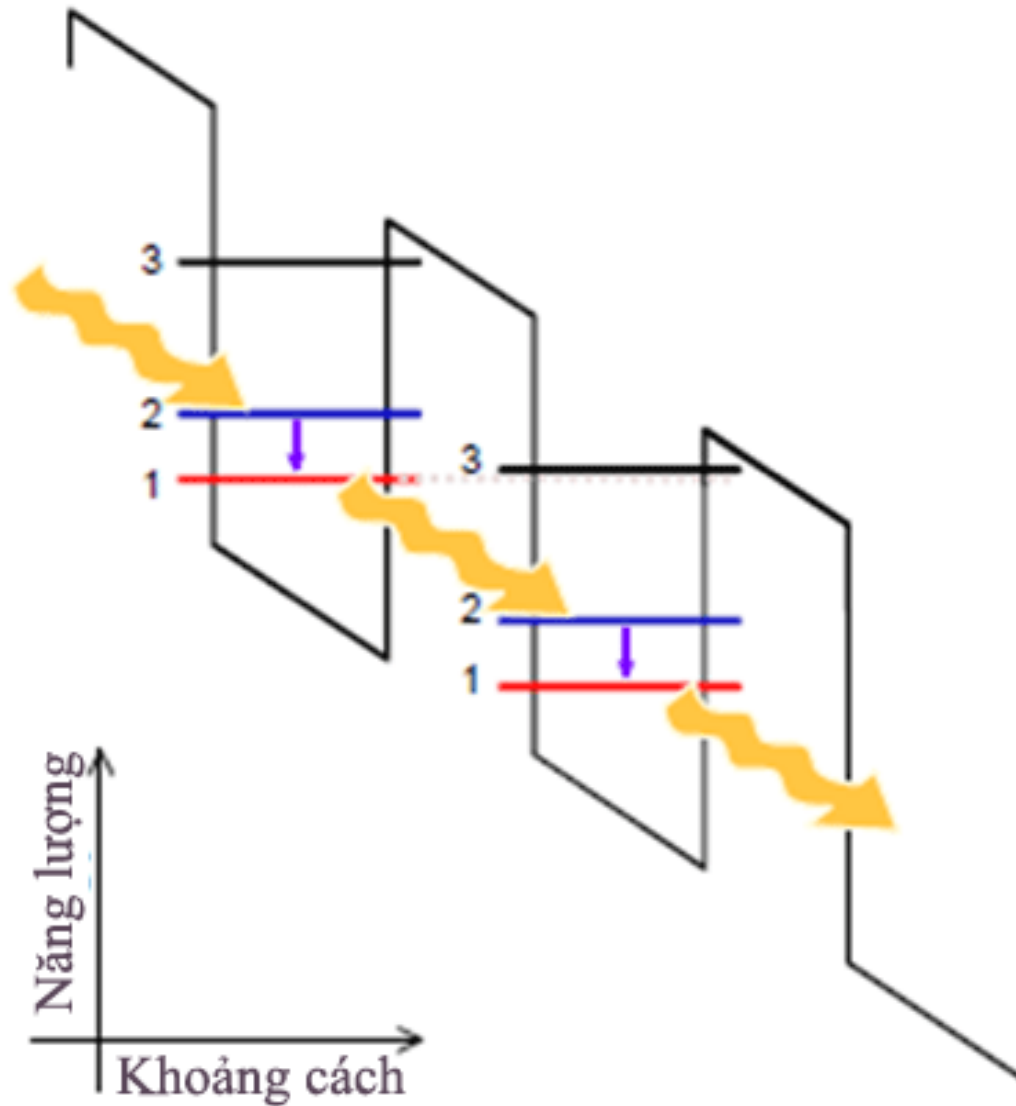


[www.mientay.vn.com](http://www.mientay.vn.com)

# Laser t ñng l ñng t (QCL)

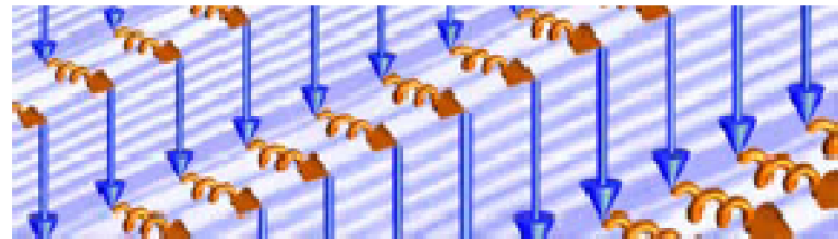
- 1. ôi nét v l ch s
- 2. c i m
- 3. Nguyên lí ho t ñng
- 4. ñg d ñg

Ý tưởng cơ bản được đề xuất năm 1971, do Kazarinov và Suris (Ioffe) đã thành công trong việc giải quyết vấn đề cách phun dòng chùm điện tử.



# Laser t ng l ng t (QCL)

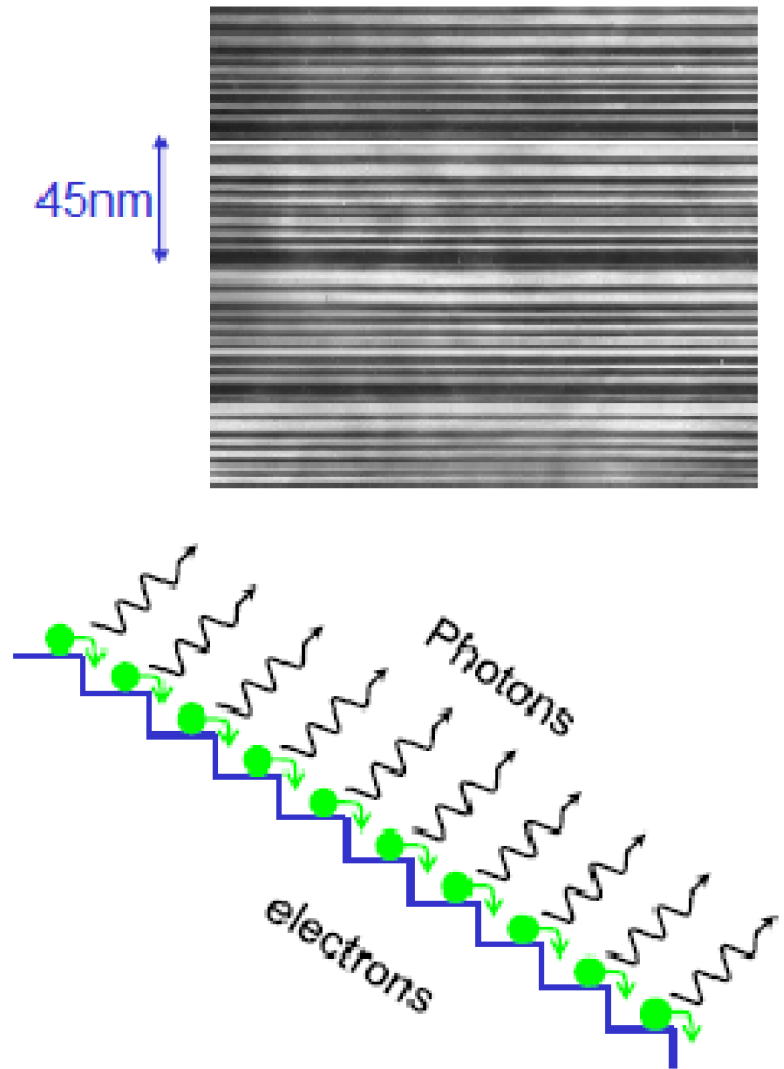
- Năm 1994, Faist và Capasso (Bell) in 1994 ã ch t o QC laser u tiên.



Ref: Lucent-web

- Chuyển động của electron bên trong mặt giếng lượng tử.
- Bước sóng phát ra không phụ thuộc vào vùng cấm mà phụ thuộc vào độ dài của các lớp thành phần.
- Cấu trúc bán dẫn - mặt chu kỳ các giếng lượng tử và hàng rào. Có thể có từ 80 đến 800 lớp riêng rẽ.
- Năng lượng electron thể hiện chuyển động trong giếng lượng tử, phát ra một photon.
- Với 80 giếng lượng tử mỗi electron phát ra 80 photon – hiệu suất cao
- Bước sóng 3 - 27  $\mu\text{m}$  (hàng ngói) công suất lên đến 1W (hàng xung) nhiệt độ phòng.

## c i m

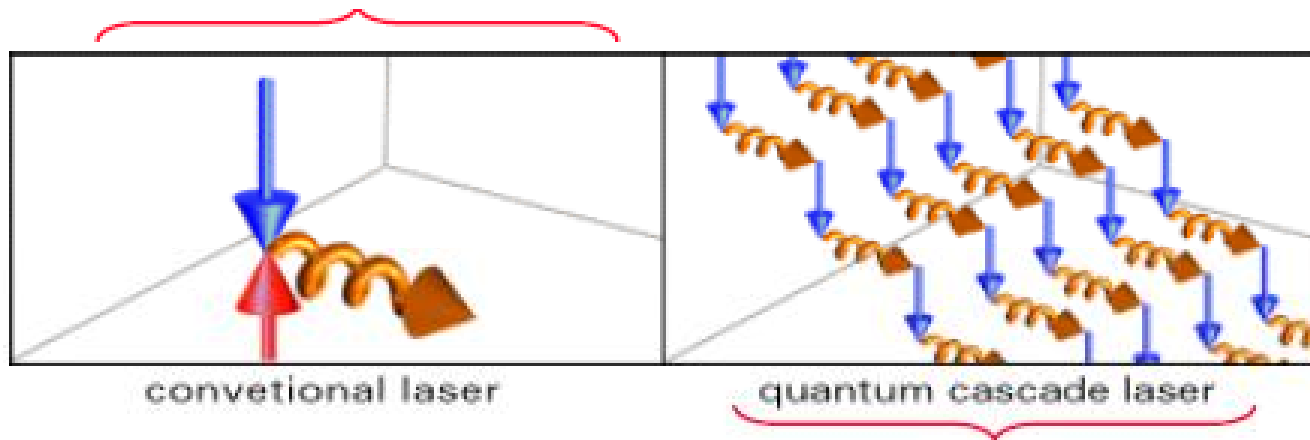


# Laser terahertz

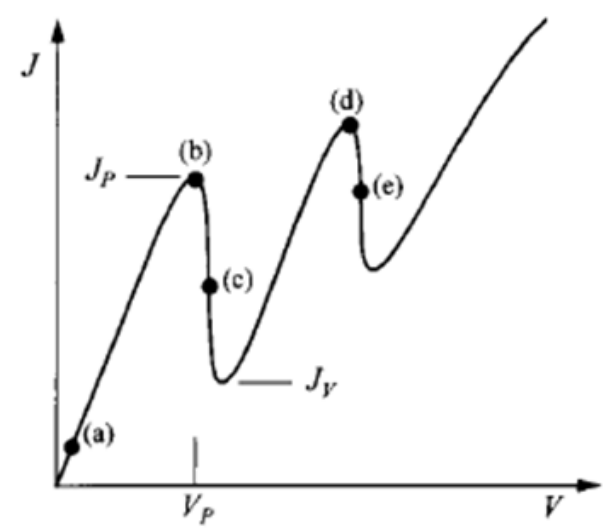
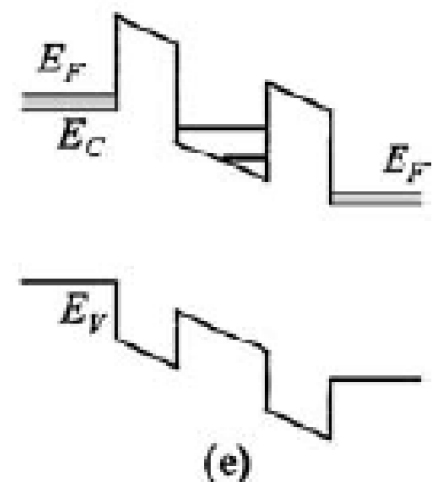
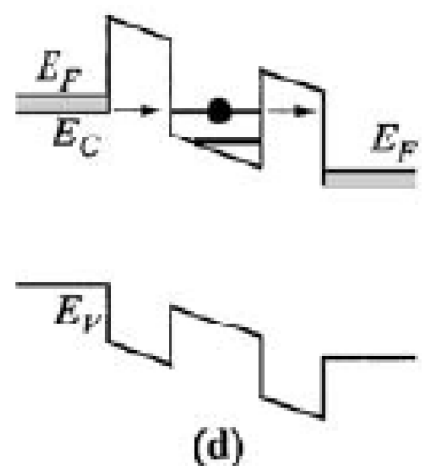
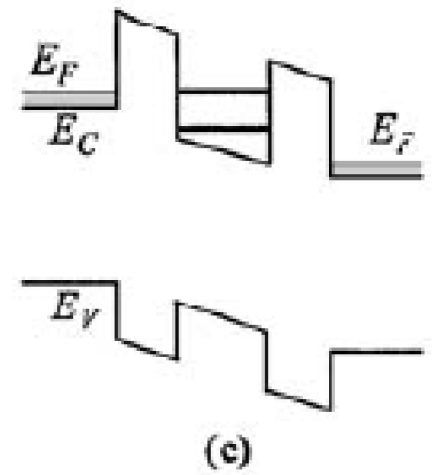
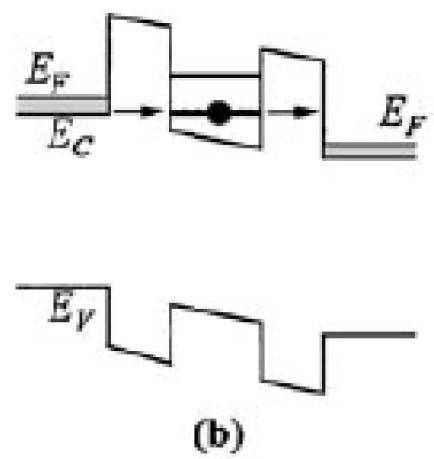
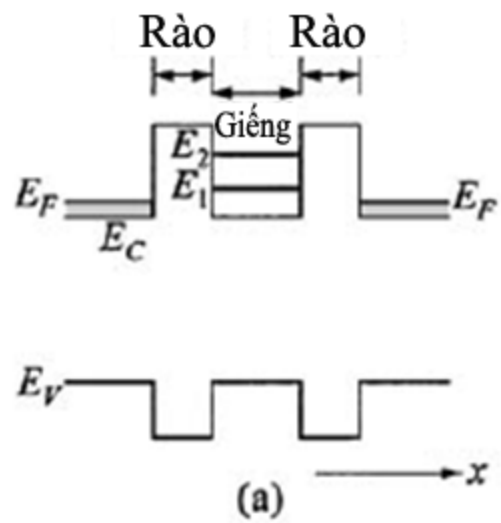
- Kể từ năm 2002 quá trình phát triển nhanh của laser terahertz có tần số THz - bước sóng lên đến  $150\mu\text{m}$ .
- Cấu trúc giếng lượng tử GaAs/AlGaAs - sử dụng chia tách mức năng lượng để điều chỉnh bước sóng giếng lượng tử.
- Điều chỉnh bước sóng hàng rào và thời gian chui hầm cho phép điều khiển chính xác thời gian sống của trạng thái - cho phép đo femtosecond.

# QC Laser và laser thông thường

- Một cặp electron – lỗ trống khi tái hợp sẽ phát ra một bức xạ
- Sẽ tham gia của electron và lỗ trống: thì tất cả năng lượng
- Bị bức xạ đi ra khi nằm trong vùng cấm của vật liệu

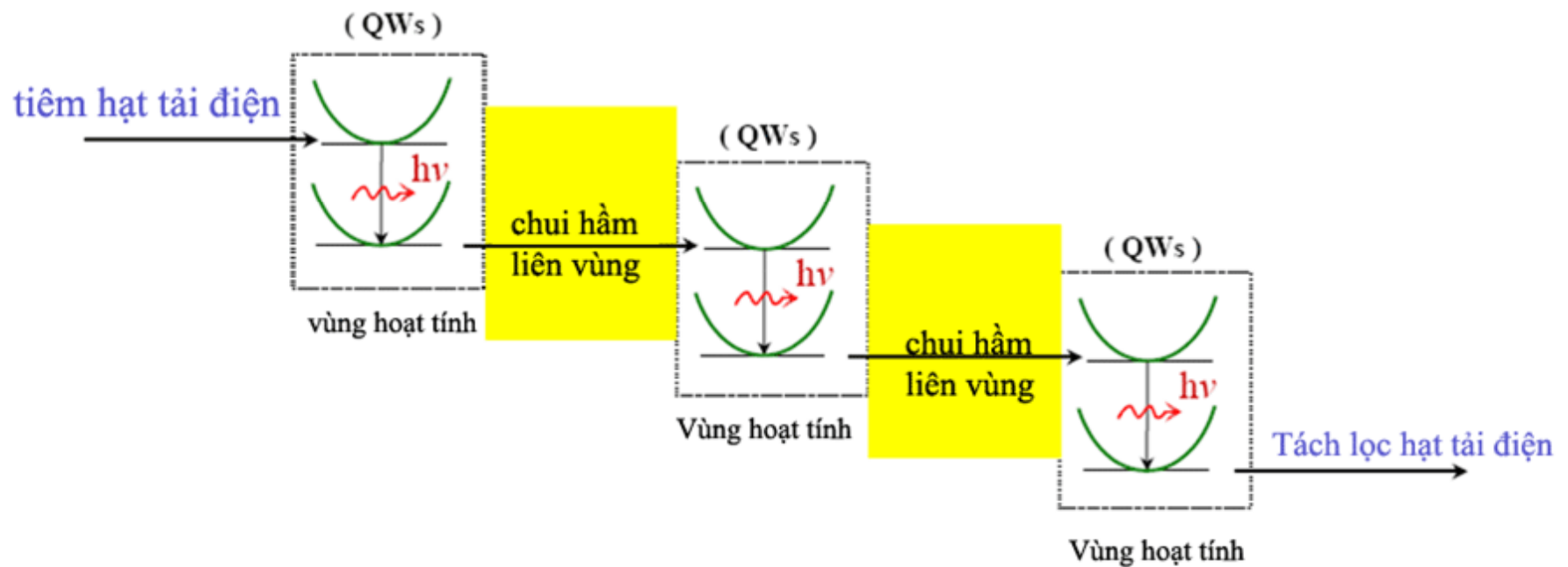


- Một electron có thể phát nhiều photon
- Bị bức xạ đi vào trong giếng lượng tử
- Năng lượng thừa phát vào sóng ghép
- Có thể tận dụng mà không cần chế tạo laser thông thường
- Lý tưởng cho việc phát hiện, theo dõi ô nhiễm hóa học v.v....

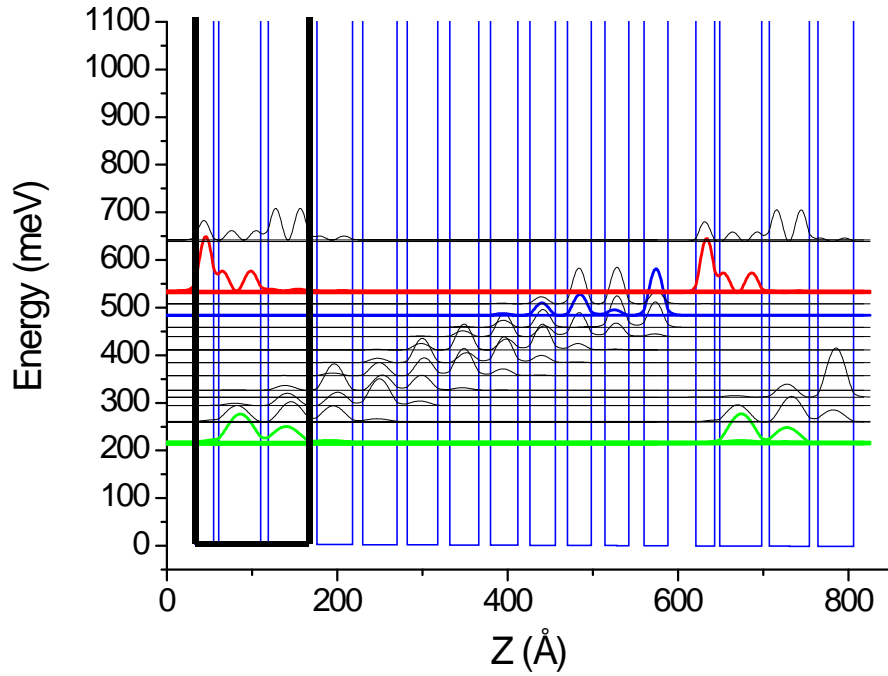




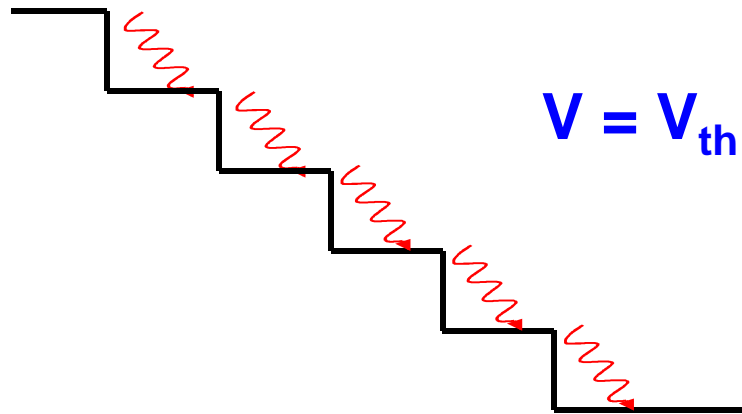
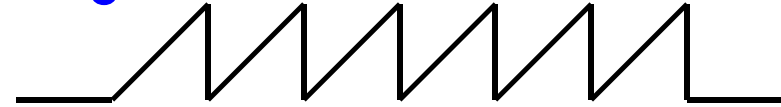
# Laser tầng lượng tử



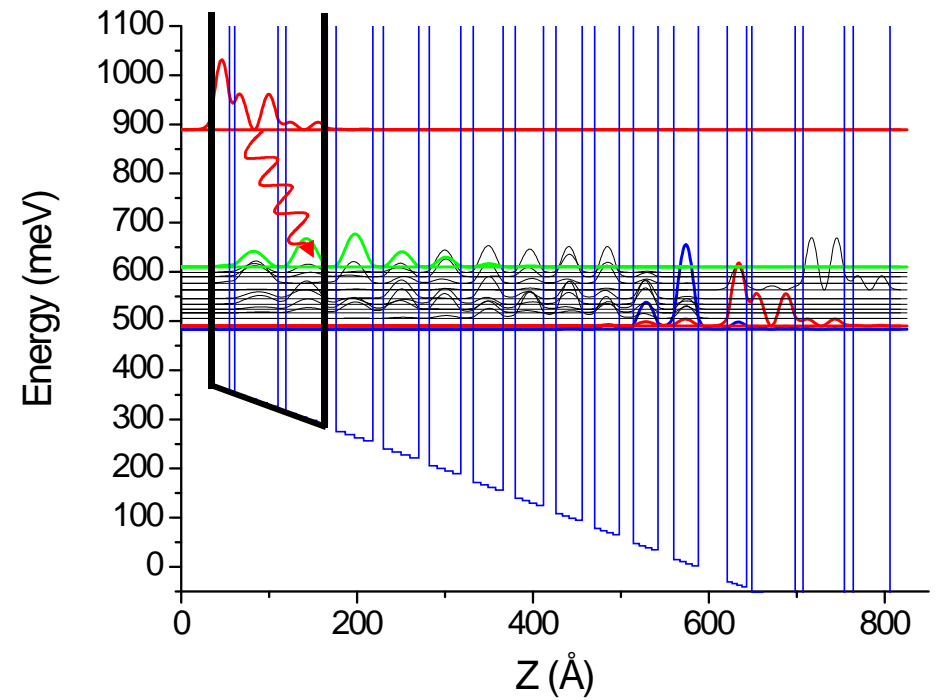
# T h r n g c a s a n g t h b c t h a n g



$V = 0$

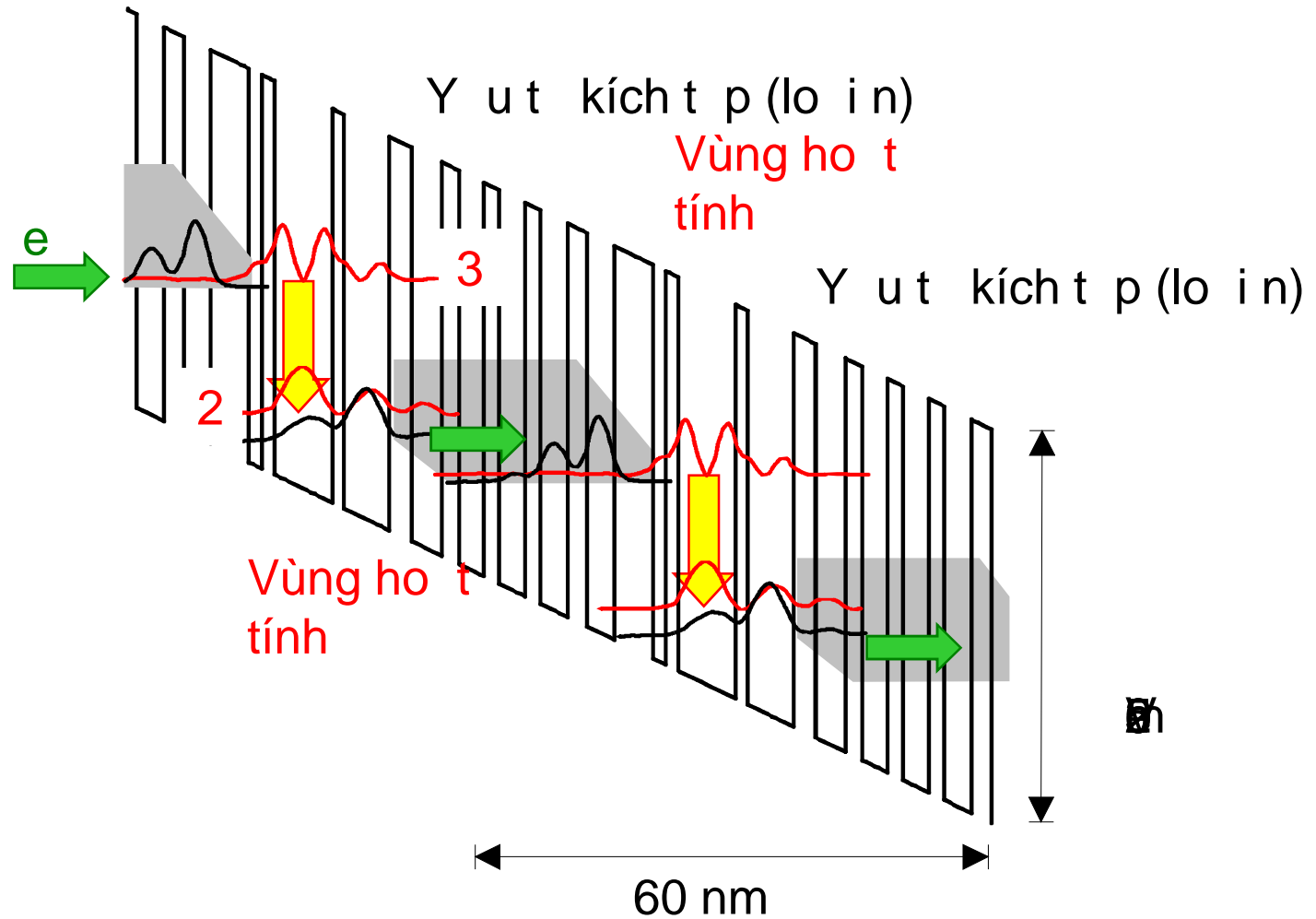


$V = V_{th}$

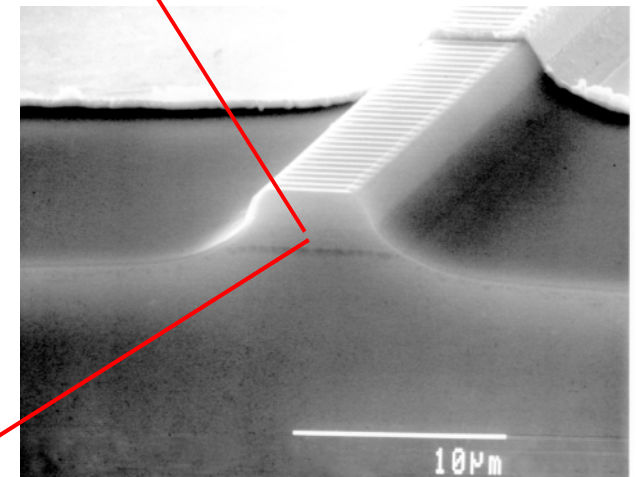
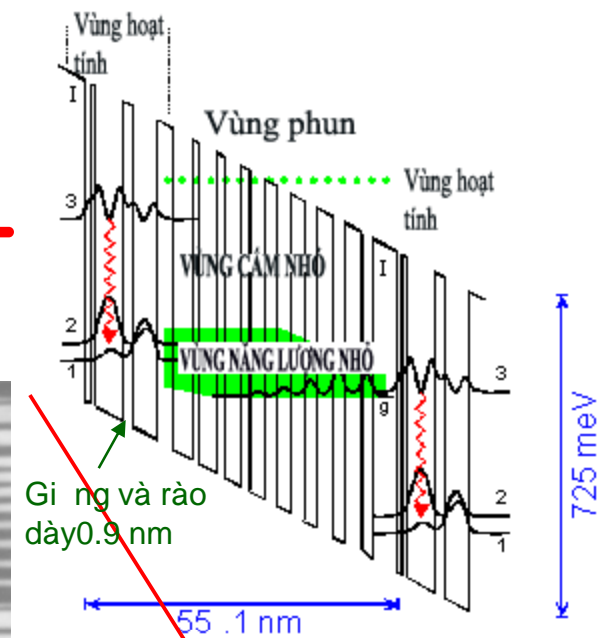
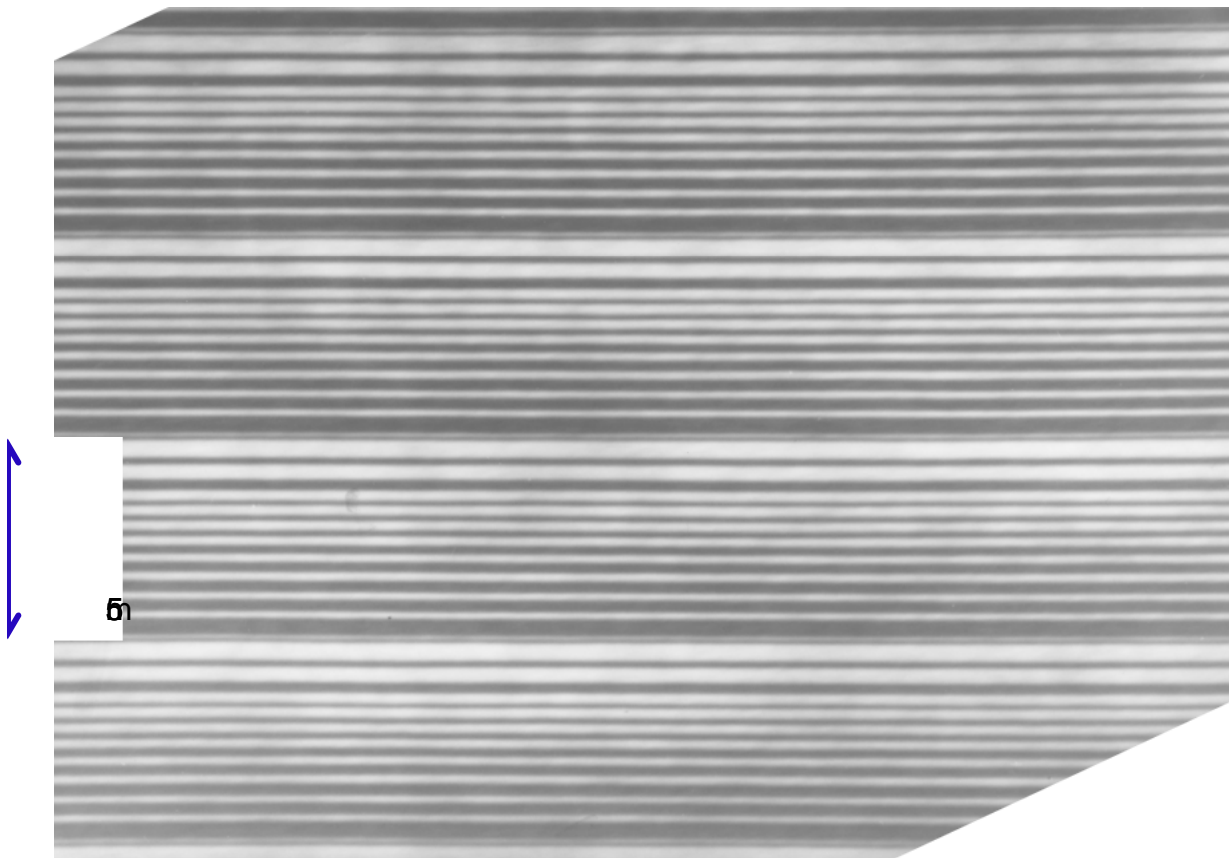


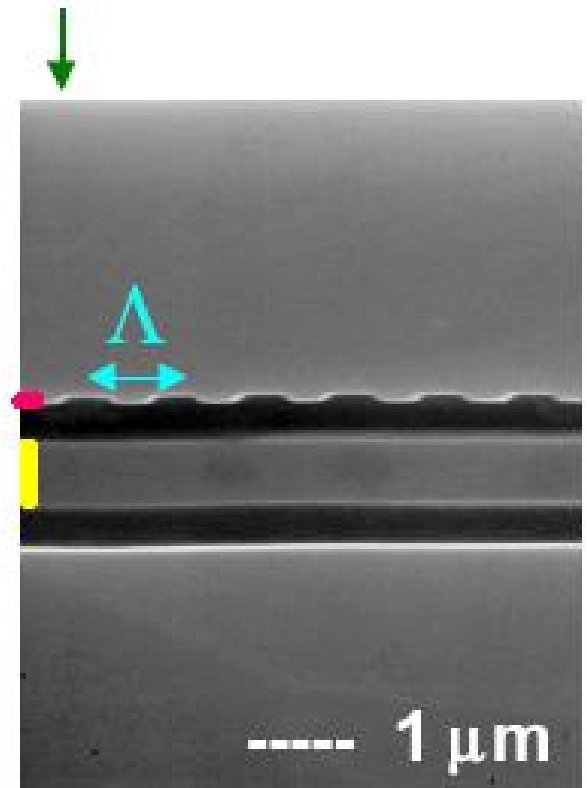
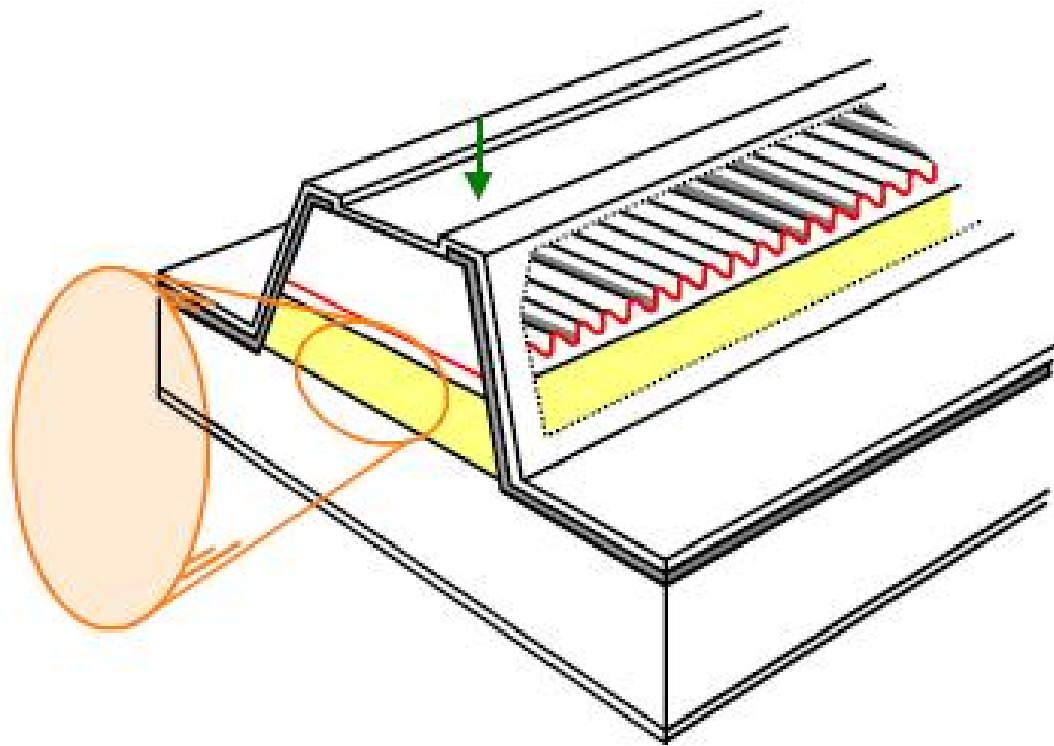
J. Faist, F. Capasso, et al. *Science* 264, 553 (1994)

# QC lasers



# Phương pháp chế tạo: MBE nh TEM / SEM





# Lĩnh vực ứng dụng của cảm biến khí

- **Ứng dụng phát xạ trong công nghiệp**
  - Máy móc công nghiệp
  - Báo cháy (phát hiện cháy sớm)
  - Phát xạ của xe hơi và máy bay
- **Ứng dụng phát xạ nông thôn**
  - Nông nghiệp và ngư nghiệp
- **Phát hiện khí trong môi trường**
  - Khí  $C_y$  của hóa học khí quyển (trái đất và hệ sinh thái)
  - Phát xạ khí núi lửa và dòng phun trào núi lửa
- **Phân tích hoá học và lưu khi vận chuyển công nghiệp**
  - Công nghiệp hoá học, dược, thực phẩm, bán dẫn
  - Phát hiện chất độc hoá học
- **Tàu vũ trụ và khám phá bất hành tinh**
- **Chuẩn đoán lâm sàng và y sinh**
- **Khoa học vũ trụ và quang hoá**

