บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

มนุษย์มีการประยุกต์ให้เกิดแสงสว่างมานานตั้งแต่ที่มนุษย์ได้ค้นพบแสงสว่างและความร้อนตามธรรมชาติ ต่อๆมาเป็นตะเกียงที่ใช้ไส้จากไขมันสัตว์ และต่อมามีการพัฒนาจนเป็นหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้ จนกระทั่งเป็นหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซ็นต์ใช้กันอย่างแพร่หลายดังที่เห็นกันอยู่ในปัจจุบันและสาเหตุที่เป็นที่นิยมเพราะ

1. เป็นหลอดเรืองแสงมีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดไฟฟ้าธรรมดาถึง 4 เท่าคือจะให้ความสว่างได้ถึง 3.5 กำลังแรงเทียน/วัตต์ ถ้าเราเสียค่าไฟฟ้าเท่ากันก็จะได้แสงไฟที่สว่างกว่า

2. เป็นหลอดเรืองแสงที่ให้แสงเย็นตากว่า เพราะความสว่างไม่รวมเป็นจุดเหมือนหลอดมีไส้แต่กระจายไปทั่วตามความยาวของหลอด

3. อาจจัดสีของแสงแปรเปลี่ยนไปได้มาก โดยการเปลี่ยนชนิดของสารเรืองแสงที่เคลือบภายในหลอดทำให้สามารถช่วยในการตกแต่งได้มาก

4. อุณหภูมิของหลอดเรืองแสงไม่สูงเท่าหลอดไฟธรรมดามาก ไส้หลอดธรรมดาจะร้อนถึง 3,000 องศาเซลเซียส จึงจะเปล่งสีขาวอมเหลืองได้ แต่หลอดเรืองแสงเปล่งแสงสีขาวได้ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเท่านั้น เราจึงได้อายุการใช้งานของหลอดเรืองแสงได้นานกว่าเพราะไม่ร้อนจัด

5. รูปร่างของหลอดเรืองแสงทำได้แตกต่างกันหลายแบบ จะทำเป็นหลอดตรงสั้นยาวมากน้อยเพียงใดก็ได้ หรือขดเป็นวงกลมก็ได้

ปัจจุบันตลาดของหลอดฟลูออเรสเซ็นต์เป็นตลาดหนึ่งที่มีการแข่งขันสูงมาก ซึ่งผู้ผลิตแต่ละรายต่างก็พยายามที่จะนำเอากลยุทธ์ด้านต่างๆมาเป็นเครื่องมือต่อสู้ซึ่งกันและกันเพื่อชิงตำแหน่งความเป็นผู้นำ ซึ่งผู้ผลิตหลอดฟลูออเรสเซ็นต์ในประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบนี้เช่นกันจึงได้มีความพยายามที่จะลดต้นทุนและรักษาคุณภาพให้สามารถแข่งขันได้จึงได้มีการศึกษาโครงสร้างต้นทุนของผลิตภัณฑ์หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ พบว่าสารฟลูออเรสเซ็นต์นั้นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญตัวหนึ่งที่มีเปอร์เซ็นต์ต้นทุนสูงในหลอดโดยคิดเป็น 16-18 % ของหลอด ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มีมูลค่าสูงกว่าส่วนประกอบอื่นๆในหลอดสองถึงสามเท่าตัว เพราะว่าคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่สามารถลดปริมาณลงได้มากกว่านี้ ดังนั้นทางบริษัทจึงมีการกำหนดแนวทางการลดต้นทุนของหลอดฟลูออเรสเซ็นต์ดังนี้

- ต้องการลดปริมาณสารฟลูออเรสเซ็นต์ให้เหลือ 12-14 % ของต้นทุนหลอด
- ดำเนินการสรรหาบริษัทผู้ผลิตสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานและทำการเปรียบเทียบด้านราคา ถ้าคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ปัจจุบันซึ่งเป็นของบริษัทผู้ผลิตในเครือดำเนินนโยบายราคาไม่น่าพอใจ บริษัทสามารถเปลี่ยนไปใช้สารฟลูออเรสเซ็นต์ที่มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตรายอื่นได้
- เนื่องจากว่าบริษัทที่ศึกษานี้เป็นที่ตั้งของฝ่ายวิจัยพัฒนาสำหรับภูมิภาคเอเชียแปซิฟิค ดังนั้นน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ของบริษัทผู้ผลิตรายใดที่สามารถลดลงได้และสามารถลดต้นทุนเป็นที่น่าพอใจ จะถูกนำไปใช้ที่โรงงานในประเทศจีนและอินโดนีเซียด้วย ซึ่งจะทำให้มีอำนาจต่อรองกับบริษัทผู้ผลิตที่เลือกไว้เพื่อให้ได้ราคาซื้อที่ต่ำกว่าและมีคุณภาพได้มาตรฐานดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ราคาของสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่เป็นสีเดย์ไลท์

บริษัทผู้ผลิต	ราคา(บาท)	หมายเหตุ
รายที่ 1	ราคาเท่ากับราคาปัจจุบัน	เป็นผู้ผลิตในเครือบริษัท
รายที่ 2	สูงกว่าราคาปัจจุบัน 3 %	คาดว่าน้ำหนักสารสามารถลดได้มากกว่าคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์รายอื่น
รายที่ 3	ต่ำกว่าราคาปัจจุบัน 12.2 %	
รายที่ 4	ต่ำกว่าราคาปัจจุบัน 12.2 %	
รายที่ 5	ต่ำกว่าราคาปัจจุบัน 12.2 %	

ในการดำเนินการศึกษานี้ได้สนใจศึกษาผลิตภัณฑ์หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ชนิด 18 วัตต์และ 36 วัตต์ ที่เป็นสีเดย์ไลท์ (Daylight) เบอร์ 54 ทั้งนี้เพราะว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานมีสัดส่วนการผลิตมากกว่า 70% คิดเป็น 43 ล้านหลอดต่อปี ดังนั้นแนวทางในการดำเนินการศึกษาจะพิจารณาถึงปริมาณสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่ใช้ในหลอดที่จะลดลงได้โดยที่ความสามารถในการลดลงได้มากเพียงใดขึ้นอยู่กับ

1. คุณภาพของสารฟลูออเรสเซ็นต์ของแต่ละบริษัทผู้ผลิต

   ตามปกติแล้วในกระบวนการผลิตจะต้องมีการเคลือบสารอลูมิเนียมออกไซด์หรือเรียกว่ารองพื้นก่อนแล้วจึงตามด้วยการเคลือบสารฟลูออเรสเซ็นต์ด้วยน้ำหนักต่างๆ ทั้งนี้ถ้าคุณภาพของสารฟลูออเรสเซ็นต์ดีจะทำให้สามารถลดปริมาณสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่ใช้ในหลอด

2. อิทธิพลของสารรองพื้น

   เพื่อศึกษาว่าสารรองพื้นมีอิทธิพลต่อสารฟลูออเรสเซ็นต์อย่างไรถ้าไม่มีการใช้สารรองพื้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหา

วิธีการลดปริมาณสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่ใช้ในกระบวนการเคลือบหลอดเพื่อลดต้นทุนการผลิตโดยที่คุณภาพยังคงเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพหลอดฟลูออเรสเซ็นต์ของกลุ่มประเทศยุโรป (International European Commission : IEC) และความต้องการของลูกค้า

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษามีขอบเขตการศึกษา ดังนี้

1. เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการลดสารเคลือบหลอดฟลูออเรสเซ็นต์ที่เป็นสีเดย์ไลท์ (เบอร์ 54) เท่านั้น โดยคำนึงถึงผลที่มีต่อค่าความส่องสว่าง ค่าประสิทธิภาพความส่องสว่าง ค่าสีของแสง และคุณลักษณะภายนอกของหลอดตามมาตรฐานตาม IEC โดยแต่ละขั้นตอนต่างๆ (Phase) จะใช้ $\alpha = 0.05$
2. ทำการศึกษาเฉพาะในส่วนของกระบวนการเคลือบสารฟลูออเรสเซ็นต์ในหลอดเท่านั้น (Coating and drying process)โดยเคลือบในเครื่อง Cassette Coating Machine (CCM)
3. ศึกษาเฉพาะหลอดชนิด 18 วัตต์ และ 36 วัตต์เท่านั้น เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์หลักของบริษัทที่มีสัดส่วนการผลิตรวมกันทั้งสิ้นมากกว่า 70 %
4. สนใจศึกษาผลของค่าความส่องสว่างที่ 0 ชั่วโมง 100 ชั่วโมงและ 2000 ชั่วโมงของการจุดติด เนื่องจากจะต้องผ่านมาตรฐานของ IEC ที่กำหนดค่าความส่องสว่างที่ 0 ชั่วโมง (หลอดใหม่ยังไม่ผ่านการจุดติด) และค่าประสิทธิภาพความส่องสว่างที่ 100 ชั่วโมง และ 2,000 ชั่วโมงไว้สำหรับควบคุมคุณภาพความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซ็นต์

1.4 วิธีการดำเนินการศึกษา

1. Define phase คือ

1.1 สำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน จากนั้นกำหนดขอบเขตของโครงการ กำหนดเป้าหมาย และผลที่คาดว่าจะได้รับ

2. Measuring phase คือ

2.1 สำรวจงานวิจัยและศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและสำรวจสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับค่าความส่องสว่าง ค่าประสิทธิภาพความส่องสว่าง สีของแสงและคุณลักษณะภายนอกของหลอดไฟ

2.2 ทำการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าของกระบวนการที่มีความสำคัญ (Key process input variable, KPIV) โดยใช้แผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ (Process mapping) แผนผังก้างปลา Cause and Effect Matrix และการวิเคราะห์รูปแบบของการเสียและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)

2.3 ทำการเช็คความแม่นยำของเครื่องวัด(Repeatability and Reproducibility) ของเครื่องมือต่างๆ เช่น เครื่องมือที่ใช้วัดค่าการส่องสว่าง และเครื่องชั่งน้ำหนัก

3. Analyzing phase คือ

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์โดยกระบวนการทางสถิติเพื่อพิสูจน์หาตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าของกระบวนการที่มีความสำคัญที่คาดว่ามีผลต่อตัวแปรวัดผลจากกระบวนการที่มีความสำคัญ (Key process output variable, KPOV) อย่างแท้จริง

4. Improving phase คือ

4.1 ทำการศึกษาตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าของกระบวนการที่มีความสำคัญที่คาดว่ามีผลต่อตัวแปรวัดผลจากกระบวนการที่มีความสำคัญโดยใช้การออกแบบการทดลอง (Design of experiment : DOE) แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบผลทางสถิติเพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการควบคุมปัจจัยโดยมีการทดลอง 2 ขั้นตอนดังนี้

4.1.1 การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการลดน้ำหนักสารฟลูอเรสเซ็นต์ของบริษัทผู้ผลิตสารฟลูออเรสเซ็นต์รายต่างๆโดยมีสารรองพื้นตามปกติเพื่อให้ได้ต้นทุนต่ำลงอย่างเหมาะสม โดย ทำการ ทดลองที่หลอดชนิด 36 วัตต์ ไม่จำเป็นต้องทำการทดลองในหลอดชนิด18 วัตต์ เพราะว่าถ้าคุณภาพของสารฟลูอเรสเซ็นต์ไม่ได้มาตรฐานในหลอดชนิด 36 วัตต์ ก็จะไม่ได้มาตรฐานในหลอดชนิด 18 วัตต์ ด้วย เนื่องจากคุณสมบัติของหลอดเหมือนกันแต่ต่างกันแค่ความยาวหลอด ดังนั้นเราสามารถเลือกเฟ้นคุณสมบัติของสารฟลูออเรส

เซ็นต์ของบริษัทผู้ผลิตที่มีคุณภาพได้มาตรฐานจากการทดลองในหลอดชนิด 36 วัตต์ มาใช้ในหลอดชนิด18 วัตต์ ได้เลยในขั้นตอนข้อ 4.1.2

ตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าของกระบวนการที่มีความสำคัญที่คาดว่ามีผลต่อตัวแปรวัดผลจากกระบวนการที่มีความสำคัญ คือ

- น้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์
- คุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์

ตัวแปรวัดผลจากกระบวนการที่มีความสำคัญก็คือคุณภาพของหลอดฟลูออเรสเซ็นต์เป็นไปตามมาตรฐาน IECและความต้องการของลูกค้า ซึ่งได้แก่

- ค่าความส่องสว่าง
- ประสิทธิภาพความส่องสว่าง
- สีของแสง
- คุณลักษณะภายนอก : ความเรียบเนียนของเนื้อสารฟลูออเรสเซ็นต์, ความบางของเนื้อสารฟลูออเรสเซ็นต์ด้านหัวหลอด (Coating appearance : Coarseness , thin top)

การทดลองนี้เป็นการออกแบบการทดลองแบบบล็อกโดยจะบล็อกการทำซ้ำ(Replicate) โดยมีการเทเนื้อสารฟลูออเรสเซ็นต์ลงเคลือบหลอดชนิด 36 วัตต์ ด้วยมือแล้วใส่หลอดในเครื่อง Cassette Coating Machine (CCM) เพื่อผ่านกระบวนการทำให้สารฟลูออเรสเซ็นต์แห้ง เนื่องจากสารฟลูออเรสเซ็นต์ตัวอย่างมีน้อยเกินกว่าจะใช้เครื่อง CCM พ่นหลอดได้และการเทสารฟลูอเรสเซ็นต์ลงเคลือบหลอดด้วยมือก็ไม่ได้ให้ความแตกต่างกับการพ่นด้วยเครื่อง CCM

4.1.2 เลือกคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่มีคุณภาพที่ได้ตามมาตรฐานจากข้อ 4.1.1 มาศึกษาเพิ่มเติมในหลอด ชนิด 36 วัตต์ก่อน เพื่อหาอิทธิพลของสารรองพื้นมีผลมากน้อยต่อสารฟลูออเรสเซ็นต์หรือไม่ ถ้าสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่มีคุณภาพดีจริงๆ สารรองพื้นมีอิทธิพลต่อความส่องสว่างน้อยมากที่น้ำหนักต่างๆ จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ (ใช้สารรองพื้น/ไม่ใช้ สารรองพื้น) มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมที่หลอดชนิด 18 วัตต์

โดยมี

ตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าของกระบวนการที่มีความสำคัญว่ามีอิทธิพลต่อตัวแปรวัดผลจากกระบวนการที่มีความสำคัญ คือ

- น้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์
- คุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์รายที่มีคุณภาพได้มาตรฐานจากข้อ 4.11
- การใช้สารรองพื้นกับการไม่ใช้สารรองพื้น

ตัวแปรวัดผลจากกระบวนการที่มีความสำคัญได้แก่

- ค่าความส่องสว่าง
- ค่าประสิทธิภาพการส่องสว่าง
- สีของแสง
- คุณลักษณะภายนอก : ความเรียบเนียนของเนื้อสารฟลูออเรสเซ็นต์, ความบางของเนื้อสารฟลูออเรสเซ็นต์ด้านหัวหลอด (Coating appearance : Coarseness , thin top)

5. Controlling phase คือ

เลือกบริษัทผู้ผลิตสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่มีคุณภาพและทำการควบคุมช่วงน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่ใช้เพื่อให้ต้นทุนต่ำสุดอย่างเหมาะสมโดยคุณภาพความส่องสว่าง สีของแสง ค่าประสิทธิภาพการส่องสว่าง และคุณลักษณะภายนอก(ความเรียบเนียนของเนื้อสารฟลูออเรสเซ็นต์และความบางของสารฟลูออเรสเซ็นต์ด้านหัว) ยังคงเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 Grant Chart ของระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน

	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน						
		2003						
		February	March	April	May	June	July	August
1.	Define phase							
	สำรวจสภาพปัจจุบัน							
	กำหนดขอบเขตและเป้าหมาย							
2.	Measuring phase							
	เช็ค Repeatability and reproducibility ของเครื่องมือวัดค่าต่างๆ							
	Cause and Effect Diagram							
	FMEA และ Cause & Effect Matrix							
	คัดเลือกหาKPIV ที่คาดว่ามีผลต่อ KPOV							
3.	Analyzing phase							
	พิสูจน์ KPIV ด้วยวิธีการทางสถิติว่ามีผลต่อ KPOV							
4.	Improving phase							
	DOE							
	Test production หลอด 18W							
	Test production หลอด 36W							
	ประเมินผลการทดลอง							
	สรุปผลการทดลอง							
5	Controlling phase							
	Implement ระบบการควบคุม							
6.	จัดพิมพ์รูปเล่มวิทยานิพนธ์ และนำเสนอผลงาน							

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการลดต้นทุนของหลอดลงได้โดยที่คุณภาพของหลอดไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้บริษัทสามารถแข่งขันในตลาดได้
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพของสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่น้ำหนักต่ำๆในอนาคตต่อไป
3. เป็นแนวทางในการลดน้ำหนักของสารฟลูออเรสเซ็นต์เบอร์อื่นๆต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย