưới). ( $\Delta n = 2$ )



Hình 15: a) Mô tả cấu trúc và sai hỏng (trái)  
 b) Cấu trúc vùng năng lượng (phải).



# nh v ánh sáng b ng b m t



Hình 16: a) Mô tả trường dịch chuyển bề mặt của một thanh  $\frac{1}{2}$  rod (trái)  
 b) Cấu trúc vùng tần số (phải)



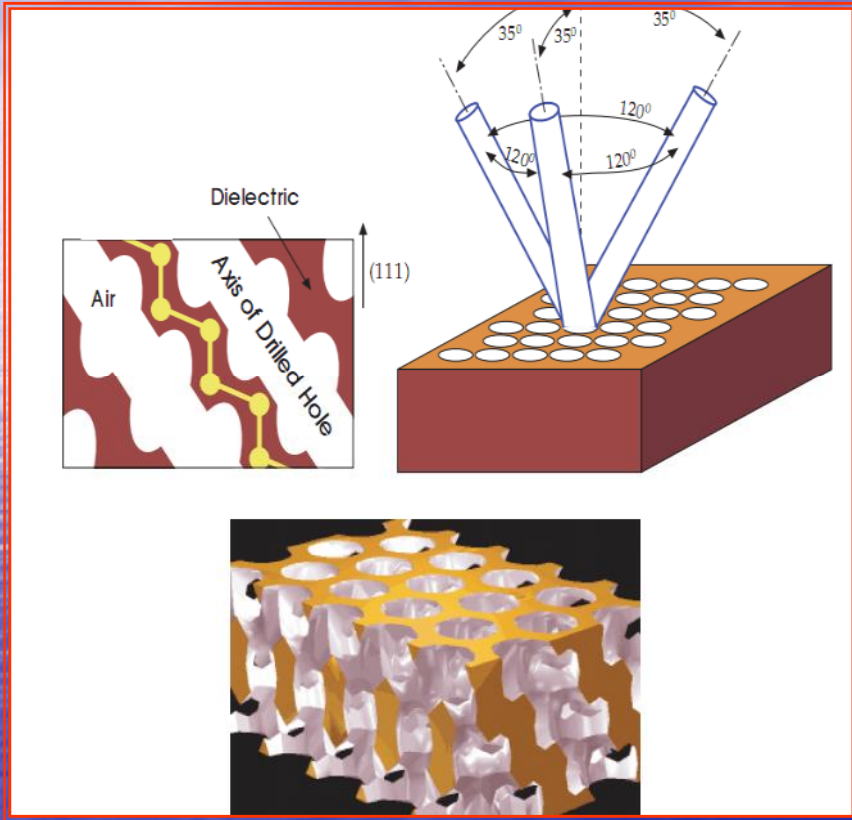
## TÍNH TH PHOTONIC 3D

- Là tính th mà c u trúc c a nó là s s p x p tu n hoàn c a v t li u i n môi theo 3 chi u

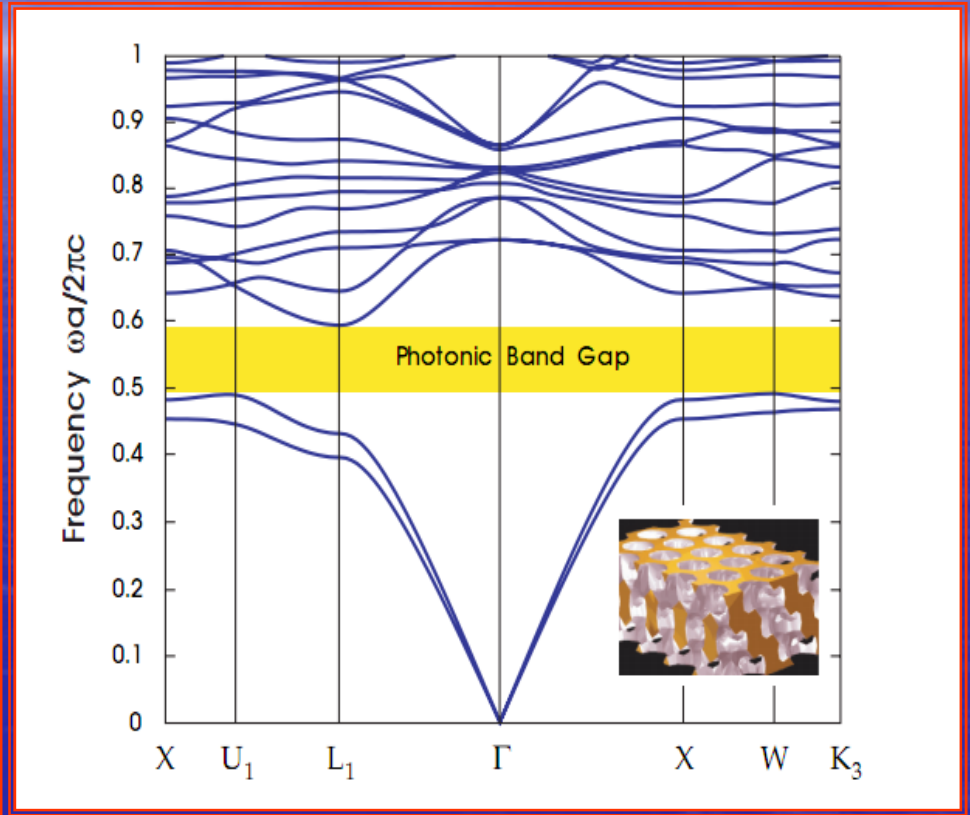
**Nh n xét:** s nghiên c u ra c u trúc 3D có th xem nh là ph n bù v m t tính ch t quang c a c u trúc 2D. Có ngh a là mong mu n t o ra vùng c m hoàn toàn theo 3 chi u.

→ Tính ch t quang t ng t nh 2D, nên ta không nh c l i, mà ch gi i thi u 1 s mô hình ã thi t k thành công cùng v i c u trúc vùng t ng ng mà thôi.

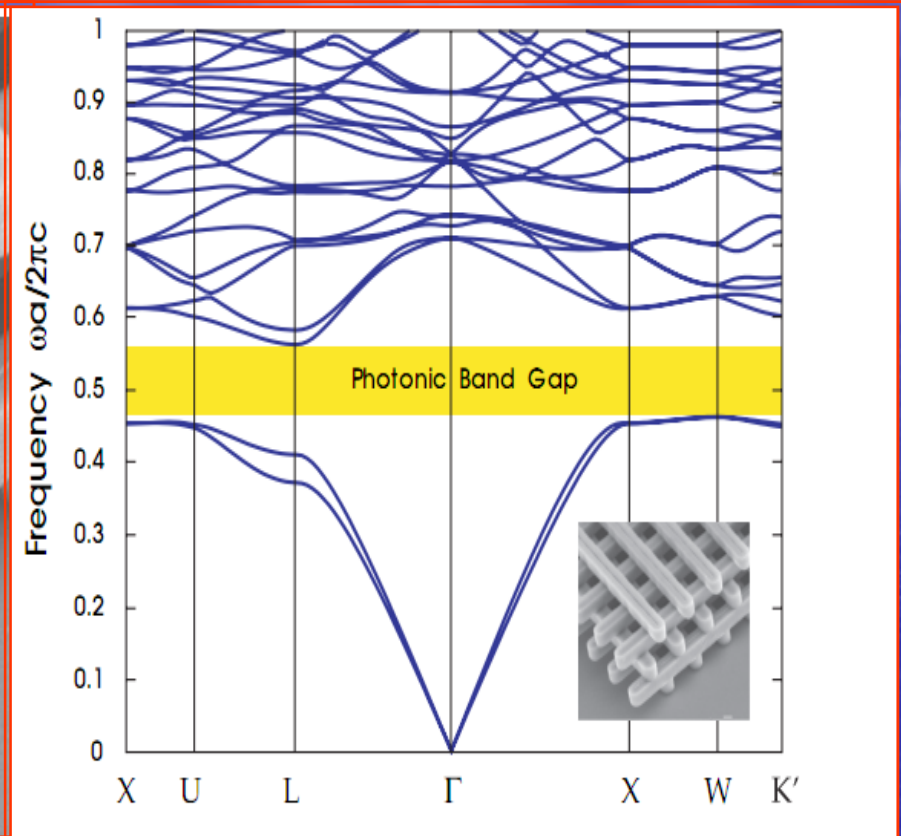
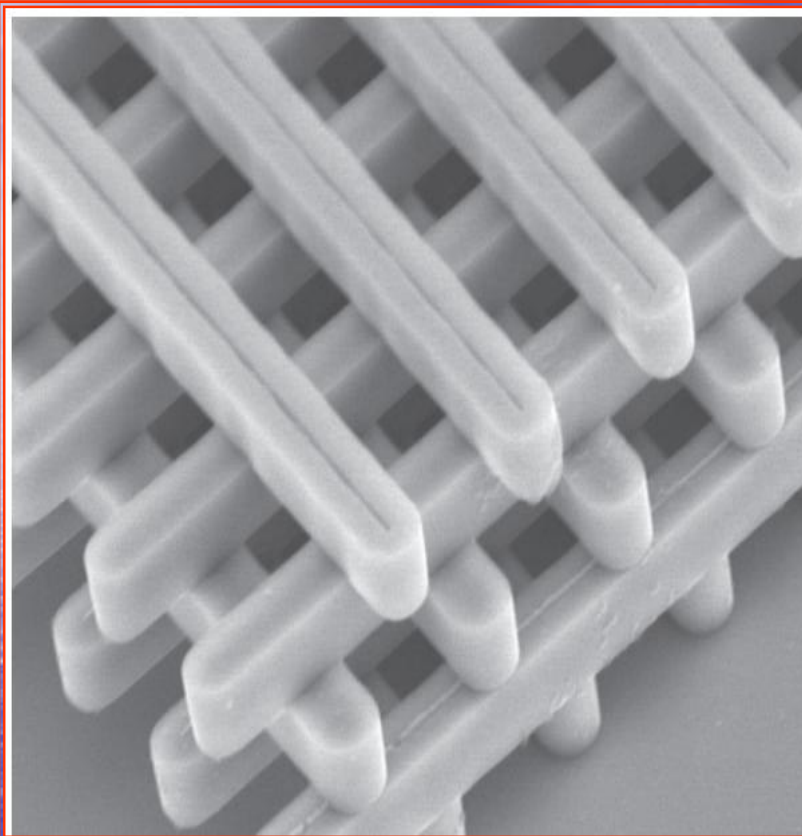
# Những mô hình thiết kế thành công



Hình 17: a) Cấu trúc 1



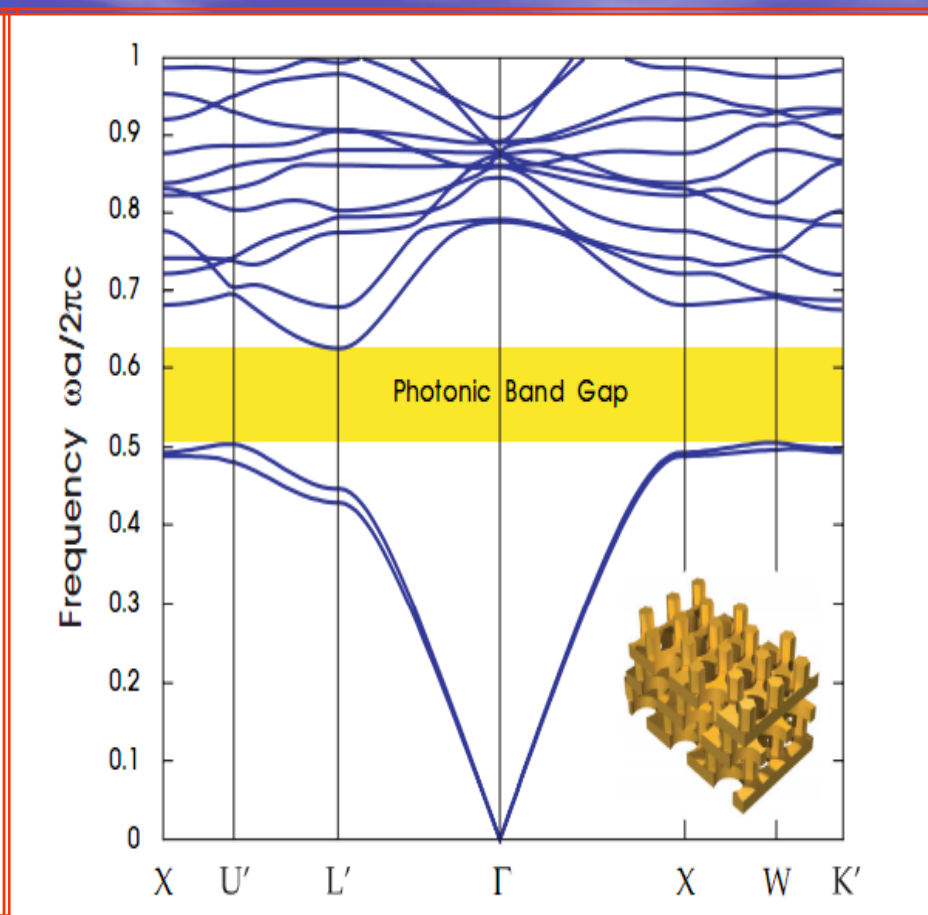
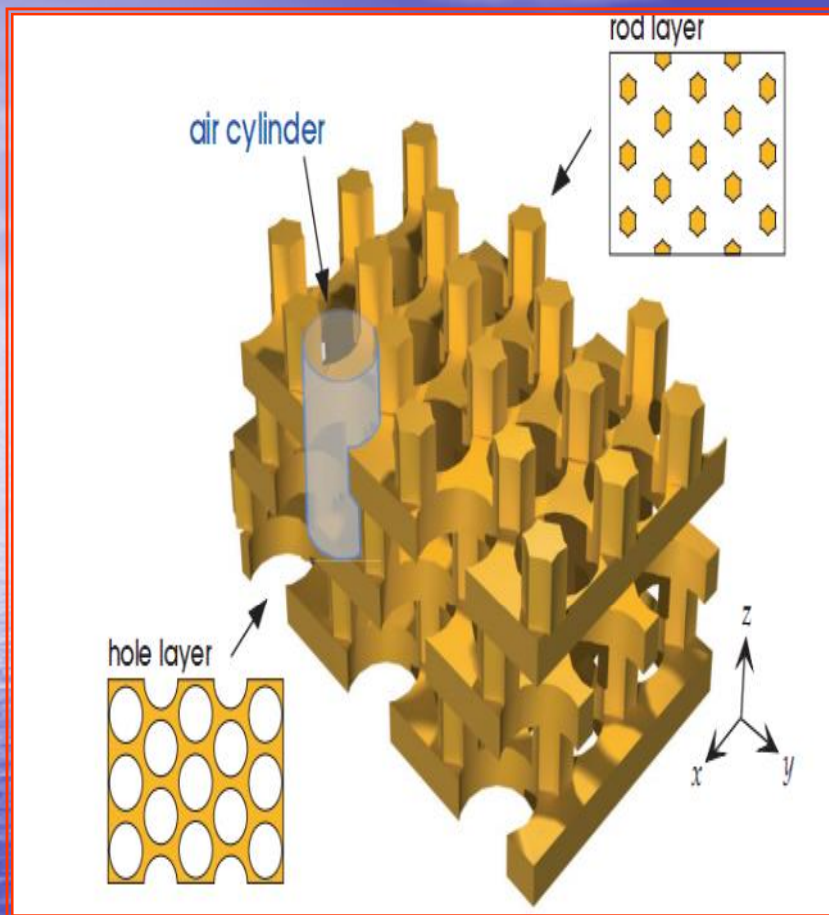
b) Cấu trúc vùng tần số



Hình 18: a) Cấu trúc 2

b) Cấu trúc vùng tần số





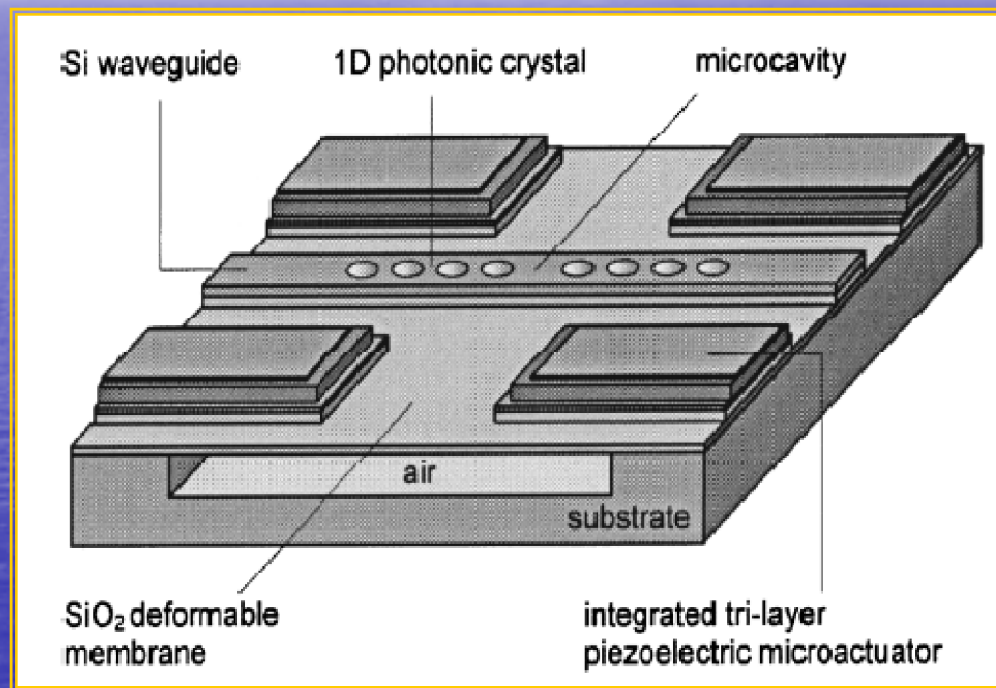
Hình 19: a) Cấu trúc 3

b) Cấu trúc vùng tần số



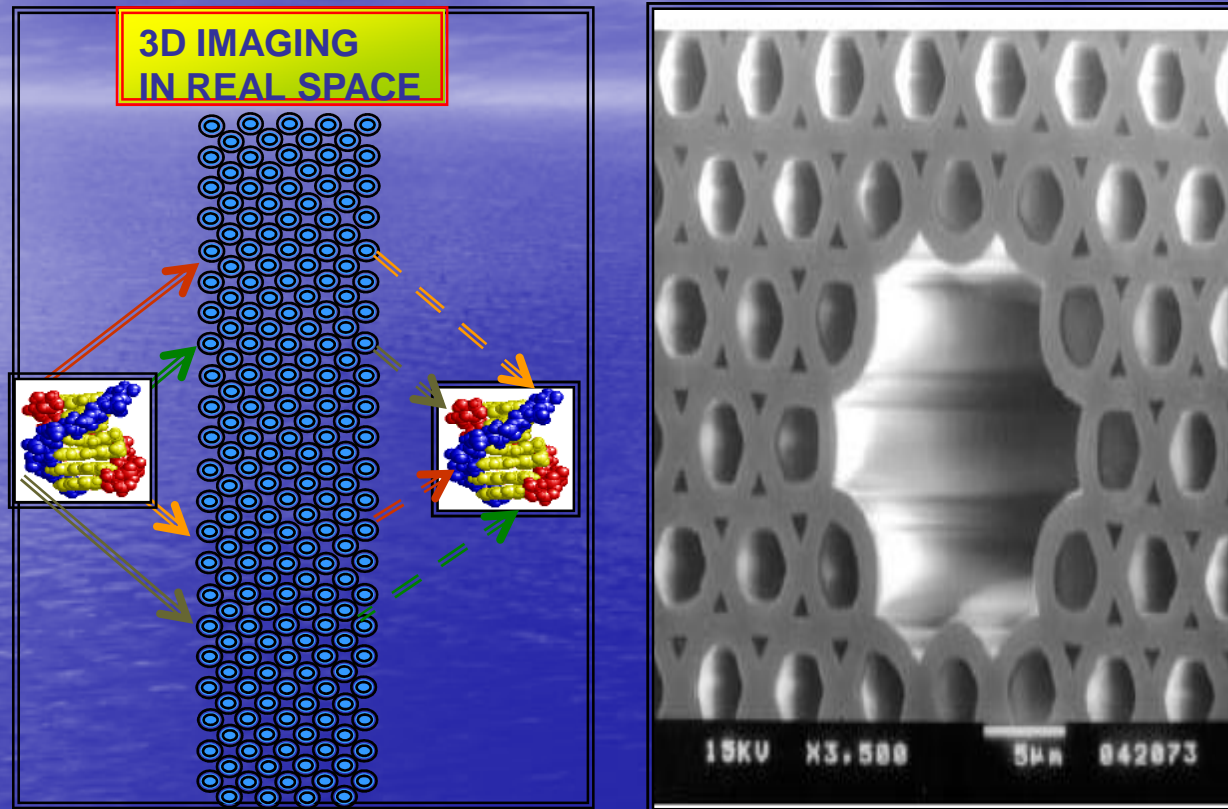
# NG D NG:

## Tr ng h p 1D



Hình 20: Mô t ng d n quang h c b ng  
tinh th photonic 1D trong m ch quang

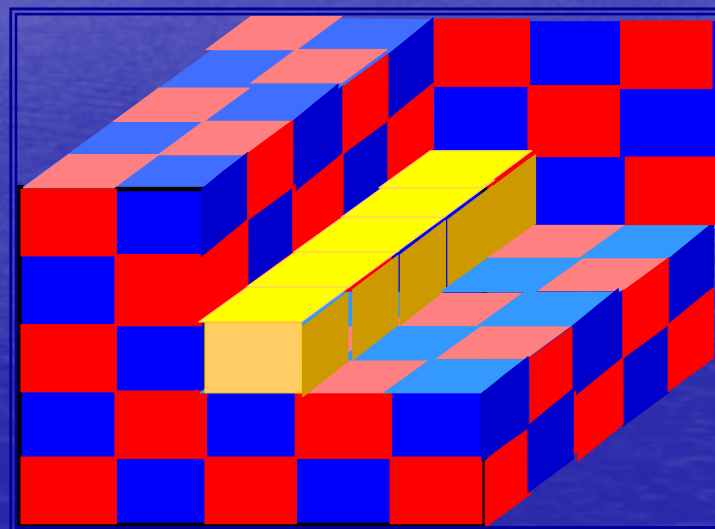
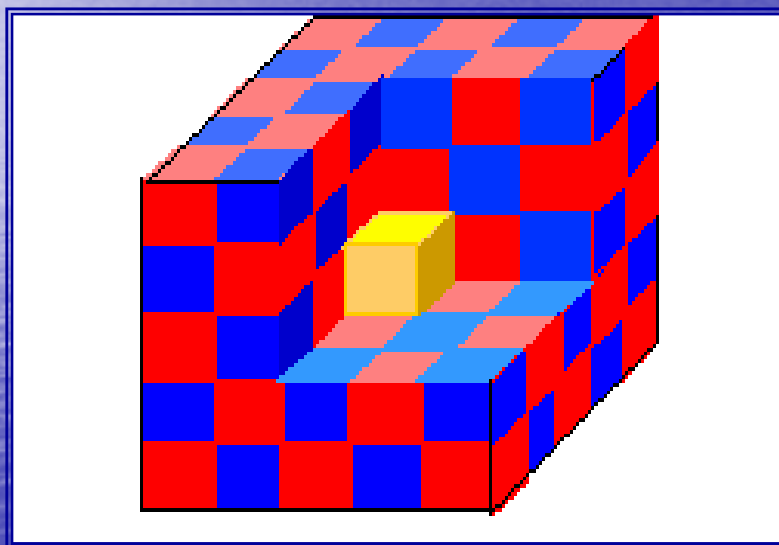
## Trình hình p 2D



Hình 21: a) Thụ kính thng

b) S i quang photonic

## Trình hình 3D



Hình 22: a) Biểu tượng hình ảnh quang học (trái)  
b) Biểu tượng ánh sáng (phải)



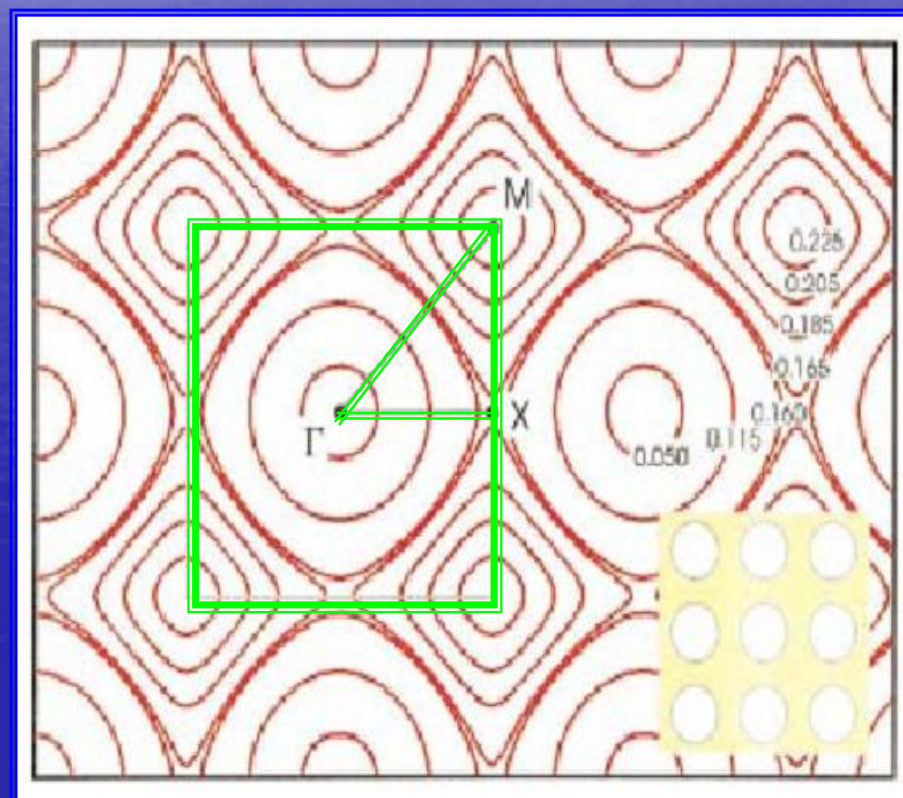
# Phân tích:

Công thức biến phân

$$U_f(\mathbf{H}) = \frac{(\nabla \times \mathbf{E}, \nabla \times \mathbf{E})}{(\mathbf{E}, \varepsilon(\mathbf{r})\mathbf{E})}$$
$$= \frac{\int d^3\mathbf{r} |\nabla \times \mathbf{E}(\mathbf{r})|^2}{\int d^3\mathbf{r} \varepsilon(\mathbf{r}) |\mathbf{E}(\mathbf{r})|^2}$$

$$\text{concentration factor} \triangleq \frac{\int_{\varepsilon=8.9} d^3\mathbf{r} \varepsilon(\mathbf{r}) |\mathbf{E}(\mathbf{r})|^2}{\int d^3\mathbf{r} \varepsilon(\mathbf{r}) |\mathbf{E}(\mathbf{r})|^2}$$

ứng với nút nút 2D



Variation p

rod



## NH N XÉT VÀ K T LU N

**Nh n xét:**

+ **u i m:** v t li u tinh th photonic có kh n ng:

- nh v ánh sáng b ng: mode d n và mode c ng h ng → ng d n sóng quang h c, bu ng c ng h ng laser
- Ch n l c ánh sáng → th u kính b ng thông h p, g ng i n môi

+ **Nh c i m:** hi n vi c nghiên c u tinh th photonic ang trong giai o n th nghi m tri n khai th c t , do còn nhi u khó kh n trong k thu t ch t o.

**K t lu n:** v t li u tinh th photonic r t có ti m n ng cho ngành công nghi p i n t - vi n thông → c n c t p trung nghiên c u, em l i l i ích cho xã h i.



Chân thành cảm ơn!

Quý thầy cô và các bạn đã quan tâm theo dõi