3.5.2. หลอดใช้หลักการคายประจุในก๊าซ (หลอดดิสชาร์จ)

หลอดที่ใช้หลักการคายประจุในก๊าซ (Gas Discharge) แบ่งออกเป็น

- หลอดความดันไอต่ำ (Low Pressure)
  - หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)
  - หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressure Sodium Lamp)
- หลอดความดันไอสูง (High Pressure)
  - หลอดไอปรอทความดันสูง (High Pressure Mercury Lamp)
  - หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)
  - หลอดโซเดียมความดันสูง (High Pressure Sodium Lamp)

3.5.2.1 หลอดความดันไอต่ำ (Low Pressure)

ได้แก่

- หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)
- หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressure Sodium Lamp)

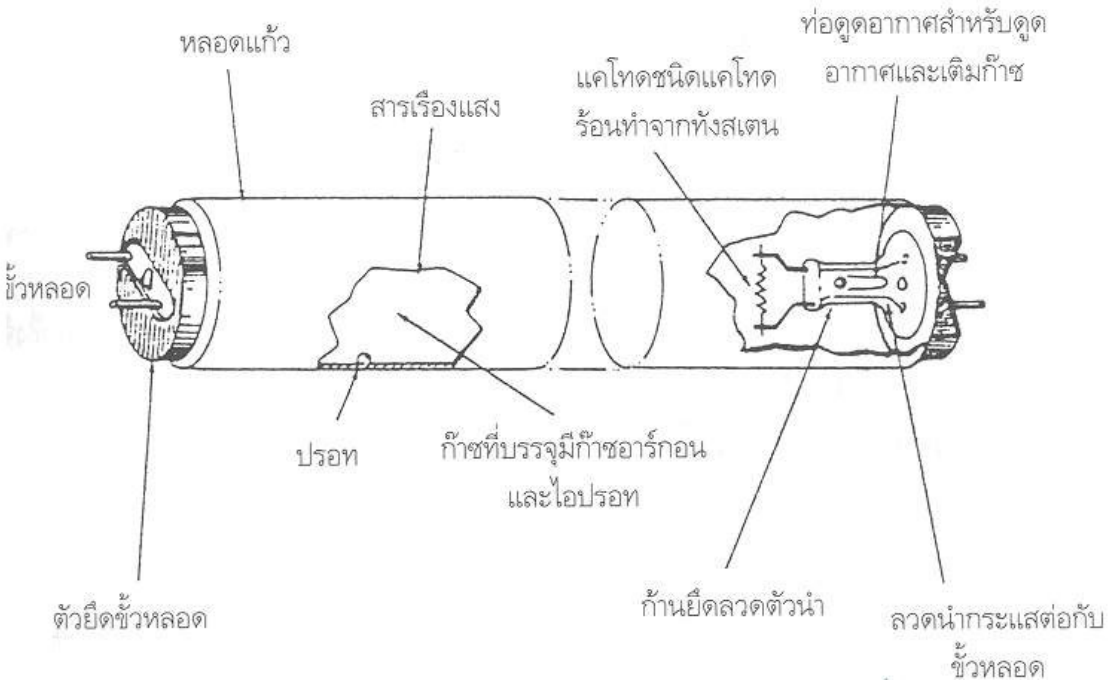
1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

หลอดชนิดนี้เป็นหลอดก๊าซดีชชาร์จไอปรอท ที่มีความดันต่ำโดยมีก๊าซเฉื่อยบรรจุอยู่ภายใน มักเป็นที่นิยมใช้กันมากในสำนักงานทั่วไป เพราะมีประสิทธิภาพการส่องสว่างค่อนข้างสูงและให้แสงที่ได้ออกมาจัดว่าอยู่ในระดับดี ไม่เคืองตา

หลอด Fluorescent เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูง ให้ความสว่างมากถึง 72 ลูเมนต่อวัตต์ เมื่อเทียบกับหลอด Incandescent ซึ่งให้ความสว่างเพียง 17.5 ลูเมนต่อวัตต์ นอกจากนี้ยังมีอายุการใช้งานมากถึง 20,000 ชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าอายุการใช้งานของหลอด Incandescent หลอด Fluorescent นี้มีขนาดตั้งแต่ 4 วัตต์จนถึง 215 วัตต์ มีความยาวตั้งแต่ 6 นิ้ว จนถึง 96 นิ้ว และมีรูปร่างต่างๆกันไปอีกด้วย

1.1 ส่วนประกอบของหลอด Fluorescent ประกอบด้วยส่วนสำคัญต่างๆดังนี้คือ

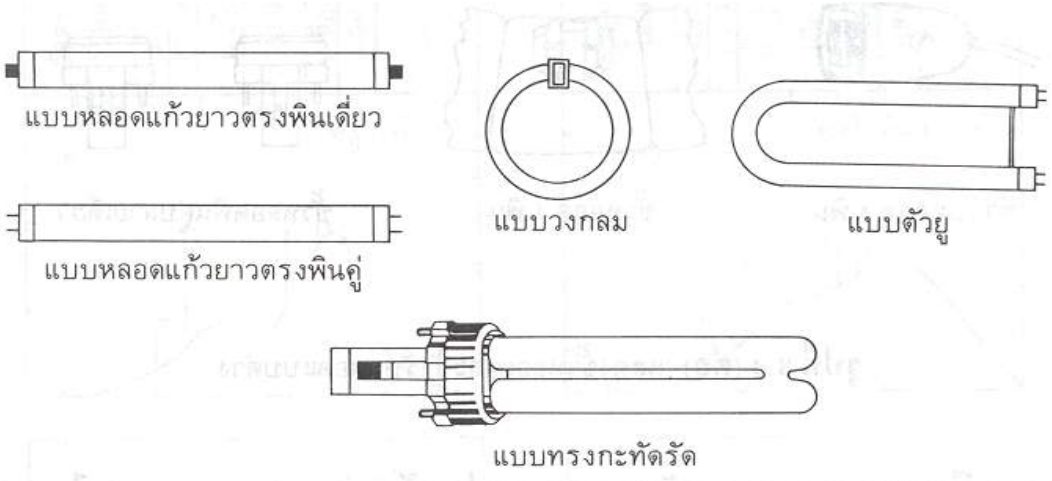
1.1.1 ตัวหลอด (Tube)
1.1.2 ขั้วหลอด (Base)
1.1.3 อิเล็กโตรด หรือ แคโทด (Electrode or Cathode)
1.1.4 สารและก๊าซที่เติมเข้าไปในหลอดฟลูออเรสเซนต์
1.1.5 ท่อดูดอากาศสำหรับดูดอากาศและเติมก๊าซ
1.1.6 ลวดนำกระแสต่อกับขั้วหลอด
1.1.7 ก้านยึดลวดตัวนำ



1.1.1 ตัวหลอด **(Tube)**

หลอดแก้วโดยทั่วไปจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดตั้งแต่ 5/8 นิ้ว จนถึง 2-1/8 นิ้ว และมีความยาวตั้งแต่ 6-96 นิ้ว ภายในหลอดบรรจุด้วยก๊าซเฉื่อยและปรอท (mercury) และเคลือบด้วยสารเรืองแสง (Phosphur) นอกจากนี้ก็เป็นที่สำหรับยึดของแคโทด รูปร่างของหลอดแก้ว มีหลายรูปแบบเช่น

หลอดแก้วแบบยาวตรงพินเดี่ยว
หลอดแก้วแบบยาวตรงพินคู่
หลอดแบบวงกลม (circline)
แบบตัวยู (U-shape)
แบบทรงกระทัดรัด (Compact)



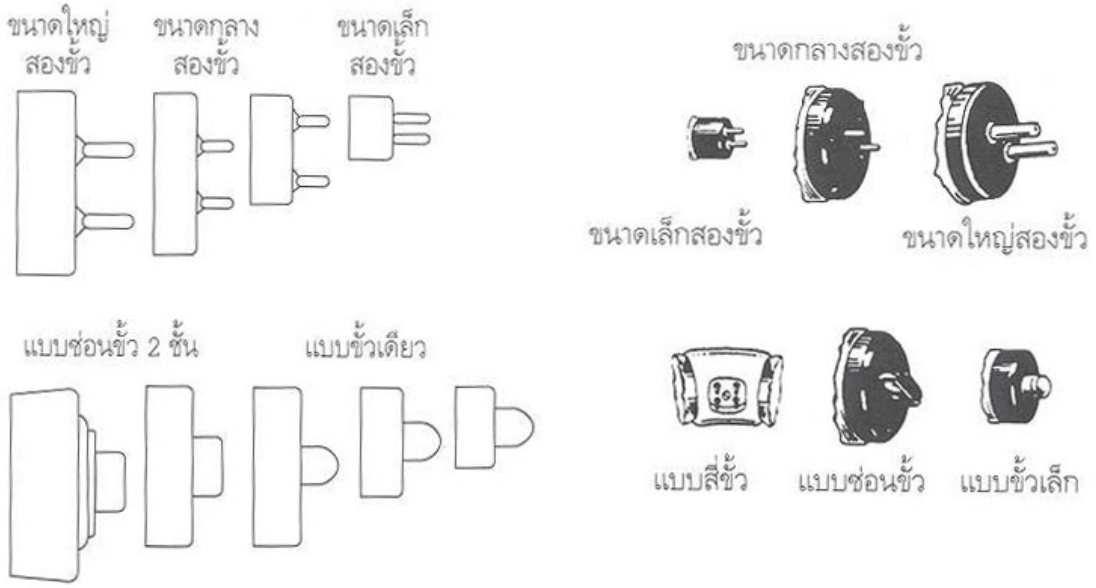
รูป แสดงรูปร่างของหลอด Fluorescent

1.1.2 ขั้วหลอด **(Base)**

ขั้วหลอดหมายถึง ขั้วที่อยู่บริเวณหัวและท้ายของหลอด ลักษณะของขั้วหลอดจะมีหลายแบบ หลอดฟลูออเรสเซนต์เมื่อนำไปใช้งานจะต้องมีขั้วหลอดสวมอยู่ที่ปลายทั้งสองของหลอดแก้วเพื่อนำกระแสไฟฟ้าสู่หลอด ซึ่งมีขั้วหลอดแบบต่างๆ เช่น แบบเป็นขั้วคู่ (Bi-Pin Base) แบบขั้วเดียว (Single Pin Base) สำหรับแบบขั้วคู่นั้นยังแบ่งออกเป็นขนาดต่างๆ 3 ขนาดด้วยกัน คือ

- ขนาดเล็ก (Miniature)
- ขนาดกลาง (Medium)
- ขนาดใหญ่ (Mogul)

แสดงให้เห็นดังรูป



สำหรับหลอดที่มีรูปร่างเป็นวงกลม (Circular Lamp) จะมีขั้ว 4 ขั้ว อยู่ระหว่างขั้วของแคโทดทั้งสองที่จะบรรจบกัน ดังรูป

สำหรับหลอดที่มีรูปร่างเป็นแบบตัวยู (U-Shaped Lamp) ขั้วหลอดจะเป็นแบบขั้วคู่ ซึ่งจัดอยู่ในประเภทขั้วหลอดแบบขั้วคู่ขนาดกลาง

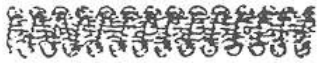
1.1.3 **อิเล็กโทรด หรือ แคโทด (Electrode or Cathode)**

หลอดฟลูออเรสเซนต์ภายในหลอดจะมีอิเล็กโทรดหรือแคโทดเป็นตัวปล่อยกระแสไฟฟ้านิยมใช้กันแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. แคโทดร้อน (Hot Cathode) เป็นขดลวดซ้อนขดลวดมีลักษณะดังรูป ขดลวดจะถูกเคลือบด้วยออกไซด์ของโลหะ ซึ่งจะปล่อยอิเล็กตรอนเมื่อถูกทำให้ร้อน และอิเล็กตรอนจะถูกปล่อยได้มากที่สุดเมื่อมีอุณหภูมิ 900 องศา

แบบขดลวดซ้อนขดลวด

แบบขดลวดซ้อนขดลวดและซ้อนขดลวดอีกชั้นหนึ่ง



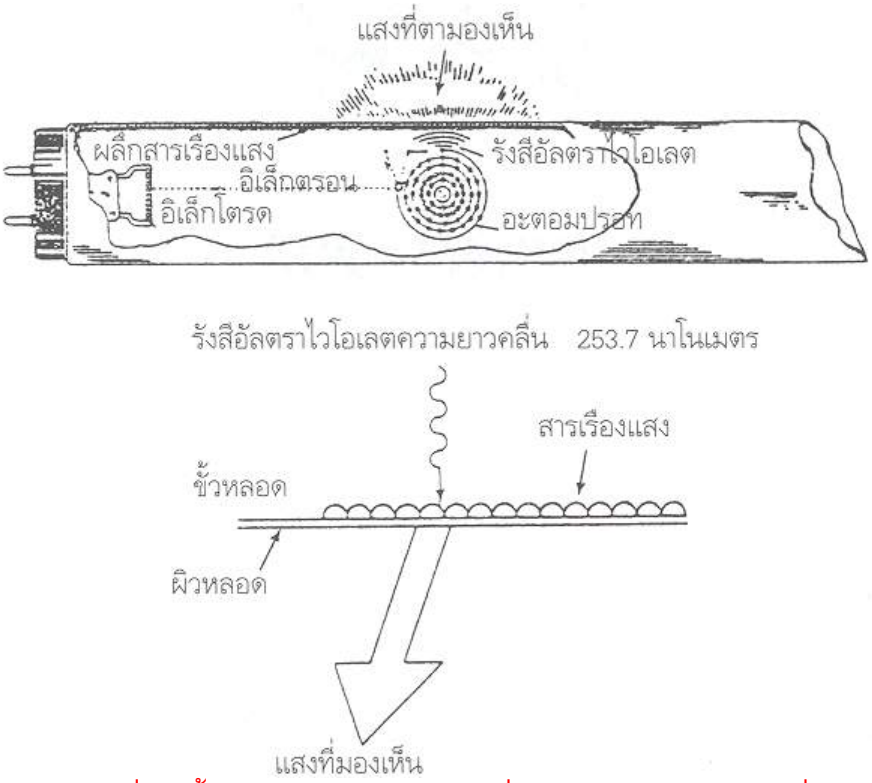
แบบขดลวดมีลวดเสียบอยู่ตรงกลาง

2. แคโทดเย็น (Cold Cathode) ทำจากโลหะที่เป็นเหล็กล้วนๆ จะเป็นตัวปล่อยอิเล็กตรอนออกมาภายในหลอด อายุการใช้งานน้อยกว่า โดยทั่วไปจะนิยมใช้แบบแคโทดร้อนมากกว่า

1.1.4 สารและก๊าซที่เติมเข้าไปในหลอดฟลูออเรสเซนต์

- ไอปรอท (Mercury) เมื่อหลอดทำงาน ไอปรอทจะลดปริมาณลงทำให้ความดันในหลอดต่ำลงมาก กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านตัวหลอดได้ และทำให้เกิดรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร

- สารเรืองแสง (Phosphor) จะบรรจุอยู่บริเวณผิวด้านในของหลอดแก้วสารเคมีนี้เรียกว่า ฟอสเฟอร์ (Phosphor) หรือเรียกว่าสารเรืองแสง และเมื่อหลอดทำงานไอปรอทจะปล่อยรังสีอัลตราไวโอเลตออกมา เมื่อวิ่งมากระทบกับฟอสเฟอร์ที่เคลือบที่ผิวหลอดก็จะทำให้หลอดดูสว่างไสวขึ้น



รูป แสดงการเรืองแสงที่เกิดขึ้นจากรังสีอัลตราไวโอเลตวิ่งไปกระทบสารเรืองแสงที่เคลือบผิวด้านในของหลอดแก้ว

สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้กันอยู่มีมากมายหลายสีขึ้นซึ่งอยู่กับสารฟอสเฟอร์ที่ฉาบอยู่ภายใน ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 สารฟอสเฟอร์ที่ใช้ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์

สารฟอสเฟอร์ที่ใช้	**สีที่เกิดขึ้น**
แคลเซียมฮาโลเจนฟอสเฟต	ขาว
แคดเมี่ยมบอเรต	ชมพู
สตรอนเตียมออกโทฟอสเฟต	ส้ม
แคลเซี่ยมทังสเตน	น้ำเงิน
แมกนี่เซียมเบอมาเนต	แดง
แมกนีเซี่ยมทังสเตน	ขาวน้ำเงิน
ซิงก์ซิลิเกต	เขียว
สตรอนเตียมฮาโลเจนฟอสเฟต	เขียวอ่อน

- ก๊าซที่เติมในหลอดฟลูออเรสเซนต์ ก๊าซที่ถูกเติมเข้าไปในหลอดนี้จะเป็น ก๊าซอาร์กอน (Argon) เพียงเล็กน้อยและมีองค์ประกอบของก๊าซนีออน (Neon) หรือบางครั้งเติมก๊าซคริปตอน (Krypton) ก๊าซเหล่านี้เมื่อใส่แรงดันให้กับหลอดเพียงพอก็จะช่วยให้หลอดไฟสว่างและจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดและปรอทก็จะกลายเป็นไอ

1.1.5 **ท่อดูดอากาศสำหรับดูดอากาศและเติมก๊าซ**

ใช้สำหรับดูดอากาศออกจากตัวหลอดและบรรจุก๊าซไอปรอทเข้าไปภายในหลอด

1.1.6 **ลวดนำกระแสต่อกับขั้วหลอด**

ทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าจากขั้วหลอดสู่แคโทดของหลอด

1.1.7 **ก้านยึดลวดตัวนำ**

ทำหน้าที่ยึดลวดตัวนำเข้ากับขั้วหลอดและป้องกันลวดนำกระแสสัมผัสกัน

1.2 ส่วนประกอบของวงจรหลอด Fluorescent

1.2.1 บัลลาสต์ (Ballast)

บัลลาสต์นี้จะต่ออนุกรมกับหลอดและ สตาร์ทเตอร์ หน้าที่ของบัลลาสต์คือ

1) ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันในขณะจุดไส้หลอด เพราะว่าเมื่อหลอดยังไม่สว่างความต้านทานของหลอดจะสูง เนื่องจากหลอดยาวมากบัลลาสต์จึงทำหน้าที่เพิ่มแรงดันให้มากพอที่จะจุดไส้หลอดได้
2) ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมหลอฟลูออเรสเซนต์ให้ต่ำลงเมื่อหลอดทำงานแล้ว เนื่องจากตังบัลลาสต์จะเป็นขดลวดความต้านทานจึงมีคุณสมบัติในการจำกัดขนาดของแรงดันไฟฟ้าให้ลดลงเหลือตามความต้องการของหลอด สาเหตุที่ต้องลดแรงดันลงเนื่องจากไส้ของหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นบอบบางมาก ไม่สามารถทนแรงดันสูงๆ ได้นานๆ
3) ทำหน้าที่เป็นตัวจำกัดกระแสไฟฟ้า ในขณะที่หลอดติดตั้งแล้ว เพราะว่าเมื่อหลอดสว่างก๊าซที่อยู่ภายในแตกตัวออกทำให้ความต้านทานลดต่ำลง กระแสไฟฟ้าสามารถวิ่งจากไส้หลอดข้างหนึ่งไปยังไส้หลอดอีกข้างหนึ่งได้

ชนิดของบัลลาสต์ที่ใช้กันอยู่มี 3 ชนิดคือ

1. บัลลาสต์ชนิดขดลวด (Choke Coils Ballast) ใช้กันทั่วไป ตัวบัลลาสต์ทำด้วยลวดทองแดงพันรอบแกนเหล็ก ซึ่งเป็นเหล็กแผ่นบางๆ (Laminated sheet steel) วางเรียงซ้อนกัน
2. บัลลาสต์ชนิดหม้อแปลงขดลวดชุดเดียว (Autotransformer Ballast) ลักษณะคล้ายหม้อแปลงแบบ Auto คือมีแท็ปออกมาตรงกลางใช้กรณีนำหลอดไปใช้กับแรงดัน 120 โวลต์หรือ 100 โวลต์
3. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) เป็นบัลลาสต์ที่ทำมาจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีลักษณะเด่นคือ ช่วยในการประหยัดพลังงาน และค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) สูงและไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ในวงจร แต่ก็มีข้อเสียตรงที่มีราคาแพงจึงไม่นิยมใช้กันมากนักในบ้านเรา

1.2.2 สตาร์ทเตอร์ (Starter)

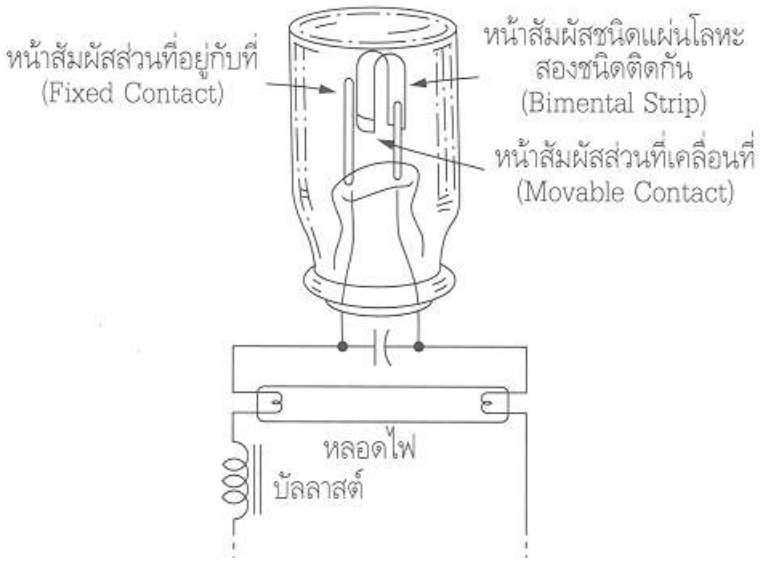
สตาร์ทเตอร์ที่ใช้กันโดยทั่วๆ ไปเป็นแบบโกลว์ (Glow Type) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

ก. หน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ (Movable Contact)

ข. หน้าหน้าสัมผัสที่อยู่กับที่ (Fixed Contact)

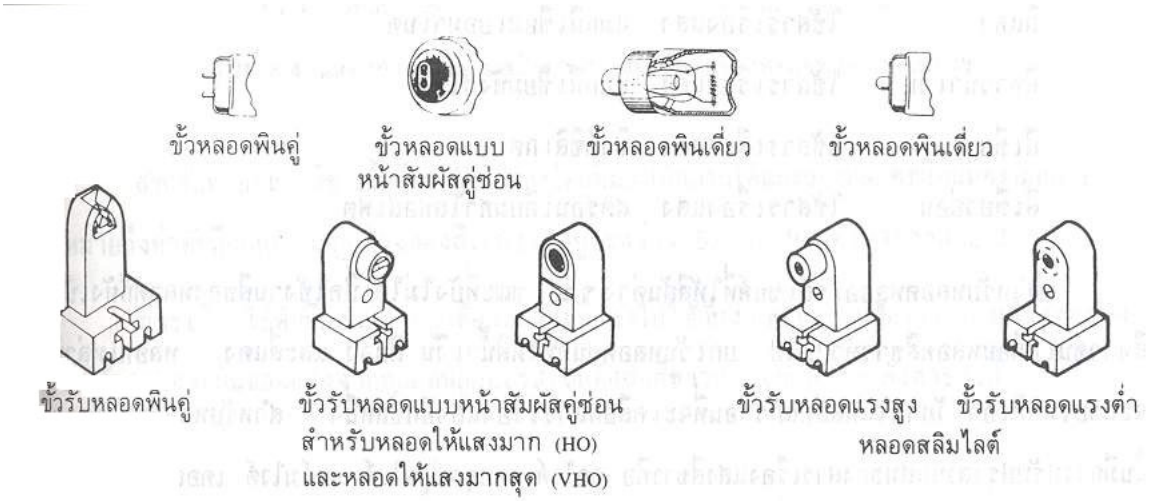
หน้าสัมผัสทั้งสองนี้บรรจุในหลอดแก้วเล็กๆ ภายในบรรจุด้วยก๊าซอาร์กอน

หน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ติดอยู่กับ Bimetal strip (แผ่นลหะที่มีสารสองอย่างซึ่งมีการขยายตัวต่างกันเมื่อได้รับความร้อน) โดยปกติหน้าสัมผัสทั้งสองจะไม่แตะกัน แต่เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวสตาร์ทเตอร์ 220 โวลท์ ซึ่งมีผลทำให้กระแสไฟฟ้าจำนวนหนึ่งไหลผ่านก๊าซอาร์กอน จะทำให้ Bimetal Strip ร้อน และสัมผัสกัน ส่วนกระแสอีกส่วนหนึ่งจะวิ่งผ่านไส้หลอดข้างหนึ่งไปยังไส้หลอดอีกข้างหนึ่งและเกิดการแตกตัวของก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในทำให้หลอดสว่างได้ เมื่อหลอดสว่างแล้วกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสตาร์ทเตอร์จะลดน้อยลง ทำให้ Bimetal Strip เย็นตัวลงตัดสตาร์ทเตอร์ออกจากวงจร แสดงให้เห็นดังรูป



1.2.3 ขั้วยึดหลอด (Lampholder)

ทำหน้าที่ยึดหลอดฟลูออเรสเซนต์ และเป็นทางนำกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ขั้วหลอดด้วย มีลักษณะต่างๆ ซึ่งแต่ละแบบก็จะใช้ควบคู่กับขั้วหลอดแต่ละแบบ ดังแสดงในรูป



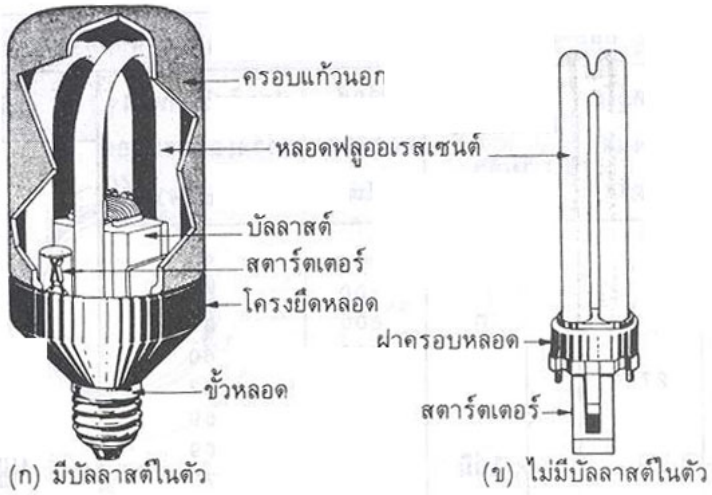
1.3 การทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

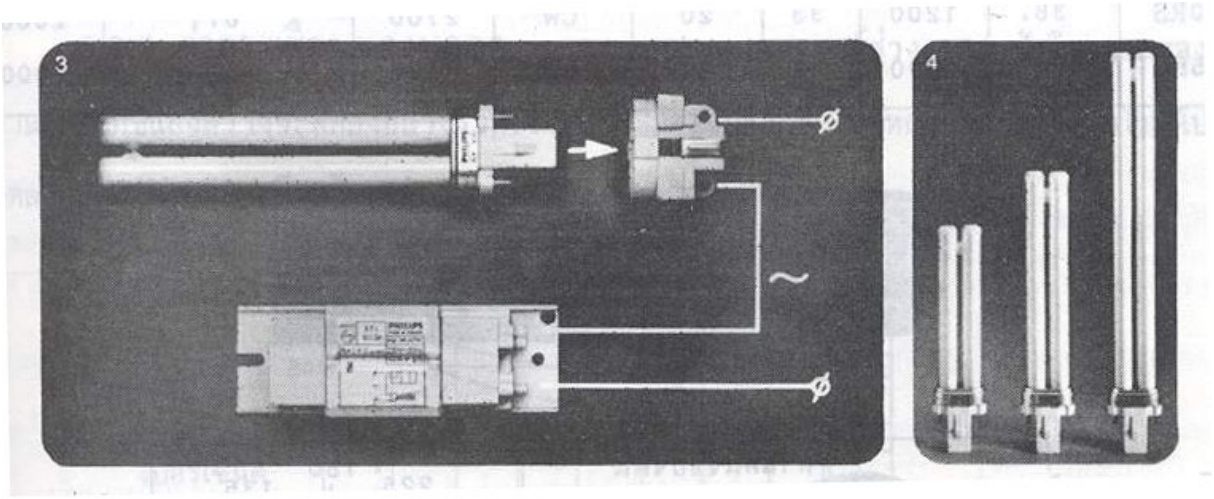
พิจารณาวงจรการทำงานในรูป จะเห็นว่าสตาร์ทเตอร์ต่อขนานอยู่กับหลอดไฟฟ้า ตัวบัลลาสต์ต่ออนุกรมอยู่กับหลอดและสตาร์ทเตอร์ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจร ในช่วงแรกนี้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถวิ่งจากปลายข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่งของหลอดได้เนื่องจากหลอดยาวและมีความต้านทานมาก กระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งวิ่งไปยังสตาร์ทเตอร์ทำให้ก๊าซภายในสตาร์ทเตอร์ร้อนและขยายตัวจนทำให้แผ่น Bimetal Strip ทั้งสองแผ่นสัมผัสกันกระแสไฟฟ้าจะไหลครบวงจรและทำให้ขั้วหลอดทั้งสองข้างอุ่นตัวจนร้อน โดยบัลลาสต์ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันขณะจุดไส้หลอดในช่วงแรกด้วย หลังจากนั้นก๊าซภายในหลอดขยายตัวจนกระทั่งเกิดการแตกตัวของก๊าซขึ้น กระแสไฟฟ้าสามารถวิ่งจากปลายข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่งได้ ไอปรอทเกิดการแตกตัวกระทบสารเรืองแสง (ฟอสเฟอร์) จนสามารถเปล่งแสงออกมาได้ ขณะเดียวกันที่ตัวสตาร์ทเตอร์นั้นกระแสไฟฟ้าน้อยลงไป มีผลทำให้แผ่น Bimetal Strip ทั้งสองแยกตัวออกจากกัน และตัดวงจรสตาร์ทเตอร์ออกในที่สุด ในช่วงหลังนี้บัลลาสต์ทำหน้าที่จำกัดแรงดันไม่ให้มากเกินไป คือ ประมาณ 100 โวลท์

1.4 หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์

หรือที่ชาวบ้านเรียกว่าหลอดตะเกียบ เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็ก ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ อายุการใช้งานมากกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ คือมีอายุการใช้งานประมาณ 5000-8000 ชั่วโมง และประสิทธิภาพก็สูงกว่า คือ ประมาณ 50-80 ลูเมนต่อวัตต์ แต่ก็ไม่สามารถทดแทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ได้ทั้งหมดเพราะข้อจำกัดในด้าน ราคา , ความสวยงามและความต้องการใช้ในการออกแบบ

หลอดคอมแพคท์มีขั้วหลายแบบ ทั้งแบบเกลียวและพิน ขั้วเกลียวมักเป็นชนิดที่มีบัลลาสต์ในตัวและสามารถใช้แทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ได้ทันที





1.5 อายุการใช้งาน

อายุการใช้งานประมาณ 6000-20000 ชม. ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดวัตต์ของหลอด แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการใช้งานของหลอดก็มีผลต่ออายุการใช้งานของหลอด เช่น หากเปิด-ปิดหลอดบ่อยๆ หรือนำไปใช้กับระดับแรงดันที่ไม่เหมาะสมหากนำหลอดไปใช้กับพิกัดแรงดันที่สูงกว่ากำหนดของหลอดไฟฟ้าก็จะส่งผลทำให้อายุการใช้งานของหลอดสั้นลงได้

1.6 คุณลักษณะสีของฟลูออเรสเซนต์ (Color Characteristics)

หลอดฟลูออเรสเซนต์มีสีที่นิยมใช้ 6 ชนิดคือ

- ชนิดขาวเย็น (Cool White) ตัวย่อ CW
- ชนิดขาวอุ่น (Warm White) ตัวย่อ WW
- ชนิดขาว (White) ตัวย่อ W
- ชนิดขาวเย็นแบบปรับปรุงพิเศษ (Cool White Deluxe) ตัวย่อ CWX
- ชนิดขาวอุ่นแบบปรับปรุงพิเศษ (Warm White Deluxe) ตัวย่อ WWX
- ชนิดแสงกลางวัน (Daylight) ตัวย่อ D

สีที่ออกมาจากหลอดทั้ง 6 ชนิด จะนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานของสีขาว ซึ่งเป็นสีพื้นฐานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

นอกจากนี้แล้วยังมีหลอดสีพิเศษอื่นๆ ที่มักนำมาใช้กันเช่น

หลอดสี มีลักษณะสีต่างๆ เช่น สีขาว สีแดง สีส้ม สีเหลือง สีชมพู สีน้ำเงิน ใช้ในงานตกแต่งต่างๆ เช่น ตู้โชว์ เวทีละคร เวทีดนตรี ร้านอาหาร

หลอดอัลตราไวโอเลต เป็นหลอดที่ให้แสงที่ตามองไม่เห็นและแสงที่ตามองเห็น นำไปใช้งนงานชีววิทยา คือ ใช้ในการหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อโรคบางชนิดได้ หรือเรียกกันว่าหลอดฆ่าเชื้อ

หลอดแสงสีดำ (Black Light) เป็นหลอดที่ผิวของหลอดมีสีดำทั่วทั้งหลอด เพื่อกันไม่ให้แสงที่ตามองไม่เห็นเล็ดลอดออกมาได้ แต่ยอมให้แสงอัลตราไวโอเลตออกมาได้เท่านั้นและเมื่อแสงอัตราไวโอเลตไปกระทบกับวัตถุหรือฉากก็จะเกิดแสงขึ้น ใช้ในสถานที่ที่ต้องการบรรยากาศที่แปลกออกไปจากบรรยากาศเดิม เช่น ในไนท์คลับ บาร์ หรือสถานเริงรมย์ต่างๆ

1.7 ดัชนีคุณสมบัติทางสี (CRI)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้แสงสีขาวจะมีค่า CRI ต่างๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตาราง 3.2 ความแตกต่างของแสงสีขาวในการนำไปใช้งานกับงานต่างๆ

สี	ดัชนีความถูกต้องสี	การนำไปใช้งาน
คูลไวท์	65	สำนักงาน โรงงาน อาคารพาณิชย์ และในงานที่ต้องการเน้นความรู้สึกเย็นสบาย ให้แสงเป็นธรรมชาติแก่ภายนอกอาคาร
คูลไวท์ เดอลุกซ์	85	เช่นเดียวกับ คูลไวท์ และให้ส่วนผสมสีแดงเพิ่มขึ้น ทำให้แสงสีมองดูเพิ่มความประทับใจสูง ค่าดัชนีบอกความถูกต้องของสีดีมาก
วอร์มไวต์	52	เหมาะกับงานที่ต้องการเน้นความรู้สึกอบอุ่น ให้สีคล้ายๆ หลอดไส้ ทำให้ดูสดใสขึ้นเมื่อชิ้นงานเป็นสีแดงและสีเหลือง ส่วนสีน้ำเงินจะจางลง
วอร์มไวต์ เดอลุกซ์	85	เช่นเดียวกับ วอร์มไวต์ สีของแสงออกไปทางเหลืองแดง เหมาะกับสถานที่ที่ต้องการความรู้สึกอบอุ่นนุ่มนวลและช่วยให้สิ่งของรอบข้างแลดูสวยงาม เช่น ที่อยู่อาศัยและอาคารพาณิชย์
ไวต์	58	ใช้ในงานแสงสว่างทั่วไป เช่น สำนักงาน โรงเรียน ที่อยู่อาศัย และต้องการเน้นสีเหลือง เหลืองเขียวและส้ม
เดไลต์	77	ใช้งานทั่วไป เช่น สำนักงาน โรงเรียน และที่อยู่อาศัย
เดไลต์ เดอลุกซ์	94	ให้แสงสีน้ำเงิน ซึ่งออกไปทางแสงธรรมชาติ ทำให้สีน้ำเงินและสีเขียวมองดูสดใส ส่วนสีแดง สีส้มและสีเหลืองจะมองดูจืดจางลง

1.8 ข้อดีของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ข้อดีของหลอดฟลูออเรสเซนต์

1) ให้แสงสว่างนวลงามและสีสันเป็นที่ถูกใจแก่ผู้ใช้ เช่น
   - สีขาว (White) เหมาะสำหรับให้แสงสว่างเพื่อประโยชน์ทั่วไป และเข้ากันได้ดีกับการใช้ร่วมกับหลอดไส้
   - สีแสงธรรมชาติ (Day light) สีฟ้าอ่อนมีแสงสีใกล้เคียงกับแสงธรรมชาติเหมาะสำหรับห้องโชว์สินค้า

- สีขาวชมพูอ่อน (Warm white) เป็นลักษณะสีของแสงซึ่งมีสีแดงผสมอยาเล็กน้อย เหมาะกับบรรยากาศเป็นกันเองในห้องนั่งเล่น ร้านกาแฟ ร้านอาหาร และสโมสร เป็นต้น

2) ให้แสงสว่างเกือบสม่ำเสมอแผ่ไปทั่วทั้งหลอด ซึ่งหลอดเผาไส้นั้นจะมีแสงสว่างจ้าออกมาจากไส้หลอด จนทำให้รู้สึกบาดตา
3) ไม่ทำให้เกิดเงาเด่นชัด
4) ให้แสงสว่างมากกว่าหลอดไส้ในขนาดจำนวนวัตต์เท่าๆ กัน (ประมาณ 3-4 เท่า)
5) มีอายุการใช้งานที่นาน (6000-20000 ชั่วโมง)
6) ในด้านการตกแต่งอาคาร บริษัทผู้ผลิตได้สร้างหลอดฟลูออเรสเซนต์ไว้หลายรูปแบบเหมาะสำหรับประดับประดาตามแนวสถาปัตยกรรม ตัวหลอดไม่มีความร้อนเหมือนหลอดเผาไส้จึงใช้ติดใกล้ผ้าหรือม่านได้ดี และใช้ใกล้ตัวบุคคลได้อีกด้วย

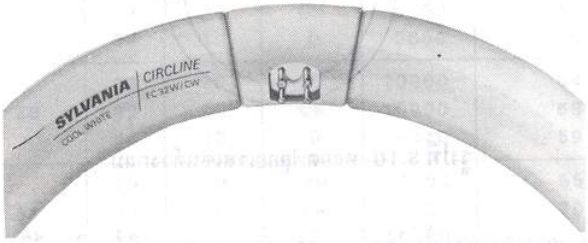
1.9 ค่าฟลักซ์แสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ค่าฟลักซ์แสงสว่างและคุณสมบัติของแสงจากหลอดแก้วยาว

วัตต์ (W)	สี	ฟลักซ์แสงสว่าง (lm)	ประสิทธิภาพแสงสว่าง (lm/W)	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)
4	WW	140	35	6000
	CW	140	35	6000
6	WW	280	472	7500
	CW	280	47	7500
8	WW	410	51	7500
	CW	410	51	7500
	WWX	450	56	7500
	CWX	450	56	7500
13	WW	930	72	7500
	CW	930	72	7500
	WWX	1000	77	7500
	CWX	1000	77	7500
18	WW	1200	67	7500
	CW	1200	67	7500
	W	1200	67	7500
	D	950	53	7500
	DX	800	45	7500
	WWX	1450	81	7500
	CWX	1450	81	7500
20	WW	1200	60	7500
	CW	1200	60	7500
	D	1030	52	7500
36	WW	3100	86	15000
	CW	3100	86	15000
	W	3100	86	15000
	D	2500	69	15000
	DX	2000	56	15000
	WWX	3450	95	15000
	CWX	3450	95	15000
40	WW	3100	78	15000
	CW	3100	78	15000
	D	2600	56	15000

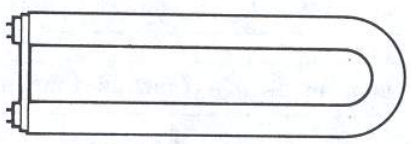
ค่าฟลักซ์แสงสว่างและคุณสมบัติของแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์วงกลม

วัตต์ (W)	สี	ฟลักซ์แสงสว่าง (lm)	ประสิทธิภาพแสงสว่าง (lm/W)	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)
22	WW	1250	57	7500
	CW	1250	57	7500
	D	1050	48	7500
32	WW	2100	66	7500
	CW	2050	64	7500
	D	1750	55	7500
40	WW	2950	74	10000
	CW	2900	73	10000
	D	2500	63	10000



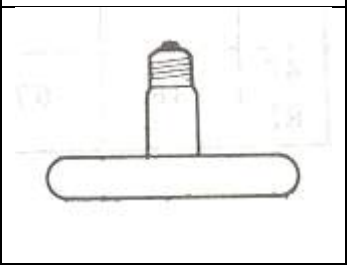
ค่าฟลักซ์แสงสว่างและคุณสมบัติของแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ตัวยู

วัตต์ (W)	สี	ฟลักซ์แสงสว่าง (lm)	ประสิทธิภาพแสงสว่าง (lm/W)	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)
20	WW	1150	58	7500
	CW	1150	58	7500
40	WW	2700	68	10000
	CW	2700	68	10000
65	WW	4500	69	10000
	CW	4500	69	10000

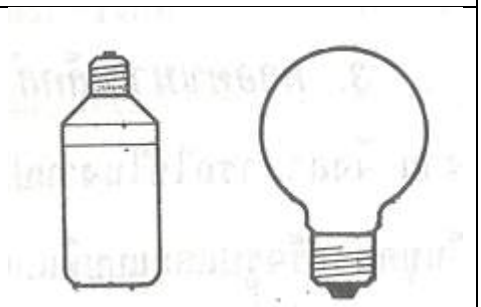


ค่าฟลักซ์แสงสว่างและคุณสมบัติของแสงจากหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ อายุการใช้งานประมาณ 5000 ชั่วโมง

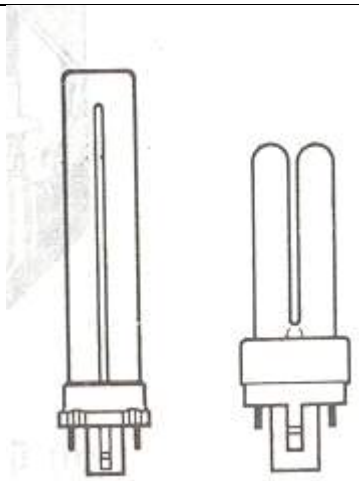
หลอดวงกลมบัลลาสต์ในตัว

วัตต์ (W)	ฟลักซ์แสงสว่าง (lm)	ประสิทธิภาพแสงสว่าง (lm/W)	ลักษณะหลอด
12	700	58	
18	1000	56	
24	1450	60	

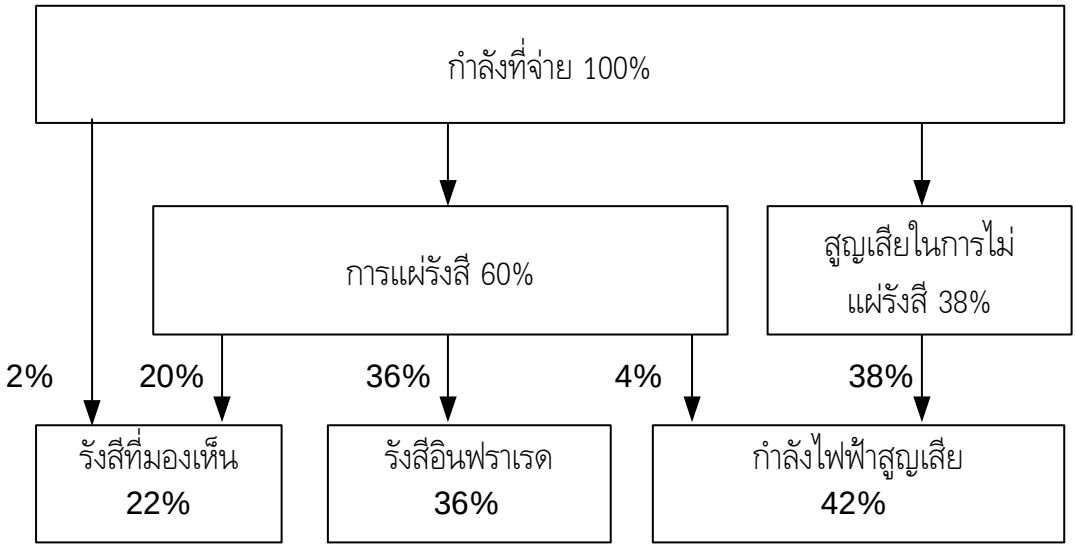
หลอดทรงหลอดไส้บัลลาสต์ในตัว

วัตต์ (W)	ฟลักซ์แสงสว่าง (lm)	ประสิทธิภาพแสงสว่าง (lm/W)	ลักษณะหลอด
9	425	47	
13	600	46	
18	900	50	
25	1200	48	

หลอดทรงหลอดตะเกียบไม่มีบัลลาสต์ในตัว

วัตต์ (W)	ฟลักซ์แสงสว่าง (lm)	ประสิทธิภาพแสงสว่าง (lm/W)	ลักษณะหลอด
5	250	50	
7	400	57	
9	600	67	
10	600	60	
11	900	82	
13	900	69	
18	1250	69	
24	1800	73	
36	2900	81	

1.10 การส่งพลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์



2. หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressure Sodium Lamp)

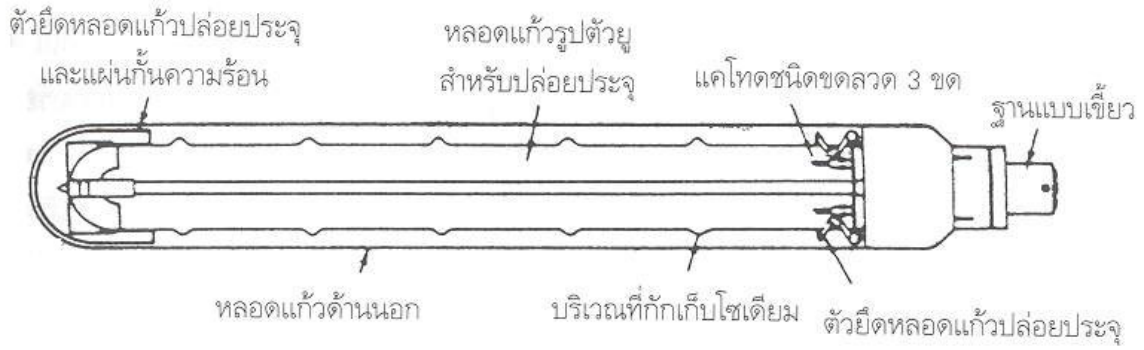
เป็นหลอดไฟฟ้าที่ทำงานที่ความดันภายในหลอดต่ำมาก หลอดไฟชนิดนี้สามารถเปล่งแสงที่มีความยาวคลื่นความยาวเดียวออกมา แสงดังกล่าวอยู่ในย่านของแสงสีเหลือง มีความยาวอยู่ระหว่าง 589.0-589.5 นาโนเมตร ซึ่งอยู่ใกล้ความยาว 555 นาโนเมตร ซึ่งเป็นแสงที่ตาคนเรารับรู้ได้ไวที่สุด ดังนั้นหลอดโซเดียมความดันต่ำจึงเป็นหลอดที่เหมาะที่จะใช้กับงานประเภทที่ต้องการความปลอดภัย หรือต้องการความชัดเจน หลอดโซเดียมความดันต่ำนี้เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในบรรดาหลอดทั้งหมด ประมาณ 120-200 ลูเมน/วัตต์ ข้อเสียของหลอดชนิดนี้คือมีค่าดัชนีความถูกต้องของสีเป็น 0% หากไม่คำนึงถึงเรื่องสีแล้วจะเป็นหลอดประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากที่สุดจึงนิยมใช้กรณีที่ต้องเปิดเป็นเวลานานๆ เช่น บนถนนซุปเปอร์ไฮเวย์ หรือบางแห่งติดตั้งบริเวณตู้ ATM เพราะต้องเปิดเอาไว้ทั้งคืน

2.1 ส่วนประกอบของหลอดโซเดียมความดันต่ำ ประกอบด้วยส่วนสำคัญต่างๆดังนี้คือ

2.1.1 ตัวหลอด (Tube)

2.1.2 ส่วนที่อยู่ภายในหลอดแก้วตัวยู

2.1.1 ตัวหลอด เป็นส่วนที่อัดก๊าซความดันต่ำเข้าไป มีลักษณะเป็นรูปตัวยู และภายในหลอดจะบรรจุก๊าซโซเดียมที่เป็นของแข็งพร้อมกับก๊าซนีออน หรือก๊าซอาร์กอนที่มีความดันต่ำ ด้วยเหตุนี้เราจึงเรียกว่า หลอดโซเดียมความดันต่ำ มีลักษณะดังรูป



จากรูปจะเห็นได้ว่าตัวหลอดไฟจะมีอยู่ 2 ชั้น ซึ่งมีผลต่อการทำงานของหลอดและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้น และส่วนสำคัญของหลอดสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ขั้วหลอด ทำจากโลหะผสม หรือทองแดง หรือ ทองเหลือง ทำเป็นเขี้ยวยื่นออกมาสองเขี้ยว หุ้มฐานหลอดด้วยฉนวน ขั้วหลอดจะมีแต่ชนิดเขี้ยวเท่านั้นเนื่องจากต้องการมุมหรือองศาของแสงที่แน่นอนในการติดตั้ง

2. หลอดแก้วด้านนอก จะเป็นตัวป้องกันหลอดแก้วที่อยู่ด้านในซึ่งบรรจุก๊าซต่างๆ เอาไว้ไม่ให้สัมผัสกับอากาศภายนอก เพราะอากาศภายนอกจะทำอันตรายกับหลอดที่อยู่ภายใน ด้านในระหว่างหลอดแก้วทั้งสองจะเป็นสุญญากาศ ซึ่งเป็นการทำหน้าที่เป็นฉนวน ป้องกันไม่ให้ความร้อนจากภายในหลอดแผ่ออกมาได้ง่าย และเมื่ออุณหภูมิภายนอกเกิดการเปลี่ยนแปลงก็จะไม่มีผลต่อ

อุณหภูมิการทำงานของหลอดและภายในหลอดจะซิลิกาบางๆ คลุมอยู่ภายในหลอดอีกชั้นหนึ่ง เพื่อใช้เป็นที่เก็บและเป็นฉนวนกันความร้อนของโซเดียมให้อยู่ภายหลอดซึ่งจะเป็นการทำให้ประสิทธิภาพของหลอดสูงสุด

3. หลอดแก้วด้านใน มักทำเป็นรูปตัวยูปกติแล้วหลอดโซเดียมความดันต่ำ จะมีระยะห่างระหว่างแคโทดทั้งสองยาวมาก ทั้งนี้เพื่อที่จะทำให้เกิดความร้อนสูง แต่เพื่อเป็นการประหยัดเนื้อที่และลดขนาดของหลอดจึงทำเป็นรูปตัวยูแทน ภายในบรรจุด้วยไส้หลอดทำมาจากทังสเตนเคลือบด้วยออกไซต์ นีออน หรืออาร์กอน และโซเดียมแข็ง และขณะที่หลอดทำงานตัวขดลวดทังสเตนที่อยู่ในหลอดแก้วนี้จะเป็นตัวที่ทำให้เกิดความร้อน โดยการกระตุ้นอิเล็กตรอนของทังสเตน เพื่อทำให้โซเดียมเกิดการละลาย และกลายเป็นไอโซเดียมในที่สุด

2.1.2. ส่วนที่อยู่ภายในหลอดแก้วตัวยู

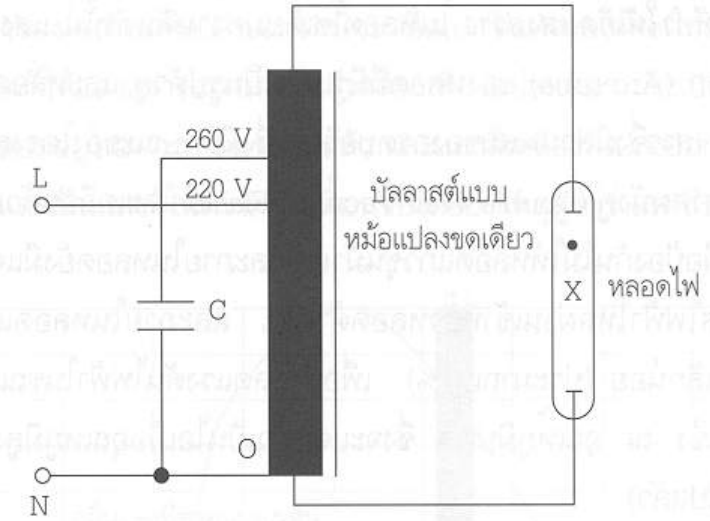
1. แคโทด เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นขั้วหลอด เพื่อใช้ต่อกับไฟแรงสูง (ประมาณ 500 โวลท์) จากบัลลาสต์ และแคโทดนี้ทำมาจากทังสเตน โดยทำเป็นขดลวดอยู่ในส่วนที่เป็นตัวให้ความร้อนแก่หลอด

2. ก๊าซอาร์กอนและก๊าซนีออน เป็นตัวช่วยลดแรงดันที่ขั้วหลอดขณะเริ่มไอออไนซ์ เมื่อหลอดเริ่มทำงาน ก๊าซอาร์กอนหรือก๊าซนีออนนี้จะเกิดการไอออไนเซชั่นขึ้นก่อนโซเดียม และมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่แคโทด ซึ่งจะเป็นการอุ่นแคโทดให้โซเดียมกลายเป็นไออีกทีหนึ่ง ซึ่งก๊าซทั้งสองตัวนี้จะเป็นตัวช่วยให้การเกิดไอออไนเซชั่นนั้นโดยที่ไม่ต้องใช้แรงดันไฟฟ้ามาก และทำให้เกิดการทำงานของหลอดไฟขึ้นได้

3. ก๊าซโซเดียม จะอยู่ในรูปของแข็ง และเมื่อได้รับความร้อนและมีอุณหภูมิสูงเพียงพอก็จะกลายเป็นไอ แล้วเปล่งแสงสีเหลืองออกมา เมื่ออุณหภูมิลดลง โซเดียมก็จะเปลี่ยนสถานะมาเป็นของแข็งเหมือนเดิม

2.2 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ช่วยในการทำงานของหลอดโซเดียมความดันต่ำ

1. บัลลาสต์ (Ballast) จะเป็นแบบหม้อแปลงขดเดียวที่มีการรั่วของเส้นแรงแม่เหล็กสูง (Autotransformer High Leakage) มีขั้นตอนการทำงานดังนี้ เมื่อเราให้แรงดันไฟฟ้ากับวงจรดังรูป มันจะทำหน้าที่เพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นเพื่อที่จะทำให้ก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วเกิดการไอออไนซ์ขึ้น



2. ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ทำหน้าที่เพิ่มค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ของหลอดให้สูงขึ้นประมาณ 0.9-1 ซึ่งหากไม่มีแล้วค่าตัวประกอบกำลังจะมีค่าต่ำมาก ซึ่งมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า

3. ส่วนที่ทำให้เกิดแสงสว่าง ในหลอดโซเดียมความดันต่ำนั้น แสงสว่างที่เรามองเห็นได้มาจาก ตัวหลอดอาร์ก (Arc-tube) ของหลอดที่มีรูปร่างเป็นรูปตัวยู และหลอดแก้วของหลอดอาร์กนี้ทำมาจากแก้วบอเรต ซึ่งมีลักษณะของโครงสร้าง หรือรูปร่างเป็นแบบหลอดแก้วสุญญากาศผนังคู่ และเคลือบด้วยตัวต้านทานโซเดียม เพื่อป้องกันไม่ให้หลอดแก้วขุ่นมัวเร็ว และภายในยังมีแคโทดทำด้วยทังสเตนซึ่งทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าที่ขั้วหลอดด้านใน และภายในหลอดแก้วยังบรรจุด้วยก๊าซนีออนหรืออาร์กอนเล็กน้อย เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าในขณะที่ทำการสตาร์ทและยังมีโซเดียมที่เป็นของแข็ง ซึ่งจะแตกตัวเป็นไอเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นระดับหนึ่ง

2.3 การทำงานของหลอดโซเดียมความดันต่ำ

เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านบัลลาสต์ และบัลลาสต์จะสร้างแรงดันขึ้นมาประมาณ 500-700 โวลท์ ซึ่งเป็นการเริ่มการสตาร์ทหลอดและทำให้ก๊าซนีออนที่อยู่ในหลอดแก้วตัวยูเริ่มแตกตัว ความต้านทานของหลอดจะลดลง และกระแสไฟฟ้าจะสูงขึ้น แต่ในช่วงนี้บัลลาสต์จะทำหน้าที่อีกอย่างหนึ่งก็คือจำกัดกระแสไม่ให้มากเกินไปในตอนสตาร์ท กระแสที่เพิ่มขึ้นทำให้แรงดันไฟฟ้าของบัลลาสต์ด้านที่ต่ออยู่กับหลอดไฟนั้นลดลง

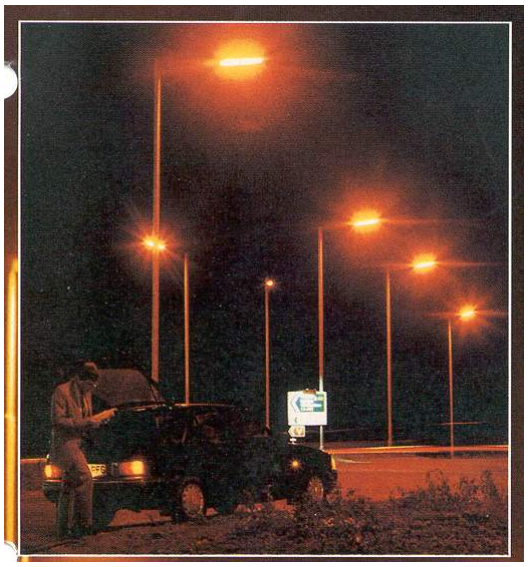
เมื่อหลอดโซเดียมเริ่มทำงาน จะมีแสงสีแดงเปล่งออกมา แสดงว่าก๊าซนีออนเริ่มแตกตัวจึงเกิดปรากฏการณ์ของแสงสีแดงขึ้น ซึ่งทำให้เกิดความร้อยขึ้น และเมื่อความร้อนที่เกิดมีอุณหภูมิสูงขึ้น ก็จะทำให้โซเดียมเริ่มหลอดเหลวและมีบางส่วนกลายเป็นไอ ไอของโซเดียมนี้จะเคลื่อนที่เข้าไปในลำอาร์กและในขณะนั้นความต้านทานภายในหลอดจะต่ำลง กระแสไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้นทำให้โซเดียมเกิดการแตกตัว จากนั้นสีของแสงก็จะค่อยๆ เปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองที่มีความยาวคลื่น 586 นาโนเมตร , 589 นาโนเมตร และ 589.6 นาโนเมตร ตามลำดับ

แสงสีเหลืองของโซเดียมที่เปล่งออกมานี้จะกลืนแสงสีแดงของก๊าซนีออนให้หมดไป เมื่อหลอดทำงานอยู่ในสภาวะเสถียรแล้วแสงของสีที่เปล่งออกมานี้จะมีความยาวคลื่นเดียว และเป็นแสงที่ให้ความผิดเพี้ยนของสีของวัตถุสูงกว่าแสงสีอื่น

ในช่วงแรกของการทำงานจะเห็นแสงสีแดงและจะใช้เวลาประมาณ 9-10 นาที ที่จะทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอของโซเดียม ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงระดับปกติ คือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรนั้นจะใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที ความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกควบคุมให้คงที่ด้วยหลอดแก้วสองชั้น ซึ่งระหว่างกลางเป็นสุญญากาศ ซึ่งก็จะส่งผลไปถึงประสิทธิภาพของหลอดที่คงที่ และการกระจายแสงก็จะคงที่ตามไปด้วย

2.4 การใช้งานหลอดโซเดียมความดันต่ำ

เนื่องจากคุณสมบัติของแสงสีที่มีความยาวคลื่นอยู่ในระดับที่มีความไวต่อการรับรู้ของตามากที่สุด (ความยาว 555 นาโนเมตร) ดังนั้นหลอดโซเดียมความดันต่ำจึงเป็นหลอดที่เหมาะที่จะใช้กับงานประเภทที่ต้องการความปลอดภัย เช่น ไฟถนน บริเวณทางแยกของถนน เป็นต้น



2.5 ค่าฟลักซ์แสงสว่างของหลอดโซเดียมความดันต่ำ

วัตต์ (W)	ฟลักซ์แสงสว่าง (lm)	ประสิทธิภาพแสงสว่าง (lm/W)
35	4550	123
55	7800	148
90	13000	146
135	20800	161
180	32500	179

2.6 การส่งพลังงานของหลอดโซเดียมความดันต่ำ