บทที่ 1
บทนำ

ในอุตสาหกรรมผลิตเลนส์สายตาพลาสติกโดยทั่วไป จะมีปัญหาในเรื่องของเสียในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะหมายถึงค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปเป็นจำนวนมากด้วย ดังนั้นการที่จะทำให้ยอดขายของบริษัทเพิ่มขึ้นและนำไปสู่กำไรของบริษัท จะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงทางด้านคุณภาพซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิต และยังสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าอีกด้วย

โดยแนวคิดของ ซิกซ์ ซิกมา ซึ่งเป็นกลยุทธ์ในระยะยาวในการผลักดันให้มีการปรับปรุงการบริหารจัดการทางธุรกิจเพื่อเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า โดยการนำเอาเครื่องมือทางสถิติต่างๆ มาใช้อย่างเหมาะสม เพื่อลดความแปรปรวนของกระบวนการ ซึ่งจะส่งผลให้เป็นการลดต้นทุน คุณภาพและเพิ่มผลกำไร จึงเป็นแนวคิดที่เหมาะสมมากในการนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเลนส์สายตาพลาสติก

1.1 ข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษา

1.1.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์

โรงงานผลิตเลนส์ซึ่งเป็นโรงงานกรณีศึกษานี้ทำการผลิตเลนส์พลาสติก มีผลิตภัณฑ์หลักแบ่งตามชนิดของโมโนเมอร์ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเลนส์ รวมทั้งลักษณะของกระบวนการผลิต และลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้ 3 ประเภท คือ

1. เลนส์ธรรมดา (Orma หรือ CR-39) เป็นเลนส์ที่ผลิตจากโมโนเมอร์ที่มีดัชนีการหักเหของแสง (Index) ที่ 1.5 ปัจจุบันมีการนำมาใช้ในการผลิตเลนส์สายตาพลาสติกที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

2. เลนส์บางพิเศษ (High Index Lens) เป็นเลนส์ที่ผลิตจากโมโนเมอร์ที่มีดัชนีหักเหของแสงสูงกว่าเลนส์ธรรมดา เมื่อผลิตเป็นเลนส์จึงได้เลนส์ที่บางเหมาะที่จะใช้ทำเลนส์สายตาสำหรับผู้ที่มีสายตาผิดปกติมากๆ เช่น สายตาสั้นมากหรือยาวมาก โดยเลนส์บางพิเศษของโรงงานกรณีศึกษานี้ผลิตจากโมโนเมอร์ 2 ชนิด ซึ่งมีดัชนีการหักเหของแสงที่ 1.6 และ 1.67 ตามลำดับ

3. เลนส์ทนต่อแรงกระแทกสูง (Polycarbonate Lens) เป็นเลนส์ที่ผลิตจากโมโนเมอร์ที่จะทำให้เลนส์มีความเหนียว ไม่แตกหักง่ายและไม่เกิดคมเมื่อแตก จึงมีความปลอดภัยสูงหากเกิดอุบัติเหตุ โดยการผลิตเลนส์ชนิดนี้จะใช้วิธีการฉีด (Injection) ซึ่งต่างกับเลนส์ 2 ประเภทแรก ที่ทำการผลิตด้วยวิธีขึ้นรูป (Casting)

จากผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ประเภท ทางโรงงานกรณีศึกษาต้องการให้ผู้ทำการวิจัยเข้าไปดำเนินงานที่ผลิตภัณฑ์การผลิตเลนส์ธรรมดา เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตมากที่สุด ดังนั้นในการดำเนินงานวิจัยจะมีขอบเขตอยู่ในกระบวนการผลิตของเลนส์ธรรมดาเท่านั้น

1.1.2 กระบวนการผลิตเลนส์ธรรมดา

เลนส์ที่ผลิตในกระบวนการนี้จะสามารถแบ่งเลนส์ที่ผลิตออกมาได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. เลนส์ไม่เคลือบ (Uncoated lens) มีคุณสมบัติ คือ น้ำหนักเบากว่า เมื่อเทียบกับเลนส์กระจก เลนส์ไม่เคลือบสามารถแบ่งเลนส์ออกได้เป็น 2 ประเภทคือ เลนส์นูน (Convex) และเลนส์เว้า (Concave) ซึ่งกระบวนการขึ้นรูปของแต่ละประเภทเลนส์จะมีความแตกต่างกัน

เลนส์นูนจะสามารถผลิตได้จาก 3 กระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 1.1

1. กระบวนการ Convex (CX) แบบ Traditional
2. กระบวนการ Convex (CX) แบบ DM
3. กระบวนการ Convex (CX) แบบ Mechanize

เลนส์เว้าจะสามารถผลิตได้จาก 3 กระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 1.2

1. กระบวนการ Concave (CC) แบบ Clean Bulle
2. กระบวนการ Concave (CC) แบบ Mechanize
3. กระบวนการ Concave (CC) แบบ No Silvo

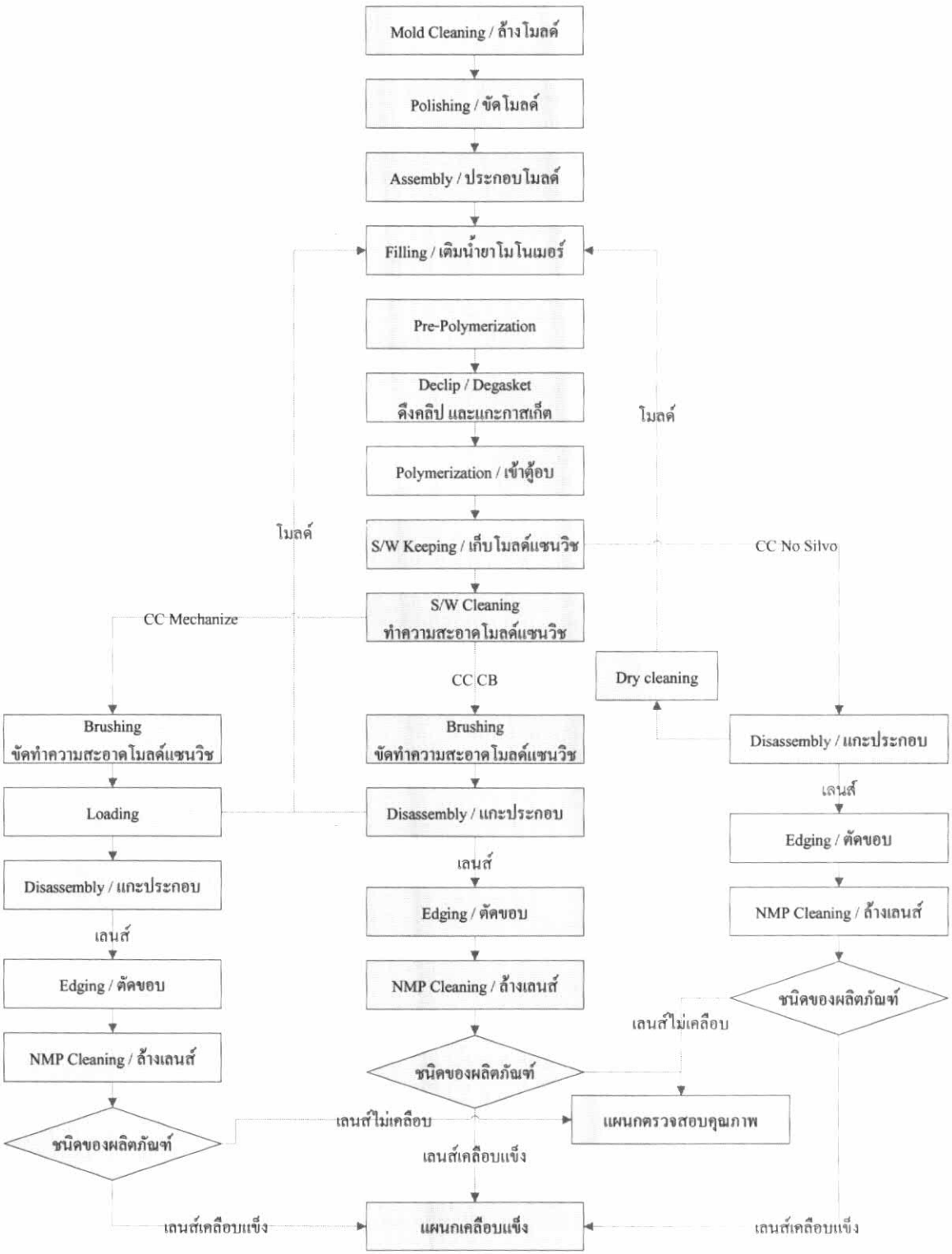
จากการศึกษากระบวนการขึ้นรูปเลนส์ของเลนส์แต่ละประเภท จะพบว่าในกระบวนการขึ้นรูปเลนส์นูนสามารถที่จะผลิตได้จาก 3 กระบวนการตามรูปที่ 1.1 ซึ่งแต่ละกระบวนการจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย คือ ในขั้นตอนก่อนการแกะประกอบของกระบวนการ Convex แบบ Traditional เลนส์จะถูกรวมกลุ่ม (Batch) เพื่อส่งไปทำการแกะประกอบตามแต่ละโต๊ะทำงาน (เลนส์ที่ถูกส่งไปแกะประกอบนั้นจะเป็นเลนส์ที่ติดอยู่กับโมลด์ โดยทางโรงงานจะเรียกว่า แซนวิชโมลด์) ซึ่งแซนวิชโมลด์นั้นก่อนที่จะทำการแกะประกอบจะถูกควบคุมอุณหภูมิด้วยตู้อบ (Bench Oven) ที่ติดตั้งในแต่ละโต๊ะทำงานโดยจะควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 98 องศาเซลเซียส ในส่วนของกระบวนการ Convex แบบ DM ก่อนที่แซนวิชโมลด์จะถูกส่งไปแกะประกอบนั้น แซนวิชโมลด์จะถูกส่ง (Loading) เข้าเครื่องทำอุณภูมิ DEMA ทีละแซนวิชโมลด์โดยเครื่องจะถูกควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 120 องศาเซลเซียส ซึ่งหลังออกจากเครื่องทำอุณหภูมิ DEMA แซนวิชโมลด์จะถูกส่งต่อไปตามสายพานเพื่อทำการแกะประกอบงานตามสายพาน สุดท้ายกระบวนการ Convex แบบ Mechanize การส่งแซนวิชโมลด์เพื่อไปทำการแกะประกอบนั้นจะเหมือนกับกระบวนการ Convex แบบ DM แต่จะแตกต่างกันในกระบวนการส่งเข้าเครื่องทำอุณหภูมิ โดยกระบวนการ Convex แบบ Mechanize นั้นจะมีการรวมกระบวนการขัดทำความสะอาดแซนวิชโมลด์กับกระบวนการส่งแซนวิชโมลด์เข้ากับ

เครื่องทำอุณหภูมิไว้เป็นกระบวนการเดียวกัน และอุณหภูมิที่ควบคุมที่เครื่องทำอุณหภูมิก็จะแตกต่างกันด้วย คือ เครื่องทำอุณหภูมิจะถูกควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 85 องศาเซลเซียส สำหรับกระบวนการ Convex แบบ Mechanize

เช่นเดียวกันกับเลนส์เว้าก็จะสามารถผลิตได้จาก 3 กระบวนการตามรูปที่ 1.2 เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของเลนส์เว้าจะมีความหนามากกว่าเลนส์นูน ดังนั้นเมื่อเลนส์ถูกส่งเข้าตู้อบในกระบวนการโพลีเมอร์ไรเซชั่น เลนส์มักจะหลุดออกจากโมลด์ ดังนั้นจึงมีกระบวนการพรีโพลีเมอร์ไรเซชั่นเข้ามาช่วยในกระบวนการขึ้นรูปเลนส์เว้า โดยกระบวนการนี้จะเป็นการนำเอาโมลด์ที่เติมน้ำยาโมโนเมอร์มาผ่านรางน้ำเพื่อที่จะทำให้น้ำยาโมโนเมอร์กลายเป็นวุ้นก่อนที่จะเข้าตู้อบเพื่อทำการโพลีเมอร์ไรเซชั่น ซึ่งกระบวนการนี้จะไม่มีในกระบวนการขึ้นรูปเลนส์นูน ในส่วนของความแตกต่างของแต่ละกระบวนการผลิตเลนส์เว้า กระบวนการ Concave แบบ Clean Bulle กระบวนการก่อนทำการแกะประกอบนั้นจะเหมือนกับกระบวนการ Convex แบบ Traditional นั้นก็คือแซนวิชโมลด์จะถูกรวมกลุ่มแล้วถูกส่งไปทำการแกะประกอบที่แต่ละโต๊ะทำงาน ในกระบวนการ Concave แบบ Mechanize ก็เช่นเดียวกัน กระบวนการก่อนทำการแกะประกอบจะเหมือนกับกระบวนการก่อนการแกะประกอบของ Convex แบบ DM นั่นก็คือแซนวิชโมลด์จะถูกส่งเข้าเครื่องทำอุณหภูมิและไหลไปตามสายพานเพื่อทำการแกะประกอบที่ละแซนวิชโมลด์ สุดท้ายกระบวนการ Concave แบบ No Silvo ขั้นตอนก่อนการแกะประกอบจะเหมือนกับการกระบวนการ Convex แบบ Traditional และกระบวนการ Concave แบบ Clean Bulle นั่นคือแซนวิชโมลด์จะถูกรวมกลุ่มแล้วถูกส่งไปทำการแกะประกอบที่แต่ละโต๊ะทำงาน แต่จะแตกต่างกันกับทุกกระบวนการที่ได้กล่าวมาคือ โมลด์ที่ถูกแกะประกอบแล้วของทุกกระบวนการที่ถูกกล่าวมาจะถูกประกอบใหม่และนำกลับไปเติมน้ำยาโมโนเมอร์ทันทีโดยไม่มีการทำความสะอาดก่อน แตกต่างจากกระบวนการ Concave แบบ No Silvo ซึ่งก่อนที่โมลด์จะถูกส่งไปเติมน้ำยาโมโนเมอร์นั้นโมลด์จะถูกนำไปล้างทำความสะอาดก่อนที่จะนำกลับไปเติมน้ำยาใหม่

ขั้นตอนที่แตกต่างอีกขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการขึ้นรูปเลนส์เว้าที่แตกต่างจากกระบวนการขึ้นรูปเลนส์นูนนั้นก็คือ กระบวนการตัดขอบเลนส์ เนื่องจากหลังขั้นตอนพรีโพลีเมอร์ไรเซชั่นจะต้องทำการดึงคลิป และกาสเก็ตออกจากแซนวิสโมลด์ที่เป็นวุ้น ดังนั้นเมื่อนำแซนวิชโมลด์เข้าตู้อบเพื่อทำการโพลิเมอร์ไรเซชั่นส่วนของขอบแซนวิชโมลด์จะสัมผัสกับออกซิเจนทำให้บริเวณขอบของแซนวิชโมลด์จะเกิดโพลิเมอร์ไรเซชั่นไม่สมบูรณ์ ดังนั้นกระบวนการตัดขอบจึงเป็นกระบวนการเพื่อที่จะตัดขอบเลนส์ที่มีการเพอร์ริเมอร์ไรเซชั่นไม่สมบูรณ์ออกไป

รูปที่ 1.1 แผนภาพกระบวนการผลิตเลนส์นูน

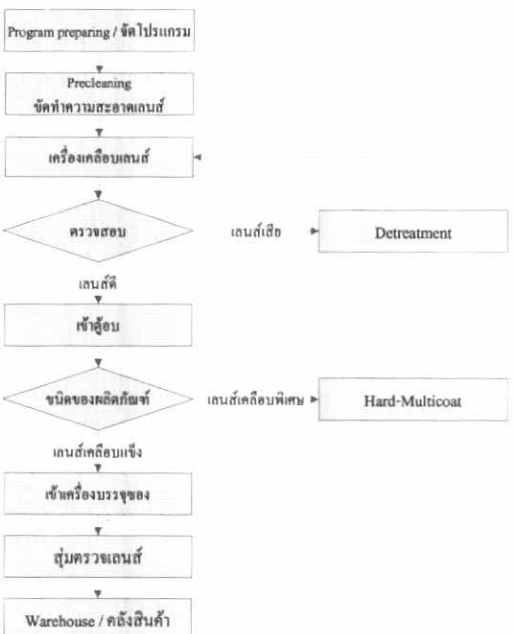


รูปที่ 1.2 แผนภาพกระบวนการผลิตเลนส์เว้า

2. เลนส์เคลือบแข็ง (Hard coated lens) มีคุณสมบัติเด่นคือ ทนต่อรอยขีดข่วน ซึ่งสามารถผลิตจากกระบวนการเคลือบเลนส์ ดังแสดงในรูปที่ 1.3 โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการเคลือบเลนส์จะมีทั้งหมด 3 ประเภท ดังนี้

1. Tritus
2. Kromos
3. NT1

โดยผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตเบื้องต้นพบว่าในโรงงานจะมีเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการเคลือบผิวเลนส์ทั้งหมด 7 เครื่องประกอบด้วย PME.11, PME.12, PME.22, Nikon1, Nikon3, MVS20 และ DL โดยเครื่องจักรแต่ละรุ่นจะใช้กระบวนการผลิตเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 1.3 และในการผลิตแต่ละผลิตภัณฑ์ก็จะสามารถทำการผลิตได้ในเครื่องจักรทุกรุ่น



รูปที่ 1.3 แผนภาพกระบวนการผลิตเลนส์แผนกเคลือบเลนส์

3. เลนส์เคลือบพิเศษ (Hard Multicoated lens) มีคุณสมบัติเด่น คือ ลดการสะท้อนแสงและป้องกันการเกาะของฝุ่นและไอน้ำ ซึ่งสามารถผลิตจากกระบวนการเคลือบเลนส์ โดยเลนส์เคลือบพิเศษนั้นจะต้องผ่านกระบวนการเคลือบเลนส์ก่อนเท่านั้นจึงจะสามารถเข้าเครื่อง Hard Multicoated ได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.3

รูปที่ 1.4 แผนภาพกระบวนการผลิตเลนส์แผนกตรวจสอบคุณภาพ

1.1.3 คำนิยาม

ข้อบกพร่อง (Defect) หมายถึง ตำหนิหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนเลนส์โดยประเภทของข้อบกพร่องจะแสดงในหัวข้อที่ 1.1.4

ของเสีย (Defective) หมายถึง ของเสีย ซึ่งหมายถึงเลนส์ที่มีข้อบกพร่องที่ไม่ผ่านตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งมาตรฐานได้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 1.1.5

1.1.4 ชนิดของข้อบกพร่องที่ตรวจพบจากกระบวนการเคลือบเลนส์ มีดังต่อไปนี้

ในการบันทึกข้อมูลของเสีย พนักงานตรวจสอบเลนส์จะทำการตัดสินใจตามมาตรฐานของทางโรงงานที่ตั้งไว้ตามหัวข้อที่ 1.1.5 โดยการคัดเลือกเลนส์ดีหรือเลนส์เสียจะตัดสินใจโดยดูจากข้อบกพร่อง (Defect) ที่เกิดขึ้นบนเลนส์ โดยข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นนั้นไม่ว่าจะเป็นข้อบกพร่องชนิดใดถ้าอยู่ในมาตรฐานของโรงงาน เลนส์ๆนั้นก็จะถือว่าเป็น เลนส์ดี แต่ถ้าข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นไม่ได้ตามมาตรฐานของโรงงาน เลนส์ๆนั้นก็จะถือว่าเป็นเลนส์เสีย (Defective) ซึ่งในการบันทึกข้อมูลจะถูกบันทึกเป็นจำนวนของเลนส์เสียที่เกิดขึ้น โดยชนิดของตำหนิที่ตรวจพบมีดังต่อไปนี้

1. Unidentified Substance (US) เป็นจุดฝุ่นที่ฝังอยู่ภายในเลนส์หรือติดอยู่บริเวณผิวหน้าเลนส์
2. Bright Spot (PIT) เป็นหลุมที่เกิดจากน้ำยาเคลือบ
3. Cotton (CO) เป็นอนุภาคที่มีลักษณะคล้ายเส้นด้าย โดยจะฝังอยู่ภายในเลนส์และติดอยู่บริเวณผิวหน้าเลนส์
4. Scratch (SC) รอยขีดข่วนบริเวณผิวหน้าเลนส์

5. Inclusion (INC) สิ่งแปลกปลอม

1.1.5 มาตรฐานการตรวจสอบเลนส์

เนื่องจากพื้นที่การใช้งานของเลนส์มีความสำคัญไม่เท่ากัน โดยพื้นที่ตรงกลางเลนส์จะมีความสำคัญมากที่สุดเพราะจะถูกใช้งานมากที่สุด ดังนั้นจึงมีการแบ่งเขตของเลนส์ดังต่อไปนี้

พื้นที่เลนส์แบ่งออกเป็น 3 เขต ดังนี้ โดยแสดงในรูปที่ 1.5

เขตที่ 1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 30 มิลลิเมตร

เขตที่ 2 วัดจากขอบเส้นเขตที่ 1 จนถึงขอบเส้นเขตที่ 3

เขตที่ 3 วัดจากขอบเลนส์เข้ามาในเลนส์ 5 มิลลิเมตร

ขนาดของข้อบกพร่องแบ่งออกเป็น 5 ขนาด โดยจะใช้กับข้อบกพร่องทุกประเภท ซึ่งมีมาตรฐานเป็นตัวอย่างของเสียแสดงไว้ ดังนี้

ขนาด B2 เป็นขนาดเล็กที่สุด

ขนาด B3 เป็นขนาดที่ใหญ่กว่า B2 หรือ เท่ากับ B3

ขนาด C1 เป็นขนาดที่ใหญ่กว่า B3 หรือ เท่ากับ C1

ขนาด C2 เป็นขนาดที่ใหญ่กว่า C1 หรือ เท่ากับ C2

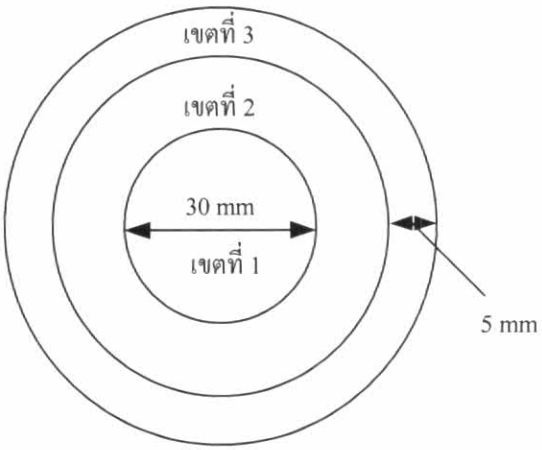
ขนาด มากกว่า C2 เป็นขนาดที่ใหญ่กว่า C2

โดยใน 1 เลนส์จะสามารถมีข้อบกพร่องได้ไม่เกิน 5 ข้อบกพร่องเท่านั้นถ้ามีข้อบกพร่องเกิน 5 ข้อบกพร่องให้ถือว่าเลนส์นั้นเป็นเลนส์เสีย

กรณีที่ 1 เขตที่ 1 สามารถมีจำนวนข้อบกพร่องรวมได้ไม่เกิน 1 ข้อบกพร่อง โดยขนาดของข้อบกพร่องต้องมีขนาดใหญ่ไม่เกิน B2

กรณีที่ 2 เขตที่ 2 สามารถมีจำนวนข้อบกพร่องรวมได้ไม่เกิน 4 ข้อบกพร่อง โดยขนาดของข้อบกพร่องต้องมีขนาดใหญ่ไม่เกิน C1 และมีจำนวนของข้อบกพร่องขนาด B2 และ C1 ได้ข้อบกพร่องละไม่เกิน 1 ข้อบกพร่อง

กรณีที่ 3 เขตที่ 3 สามารถมีจำนวนข้อบกพร่องรวมได้ไม่เกิน 5 ข้อบกพร่อง โดยขนาดของข้อบกพร่องต้องมีขนาดไม่ใหญ่เกิน C2



รูปที่ 1.5 การแบ่งเขตของเลนส์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อลดของเสียของกระบวนการผลิตเลนส์ โดยการประยุกต์ใช้วิธีการของ ซิกซ์ ซิกมา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการลดของเสียที่ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตเลนส์ธรรมดา
2. ชนิดของโมโนเมอร์ที่ใช้ในการผลิตจะใช้ โมโนเมอร์ CR 39 ซึ่งมีค่าดัชนีหักเหแสง 1.5
3. ทำการลดของเสียจากข้อบกพร่องประเภท US และ PIT เท่านั้น

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการวิจัย

1. ระยะการนิยามปัญหา (Define)

    1.1 การสำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยจะแบ่งการสำรวจออกเป็นสองกลุ่ม คือ งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้วิธีการทาง ซิกซ์ ซิกมาในการลดของเสีย และงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวกับเทคนิคที่ใช้ในการขึ้นรูปและเคลือบเลนส์

    1.2 ศึกษากระบวนการขึ้นรูปเลนส์ กระบวนการเคลือบเลนส์ กระบวนการเก็บข้อมูล และการดึงข้อมูลต่างๆ ออกมาวิเคราะห์ ของโรงงานกรณีศึกษา โดยจะเข้าไปลงมือทำงานจริงหน้างานเพื่อที่จะสามารถเข้าถึงสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง

    1.3 จัดทำแผ่นงานแสดงเอกสารโครงการ โดยในการทำเอกสาร มีการดำเนินงานดังนี้

1.3.1 ศึกษาสภาพปัญหา โดยทำการพิจารณาความสามารถของกระบวนการเคลือบเลนส์และสัดส่วนของเสียในปัจจุบัน

1.3.2 กำหนดเป้าหมายของโครงการร่วมกับแชมป์เปี้ยน ซึ่งมีตำแหน่งเป็นผู้ช่วยผู้จัดการแผนกเคลือบแข็ง

1.3.3 กำหนดขอบเขตของโครงการ

1.3.4 คัดเลือกทีมงานเพื่อทำการระดมสมองในขั้นตอนต่อๆไป

1.3.5 จัดทำแผนงานของโครงการซึ่งจะประชุมร่วมกับแชมป์เปี้ยน โดยจะมีการใช้แผนภูมิแกนต์เพื่อช่วยแสดงความคืบหน้าของทีมงาน

2. ระยะการวัดและเก็บข้อมูล (Measurement)

2.1 ประชุมร่วมกับทีมงานเพื่อทำการระดมสมอง เพื่อเขียนขั้นตอนในการทำงานของกระบวนการขึ้นรูปสำหรับปัญหาเลนส์เสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง US และขั้นตอนในการทำงานของกระบวนการเคลือบเลนส์ สำหรับปัญหาเลนส์เสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง US และ ข้อบกพร่อง PIT อย่างละเอียด พร้อมทั้งระบุตัวแปรเข้าของแต่ละขั้นตอนการทำงาน

2.2 ทำการวิเคราะห์ความถูกต้องและความแม่นยำในการตัดสินใจเลือก เลนส์ดีหรือเลนส์เสีย (Attribute Gauge R&R) โดยจะทำการวัดกับพนักงานตรวจสอบทุกคน ในกระบวนการตรวจสอบหลังจากกระบวนการเคลือบเลนส์

2.3 ปัญหาเลนส์เสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง US จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา จาก 2 กระบวนการคือกระบวนการขึ้นรูปเลนส์และกระบวนการเคลือบเลนส์ และในส่วนของปัญหาเลนส์เสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง PIT จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาจากกระบวนการเคลือบ โดยใช้แผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram) นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ซึ่งจะมีแผนผังก้างปลาทั้งหมด 3 แผนผัง ดังนี้

2.3.1 ปัญหาเลนส์เสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง US ใช้แผนผังก้างปลานำมาวิเคราะห์หาปัจจัยนำเข้าที่เป็นสาเหตุของเลนส์เสียที่เกิดข้อบกพร่อง US จากกระบวนการขึ้นรูปเลนส์ 1 แผนผัง

2.3.2 ปัญหาเลนส์เสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง US ใช้แผนผังก้างปลานำมาวิเคราะห์หาปัจจัยนำเข้าที่เป็นสาเหตุของเลนส์เสียที่เกิดข้อบกพร่อง US จากกระบวนการเคลือบ 1 แผนผัง

2.3.3 ปัญหาเลนส์เสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง PIT ใช้แผนผังก้างปลานำมาวิเคราะห์หาปัจจัยนำเข้าที่เป็นสาเหตุของเลนส์เสียที่เกิดข้อบกพร่อง US จากกระบวนการเคลือบ 1 แผนผัง

2.4 จากปัจจัยนำเข้าทั้งหมดที่เป็นไปได้ในข้อ 2.3 นำมาวิเคราะห์ต่อด้วยตารางความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล (Cause and Effect Matrix) โดยในกระบวนการขึ้นรูปเลนส์จะเป็นการหาลำดับความสำคัญของสาเหตุที่อาจจะเป็นไปได้ที่จะส่งผลต่อการทำให้เกิดเลนส์เสียจากชนิดของข้อบกพร่อง US และในส่วนกระบวนการเคลือบเลนส์ใช้ตารางความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เพื่อหาลำดับความสำคัญร่วมของสาเหตุที่อาจจะเป็นไปได้ ที่จะส่งผลต่อการทำให้เกิดเลนส์เสียจากชนิดของข้อบกพร่อง PIT และข้อบกพร่อง US โดยจะใช้การระดมสมองจากทีมงาน เพื่อที่จะช่วยกันให้คะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัย ซึ่งผลที่ได้คือ ปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ

2.5 จาก ปัจจัยนำเข้าที่สำคัญในข้อ 2.4 นำมาวิเคราะห์ต่อด้วยการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) โดยจะใช้การระดมสมองจากทีมงาน ซึ่งผลที่ได้ คือ ปัจจัยนำเข้าที่มีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดเลนส์เสียสูง

3. ระยะการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis)

3.1 สำหรับปัญหาเลนส์เสียที่เกิดข้อบกพร่อง US ซึ่งจะเป็นการทำการทดลองในส่วนของกระบวนการขึ้นรูปเลนส์ จะนำปัจจัยนำเข้าที่มีความเสี่ยงสูงในข้อ 2.5 ทั้งหมดมากรอง (Screening) ด้วยการออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียล (Fractional Factorial Design) เพื่อหาความมีนัยสำคัญทางสถิติของปัจจัยนำเข้าที่มีความเสี่ยงสูง ซึ่งผลที่ได้ คือ ปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญทางสถิติและอันตรกิริยาของปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อสัดส่วนของเสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง US ซึ่งขั้นตอนย่อยของการออกแบบการทดลองจะมีดังนี้

3.1.1 พิจารณาความเป็นไปได้ในการทดลองจริงว่าปัจจัยใดบ้างสามารถนำมาทดลองได้ด้วยการออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียล โดยจะดูจากเวลาที่ต้องใช้ในการทดลอง ข้อจำกัดในการทดลอง เป็นต้น โดยในส่วนของปัจจัยที่ไม่สามารถนำมาทดลองได้ด้วยการออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียลนั้นจะถูกทดลองด้วยวิธีการทดสอบสมมติฐานทีละปัจจัย (One Factor at a Time: OFAT)

3.1.2 เลือกระดับของปัจจัยนำเข้าที่จะนำมาทดลอง ด้วยการออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียล

3.1.3 เลือกแบบการทดลองที่จะใช้กับ การออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียล

3.1.4 กำหนดขนาดตัวอย่างที่จะใช้ในการทดลอง

3.2 สำหรับปัญหาเลนส์เสียที่เกิดข้อบกพร่อง PIT ซึ่งจะเป็นการทำการทดลองในส่วนของกระบวนการเคลือบเลนส์ จะนำปัจจัยนำเข้าที่มีความเสี่ยงสูงในข้อ 2.5 ทั้งหมดมากรอง ด้วยการออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียล เพื่อหาความมีนัยสำคัญทางสถิติของปัจจัยนำเข้าที่มีความเสี่ยงสูง ซึ่งผลที่ได้ คือ ปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญทางสถิติและอันตรกิริยาของปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อสัดส่วนของเสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง PIT และ US ซึ่งขั้นตอนย่อยของการออกแบบการทดลองจะมีดังนี้

3.2.1 พิจารณาความเป็นไปได้ในการทดลองจริงว่าปัจจัยใดบ้างสามารถนำมาทดลองได้ด้วยการออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียล โดยจะดูจากเวลาที่ต้องใช้ในการทดลอง ข้อจำกัดในการทดลอง เป็นต้น โดยในส่วนของปัจจัยที่ไม่สามารถนำมาทดลองได้ด้วยการออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียลนั้นจะถูกทดลองด้วยวิธีการทดสอบสมมติฐานทีละปัจจัย (One factor at a time: OFAT)

3.2.2 เลือกระดับของปัจจัยนำเข้าที่จะนำมาทดลอง ด้วยการออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียล

3.2.3 เลือกแบบการทดลองที่จะใช้กับ การออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียล

3.2.4 กำหนดขนาดตัวอย่างที่จะใช้ในการทดลอง

3.3 เลือกปัจจัยนำเข้าเชิงคุณภาพที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไปดำเนินการปรับปรุง โดย เลือกระดับการทดลองที่ทำการทดลองในการทดสอบสมมติฐานที่ทำให้สัดส่วนของเสียลดลง (กำหนดให้อยู่ในระดับที่คงที่ในขั้นตอนการปรับปรุง)

3.4 เลือกปัจจัยนำเข้าเชิงปริมาณที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไปทำการทดลองในระยะปรับปรุงเพื่อหาระดับของปัจจัยที่เหมาะสมต่อไป

4. ระยะการปรับปรุง (Improvement)

4.1 ออกแบบการทดลอง (DOE) ให้กับปัจจัยนำเข้าเชิงปริมาณที่มีนัยสำคัญทางสถิติเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตเลนส์ ซึ่งจะเป็นการหาระดับของปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสม ปัญหาเลนส์เสียที่เกิดจากกระบวนการขึ้นรูปเลนส์จะมีตัวแปรตอบสนอง คือ สัดส่วนของเลนส์เสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง US และในส่วนของปัญหาเลนส์เสียที่เกิดจากกระบวนการเคลือบเลนส์ ตัวแปรตอบสนองจะมี 2 ตัว

แปรที่จะต้องพิจารณา คือ สัดส่วนของเลนส์เสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง US และสัดส่วนของเลนส์เสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง PIT ซึ่งผลที่ได้คือ สมการความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรตอบสนองและจากสมการก็จะสามารถหาระดับของปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมได้ ซึ่งขั้นตอนย่อยของการออกแบบการทดลองจะมีดังนี้

4.1.1 เลือกระดับของปัจจัยนำเข้าเชิงปริมาณที่จะนำมาทดลอง

4.1.2 เลือกแบบการทดลอง

4.1.3 กำหนดขนาดตัวอย่างที่จะใช้ในการทดลอง

4.2 วางแผนและเตรียมการทดลอง ตามแบบการทดลองที่เลือกไว้ในข้อ 4.1.2 โดยแสดงว่าแต่ละขั้นตอนการทำการทดลอง (Combination) จะใช้เวลาในการทดลองเท่าใด

4.3 ดำเนินการทดลองตามแผนที่วางไว้

4.4 สรุปผลการทดลอง เลือกระดับปัจจัยที่เหมาะสม

4.5 ทำการเก็บข้อมูลของเลนส์เสียหลังจากดำเนินการปรับปรุง 1 เดือน เพื่อยืนยันผลการปรับปรุงว่าสามารถทำการลดเลนส์เสียลงได้

5. ระยะการควบคุม (Control)

5.1 พิจารณาลักษณะและข้อจำกัดของปัจัยนำเข้าที่สำคัญที่จะต้องมีการควบคุม

5.2 พิจารณาเลือกแผนภูมิที่เหมาะสมกับตัวแปรนำเข้านั้นๆ และตัวแปรตอบสนอง

5.3 กำหนดขนาดสิ่งตัวอย่าง ความถี่ในการชักสิ่งตัวอย่าง และวิธีการวัดและการเก็บข้อมูลของพนักงานหลังการปรับปรุง

5.4 กำหนดแผนการแก้ไขเมื่อเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม

5.5 จัดทำมาตรฐานในการผลิต

6. เปรียบเทียบตัววัดความสำเร็จของงานวิจัย ก่อนทำการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ซึ่งได้แก่ สัดส่วนเลนส์เสีย ระดับซิกมา ค่า Cpk และค่าใช้จ่ายที่เสียไปจากเลนส์เสีย

7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

จากขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน ในขั้นตอนที่ 2 ระยะการวัดและเก็บข้อมูล จะต้องมีการจัดการประชุมเพื่อทำการระดมสมองเพื่อค้นหาและกรองปัจจัยนำเข้า ซึ่งบทบาทของผู้ทำงานวิจัยในขั้นตอนนี้จะเป็นการควบคุมการประชุม (การระดมสมอง) ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และในส่วนของขั้นตอนอื่นๆ นอกเหนือจากระยะการวัดและเก็บข้อมูลที่ต้องมีการทำงานเป็นกลุ่มแล้วนั้น ผู้ทำการวิจัยจะเป็นผู้ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สมการความสัมพันธ์ระหว่าง สัดส่วนของเสียกับปัจจัยนำเข้าที่มีผลต่อสัดส่วนของเสีย
2. ระดับของปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมที่ทำให้สัดส่วนของเสียลดลง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดจำนวนของเสียและจำนวนชิ้นงานที่ต้องทำซ้ำลงได้ ทำให้สามารถลดต้นทุนความล้มเหลวภายในขององค์กรได้
2. สามารถนำแนวทางการลดของเสียที่ได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ไปประยุกต์ใช้ได้กับเครื่องจักรอื่นๆ ในกระบวนการขึ้นรูปและกระบวนการคลือบเลนส์
3. เพื่อเป็นตัวอย่างหรือแนวทางในการนำกระบวนการทาง ซิกซ์ ซิกมา หรือเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการ ซิกซ์ ซิกมา ไปประยกต์ใช้ในกระบวนการลดของเสียอื่นๆ

1.7 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอน	ระยะเวลา																																										
	เม.ย. 50				พ.ค. 50				มิ.ย. 50				ก.ค. 50				ส.ค. 50				ก.ย. 50				ต.ค. 50				พ.ย. 50				ธ.ค. 50				ม.ค. 51				ก.พ. 51				มี.ค. 51			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ระยะการนิยามปัญหา (Define : D)																																															
2. ระยะการวัดและเก็บข้อมูล (Measure : M)																																															
3. ระยะการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analysis: A)																																															
4. ระยะการปรับปรุงแก้ไขปัญหา (Improve: I)																																															
5. ระยะการตรวจติดตามควบคุม (Control: C)																																															
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ																																															
7. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์																																															