

# Công nghệ và module LED

Pham Hong Duong Ph D

Hanoi April 2014

# “Giải Nobel năm nay là về ánh sáng”

“Phát minh LED xanh lam hiệu suất cao cho phép tạo ra nguồn sáng trắng độ chói cao và tiết kiệm năng lượng”.



*Asamu Akasaki, sinh 1929  
GS ĐH Nagoya*

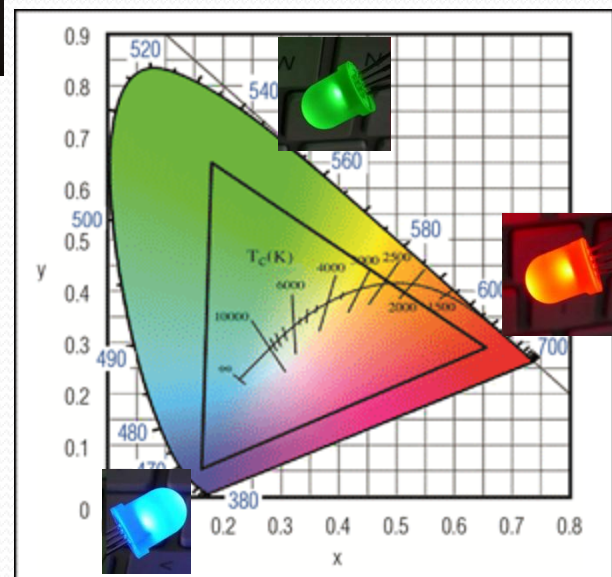


*Hiroshi Amano, sinh 1960  
GS ĐH Nagoya*



*Shuji Nakamura, sinh 1954  
ĐH California, Santa  
Barbara USA*

GS Per Delsing Viện Hàn lâm Hoàng gia Thụy điển giải thích:  
“LED màu đỏ và xanh lá cây đã có từ nhiều năm, nhưng màu xanh lam thì thiếu... Nhờ có LED xanh lam, chúng ta mới có nguồn sáng trắng tiết kiệm năng lượng và tuổi thọ cao.



# Đèn sợi đốt: cách mạng lần thứ nhất

Bóng sợi đốt  
CCT=2700K

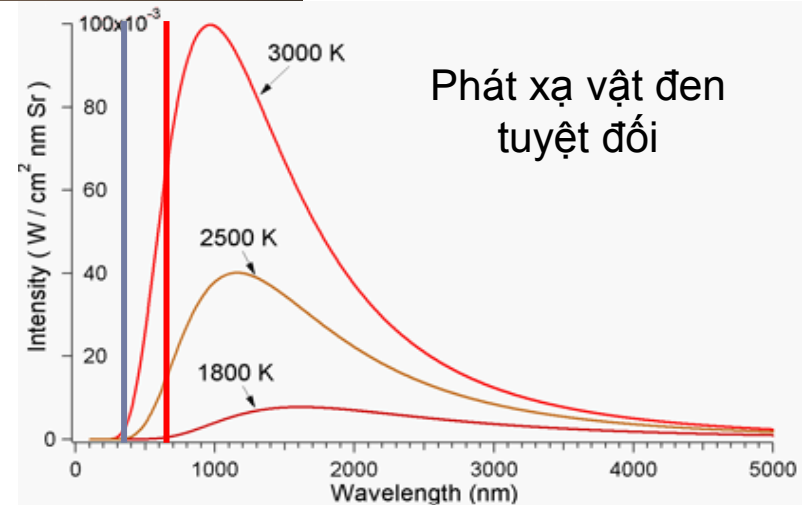


J. Winson Swan  
Thomas Edison  
Cuối TK 19

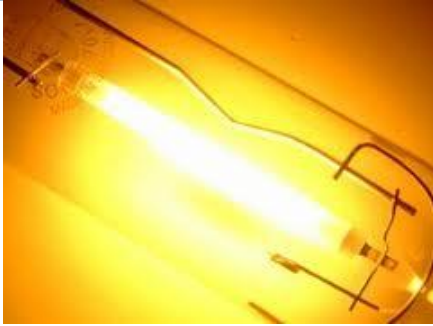
Bóng Halogen  
CCT= 3000K



Rẻ; CRI cao (99)  
Hiệu suất thấp (10 -16 lm/W)  
1000- 2000 giờ



# Đèn phóng điện: cách mạng lần thứ hai



Chiếu sáng  
giao thông

Đèn Natri cao áp

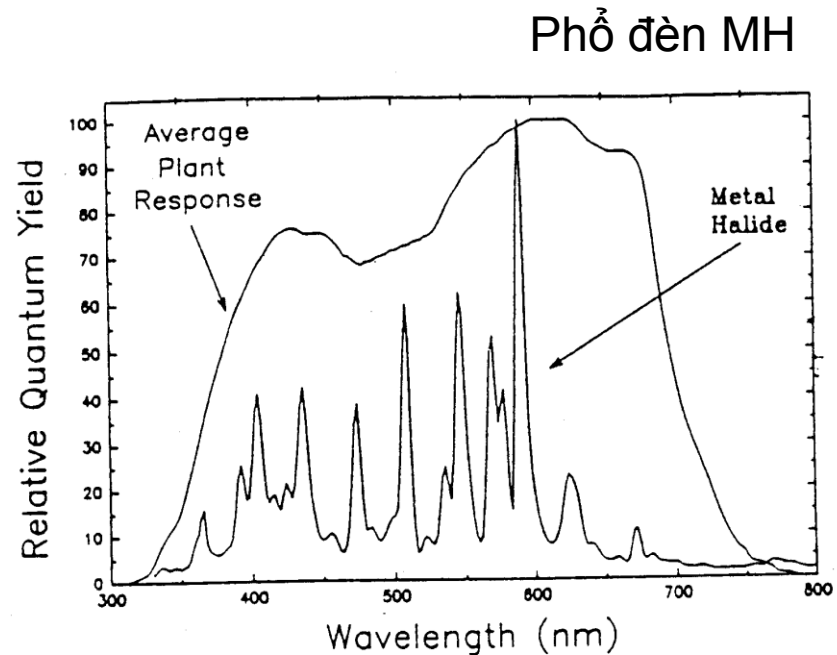
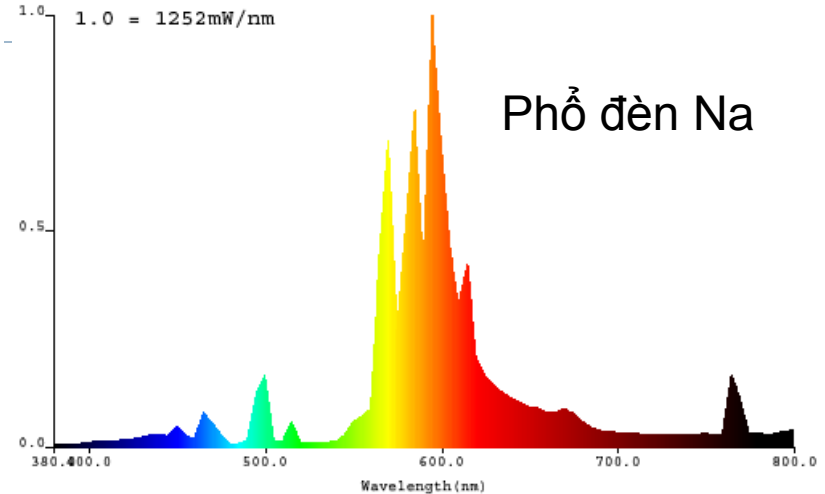


Chiếu sáng  
sân vườn

Đèn Metal Halide

Ưu điểm: Hiệu suất quang cao (90 đến 120 lm/W)

Nhược điểm: CRI thấp (30 Na => 70 MH)

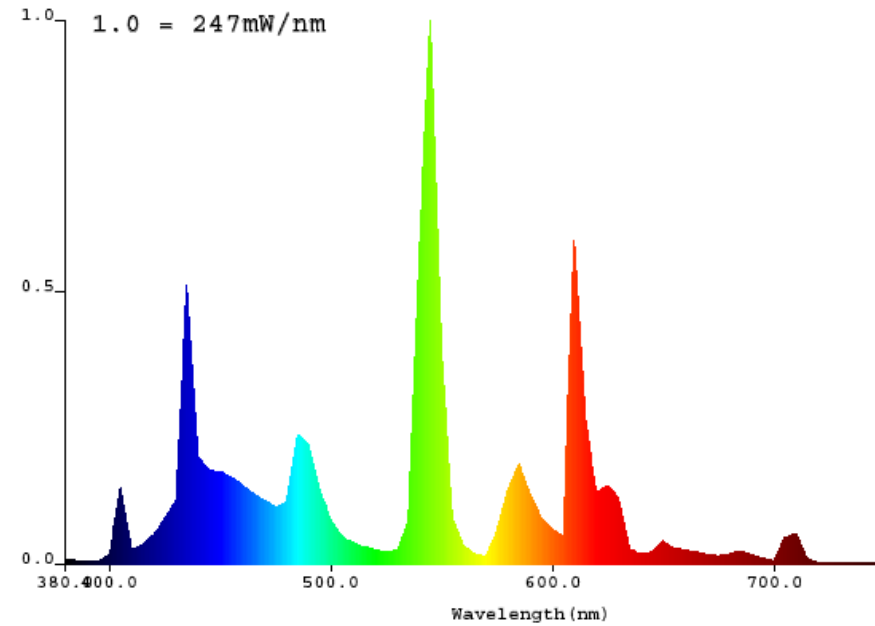


# Đèn phóng điện, huỳnh quang: cách mạng lần thứ hai



Compact Fluorescent Lamp CFL  
Tubular Fluorescent Lamp TFL

Điện tử => Plasma => HQ



CRI (70)  
Hiệu suất 60-80 lm/W  
4000- 15000 giờ  
Chứa Hg

# LED- cách mạng chiếu sáng lần thứ 3



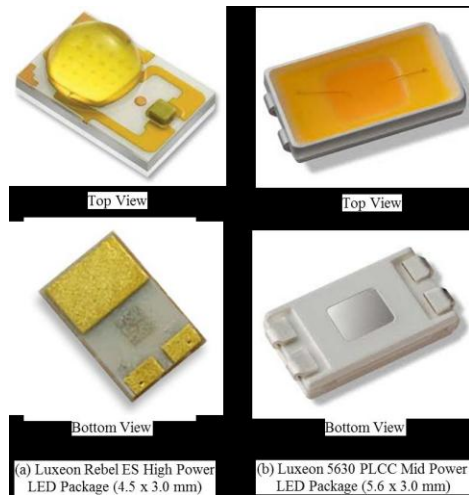
- Tiết kiệm năng lượng
- Tuổi thọ cao
- Rất nhiều màu sắc
- Kích thước nhỏ
- Điều khiển thông minh
- Điều khiển cường độ
- Chịu va đập tốt
- Thân thiện môi trường

Cách mạng điện tử: Bóng điện tử ➡ Bóng bán dẫn ➡ Mạch tổ hợp

Cách mạng chiếu sáng: Bóng SĐ ➡ Bóng HQ ➡ Chiếu sáng rắn



# Công nghệ LED hiện nay



Gói LED Luxeon công suất cao (1 W- trái) và công suất trung bình (0,2 W- phải) do Hãng Philips Lumiled chế tạo



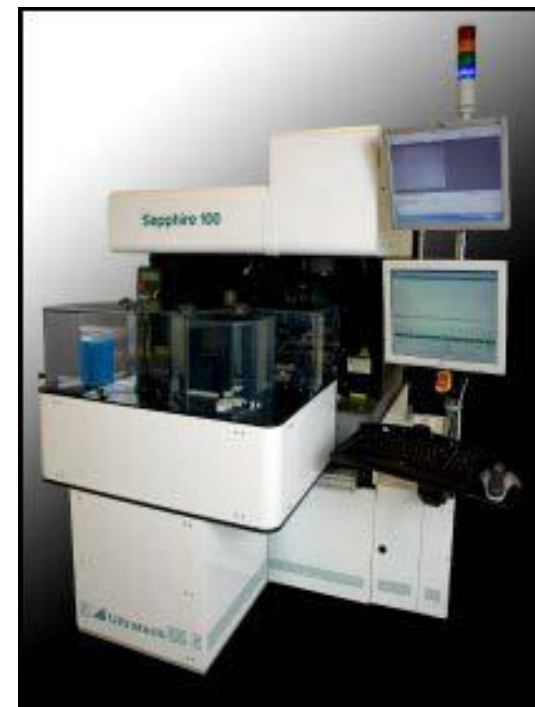
Tấm wafer GaN-LED đường kính 200 mm, nuôi trên đế Si do Hãng Osram chế tạo



# Công nghệ LED hiện nay



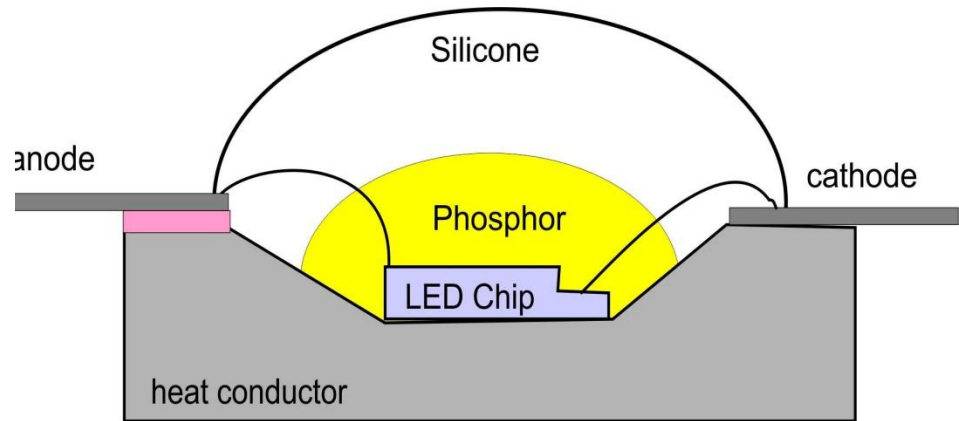
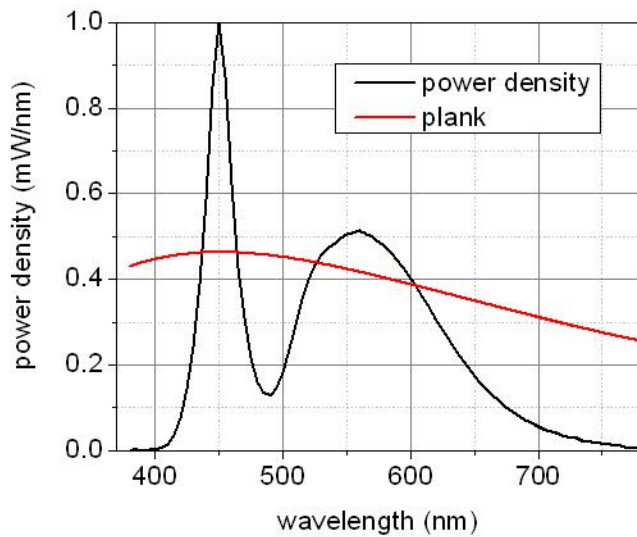
*Hệ thống MOCVD do hãng Veeco MaxBright chế tạo*



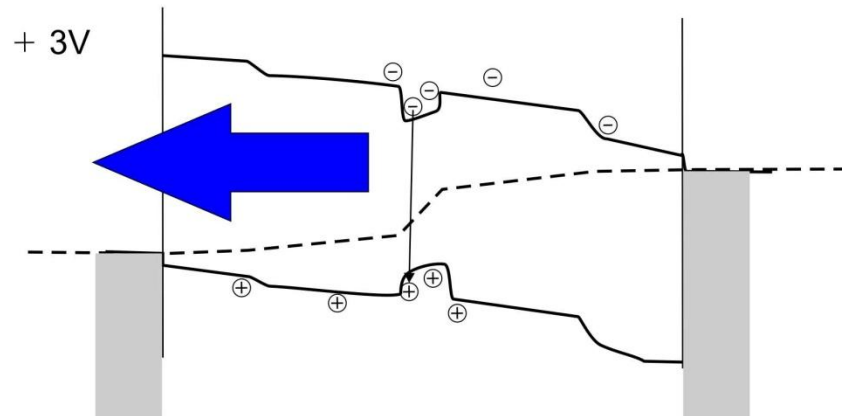
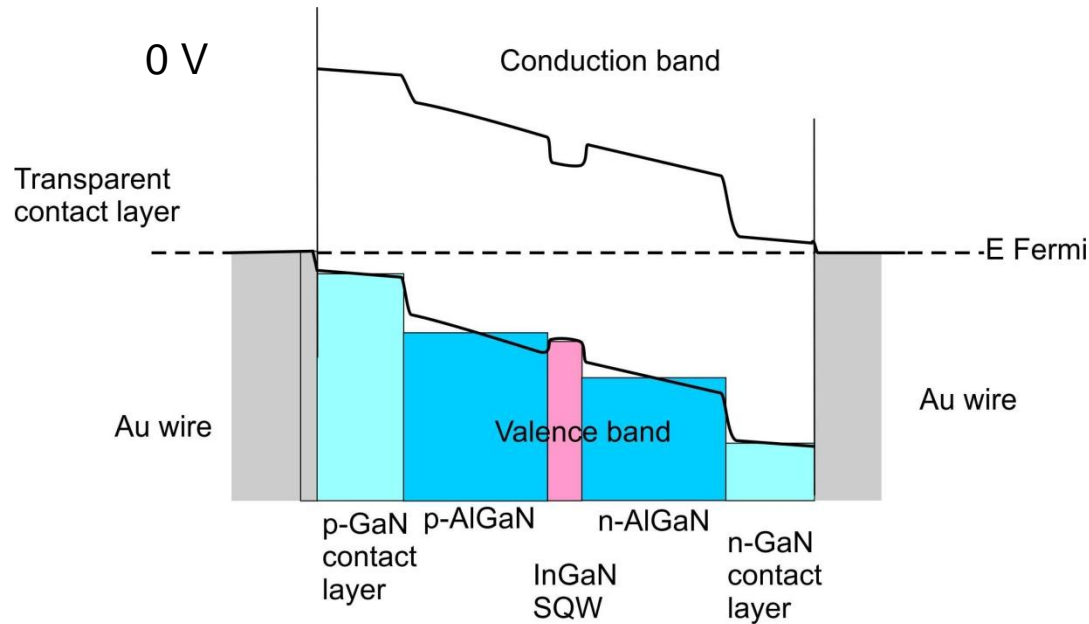
*Máy tạo bước (stepper) Ultratech Sapphire 100 dùng cho công đoạn quang khắc*



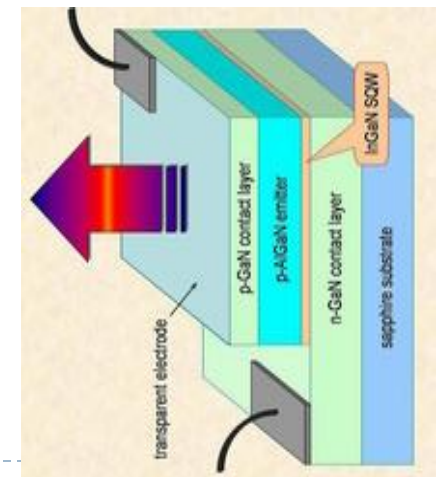
# Cấu tạo và phổ LED trắng



# Giải đồ năng lượng LED GaN



Cấu trúc LED SQW



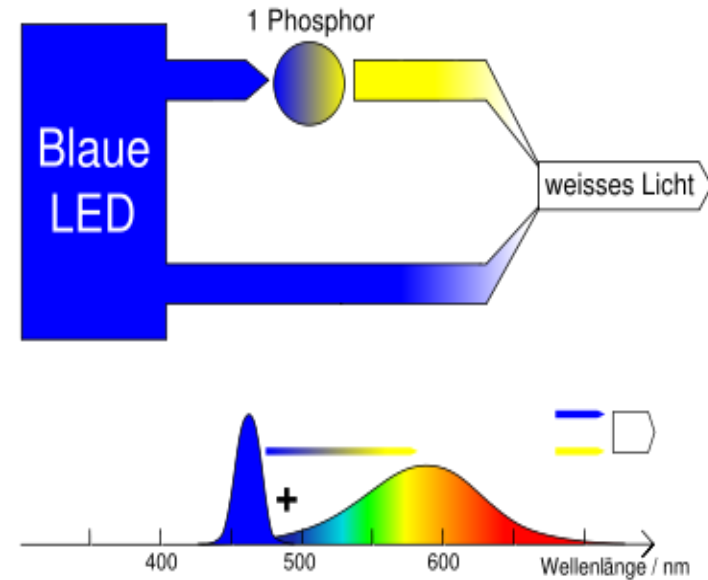
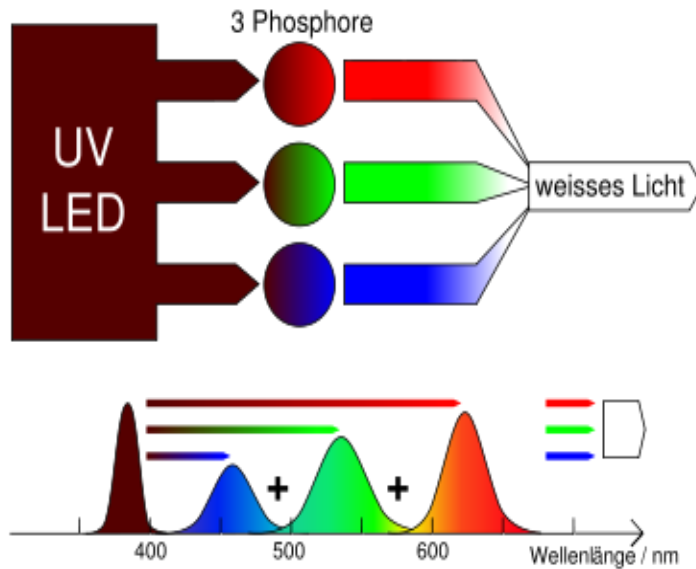
# Giải pháp LED trắng 1: Trộn 3 LED RGB

---

- ▶ Giải pháp này được sử dụng chủ yếu trong bảng LED ma trận.
- ▶ Màu "trắng" là tổng hợp của tất cả các màu trong quang phổ
- ▶ Trộn 3 LED có 3 màu cơ bản là xanh dương, xanh lục và đỏ (RGB).
- ▶ Ưu điểm: Dễ dàng thay đổi màu sắc.
- ▶ Nhược điểm: nguồn nuôi phức tạp; CRI không cao.



## Giải pháp LED trắng 2: Dùng LED cực tím kích lớp phủ phot-pho



Ánh sáng cực tím của LED GaN kích thích 3 lớp phot-pho xanh dương, xanh lục và đỏ, tạo ánh sáng trắng

Ưu điểm: Hệ số hoàn màu CRI cao

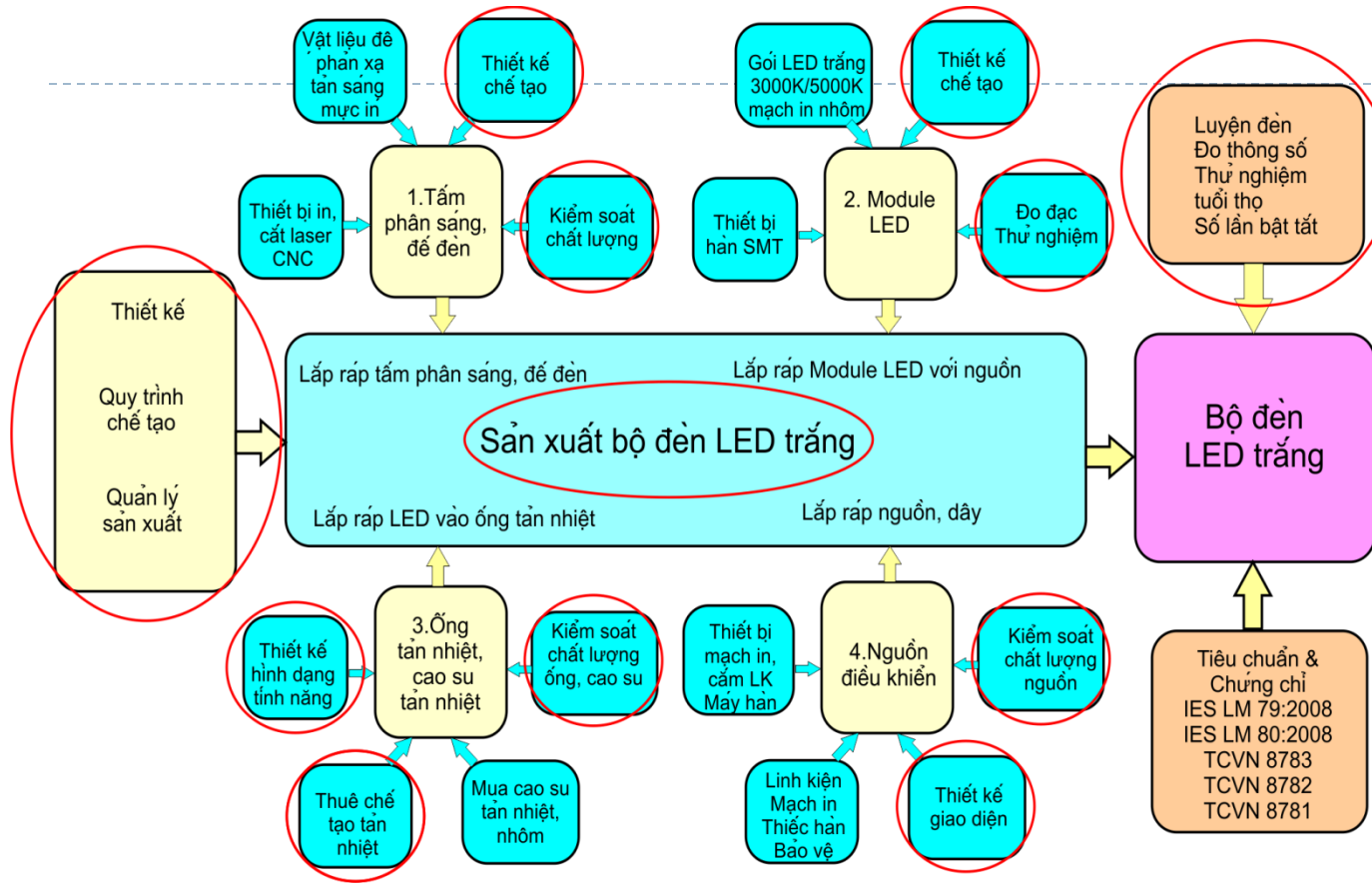
Nhược điểm: Hiệu suất chuyển đổi thấp

Ánh sáng xanh của LED InGaN kích thích 1 lớp phot-pho vàng dải rộng, tạo ánh sáng trắng

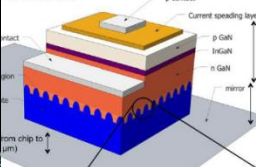
Ưu điểm: Hiệu suất chuyển đổi cao

Nhược điểm: Hệ số hoàn màu CRI không cao

# Chuỗi cung ứng sản xuất LED tổng thể



Schematics of a PSS substrate chip as simulated

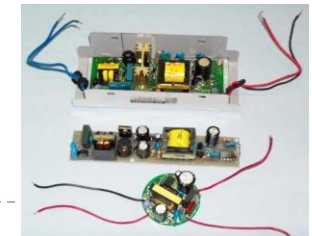
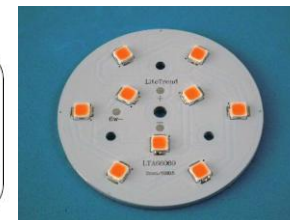


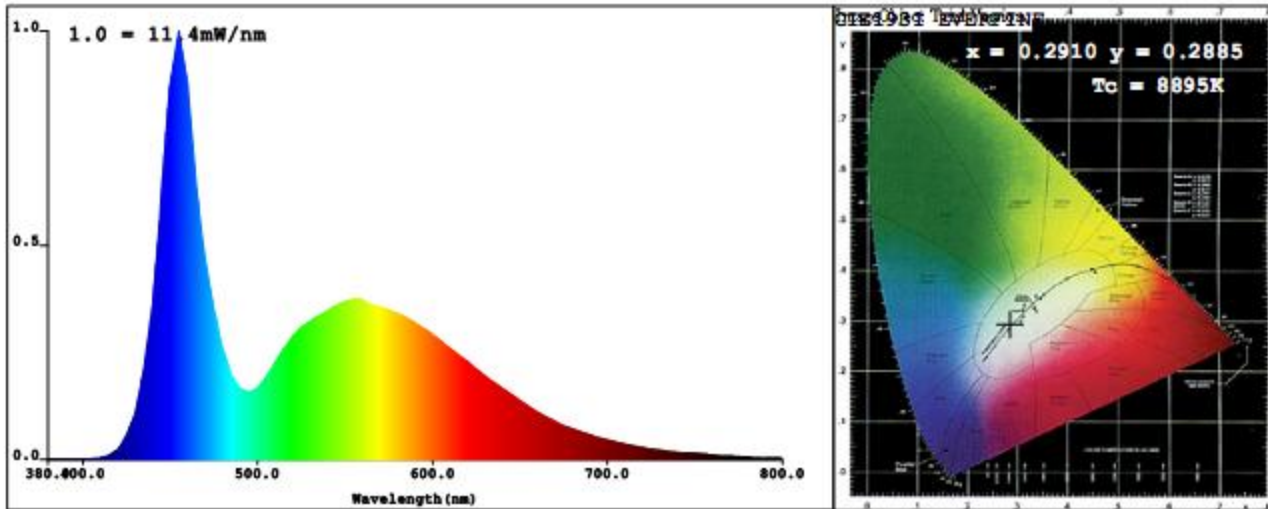
## LED packages

(low power)



(high power)





**CIE Color Parameters:**

Chromaticity Coordinate:  $x=0.2910$   $y=0.2885$  /  $u=0.1980$   $v=0.2944$  ( $duv=-6.34e-003$ )

CCT:  $T_c = 8895K$  Prcp WaveL:  $\lambda_d = 475.9nm$  Purity=18.7%

Peak WaveL:  $\lambda_p = 455nm$  Half Width:  $\Delta\lambda_p = 26.2nm$  Ratio: R=12.8% G=80.2% B=6.9%

Average Wave: 532nm PB=4.3279 PG=2.0679 PR=1.5668 PT=80.3133

Rendering Index:  $R_a = 83.7$

R1 =85 R2 =90 R3 =86 R4 =81 R5 =81 R6 =79 R7 =89 R8 =78

R9 =34 R10=70 R11=77 R12=49 R13=88 R14=92 R15=87

**Photo Parameters:**

Flux:  $\Phi = 259.26(lm)$  Luminous Efficacy: 16.87(lm/W) Luminous Power:  $P = 922.4(mW)$

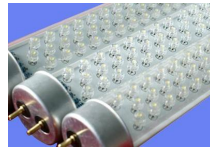
**Electrical Parameters:**

U=219.8V I=0.0867A P=15.37W PF=0.807

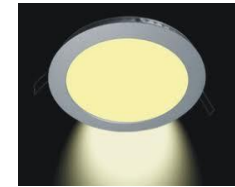


# Đèn LED thay thế

## Bóng LED thay thế



## Đèn LED thay thế

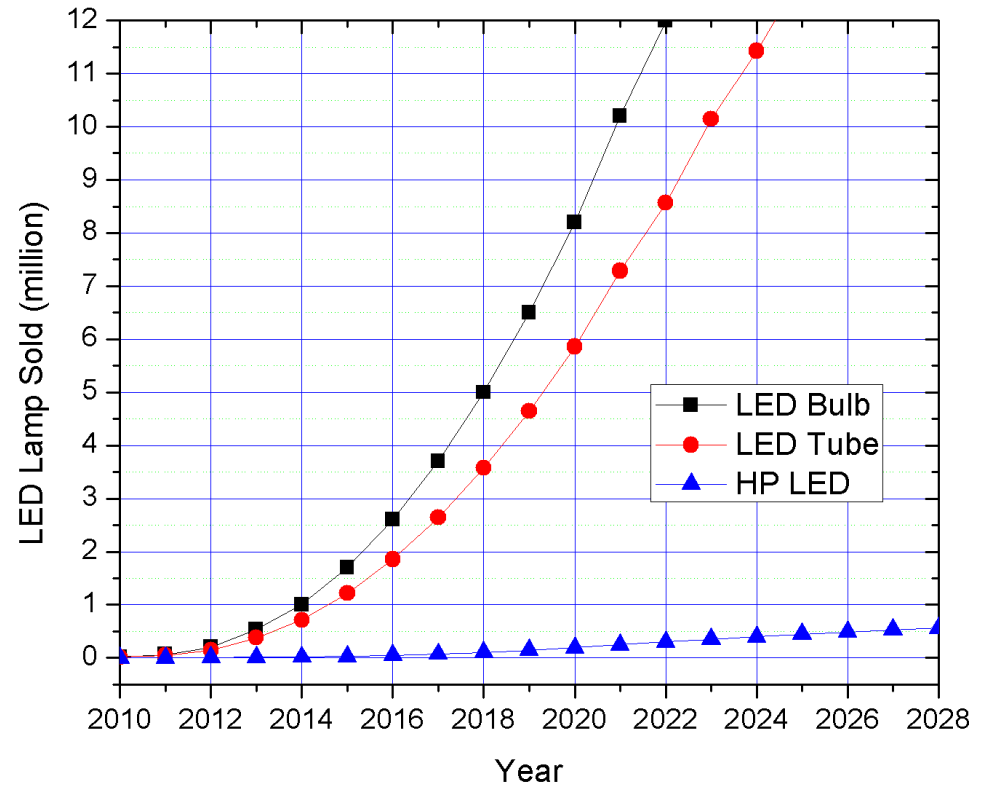
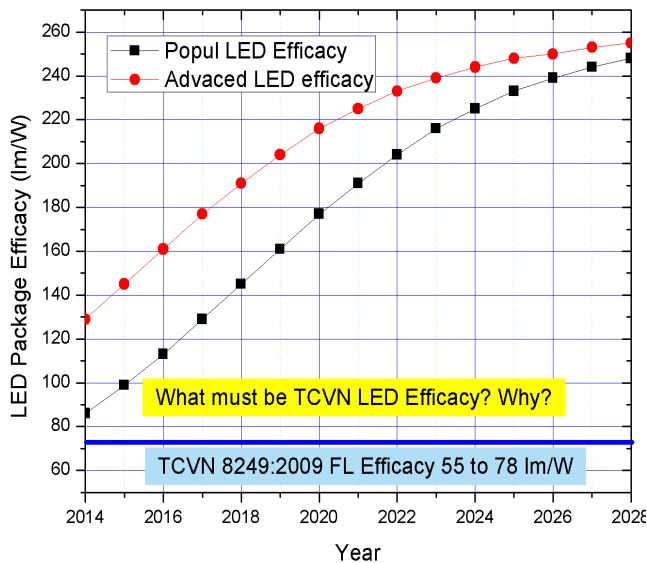





Sản phẩm LED thay thế	LED bulb	LED tube	PAR LED	LED downlight	COB LED lamp
Sản phẩm cạnh tranh hiện tại	Bóng đèn tròn, compact	Bóng HQ dài	Đèn Halogen, compact trong chao chụp	Đèn ốp trần, đèn rọi trong chao chụp	Đèn MH, đèn Hg trong chao chụp
Ưu khuyết Sản phẩm LED	Ưu điểm: hiệu suất cao, tiết kiệm năng lượng; tuổi thọ cao; thân thiện môi trường Nhược điểm: giá thành cao				
Ứng dụng	Thay cho các bóng tròn, bóng HQ, đèn Halogen, đèn ốp trần, đèn MH.				



# Dự báo số lượng đèn LED bán được tại Việt nam

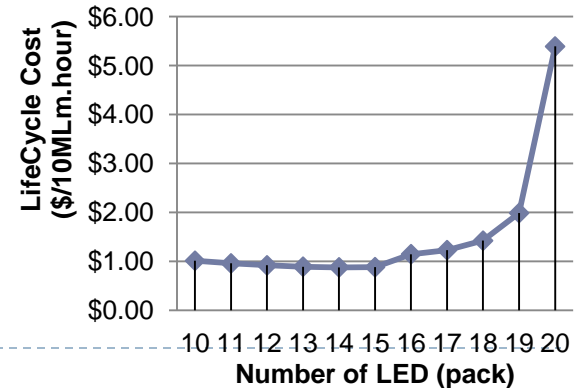
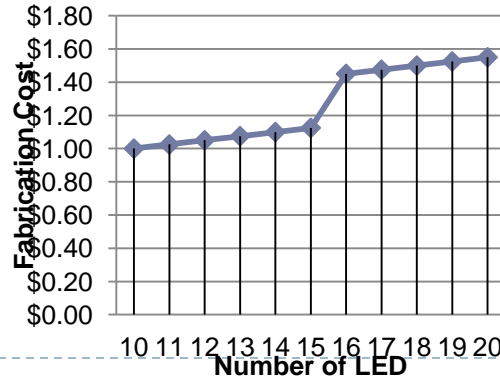
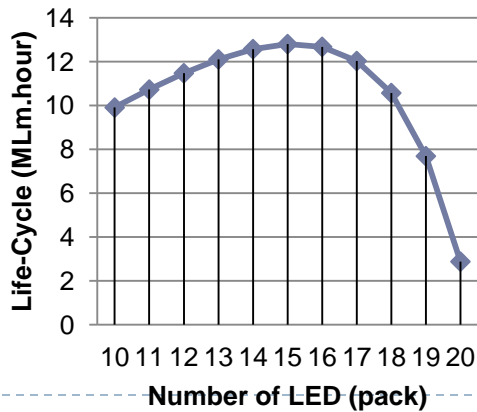
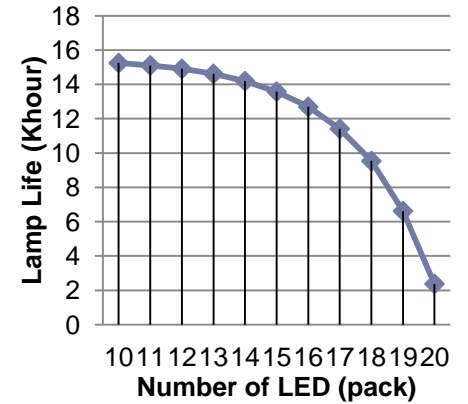
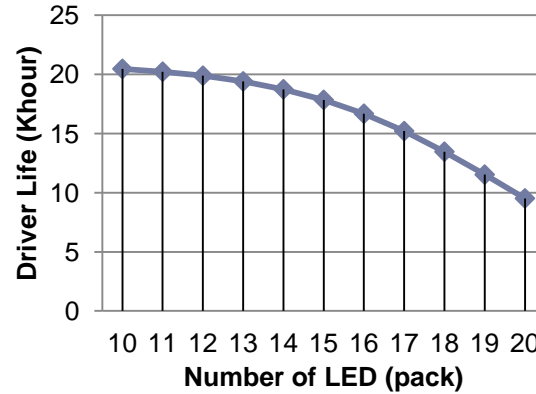
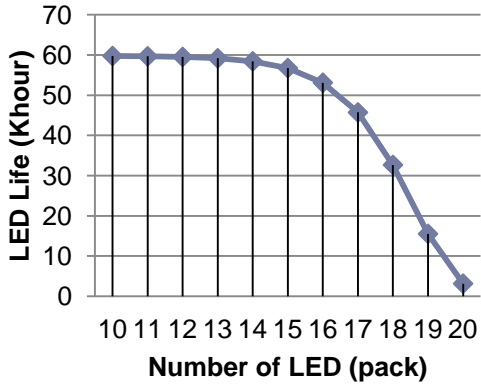
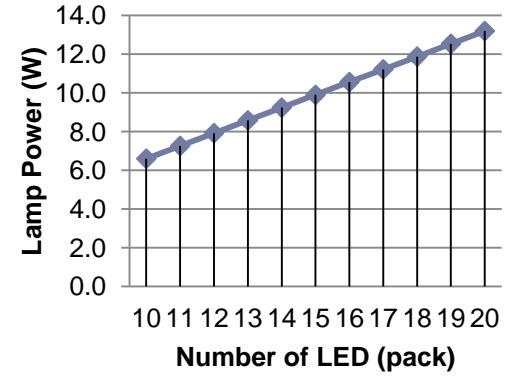
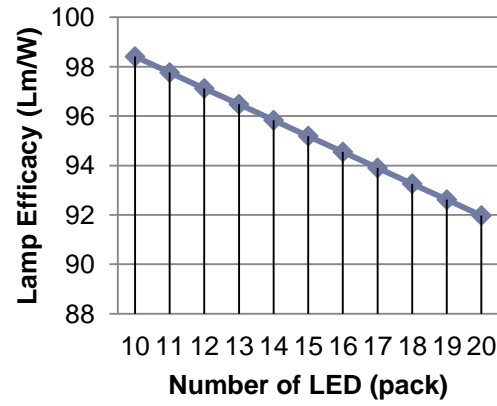
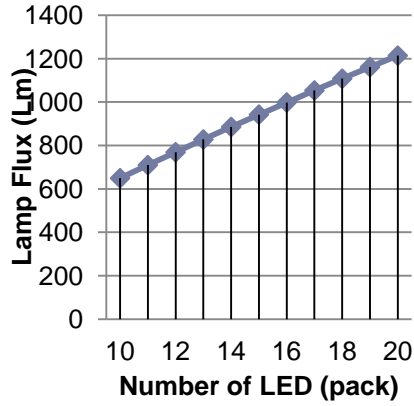
## Chất lượng gói LED sử dụng tại Việt nam



<p><b>Incandescent Lamp (IND)</b> 60 Watt 900 Lumens 1,000 lifetime hours</p> <p>~ 22 Incandescent lamps</p> 	=	<p><b>Compact Fluorescent Lamp (CFL)</b> 15 Watt 900 Lumens 8,500 lifetime hours</p> <p>~ 3 CFL lamps</p> 	=	<p><b>LED Lamp</b> 12.5 Watt 800 Lumens 25,000 lifetime hours</p> <p>~1 LED lamp</p> 
---	---	---	---	--







Samsung NM 362A  $T_a=25\text{ C}$   $I_f=100\text{ mA}$   $R_{sa}=7.5\text{ C/W}$  Driver Life 10000h at 100C



## Đèn LED A60 Philips

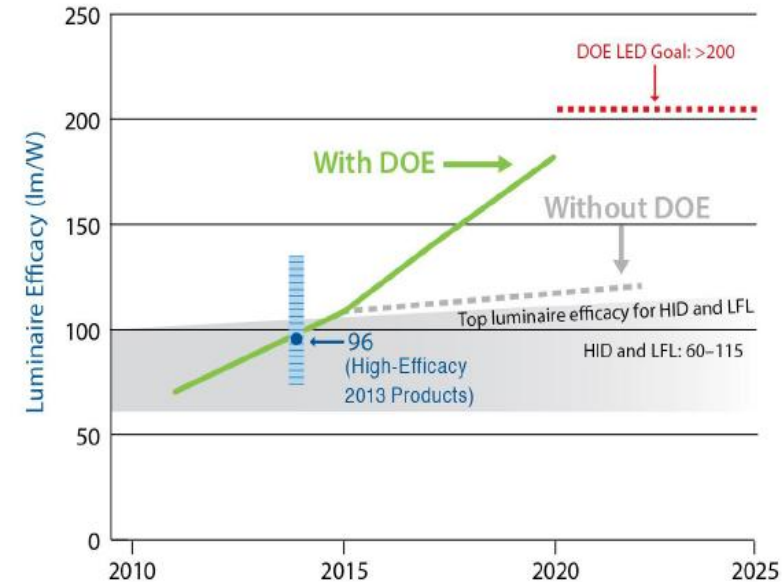
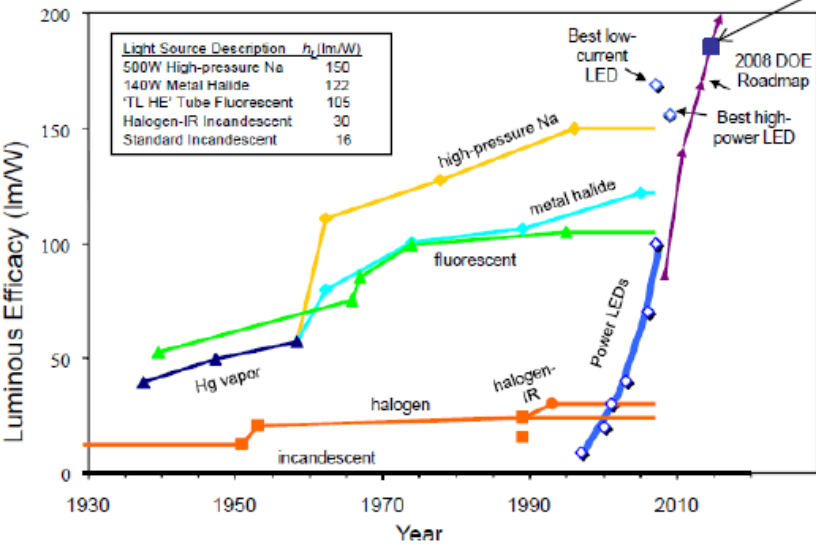


Type	Round	Round	Slim	Round
Image				
Lumens	880	800	800	800
Power	10.5	9.5	10.5	8.5
Lm/W	84	84	76	94
Life span (h)	25000	25000	25000	10000
CCT (K)	3000; 5000	3000; 5000	3000; 5000	3000; 5000
Ra	>80	>80	>80	>80
Cover angle (°)		200		270
Beam angle (°)	180	150		200
Oper. Temp. (C)	n/a	n/a	n/a	n/a
Size (mm)	Φ92xH127	Φ60xH110	105x65x157	
Dimmable	Yes	No	Yes	No
Weight (gr)	238			
Price (\$)	15	10	7.7	4.6

	Incan 60W equal LED bulb		Incan 75/100 W equal LED bulb	
Type	Sylvania	Feit Electric	Emprolux China	Cree
Image E26	 Rep	 6C Eq	 Rep	 Replac
Lumens	800	800/820	1055	1600
Power	10.5	9.8	12	17
Lm/W	84	84/86	87	94
Beam angle (°)	180	160	180	180
Size (mm)	Φ60xH114	Φ60xH115	Φ60xH117	Φ73xH135
Dimmable	No	No	No	Yes
Price (\$)	10	9.7	12.4	25



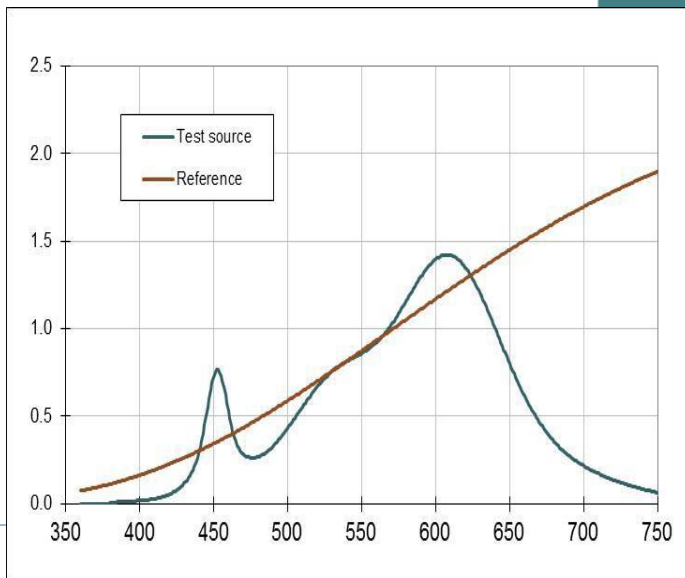
# So sánh hiệu suất LED trắng thương mại với các nguồn sáng khác



<b>Incand</b>	<p>"17 lm/W"</p>		<p>Fixture Efficiency 58%</p>		Delivered Efficacy <b>10 lm/W</b>
<b>CFL</b>	<p>"60 lm/W"</p>		<p>Fixture Efficiency 58%</p>		Delivered Efficacy <b>35 lm/W</b>
<b>LED</b>	<p>"100 lm/W"</p>		<p>Fixture Efficiency 90%                      Driver Efficiency 85%                      Thermal Equilibrium 90%</p>		Delivered Efficacy <b>69 lm/W</b>

# Hiệu suất gói LED trắng 2 phosphors

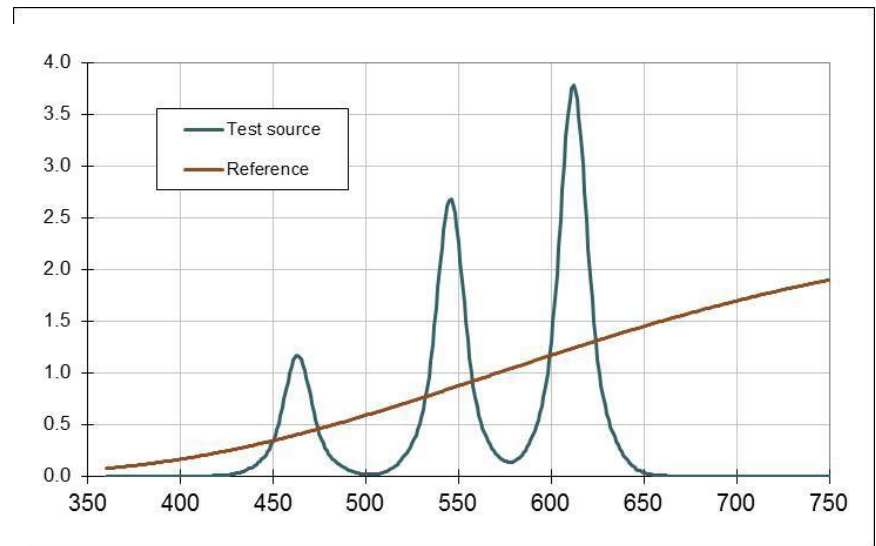
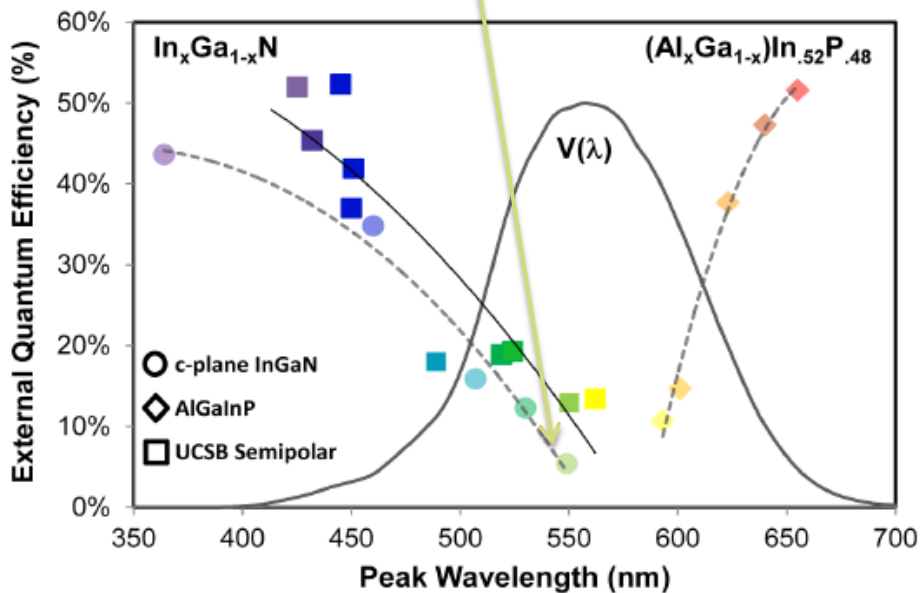
Metric		2013 Status	2020 Target	Goal
LER (lm/W)		316	375	395
Blue LED	Internal Quantum Efficiency	88%	95%	95%
	Extraction Efficiency	85%	90%	90%
	Electrical Efficiency	92%	95%	95%
	Package Efficiency	80%	99%	99%
	Power Conversion Efficiency	55%	80%	80%
Green Phosphor	Quantum Efficiency	95%	99%	99%
	Stokes Efficiency	84%		
	Conversion Efficiency	80%	83%	83%
Red Phosphor	Quantum Efficiency	90%	95%	95%
	Stokes Efficiency	74%		
	Conversion Efficiency	67%	71%	71%
Overall Source Efficiency		39%	62%	62%
PC-LED Efficacy (lm/W)		123	232	247



# Dự báo về hiệu suất gói LED cấu hình LED lam, LED lục và LED đỏ

Emissions	Blue LED		Green LED		Red LED	
Peak Wavelength (nm)	463		546		612	
FWHM (nm)	20		20		20	
PCE (%)	Current	Target	Current	Target	Current	Target
	55	80	22	35	44	55
LER (lm/W)	400					
Efficacy (lm/W)	Current			Target		
	133			191		

Lỗ hổng Green

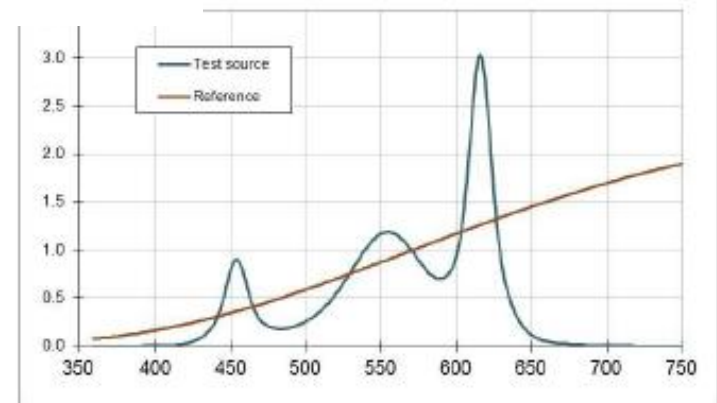


## Dự báo về hiệu suất gói cấu hình LED xanh, phosphor và LED đỏ

Emissions	Blue LED		Green Phosphor		Red LED	
Peak Wavelength (nm)	460		539		612	
FWHM (nm)	20		100		20	
	Current	Target	Current	Target	Current	Target
PCE (%)	55	80	-	-	44	55
Effective Phosphor Conversion Efficiency (%) <sup>*</sup>	-	-	45	68	-	-
LER <sub>max</sub> (lm/W)	368					
Efficacy (lm/W)	Current			Target		
	165			231		

LER<sub>max</sub>: Maximum Luminous Efficacy of Radiation, Hiệu suất phát quang cực đại

<sup>\*</sup>Combining Stokes losses, phosphor quantum efficiency, and PCE of the blue LED pump.

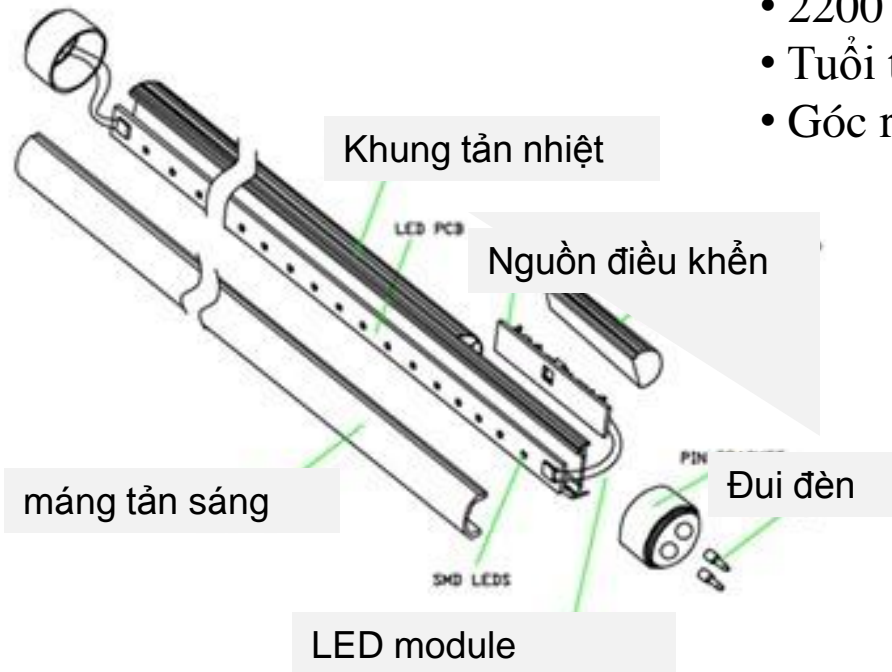


Typical Hybrid LED Spectrum



## Đèn LED tube

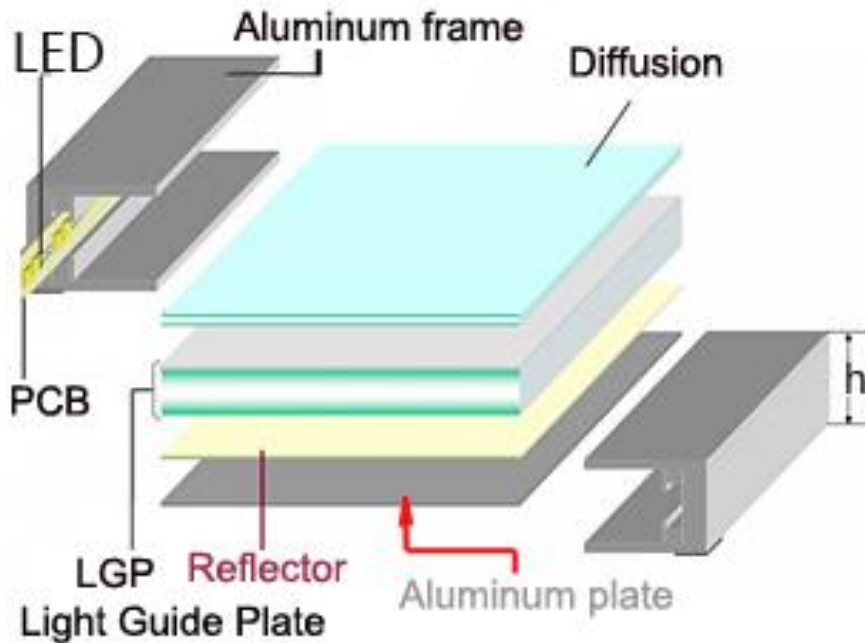
- Cao cấp >< phổ thông
- 2200 lm >< 1600 lm
- Tuổi thọ 25000 h
- Góc rộng >< góc hẹp





# Đèn LED panel

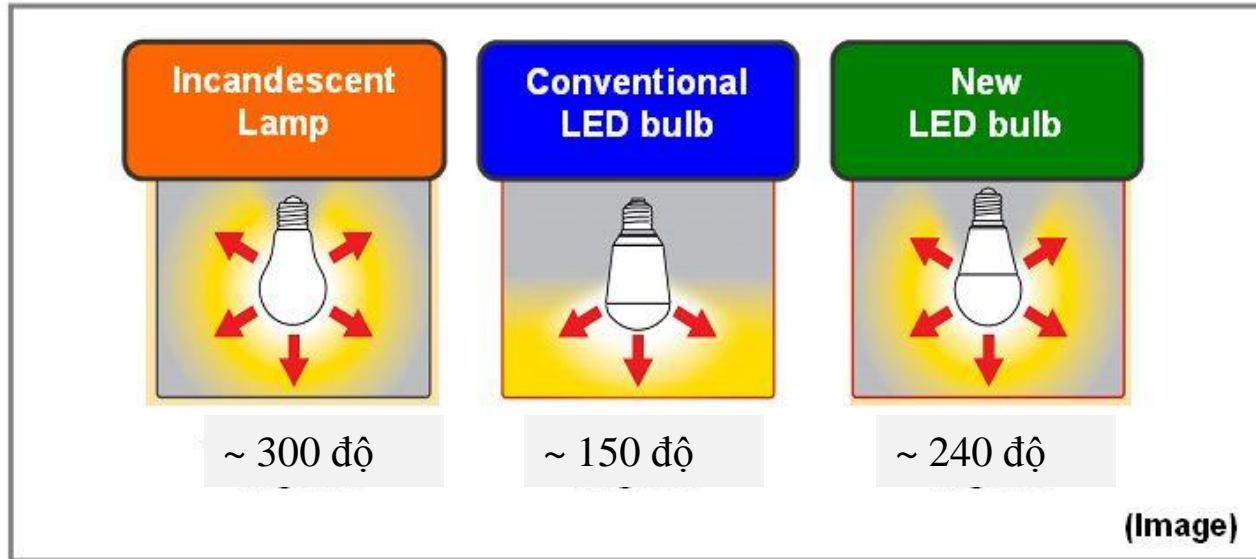
- Cao cấp >< phổ thông
- 46 W 4000 lm >< 36W 2400 lm
- Tuổi thọ 25000 h



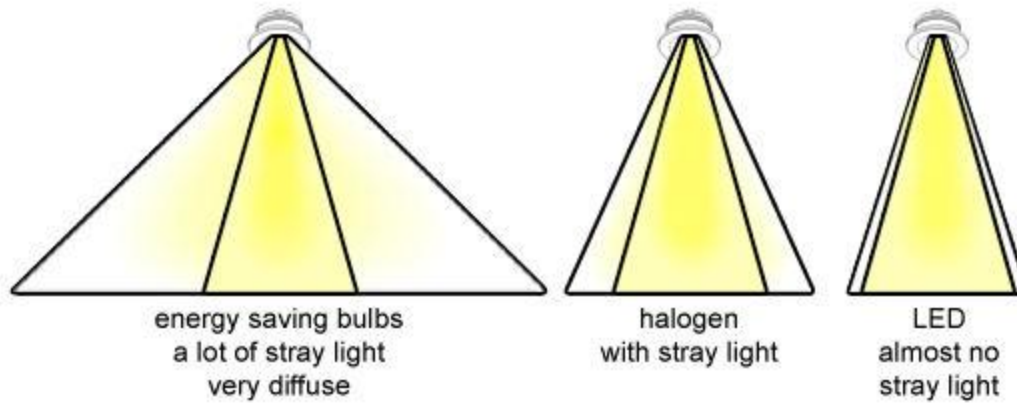
## Chuyên gia đánh giá

- Thông số quang điện
- Chất lượng: Gói LED, Mạch in nhôm
- Khung tản nhiệt, tấm dẫn sáng, vật liệu đáy, cao su dẫn nhiệt

# Phân bố góc



DIFFERENT LIGHT SOURCES WITH THE SAME OPENING ANGLE





**2.0W LED**  
**NVSxx19B-V1D1**



Nichia

Seoul Semiconductor



SDWx1F1C – Chip on Board



Part Number	Luminous Flux (lm) @ I <sub>F</sub> = 180mA		
	Bin Code	Min.	Max.
SDW01F1C	C	700	800
	D	800	900
	E	900	1100



HL-LT003F38W-10B1C9 ( Ra1 )					
CCT (K)	Ra	Min (lm)	Typ (lm)	Max (lm)	LM/W (min)
3000	70	840	890	—	85
4000	70	840	900	—	85
5000	70	890	930	—	90
6000	70	890	930	—	90

Hong Li

# Một số bài học từ Chương trình chiếu sáng rắn của Bộ Năng lượng Hoa kỳ DOE-2014

---

1. Bài học thứ nhất: Yêu cầu thử nghiệm khe hở để đối phó với các công bố phóng đại của một số nhà sản xuất về hiệu năng sản phẩm LED, nhưng chi phí thử nghiệm quá cao

2. Mặc dù có nhiều cam kết tuổi thọ cao, vẫn chưa có một phương pháp chuẩn nào để thử nghiệm độ tin cậy và tuổi thọ đèn LED

3. Các nhà cung cấp dịch vụ chiếu sáng cần các giàn SP đồng bộ, nhưng sự phát triển nhanh của công nghệ LED đặt ra thách thức cho các nhà sản xuất

4. Các tùy chọn về chất lượng màu của LED quá phong phú đến mức làm bối rối các nhà CCDV và khách hàng.

5. Tính đa dụng cao hơn của các linh kiện điều khiển chiếu sáng cần được nâng cao để tối đa hóa mức tiết kiệm năng lượng của nguồn sáng LED

1. LM-79-08 là quy trình thử nghiệm thông số quang điện tuyệt đối, thay cho các quy trình truyền thống tương đối cho bóng đèn.

2. Việc sử dụng thông số  $L_{70}$  dựa trên kết quả thử nghiệm theo quy trình IES LM-80-08 và tính toán theo phương pháp IES TM-212 chỉ cho ta thông tin về quang giảm, chứ phải độ dịch màu, tuổi thọ hay độ tin cậy.

3. Thiếu thời gian cho giàn SP đầy đủ; khó giữ cho SP tương thích với các gói LED và nguồn nuôi thay đổi nhanh; khó đồng bộ SP của các nhà sản xuất khác nhau=> lựa chọn SP truyền thống cho an toàn.

4. Giải pháp (1) Nhà bán lẻ cần tăng cường cung cấp thông tin CCT, CRI cho khách hàng; Cải tiến sự thống nhất thông tin màu; Nhà sản xuất cần thiết lập công cụ hiệu quả về thông tin màu sắc; Hội R&D cần thiết lập tiêu chuẩn màu sắc cho các ứng dụng khác nhau; Tổ chức tiêu chuẩn cần thiết lập các tiêu chuẩn phân loại chặt hơn; tối thiểu...



6. Màu sắc của một số loại LED dịch chuyển theo thời gian sử dụng, là nguyên nhân gây phản cảm với một số ứng dụng.

7. Một số SP LED nhấp nháy đáng kể. vd. nguồn Hippo tạo ra nhấp nháy ở tần số 100 Hz. Chức năng dimming thường làm tăng độ nhấp nháy

8. Chức năng dimming thường làm tăng độ nhấp nháy.

9. Có một số khó khăn kỹ thuật để đạt được hiệu năng dimming tốt, tương thích với các loại đèn cổ điển (halogene).

10. Sự thiếu hụt các modul thay thế và bảo dưỡng chuẩn của SP LED là một rào cản cho việc phát triển thị trường LED.

11. Hạ tầng chiếu sáng hiện tại hạn chế tiềm năng tổng thể của LED; một số khách hàng quá gắn bó với thói quen cũ, kỳ vọng cũ và các hệ thống đã đầu tư.

5. Phát triển các phương pháp hạn chế và dự báo xu hướng dịch chuyển màu sắc.

6. Nguyên nhân chủ yếu phụ thuộc vào thiết kế nguồn. Cần cải tiến nguồn nuôi LED

7. Các loại LED công suất lớn nhưng kích thước nhỏ thường gây chói lóa. Thiết kế tán quang và chiếu sáng tốt sẽ cải thiện hiện tượng này.

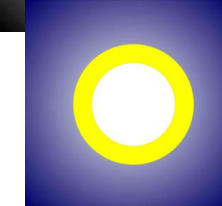
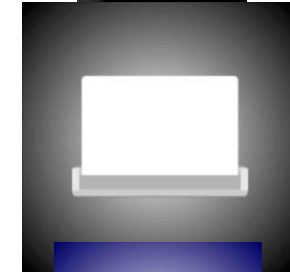
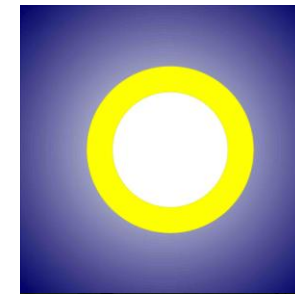
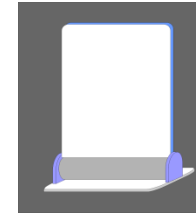
8. Nhiều cách tiếp cận khác nhau đang được phát triển đối diện với thách thức này.

9. Giải pháp: các nhà sản xuất cần đưa ra các giao diện cho các module chuẩn, có thể bảo dưỡng và thay thế lẫn nhau.

10. (1) Cần phải phát triển các yêu cầu mới để mở cửa cho đổi mới sáng tạo và thiết kế các sản phẩm tốt hơn. (2) Các chương trình tiết kiệm năng lượng cần tự bỏ càng nhanh càng tốt khái niệm thay thế một-đổi-một với SSL. (3) Người tiêu dùng cần mua các sản phẩm có tính năng vượt trội so với SP truyền thống. (4) Nhà sản xuất, tiếp thị cần nâng cao ý thức khách hàng

# Các mẫu đèn LED tiên tiến Rạng Đông sáng tạo

Số TT	Loại sản phẩm	Thông số	Quang thông	Công nghệ
1	Đèn Nhật quang	5 W	375 lm	DS
2	Đèn Nguyệt quang	5 W	375 lm	DS
3	Đèn Liên quang	5 W	375 lm	DS
4	Đèn Mỹ quang	10 W	750 lm	DS
5	Đèn Vân quang	10 W	750 lm	DS
6	Đèn Kim tinh	26 W	1950 lm	DS
7	Đèn Hỏa tinh	52 W	3900 lm	DS
8	Đèn chùm Hoa sen	66 W	4950 lm	DS
9	Đèn chùm LED Đài sen	106 W	7950 lm	DS
10	Đèn chùm LED Trời Mây	66 W	4950 lm	DS



## Ứng dụng đèn LED mới: thay đèn bàn, đèn đầu giường



### Đèn bàn truyền thống

Bộ đèn bàn: vương, tạo bóng, chói  
Bóng đèn tròn: 40W tốn điện, không bền, nóng  
Bóng compact 12 W: không bền khi bật tắt, không vừa chao chụp

# Ứng dụng đèn LED mới: gắn tường, cầu thang



Bộ đèn: vương, tạo bóng, chói  
Bóng đèn tròn: 50W tốn điện, không bền  
Bóng compact 12 W: không bền khi bật tắt,  
không vừa chao chụp

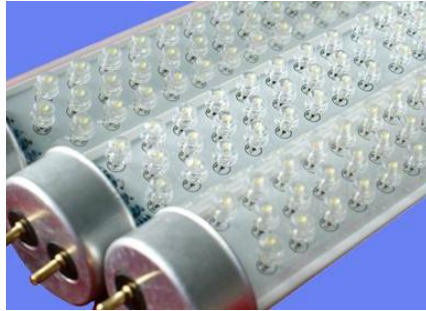




# Hiện trạng chiếu sáng và trang trí dùng đèn LED

---

## Đèn LED chiếu sáng



Đèn LED mới: tiết kiệm điện năng hơn, nhưng có tính năng trang trí,

## Đèn LED trang trí



Quang thông thấp  
Chói lóa  
Không trắng  
Phân bố điểm sáng  
hỗn loạn



# Sản phẩm mới của Rạng Đông Đèn chùm LED Đài sen



Đèn LED chiếu sáng nội thất 106 W

Đèn chùm treo trên trần  
Phòng khách  
Sảnh khách sạn, phòng họp  
Phối hợp đồng bộ với giàn  
đèn Thiên quang

Thể hiện biểu tượng Đài sen  
Hình dạng phong phú, tinh tế  
nhờ có 16 cánh cup xòe tự  
do

Có thể đổi hướng mặt cánh  
sáng 150°  
Không hứng bụi và xác côn  
trùng

Công suất tiêu thụ: 106 W  
Quang thông hiệu dụng:  
8480 lm



Thay thế



Quang thông thấp,  
Tạo nhiều bóng  
Chói lóa,  
Hứng bụi  
CRI, CCT không hợp chuẩn



CH-8028/6  
Ø 550 x H650

Thank you for your attention!

