

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2779-25XX

IEC 62776:2014+COR1:2015

หลอดแอลอีดีหัวคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทน  
หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง –  
คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย

DOUBLE-CAPPED LED LAMPS DESIGNED TO RETROFIT  
LINEAR FLUORESCENT LAMPS – SAFETY SPECIFICATIONS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 29.140.99

ISBN

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

## หลอดแอลอีดีหัวคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทน

### หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง –

### คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย

#### 1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะคุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัยและการสับเปลี่ยนทดแทนกันได้ และการทำงานแลกเปลี่ยนกัน รวมทั้งวิธีทดสอบและเงื่อนไขในการทดสอบเพื่อแสดงการเป็นไปตามข้อกำหนดของหลอดแอลอีดีหัวคู่ที่มีหัวหลอดแบบ G5 และแบบ G13 โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีหัวหลอดแบบเดียวกัน และมีขอบเขตดังนี้

- กำลังไฟฟ้าที่กำหนด ไม่เกิน 125 W
- แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ไม่เกิน 250 V

หลอดแอลอีดีเหล่านี้ออกแบบสำหรับการเปลี่ยนทดแทนโดยไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขภายในดวงโคมไฟฟาดวงโคมไฟฟ้ามืออยู่ (ซึ่งจะใส่หลอดแอลอีดีหัวคู่) สามารถทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมหลอดแบบแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแบบอิเล็กทรอนิกส์

คุณลักษณะที่ต้องการในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้กับการทดสอบเฉพาะแบบเท่านั้น

ข้อแนะนำสำหรับการทดสอบผลิตภัณฑ์ทั้งหมดหรือการทดสอบเป็นรุ่น แสดงในภาคผนวก ก.

**หมายเหตุ 1** ที่ใดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ที่มีการใช้คำว่า “หลอด” ให้เป็นที่เข้าใจว่าหมายถึง “หลอดแอลอีดีเปลี่ยนทดแทนหัวคู่ (double-capped retrofit LED lamp)” ยกเว้นจะกำหนดอย่างชัดเจนให้เป็นหลอดชนิดอื่น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมหลอดแอลอีดีแปลงหัวคู่ (double-capped conversion LED lamp) ซึ่งต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขภายในดวงโคมไฟฟาด คุณลักษณะที่ต้องการในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีไว้สำหรับการให้แสงสว่างทั่วไป (ตัวอย่างเช่น ไม่รวมการให้แสงสว่างในบรรยากาศที่เสี่ยงต่อการระเบิด (explosive atmosphere)) หลอดที่ใช้ในงานประเภทอื่นอาจมีคุณลักษณะที่ต้องการเพิ่มเติม

**หมายเหตุ 2** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้รวมความปลอดภัยด้านชีวภาพทางแสง (photobiological) ไว้ด้วย

## 2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่ระบุนี้ (ทั้งหมดหรือบางส่วน) ประกอบด้วยเอกสารที่จำเป็นสำหรับการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ สำหรับเอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุที่พิมพ์ให้ใช้ฉบับที่ระบุ ส่วนเอกสารอ้างอิง (รวมถึงฉบับแก้ไขเพิ่มเติม) ที่ไม่ได้ระบุที่พิมพ์นั้นให้ใช้ฉบับล่าสุด

IEC 60061-1	Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps
IEC 60061-3	Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 3: Gauges
IEC 60061-4	Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 4: Guidelines and general information
IEC 60081	Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications
IEC 60155	Glow-starters for fluorescent lamps
IEC 60360	Standard method of measurement of lamp cap temperature rise
IEC 60417	Graphical symbols for use on equipment
IEC 60598-1	Luminaires – Part 1: General requirements and tests
IEC 60695-2-10:2013	Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods; Glow-wire apparatus and common test procedure
IEC 60921	Ballasts for tubular fluorescent lamps – Performance requirements
IEC 61195	Double-capped fluorescent lamps – Safety specifications
IEC 61347-1: <sup>2</sup>	Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements
IEC 61347-2-8	Lamp controlgear – Part 2-8: Particular requirements for ballasts for fluorescent lamps
IEC 62031	LED modules for general lighting – Safety specifications
IEC TR 62778	Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires
ISO 4046-4:2002	Paper, board, pulps and related terms – Vocabulary – Part 4: Paper and board grades and converted products
มอก. 2381 เล่ม 2(11) - 2552 <sup>1</sup>	การทดสอบอันตรายจากไฟ เล่ม 2(11) วิธีทดสอบหลอดร่งแสง/หลอดร้อน – วิธีทดสอบการลุกไหม้ของผลิตภัณฑ์สำเร็จด้วยหลอดร่งแสง

<sup>1</sup> ฉบับแรก ฉบับนี้ถูกแทนในค.ศ. 2014 ด้วย IEC 60695-2-11:2014, Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)

<sup>2</sup> ประกาศ

มอก. 4 เล่ม 2 วิธีมาตรฐานในการวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอดไฟฟ้า

มอก. 2778 แสงสว่างทั่วไป – ผลกระทบที่ไดโอดเปล่งแสง (แอลอีดี) และบริภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง : บทนิยาม

### 3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้ใช้บทนิยามของ มอก. 2778 IEC 62031 และดังต่อไปนี้

#### 3.1 หลอดแอลอีดีเปลี่ยนทดแทนขั้วคู่ (double-capped retrofit LED lamp)

หลอดแอลอีดีทรงกระบอกที่สามารถใช้เปลี่ยนทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขั้วคู่โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขภายในดวงโคมไฟฟ้า และภายหลังจากการติดตั้ง ยังคงระดับความปลอดภัยเช่นเดียวกับหลอดไฟที่เปลี่ยน

**หมายเหตุ 1** การเปลี่ยนโกล์สตาร์ทเตอร์ ตาม IEC 60155 ด้วยสตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีซึ่งมีขนาดมิติเท่ากัน และเหมาะสมเพื่อปรับแก้การทำงานของหลอดแอลอีดีขั้วคู่ ไม่ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงแก้ไขดวงโคมไฟฟ้า

#### 3.2 หลอดแอลอีดีแปลงขั้วคู่ (double-capped conversion LED lamp)

หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่สามารถใช้เปลี่ยนทดแทนหลอดไฟชนิดอื่นได้โดยต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขดวงโคมไฟฟ้า

#### 3.3 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด (rated voltage)

ค่าแรงดันไฟฟ้าซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของหลอดสำหรับภาวะการทำงานที่ระบุ

**หมายเหตุ** ค่าและภาวะที่ระบุไว้ในมาตรฐานนี้ หรือที่กำหนดโดยผู้ทำหรือผู้จำหน่ายที่รับผิดชอบ

#### 3.4 กำลังไฟฟ้ที่กำหนด (rated power)

กำลังไฟฟ้าตามที่แสดงบนหลอด

#### 3.5 ความถี่ที่กำหนด (rated frequency)

ความถี่ตามที่แสดงบนหลอด

#### 3.6 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอด (cap temperature rise, $\Delta t_s$ )

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของพื้นผิว (สูงกว่าอุณหภูมิโดยรอบ) ของขั้วหลอด

#### 3.7 ส่วนที่มีไฟฟ้า (live part)

ชิ้นส่วนที่นำไฟฟ้าซึ่งอาจเป็นสาเหตุของช็อกไฟฟ้าในการใช้งานปกติ

#### 3.8 แบบ (type)

หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่เป็นตัวแทนของการผลิต

#### 3.9 การทดสอบเฉพาะแบบ (type test)

การทดสอบเพื่อการเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับหลอดแอลอีดีขั้วคู่ จำนวน 1 หลอด หรือมากกว่า ที่มีขั้วหลอดแบบเดียวกัน และเป็นตัวแทนของการผลิต

3.10 ตัวอย่างทดสอบเฉพาะแบบ (type test sample)

หลอดแอลอีดีขั้วคู่ จำนวน 1 หลอด หรือมากกว่า ที่มีขั้วหลอดแบบเดียวกัน ที่ผู้ทำหรือผู้จำหน่ายที่รับผิดชอบจัดส่งให้ เพื่อจุดประสงค์ในการทดสอบเฉพาะแบบ

3.11 ประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่าง (ultraviolet hazard efficacy of luminous radiation,  $K_{S,v}$ )

ผลหารของปริมาณอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตต่อปริมาณทางแสงที่สมนัยกัน

**หมายเหตุ 1** ประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่างมีหน่วยเป็น mW/klm

**หมายเหตุ 2** ประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่างหาได้จากค่าถ่วงน้ำหนักของค่าการกระจายกำลังเชิงสเปกตรัม (spectral power distribution) กับฟังก์ชันของค่าอันตรายของรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV hazard function,  $S_{UV}(\lambda)$ ) ข้อมูลเกี่ยวกับฟังก์ชันของค่าอันตรายของรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เกี่ยวข้องมีอธิบายไว้ใน IEC 62471 ซึ่งเกี่ยวข้องกับอันตรายที่เป็นไปได้เมื่อมนุษย์อยู่ภายใต้รังสีอัลตราไวโอเล็ตเท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่เป็นไปได้จากการแผ่รังสีทางแสงลงบนวัสดุ ตัวอย่างเช่นความเสียหายทางกลหรือการมีสีผิดเพี้ยนไปจากเดิม

#### 4. คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปและคุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปของการทดสอบ

4.1 ต้องออกแบบและสร้างหลอดให้ทำงานได้อย่างปลอดภัยในการใช้งานปกติ ไม่ทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไป การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการทดสอบตามที่ระบุไว้ทั้งหมด

4.2 โดยปกติ ต้องไม่เปิดหลอดแอลอีดีขั้วคู่ออกเพื่อการทดสอบ ในกรณีมีความสงสัยจากการตรวจพินิจหลอดและการตรวจสอบแผนภาพวงจรหลอด และโดยความตกลงร่วมกันกับผู้ทำหรือผู้จำหน่ายที่รับผิดชอบ ต้องเตรียมหลอดเป็นพิเศษเพื่อจำลองภาวะผิดปร้องและส่งมอบเพื่อทดสอบ (ดูข้อ 13.) อาจต้องเปิดหลอดหรือตรวจสอบส่วนประกอบภายในของหลอดเพื่อตรวจสอบและรับรองการเป็นไปตามข้อ 11. ข้อ 12. และข้อ 14. ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

4.3 โดยทั่วไป การทดสอบทั้งหมดจะทำกับหลอดแต่ละแบบเมื่อมีพิสัยของหลอดที่เหมือน ๆ กันเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยการทดสอบทั้งหมดจะทำกับขนาดกำลังไฟฟ้าแต่ละค่าในพิสัย หรือกับตัวแทนที่เลือกจากพิสัยตามที่ตกลงกับผู้ทำ

4.4 เมื่อหลอดชำรุดอย่างปลอดภัยในระหว่างการทดสอบครั้งหนึ่ง ๆ ให้เปลี่ยนหลอดใหม่ โดยมีเงื่อนไขว่าต้องไม่เกิดไฟ คว้น หรือก๊าซติดไฟได้ คุณลักษณะที่ต้องการเพิ่มเติมเกี่ยวกับการชำรุดอย่างปลอดภัย กำหนดไว้ในข้อ 13.

4.5 การเดินสายภายในต้องเป็นไปตาม IEC 60598-1 ข้อ 5.3

4.6 สำหรับการสร้างวงจรไฟฟ้า ให้พิจารณา IEC 61347-1 ข้อ 15.1 และข้อ 15.2 และสำหรับส่วนอื่น ๆ ให้พิจารณา IEC 60598-1 ข้อ 4.11, ข้อ 4.12 และข้อ 4.25

#### 5. การทำเครื่องหมาย

5.1 การทำเครื่องหมายบนหลอด

ที่หลอดทุกหลอดอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร ตัวอักษรและตัวเลขต้องมีขนาดอย่างต่ำ 2 mm สัญลักษณ์ต้องมีขนาดอย่างต่ำ 5 mm

ก) ชื่อผู้ทำ โรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ข) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด หรือพิสัยแรงดันไฟฟ้า เป็นโวลต์ (V)

**หมายเหตุ 1** แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหรือพิสัยแรงดันไฟฟ้าของหลอดสามารถแตกต่างกับแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด

ค) กำลังไฟฟ้าที่กำหนด เป็นวัตต์ (W)

ง) ความถี่ที่กำหนดหรือพิสัยความถี่ เป็นเฮิรตซ์ หรือกิโลเฮิรตซ์ (Hz or kHz)

จ) หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่เหมาะสมกับการใช้ร่วมกับบัลลาสต์บางชนิดเท่านั้น (เช่น ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก) ต้องระบุสัญลักษณ์ดังแสดงในรูปที่ 1 และ/หรือรูปที่ 2



รูปที่ 1 หลอดที่เหมาะสมกับการทำงานที่ความถี่สูง



รูปที่ 2 หลอดที่เหมาะสมกับการทำงานที่ความถี่ 50 Hz หรือ 60 Hz

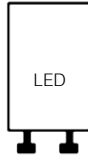
ฉ) หลอดแอลอีดีขั้วคู่ต้องระบุสารสนเทศดังต่อไปนี้ “หลอดนี้ไม่เหมาะกับการใช้งานในดวงโคมไฟฟ้าฉุกเฉินที่ออกแบบสำหรับหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ขั้วคู่” และแสดงสัญลักษณ์ดังรูปที่ 3

**หมายเหตุ 2** ในอนาคต สามารถพัฒนาคุณลักษณะที่ต้องการเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนการใช้สำหรับไฟฉุกเฉิน



รูปที่ 3 หลอดที่ไม่เหมาะกับการทำงานฉุกเฉิน

ช) ถ้าหลอดแอลอีดีขั้วคู่จำเป็นต้องใช้ส่วนประกอบที่เปลี่ยนแทนสตาร์ทเตอร์ หลอดนั้นต้องระบุการอ้างอิงชนิดของสตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดี สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีต้องระบุดังรูปที่ 4



หมายเหตุ สัญลักษณ์นี้กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาตาม IEC 60417-Pr14-181

#### รูปที่ 4 สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดี

- ช) จัดให้มีสารสนเทศเกี่ยวกับการเข้าของฝุ่นและน้ำ  
สำหรับหลอดที่ควรใช้ในภาวะแห้งหรือในดวงโคมไฟฟ้าที่มีการป้องกัน ดังรูปที่ 5



#### รูปที่ 5 หลอดสำหรับใช้ในภาวะแห้งหรือในดวงโคมไฟฟ้าที่มีการป้องกัน

- ฉ) พิสัยอุณหภูมิโดยรอบที่กำหนดของหลอด
- 5.2 การทำเครื่องหมายบนหลอด บนวัสดุห่อหุ้มชั้นถัดมา (หรือบรรจุภัณฑ์) หรือในคู่มือคำแนะนำ  
ผู้ทำหลอดต้องให้สารสนเทศเหล่านี้เพิ่มเติม บนวัสดุห่อหุ้มชั้นถัดมา หรือบนบรรจุภัณฑ์ หรือในคู่มือคำแนะนำ  
คำอธิบายของรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ให้แสดงไว้ในคู่มือคำแนะนำ
- ก) กระแสไฟฟ้าที่กำหนด เป็นแอมแปร์ (A)
- ข) ภาวะพิเศษหรือข้อจำกัดที่ต้องสังเกตดูในการทำงานของหลอด ตัวอย่างเช่น การทำงานกับวงจรหรือแสง  
เมื่อหลอดไม่เหมาะสมสำหรับการหรือแสง อาจใช้สัญลักษณ์ดังรูปที่ 6



หมายเหตุ สัญลักษณ์นี้กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาตาม IEC 60417-Pr14-205

#### รูปที่ 6 ไม่อนุญาตให้ปรับหรือแสง

### 5.3 คู่มือคำแนะนำ

#### 5.3.1 ทั่วไป

เพิ่มเติมจากสารสนเทศในข้อ 5.2 หลอดแอลอีดีขั้วคู่ต้องแนบคำแนะนำ ซึ่งอธิบายขั้นตอนที่จำเป็นทั้งหมด  
ในการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดแอลอีดี ตัวอย่างเช่นการเปลี่ยนสตาร์ทเตอร์

คำแนะนำที่ต้องการทั้งหมดดังที่ได้ให้รายละเอียดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม - ด้านความปลอดภัยนี้  
ต้องแสดงไว้บนหลอด บนบรรจุภัณฑ์ หรือในคำแนะนำของผู้ทำที่จัดเตรียมมาพร้อมกับหลอด ความหมาย  
ของสัญลักษณ์ในข้อ 5.1 และข้อ 5.2 ต้องอธิบายให้ชัดเจน (โดยใช้คำบรรยาย) ในคู่มือคำแนะนำ

เนื้อหาของคำแนะนำให้รวมข้อมูลดังต่อไปนี้

### 5.3.2 การเปิดเผยข้อมูลของผลิตภัณฑ์

ให้จัดเตรียมข้อมูลตามที่ร้องขอในข้อ 1) ถึงข้อ 5) ดังนี้

- 1) ต้องจัดเตรียมรายการชิ้นส่วนทั้งหมด
- 2) ต้องแจ้งชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่หลอดแอลอีดีจะสามารถนำไปทดแทน
- 3) จัดเตรียมคำเตือนที่ว่า ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขดวงโคมไฟฟ้าซึ่งจะใช้กับหลอดแอลอีดี
- 4) ต้องแจ้งพิกัดอุณหภูมิโดยรอบที่หลอดถูกกำหนดพิกัด เมื่ออุณหภูมิโดยรอบต่ำสุดของพิกัดสูงกว่า  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  หรืออุณหภูมิโดยรอบสูงสุดของพิกัดต่ำกว่า  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$  ในคู่มือคำแนะนำของหลอดต้องมีสารสนเทศดังต่อไปนี้

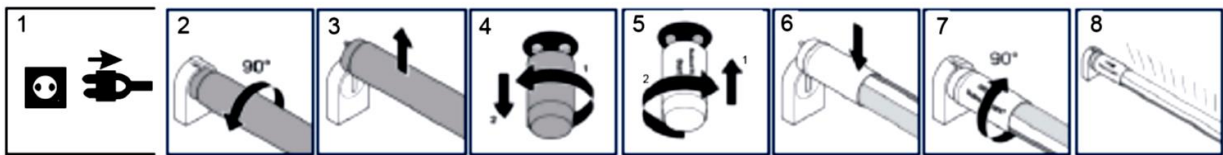
“หลอดนี้อาจไม่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานทุกประเภทที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ พิกัดอุณหภูมิของหลอดนี้ถูกจำกัด หากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความเหมาะสมในการใช้งาน ให้ปรึกษาผู้ทำหลอดนี้”

**หมายเหตุ** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้อิงสมมติฐานที่ว่า พิกัดอุณหภูมิโดยรอบที่คาดหวังโดยปกติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่อาจเปลี่ยนแทนด้วยผลิตภัณฑ์ทดแทนคือ  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ถึง  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$

- 5) ระบุ: “หลอดนี้ออกแบบสำหรับการให้แสงสว่างทั่วไป (ไม่รวมการให้แสงสว่างในบรรยากาศที่เสี่ยงต่อการระเบิดได้ เป็นต้น)”

### 5.3.3 คำแนะนำเชิงภาพ (Graphical instruction)

ข้อนี้สามารถใช้แทนข้อ 5.3.4 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์เข้ากับดวงโคมไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่ต้องเป็นดังแสดงในรูปที่ 7 ถ้าไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนสตาร์ทเตอร์ สามารถข้ามขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ในรูปที่ 7 และในข้อ 5.3.4



รูปที่ 7 ขั้นตอนโดยสังเขปของการถอดหลอดฟลูออเรสเซนต์และใส่หลอดแอลอีดีขั้วคู่ที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดตรง

### 5.3.4 การติดตั้ง

ข้อนี้สามารถใช้แทนข้อ 5.3.3 ในการอธิบายขั้นตอนที่จำเป็นซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำเชิงภาพในรูปที่ 7

ตัวอย่างคำแนะนำสำหรับแบบเปลี่ยนทดแทน

- (1) ตัดการจ่ายไฟฟ้า
- (2) และ (3) ถอดหลอดเดิมออก



- (4) ถอดสตาร์ทเตอร์
- (5) ใส่สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีลงในขั้วรับสตาร์ทเตอร์
- (6) ใส่หลอดแอลอีดีลงในขั้วรับหลอด
- (7) หมุนหลอดไป 90° เพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
- (8) ต่อการจ่ายไฟฟ้าและตรวจสอบการจุดติดของหลอด

5.4 การเป็นไปตามข้อกำหนด

การเป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 5.1 ถึงข้อ 5.3 ให้ตรวจสอบดังต่อไปนี้

การมีอยู่และความชัดเจนของเครื่องหมายให้ทำโดยการตรวจพินิจ

ความคงทนของเครื่องหมาย トラบเท่าที่อยู่บนหลอด ให้ทดสอบโดยดูเบา ๆ ด้วยผ้าชุมน้ำเป็นเวลา 15 s หลังจากปล่อยให้แห้งแล้ว ให้ทดสอบซ้ำโดยใช้ผ้าชุมเฮกเซนดูเป็นเวลา 15 s เครื่องหมายยังต้องชัดเจนหลังการทดสอบ

การมีอยู่ของสารสนเทศตามที่ต้องการในข้อ 5.2 และข้อ 5.3 ให้ทำโดยการตรวจพินิจ

**6. การสับเปลี่ยนทดแทนกันได้**

6.1 การสับเปลี่ยนทดแทนกันได้ของขั้วหลอด

การสับเปลี่ยนทดแทนกันได้ต้องทำให้มั่นใจโดยการใช้ขั้วหลอดที่เป็นไปตาม IEC 60061-1 และเงจตาม IEC 60061-3 ดูตารางที่ 1

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยใช้เงจที่เกี่ยวข้อง

**ตารางที่ 1 เงจการสับเปลี่ยนทดแทนกันได้ และมิติของขั้วหลอด**

ขั้วหลอด	หมายเลขแผ่นข้อมูลขั้วหลอด จาก IEC 60061-1	มิติของขั้วหลอดสำหรับ การตรวจสอบโดยใช้เงจ	หมายเลขแผ่นข้อมูลเงจ จาก IEC 60061-3
G5	7004-52	ตรวจสอบทุกมิติ	7006-46 และ 7006-46A
G13	7004-51	ตรวจสอบทุกมิติ	7006-44 และ 7006-45

ถ้าหลอดแอลอีดีขั้วคู่จำเป็นต้องทำงานร่วมกับสตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีซึ่งเปลี่ยนแทนโกลว์สตาร์ทเตอร์ สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีนี้ต้องให้มาพร้อมกับหลอด อุปกรณ์นี้ต้องมีมิติ การทดสอบทางไฟฟ้า ทางกล และทางความร้อน เป็นไปตามข้อกำหนดใน IEC 60155 ส่วนที่ 1

## 6.2 มวล

มวลรวมทั้งหมดของหลอดต้องไม่เกิน 200 g สำหรับหลอดมีขั้วหลอดแบบ G5 และไม่เกิน 500 g สำหรับหลอดมีขั้วหลอดแบบ G13

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการชั่งน้ำหนักหลอด

## 6.3 มิติ

### 6.3.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

ความยาวของหลอดต้องไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในพิสัยอุณหภูมิโดยรอบที่กำหนดของหลอด

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการทดสอบในข้อ 6.3.2 ถึงข้อ 6.3.6

**หมายเหตุ** โดยจุดประสงค์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ พิสัยอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ สมมติว่าเป็น -20 °C ถึง +60 °C ความยาวของหลอดที่วิกฤตสำหรับความเค้นที่เกิดขึ้นที่ขั้วรับหลอดที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น และที่วิกฤตสำหรับการต่อสัมผัสที่อุณหภูมิต่ำลงให้นำมาพิจารณา

### 6.3.2 มิติที่อุณหภูมิ 25 °C (ขณะไม่ทำงาน)

หลอดแอลอีดีขั้วคู่สำหรับใช้ในดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีมิติและความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามข้อกำหนดของหลอดไฟที่สมนัยกันที่ระบุใน IEC 60081 ที่ 25 °C ต้องวัดมิติหลอดที่กำหนดในแผ่นข้อมูลใน IEC 60081 มิติที่วัดได้ให้ระบุเป็น A<sub>25°C</sub>, B<sub>25°C</sub>, C<sub>25°C</sub> และ D<sub>25°C</sub>

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการตรวจพินิจ

**หมายเหตุ** การระบุ A, B, C และ D อ้างถึง IEC 60081 แผ่นข้อมูลที่ 60081-IEC-01

### 6.3.3 การแปรผันของมิติ A จากการให้ความร้อนตัวเอง (self-heating) ที่ 25 °C

วางหลอดในสภาพแวดล้อมที่ปราศจากลมโกรกและทำงานที่แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายที่กำหนด วัดมิติ A หลังจากหลอดทำงานจนเสถียรและระบุเป็น A<sub>operating</sub> ความแตกต่างของความยาวคำนวณได้จากค่าที่วัดในภาวะการทำงานนี้

$$\Delta A = A_{\text{operating}} - A_{25^\circ\text{C}}$$

เมื่อเข้าสู่สถานะอยู่ตัว อุณหภูมิพื้นผิวบนหลอดต้องไม่เกินค่าในข้อ 6.4.1

### 6.3.4 มิติ B ที่อุณหภูมิโดยรอบต่ำสุด

วางหลอดในตู้ปรับภูมิอากาศ ที่อุณหภูมิโดยรอบต่ำสุด เช่น -20 °C หรือที่อุณหภูมิโดยรอบที่ระบุต่ำสุด ( $t_{\text{min}}$ ) หลังจากที่อยู่ในอุณหภูมิโดยรอบที่ต้องการเป็นเวลา 1 h (อยู่ระหว่างการพิจารณา) นำหลอดออกจากตู้ปรับภูมิอากาศและวัดความยาวของหลอดทันที ต้องระวังไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหลอดอย่างมากในระหว่างการวัด บันทึกอุณหภูมิของหลอดในระหว่างการวัดความยาวของมิติ B ให้ใช้ค่าต่ำสุดของพิสัยอุณหภูมิที่กำหนดในการพิจารณาการเป็นไปตามข้อกำหนดและระบุเป็น B<sub>min</sub>

## 6.3.5 มิติ A ที่อุณหภูมิโดยรอบสูงสุด

วางหลอดในตู้ปรับภูมิอากาศที่อุณหภูมิโดยรอบสูงสุด เช่น +60 °C หรือที่อุณหภูมิโดยรอบที่ระบุสูงสุด ( $t_{max}$ ) หลังจากที่อยู่ในอุณหภูมิโดยรอบที่ต้องการเป็นเวลา 1 h (อยู่ระหว่างการพิจารณา) นำหลอดออกจากตู้ปรับภูมิอากาศและวัดความยาวของหลอดทันที ต้องระวังไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหลอดอย่างมากในระหว่างการวัด บันทึกอุณหภูมิของหลอดในระหว่างการวัดความยาวหลังจากนำออกจากตู้ปรับภูมิอากาศ ความยาว A ที่ค่าสูงสุดของพิสัยอุณหภูมิโดยรอบที่กำหนดให้ระบุเป็น  $A_{t_{max}}$

## 6.3.6 การเป็นไปตามข้อกำหนด

ให้ใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$A1 = A_{t_{max}} + \Delta A - A_{25^{\circ}\text{C}} (t_{max} - 25^{\circ}\text{C}) * 11.7 * 10^{-6}$$

$$B1 = B_{t_{min}} - A_{25^{\circ}\text{C}} (t_{min} - 25^{\circ}\text{C}) * 11.7 * 10^{-6}$$

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ตรวจสอบดังต่อไปนี้

- มิติ A1 ต้องอยู่ภายในค่าจำกัดของมิติสมนัยตามแผ่นข้อมูลหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เกี่ยวข้อง จาก IEC 60081
- มิติ B1 ต้องอยู่ภายในค่าจำกัดของมิติสมนัยตามแผ่นข้อมูลหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เกี่ยวข้อง จาก IEC 60081

**หมายเหตุ** การแปรผันความยาวที่ยอมรับได้ของหลอดแอลอีดีมีพื้นฐานจากการขยายตัวทางความร้อนของโครงสร้างดวงโคมไฟฟ้าทั่วไปโดยสมมติจากโครงสร้างธาตุหลักสำหรับการจับยึดขั้วรับหลอดและมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน  $11.7 * 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$

## 6.4 อุณหภูมิ

## 6.4.1 คุณลักษณะที่ต้องการด้านอุณหภูมิ

ยกเว้นที่ขั้วหลอด อุณหภูมิของหลอดแอลอีดีต้องไม่สูงกว่า 75 °C เมื่อวัด ณ ตำแหน่งใด ๆ บนหลอด คุณลักษณะที่ต้องการนี้ประยุกต์ใช้กับพื้นผิวหลอดที่สามารถสัมผัสได้ด้วยนิ้วทดสอบ

## 6.4.2 คุณลักษณะที่ต้องการด้านกำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของหลอดแอลอีดีต้องไม่เกินกว่าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ถูกทดแทนตามที่ได้ระบุไว้ใน IEC 60081

## 6.4.3 การเป็นไปตามข้อกำหนด

วัดหลอดในตำแหน่งแนวนอนที่อุณหภูมิโดยรอบ 25 °C ในอากาศอิสระ (free air) สำหรับรายละเอียดการจัดเตรียมการทดสอบ ให้ดูใน IEC 61195 Annex B หลอดที่ทดสอบต้องประกอบด้วยชุดสำเร็จและทำงานที่แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายที่กำหนด เมื่อเข้าสู่ภาวะเสถียรให้วัดอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดของหลอดและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งต้องไม่เกินค่าในข้อ 6.4.1 และข้อ 6.4.2

## 6.5 ความปลอดภัยของหลอดในกรณีที่ใช้หลอดร่วมกับสตาร์ทเตอร์ชนิดประเภท

ต้องทดสอบการใช้งานร่วมกันดังต่อไปนี้

- สตาร์ทเตอร์ฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับหลอดแอลอีดี
- สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์
- หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด ที่ถูกเปลี่ยนทดแทนโดยหลอดแอลอีดีในกรณีที่ต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 หลอด แบบอนุกรมเข้ากับอุปกรณ์ควบคุมตัวเดียวกัน (เช่น 2 x 18 W) และประกอบกับสตาร์ทเตอร์และสตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดี ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการใช้ร่วมกันทั้งหมดที่เป็นไปได้ สำหรับสตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีที่เปลี่ยนแทนสตาร์ทเตอร์แบบวงจรลัด (เช่น ฟิวส์) หรือแบบวงจรเปิด การทดสอบการใช้งานร่วมกันระหว่าง “สตาร์ทเตอร์ทดแทนสำหรับแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์” ไม่มีความจำเป็น

ถ้าหลอดระบุพิสัยแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดในกรณีนี้คือค่าสูงสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้า ยกเว้นผู้ทำได้แจ้งแรงดันไฟฟ้าอื่นเป็นค่าวิกฤตไว้

การเป็นไปตามข้อกำหนด:

เช่นเดียวกับข้อ 13.5 อธิบายซ้ำ ดังนี้

ระหว่างการทดสอบข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.4 หลอดต้องไม่ติดไฟ หรือปล่อยก๊าซติดไฟได้ หรือควัน และส่วนที่มีไฟฟ้าต้องไม่กลายเป็นส่วนที่แตะต้องถึง

การตรวจสอบว่า ก๊าซที่ออกจากส่วนประกอบเหล่านั้นติดไฟได้หรือไม่ ให้ทำโดยใช้เครื่องกำเนิดประกายไฟความถี่สูง (high frequency spark generator)

การตรวจสอบว่าส่วนที่แตะต้องถึงกลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้า ให้ทำตามข้อ 8.2

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.4 หลอดต้องมีคุณลักษณะที่ต้องการด้านความต้านทานฉนวนตามข้อ 8.3

## 7. ความปลอดภัยของขาหลอดระหว่างการสอดใส่

ขั้วหลอดแบบ G5 และแบบ G13 ไม่สามารถประกันได้ว่าจะสอดใส่ปลายทั้ง 2 ด้านของหลอดเข้าไปพร้อม ๆ กัน ด้วยเหตุผลนี้ต้องไม่มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าระหว่างปลายทั้ง 2 ด้านของหลอดในระหว่างการสอดใส่

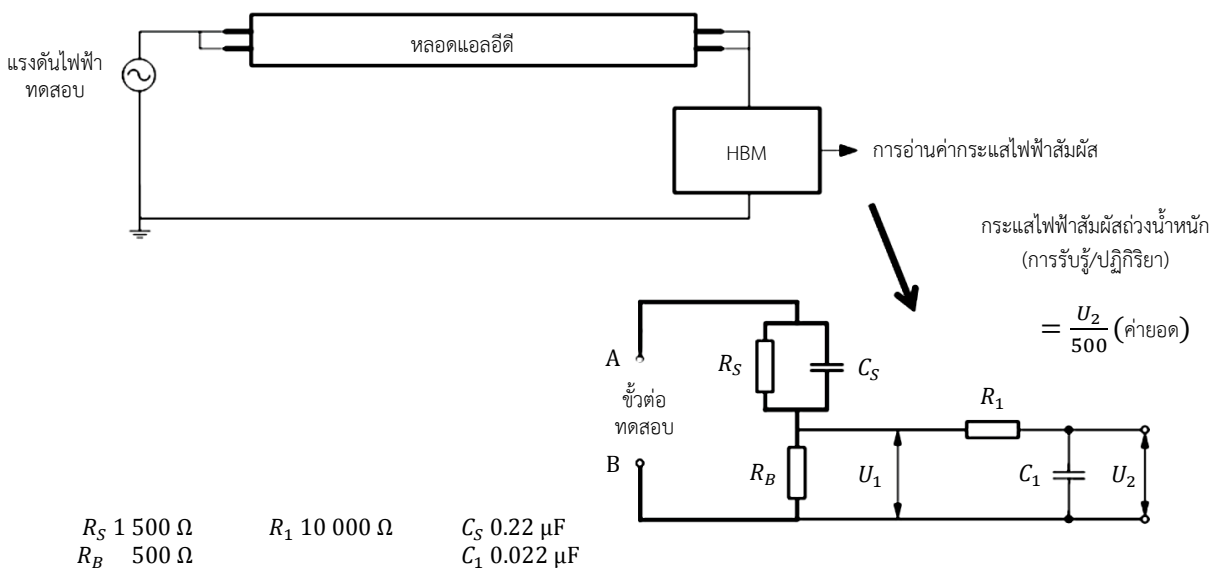
เมื่อสอดใส่ขาหลอด (lamp pins) เข้าไปในขั้วรับหลอดด้านหนึ่ง แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขาหลอดที่ไม่ได้สอดใส่ต้องไม่สามารถทำให้เกิดช็อกไฟฟ้า ฉนวนมูลฐานระหว่างการสอดใส่หลอดถือว่าเพียงพอเมื่อเป็นไปตาม IEC 60598-1 ข้อ 8.

มาตรการป้องกันการแตะต้องถึง (accessible protection measure) ซึ่งอาจถูกระงับโดยบังเอิญและโดยวิธีนี้เป็น การระงับการป้องกันต่อช็อกไฟฟ้า ไม่นอนุญาตให้ใช้

**หมายเหตุ** มาตรการป้องกันการแตะต้องถึงสามารถเป็นปุ่มเพื่อปลดสวิตช์เล็กใช้เมื่อหลอดถูกติดตั้งเป็นที่เรียบร้อย

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการทดสอบดังต่อไปนี้:

- 1) การทดสอบความคงทนทางไฟฟ้า: โดยพื้นฐานจากความเป็นไปได้ที่จะมีแรงดันไฟฟ้า 250 V บนขั้วรับหลอดในระหว่างการสอดใส่ การทดสอบความคงทนทางไฟฟ้าให้ทำด้วยแรงดันไฟฟ้า 1 500 V (2 U + 1 000 V) ระหว่างปลายทั้ง 2 ด้านของหลอด โดยเริ่มป้อนแรงดันไฟฟ้าไม่เกินครึ่งหนึ่งระหว่างขาหรือขั้วสัมผัสของขั้วหลอดขั้วหนึ่งกับขาหรือขั้วสัมผัสของขั้วหลอดอีกขั้วหนึ่ง แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงค่าเต็ม ต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิว (flashover) หรือการเสียดสภาพฉนวนปลิ้น (breakdown)
- 2) ความต้านทานฉนวน: วัดด้วยแรงดันไฟฟ้าประมาณ 500 V d.c. ความต้านทานฉนวนต่ำสุดต้องเป็น 2 MΩ
- 3) ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ: ที่เกี่ยวข้องกับระยะห่างในอากาศ ให้ประยุกต์ใช้ IEC 61347-1 ตารางที่ 9 ซึ่งอิงแรงดันไฟฟ้าทำงาน 250 V รวมแรงดันไฟฟ้าชั่วคราวของแหล่งจ่ายไฟฟ้าประธาน  
ระยะห่างตามผิวฉนวนต้องไม่น้อยกว่าระยะห่างในอากาศขั้นต่ำที่ต้องการ
- 4) กระแสไฟฟ้าสัมผัส: ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบ 500 V r.m.s. (50 Hz หรือ 60 Hz) กระแสไฟฟ้าสัมผัสค่ายอดต้องไม่เกิน 0.7 mA เมื่อวัดตามรูปที่ 8



คีย์

HBM = แบบจำลองร่างกายมนุษย์ (Human Body Model) สำหรับคำอธิบาย ดูใน IEC 60598-1 Annex G

### รูปที่ 8 รูปแบบการทดสอบสำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าสัมผัส

## 8. การป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญกับส่วนที่มีไฟฟ้า

### 8.1 ทั่วไป

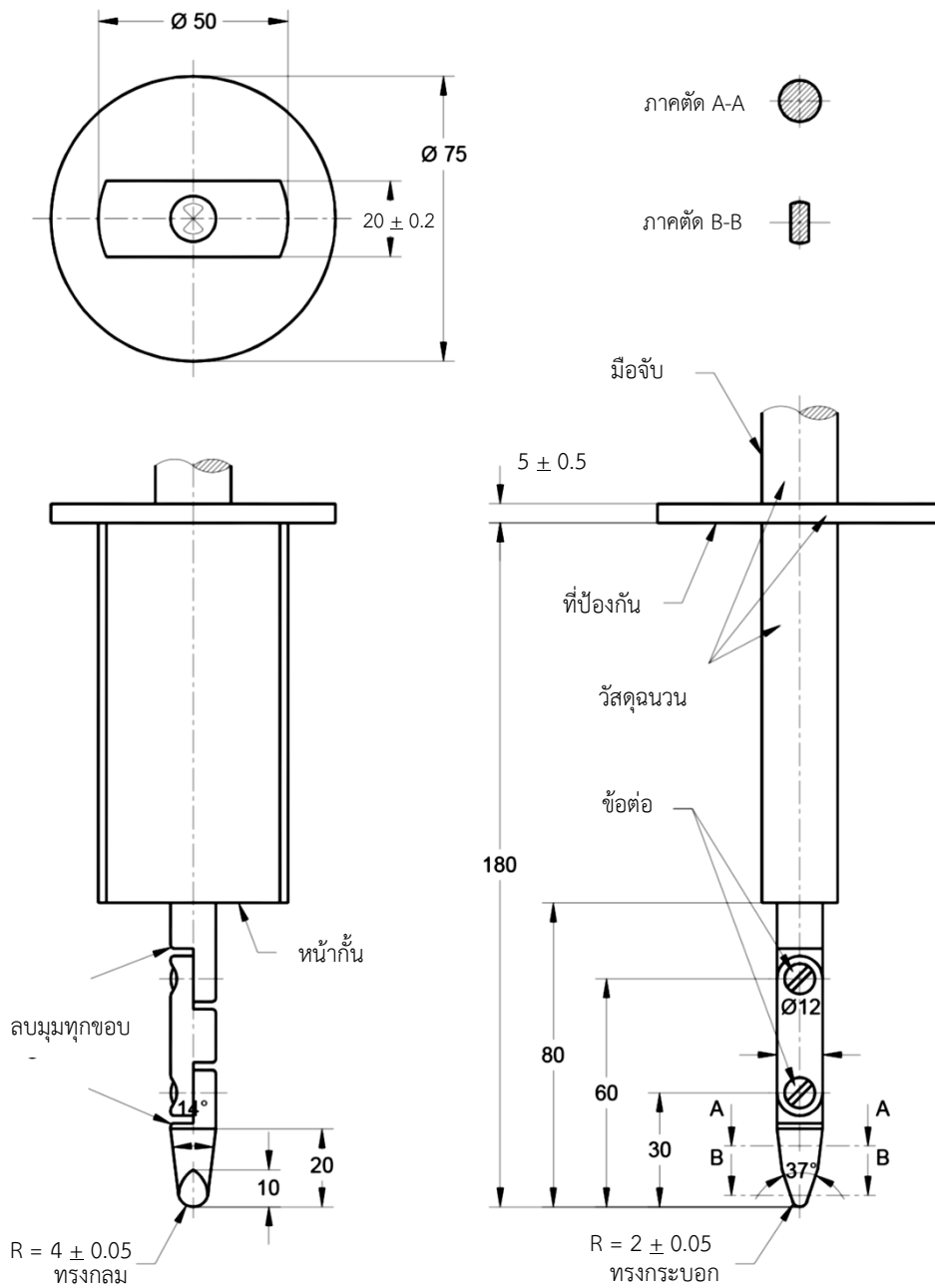
ความต้านทานฉนวนและความคงทนทางไฟฟ้าต้องเพียงพอระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าของหลอดกับส่วนที่แตะต้องถึงของหลอด ส่วนที่เกี่ยวกับขั้วหลอดให้ประยุกต์ใช้คุณลักษณะที่ต้องการ ของ IEC 61195 ข้อ 2.4 และข้อ 2.5 สำหรับส่วนอื่น ๆ ของหลอดให้ใช้คุณลักษณะที่ต้องการดังต่อไปนี้

## 8.2 การทดสอบส่วนที่นำไฟฟ้าอันอาจเป็นสาเหตุของช็อกไฟฟ้าระหว่างการทำงาน

ต้องสร้างหลอดที่ไม่มีเปลือกนอกเพิ่มเติมใด ๆ ในรูปแบบของดวงโคมไฟฟ้า ส่วนต่าง ๆ ต่อไปนี้ต้องไม่สามารถแตะต้องถึงเมื่อหลอดติดตั้งอยู่กับขั้วรับหลอดที่เป็นไปตามแผ่นข้อมูล IEC ที่เกี่ยวเนื่อง

- ส่วนโลหะภายใน
- ส่วนโลหะภายนอกที่หุ้มฉนวนมูลฐาน นอกเหนือจากขั้วหลอด
- ส่วนโลหะที่มีไฟฟ้าของขั้วหลอด
- ส่วนโลหะที่มีไฟฟ้าของตัวเอง

ให้ตรวจสอบการแตะต้องถึงโดยใช้นิ้วทดสอบตามที่ระบุในรูปที่ 9 โดยใช้แรง 10 N



วัสดุ: โลหะ (ยกเว้นมีการกำหนดเป็นอย่างอื่น)

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติต่าง ๆ ที่ไม่ได้กำหนดไว้

มุม:

+0°  
-10°

มิติเชิงเส้น:

● ถึง 25 mm: +0 mm  
-0.05 mm

● เกิน 25 mm: ± 0.2 mm

ข้อต่อทั้งสองของนิ้วทดสอบต้องเคลื่อนในระนาบเดียวกันและอยู่ในทิศทางเดียวกันตลอดเป็นมุม 90° โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน 0° ถึง +10°

รูปที่ 9 นิ้วทดสอบมาตรฐาน (ตาม IEC 60529)

ส่วนโลหะภายนอก นอกเหนือจากส่วนโลหะที่นำกระแสไฟฟ้าของขั้วหลอด ต้องไม่เป็นส่วนที่มีไฟฟ้า สำหรับการทดสอบ วัสดุตัวนำที่เคลื่อนไหวใด ๆ ต้องวางในตำแหน่งที่เลวร้ายที่สุดโดยไม่ใช้เครื่องมือ

การเป็นไปตามข้อกำหนด: ตรวจสอบส่วนที่แตะต้องถึงว่ากลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าหรือไม่ การทดสอบทำตาม IEC 61347-1 Annex A หลอดที่ทำงานในวงจรอ้างอิงตามที่ได้อธิบายใน IEC 60081 ข้อ B.1.2, ข้อ B.1.3 และข้อ B.1.4

### 8.3 ความต้านทานฉนวน

ต้องปรับสภาพหลอดเป็นเวลา 48 h ในตู้อบที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 91 % กับ 95 % อุณหภูมิของอากาศให้คงไว้ภายในช่วง 1 °C ของค่าใดค่าหนึ่งที่สะดวกระหว่าง 20 °C กับ 30 °C

วัดค่าความต้านทานฉนวนในตู้อบความชื้น หลังจากจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 500 V เป็นเวลา 1 min

ค่าความต้านทานฉนวนระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าของขั้วหลอดกับส่วนที่แตะต้องถึงของหลอด (ส่วนที่แตะต้องถึงที่เป็นวัสดุฉนวน ให้หุ้มด้วยแผ่นโลหะบางก่อน) ต้องไม่น้อยกว่า 4 MΩ

### 8.4 ความคงทนทางไฟฟ้า

ทันทีหลังจากการทดสอบความต้านทานฉนวน ชิ้นส่วนเดียวกันนี้ตามที่ระบุข้างต้นต้องทนการทดสอบแรงดันไฟฟ้าเป็นเวลา 1 min ด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าค่ายอดของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่กำหนดดังต่อไปนี้

ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตามที่ผู้ทำแนะนำ

**หมายเหตุ** การทดสอบความคงทนทางไฟฟ้าด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเทียบเท่าอยู่ระหว่างการพิจารณา

ระหว่างการทดสอบ ให้ลัดวงจรขั้วสัมผัสแหล่งจ่ายของขั้วหลอด หุ้มส่วนที่แตะต้องถึงที่เป็นวัสดุฉนวนของหลอดด้วยแผ่นโลหะบาง เริ่มต้นป้อนแรงดันไฟฟ้าไม่เกินครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าตามที่กำหนดใน IEC 60598-1 ตารางที่ 10.2 และอ้างอิง d) สำหรับฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริม ระหว่างขั้วสัมผัสกับแผ่นโลหะบางหรือส่วนนำไฟฟ้าที่แตะต้องถึง แล้วค่อย ๆ เพิ่มจนถึงค่าเต็ม ต้องระวังให้แผ่นโลหะบางวางในลักษณะที่ไม่เกิดการรบกวนไฟตามผิวที่ขอบของฉนวน

ต้องไม่ทำให้เกิดการรบกวนไฟตามผิวหรือการเสียดสีสภาพฉนวนในระหว่างการทดสอบ การวัดต้องทำในตู้อบความชื้น

## 9. คุณลักษณะที่ต้องการทางกลสำหรับขั้วหลอด

### 9.1 โครงสร้างและการประกอบ

ขั้วหลอดต้องสร้างและประกอบเข้ากับท่อหลอด และยังคงติดตั้งอยู่ในระหว่างและหลังจากการใช้งาน การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการทดสอบดังต่อไปนี้

### 9.2 การทดสอบทอร์กแก่หลอดที่ไม่ได้ใช้งาน

สำหรับหลอดที่ไม่ได้ใช้งาน การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการทดสอบทอร์กที่ขาหลอด ดังนี้



ขั้วหลอดต้องติดแน่นกับท่อหลอด และต้องไม่มีการเคลื่อนหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของขั้วหลอดเกินกว่าระยะกระจัดเชิงมุม 6° เมื่อใส่ระดับทอร์กตามที่ระบุในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 ค่าทอร์กสำหรับหลอดที่ไม่ได้ใช้งาน**

แบบของขั้วหลอด	ค่าทอร์ก Nm
G5	0.5
G13	1.0

การป้อนทอร์กต้องไม่ทำให้ทอร์กเพิ่มขึ้นทันทีทันใดแต่ต้องค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากศูนย์ถึงค่าที่ระบุในตารางที่ 2

ขั้วรับหลอดทดสอบสำหรับการทดสอบทอร์ก แสดงใน IEC 61195 Annex A

ในกรณีหลอดที่ขั้วหลอดสามารถปรับได้ ก่อนการทดสอบทอร์ก ขั้วหลอดต้องหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่หมุนไปจนสุดทั้ง 2 ด้าน และทำการทดสอบที่ตำแหน่งปลายสุดทั้ง 2 ด้าน

9.3 การทดสอบทอร์กหลังจากกรรมวิธีทางความร้อน

หลอดแอลอีดีที่ใช้การบีบอัด หมุดเกลียว หรือการเชื่อมต่อทางกลที่คล้ายกันในการยึดขั้วหลอดเข้ากับท่อหลอด ได้รับการยกเว้นตามข้อนี้

หลังจากผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเป็นเวลา  $2\ 000\ h \pm 50\ h$  ที่อุณหภูมิ  $80\ ^\circ C \pm 5\ ^\circ C$  ขั้วหลอดต้องติดแน่นกับท่อหลอด และต้องไม่มีการเคลื่อนหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของขั้วหลอดเกินกว่าระยะกระจัดเชิงมุม 6° เมื่อใส่ระดับทอร์กตามที่ระบุในตารางที่ 3 ในกรณีที่ใช้การยึดขั้วหลอดเข้ากับท่อหลอดด้วยวิธีอื่นจากที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ สามารถลดช่วงระยะเวลาให้ความร้อนให้สั้นลงเหลือเพียง 100 h ผลที่ได้ของวัสดุกาวยึด (adhesive material) ที่ใช้ยึดขั้วหลอดเข้ากับท่อหลอดจะต้องแน่นหนาเช่นเดียวกับวัสดุกาวยึดที่ใช้สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

**หมายเหตุ** ช่วงเวลาให้ความร้อน คุณสมบัติของการจับยึดขั้วหลอดด้วยวิธีอื่น เช่น การใช้กาวยึด และวิธีดำเนินการประยุกต์ใช้งานอยู่ระหว่างการพิจารณา

ในกรณีของหลอดที่ขั้วหลอดสามารถปรับได้ ก่อนการทดสอบทอร์ก ขั้วหลอดต้องหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่หมุนไปจนสุดทั้ง 2 ด้าน และทำการทดสอบที่ตำแหน่งปลายสุดทั้ง 2 ด้าน

**ตารางที่ 3 ค่าทอร์กหลังจากกรรมวิธีทางความร้อน**

แบบของขั้วหลอด	ค่าทอร์ก <sup>n</sup> Nm
G5	0.3
G13	0.6
<sup>n</sup> อยู่ระหว่างการพิจารณา	

#### 9.4 การทำซ้ำของข้อ 8.2

หลังจากการทดสอบความแข็งแรงทางกล ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการแตะต้องถึง (ดูข้อ 8.2)

### 10. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอด

ให้ตรวจสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอดโดยการจัดเตรียมการทดสอบตามที่ระบุใน IEC 61195 Annex B

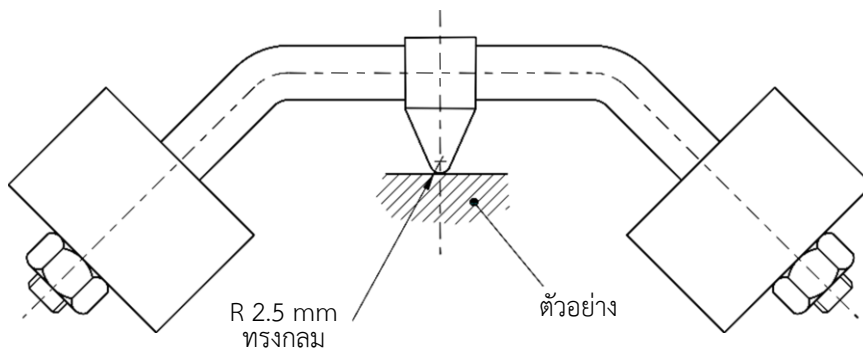
การเป็นไปตามข้อกำหนด:

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขั้วหลอดเหนืออุณหภูมิโดยรอบต้องไม่เกิน 95 K

### 11. ความทนความร้อน

หลอดต้องทนความร้อนได้อย่างเพียงพอ ส่วนภายนอกที่เป็นวัสดุฉนวนเพื่อป้องกันช็อกไฟฟ้า และส่วนที่เป็นวัสดุฉนวนที่ใช้ยึดส่วนที่มีไฟฟ้าให้อยู่ในตำแหน่ง ต้องทนความร้อนได้อย่างเพียงพอ

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยใช้เครื่องมือทดสอบการกดด้วยลูกเหล็กกลม ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 เครื่องมือทดสอบการกดด้วยลูกเหล็กกลม

การทดสอบ ทำในตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิ  $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$  ที่สูงกว่าอุณหภูมิทำงานของส่วนที่เกี่ยวข้องตามข้อ 10. โดยมีค่าต่ำสุด  $125 ^\circ\text{C}$  สำหรับส่วนที่ใช้ยึดส่วนที่มีไฟฟ้าให้อยู่ในตำแหน่ง และมีค่าต่ำสุด  $75 ^\circ\text{C}$  สำหรับส่วนอื่น ๆ วางพื้นผิวของส่วนที่ทดสอบในแนวระนาบและกดทับด้วยลูกเหล็กกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 mm ด้วยแรง 20 N

วางเครื่องทดสอบการกดด้วยลูกเหล็กกลมและอุปกรณ์รองรับตัวอย่างทดสอบภายในตู้อบความร้อนเป็นเวลานานพอที่จะมั่นใจได้ว่า อุปกรณ์ทั้งหมดมีอุณหภูมิทดสอบเสถียรก่อนเริ่มการทดสอบ

ก่อนกดลูกเหล็กกลม ให้วางส่วนที่ทดสอบในตู้อบความร้อนเป็นเวลา 10 min

พื้นผิวที่ลูกเหล็กกลมกดไม่ควรแอ่นตัว ถ้าจำเป็น ส่วนที่ถูกกดนั้นต้องมีฐานรองรับ ถ้าการทดสอบทำไม่ได้กับตัวอย่างที่สมบูรณ์ อาจตัดบางส่วนตามขนาดที่เหมาะสมมาเป็นตัวอย่างทดสอบได้

ตัวอย่างทดสอบต้องหนาอย่างน้อย 2.5 mm ถ้าความหนาไม่ถึง 2.5 mm ให้ใช้ชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น หรือมากกว่าซ้อนกัน

ภายหลัง 1 h นำลูกเหล็กกลมออกจากตัวอย่างทดสอบ แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นเป็นเวลา 10 s เพื่อให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิห้องโดยประมาณ เส้นผ่านศูนย์กลางของรอยกดต้องมีขนาดไม่เกิน 2 mm

ถ้าพื้นผิวเป็นรูปโค้งซึ่งเกิดรอยกดเป็นรูปวงรี ให้วัดขนาดรอยกดตามแนวแกนที่สั้นกว่า

ในกรณีที่สงสัย ให้วัดความลึกของรอยกดและคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางโดยใช้สูตร

$$\phi = 2\sqrt{p(5 - p)}$$

โดยที่  $p$  คือความลึกของรอยกด

ไม่ต้องทดสอบกับส่วนที่เป็นวัสดุเซรามิก

## 12. ความทนเปลวไฟและการติดไฟ

ให้ทดสอบส่วนที่เป็นวัสดุฉนวนสำหรับยึดส่วนที่มีไฟฟ้าให้อยู่ในตำแหน่งและส่วนภายนอกที่เป็นวัสดุฉนวนสำหรับป้องกันช็อกไฟฟ้าโดยใช้วิธีทดสอบแบบเส้นลวดรุ่งแสง ตาม IEC 60695-2-10 และ มอก. 2381 เล่ม 2(11) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ให้ใช้หลอดที่สมบูรณ์เป็นตัวอย่างทดสอบ อาจจำเป็นต้องนำบางส่วนของหลอดออกไปเพื่อใช้ทดสอบ แต่ควรมั่นใจว่า ภาวะการทดสอบไม่แตกต่างกับภาวะที่เกิดขึ้นจากการใช้งานปกติ
- ให้ติดตั้งตัวอย่างทดสอบบนแท่นเลื่อน กดไปยังปลายลวดรุ่งแสงด้วยแรง 1 N ที่ระยะห่างจากขอบบน 15 mm หรือมากกว่าจากขอบบน เข้าไปในกึ่งกลางของพื้นผิวที่ทดสอบ การกดลวดรุ่งแสงเข้าไปในตัวอย่างทดสอบให้จำกัดด้วยวิธีทางกลไว้ที่ 7 mm

ถ้าตัวอย่างทดสอบเล็กเกินไปจนไม่สามารถทดสอบได้ตามที่กล่าวข้างต้น ให้ทำตัวอย่างใหม่โดยใช้วัสดุเดิมเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 30 mm ให้มีความหนาเท่ากับส่วนที่หนาน้อยที่สุดของตัวอย่าง

- ให้อุณหภูมิที่ปลายของลวดรุ่งแสงเท่ากับ 650 °C หลังจากการกด 30 s ให้ดึงตัวอย่างออกจากปลายลวดรุ่งแสง ก่อนเริ่มทดสอบให้คงค่าอุณหภูมิของลวดรุ่งแสงและกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดความร้อนเป็นเวลา 1 min และต้องระวังไม่ให้การแผ่รังสีความร้อนมีผลกระทบต่อตัวอย่างในระหว่างช่วงเวลานี้ การวัดอุณหภูมิที่ปลายลวดรุ่งแสงให้วัดด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิดเส้นลวดละเอียดมีเปลือกหุ้ม (sheathed fine-wire thermocouple) ที่มีการสร้างและสอบเทียบตาม IEC 60695-2-10
- เปลวไฟหรือการคุแดงของไฟที่เกิดขึ้นบนตัวอย่างต้องดับเองภายในเวลา 30 s หลังจากดึงตัวอย่างออกจากลวดรุ่งแสง และส่วนที่ลุกไหม้หรือละลายเป็นหยดต้องไม่ทำให้เกิดการติดไฟที่กระดาษทิชชู (tissue paper) ซึ่งวางในแนวราบใต้ตัวอย่างเป็นระยะห่าง 200 mm ± 5 mm กระดาษทิชชูกำหนดไว้ในข้อ 4.187 ของ ISO 4046-4:2002

ไม่ต้องทดสอบกับส่วนที่เป็นวัสดุเซรามิก

## 13. ภาวะผิตพร่อง

### 13.1 ทัวไป

หลอดที่สามารถปรับหรี่แสงได้และปรับหรี่แสงไม่ได้ ต้องมีความปลอดภัยที่ไม่ด้อยลงขณะใช้งานในภาวะผิตพร่องที่อาจเกิดขึ้นได้จากการใช้งานตามเจตนา ทำให้เกิดภาวะผิตพร่องแต่ละภาวะดังต่อไปนี้ตามลำดับที่ละภาวะ รวมทั้งภาวะผิตพร่องเกี่ยวเนื่องอื่นซึ่งอาจเกิดขึ้นจากผลสืบเนื่องจากการทดสอบเหล่านั้น

### 13.2 การทดสอบในภาวะทางไฟฟ้าสุดขีด

ถ้าหลอดระบุพิสัยแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบต้องเป็นค่าสูงสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่ระบุ เว้นแต่ผู้ทำแจ้งแรงดันไฟฟ้าค่าอื่นที่วิกฤตกว่า กดสวิตช์เปิดใช้หลอดที่อุณหภูมิโดยรอบ (กำหนดใน มอก. 2778) และภาวะตาม IEC 61347-1 ข้อ H.1) และปรับภาวะทางไฟฟ้าไปที่ภาวะไฟฟ้าวิกฤตที่สุดตามที่ระบุโดยผู้ทำ หรือเพิ่มกำลังไฟฟ้าขึ้นจนถึง 150 % ของกำลังไฟฟ้าที่กำหนด ให้ทดสอบอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งหลอดมีความร้อนเสถียร การเข้าสู่ภาวะเสถียรถ้าอุณหภูมิขั้วหลอดไม่เปลี่ยนแปลงเกินกว่า 1 K ใน 1 h (ทดสอบตามรายละเอียดใน มอก. 4 เล่ม 2) หลอดต้องทนภาวะทางไฟฟ้าสุดขีดอย่างน้อย 15 min หลังจากถึงภาวะเสถียร

หลอดที่ทนภาวะทางไฟฟ้าสุดขีดนาน 15 min หรือชำรุดอย่างปลอดภัย ถือว่าผ่านการทดสอบ

ถ้าหลอดมีอุปกรณ์ป้องกันอัตโนมัติหรือวงจรจำกัดกำลังไฟฟ้า ให้หลอดทำงานที่ขีดจำกัดนี้เป็นเวลา 15 min ถ้าอุปกรณ์หรือวงจรจำกัดกำลังไฟฟ้ามีประสิทธิผลในช่วงเวลานี้ ถือว่าผ่านการทดสอบและเป็นไปตามข้อกำหนด (ดูข้อ 4. และข้อ 13.5)

### 13.3 วงจรลัดคร่อมตัวเก็บประจุ

ทำให้ส่วนประกอบรับภาวะผิดพ่วงในเวลาหนึ่งได้เพียง 1 ชั้ว

### 13.4 ภาวะผิดพ่วงคร่อมส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์

เปิดหรือโยงข้าม (bridging) จุดเหล่านั้น ในวงจรที่มีแผนผังแสดงไว้ว่า ภาวะผิดพ่วงนั้นอาจทำให้ความปลอดภัยด้อยลง

ทำให้ส่วนประกอบรับภาวะผิดพ่วงในเวลาหนึ่งได้เพียง 1 ชั้ว

### 13.5 การเป็นไปตามข้อกำหนด

ระหว่างการทดสอบข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.4 หลอดต้องไม่ติดไฟ หรือปล่อยก๊าซติดไฟได้หรือควัน และส่วนที่มีไฟฟ้าต้องไม่กลายเป็นส่วนที่แตะต้องถึง

การตรวจสอบว่าก๊าซที่ออกจากส่วนประกอบเหล่านั้นติดไฟได้หรือไม่ ให้ทำโดยใช้เครื่องกำเนิดประกายไฟความถี่สูง

การตรวจสอบว่าส่วนที่แตะต้องถึงกลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้า ให้ทดสอบตามข้อ 8.2

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.4 หลอดต้องมีคุณลักษณะที่ต้องการด้านความต้านทานฉนวนตามข้อ 8.3

เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดความร้อนสูงเกินที่บัลลาสต์ในดวงโคมไฟระหว่างภาวะผิดพ่วงใด ๆ ข้างต้น ต้องตรวจสอบอิมพีแดนซ์ของหลอดโดยการวัดแรงดันไฟฟ้าคร่อมหลอดและกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอด อิมพีแดนซ์รวมของหลอดในภาวะเสถียรต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 4 สำหรับพารามิเตอร์ของหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ที่สอดคล้องกัน

ตารางที่ 4 อิมพีแดนซ์ต่ำสุดของหลอดแอลอีดี

แบบของขั้วหลอด	ความยาวหลอด mm	อิมพีแดนซ์ $\Omega$
G13	450	25.0
G13	550	25.0
G13	600	50.0
G13	900	40.0
G13	970	50.0
G13	1 050	20.0
G13	1 150	20.0
G13	1 200	40.0
G13	1 500	25.0
G13	1 800	25.0
G13	2 400	25.0
G5	150	140.0
G5	225	140.0
G5	300	140.0
G5	525	100.0
G5	550	60.0
G5	850	60.0
G5	1 150	60.0
G5	1 450	60.0

ต้องป้องกันโหลดเกินเนื่องจากการเรียงกระแสของกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายของบัลลาสต์ในดวงโคมไฟฟ้า ระหว่างภาวะผิดพร่องใด ๆ ข้างต้น ต้องวัดค่ายอดของรูปคลื่นกึ่งบวก (positive semi waveform) ของกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายและเปรียบเทียบกับค่ายอดของรูปคลื่นกึ่งลบ (negative semi waveform) ผลต่างระหว่างค่าทั้งสองในภาวะเสถียรต้องน้อยกว่า 30 % ของค่าสูงสุด อย่างไรก็ตาม ถ้าในภาวะผิดพร่องเดียว กระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส (r.m.s. current) คงตัวที่ไหลผ่านหลอดยังคงต่ำกว่ากระแสอาร์เอ็มเอสของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่สอดคล้องกันในภาวะปกติ ให้ถือว่าเป็นไปตามข้อกำหนด

## 13.6 คุณสมบัติที่ต้องการเพิ่มเติม

เพิ่มเติมจากภาวะผิดปกติพร้อมในข้อ 13.2 ถึงข้อ 13.4 ภาวะผิดปกติพร้อมใน IEC 61347-1 ข้อ 14.2 และ 14.4 และการทดสอบเพิ่มเติมในข้อ 13.7 ให้นำมาปฏิบัติ

## 13.7 ความปลอดภัยของหลอดกับอุปกรณ์ควบคุมต่างชนิด

ต้องมีการปกป้องหลอดแอลอีดีขั้วหลอดแบบ G5 และแบบ G13 ให้สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยในดวงโคมไฟฟ้าที่ออกแบบมาสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไปที่มีมิติเท่ากันและใช้ร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมชนิดใด ๆ ให้ทำการทดสอบดังต่อไปนี้

- ใส่หลอดแอลอีดีในวงจรบัลลาสต์แกนเหล็กที่ออกแบบมาเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้แก่หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไปที่มีมิติเท่ากัน บัลลาสต์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดใน IEC 61347-2-8 และ IEC 60921 ข้อ 8 และเหมาะสมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่สอดคล้องกัน บัลลาสต์ต้องออกแบบสำหรับแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายตามที่ระบุไว้บนหลอดแอลอีดี
- ใส่หลอดแอลอีดีในวงจรตาม IEC 60081 รูปที่ A.5 แรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่ายและตัวต้านทานต้องเป็นแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดและความต้านทานของบัลลาสต์อ้างอิงความถี่สูง (HF reference) หรือของบัลลาสต์การวัด (measurement ballast) ที่ระบุในแผ่นข้อมูลของหลอด สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ภาวะอ้างอิงระบุไว้ที่ 50 Hz หรือ 60 Hz และไม่มีบัลลาสต์การวัดความถี่สูง ค่าตัวต้านทานอ้างอิงบัลลาสต์ความถี่สูงคำนวณได้จาก  $R = U_{\text{lamp}}^2 / P_{\text{lamp}}$  แรงดันไฟฟ้าทดสอบคำนวณได้จาก 2 เท่าของแรงดันไฟฟ้าหลอดที่กำหนดที่ 50 Hz

ขาคิสรของขั้วหลอดแต่ละขั้วของหลอด (ถ้ามี) ให้ต่อรวมเข้าด้วยกันหรือปล่อยอิสระไว้โดยเลือกจากภาวะที่ให้ผลเลวร้ายที่สุด

ถ้าหลอดแอลอีดีมีเจตนาใช้เปลี่ยนแทนพิสัยของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องใช้ค่าสูงสุดของกำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอดฟลูออเรสเซนต์และแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดสูงสุดในการทดสอบ

## 13.8 การเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการทดสอบโดยอุปกรณ์ควบคุมต่างชนิด

ระหว่างการทดสอบในข้อ 13.7 หลอดต้องไม่ติดไฟ หรือปล่อยก๊าซติดไฟได้หรือควัน และส่วนที่มีไฟฟ้าต้องไม่กลายเป็นส่วนที่แตะต้องถึง

การตรวจสอบว่าก๊าซที่ออกจากส่วนประกอบเหล่านั้นติดไฟได้หรือไม่ ให้ทำโดยใช้เครื่องกำเนิดประกายไฟความถี่สูง

การตรวจสอบว่าส่วนที่แตะต้องถึงกลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้า ให้ทดสอบตามข้อ 8.2

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 13.7 หลอดต้องมีคุณลักษณะที่ต้องการด้านความต้านทานฉนวน ตามข้อ 8.3

อิมพีแดนซ์ต่ำระหว่างขาของขั้วหลอดขั้วหนึ่งอาจนำไปสู่ความร้อนสูงเกินของหม้อแปลงอุ่นแคโทด (cathode heating transformer) ตามรูปใน IEC 60081 รูปที่ A.2 เพื่อหลีกเลี่ยงผลนี้ กระแสที่ไหลผ่านระหว่างขาต้องไม่เกิน 0.51 A เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้า 3.6 V เข้าที่ขาของขั้วหลอด การวัดกระแสไฟฟ้าต้องทำในช่วง 3 s ถึง 10 s หลังจากป้อนแรงดันไฟฟ้า

### 13.9 ความปลอดภัยของหลอดกรณีวงจรลัดของอุปกรณ์ควบคุมภายในดวงโคมไฟฟ้า

หลอดแอลอีดีที่ต่อตรงเมื่อใช้ตาม IEC 60081 รูปที่ A.1 ต้องทดสอบที่แรงดันไฟฟ้า 250 V ด้วยวงจรลัดทั้งบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ การทดสอบในข้อ 8. ต้องทำหลังจากนั้น หลอดที่ชำรุดเพราะเป็นผลสืบเนื่องมาจากวงจรลัดของอุปกรณ์ควบคุม ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการในข้อ 13.8

## 14. ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ

ใช้คุณลักษณะที่ต้องการของ IEC 61347-1 ร่วมกับคุณลักษณะที่ต้องการเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

ระยะห่างตามผิวฉนวนต่ำสุดระหว่างขาสัมผัสหรือขั้วสัมผัสกับเปลือกโลหะของขั้วหลอดต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการใน IEC 60061-4 แผ่นที่ 7007-6

สำหรับส่วนอื่น ๆ ของหลอด ใช้คุณลักษณะที่ต้องการของระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศของ IEC 61347-1 สำหรับชิ้นส่วนนำไฟฟ้าที่แตะต้องถึง (ยกเว้นขั้วหลอด) ให้ใช้คุณลักษณะที่ต้องการของ IEC 60598-1 สำหรับฉนวนสองชั้นหรือฉนวนเสริม

การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการวัดในตำแหน่งที่เลวร้ายที่สุด

## 15. หลอดที่มีการป้องกันฝุ่นและความชื้น

### 15.1 จุดมุ่งหมายของการทดสอบ

เมื่อหลอดไม่ได้ทำเครื่องหมายไว้ตามข้อ 5.1 รูปที่ 5 (สำหรับใช้ในภาวะแห้งหรือในดวงโคมไฟฟ้าที่มีการป้องกัน) ต้องทำการทดสอบตามข้อ 15.2 และข้อ 15.3

### 15.2 ความคงทนเชิงความร้อน

ต้องเตรียมสภาพความคงทนเชิงความร้อนตาม IEC 60598-1 ข้อ 12.3 โดยใช้ช่วงเวลาทดสอบ 240 h หลอดต้องทำงานที่อุณหภูมิโดยรอบตามข้อ 5.3.2 ทำให้อุณหภูมิหลอดสูงขึ้นจากอุณหภูมิที่กำหนดสูงสุด 10 K

การเป็นไปตามข้อกำหนด:

หลังจากทดสอบตามข้อ 15.2 ต้องตรวจพินิจหลอดแอลอีดี หลอดต้องไม่กลายเป็นไม่ปลอดภัยตามข้อ 4.4 และเครื่องหมายต้องเห็นได้อย่างชัดเจน

### 15.3 การทดสอบ IP

การทดสอบ IP ของ IEC 60598-1 สำหรับ IP X5 และ IP X6 ต้องทำแก่หลอดเดียวกับที่ผ่านการทดสอบความคงทนเชิงความร้อนมาก่อน ระหว่างการทดสอบนี้ต้องผนึกขั้วรับหลอดเข้ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของปลายหลอดและจัดให้มีการป้องกันพื้นที่ขั้วสัมผัสของ IP65

การเป็นไปตามข้อกำหนด:

ดู IEC 60598-1 ข้อ 9.2

## 16. อันตรายด้านชีวภาพทางแสง

### 16.1 การแผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ต

ประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่างของหลอดแอลอีดีต้องไม่เกิน 2 mW/klm การเป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำโดยการวัดค่าการกระจายกำลังเชิงสเปกตรัมและคำนวณหาประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่าง

หลอดแอลอีดีที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับแปลงการแผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ตสามารถคาดหมายได้ว่าจะมีประสิทธิภาพค่าอันตรายรังสีอัลตราไวโอเล็ตของการแผ่รังสีการส่องสว่างไม่เกินค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ จึงไม่จำเป็นต้องมีการวัด

### 16.2 อันตรายจากแสงสีฟ้า

อันตรายจากแสงสีฟ้าต้องประเมินตาม IEC TR 62778 ซึ่งถือเป็นข้อบังคับเมื่อทำการทดสอบหลอดแอลอีดีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ หลอดแอลอีดีต้องจัดอยู่ในประเภทกลุ่มความเสี่ยง (risk group) 0 ไม่จำกัด หรือกลุ่มความเสี่ยง 1 ไม่จำกัด สำหรับหลอดที่มีแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็กตาม IEC TR 62778 จะ เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการเมื่อผลการวัดความแผ่รังสี (radiance) จริง (ดู IEC TR 62778 ข้อ 3.19) มี ค่าไม่เกิน 10 000 (W/(m<sup>2</sup>·sr))

หมายเหตุ IEC TR 62778 ข้อ C.2 ให้วิธีการจำแนกหลอดเมื่อมีข้อมูลเชิงสเปกตรัมไม่สมบูรณ์ครบถ้วน

### 16.3 การแผ่รังสีอินฟราเรด

หลอดแอลอีดีสามารถคาดหมายได้ว่ามีการแผ่รังสีอินฟราเรดไม่ถึงระดับที่ต้องทำเครื่องหมาย หรือเกณฑ์ความปลอดภัยอื่น ๆ ที่ต้องการ จึงไม่จำเป็นต้องมีการวัด



## ภาคผนวก ก.

(ข้อแนะนำ)

การทดสอบเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในระหว่างการผลิต

### ก.1 ภูมิหลังและวิธีที่แนะนำ

การทดสอบที่ระบุในภาคผนวกนี้ให้ดำเนินการโดยผู้ทำ ให้ทดสอบหลอดแอลอีดีแต่ละหลอดภายหลังการผลิต และมีเจตนาที่จะตรวจหาการแปรผันที่ไม่สามารถยอมรับได้ของวัสดุและการผลิตที่ราบเท่าที่มีผลต่อความปลอดภัย การทดสอบเหล่านี้มีเจตนาที่จะไม่ทำให้คุณสมบัติและความน่าเชื่อถือของหลอดแอลอีดีเสื่อมลงและอาจแตกต่างกับการทดสอบเฉพาะแบบหนึ่ง ๆ ในมาตรฐานที่ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า

อาจต้องทำการทดสอบเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะมั่นใจได้ว่า หลอดแอลอีดีทุกหลอดจะเหมือนกับตัวอย่างที่ได้รับการรับรองภายใต้การทดสอบเฉพาะแบบในข้อกำหนดนี้ ผู้ทำต้องกำหนดการทดสอบเหล่านี้จากประสบการณ์ของตน

ในกรอบของคู่มือคุณภาพ ผู้ทำอาจปรับเปลี่ยนวิธีการทดสอบนี้เพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นสำหรับการจัดเตรียมการผลิตและอาจทำการทดสอบหนึ่ง ๆ ณ ขั้นตอนที่เหมาะสมในระหว่างการผลิต โดยสามารถพิสูจน์เพื่อให้มั่นใจได้ว่าจะมีระดับความปลอดภัยเท่าเทียมกันเป็นอย่างน้อย ตามที่ระบุในภาคผนวกนี้

### ก.2 การทดสอบ

การทดสอบทางไฟฟ้าควรทำทั้ง 100 % ของหน่วยที่ผลิตทั้งหมด ดังรายการตามตารางที่ ก.1 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการทดสอบจะแยกออกเพื่อทำลายหรือแก้ไขใหม่

การตรวจพินิจควรทำให้มั่นใจในเรื่องต่อไปนี้

- ก) มีฉลากที่ระบุทั้งหมดติดอย่างแน่นหนาและรอยพิมพ์ชัดเจน
- ข) มีคำแนะนำของผู้ทำบรรจุอยู่กับหลอดตามที่จำเป็น

ตารางที่ ก.1 ค่าต่ำสุดสำหรับการทดสอบทางไฟฟ้า

การทดสอบ	รายละเอียดการทดสอบ
การทดสอบฟังก์ชัน	การตรวจสอบการทำงานของหลอดที่แรงดันไฟฟ้าทำงานปกติ
ความคงทนทางไฟฟ้า  หรือ ความต้านทานฉนวน	1) ตรวจสอบระหว่างขาหลอดกับขั้วหลอด: - กระแสไฟฟ้าเบรกดาวน์สูงสุด 5 mA - วัดโดยป้อนแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด 1.5 kV a.c. หรือ $1.5 \sqrt{2}$ kV d.c. เป็นเวลาอย่างน้อย 1 s  2) ตรวจสอบระหว่างขาหลอดกับส่วนนำไฟฟ้าอื่นของหลอด: - กระแสไฟฟ้าเบรกดาวน์สูงสุด 5 mA <sup>ก</sup> - วัดโดยป้อนแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด 3 kV a.c. หรือ $3 \sqrt{2}$ kV d.c. เป็นเวลาอย่างน้อย 1 s  หรือ 1) ตรวจสอบระหว่างขาหลอดกับขั้วหลอด: - ความต้านทานต่ำสุด 2 MΩ - วัดโดยป้อนแรงดันไฟฟ้า 500 V d.c. เป็นเวลา 1 s  2) ตรวจสอบระหว่างขาหลอดกับส่วนนำไฟฟ้าอื่นของหลอด: - ความต้านทานต่ำสุด 4 MΩ - วัดโดยป้อนแรงดันไฟฟ้า 500 V d.c. เป็นเวลา 1 s
<sup>ก</sup> แนะนำให้ใช้ค่า 5 mA แต่สามารถเปลี่ยนได้โดยผู้ทำหลอด	

มอก. 2779-25XX

IEC 62776:2014+COR1:2015

### บรรณานุกรม

IEC 60529:1989 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

IEC 60529:1989/AMD 1 1999

IEC 60529:1989/AMD 2 2013

IEC 62471 Photobiological safety of lamps and lamp systems