บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การกำเนิดแสง [1]

การกำเนิดแสงแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

2.1.1 การแผ่รังสีของวัตถุ (Thermactinic Radiation) เป็นการแผ่รังสีของแสง ทำได้โดยการใช้ความร้อนเผาวัตถุ เช่น คาร์บอน ทังสเตน จนมีความร้อนที่ความร้อนสูงมากๆ วัตถุจะเริ่มร้อนและเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้วัตถุมากขึ้นไปจนถึงจุดๆหนึ่ง วัตถุนั้นจะสามารถเปลี่ยนสีได้และปล่งแสงออกมา เช่น การเผาแท่งเหล็กด้วยความร้อนสูงมากๆ แท่งเหล็กจะเกิดการเปลี่ยนสีจากส้มเป็นเหลืองจ้าสว่างในที่สุด จะให้ทั้งพลังงานแสงรังสีอัลตร้าไวโอเลตและรังสีอินฟราเรดออกมาด้วย แหล่งพลังงานแสงที่เกิดจากการเผาหรือให้ความร้อนนี้เรียกว่า อินแคนเดสเซนต์ (Incandescence) หรือแหล่งกำเนิดแสงร้อน (Hot Source) เช่น ไส้หลอดไฟฟ้า แสงจากการเชื่อมโลหะ คุณสมบัติของแหล่งกำเนิดแสงแบบนี้ คือมันจะให้พลังงานของแสงสีแดงมากกว่าสีน้ำเงิน

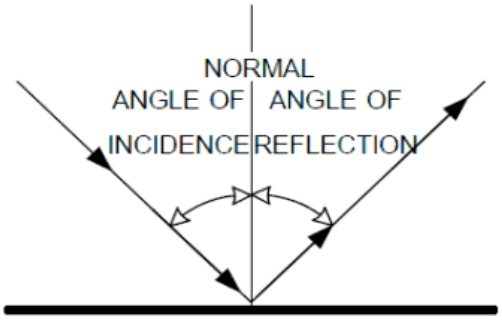
2.1.2 การถ่ายเทประจุไฟฟ้าในก๊าซ (Electric Gas Discharge) แหล่งกำเนิดแสงแบบนี้เรียกว่า แหล่งกำเนิดแสงเย็น (Cold Source) หรือเรียกว่าลูมิเนสเซนต์ (Luminescence) เกิดจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าในก๊าซนำมาสู่การนำมาใช้ในการผลิต หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซ็นต์ หลอดแสงจันทร์ หลอดเมทัลฮาไลด์ และหลอดโซเดียม

2.2 พฤติกรรมของแสง [1]

พฤติกรรมของแสงสามารถแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะ

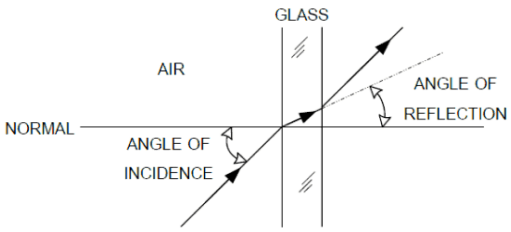
2.2.1 การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมของแสงที่ส่องไปกระทบผิวตัวกลางลักษณะต่างๆ กันและสะท้อนตัวออก หากแสงไปไปตกกระทบผิวตัวกลางที่มีลักษณะผิวเรียบและมัน การ

สะท้อนตัวของแสงจะเป็นไปตามที่ว่า มุมตกกระทบ (Angle Of Incidence) เท่ากับมุมสะท้อน (Angle Of Reflection)



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการสะท้อนแสงแบบผิวเรียบ

2.2.2 การหักเห (Refraction) เป็นพฤติกรรมของแสงที่ผ่านตัวกลางโปล่งแสง มีผลทำให้แสงหักเหออกจากแนวเดิมของมัน



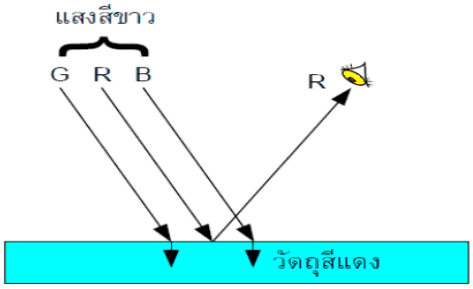
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการหักเหของแสง

2.2.3 การกระจายของแสง (Diffusion) เป็นพฤติกรรมของแสงเมื่อกระทบถูกผิวของตัวกลาง เช่นแผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นผิวหยาบขัดมัน แล้วกระจายตัวออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับตัวกลางว่าอยู่ในรูปทรงใด

2.2.4 การทะลุผ่าน (Transmission) เป็นพฤติกรรมของแสงที่ส่องทะลุผ่านตัวกลางไปอีกด้านหนึ่งโดยไม่มีการหักเหของแสงแต่อย่างใด

2.2.5 การดูดกลืน (Absorbtion) เป็นปรากฏการที่แสงไปกระทบตัวกลางแล้วถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลางบางส่วนในรูปของสีของแสงและจะปล่อยออกไปให้เฉพาะสีของแสงที่ไม่ต้องการ เช่น การฉายแสงสีขาวลงบนวัตถุสีแดง แสงสีอื่นๆจะถูกดูดกลืนเข้าไปในกำแพง ยกเว้น

แสงสีแดงเท่านั้นที่สะท้อนออกมาสู่ตาเรา โดยปกติแล้วหากตัวกลางดูดกลืนพลังงานแสงเข้าไปแล้ว มันจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

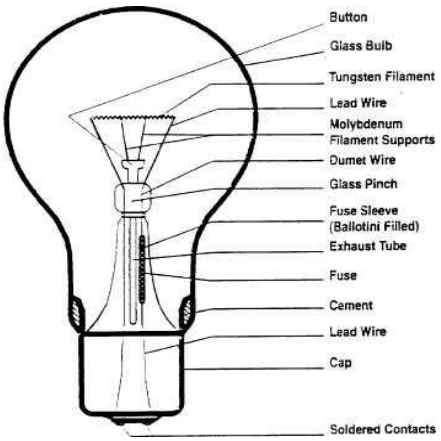


ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการดูดกลืนของแสง

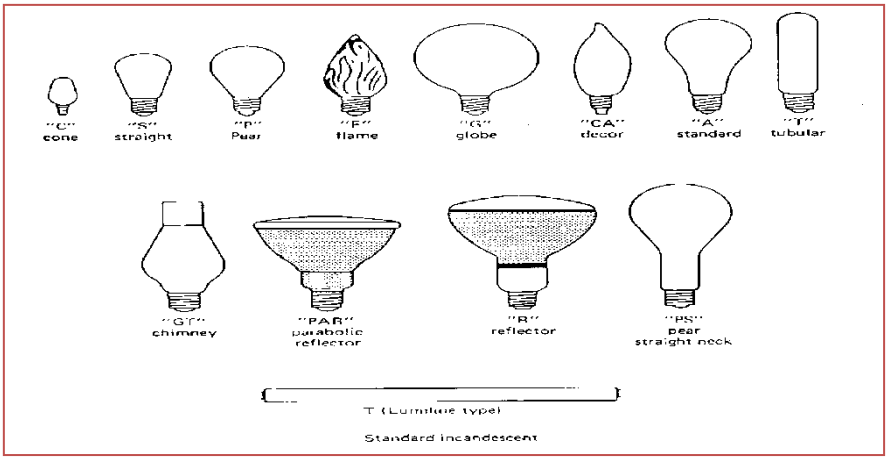
2.3 หลอดไฟฟ้า [2]

2.3.1 หลอดไส้หรืออินแคนเดสเซนต์ (Incandescent Lamp) เป็นหลอดชนิดที่ใช้ไส้ หลอดเป็นตัวเปล่งแสง เมื่อไส้หลอดขาดจะไม่มีแสงสว่างปรากฏออกมา หลอดชนิดนี้เป็นหลอดแก้ว (Bulb) ไส้หลอดที่เปล่งแสงสว่างออกมาทำด้วยทังสเตน (Tungsten Filament) ภายในหลอดบรรจุแก๊สไนโตรเจนและแก๊สอาร์กอน (เป็นแก๊สเฉื่อย) เข้าไปแทนที่หลังจากดูดอากาศจากภายในหลอดออกหมด แก๊สเฉื่อยที่บรรจุเข้าไปนี้จะทำให้หลอดมีคุณสมบัติการใช้งานนานขึ้น คือ มีอายุการใช้งานนานประมาณ 1,000 ชั่วโมง เป็นหลอดที่มีใช้อยู่ตั้งแต่ช่วงแรก ๆ ของการให้แสงสว่าง ในปัจจุบันถึงแม้ว่าจะมีการใช้งานน้อยลง เนื่องจากปริมาณแสงที่เปล่งออกมาต่อกำลังไฟฟ้ามีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดชนิดอื่น ๆ และมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่า แต่ก็ยังมีการใช้งานอยู่อาจจะด้วยเหตุผลที่ว่าราคาถูก มีหลายขนาด มีหลายรูปร่าง และมีหลายสี หลอดแบบนี้ให้ความสว่างได้โดยจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านไส้หลอด (Filament) ซึ่งทำมาจากโลหะทังสเตน (Tungsten) เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านไส้หลอดทำให้เกิดความร้อนและสว่าง เปล่งแสงออกมา ซึ่งขนาดของความสว่างขึ้นอยู่กับจำนวนกระแสไฟฟ้าที่ใส่เข้าไป สาเหตุที่ใช้ไส้หลอดทังสเตนเนื่องจากทังสเตนมีจุดหลอมละลายต่ำ การระเหิดต่ำ มีความแข็งแรงและนำไฟฟ้าได้ดี หลอดไส้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ หลอดไส้ธรรมดา (Standard Incandescent Lamp) และหลอดทังสเตน-ฮาโลเจน (Tungsten-Halogen Lamp)

- **หลอดไส้ธรรมดา** ความสามารถในการเปล่งแสงออกมาของไส้หลอดนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของไส้หลอด อุณหภูมิยิ่งสูงไส้หลอดยิ่งเปล่งแสงในช่วงที่ตามองเห็นได้มากขึ้นหลอดไส้มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.1 ลักษณะของไส้หลอดนั้นมีตั้งแต่เป็นเส้นตรง เป็นขดลวด หรือขดเป็นแผ่นแบบเป็นขดลวดนั้นให้ประสิทธิภาพสูงสุด ภายในกระเปาะแก้วนั้นจะเป็นสุญญากาศ แต่ถ้าเป็นหลอดขนาด 40W หรือสูงกว่า จะเป็นหลอดบรรจุก๊าช ได้แก่ ก๊าชอาร์กอนและไนโตรเจน เพื่อลดการระเหยของไส้หลอด กระเปาะแก้วที่ใช้บรรจุนี้ได้รับการพัฒนาจากกระเปาะแก้วใส ทำให้เป็นฝ้าโดยการเคลือบสารซิลิกาสีขาวเพื่อทำหน้าที่กระจายแสง ทำให้กระเปาะแก้วสว่างสม่ำเสมอทั่วทั้งผิว นอกจากนี้ยังเคลือบสารผิวภายในของกระเปาะด้วยเงินหรืออะลูมิเนียมเพื่อการสะท้อนแสง และยังเคลือบกระเปาะแก้วเป็นสีต่างๆ เพื่อทำเป็นหลอดสี

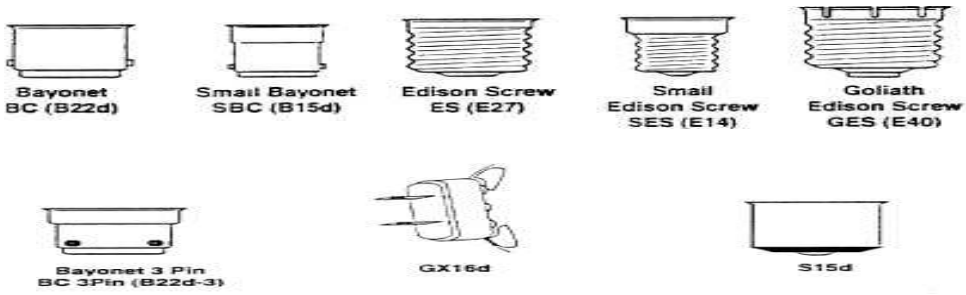


ภาพที่ 2.4 โครงสร้างทั่วไปของหลอดไส้



ภาพที่ 2.5 รูปร่างของกระเปาะแก้วของหลอดไส้ธรรมดา

- **ขั้วต่อ** ของหลอดแบบมีไส้มีหลายชนิด คือ แบบเกลียว, แบบเกลียวโดยมีหน้าสัมผัสวงแหวน (3 ทาง), แบบเกลียว Skirted Screw, แบบ 2 ทาง, แบบปรับจุดรวมแสงได้, แบบจาน, แบบปลั๊กเสียบ และ แบบเขี้ยว โดยแบบเขี้ยว และแบบเกลียวจะใช้มากในประเทศไทย



ภาพที่ 2.6 ขั้วหลอดประเภทต่างๆ

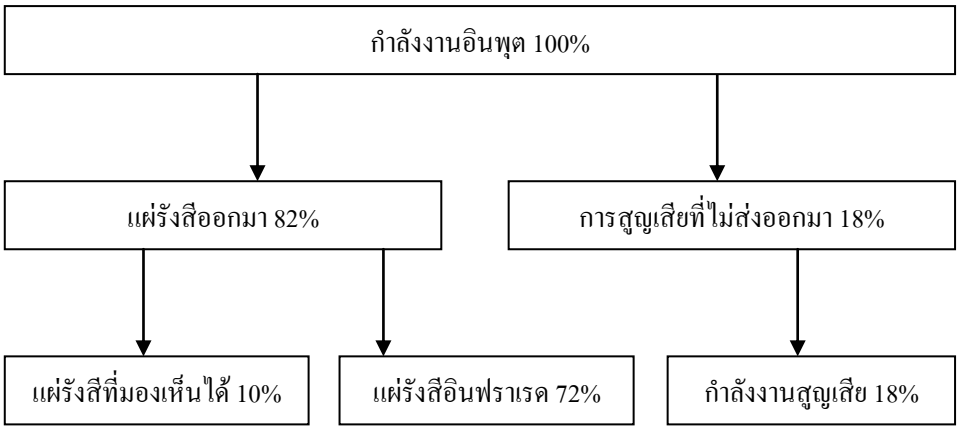
- **ไส้หลอด** การเกิดแสงสว่างในหลอดแบบมีไส้ เกิดจากการผ่านกระแสไปยังเส้นลวด หรือไส้หลอด (Filament) ทำให้เกิดความร้อนจนเส้นลวดลุกร้อนเปล่งแสงออกมา วัสดุที่ใช้เป็นไส้หลอดคือเส้นลวดทังสเตน (Tungsten) ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพมากในการแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นแสงสว่างในแง่ของอายุการใช้งาน และราคา เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น คุณลักษณะที่สำคัญของทังสเตนมี 4 ข้อคือ

- จุดหลอมเหลวอยู่ที่อุณหภูมิสูง
- มีการระเหิดเป็นไอน้อย
- มีความแข็งแรงทนทาน
- มีคุณสมบัติการแผ่รังสีที่ดี

รูปแบบของไส้หลอดที่ใช้กันทั่วไป คือ

- แบบเส้นตรง ใช้สัญลักษณ์ s (Straight)
- แบบขดลวด ใช้สัญลักษณ์ c (Coiled)
- แบบขดลวดซ้อน ใช้สัญลักษณ์ cc (Coiled Coil)
- แบบแผ่น ใช้สัญลักษณ์ r (Ribbon)

โดยไส้หลอดแบบ cc (Coiled Coil) เป็นแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดและนิยมใช้กันมากตัวหลอดสิ่งที่ห่อหุ้มไส้หลอด จะให้วัสดุพวกแก้ว ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ไส้หลอดได้สัมผัสกับออกซิเจน ซึ่งจะทำให้เกิดการระเหิดเร็วขึ้น ภายในหลอดแก้วจะบรรจุก๊าซเฉื่อยอาร์กอน และไนโตรเจน เพื่อถ่วงการระเหิดของไส้หลอด หรือในหลอดขนาดเล็ก (ต่ำกว่า 25 watt) ส่วนมากจะเป็นหลอดแบบสุญญากาศ ผิวของหลอดแก้วอาจเป็นแก้วใส หรืออาจฉาบวัสดุ หรือเติมสีบางอย่างก็ได้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน



ภาพที่ 2.7 การแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นรูปแบบต่างๆของหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้

ลักษณะการใช้งานของหลอดอินแคนเดสเซนต์

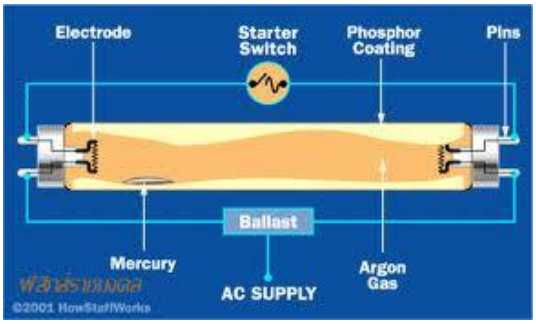
- ใช้ในการให้แสงสว่าง เช่น ไฟจราจร ไฟสัญญาณเตือนภัย ไฟฉุกเฉิน ตู้แสดงสินค้า ตู้เย็น ไฟกิ่ง ไฟหัวเสา ไฟสวน สระว่ายน้ำ ตู้เย็น เตาอบไมโครเวฟ ไฟส่องป้ายโฆษณา และร้านถ่ายรูป

2.3.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

หลอดฟลูออเรสเซนต์มีส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วน คือ

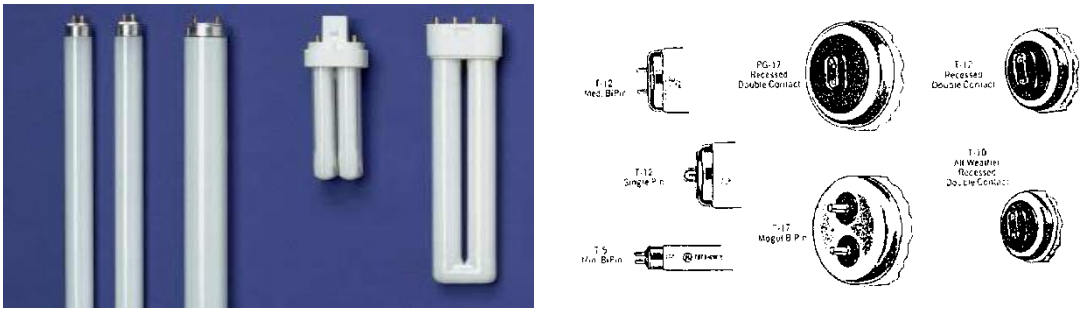
- **ตัวหลอดฟลูออเรสเซต์ (Bulb)** หลอดแก้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน เช่น รูปทรงกระบอก รูปวงกลมหรือรูปตัวยู วัตถุประสงค์ก็เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการนำไปใช้งานในสถานที่ต่างๆ และมีการจำแนกขนาดตามความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์จะบรรจุก๊าซเฉื่อยสารปรอท และเคลือบด้วย

สารเรืองแสง นอกจากนี้หลอดฟลูออเรสเซต์ยังทำหน้าที่เป็นตัวยึดของแคโทด (Cathode) ก๊าซที่บรรจุอยู่ในหลอดฟลูออเรสเซนต์นี้จะแตกตัวเป็นไอออน (Ion) เมื่อป้อนแรงดันที่ขั้วแคโทดทั้งสอง 2 ข้างของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีค่าสูงพอ เมื่อก๊าซแตกตัวเป็นไอออน ความต้านทานภายทางไฟฟ้าภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ก็จะต่ำลงทันที ทำให้กระแสไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนต์ไปกระทบไอปรอทที่บรรจุอยู่ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไอปรอทนี้จะเปล่งแสงอัลตราไวโอเลตออกมา ซึ่งมีความยาวคลื่นประมาณ 253.7 นาโมเมตร และรังสีที่เกิดขึ้นนี้จะวิ่งไปทั่วทั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อไปกระทบกับสารเรืองแสงสว่างที่เคลือบอยู่ที่ผิวด้านในของหลอดฟลูออเรสเซนต์ก็จะทำให้เกิดแสงสว่างขึ้น



ภาพที่ 2.8 แสดงโครงสร้างต่างๆ ของหลอดฟลูออเรสเซนต์

- **ขั้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Base)** หมายถึง ขั้วที่อยู่บริเวณหัวและท้ายของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ลักษณะของขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เช่น แบบเป็นขั้วคู่ (Bi-Pin-Base) แบบขั้วเดียว (Single Pin Base)

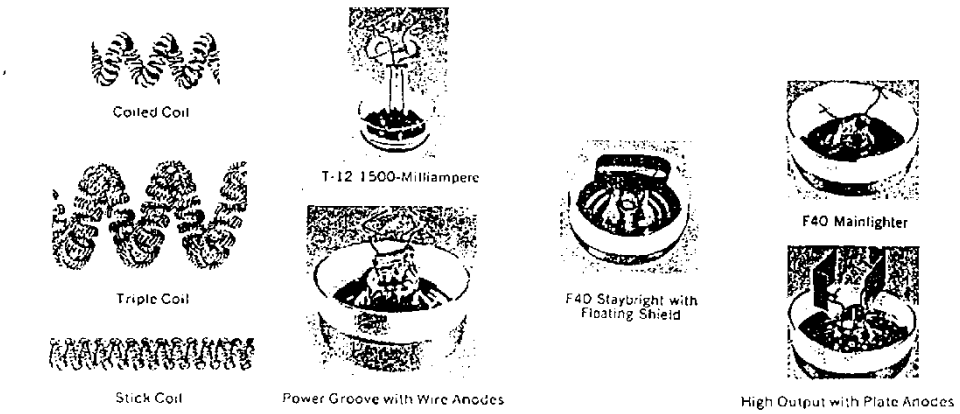


ภาพที่ 2.9 แสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์

- **อิเล็กโทด หรือ แคโทด (Electrode or Cathode)** ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีอิเล็กโทดหรือแคโทดเป็นตัวปล่อยกระแสไฟฟ้า (Current Emitting) อิเล็กโทดหรือแคโทดที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

- แคโทดร้อน (Hot Cathode) จะมีลักษณะเป็นขดลวดซ้อนขดลวด (Coiled-Coil) หรือเป็นแบบขดลวดซ้อนขดลวดแล้วเอาแบบขดลวดซ้อนขดลวดมาซ้อนอีกครั้งหนึ่ง (Triple-Coil) และแบบที่มีเส้นลวดเสียบอยู่บริเวณตรงกลางอีกที (Stick Coil) และขดลวดถูกเคลือบด้วยออกไซด์ของโลหะหมู่สองอีกทีหนึ่ง ซึ่งจะเป็นตัวปล่อยอิเล็กตรอนเมื่อถูกทำให้ร้อน และอิเล็กตรอนถูกปล่อยได้มากที่สุดที่อุณหภูมิ 900 องศา

- แคโทดเย็น (Cold-Cathode) ทำจากโลหะที่เป็นเหล็กล้วนๆ และจะเป็นตัวปล่อยอิเล็กตรอนออกมาภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ อายุการใช้งานจะน้อยกว่าแบบแคโทดร้อน โดยทั่วไปแบบแคโทดร้อนจะเป็นที่นิยมใช้ทำเป็นอิเล็กโทรดในหลอดฟลูออเรสเซนต์มากกว่าอย่างอื่น



ภาพที่ 2.10 แสดงไส้หลอดของหลอดฟลูออเรสเซนต์

สารและก๊าซที่เติมเข้าไปในหลอดฟลูออเรสเซนต์

- ไอปรอท (Mercury) ในหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีการเติมไอปรอทเข้าไปภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์เมื่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ทำงานไอปรอทจะลดปริมาณลงทำให้ความดันในหลอดฟลูออเรสเซนต์ต่ำลงมาก กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ และเกิดรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 253.7 นาโมเมตร ในบริเวณสนามแม่เหล็ก ความดันของไอปรอทที่เกิดขึ้น

ระหว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ในขณะทำงานมีส่วนสำคัญมาก เพราะถ้าความดันของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ปกติสูงมากหรือต่ำมาก จะทำให้การสร้างรังสีอัลตร้าไวโอเลตไม่เกิดขึ้น และความดันของมันจะถูกควบคุมด้วยความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผนังหลอดฟลูออเรสเซนต์กับอุณหภูมิภายนอก

- สารเรืองแสงสว่าง (Phosphor) ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีไอปรอทบรรจุอยู่ผิวด้านในของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะถูกฉาบด้วยสารเคมีที่เรียกว่า ฟอสเฟอร์ (Phosphor) หรือที่เรียกสารเรืองแสงสว่าง และเวลาหลอดฟลูออเรสเซนต์ทำงานไอปรอทริ้จะปล่อยรังสีอัลตร้าไวโอเลตนี้ออกมา เมื่อวิ่งมากระทบกับสารเรืองแสงสว่างที่เคลือบอยู่ที่ผิวภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ก็จะทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ดูสว่างขึ้น

คุณลักษณะของแสงสว่างสีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Color Characteristics)

สีที่เกิดขึ้นในหลอดฟลูออเรสเซนต์ เกิดจากการที่รัสสีอัลตร้าไวโอเลตวิ่งไปกระทบกับสารเรืองแสงที่ฉาบไว้ที่ผิวด้านในของหลอดฟลูออเรสเซนต์ และทำให้เกิดการเปล่งแสงสว่างหรือเรืองแสงสีต่างๆ ออกมา หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่นิยมใช้กันมี 6 ชนิดคือ

- แสงสว่างสีขาวเย็น (Cool White) ตัวย่อ CW
- แสงสว่างสีขาวอุ่น (Warm White) ตัวย่อ WW
- แสงสว่างสีขาว (White) ตัวย่อ W
- แสงสว่างสีขาวเย็นแบบปรับปรุงพิเศษ (Cool White Deluxe) ตัวย่อ CWX
- แสงสว่างสีขาวอุ่นแบบปรับปรุงพิเศษ (Warm White Deluxe) ตัวย่อ WWX
- แสงสว่างสีกลางวัน (Daylight) ตัวย่อ D

สตาร์ทเตอร์ (Starter) เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ต่อรวมเข้าไปในวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประเภทอุ่นไส้เพื่อช่วยในการเริ่มจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ทำงาน สตาร์ทเตอร์ที่ใช้กันอยู่มีหลายประเภท แต่ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปคือ สตาร์ทเตอร์แบบมีก๊าซบรรจุอยู่ภายใน (Glow Type) สตาร์ทเตอร์แบบมีก๊าซอยู่ภายในมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ หน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ (Movable Contact) กับ หน้าสัมผัสส่วนที่อยู่กับที่ (Fixed Contact)หน้าสัมผัสทั้งสองนี้จะถูกติดไว้ในหลอดแก้วเล็กๆ และภายในหลอดแก้วนั้นยังบรรจุก๊าซอาร์กอนเอาไว้ด้วย เมื่อต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

สมบูรณ์แล้วจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับวงจร จะทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าไปตกคร่อมที่หน้าสัมผัสทั้งสองของสตาร์ทเตอร์จำนวนหนึ่ง จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าจำนวนหนึ่งวิ่งผ่านก๊าซอาร์กอนด้วยวิธีการอาร์กของกระแสไฟฟ้าผ่านไปยังหน้าสัมผัสที่มีแผ่นโลหะสองชนิดติดกัน (Bimental Strip) ซึ่งทำให้แผ่นโลหะสองชนิดร้อนติดกันและโค้งมาต่อถึงกัน กระแสไฟฟ้าจำนวนที่วิ่งผ่านแผ่นโลหะสองชนิดติดกันจะเป็นกระแสไฟฟ้าจำนวนเดียวกับที่วิ่งผ่านไส้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ร้อนทำให้ก๊าซที่อยู่ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์เกิดการแตกตัวเป็นไอออนและเกิดการเคลื่อนที่หรือกระโดดจากขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้านหนึ่งไปยังขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์อีกด้านหนึ่ง เป็นสาเหตุทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหน้าสัมผัสของสตาร์ทเตอร์และทำให้อุณหภูมิของแผ่นโลหะสองชนิดที่ติดกันที่อยู่ในตัวสตาร์ทเตอร์ลดลง หรือเย็นตัวลง เป็นผลทำให้หน้าสัมผัสที่แผ่นโลหะสองชนิดติดกัน กลับแยกออกจากกันอยู่ในตำแหน่งเปิดปกติ และเข้าสู่ระบบของวงจรไฟฟ้าแรงสูงซึ่งอาการเปิด-ปิด ของหน้าสัมผัสของตัวสตาร์ทเตอร์นี้จะใช้เวลาประมาณ 3-4 วินาที และเมื่อหลอดฟลูออเรสเซนต์สว่างขึ้นแล้ว แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวสตาร์ทเตอร์จะลดต่ำลงจนทำให้ตัวสตาร์ทเตอร์ไม่สามารถกลับมาทำงานได้อีก และหน้าที่ของการทำงานของตัวสตาร์ทเตอร์ก็จะถูกตัดออกจากวงจรหลักจากหลอดฟลูออเรสเซนต์สว่างปกติแล้ว

ภาพที่ 2.11 แสดงสตาร์ทเตอร์แบบมีก๊าซอยู่ภายใน

บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่นิยมใช้กันทั่วไปมีอยู่ 3 ชนิดคือ

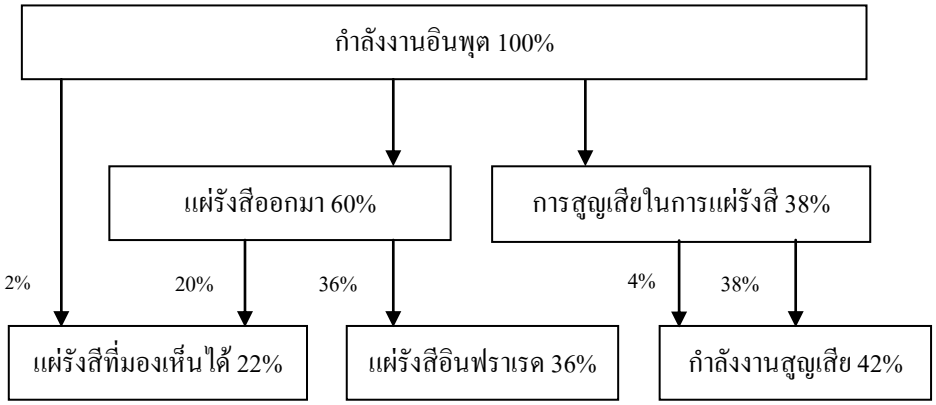
- บัลลาสต์ชนิดขดลวด (Choke Coil Ballast) คือบัลลาสต์ที่มีขดลวดพันอยู่บนแกนเหล็กที่เป็นแผ่นบางหลายๆ แผ่นวางซ้อนกันอยู่ และนำมาต่ออนุกรมไว้ในวงจร เพื่อสร้างแรงดันให้กับวงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทต่างๆ และลดแรงดันไฟฟ้าจากสายส่งระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าโดยทั่วไปแล้ว หลังจากที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ทำงานแล้ว แรงดันไฟที่ตกคร่อมหลอดฟลูออเรส

เซนต์จะลดลง เช่น บัลลาสต์ที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทอุ่นไส้ ชนิด 20 วัตต์ 110โวลล์ ในขณะทำงานหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทอุ่นไส้จะต้องการแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมประมาณ 60-80 โวลต์ หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทอุ่นไส้ 40 วัตต์ 220 โวลต์ ในขณะทำงานจะต้องการแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมหลอดประมาณ 160-180 โวลต์ เท่านั้น

- บัลลาสต์ชนิดหม้อแปลงไฟฟ้าขดลวดชุดเดียว (Autotransformer Ballast) คือบัลลาสต์ที่มีขดลวดพันอยู่บนแกนเหล็กที่เป็นแผ่นบางหลายๆ แผ่นวางเรียงซ้อนกันอยู่แล้วดึงแท็ป (Tap) ของขดลวดออก วัตถุประสงค์ของการทำบัลลาสต์ชนิดนี้ขึ้นมาเพื่อต้องการให้บัลลาสต์เป็นตัวทำหน้าที่เป็นตัวเพิ่มแรงดีนไฟฟ้าให้สูงกว่าระบบไฟฟ้าสายส่งระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าหรือน้อยกว่าเช่น 100 โวลต์เป็น 120 โวลต์ หรือ 240 โวลต์ให้เป็น 200 โวลต์เป็นต้น

- บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) คือบัลลาสต์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อที่จะให้มี การประหยัดพลังงาน เละค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) แต่ค่าใช้จ่ายในการสร้างสูงกว่าทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้ว การทำงานอาศัยการเปลี่ยนแปลงความถี่ที่ป้อนให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดที่ใช้กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จากเดิม 50 Hz ไปเป็นความถี่ประมาณ 10 kHz ถึง 30 kHz ซึ่งเป็นความถี่ที่เหมาะสำหรับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ภาพที่ 2.12 แสดงบัลลาสต์ชนิดขดลวดและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์



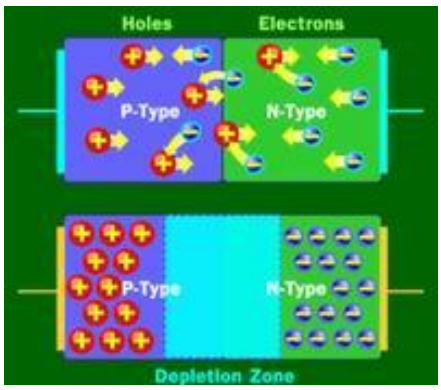
ภาพที่ 2.13 การแสดงการกระจายพลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ลักษณะการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

- ใช้ในงานให้แสงสว่างใน บ้านพักอาศัย งานสำนักงาน ภายในอาคาร ภายนอกอาคาร โรงงาน ในที่ สาธารณะและใช้แสงสว่างในงานตกแต่งประดับ
- หลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่เหมาะสำหรับใช้กับห้องที่มีเพดานสูงเกินกว่า 5-7 เมตร
- ควรเลือกสีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภทเช่น Daylight , Warm White , Cool White เป็นต้น
- การเลือกใช้สีของหลอดอาจพิจารณาพื้นที่ใช้สอยประกอบกัน โดยพื้นที่ที่อยู่ติดกันควรใช้หลอดที่มีโทนสีใกล้เคียงกัน

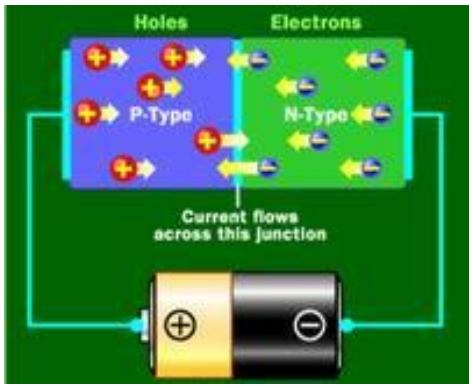
2.3.3 หลอดไดโอดเปล่งแสง หรือ หลอด LED (Light Emitting Diode Lame)

โครงสร้างของแอลอีดี ภายในหลอดแอลอีดีประกอบ ด้วยแผ่นชิปสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและชนิดพี ติดอยู่ในถ้วยสะท้อนแสง มีเส้นลวดทองคำขนาดเล็กมากเชื่อมระหว่างสารกึ่งตัวนำและขาแอลอีดี (ดังภาพประกอบ) ชิ้นส่วนทั้งหมดถูกบรรจุในพลาสติกใสทรงโดม ซึ่งทำหน้าที่เป็นเลนส์รวมแสง โดยลักษณะลำแสงที่ออกจากหลอดแอลอีดีขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น รูปร่างของถ้วยสะท้อนแสง ขนาดของชิปสารกึ่งตัวนำ รูปร่างเลนส์ ระยะห่างระหว่างตัวชิปกับผิวพลาสติกที่หุ้มอยู่ เป็นต้น



ภาพที่ 2.14 แสดงการทำงานของไดโอด

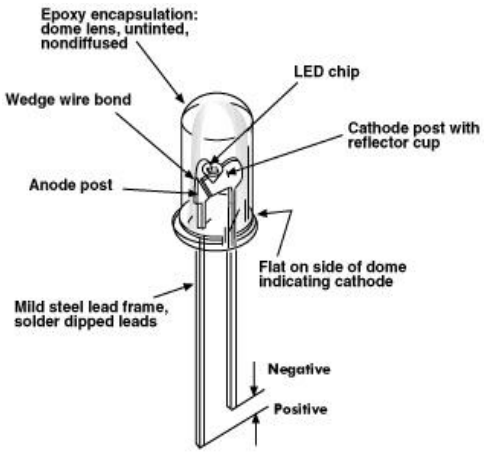
ไดโอดเป็นอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ชนิดได้แก่ สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-type semiconductor) ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำที่ถูกดัดแปลงให้มีอิเล็กตรอนอิสระมากกว่าสารกึ่งตัวนำปกติ กับสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-type Semiconductor) ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำดัดแปลงให้มีโฮล (Hole) ซึ่งมีสภาพเป็นประจุบวก เมื่อนำสารกึ่งตัวนำดัดแปลงทั้งสองชนิดมาประกบติดกัน ในสภาพที่ไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่สารกึ่งตัวนำ อิเล็กตรอนส่วนหนึ่งของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและโฮลของสารกึ่งตัวนำชนิดพีที่ รอยต่อของสารทั้งสองจะเคลื่อนที่เข้าหากัน ทำให้สารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิดเกิดพื้นที่กลางที่ไม่มีประจุไฟฟ้าขึ้นโดยรอบ บริเวณรอยต่อ



ภาพที่ 2.15 แสดงการทำงานเมื่อจ่ายแรงดัน

เมื่อต่อไฟฟ้ากระแสตรง เข้าที่ขาไดโอด โดยต่อขั้วลบกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น และต่อขั้วบวกเข้ากับสารกึ่งตัวนำชนิดพี อิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นจะถูกผลักให้เคลื่อนที่ออกจากขั้วลบ ไปในสารกึ่งตัวนำชนิดพี ในทางตรงข้ามโฮลของสารกึ่งตัวนำชนิดพีก็จะถูกผลักให้ออกจาก

ขั้วบวกไปในสาร กึ่งตัวนำชนิดเอ็นเช่นกัน หากผ่านกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูงเพียงพอ จะทำให้พื้นที่กลางบริเวณที่ไม่มีประจุไฟฟ้าสลายไป ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านไดโอดได้

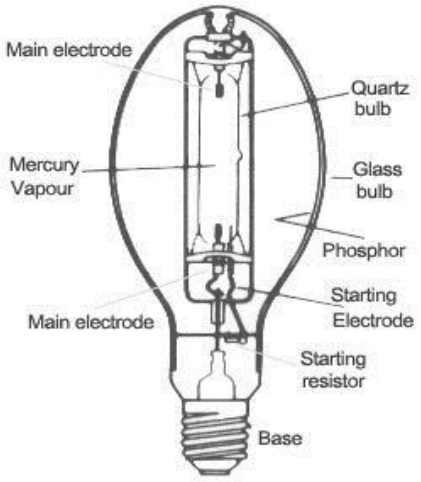


ภาพที่ 2.16 โครงสร้างของหลอดไดโอดเปล่งแสง

ลักษณะการใช้งานของหลอดไดโอดเปล่งแสง

- ใช้ในการให้แสงสว่างในลักษณะต่างๆ เช่น ใช้เป็นไฟภายในอาคาร ใช้ในการตกแต่งประดับ ใช้เป็นไฟส่องสินค้า ให้แสงสว่างในห้องพัก

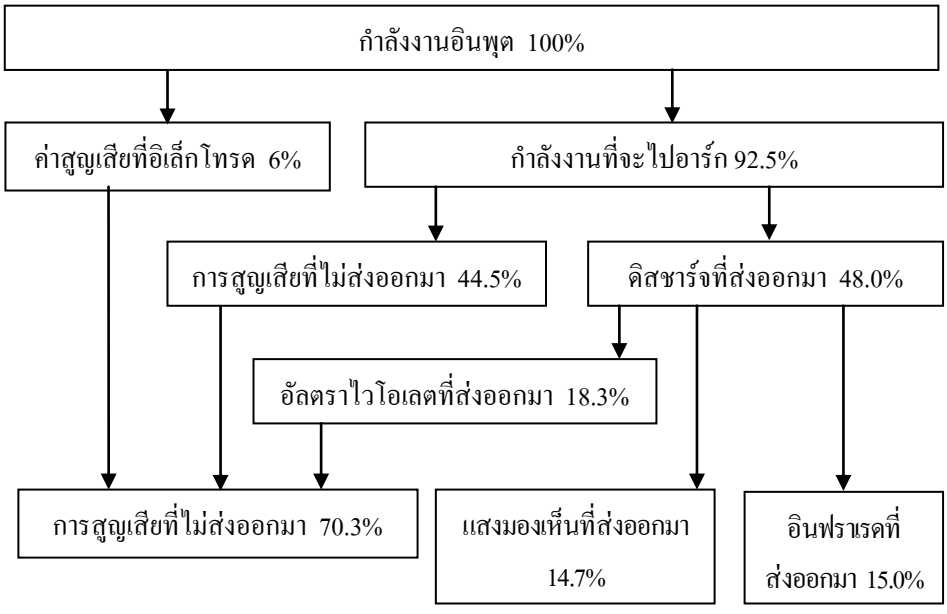
2.3.4 หลอดบรรจุไอปรอท (หลอดแสงจันทร์) (Mercury Vapor Lamp) หลอดแสงจันทร์เป็นหลอดที่ใช้แสงสว่างได้โดยการอาร์คกของก๊าซที่บรรจุอยู่ภายใน หลอดอาร์ก (Arc Tube)



ภาพที่ 2.17 โครงสร้างหลอดบรรจุไอปรอท

จากรูปสังเกตได้ว่า หลอดแสงจันทร์ประกอบด้วยหลอด 2 ชั้น หลอดชั้นในเรียกว่า หลอดอาร์ก ซึ่งทำด้วยแก้วควอร์ตซ์ และหลอดชั้นนอกทำด้วยแก้วธรรมดา สาเหตุหลอดอาร์กต้องทำด้วยแก้วควอร์ตซ์เพราะหลอดอาร์กต้องทนอุณหภูมิการอาร์กที่ 1300 K ในขณะที่หลอดแก้วนอกทำหน้าที่อุณหภูมิสูงสุด 700 K ระหว่างหลอดทั้งสองชั้นบรรจุก๊าซไนโตรเจน เพื่อเป็นฉนวนความร้อนให้แก่หลอดอาร์ก และป้องกันไม่ให้ส่วนที่เป็นโลหะภายในหลอดกลายเป็นออกไซด์ หลอดอาร์กประกอบด้วย อิเล็กโทรดหลักจำนวน 2 ตัว และอิเล็กโทรดช่วยหรืออิเล็กโทรดสตาร์ต จำนวน 1 ตัว ภายในหลอดอาร์กบรรจุด้วยปรอทและก๊าซอาร์กอน

เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับหลอดแสงจันทร์ แรงดันไฟฟ้านี้จะตกคร่อมอิเล็กโทรดสตาร์ตและอิเล็กโทรดหลักทั้งสอง กระแสไฟฟ้าจากแรงดันไฟฟ้าซึ่งถูกจำกัดด้วยตัวต้านทานสตาร์ต จะทำให้เกิดการอาร์กของก๊าซอาร์กอน การคายประจุของก๊าซส่วนหนึ่งจะสร้างความร้อน ทำให้ปรอทบางส่วนกลายเป็นไอ และเกิดจากการอาร์กจากอิเล็กโทรดหลัก ความต้านทานของวงจรอิเล็กโทรดหลักจึงมีค่าน้อยกว่าความต้านทานของวงจรอิเล็กโทรดสตาร์ตมาก ดังนั้น วงจรอิเล็กโทรดสตาร์ตจึงถูกตัดออกจากการทำงานของหลอดแสงจันทร์และเริ่มต้นการอาร์กจากอิเล็กโทรดหลักใหม่อีกครั้งทำให้ปรอทกรายเป็นไออย่างต่อเนื่อง หลังจากเวลาผ่านไป 5 ถึง 7 นาที ปรอททั้งหมดจะกลายเป็นไอ ส่งผลให้หลอดไฟอยู่ในสภาวะสว่างเต็มที่



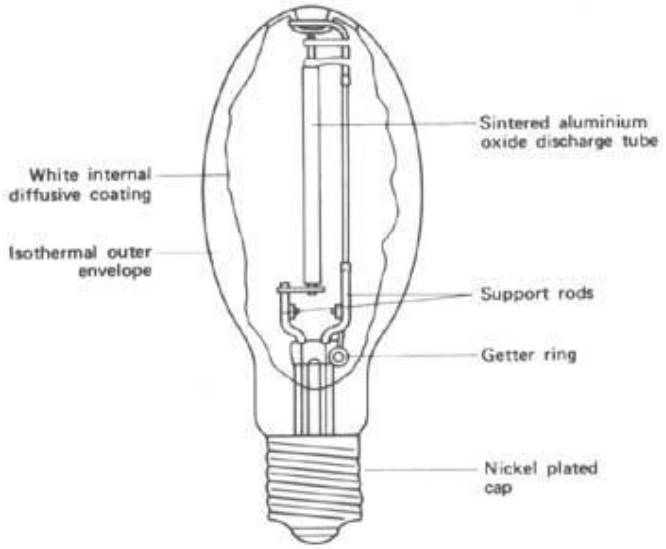
ภาพที่ 2.18 การแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นรูปแบบต่างๆของหลอดบรรจุไอปรอท

ลักษณะการใช้งานของหลอดบรรจุไอปรอท

- ใช้ในการให้แสงสว่าง ภายในอาคารสูง ให้แสงสว่างนอกอาคาร ให้แสงสว่างถนน และไฟส่องสว่างในที่สาธารณะ

2.3.5 หลอดโซเดียมความดันสูง (High-pressure Sodium Lamps) เป็นหลอดไฟฟ้าปล่อยประจุความเข้มสูงที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในงานที่ต้องการปริมาณแสงสว่างมาก ๆ แต่สีของแสงจะไม่สมดุลเหมือนหลอดโลหะฮาไลด์ หลอดโซเดียวความดันสูงเป็นหลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในบรรดาหลอดไฟฟ้าปล่อยประจุความเข้มสูง (HID) ทั้งหมด หลอดโซเดียมความดันสูงเป็นหลอดไฟฟ้าปล่อยประจุความเข้มสูงที่ประกอบด้วยเปาะแก้วด้านนอกทำจากแก้วบอโรซิลิเกตและกระเปาะแก้วด้านในทำจากเซรามิกที่ทนอุณหภูมิสูงมาก ส่วนประกอบที่สำคัญของหลอดโซเดียมความดันสูงมีดังนี้

- กระเปาะแก้วด้านนอกของหลอดโซเดียมความดันสูง จะทำหน้าที่เป็นเปาะแก้วป้องกันกระเปาะแก้วด้านในของหลอดโซเดียมความดันสูง และช่วยควบคุมอุณหภูมิของเปาะแก้วด้านในของหลอดให้คงที่ ระหว่างเปาะแก้วด้านนอกกับเปาะแก้วด้านในจะคั่นด้วยสุญญากาศ ซึ่งจะเป็นตัวป้องกันการพาความร้อนได้ดี แต่ไม่สามารถป้องกันการแพร่กระจายของรังสีความร้อน จึงเป็นเหตุให้ตัวกระเปาะแก้วด้านนอกร้อนในขณะที่หลอดโซเดียมความดันสูงกำลังทำงาน
- หลอดอาร์ของหลอดโซเดียวความดันสูงหมายถึง กระเปาะแก้วด้านในของหลอดโซเดียวความดันสูงจะทำจากวัสดุจำพวกเซรามิก ที่ทนอุณหภูมิสูง ทั้งนี้เนื่องจากขณะหลอดทำงานจะมีความร้อนเกิดขึ้นและความดันจากการปล่อยประจุ (Dischrage) ของหลอดโซเดียมความดันสูง และเพื่อป้องกันการสึกกร่อนจากอัลคาไลน์ที่เกิดขึ้นจากไอโซเดียมในเปาะแก้วด้านในหลอดโซเดียมความดันสูง ก็จะบรรจุก๊าซซีนอน ปรอท และโซเดียมปนกันเข้าไปในหลอดโซเดียมความดันสูง



ภาพที่ 2.19 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของหลอดโซเดียมความดันสูง

คุณสมบัติของก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในหลอดอาร์ของหลอดโซเดียมความดันสูง

- ก๊าซซีนอน (Xenon) เป็นก๊าซเฉื่อยบรรจุอยู่ในหลอดอาร์เพื่อช่วยทำหน้าที่ในการแตกตัวของก๊าซโซเดียมให้เร็วขึ้น และเนื่องจากก๊าซนี้มีสภาพการแตกตัวได้เร็ว จึงทำให้เกิดความร้อนขึ้นภายในหลอดอาร์ของหลอดโซเดียมความดันสูงมากขึ้น มีค่าความดันภายในหลอดอาร์ประมาณ 200 มิลลิเมตรปรอท ซึ่งเป็นที่มาของการเรียกหลอดไฟฟ้าชนิดนี้ว่าหลอดโซเดียมความดันสูง สำหรับหลอดโซเดียมความดันต่ำ จะมีความดันภายในหลอดโซเดียมความดันต่ำประมาณ 2-3 มิลลิเมตรปรอทเท่านั้น

- ไอปรอท (Mercury) หมายถึงไอปรอทบรรจุเข้าไปในหลอดอาร์ของหลอดโซเดียมความดันสูง เมื่อเกิดการแตกตัวขึ้นภายในหลอดอาร์ของหลอดโซเดียมความดันสูง แล้วไอปรอทจะเป็นตัวเปล่งแสงสว่างสีน้ำเงินเขียวออกมา และเมื่อไปผสมกับแสงสว่างสีที่ได้จากไอโซเดียมและได้แสงสว่างสีธรรมชาติ แต่ปริมาณแสงสว่างสีเหลือง และแสงสีส้มจะมีมากกว่าแสงสว่างสีอื่นๆ

- โซเดียม (Sodium) หมายถึง ก๊าซโซเดียมที่มรสถานะเป็นของแข็ง ณ อุณหภูมิปกติ แต่เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการแตกตัว และเปล่งแสงสว่างสีเหลืองสดออกมาเพียงสีเดียว เพื่อที่จะผสมกับแสงสว่างสีอื่นที่เกิดจากการแตกตัวของก๊าซชนิดอื่น

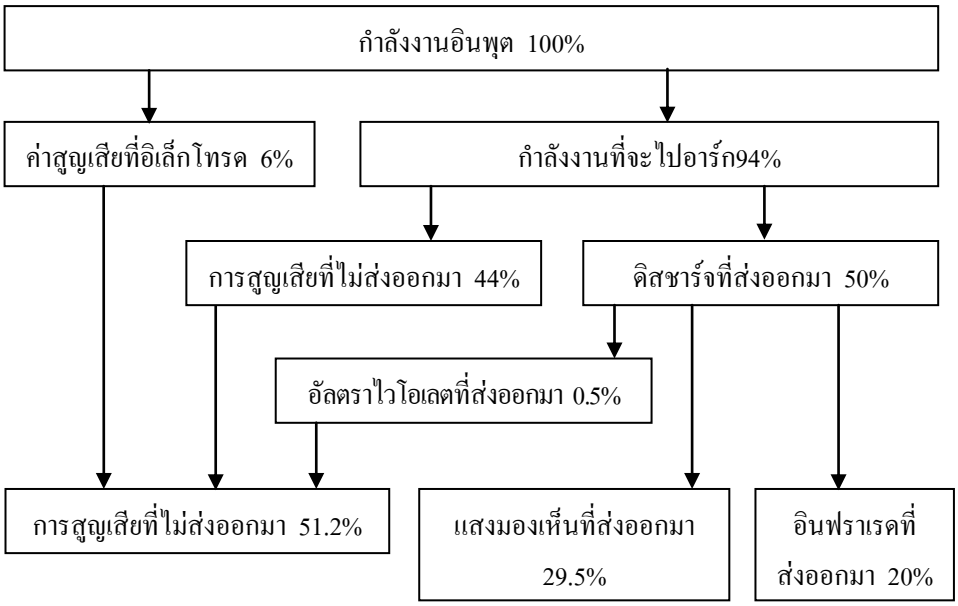
หลักการทำงานของหลอดโซเดียมความดันสูง

เมื่อเปิดสวิตซ์ป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรหลอดโซเดียมความดันสูงแล้ว ตัวช่วยติดหลอดโซเดียมความดันสูง (Iginitor) จะเป็นตัวสร้างพัลส์ที่มีความถี่สูง เพื่อที่จะทำให้บัลลาสต์สร้างแรงดันไฟฟ้าสูงเพื่อใช้ในการขับหลอด ซึ่งแรงดันไฟที่สร้างขึ้นนี้จะมีค่าประมาณ 2,500 - 3,000 โวลต์ แต่จะเกิดขึ้นเป็นระยะเวลาสั้นๆ และรวดเร็วมาก (ประมาณ1ไมโครวินาที) แล้วจะตกลงขณะเดียวกันระหว่างปลายทั้งสองของอิเล็กโทรด ก๊าซซีนอนก็จะเริ่มแตกตัวทำให้ความร้อนและความต้านทานภายในหลอดอาร์ของหลอดโซเดียมความดันสูงสูงขึ้นเรื่อยๆ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในหลอดอาร์นี้จะทำให้โซเดียมและปรอทเกิดการแตกตัวตาม ซึ่งจะทำให้แสงสว่างเริ่มสว่างขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั้งสว่างจ้าที่สุดกระบวนการนี้จะใช้เวลาประมาณ 5 – 10 นาทีในการจุดหลอด

อิกนิคเตอร์ (Igintor)

เนื่องจากรูปทรงของ Arc Tube เล็ก,เรียว,ยาว ทำให้การจุดหลอดไม่สามารถใช้ Starting Electrode ได้ จึงต้อใช้วงจร Electronic Starter ช่วยจุดหลอดเรียกว่า Ignitor ร่วมกับบัลลาสต์เพื่อจ่ายแรงดันสูง (High Voltagepulse) ประมาณ 2500 - 5000 โวลท์ เข้าที่ตัวหลอด ทำให้ก๊าซภายในเกิด breakdown และสามารถสตาร์ทหลอดได้โดยแสงจะเริ่มเปล่ง สีขาวอมฟ้า ฟ้า เหลืองและเหลืองทอง อันเป็นผลมาจากการที่ Sodium เริ่มแตกตภายใน Arc Tube กระบวนการที่เกิดขึ้น ใช้เวลานานราว 3 - 5 นาที ส่วนการ Restart ใช้เวลาประมาณ 1 นาที (สำหรับหลอดบางชนิดที่มี Ignitor ภายในตัว ไม่ต้องใช้ Ignitor ภายนอกช่วยจุดหลอดอีก)

ภาพที่ 2.20 แสดงอินิคเตอร์ที่ใช้ในวงจรหลอดโซเดียมความดันสูง



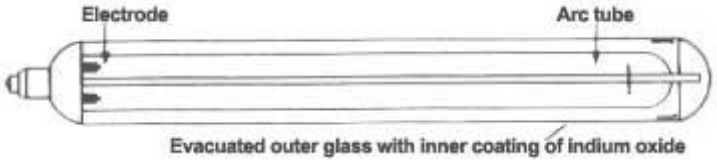
ภาพที่ 2.21 แสดงการกระจายพลังงานของหลอดโซเดียมความดันสูง

ลักษณะการใช้งานหลอดโซเดียวความดันสูง

- ใช้กับงานที่ไม่พิถีพิถันเรื่องความถูกต้องของสี เช่น โรงงานเหล็ก เป็นต้น
- งานที่เหมาะใช้กับหลอดประเภทนี้ได้แก่ โรงงานที่ไม่มีปัญหาเรื่องความถูกต้องของสี ไฟส่องบริเวณที่ไม่ใช่ย่านธุรกิจ ไฟถนน ไฟสวนสาธารณะ
- หลอดโซเดียมความดันไอสูงบางประเภทได้มีการพัฒนาให้มีค่าความถูกต้องของสีสูงและเหมาะใช้กับงานได้กว้างขวางขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาคุณสมบัติของหลอดเป็นประเภทไป
- ประสิทธิผลของหลอดประเภทนี้สูงที่สุดในตระกูลหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง
- หลอดประเภทนี้ให้สีเหมาะสำหรับงานทางด้านความปลอดภัย เพราะตามีความไวต่อการมองเห็นที่โทนสีเหลือง

2.3.6 หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ (Low Pressure Sodium) หลอดชนิดนี้ให้ประสิทธิผลมากที่สุดในบรรดาหลอดทั้งหมด ตัวหลอดประกอบด้วย Arc Tube รูปตัวยูซึ่งทำด้วยแก้ว Borate ภายในบรรจุก๊าซอาร์กอนและนีออน ที่ความดัน ประมาณ 200-300 N/sq.mเพื่อช่วยในการ start หลอดนอกจากนี้ยังบรรจุโซเดียมซึ่งจะกลายเป็นไอที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ที่ความดันประมาณ 3-4 N/sq.m ส่วนตัวหลอดหรือกระเปาะแก้วด้านนอก (Outer Bulb) ทำด้วยแก้วธรรมดา

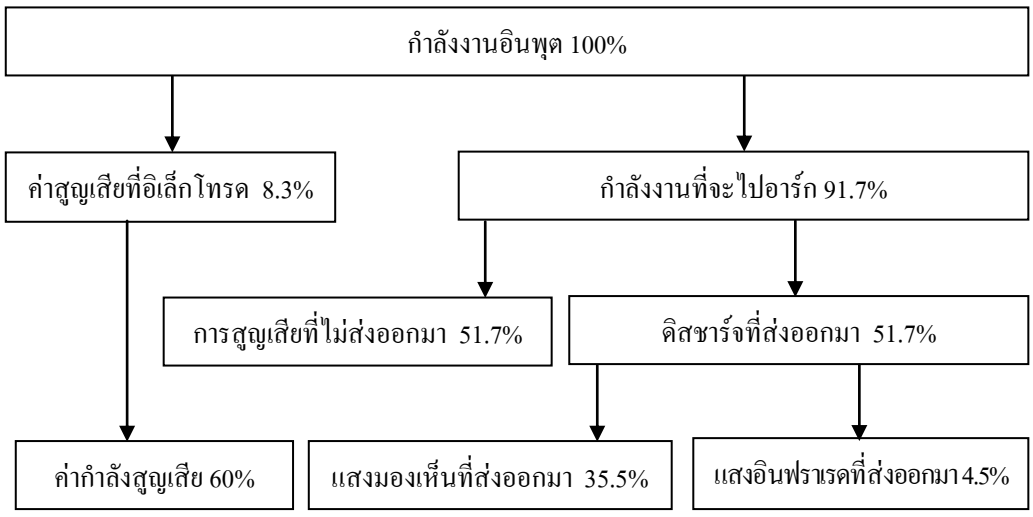
เคลือบผิวด้านในด้วย Indium Oxide เพื่อช่วยสะท้อนรังสีอินฟราเรด ช่องว่างระหว่าง Outer Bulb กับ Arc Tube จะเป็นสูญญากาศ ตัวกระเปาะด้านนอก ยังช่วยรักษาอุณหภูมิของ Arc Tube ให้มีอุณหภูมิทำงาน ที่ประมาณ 260 องศาเซลเซียหลอดชนิดนี้มีหลายขนาดเช่น 18, 35, 55, 90, 135, 180 วัตต์เป็นต้นความยาวหลอดก็ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต และต้องอาศัยบัลลาสต์ในการจุดหลอดให้ติดสว่าง ระยะเวลาในการจุดหลอดให้ติดสว่างเต็มที่ค่อนข้างนานคือ 10-15 นาที และยังต้องใช้เวลาในการ Restart อีกด้วย บัลลาสต์ที่ใช้ร่วมกับหลอด จะมีขนาดใหญ่และมักเป็น ชนิด High Power Factor



ภาพที่ 2.22 แสดงโครงสร้างของหลอดโซเดียมความดันต่ำ

คุณลักษณะทางแสงสี

แสงที่เกิดจากหลอดชนิดนี้เป็นแสงสีเดียว คือสีเหลือง ซึ่งการกระจายพลังงานทางสเปกตรัมจะมีลักษณะเป็น line spectrum 2 เส้นคือ 589 นาโนเมตร (ประมาณ 95% ของ Output) และ 586 นาโนเมตร (ประมาณ 5% ของ Output) ทำให้สีของวัตถุเพี้ยนไปจากเดิมมาก ยกเว้นสีเหลือง



ภาพที่2.22แสดงการกระจายพลังงานของหลอดโซเดียมความดันต่ำ

ลักษณะการใช้งานหลอดโซเดียมความดันต่ำ

- ใช้กับงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องสี เช่น ไฟถนน งานส่องบริเวณสวนสาธารณะ
- หลอดประเภทนี้มีประสิทธิผลสูงสุด เมื่อเทียบกับหลอดทุกชนิด
- ไม่ควรใช้กับงานที่ต้องการความถูกต้องสี เช่น บริเวณเบิกเงิน ATM เป็นต้น
- ไม่ควรใช้กับงานที่ต้องเปิดหลอดและสว่างทันที เช่น งานทางด้านความปลอดภัย

2.4 ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกหลอดไฟฟ้า [3]

- ค่าฟลั๊กซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) หมายถึง ปริมาณแสงสว่าง หน่วยเป็นลูเมน

- ค่าประสิทธิผล (Efficacy) หมายถึง ปริมาณแสงที่ออกมาต่อวัตต์ที่ใช้ (ลูเมนต่อวัตต์) หลอดที่มีค่าประสิทธิผลสูงหมายความว่าหลอดนี้ให้ปริมาณแสงออกมามากแต่ใช้วัตต์ต่ำ

- ความถูกต้องของสี (Color Rendering) หมายถึง สีที่ส่องไปถูกวัตถุให้ความถูกต้องสีมากน้อยเพียงใด มีหน่วยเป็น เปอร์เซนต์ หลอดที่มีค่าความถูกต้อง 100% หมายความว่าเมื่อใช้หลอดนี้ส่องวัตถุชนิดหนึ่งแล้วสีของวัตถุที่เห็นไม่มีความเพี้ยนของสี

- อุณหภูมิสี (Color Temperature) หมายถึง สีของหลอดเทียบได้กับสีที่เกิดเนื่องจากการเผาวัตถุดำอุดมคติให้ร้อนที่อุณหภูมินั้น เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์มีอุณหภูมิสีประมาณ 3000 องศาเคลวิน

- มุมองศาในการใช้งานหลอด (Burning Position) หมายถึง มุมองศาในการใช้งานหลอดสำหรับการติดตั้งหลอดตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- อายุการใช้งาน (Life time) หมายถึงอายุการใช้งานของหลอดโดยเฉลี่ยของหลอด หน่วยเป็นชั่วโมง

2.5 การเปรียบเทียบหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ [4]

ในตารางที่ 2.1 จนถึงตารางที่ 2.3 โดยตารางที่ 2.1 และ 2.2 เป็นการเปรียบเทียบค่าวัตต์ของหลอดไฟฟ้าที่ 400 W และการเปรียบเทียบค่าลูเมนที่ 30,000 lumen ส่วนตารางที่ 2.3เป็นการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ