

POLYMER SOLAR CELLS

1

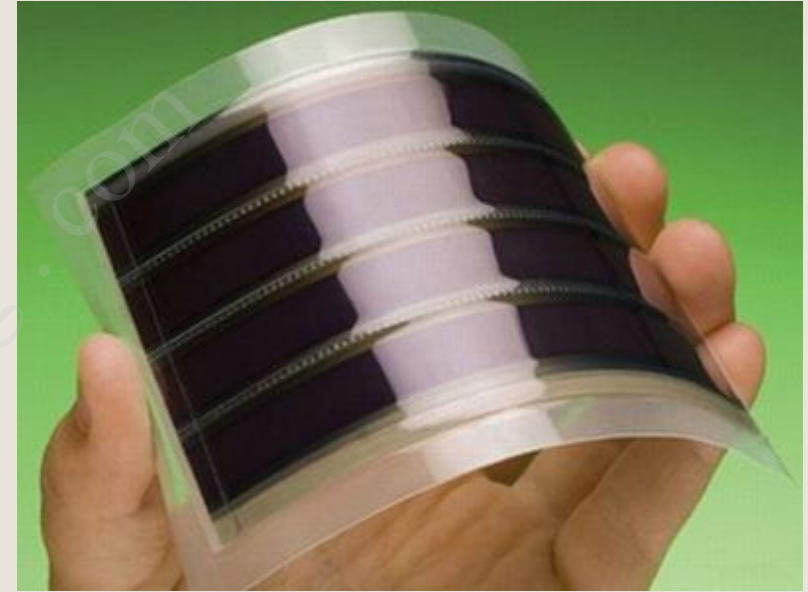
Trần Thị Ngân
Huỳnh Thị Thu Hương
Lê Thị Hồng

NỘI DUNG CHÍNH

- I_ Giới thiệu
- II_ Cấu trúc
- III_ Cơ chế hoạt động
- IV_ Vật liệu sử dụng
- V_ Ưu và nhược điểm
- VI_ Kết luận

I, GIỚI THIỆU

- Polymer solar cells là những pin mặt trời sử dụng polyme và các phân tử có kích thước nhỏ làm lớp active layer để hấp thụ ánh sáng tới và truyền điện tích.
- Polymer solar cells là một trong số các thiết bị quang điện hứa hẹn tiềm năng và được ứng dụng rộng rãi, đa dạng trong tất cả các lĩnh vực từ an ninh- quốc phòng, công nghiệp, dân sinh.
- Hiệu suất tối đa đạt được 9.2%



II, CẤU TRÚC PIN

Lớp quang hoạt

- ❑ Phải có độ dày thích hợp để đảm bảo exciton không bị dập tắt
- ❑ Khả năng truyền điện tử tốt
- ❑ Bền nhiệt, bền hóa.

Cathode : Lớp truyền điện tử

- ❑ Rào thế ΔE_c giữa cathode và lớp màng polymer tiếp xúc là nhỏ nhất
- ❑ Phải có công thoát thấp, để bốc bay trong chân không

Lớp truyền lỗ trống

- ❑ Tăng cường quá trình truyền hạt tải lỗ trống ra các cực
- ❑ $T_g > 200^\circ\text{C}$,
- ❑ $\mu_h = 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{V.s}$

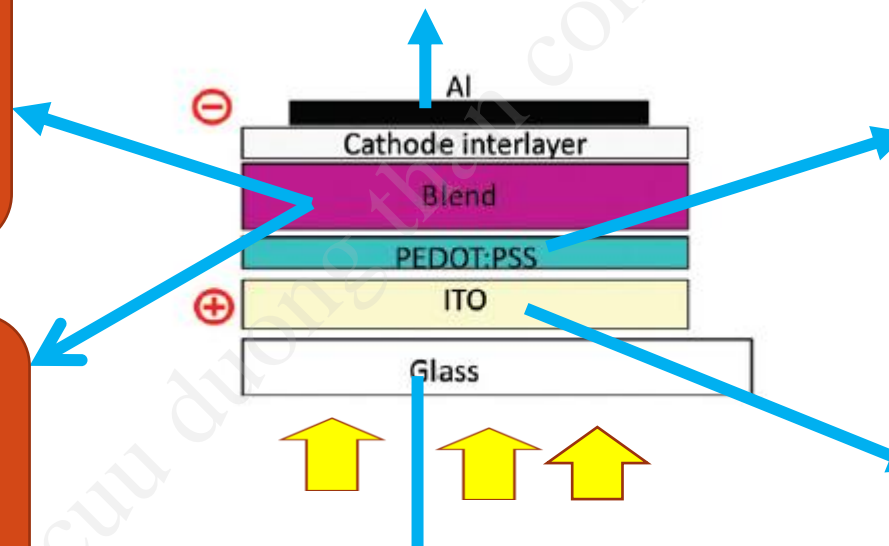
Lớp anode

- ❑ Trong suốt
- ❑ Rào thế ΔE_a giữa anode với lớp màng polymer tiếp xúc là nhỏ

- ❑ Acceptor(fullerene) → ái lực e
- ❑ Donor(conjugated polymer) → ái lực với lỗ trống .
→ tiếp xúc dị thể.

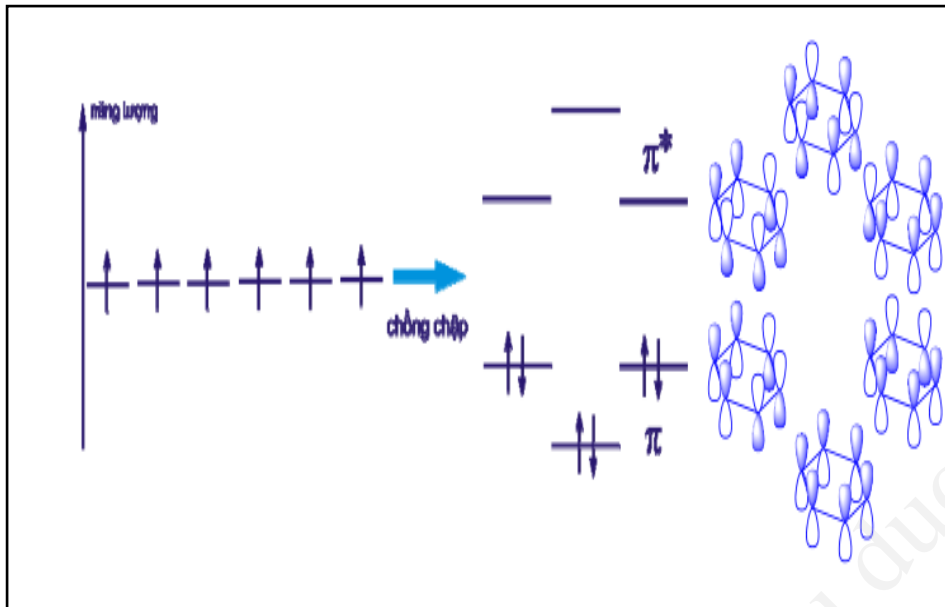
Tấm đế

- ❑ Trong suốt
- ❑ Nâng đỡ được pin



III, CƠ CHẾ HOẠT ĐỘNG

a/ Các hạt tải và mức năng lượng trong bán dẫn hữu cơ



Hai vùng năng lượng π và π^* của phân tử benzene



LUMO

↔ Vùng dẫn

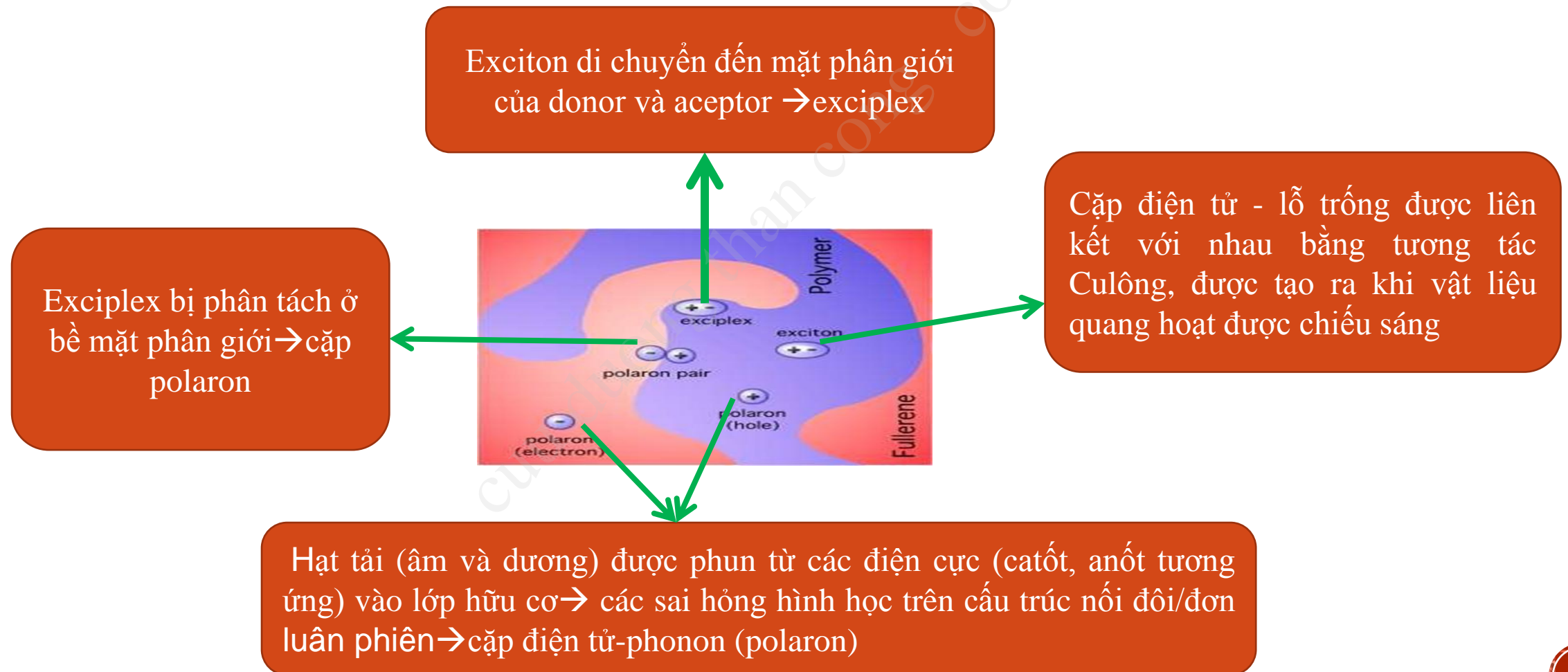
HOMO

↔ Vùng hóa trị

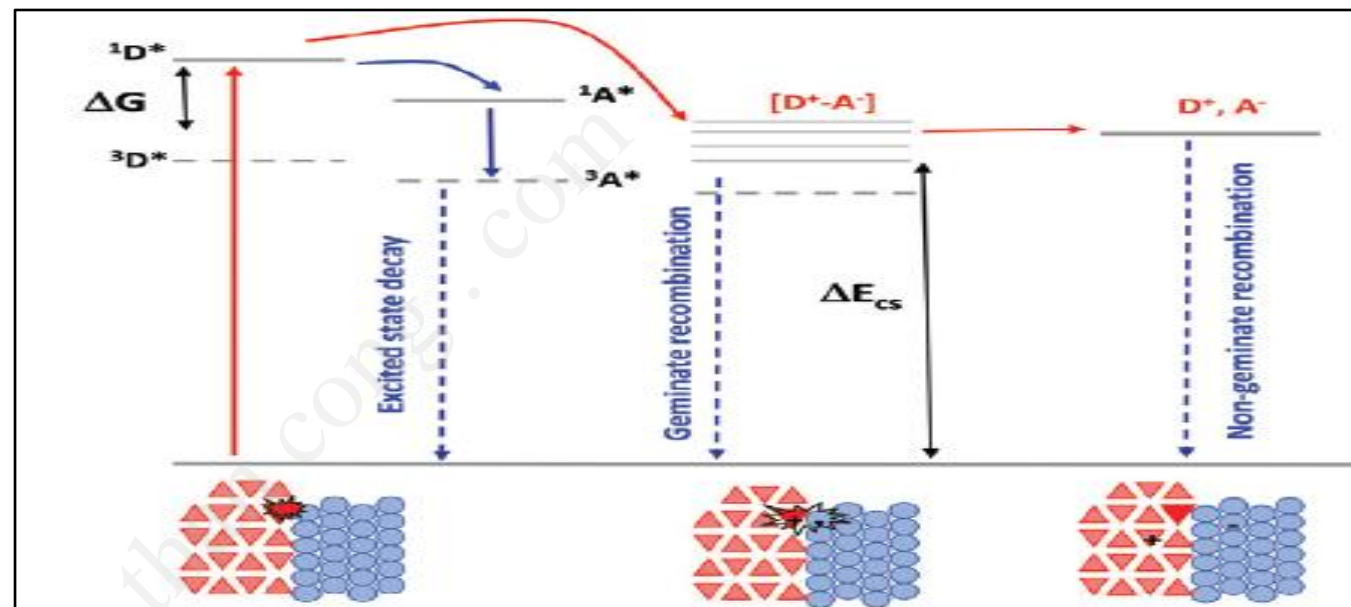
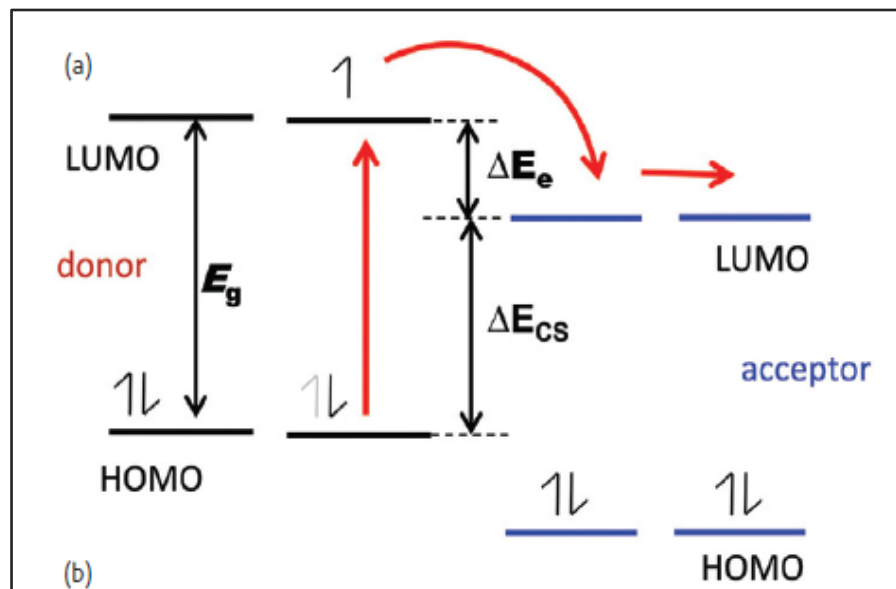
HOMO: quỹ đạo phân tử lấp đầy cao nhất
LUMO: quỹ đạo phân tử chưa lấp đầy thấp nhất

III, CƠ CHẾ HOẠT ĐỘNG

a/ Các hạt tải và mức năng lượng trong bán dẫn hữu cơ



III, CƠ CHÊ HOẠT ĐỘNG



-Điện tử ở donor hấp thu năng lượng ánh sáng nhảy lên trạng thái kích thích LUMO hình thành nên exciton

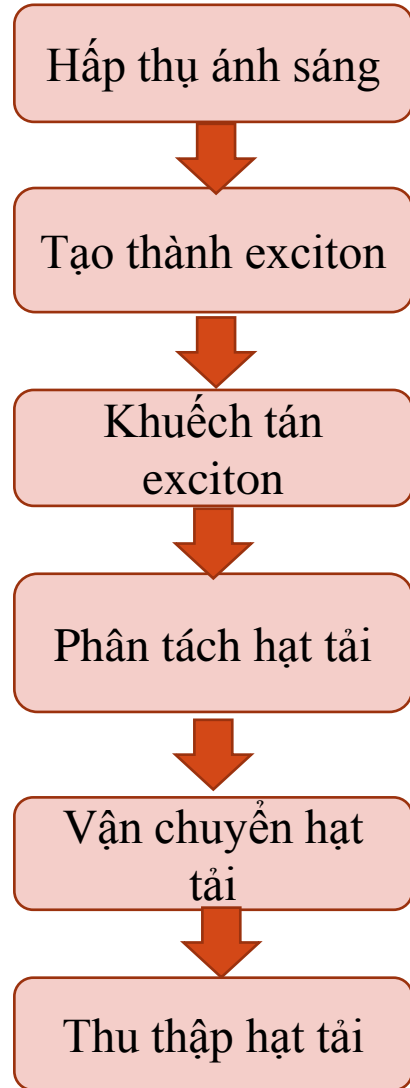
-Cặp exciton khuếch tán tới bề mặt chung donor-acceptor.

-Tại bề mặt tiếp xúc, điện tử chuyển tới acceptor tạo cặp điện tử-lỗ trống.

- **Đường màu đỏ trên giếng đồ** Tại acceptor xảy ra sự phân tách cặp điện tử - lỗ trống tạo các hạt mang điện tự do. Sau đó các hạt mang điện tự do dịch chuyển theo các pha tới các điện cực → dòng điện

- **Đường màu xanh trên giếng đồ**. Exciton có thể bị phân rã trước khi di chuyển đến acceptor hoặc điện tử, lỗ trống tại acceptor bị tái hợp → hình thành exciton. Cả 2 trường hợp này đều không tạo ra dòng điện.

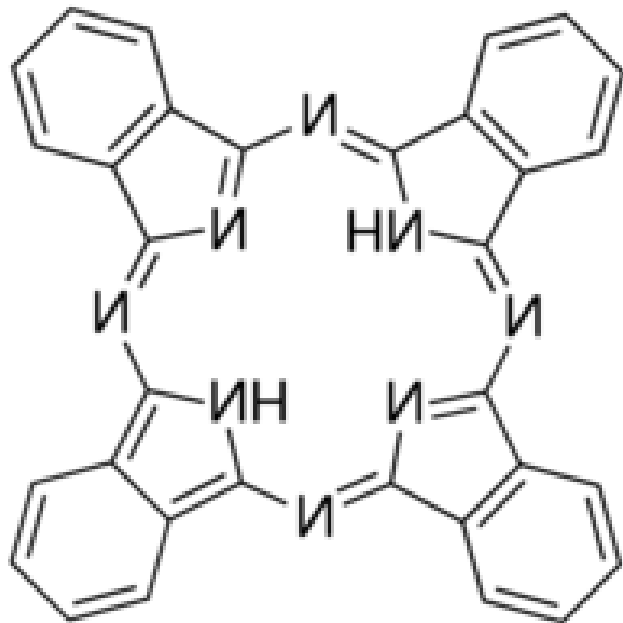
III, CƠ CHẾ



- ❖ Ánh sáng phải được hấp thụ bởi donor, acceptor hoặc cả 2 → Càng nhiều hạt ánh sáng thu nhận được, càng nhiều exciton được tạo thành.
- ❖ Khả năng phân tách exciton thành electron và lỗ trống.
- ❖ Khả năng khuếch tán hạt tải đến điện cực tương ứng.
- ❖ Cấu tạo của điện cực phải đảm bảo sao cho một điện cực ưu tiên thu thập e, điện cực còn lại ưu tiên thu thập lỗ trống

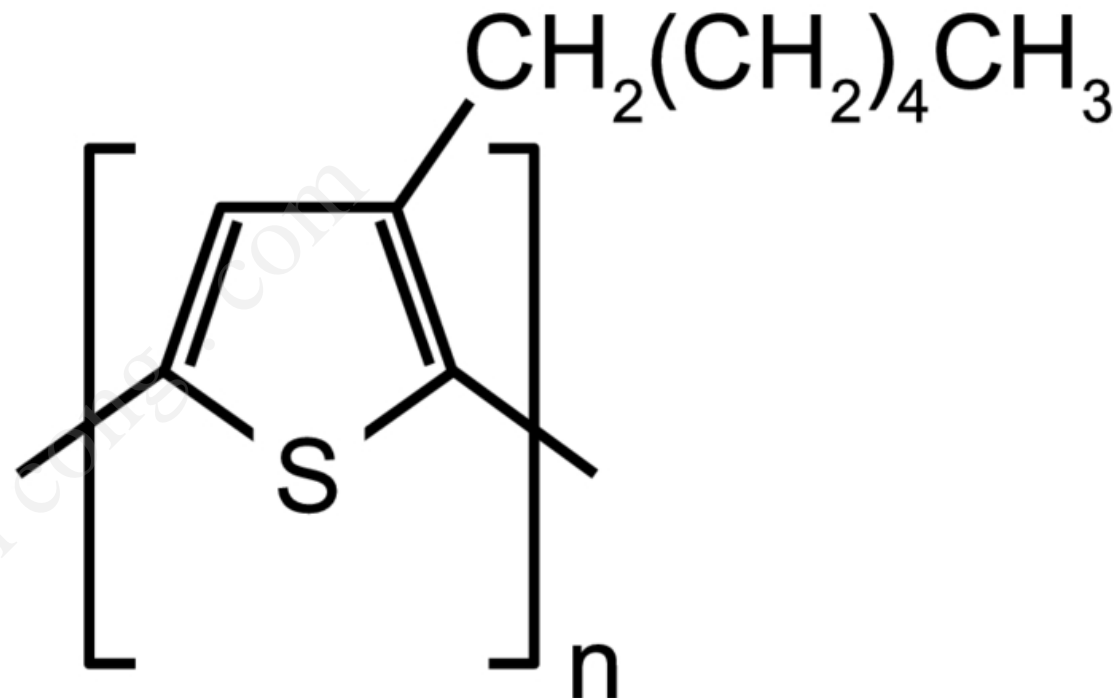
IV, VẬT LIỆU SỬ DỤNG

Donor (p-type)



❑ Phthalocyanine $C_{32}H_{18}N_8$

- khối lượng phân tử : $514.54 \text{ g mol}^{-1}$
- không được tiếp xúc với mắt và da,
Phthalocyanin hấp thụ mạnh ánh sáng vùng $600\text{nm} - 700 \text{ nm}$, do đó vật liệu này có màu xanh

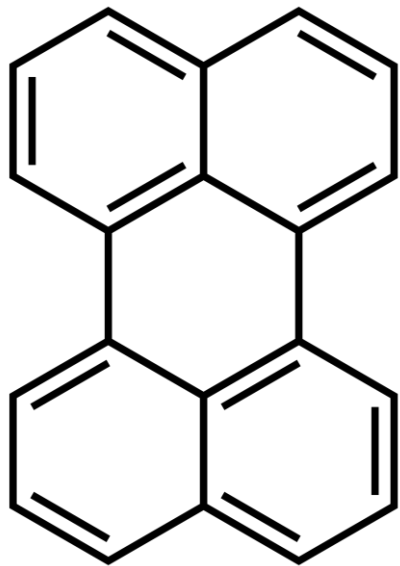


❑ Poly(3-hexylthiophene) “P3HT”
($C_{10}H_{14}S$)_n

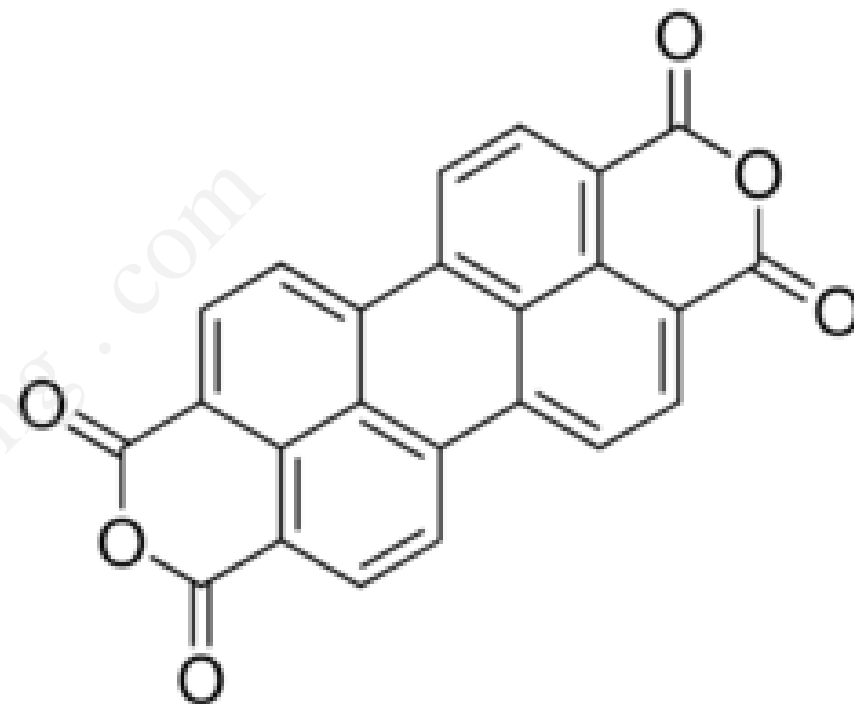
Điểm nóng chảy: $238 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Khối lượng phân tử lớn

Acceptor (n-type)

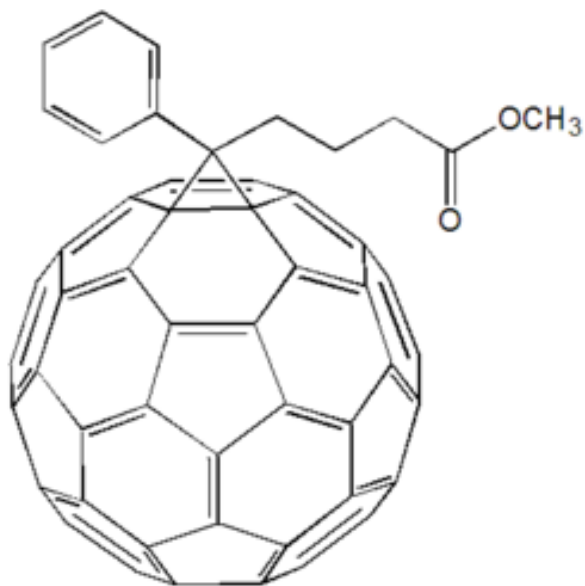


- Perylene: $C_{20}H_{12}$
- Khối lượng phân tử: 252.31 g mol⁻¹
- Điểm nóng chảy: 276- 279 °C
- Nguyên tử carbon trong perylene được lai hóa sp²
- Perylene or dẫn xuất của nó có thể gây ung thư
Tránh tiếp xúc với da và mắt
Độ hấp thụ lên đến 434nm



- Perylene-3,4,9,10-tetracarboxylic dianhydride “PTCDA” $C_{24}H_8O_6$
- Khối lượng phân tử: 392.32 g · mol⁻¹
- Điểm nóng chảy : > 300 °C
- Có hại nếu nuốt phải
gây kích ứng đường hô hấp.

Acceptor (n-type)



- ✓ Phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester
“PCBM”

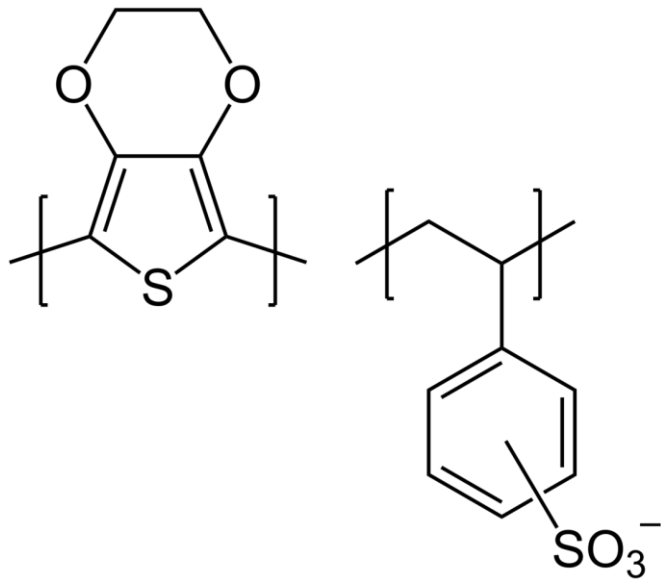


- ✓ Khối lượng phân tử: 910.88 g mol⁻¹

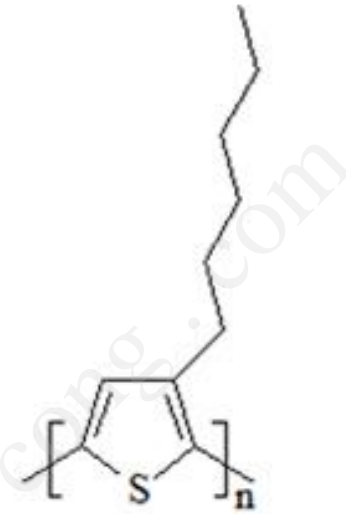


- Buckminsterfullerene “C₆₀”
 - Khối lượng phân tử : 720.64 g mol⁻¹
 - Tỷ trọng : 1.65 g/cm³
 - Điểm nóng chảy: thăng hoa tại ~600 °C
- C₆₀ độ ổn định cao, chịu được nhiệt độ và áp suất cao.

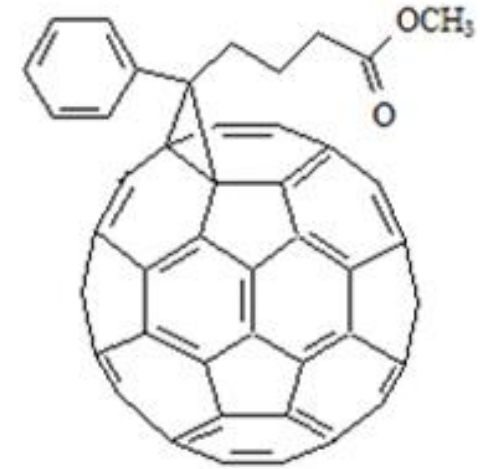
IV, VẬT LIỆU SỬ DỤNG



- PEDOT-PSS là một dẫn suất của Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT), nó là một polymer dẫn.
- Ưu điểm của PEDOT-PSS là nó có độ truyền quang tốt trong trạng thái dẫn điện, độ ổn định cao, độ rộng vùng cấm vừa phải.



P3HT



PCBM

- P3HT:PCBM poly(3-hexylthiophene):1-(3-methoxycarbonyl)propyl-1-phenyl[6,6]C61
- Cho pin có hiệu suất cao 7%
- P3HT có độ rộng vùng cấm lớn tới 1,9eV

V. ƯU VÀ NHƯỢC ĐIỂM

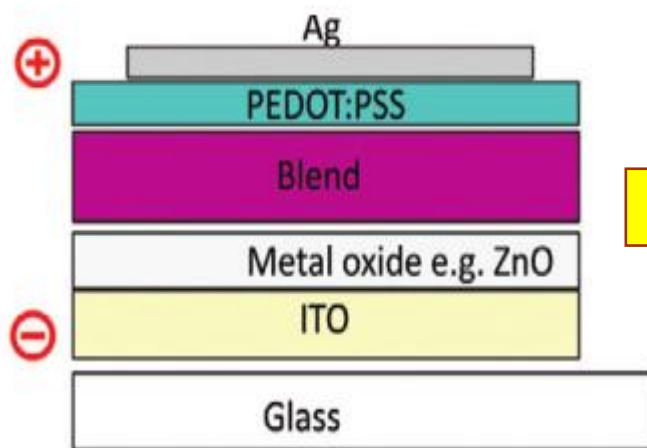
Ưu điểm

- Nhẹ, trong suốt, có khả năng uốn dẻo
- Hoạt động tốt trong điều kiện ánh sáng yếu
- Dễ chế tạo, có thể thương mại hóa bằng quy trình roll-to-roll process.
- Chi phí rẻ

Nhược điểm

- Hiệu suất còn thấp (tối đa 9.2%)
- Tuổi thọ của pin không cao (pin OPV thông thường, hiệu suất giảm đến 50% chỉ sau có 10 ngày sử dụng)

VI. KẾT LUẬN



- ❑ Pin mặt trời silicon có hiệu suất cao 20% nhưng giá thành gấp 3-5 lần so với pin mặt trời hữu cơ OPV do sử dụng nhiều vật liệu hơn và công nghệ sản xuất không thuận lợi bằng → tạo ra pin OPV có hiệu suất cao, dễ chế tạo, chi phí rẻ, vòng đời dài đóng vai trò quan trọng.
- ❑ Pin OPV có cấu trúc đảo ngược: Hiệu suất lên đến 9.2%, dễ dàng sản xuất hàng loạt bằng công nghệ in roll-to-roll (roll-to-roll printing technology), hiệu suất pin OPV đảo ngược vẫn duy trì khoảng 95% so với mức ban đầu sau 62 ngày sử dụng

Pin mặt trời polymer đem đến triển vọng rất lớn trong việc thương mại hóa nhằm thay thế cho pin Si truyền thống

1. Polymeric materials for organic solar cells - neslihan yağmur (slideshare)
2. Luận văn nghiên cứu tính chất quang của vật liệu chế tạo và mô phỏng một vài thông số trong pin mặt trời hữu cơ-Nguyễn Văn Giang
3. Organic solar cell- Anish Das (slideshare)
4. Polymer-Fullerene Bulk-Heterojunction Solar Cells - By Gilles Dennler, Markus C. Scharber, and Christoph J. Brabe
5. Polymer-Fullerene Bulk-Heterojunction Solar Cells- Jenny Nelson
6. Luận văn khảo sát tính chất điện và quang của vật liệu tổ hợp nano dùng trong pin mặt trời hữu cơ – Trần Đình Văn.
7. Khóa luận tốt nghiệp nghiên cứu chế tạo và đặc trưng tính chất màng mỏng nanocomposite trên cơ sở ống carbon nano ứng dụng trong chế tạo OLED – Nguyễn Duy Khanh
8. Khóa luận Nghiên cứu tính chất quang của vật liệu chế tạo và mô phỏng một vài thông số trong pin mặt trời hữu cơ – Nguyễn Văn Giang