LED ศักยภาพความสดใสของแสงและสี ... ที่ต้องพิสูจน์

รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน
ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
sphancha@yahoo.com

บทคัดย่อ

หลอด LED (Light Emitting Diode) นับว่าเป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่มีอนาคตสดใสที่สุดในเวลานี้ จากคุณสมบัติที่ได้รับการพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้งจนกลายเป็นหลอดไฟที่แพร่หลายไปทั่วโลก ทั้งทางด้านประสิทธิผลและคุณภาพสี โดยเฉพาะเมื่อต้องการใช้แสงที่มีสีสันสดใสจัดจ้าน จึงมีการนำไปใช้ทดแทนหลอดไฟชนิดเดิมเกือบทุกประเภท ทั้งในรูปแบบของหลอดไส้ หลอดทังสเตนฮาโลเจน หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ บางครั้งก็มาในรูปของโคมไฟสาดส่องอาคาร โคมไฟถนน รวมถึงป้ายไฟวิ่งที่ใช้เป็นสื่อโฆษณาก็มีให้พบเห็นกันอย่างแพร่หลาย

ปัจจุบันหลอด LED มีบทบาทอย่างมากทั้งภายในและภายนอกอาคาร ทั้งการตกแต่งประดับประดาและการส่องสว่างในพื้นที่ใช้สอยต่างๆ ทั้งที่ดูเหมือนว่าหลอด LED จะพัฒนามาเพียงไม่กี่ปี จากหลอดไฟขนาดเล็กที่ใช้แสงสีเป็นตัวบอกสัญญาณ (coloured signal indicator) สารกึ่งตัวนำประหยัดพลังงานนี้ กลายมาเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ทดแทนไฟสัญญาณจราจรแบบเดิม และพัฒนาคุณภาพแสงไปจนได้แสงขาว และมีอุปกรณ์ควบคุมการปรับเปลี่ยนสีของแสงที่ชาญฉลาด ทำให้หลอด LED กลายเป็นแหล่งกำเนิดแสงคุณภาพสูงที่มีการใช้งานทั่วไป แต่น้อยคนนักที่จะตระหนักถึงข้อด้อยของหลอด LED เมื่อนำไปใช้งาน

บทความนี้เป็นการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลอด LED ประกอบกับการสอบถามข้อมูลและแง่คิดในการใช้หลอด LED เพื่องานออกแบบการส่องสว่างของนักออกแบบ ที่น่าจะช่วยให้ผู้อ่านและผู้ที่ประกอบวิชาชีพด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมมีความรู้ความเข้าใจเพื่อการเลือกใช้หลอด LED ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: หลอดแอลอีดี แหล่งกำเนิดแสง หลอดไฟขนาดเล็ก อิเล็กโตรลูมิเนสเซนต์ หลอดแอลอีดีเปลี่ยนสี

LED: a Bright and Colourful Light Source ... that Needs to Be Veried

Associate Professor Phanchalath Suriyothin
Department of Architecture, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University
sphancha@yahoo.com

Abstract

Presently, LED (Light Emitting Diode) is a kind of light source that has a most promising future. As its characteristics has been developed especially both luminous efcacy and colour quality, LED has become world-widely used, replacing many conventional types of light sources, i.e. incandescent lamp, tungsten halogen lamp, compact uorescent lamp, and uorescent lamp. LEDs are also extensively used as ood lighters, street luminaires and signage for moving illuminated advertisement.

Currently LEDs are commonly used, both indoor and outdoor, for decorative and functional purposes, even though they have been developed relatively recently. From a very tiny light source used as a coloured signal indicator, this energy efcient diode became a light source that replaced conventional vehicle signal lamps. When its colour quality was developed until getting white and changing colours was smart controlled, LEDs then became a high quality light source that is used both interior and exterior including advertisement. However, not many people realize the defect of LED when it operates.

This paper is a review of articles and research papers that related to LEDs along with interviewing some professional lighting designers for experts' information and aspects in applying LEDs to their work. It provides readers and architectural design professionals with further understanding of potentials and precautions for the application of LEDs as the most effective light source.

Keywords: LED (Light Emitting Diode), light source, very ting light source, electroluminescence, colour changing LED

ประวัติความเป็นมาของหลอด LED

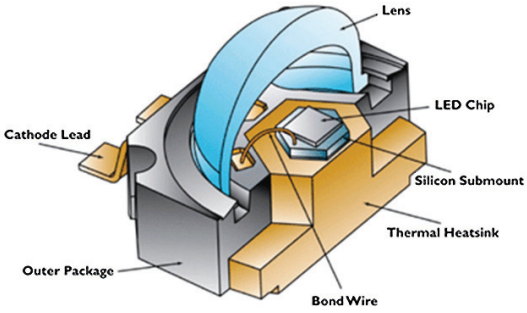
เมื่อกล่าวถึงความเป็นมาของหลอด LED (Light Emitting Diode) หรือไดโอดเปล่งแสง ต้องเริ่มจากจุดกำเนิดคือไดโอดก่อน ไดโอดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดสองขั้วที่ออกแบบและควบคุมทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้าโดยยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียว และกั้นการไหลในทิศทางตรงกันข้าม เมื่อกล่าวถึงไดโอด มักจะหมายถึงไดโอดที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (semiconductor diode) ซึ่งก็คือผลึกของสารกึ่งตัวนำที่ต่อกันได้ทางขั้วไฟฟ้าทั้งสองขั้ว[1]

ส่วนหลอด LED หรืออาจเรียกว่า solid-state lighting (SSL) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำประเภทหนึ่ง จัดอยู่ในจำพวกไดโอดที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบในรูปของอิเล็กโตรลูมิเนสเซนต์ (electroluminescence) สีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้ และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet) ช่วงแสงที่มองเห็น (visible light) และช่วงอินฟราเรด (infrared) ผู้พัฒนาไดโอดเปล่งแสงขึ้นเป็นคนแรก คือ นิก โฮโลยัก (Nick Holonyak Jr.) แห่งบริษัทเจเนรัลอิเล็กทริก (General Electric Company) โดยได้พัฒนาไดโอดเปล่งแสงในช่วงแสงสีแดงที่มองเห็นและสามารถใช้งานได้ในเชิงปฏิบัติเป็นครั้งแรก เมื่อ ค.ศ. 1962 จนกระทั่งช่วงทศวรรษที่ 1970 จอร์จ คราฟอร์ด (George Craford) จึงได้คิดค้น LED สีเหลือง (amber) ขึ้นเป็นครั้งแรกและได้พัฒนาความสว่างของ LED สีแดงและสีแดงอมส้มด้วย[2]

ในช่วงแรกๆ นั้นหลอด LED ใช้เป็นตัวบ่งบอกสัญญาณ (indicator light) ในการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น นาฬิกา เครื่องคิดเลข รีโมทคอนโทรล และกระติกน้ำร้อน เป็นต้น เพราะตัวหลอด LED มีขนาดเล็กจิ๋ว และใช้กระแสไฟฟ้าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณแสงที่ออกมา ทำให้ในเวลาต่อมามีผู้พัฒนาหลอด LED อย่างต่อเนื่อง จากแรกเริ่มที่ให้สีโทนร้อน คือ สีแดง ส้ม เหลือง ต่อมาได้มีการคิดค้นวิธีการสร้างหลอดที่ให้สีโทนเย็น คือ สีเขียวและน้ำเงินและได้แสงขาวโทนเย็นขึ้น จึงมีการนำมาใช้งานทดแทนหลอดไฟฟ้าชนิดอื่นอย่างจริงจัง ทั้งที่ใช้เป็นแสงขาวโทนสีต่างๆ รวมทั้งใช้เป็นไฟเปลี่ยนสีจากการผสมสี RGB ที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่รู้จบในงานออกแบบ ประดับตกแต่ง ทั้งภายในและภายนอกอาคาร และงานอุตสาหกรรมต่างๆ

ส่วนประกอบของหลอด LED

หลอด LED ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักสามส่วน ได้แก่ ชุดของหลอดไฟ (LED module) ตัวเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ตัวหลอด (driver) และอุปกรณ์ระบายความร้อนของหลอด (heat sink)



ภาพที่ 1: *ส่วนประกอบของหลอด LED*
(ที่มา: http://www.electronicproducts.com/images2/FARR01_ATS_MAY2008.gif)

LED module อาจประกอบด้วย LED เม็ดเดียว หรือหลายเม็ดรวมกันในแผงเดียวกัน โดย LED แต่ละเม็ดประกอบด้วย ชิป (chip) ของสารกึ่งตัวนำ ตัวฐาน และขาสำหรับใช้ต่อกับวงจรทั้งหมด หุ้มเคลือบด้วยวัสดุอีพ็อกซี่เรซิน (epoxy resin) ที่มีลักษณะโปร่งใสเหมือนเลนส์ เพื่อป้องกันชิ้นส่วนภายในตัว LED และกำหนดทิศทางการกระจายแสง

LED module
(ที่มา:http://www.luxdrive.com/content/K2_Star_Tiny-150x150.jpg)

LED driver
(ที่มา:http://www.dotlight.de/images/product_images/popup_images/sv464111_led_treiber_18w_350ma_0.jpg)

LED heat sink

ภาพที่ 2ข: *ส่วนประกอบหลักของหลอด LED ได้แก่ LED module, driver และ heat sink*
(ที่มา: http://www.ledcoolers.com/uploads/pins1.jpg)

สารกึ่งตัวนำชนิด P และ N นั้นเป็นตัวกำหนดความยาวคลื่นของแสงที่ปล่อยออกมาหรือสีของแสงนั่นเอง ในช่วงแรกของการพัฒนาหลอด LED นั้นเริ่มจากแสงอินฟราเรดที่ทำจากสารแกลเลียมอาร์เซไนด์ (gallium arsenide; GaAs)[3] ต่อมาเมื่อมีความก้าวหน้าในการผลิตสารที่ทำให้เกิดสีของแสงมากขึ้น จึงได้สีของแสงที่หลากหลายขึ้นเช่นในปัจจุบัน

Driver เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า จากปริมาณสูงให้น้อยลงก่อนจ่ายเข้าสู่ตัวหลอด นอกจากนั้นยังควบคุมความเข้มแสง โดยการเปลี่ยนความถี่ และจังหวะความมืดสว่างของเม็ด LED

Heat sink เป็นอุปกรณ์ระบายความร้อนจากหลอด LED ซึ่งคุณภาพการระบายความร้อนขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ เช่น ทองแดง (ที่มีคุณสมบัติระบายความร้อนดีที่สุด) ทองคำ และอลูมิเนียมซึ่งนิยมใช้ที่สุด เป็นต้น

หลักการทำงานของหลอด LED

เมื่อเปิดสวิตช์ไฟ กระแสไฟฟ้าจะผ่าน driver เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง และเปลี่ยนจากความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงไปสู่ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ค่อนข้างต่ำ ประมาณ 2.5-3 โวลต์ แล้วจึงจ่ายเข้าตัวชิปของหลอด LED ซึ่งมีเพียงตัวนำแคโทดและแอโนดเท่านั้น โดยหลอด LED จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้อยมาก ประมาณ 20 มิลลิแอมป์[4]

ในตัวชิปของ LED ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำขั้วประจุบวกชนิด P (Positively changed material) ที่อยู่ห่างจากสารกึ่งตัวนำขั้วประจุลบชนิด N (Negatively changed material) เล็กน้อย จุดนี้เรียกว่ารอยต่อ (junction) เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านหลอด LED ตัวนำแอโนดจะไปดันขั้วประจุบวก และตัวนำแคโทดไปดันขั้วประจุลบให้มาชนกัน เมื่อประจุบวกและประจุลบมาชนกันที่รอยต่อของสารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิด ก็จะจับตัวกันและคายพลังงานออกมาในรูปของแสงสว่าง ซึ่งเรียกว่า “อิเล็กโตรลูมิเนสเซนต์” ทำให้เกิดแสงสว่างที่บริเวณด้านหน้าตัวหลอด ซึ่งมีอุณหภูมิในการทำงานที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป แสงสว่างที่ออกมาจะลดลง[2] แสงจากหลอด LED มีลักษณะพุ่งออกในทิศทางเดียว แต่ในกรณีที่ต้องการให้แสงกระจายออกในมุมแคบหรือกว้างเพิ่มขึ้น ก็จะใช้อุปกรณ์ครอบหลอด LED ในลักษณะของเลนส์ (package) ไว้เพื่อบังคับทิศทางของการกระจายแสง

หลอด LED สามารถเปิดปิดได้ทันที ไม่ต้องใช้ระยะเวลาในการจุดติดเหมือนหลอดไส้ที่ต้องเผาไส้หลอด หรือหลอดดิสชาร์จที่ต้องปรับแรงดันก๊าซภายใน หลอด LED สามารถปรับความเข้มของแสงได้ด้วยอุปกรณ์หรี่ไฟ (dimmer) โดยขึ้นอยู่กับรุ่นและอุปกรณ์ควบคุมซึ่งจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อนเลือกใช้

รูปแบบของหลอด LED

รูปแบบของหลอด LED ที่มีการใช้งานแพร่หลายนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบหลัก ดังนี้

1. Indicator-type LED เป็นหลอดไฟขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 mm หรือไม่เกิน 10 mm เป็น 1 หน่วยของหลอด LED ที่มีขนาดเล็กเรียงกันคล้ายเม็ดข้าวโพด ใช้เป็นไฟบอกสัญญาณ เช่น ไฟสัญญาณจราจร อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ป้าย LED (panel display) เป็นต้น ต่อมามีการพัฒนาหลอดโดยรวมหลอด 2 หน่วยเข้ากันเป็น 1 หน่วยเพื่อให้แสงสว่างได้เพิ่มมากยิ่งขึ้น เรียกว่า SuperFlux LED มี 4 ขา ใช้กับไฟท้าย ไฟเบรค ไฟเลี้ยวของรถยนต์ และป้ายอิเล็กทรอนิกส์[5] เป็นต้น

2. Illuminator-type LED หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า SMD (Surface Mounted Diode), HB-LED (High Brightness LED) หรือ HP-LED (High Power LED) โดยใน 1 หน่วยจะมีการแยกตัวแผงควบคุมออกมาชัดเจนและมีอุปกรณ์แปลงไฟจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงก่อนผ่านเข้าสู่ตัวหลอด ส่วนใหญ่ใช้เพื่อทดแทนหลอดไฟประเภทเดิมๆ โดยนำมาประกอบเข้ากับโครงหลอดไฟรูปแบบต่างๆ เช่น MR16, PAR38 และฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น หรือออกแบบมาสำหรับดวงโคมที่ใช้หลอด LED โดยเฉพาะ

คุณสมบัติของหลอด LED

คุณสมบัติของหลอด LED ที่ควรพิจารณาเพื่อการเลือกใช้ ประกอบด้วย ปริมาณแสง (ลูเมน) ประสิทธิผลของแสง (luminous efcacy; ลูเมน/วัตต์) อุณหภูมิสีของแสง (correlated colour temperature; เคลวิน) ความถูกต้องของสีภายใต้แสง (colour rendering index; CRI) การกระจายแสง อายุการใช้งาน การลดลงของแสง แสงบาดตาและเงา ความเข้ากันได้กับระบบไฟฟ้าเดิม มาตรฐาน ราคา ระยะเวลาคืนทุน ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและการประหยัดพลังงาน เป็นต้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เมื่อเปรียบเทียบหลอด LED ที่พบในท้องตลาดปัจจุบันกับหลอดไฟรูปแบบเดิม ที่ใช้หลอด LED ลักษณะคล้ายกันทดแทน เช่น หลอดไส้แก้วฝ้าขนาด 40 วัตต์ มีปริมาณแสง 420 ลูเมน (ประสิทธิผล 10.5 ลูเมน/วัตต์)[6] กับหลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ขนาด 9 วัตต์ ปริมาณแสง 450 ลูเมน (ประสิทธิผล 50 ลูเมน/วัตต์)[7] และหลอด LED ขนาด 5 วัตต์ มีปริมาณแสง 450 ลูเมน (ประสิทธิผล 90 ลูเมน/วัตต์)[8] พบว่าหลอด LED มีประสิทธิผลสูงกว่าหลอดประเภทเดิมมาก

เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ พบว่าหลอด T8 ขนาด 36 วัตต์ ปริมาณแสง 3,250 ลูเมน (ประสิทธิผล 90 ลูเมน/วัตต์)[9] ขณะที่หลอด LED รูปแบบ T8 ขนาด 17 วัตต์ (LED 300 เม็ด) มีปริมาณแสงเพียง 1,650 ลูเมน (ประสิทธิผล 97 ลูเมน/วัตต์)[10] เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการนำหลอด LED ที่มีรูปแบบคล้ายกันมาทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิมอาจได้ปริมาณแสงลดลง แม้ว่าจะมีประสิทธิผลสูงกว่าก็ตาม

ทั้งนี้ปริมาณแสงของหลอด LED รูปแบบ T8 ยังขึ้นอยู่กับวิธีเรียงหลอด LED ระยะห่างของเม็ด LED จำนวนเม็ด LED คุณภาพของเม็ด LED อีกด้วย เมื่อยังไม่มีมาตรฐานร่วมของผู้ผลิตหลอดไฟมารองรับประสิทธิผลและคุณภาพแสงอย่างชัดเจน จึงเป็นไปได้ว่าหลอดไฟประเภทเดียวกันจากผู้ผลิตแต่ละราย จะให้ปริมาณแสงและคุณภาพแสงที่แตกต่างกัน หรือแม้จากผู้ผลิตรายเดียวกันก็มีการพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง จนทุกครั้งที่เปลี่ยนหลอดไฟใหม่จะได้หลอด LED ที่มีปริมาณแสงหรือมีประสิทธิผลต่างไปจากเดิม ปัจจุบันหลอด LED ในท้องตลาดมีประสิทธิผลของแสงเฉลี่ยประมาณ 25 – 64 ลูเมน/วัตต์[11]

หลอด LED สามารถให้สีของแสงได้เกือบทุกสี จากการผสมสีโดยใช้หลอด LED สีแดง น้ำเงิน และเขียว (RGB) ควบคุมด้วยแผงวงจรไฟฟ้า จึงเหมาะกับการประดับตกแต่งที่ต้องการสีสันและลวดลายที่เปลี่ยนไป ในการผสมสีแบบนี้ สามารถใช้วิธีการปรับความเข้ม-อ่อนเพื่อผสมแม่สี หรือเพิ่ม-ลดปริมาณแสงด้วยอุปกรณ์ปรับหรี่แสง (dimmer) สำหรับหลอด LED หรือหากต้องการเฉดสีพิเศษก็สามารถหาค่าพิกัด (co-ordinate) ในการผสมสีของแม่สี แต่ต้องผสมสีผ่านระบบคอมพิวเตอร์โดยใช้ซอฟต์แวร์พิเศษ

สำหรับหลอด LED ที่ให้แสงขาวนั้น พบว่ายังมีสีผิดเพี้ยนอยู่บ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสเปกตรัมของแสงที่สารกึ่งตัวนำในเม็ด LED ผลิตได้ จึงพบว่า แม้จะมีการนำหลอด LED ไปใช้ในอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย แต่กลับยังไม่เป็นที่นิยมในการให้แสงสว่างภายในอาคารมากนัก ส่วนหนึ่งเนื่องจากข้อจำกัดสำคัญ ที่ยังไม่มีการผลิต LED ซึ่งเปล่งแสงสีขาวอย่างแท้จริง ปัจจุบันมีการผลิต LED ที่เปล่งแสงขาวโดยทางอ้อมอยู่ 2 วิธี

วิธีแรก นับเป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุดและง่ายที่สุด คิดค้นโดยบริษัท Nichia เมื่อปี 2539 คือ การเคลือบ LED สีน้ำเงินด้วยสารเรืองแสงสีเหลือง อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงาน ทำให้ประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างลดลง[2] และเมื่อมีการใช้งานไปสักระยะหนึ่ง สารเรืองแสงอาจจะเสื่อมสภาพ ส่งผลให้ปริมาณแสงลดลงด้วย

วิธีที่สอง นับเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงกว่า คือ การนำแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน มาผสมกันให้พอเหมาะเพื่อให้เป็นสีขาว ซึ่งมีข้อดีคือ นอกจากผสมกันเป็นสีขาวแล้ว ยังสามารถผสมสีออกมาเป็นสีต่างๆ ได้ตามต้องการด้วย แต่ในระยะยาวสีของแสงจะไม่คงที่สม่ำเสมอเหมือนเมื่อแรกติดตั้ง เพราะแต่ละสีมีอายุและอัตราหน่วงของการเสื่อมสภาพไม่เท่ากัน

นอกจากนี้ เมื่อผสมสีให้เป็นแสงขาวอาจจะไม่รวมตัวกันสนิท เห็นร่องรอยเหลื่อมกันของแสงสีที่นำมาผสม คือ สีแดง เขียว และน้ำเงิน อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีความยุ่งยากกว่าและมีค่าใช้จ่ายสูงในการบำรุงรักษาเนื่องจากต้องใช้หลอด LED เป็นจำนวนมาก[2]

ในปัจจุบันสามารถเลือกใช้หลอด LED ที่ให้แสงขาว ในช่วงอุณหภูมิสีของแสงต่างๆ ได้ ตั้งแต่ 2,700-10,000 เคลวิน แต่สีของแสงอาจผิดเพี้ยนไปจากแสงของหลอดไฟประเภทเดิมๆ ไปบ้าง เช่น หลอดทังสเตนฮาโลเจน หลอดฟลูออเรสเซนต์ จึงควรเทียบสีของแสงให้ใกล้เคียงกับแสงจากหลอดประเภทเดิมก่อนหากต้องนำมาใช้งานในบริเวณเดียวกัน เพื่อความกลมกลืนกันของแสง

เมื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของสีภายใต้แสง พบว่าหลอด LED มีค่า CRI ค่อนข้างสูงในช่วง 63-95 จึงไม่ด้อยไปกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมีค่า CRI ในช่วง 60-95 (ยิ่งมีค่า CRI สูง ปริมาณแสงที่ได้อาจลดต่ำลงกว่ารุ่นที่มีค่า CRI ต่ำ) ซึ่งหลอด LED แต่ละยี่ห้อจะมีเทคนิคควบคุมความคลาดเคลื่อนของสี (MacAdam Ellipse) ที่แตกต่างกัน จึงมีคุณภาพแสงและราคาต่างกัน[10] แต่มีข้อควรระวังในการติดตั้งใช้งาน คือ หากไม่สามารถระบายความร้อนออกจากตัวชิปได้เป็นอย่างดีแล้ว เมื่ออุณหภูมิของตัวชิปสูงขึ้นจากอุณหภูมิการทำงานปกติ จะทำให้สีของแสงมีความผิดเพี้ยนไป

การกระจายแสงของหลอด LED มีลักษณะพุ่งตรงออกจากตัวหลอดตั้งแต่มุมแคบๆ ถึง 180 องศา ซึ่งได้แสงเต็มประสิทธิภาพ ไม่เกิดการสูญเสียปริมาณแสงที่กระจายไปด้านหลังตัวหลอด ซึ่งหากเป็นหลอดไฟประเภทอื่นจะต้องใช้ตัวสะท้อนแสงเพื่อช่วยกระจายแสงจากด้านหลังหลอดไฟไปทางด้านหน้า

การใช้หลอด LED ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ในโคมตะแกรงที่มีแผ่นสะท้อนแสงนั้น อาจจะไม่สามารถส่องสว่างในระดับที่เทียบเท่ากับหลอดเดิมและไม่สามารถให้ระดับความส่องสว่างที่สม่ำเสมอได้ ทั้งยังเกิดเงาในหลายทิศทางด้วย เพราะการกระจายแสงเมื่อใช้หลอด LED มีลักษณะคล้ายหยดน้ำ จึงมีพื้นที่การกระจายแสงน้อยกว่าเมื่อใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีลักษณะคล้ายปีกผีเสื้อ[10] หลอด LED ส่วนใหญ่ไม่มีสารฟอสเฟอร์เคลือบให้เกิดแสงนวลตา เมื่อมองหลอด LED ตรงๆ จึงเกิดแสงบาดตา จนทำให้ไม่สบายตา และหลอด LED ที่เรียงตัวกันหลายๆ เม็ดจึงกลายเป็นแหล่งกำเนิดแสงหลายๆ จุด ทำให้เกิดเงาของวัตถุที่แสงส่องซ้อนกัน แสงที่ได้จึงอาจจะไม่เหมาะสมกับการใช้งานบางประเภท เช่น การเขียนอ่านหนังสือหรืองานใช้งานที่ต้องการคุณภาพแสง

การพัฒนาหลอด LED ที่มีการเคลือบสารฟอสเฟอร์ภายในหรือติดตั้งแผ่นกรองแสงที่หน้าหลอด หรือหากเป็นหลอดทดแทนฟลูออเรสเซนต์อาจติดตั้งในโคมกรองแสงแทนที่จะเป็นโคมตะแกรง จะช่วยให้แสงนวลตาขึ้น แต่วิธีการเหล่านี้จะทำให้ความสว่างที่ได้จากหลอด LED ลดลง[11]

สำหรับอายุการใช้งานของหลอด LED นั้น จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่ามีอายุการใช้งานยาวนานถึง 100,000 ชั่วโมง แต่ในทางปฏิบัติสำหรับหลอด LED ชนิดเปลี่ยนสีจะมีอายุการใช้งานประมาณ 40,000 ชั่วโมง และหลอดแสงสีขาวจะมีอายุการใช้งานประมาณ 50,000 ชั่วโมง ซึ่งยาวนานกว่าหลอดไฟชนิดเดิมๆ ในท้องตลาดปัจจุบัน[11] แต่ทั้งนี้อายุการใช้งานยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของหลอด LED วงจรขับกระแส (LED driver circuit) การระบายความร้อนของตัวชิป สภาพภูมิอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ

หลอด LED สามารถใช้งานได้ดีและสว่างกว่าหลอดไฟประเภทอื่นเมื่อเทียบกับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมในการทำงานเดียวกัน และเมื่อยิ่งอุณหภูมิต่ำลงเรื่อยๆ หลอด LED ก็จะยิ่งให้แสงสว่างมากขึ้น ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบในการนำไปใช้งานในสภาพแวดล้อมที่หลอดประเภทอื่นใช้งานไม่ได้ เช่น ห้องเย็น หรือภายนอกอาคารที่มีอุณหภูมิต่ำในเมืองหนาว แต่ในประเทศไทยการใช้งานภายนอกอาคารที่ร้อนและชื้นอาจทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของหลอด LED ลดลง ส่งผลให้ปริมาณแสงลดลงด้วย[10] หลอด LED ต้องทำงานร่วมกับ driver ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ทนต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารที่แปรปรวน เช่น การใช้หลอด LED เพื่อตกแต่งสะพานอาจเกิดการสั่นสะเทือนจนทำให้จุดเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ หลุดหรือเคลื่อนออกจากกัน เป็น

เหตุให้วงจรขาด จึงเกิดจุดมืดบอดของแสง หรืออาจถูกฟ้าผ่าทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหาย

จากการศึกษา[12] พบว่า driver มีอายุการใช้งานสั้นกว่าหลอดไฟ LED ถึงเท่าตัว การนำหลอด LED ไปใช้งานภายนอกอาคารจึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมต่างๆ เป็นอย่างมาก สำหรับ driver นั้นมีทั้งชนิดที่นำมาประกอบเข้ากับดวงโคม (integral driver) และชนิดที่แยกออกจากดวงโคม (remote driver) ซึ่งการเลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับความสะดวกในการดูแลรักษา

Heat sink หรืออุปกรณ์ระบายความร้อนของหลอด LED เองก็เป็นอีกส่วนประกอบหนึ่งที่อาจทำให้หลอด LED มีสีของแสงผิดเพี้ยนไปหรืออาจมีอายุการใช้งานสั้นกว่าที่ระบุไว้ได้ หากระบายความร้อนออกจากตัวชิปไม่ดีพอ อุปกรณ์ระบายความร้อนส่วนใหญ่ผลิตจากวัสดุอลูมิเนียม ซึ่งมีคุณสมบัติคายความร้อนที่ดีและมีน้ำหนักเบา แต่ต้องใช้พื้นที่ในการระบายความร้อนมาก จึงพบว่าดวงโคมสำหรับหลอด LED มักจะมีขนาดใหญ่กว่าดวงโคมชนิดเดียวกันที่ใช้กับหลอดไฟชนิดเดิมๆ เพราะมีอุปกรณ์ระบายความร้อนขนาดใหญ่ เช่น ดวงโคมส่องลงสำหรับหลอดทังสเตนฮาโลเจน MR16 จะมีขนาดหน้าตัดเล็กและมีความลึกน้อยกว่าดวงโคมที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งหลอด LED MR16 เป็นต้น

เมื่อติดตั้งหลอด LED ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ พบว่าหลอด LED จากผู้ผลิตหลายรายสามารถนำมาติดตั้งทดแทนและเข้ากันได้กับระบบไฟฟ้าเดิม แม้ยังคงคาบัลลาสต์เดิมในวงจร ไม่ว่าจะเป็นบัลลาสต์ธรรมดาหรือบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำไว้ โดยสมรรถนะในการทำงานจริงขึ้นอยู่กับบัลลาสต์ที่หลงเหลือค้างในวงจรด้วย แต่บางผู้ผลิตแนะนำให้ปลดบัลลาสต์เดิมในวงจรออก ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานทั่วไปไม่สามารถติดตั้งเองได้โดยง่าย จำเป็นต้องให้ช่างไฟฟ้าที่มีความรู้เป็นผู้ติดตั้งให้[11]

ปัจจุบันหลอด LED ยังไม่มีมาตรฐานกลางในการกำหนดคุณภาพ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตแต่ละรายแตกต่างกันไป อันเป็นความเสี่ยงที่ผู้บริโภคจะต้องคำนึงถึงและเรียกร้องการรับประกันคุณภาพจากผู้จำหน่ายตามความเหมาะสมเอง ซึ่งก็พบว่ามีหลายยี่ห้อและหลายผู้จำหน่ายหายไปจากตลาดภายหลังการขายสิ้นสุดลง แม้จะยังไม่หมดระยะเวลารับประกันก็ตาม[11]

สำหรับข้อจำกัดอีกประการหนึ่งคือราคา ซึ่งพบว่า หลอด LED แสงสีขาวยังแพงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์อยู่มาก อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับ LED มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยพบว่าต้นทุนของหลอด LED แสงสีขาวค่อนข้างใกล้เคียงกับหลอดฟลูออเรสเซนต์มากขึ้น ทำให้มีการขยายตัวของตลาด LED อย่างรวดเร็ว ดังจะเห็นได้ว่ามีหลอด LED หลายยี่ห้อที่สามารถนำมาใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยสิ่งที่นำมาโฆษณาก็คือประสิทธิผลของแสงที่ใกล้เคียงกัน แต่มีอายุการใช้งานที่นานกว่าและมีสีของแสงให้เลือกใช้มากกว่า แม้จะยังมีปริมาณแสงต่อหลอดน้อยกว่าก็ตาม

ส่วนหลอด LED ที่นำมาใช้ทดแทนหลอดไส้และหลอดทังสเตนฮาโลเจนในการตกแต่งภายใน ในปัจจุบันก็มีแนวโน้มของราคาลดลง ในขณะที่มีสีของแสงให้เลือกใช้มากกว่า และมีลูกเล่นของการใช้งานมากกว่า เพียงแต่ลักษณะเฉพาะของแสงบางประการอาจจะยังไม่เป็นที่ยอมรับในการใช้งานบางลักษณะ

เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาคืนทุน การเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ มาเป็นหลอด LED สำหรับโคมตะแกรงเดิมแบบใช้ 2 หลอด แม้ว่าจะใช้พลังงานไฟฟ้าต่อดวงโคมลดลง แต่จะมีระดับความส่องสว่างลดลงด้วย หากต้องการระดับความส่องสว่างเท่าเดิม อาจจะต้องลงทุนติดตั้งดวงโคมเพิ่มขึ้น

ดังนั้น แม้ปัจจุบันหลอด LED จะมีแนวโน้มของราคาที่ถูกลง แต่การเลือกใช้ควรอยู่บนเงื่อนไขที่ผู้ใช้ต้องเข้าใจและยอมรับได้ว่าระดับความส่องสว่างในช่วงเริ่มต้นจากการเปลี่ยนมาใช้หลอด LED แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิมจะลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 35[11] รวมถึงการเปลี่ยนหลอด LED ทดแทนหลอดเดิมประเภทอื่นด้วย ซึ่งอาจจะเปรียบเทียบเรื่องระยะเวลาคืนทุนได้ค่อนข้างยาก หากสามารถผลิตหลอด LED ที่ให้ความส่องสว่างได้เทียบเท่า

หลอดประเภทเดิม จะสามารถเปรียบเทียบระยะเวลาคืนทุนได้ชัดเจนขึ้น

หลอด LED ให้แสงสว่างโดยไม่ต้องมีไส้หลอดแบบหลอดอินแคนเดสเซนต์และหลอดอาร์ค (arc tube) แบบหลอดดิสชาร์จ เพราะแสงสว่างเกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานภายในหลอด จึงไม่ปล่อยสารพิษจากการเผาไส้หลอด ทั้งสารปรอทและตะกั่ว ไม่ปล่อยรังสีอินฟราเรดและอัลตราไวโอเล็ต จึงเป็นหลอดไฟที่ถือได้ว่าเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาด้านการประหยัดพลังงาน พบว่าหลอด LED เป็นหลอดไฟที่มีประสิทธิผลสูง กระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในหลอดไฟเปลี่ยนเป็นความร้อนในอัตราต่ำ จึงช่วยลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจากความร้อนที่หลอดไฟปล่อยออกมา และเมื่อไม่มีการแผ่รังสีความร้อนออกมาทางด้านหน้าหลอดนี้ จึงสามารถนำหลอด LED ไปใช้งานพิเศษในบางกรณี เช่น ภาพเขียนในพิพิธภัณฑ์ที่ต้องหลีกเลี่ยงความร้อนจากหลอดไฟ หรือเมื่อหลอดไฟจำเป็นต้องอยู่ใกล้กับวัตถุที่แสงส่องหรือใกล้กับผู้ใช้งาน

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของหลอดไฟประเภทต่างๆ กับหลอด LED

ชนิดของหลอดไฟ	ประสิทธิผล (ลูเมน/วัตต์)	อุณหภูมิสี (K)	ดัชนีความถูกต้องของสี (CRI)	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)
หลอดไส้	5 - 12	2,500 - 2,700	100	1,000
หลอดไส้ทังสเตน-ฮาโลเจน - แรงดันปกติ - แรงดันต่ำ	 12 - 22 12 - 22	 2,800 3,000	 100	 1,500 - 3,000 2,000 - 3,000
หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา - ชนิดตรง (T8) - ชนิดกลม (T9)	 45 - 80 60 - 70	 2,700 - 6,500 2,700 - 6,500	 60 - 80 60 - 80	 8,000 - 10,000 5,000 - 8,000
หลอดฟลูออเรสเซนต์ฟลักซ์การส่องสว่างสูง - ชนิดตรง (T8) - ชนิดตรง (T5)	 73 - 93 90 - 93	 2,700 - 6,500 2,700 - 6,500	 80 - 90 80 - 90	 8,000 - 10,000 10,000 - 12,000
หลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์	40 - 80	2,700 - 6,500	80 - 90	7,500 - 10,000
หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ	100 - 180	2,000	0 - 20	22,000 - 24,000
หลอดเมอร์คิวรี	30 - 60	3,000 - 4,200	40 - 60	20,000 - 24,000
หลอดโซเดียมความดันไอสูง	70 - 130	2,000 - 2,200	30 - 50	18,000 - 24,000
หลอดเมทัลฮาไลด์	60 - 120	2,900 - 6,000	60 - 90	8,000 - 15,000
หลอด LED	25 - 64	2,700 – 10,000	70-100	35,000 – 60,000

(ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท ไล้ติ้ง แอนด์ อีควิปเมนต์ จำกัด, “การบรรยายเรื่องเทคโนโลยีหลอด LED”. เมษายน 2554.)

การนำไปใช้งานในปัจจุบัน

หลอด LED ได้พัฒนาจากตัวบ่งบอกสัญญาณบนหน้าปัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มาใช้เป็นไฟจราจรตามสี่แยกเมื่อประมาณสิบกว่าปีก่อน หลังจากนั้นหลอด LED ก็พัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการนำหลอด LED ไปใช้ในงานอุตสาหกรรม งานสถาปัตยกรรม งานภูมิสถาปัตยกรรม ไปจนถึงระดับผังเมือง

สำหรับงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์หลายประเภทที่ใช้หลอด LED ในการให้แสงสว่าง เช่น ไฟฉาย เครื่องคิดเลข ไฟสัญญาณจราจร ป้ายสัญญาณต่างๆ สัญญาณแสงบนอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ หน้าจอ LCD ของโทรศัพท์มือถือ ไฟหน้าและไฟท้ายของรถยนต์ ไฟให้สัญญาณของประภาภาร โทรทัศน์จอ LED (LED TV) ป้ายโฆษณาประชาสัมพันธ์ และจอภาพยนตร์ขนาดใหญ่ เป็นต้น

นอกจาก LED แล้วก็ยังมีแหล่งกำเนิดแสงที่เรียกว่า OLED (Organic Light-Emitting Diodes) ที่เข้ามาทดแทน LCD (Liquid Crystal Display) ซึ่งเป็นจอแสดงผลแบบดิจิตัล ซึ่งนักวิจัยมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ประเทศอังกฤษค้นพบโดยบังเอิญว่าสารกึ่งตัวนำบางชนิดสามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นแสงได้เรียกว่า อิเล็กโทรลูมินิเซนต์ ซึ่งเป็นสารโพลิเมอร์ที่ให้สีต่างๆ เมื่อนำมาประกอบกันและให้พลังงานในจุดที่ต้องการก็จะเปล่งแสงประกอบกันเป็นภาพและสีตามต้องการเหมือนจอภาพ LED[13]

OLED มีความหนาเพียง 100-150 นาโนเมตร เพราะเป็นสารอินทรีย์จึงสามารถประกอบอุปกรณ์ OLED บนวัสดุที่พับงอได้ เกิดเป็นจอภาพแบบยืดหยุ่น (exible display) ซึ่งใช้พลังงานน้อยกว่า จอภาพบาง แบน เบา ให้สีคมชัดและยืดหยุ่นได้ จากข้อดีดังกล่าวจึงมีการพัฒนาจอภาพที่ไม่กินพื้นที่ สามารถบิดงอได้โดยไม่ทำให้จอเสียหรือภาพล้ม ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยี OLED มาใช้กับจอภาพคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คและโทรศัพท์มือถือรุ่น 3G ทำให้มีภาพเคลื่อนไหวที่ชัดเจน

ส่วนงานสถาปัตยกรรม การใช้หลอด LED ภายในอาคารนิยมใช้ให้การส่องสว่างเพื่อการใช้สอย ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้หลอด LED แสงสีขาวที่อุณหภูมิสีต่างๆ แทนหลอดไฟที่มีอยู่เดิม หรือเพื่อการประดับตกแต่ง โดยใช้หลอด LED เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศและกระตุ้นให้เกิดความเร้าใจ ส่วนใหญ่จะใช้หลอด LED เปลี่ยนสี (colour changing LED) สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ร่วมกับระบบควบคุม (control system) ที่สามารถผสมสี และทำให้เกิดลวดลายต่างๆ ได้

เนื่องจากหลอด LED มีอายุการใช้งานโดยเฉลี่ยมากกว่าหลอดไฟชนิดอื่นๆ จึงเป็นทางเลือกในการติดตั้งในบริเวณที่เข้าไปบำรุงรักษาได้ยาก หรือเมื่อไม่ต้องมีการเปลี่ยนหลอดไฟบ่อยๆ เช่น ฝ้าเพดานที่มีความสูงค่อนข้าง มาก งานใต้พื้นที่ดูแลรักษายาก อีกทั้งยังสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในอุณหภูมิที่เย็นจัดถึงติดลบ และยังมีชนิดที่ทนต่อการระเบิดซึ่งสามารถใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับปิโตรเลียมด้วย

สำหรับการใช้งานภายนอกอาคารมีทั้งในลักษณะของไฟประดับตกแต่งอาคาร (facade lighting) ซึ่งบางครั้งก็ใช้เป็นสื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์ไปในตัว และแสงส่องบริเวณเพื่อความปลอดภัย ส่วนงานภูมิสถาปัตยกรรม มีทั้งการประดับตกแต่งสวน พื้นที่ใช้สอยต่างๆ ทางสัญจร และถนนภายในโครงการ เป็นต้น

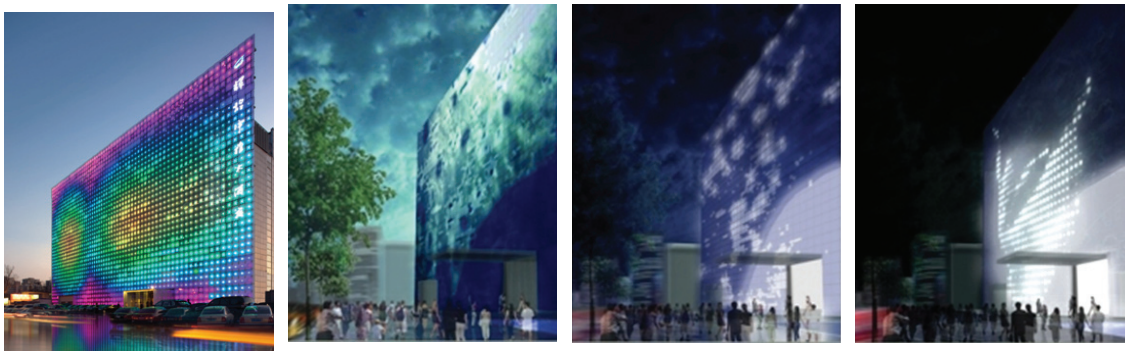
ส่วนงานในระดับผังเมืองนั้นรวมไปถึงการส่องสว่างถนน สะพาน หรือใช้ในการตกแต่งถนน สะพาน อาคารสำคัญ และอนุสาวรีย์ ซึ่งจะต้องพิจารณาเลือกใช้ประเภทของหลอด LED วิธีการติดตั้งที่เหมาะสม คำนึงถึงระยะการมองเห็นที่สามารถสื่อสารได้อย่างชัดเจน และไม่สว่างเกินไปจนเกิดแสงบาดตา เป็นต้น

จากกระแสการประหยัดพลังงานและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จึงมีการนำแผงโซลาเซลล์รับพลังงานจากแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วจ่ายเข้ากับวงจรของหลอด LED เนื่องจากหลอด LED ใช้พลังงานเพื่อการส่องสว่างน้อยมาก โดยกักเก็บพลังงานจากแสงอาทิตย์ในเวลากลางวันในแบตเตอรี่และจ่ายพลังงานเพื่อการส่องสว่างในเวลากลางคืน ส่วนมากจะใช้กับพื้นที่ที่สายไฟฟ้าแรงสูงจากทางการยังเข้าไม่ถึง แต่ก็เริ่มมีผู้คิดที่จะนำมาใช้ในเมือง เมื่อโซลาเซลล์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มาก ก็อาจจะขายกลับสู่ระบบของการไฟฟ้าได้

ภาพที่ 5: *ตัวอย่างการใช้หลอด LED ในการประดับตกแต่งงานสถาปัตยกรรม*
(ที่มา:http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=pui-chan&datd=27-04-2010&group=2&gblog=2)
(ที่มา:http://www.instablogsimages.com/images/2008/05/02/led-light-bridge_jsLij_7071.jpg)

ปัจจุบันเริ่มมีการใช้หลอด LED มาทำเป็นสื่อบนเปลือกอาคาร (media facade) สำหรับการโฆษณาประชาสัมพันธ์ในที่สาธารณะ โดยสร้างม่าน LED ขนาดใหญ่ซึ่งเกิดจากการนำหลอด HP-LED มาเรียงกันเป็นตาราง (grid) ที่หนาแน่นจนกลายเป็นม่านคลุมเปลือกอาคาร เพื่อให้สามารถอ่านแต่ละจุดที่รวมกันเป็นระนาบ จากนั้นจึงสร้างภาพเคลื่อนไหวหรือภาพนิ่งโดยใช้ไดรเวอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการเปล่งแสงในแต่ละหน่วยให้เป็นภาพ การออกแบบจัดเรียงหน่วยนี้จะพิจารณาตามระยะที่มองเห็น เพื่อความเหมาะสมในการปรับภาพให้สายตารับรู้

เทคนิคนี้สามารถดึงดูดสายตาและช่วยให้เกิดความน่าสนใจได้มาก เนื่องจากภาพเคลื่อนไหวและแสงสว่างแต่อาจเป็นอันตรายต่อคนขับรถเมื่อนำมาใช้ใกล้กับถนน และก่อให้เกิดมลพิษทางแสง (light pollution) แก่ผู้สัญจรและสภาพแวดล้อมโดยรอบ เนื่องจากปริมาณแสงที่มากเกินจำเป็นจนเกิดแสงจ้าแยงตาในเวลากลางคืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในย่านการค้าที่มีการแข่งขันสูงเพื่อดึงดูดความสนใจ



ภาพที่ 6: *Sustainable Media Faade ของอาคาร Xicui Entertainment Center, Beijing*
(ที่มา: http://netdna.webdesignerdepot.com/uploads/media_facades/Greenpix.jpg และ http://spacedid.les.wordpress.com/2009/10/xicuientertainmentcenter-beijing-1.jpg?w=545)

การวิจัยด้านสุขอนามัยเกี่ยวกับแสงจากหลอด LED

เมื่อประมาณปลายเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 (ค.ศ. 2010) French Agency for Food, Environment and Occupational Health & Safety[14] ได้จัดทำรายงานเกี่ยวกับความเสี่ยงของความเสียหายทาง photochemical จากแสงสีฟ้า (Blue-light hazard) ในช่วงความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร ที่เกิดจากหลอด LED และมีบทความต่อเนื่องที่กล่าวถึงแสงจากหลอด LED ที่ทำอันตรายจอประสาทตา

แต่ทั้งนี้ การวิจัยยังทำกันอยู่ในวงจำกัด และผลการศึกษาของผู้วิจัยกับผู้ผลิตยังมีความขัดแย้งกัน ขณะที่ผู้วิจัยแจ้งถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากสเปกตรัมในช่วงคลื่นแสงสีฟ้า ซึ่งจะส่งผลโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อเด็กและทารก ซึ่งเรตินา (retina) ยังมีความบอบบางและไม่สมบูรณ์เต็มที่ แต่ฝ่ายผู้ผลิต[15] กลับแจ้งว่าไม่มีอันตรายใดๆ จากการใช้หลอด LED แสงสีฟ้า เพราะหลอดไฟชนิดนี้มีการปล่อยแสงสีฟ้าในปริมาณไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับแสงแดด

ดังนั้น ผู้ออกแบบจึงควรใช้วิจารณญาณในการรับข่าวสารข้อมูลอย่างรอบคอบและระมัดระวังในการเลือกใช้และการติดตั้ง โดยคำนึงถึงอันตรายและผลข้างเคียงที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ นักวิชาการควรศึกษาวิจัยถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับมนุษย์อย่างต่อเนื่อง และเผยแพร่สู่สาธารณชนในวงกว้างด้วย

ในมุมมองของผู้ออกแบบ

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าหลอด LED เป็นหลอดไฟประสิทธิภาพสูง แต่เมื่อผู้ออกแบบนำมาใช้งานกลับพบว่า หลอด LED ยังไม่สามารถตอบโจทย์ได้อย่างที่คาดการณ์ไว้ในหลายๆ เรื่อง เช่น เมื่อนำหลอด LED มาใช้งานร่วมกับหลอดไฟชนิดอื่นในพื้นที่หรือห้องเดียวกัน มักจะพบว่าสีของแสงขาวที่ปรากฏให้เห็นมีความแตกต่างจากหลอดไฟประเภทเดิมๆ หรือหลอด LED จากต่างผู้ผลิตอย่างเห็นได้ชัด แม้จะมีอุณหภูมิสีเดียวกันก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากหลอด LED ยังไม่มีมาตรฐานของอุณหภูมิสีดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบหลอดไฟจากแต่ละผู้ผลิต จึงพบว่าสีของแสงขาวจะไม่ใช่สีเดียวกัน

ในเรื่องของความนุ่มนวลตา หลอด LED ก็ยังไม่สามารถนำคุณสมบัตินี้ไปเปรียบเทียบกับหลอดไฟประเภทเดิมได้ โดยเฉพาะหลอดไส้หรือหลอดทังสเตนฮาโลเจน เพราะหลอด LED มีแสงที่พุ่งออกไปข้างหน้า จึงมีความเข้มแสงมากกว่าหลอดประเภทเดิมๆ รวมทั้งเมื่อหรี่แสงลงก็ยังมีความแตกต่างจากหลอดประเภทเดิมๆ ด้วย เพราะสีของแสงจะยังคงเป็นสีเดิม ไม่เข้มขึ้นเหมือนหลอดอินแคนเดสเซนต์

แม้ว่าหลอด LED จะมีประสิทธิผลค่อนข้างสูง แต่ผู้ออกแบบมักพบว่า แสงที่ปรากฏสู่สายตา มีความแตกต่างจากหลอดไฟชนิดเดิมๆ เช่น เมื่อเทียบกับหลอดทังสเตนฮาโลเจน MR16 ทั่วไป ในแง่ของความถูกต้องของสีของแสงและอุณหภูมิสีของแสง ทั้งยังพบว่าแสงจากหลอด LED จะไม่จับวัตถุที่ส่อง ไม่มีมิติตื้นลึก (depth) และหากอุปกรณ์บังคับการกระจายแสงไม่ดีพอ จะมีโอกาสเกิดแสงบาดตามากกว่าเพราะเป็นแสงที่พุ่งออกมา รวมทั้งเงาที่เกิดขึ้นก็คมชัดกว่าด้วย หากเป็นหลอดที่ประกอบด้วย LED หลายเม็ดรวมกัน อาจจะเกิดเงาซ้อนกัน แม้หลอด LED บางรุ่นที่มีการเคลือบสารฟอสเฟอร์ภายในหรือใช้โคมที่มีแผ่นกรองแสงที่ด้านหน้าหลอดจะให้แสงนวลตาคล้ายกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ แต่ก็จะทำให้ความสว่างที่ได้ลดลง

นอกจากนี้เมื่อนำหลอด LED มาใช้ในงานตกแต่งเป็นการให้แสงโดยอ้อม (indirect light) ในลักษณะของไฟหลืบ พบว่าแสงที่พุ่งออกมาทางเดียวทำให้การออกแบบติดตั้งหลอด LED ในหลืบทำได้ยากขึ้น มิฉะนั้นอาจจะทำให้เกิดเงาสะท้อนบนวัสดุที่แสงตกกระทบด้วย เพราะถ้าเป็นผิวสะท้อนแสงจะมองเห็นจุดของแหล่งกำเนิดแสงชัดเจน เกิดเป็นแหล่งกำเนิดแสงจ้า (secondary glare source) ที่อาจหลีกเลี่ยงได้ด้วยการใช้วัสดุกรองแสง แต่ก็เป็นการลดประสิทธิภาพของแสงลงด้วย

อีกประการหนึ่งที่กล่าวถึงข้างต้นแล้วว่า ดวงโคมสำหรับหลอด LED นั้นมีขนาดค่อนข้างใหญ่กว่าดวงโคมชนิดเดิมๆ โดยเฉพาะเมื่อใช้ภายในอาคาร เนื่องจากต้องมี

อุปกรณ์ heat sink เพื่อการระบายความร้อนให้เพียงพอ จึงมีข้อจำกัดในการออกแบบติดตั้งมากขึ้น เพราะต้องการใช้พื้นที่ใต้ฝ้าเพดานมากขึ้นด้วย และหากติดตั้งภายนอกอาคาร ขนาดของดวงโคมยังมีผลต่อการติดตั้งและทัศนวิสัยในเวลากลางวันด้วย

ปัจจุบันหลอด LED ในรูปของหลอดไฟประเภทเดิมๆ เช่น LED MR16 นั้น อาจจะซื้อมาเปลี่ยนได้ไม่ยากนัก แต่ยังมีหลอด LED บางชนิดที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้กับโคมไฟโดยเฉพาะ ซึ่งมักจะเป็นโคมจากผู้ผลิตที่ใช้วัสดุอุปกรณ์คุณภาพดี หากเกิดความเสียหายจึงไม่สามารถเปลี่ยนหลอดไฟเองได้ เนื่องจากไม่สามารถหาได้ตามท้องตลาดทั่วไป ต้องติดต่อสั่งซื้อจากผู้ผลิตโดยตรง จึงกลายเป็นว่าการหาหลอดไฟใหม่มาทดแทนยุ่งยากมากกว่า หากมีหลอดไฟรูปแบบมาตรฐานก็จะไม่เกิดปัญหาเช่นนี้ ดังนั้นหากในอนาคตมีการกำหนดรูปแบบและคุณสมบัติของหลอด LED ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันก็จะช่วยให้การนำหลอด LED ไปใช้งานสะดวกและสามารถใช้เป็นหลอดไฟสำหรับทดแทนหลอดไฟประเภทเดิมๆ ได้อย่างแท้จริง

นอกจากนี้หลอดไฟประเภทเดียวกันจากผู้ผลิตแต่ละรายอาจจะให้ปริมาณแสงและคุณภาพแสงที่แตกต่างกัน หรือแม้จากผู้ผลิตรายเดียวกันก็มีการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง จนทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนหลอดไฟจะได้หลอด LED ที่มีปริมาณแสงสูงขึ้นหรือมีประสิทธิผลสูงขึ้น ซึ่งอาจบิดเบือนสภาพบรรยากาศจากการให้แสงสว่าง หรือการสร้างอารมณ์จากแสงสว่าง ที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้

พัฒนาการในอนาคต

อาจกล่าวได้ว่า จากอดีตถึงปัจจุบันและต่อเนื่องไปในอนาคต หลอด LED ยังมีการพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรมและสถาปัตยกรรม ซึ่งมีแสงสว่างเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบ จะเห็นได้ว่ามีการนำ LED มาใช้แทนหลอดไฟประเภทเดิมๆ ค่อนข้างมาก ด้วยเหตุผลหลักๆ ว่ามีประสิทธิผลที่สูงกว่า มีสีของแสงให้เลือกใช้หลากหลาย มีลูกเล่นของการให้แสงมากมาย มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงตอบโจทย์การออกแบบและการประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี

แต่ทั้งนี้ นักออกแบบการส่องสว่าง สถาปนิก ภูมิสถาปนิก และมัณฑนากร จำเป็นต้องรู้จักคุณสมบัติในแง่ต่างๆ อย่างกว้างขวาง เพื่อการนำไปใช้งานอย่างเหมาะสม คำนึงถึงการติดตั้งที่เหมาะสม รวมถึงการออกแบบเพื่อการบำรุงดูแลรักษาสภาพหลอดตลอดอายุการใช้งาน

นอกจากนี้ หากได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนจากทางภาครัฐในการวิจัยและพัฒนาก็จะช่วยเป็นแรงผลักดันให้พัฒนาการของหลอด LED ก้าวไปได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้สามารถประดิษฐ์หลอดไฟที่มีประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพการให้แสงสว่างสูง สร้างสีสันที่หลากหลายรองรับกับการใช้งานหลายรูปแบบ และมีอายุการใช้งานที่ยืนยาว ทนต่อการใช้งานได้เป็นอย่างดี เพื่อช่วยลดปัญหาเรื่องการใช้พลังงานและทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบัน และเพื่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมของประชาชนในอนาคตด้วย

รายการอ้างอิง

[1] “ไดโอด.” [online] Available: http://th.wikipedia.org/wiki/ไดโอด Retrieved September 2011.

[2] “Light-emitting diode.” [online] Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode Retrieved September 2011.

[3] “LED types by Color, Brightness, and Chemistry.” [online] Available: http://donklipstein.com/ledc.html Retrieved September 2011.

[4] “LED (light-emitting diode).” [online] Available: http://www.ledonlook.com/content/9-LED Retrieved September 2011.

[5] Philips, "SuperFlux LEDs: technical datasheet DS05." [online] Available: www.philipslumileds.com/uploads/3/DS05-pdf Retrieved September 2011.

[6] "หลอดไส้แก้วฝ้า 40W ของ OSRAM." [online] Available: http://www.topvs1.com/catalog.php?category=brandindex&brand=227&page=1&mode=inf Retrieved September 2011.

[7] "หลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ 9W ของ SYLVANIA." [online] Available: http://www.smarthome.com/46196/9- Watt-Fan-Soft-White-Compact-Fluorescent-Bulb-2-Pack/p.aspx Retrieved September 2011.

[8] "หลอด LED 5W." [online] Available: http://www.lgledsolutions.com/products.asp?selectclassid=003003. Retrieved September 2011.

[9] "หลอด TL-D 36W/840 1SL ของ Phillips." [online] Available: http://www.ecat.lighting.philips.com/l/tl-d-lifemax- super-80-51596/tl-d-lifemax-super -80-927982284036_eu/prd/th/?ctn=927982284036_EU Retrieved September 2011.

[10] "จะใช้หลอด LED ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ได้หรือยัง?." [online] Available: http://www.l-and-e.com/led/technology-detail.asp?ContentID=437 Retrieved September 2011.

[11] บริษัท ไล้ติ้ง แอนด์ อีควิปเมนต์ จำกัด, "การบรรยายเรื่องเทคโนโลยีหลอด LED." เมษายน 2554.

[12] "LED module bench test." Mondo Arc (Aug/Sep) 2011: 97-100.

[13] "Organic light-emitting diode." [online] Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Organic_light-emitting_diode Retrieved September 2011.

[14] "ANSES highlights risks from LED lighting." [online] Available: http://www.ledsmagazine.com/news/7/11/13. Retrieved October 2011.

[15] "Philips Lighting Corporate Communications about 'the risk of blue light in LED." (n.p.), 2010.

บรรณานุกรม

Steffy, G. 2008. Architectural Lighting Design. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

เว็บไซต์

"ไดโอดคืออะไร." [online] Available: http://www.rmutphysics.com/charud/howstuffwork/LED/thaiLED1.htm [Retrieved September 2011].

"Blue-light hazard." [online] Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Blue_light_hazard Retrieved September 2011.

"Cree Announces New Efcacy Record in Lab: 231 Lumen Per Watt." [online] Available: http://www.led-professional.com/technology/light-generation/cree-announces-new-efcacy-record-in-lab-231-lumen-per-watt Retrieved September 2011.

"History." [online] Available: http://web.mit.edu/invent/a-winners/a-holonyak.html Retrieved September 2011.

"LED lighting – see what light can do." [online] Available: http://www.lighting.philips.com/main/lightcommunity/trends/led/index.wpd Retrieved September 2011.

"OLED." [online] Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Organic_light-emitting_diode Retrieved September 2011.

"OLED." [online] Available: http://www.eclubthai.com/board/index.php?topic=6608.0 Retrieved September 2011.

"Philips Fortimo LED Disk Modules – the Ideal Solution for MR16 Halogen Replacement in Home & Hospitality Applications." [online] Available:http://www.led-professional.com/products/led-modules-led-light-engines/philips-fortimo-led-disk-modules-the-ideal-solution-for-mr16-halogen-replacement-in-home-hospitality-application Retrieved September 2011.

การสัมภาษณ์

กนกพร นุชแสง. Lighting designer บริษัท APLD จำกัด. 2554. สัมภาษณ์, 20 สิงหาคม.

นพพร สกุลวิจิตร์สินธุ. Lighting designer บริษัท Accent Studio จำกัด. 2554. สัมภาษณ์, 20 สิงหาคม.

พรพิมล เปี่ยมพงศ์สุข. Lighting designer บริษัท Bo Steiber Lighting Design จำกัด. 2554. สัมภาษณ์, 20 สิงหาคม.