

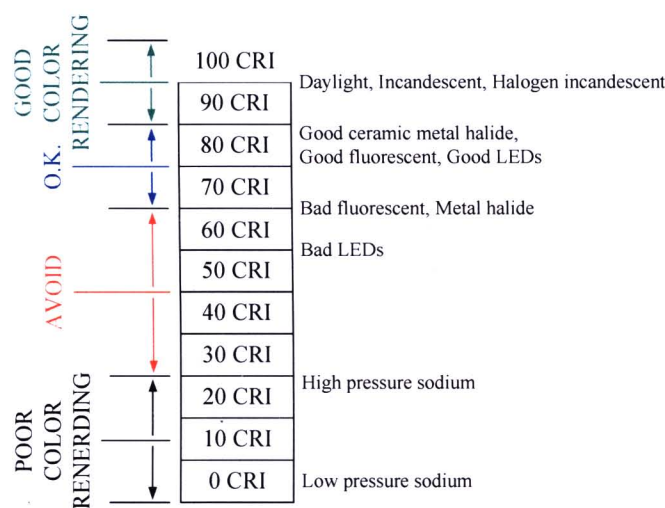
บทที่ 2

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแสง และเงื่อนไขเบื้องต้นของวงจรขับหลอด LEDs

ในบทนี้จะกล่าวถึงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแสงที่สอดคล้องกับหลอดสำหรับงานส่องสว่าง เช่น คุณภาพของแสง ดัชนีความเพี้ยนของสี เป็นต้น เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงสีจากหลอดชนิดต่างๆ ได้มากขึ้น อีกทั้งจะกล่าวถึงเงื่อนไขหลักในการออกแบบวงจรขับหลอด LEDs เพื่อให้ได้ค่าฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous flux) ที่เพียงพอต่อการใช้งาน และสอดคล้องกับอายุการใช้งานของหลอด LEDs

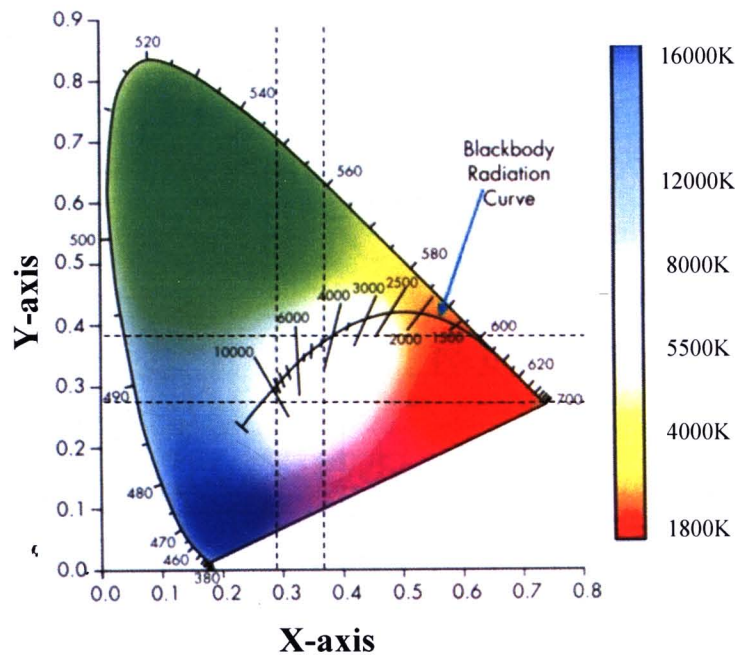
2.1 คุณภาพของแสง (Quality of Light)

ดัชนีที่ใช้สำหรับวัดคุณภาพของแสงเรียกว่า (Color Rendering Index: CRI) ดังแสดงในรูปที่ 2-1 ซึ่งจะพบว่าหลอดคุณภาพของหลอด LEDs จะส่งผลต่อคุณภาพของแสงที่ได้เช่นกัน โดยเปรียบเทียบจากความผิดเพี้ยนของสีวัตถุเมื่อมีแสงตกกระทบวัตถุนั้น มีหน่วยคิดเป็นร้อยละ (%) ของสเปกตรัมช่วงความยาวคลื่นที่ตาสามารถมองเห็นได้ (Visible spectrum) แสดงดังรูปที่ 2-2 โดยแหล่งกำเนิดแสงที่มีคุณภาพที่ดีต้องมีค่าเปอร์เซ็นต์ CRI มากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป เมื่อเทียบกับแสงที่ได้จากดวงอาทิตย์ (Daylight) เป็นมาตรฐาน โดยมาตรฐานดังกล่าวถูกกำหนดโดยหน่วยงานที่มีชื่อว่า Commission Internationale de l'éclairage (CIE) หรือในอีกชื่อหนึ่ง International Commission on Illumination ถูกก่อตั้งขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1931 ที่กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย มีหน้าที่ในการกำหนดมาตรฐานการส่องสว่างของแสง และสีที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสง



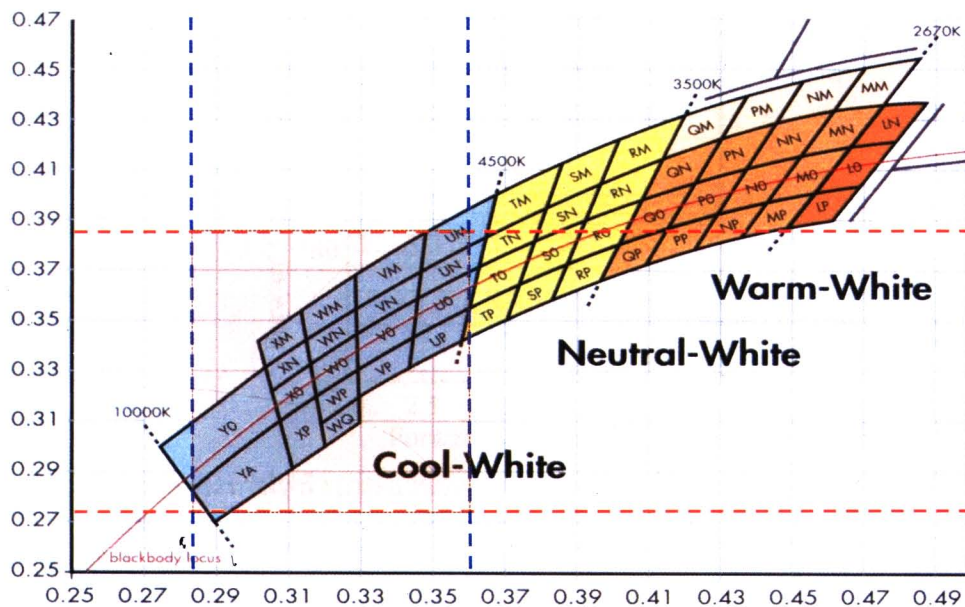
รูปที่ 2-1 ดัชนีค่า CRI ของแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ โดยแหล่งกำเนิดแสงที่ดีต้องมีค่า CRI > 80%

(<http://www.sizes.com/units/CRI.htm>)



รูปที่ 2-3 ไดอะแกรมโครมาติกตามมาตรฐาน CIE
บนพิกัด X-Y พร้อมแสดงค่าอุณหภูมิของสีที่ได้จากแสง
(http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space)

โดยปกติในเอกสารข้อมูลของหลอด LEDs ที่ต้องการนำมาใช้ในงานส่องสว่าง จะแสดงไดอะแกรมโครมาติกตามมาตรฐาน CIE ไว้เสมอ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้งานได้อย่างเหมาะสมตามความต้องการ โดยเส้นสีดำที่บ่งชี้ภายในไดอะแกรมของรูปที่ 2-3 ดังกล่าวคือเส้นโค้งวัตถุดำ (Black Body Curve) และช่วงพื้นที่เส้นประในรูปเป็นพื้นที่ของสีที่ได้จากหลอด LEDs ที่ใช้สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้ (ยี่ห้อ Nichia รุ่น NS6W083BT และ NS3W183) ซึ่งให้ค่าของสีที่ได้จากการส่องสว่างในช่วงพิกัด X-Y ดังกล่าว จะพบว่าอยู่ในช่วงแสงสีขาวที่มีค่าคุณภาพซึ่งมีค่าพิกัดอยู่ที่ประมาณ $X = 0.344$ และ $Y = 0.355$ รูปที่ 2-4 แสดงภาพขยายย่านบนพิกัด X-Y ซึ่งจะพบว่าช่วงของอุณหภูมิสีที่ได้จากหลอด Nichia รุ่น NS6W083BT และ NS3W183 จะอยู่ในช่วงแสงสีขาวที่ให้คุณลักษณะของแสงใกล้เคียงแสงจากดวงอาทิตย์ (Daylight) นั่นเอง

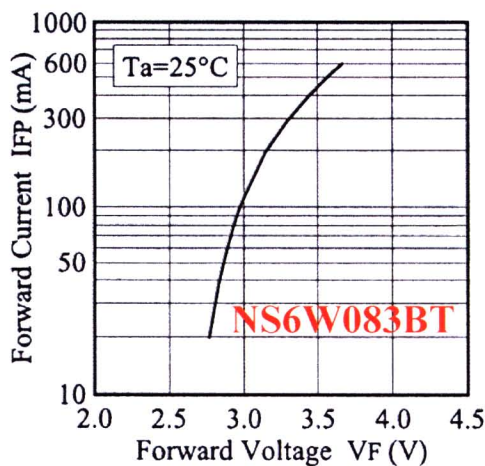


รูปที่ 2-4 ไดอะแกรมโครมาติกตามมาตรฐาน CIE บนพิกัด X-Y พื้นที่แรงเงาเป็นพิกัด X-Y ของหลอด LEDs ยี่ห้อ Nichia รุ่น NS6W083BT และ NS3W183 (ใช้ในงานวิจัยนี้)
(<http://www.futurelightingsolutions.com/en/Pages/index.aspx>)

2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสขับหลอด LEDs กับค่าฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous flux) และอายุการใช้งาน (Lumen maintenance) ของหลอด LEDs

พิจารณารูปที่ 2-5 พบว่าคุณลักษณะทางไฟฟ้าของหลอด LEDs จะมีคุณลักษณะคล้ายอุปกรณ์ไดโอด ดังนั้นปริมาณกระแสเฉลี่ยที่ไหลผ่านหลอด (ในช่วงการทำงาน) จะแปรผันตรงต่อค่าแรงดันที่ตกคร่อมที่ตัวหลอด LEDs อีกทั้งยังแปรผันตรงกับค่าฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous flux) ด้วย กล่าวคือค่ากระแสเฉลี่ยที่ไหลผ่านหลอดยิ่งสูงยิ่งทำให้มีแรงดันตกคร่อมที่ตัวหลอดสูงขึ้น และทำให้ค่าฟลักซ์ส่องสว่างสูงขึ้น

รูปที่ 2-6 แสดงความสัมพันธ์ของ Lumen maintenance กับค่าอุณหภูมิรอยต่อของหลอด LEDs ที่ปริมาณกระแสเฉลี่ยขับหลอด I_F คงที่ที่ค่าเท่ากับ 1.5 แอมป์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าค่ากระแสเฉลี่ยขับหลอด I_F ที่ต่ำกว่า จะยอมให้เกิดอุณหภูมิสะสมที่รอยต่อของหลอด LEDs สูงมากกว่าที่อายุการใช้งานเท่ากัน ตัวอย่างเช่นถ้าพิจารณาที่อายุการใช้งานที่ 40,000 ชม. การขับหลอด LEDs ด้วยขนาดกระแส 1.5 แอมป์ จะยอมให้เกิดความร้อนขึ้นที่รอยต่ออยู่ที่ประมาณ 125 องศาเซลเซียส ในขณะที่การขับหลอด LEDs ด้วยขนาดกระแส 350 มิลลิแอมป์ จะยอมให้เกิดความร้อนขึ้นที่รอยต่ออยู่ที่ประมาณเกือบ 170 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าต่างกันเกือบ 40 องศาเซลเซียส ดังนั้นกรณีที่ขับหลอดด้วยขนาดกระแส 1.5 แอมป์ อาจจะต้องแก้ปัญหาการระบายความร้อนด้วยการใช้แผ่นระบายความร้อน (Heat sink) ที่มีขนาดใหญ่มากกว่านั่นเอง



รูปที่ 2-5 คุณสมบัติทางไฟฟ้า (กระแสขับหลอด และแรงดันตกคร่อมหลอด) ของหลอด LEDs
(ข้อมูลจาก Datasheet ของหลอดยี่ห้อ Nichia เบอร์ NS6W083BT)

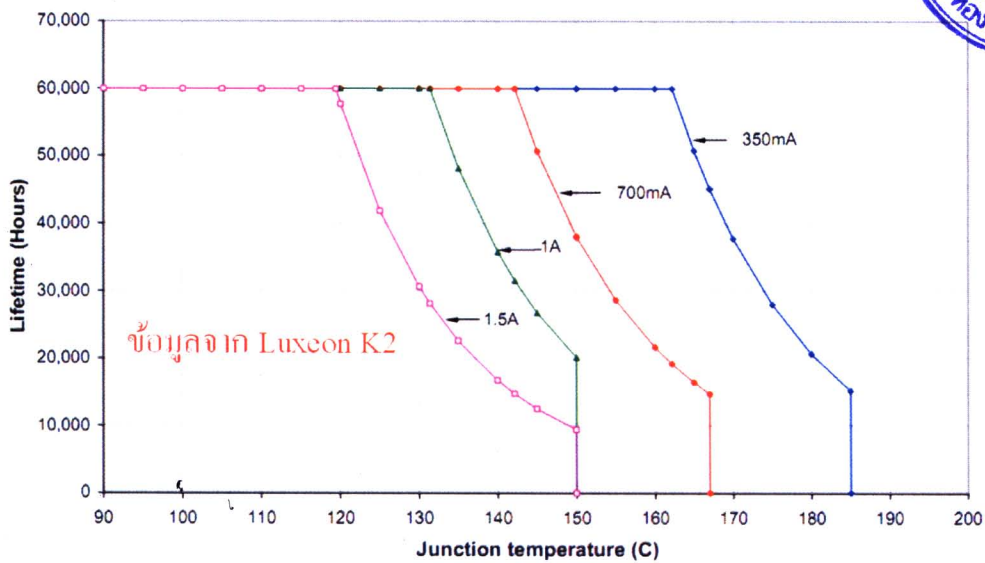
ในทางกลับกันสามารถตีความหมายจากรูปที่ 2-6 ได้อีกมุมมองหนึ่งนั่นคือ ถ้ายอมให้เกิดอุณหภูมิที่รอยต่อของหลอด LEDs เท่าๆ กัน จะพบว่าที่ค่ากระแสเฉลี่ยขับหลอด I_F ต่ำกว่าจะทำให้อายุการใช้งานของหลอดยาวนานกว่า ตัวอย่างเช่นถ้าพิจารณาให้หลอดทำงานที่อุณหภูมิรอยต่อที่ 140 องศาเซลเซียส จะพบว่าถ้าให้กระแสเฉลี่ยขับหลอด I_F อยู่ที่ 1.5 A จะทำให้อายุการใช้งานหลอดอยู่ที่ประมาณเกือบ 20,000 ช.ม. ขณะที่ถ้าให้กระแสเฉลี่ยขับหลอด I_F อยู่ที่ 350 mA หรือ 700 mA จะทำให้หลอด LEDs มีอายุการใช้งานถึง 60,000 ช.ม. เท่ากัน แต่ค่าฟลักซ์ความสว่างที่ได้จากค่ากระแสเฉลี่ยขับหลอด 700 mA จะมีค่ามากกว่า เนื่องจากค่ากระแสเฉลี่ยขับหลอด I_F ที่สูงกว่านั้นเอง

รูปที่ 2-7 แสดงความสัมพันธ์ของ Lumen maintenance กับปริมาณกระแสเฉลี่ยขับหลอด I_F ที่อุณหภูมิรอยต่อคงที่ที่ 125 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิรอยต่อของหลอด LEDs ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าค่ากระแสเฉลี่ยขับหลอด I_F ที่สูงจะทำให้อายุการใช้งานของหลอดสั้นกว่าค่ากระแสเฉลี่ยขับหลอดที่ต่ำกว่า ตัวอย่างเช่นถ้าพิจารณาค่า Lumen maintenance ที่ 0.7 ของแกนแนวดิ่ง (กล่าวคือค่าความสว่างของหลอดกำเนิดแสงลดลงต่ำกว่า 70% จากตอนเริ่มต้นใช้งาน) จะพบว่าอายุการใช้งานของหลอดจะอยู่ที่ประมาณ 40,000 ช.ม. ที่ค่ากระแสขับหลอดสูง (1.5 A: สีแดง) และจะมีอายุการใช้งานที่สูงมากขึ้นที่กว่า 70,000 ช.ม. ที่ค่ากระแสขับหลอดที่ต่ำลง (1 A: สีเขียว)

- สรุป
1. ปริมาณค่ากระแสเฉลี่ยที่ไหลผ่านหลอดจะส่งผลต่อค่าฟลักซ์ส่องสว่างที่ได้จากหลอด LEDs, อุณหภูมิที่รอยต่อ และอายุการใช้งานของหลอด LEDs
 2. ปริมาณค่ากระแสเฉลี่ยขับหลอด LEDs ต่ำ จะทำให้อายุการใช้งานของหลอดยาวนานขึ้น แต่จะต้องใช้จำนวนหลอด LEDs จำนวนเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ได้ค่าฟลักซ์ส่องสว่างที่เพียงพอต่อการประยุกต์ใช้งานต่างๆ

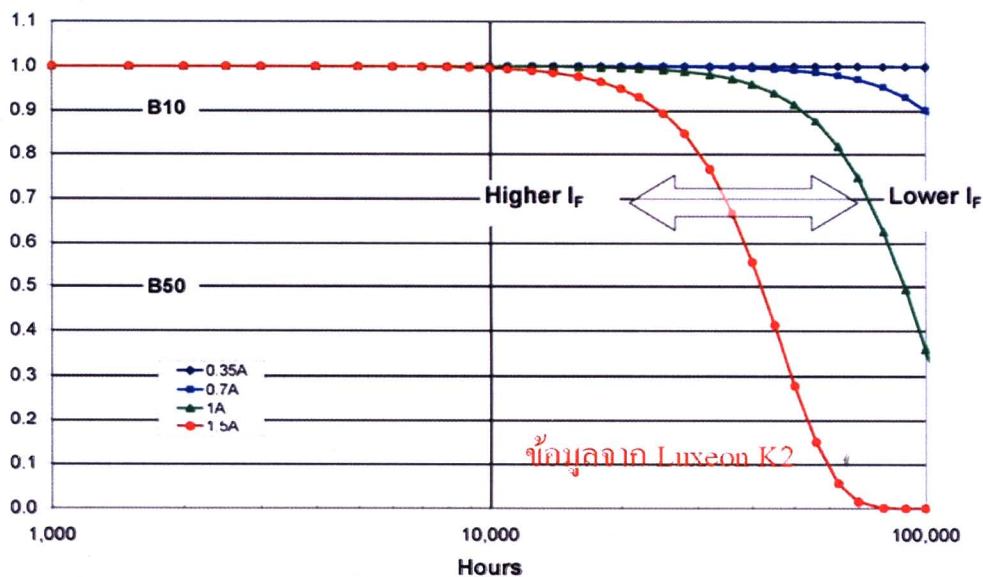


(B50, L70) lifetimes for InGaN Luxeon K2



รูปที่ 2-6 ความสัมพันธ์ของปริมาณกระแสเฉลี่ยขับหลอด I_F อุณหภูมิรอยต่อ และอายุการใช้งานของหลอด LEDs (ข้อมูลจากหลอด Luxeon K2 บริษัท Philips Lumileds)
(<http://www.future-mag.com/0801/080119.asp>)

Luxeon K2 white stressed at $T_{junction} = 125^\circ C$



รูปที่ 2-7 ความสัมพันธ์ของ Lumen maintenance กับปริมาณกระแสเฉลี่ยขับหลอด I_F และอายุการใช้งานของหลอด LEDs ที่อุณหภูมิรอยต่อ 125 องศาเซลเซียส (ข้อมูลจากหลอด Luxeon K2 บริษัท Philips Lumileds)
(<http://www.future-mag.com/0801/080119.asp>)

