

บทที่ 1

บทนำ

กระบวนการสร้างอุปกรณ์ทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน ทั้งในระดับงานวิจัย หรือในระดับอุตสาหกรรมนั้นถูกพัฒนาไปในระดับที่มีประสิทธิภาพสูงมาก ทำให้เทคโนโลยีทางด้านนี้เกิดการพัฒนาก้าวกระโดด ส่งผลให้เทคโนโลยีด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเกิดการพัฒนาตามไปด้วย ทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

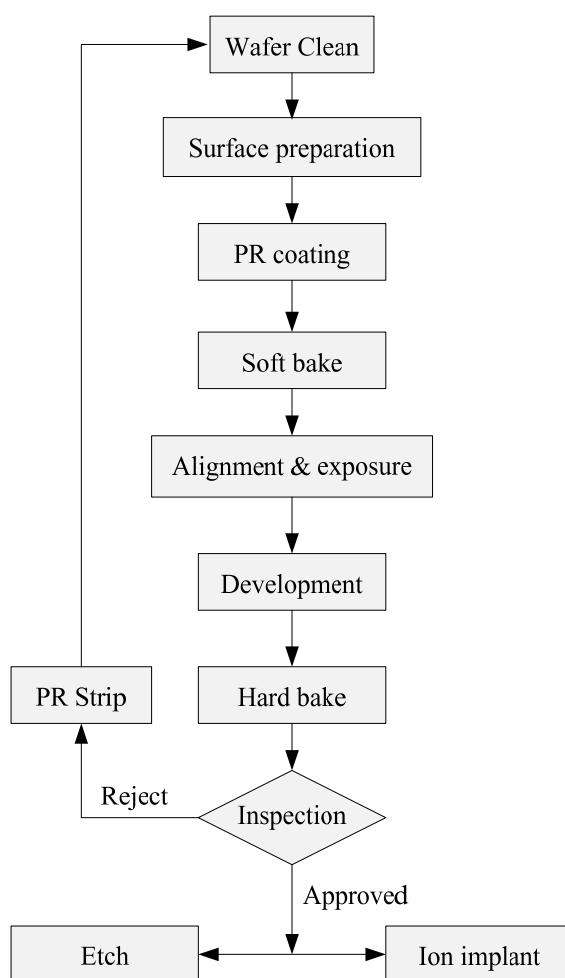
ในการสร้างวงจรรวม (Integrated Circuit) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จำเป็นต้องอาศัยจากหลายขั้นตอนกระบวนการผลิตย่อยรวมกัน เช่น กระบวนการสร้างแผ่นเวเฟอร์, การสร้างชั้นออกไซด์, กระบวนการโฟโตลิโธกราฟี, กระบวนการแพะสารเจือ, กระบวนการยิงฝังประจุ และกระบวนการกัด ซึ่งกระบวนการผลิตต่างๆ นี้ ล้วนมีผลต่อ ขนาด การทำงาน และ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ทั้งสิ้น ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ย่อมส่งผลต่อกระบวนการผลิตรวมด้วยเช่นกัน

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิตเดิมที่มีอยู่แล้วคือ กระบวนการโฟโตลิโธกราฟี (Photolithography) และกระบวนการกัด (Etching) เพื่อให้สามารถลดขั้นตอนจำนวนมากของกระบวนการผลิตดังกล่าวลง โดยการนำเลเซอร์ไดโอด (Laser Diode) มาประยุกต์ใช้งานในการลดขั้นตอนการผลิตต่างๆ ลงโดยใช้เลเซอร์ไดโอดนั้น อาจให้ประสิทธิภาพได้ไม่เท่าวิธีการเดิมที่ทำอยู่ แต่สามารถช่วย ประหยัดพลังงาน เวลา วัสดุที่ใช้ และความซับซ้อนของขั้นตอนการผลิตเดิมลงได้ ถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของกระบวนการผลิตอุปกรณ์ทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งหากได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เชื่อว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและประหยัดค่าใช้จ่ายในการสร้างอุปกรณ์ลงได้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระบวนการโฟโตลิโธกราฟีเป็นกระบวนการของการถ่ายแบบ (Patterning) จากมาสก์ (mask) หรือเรติเคิล (reticle) จากการออกแบบ ไปยังน้ำยาไวแสงที่เคลือบอยู่บนผิวของแผ่นเวเฟอร์ ซึ่งเมื่อฉายแสงลงบนผิวของแผ่นเวเฟอร์แล้ว จะทำให้เกิดลวดลายต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ สำหรับกระบวนการโฟโตลิโธกราฟีเริ่มแรกถูกใช้ในอุตสาหกรรมทางการผลิตแผ่นวงจร

อิเล็กทรอนิกส์ ต่อมาถูกนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตทรานซิสเตอร์และแผ่นวงจรรวม (Integrated circuit: IC) สำหรับกระบวนการโฟโตลิโกราฟีถือเป็นกระบวนการผลิตที่สำคัญอย่างมากต่ออุตสาหกรรมผลิตวงจรรวม โดยจะทำหน้าที่ในการสร้างลวดลายต่างๆ ลงบนแผ่นเวเฟอร์ ก่อนทำการกัด (etching), การยิงฝังประจุ (ion implantation) หรือการแพร่สารเจือ (Diffusion) เพื่อทำเป็นขั้วต่างๆ ต่อไป



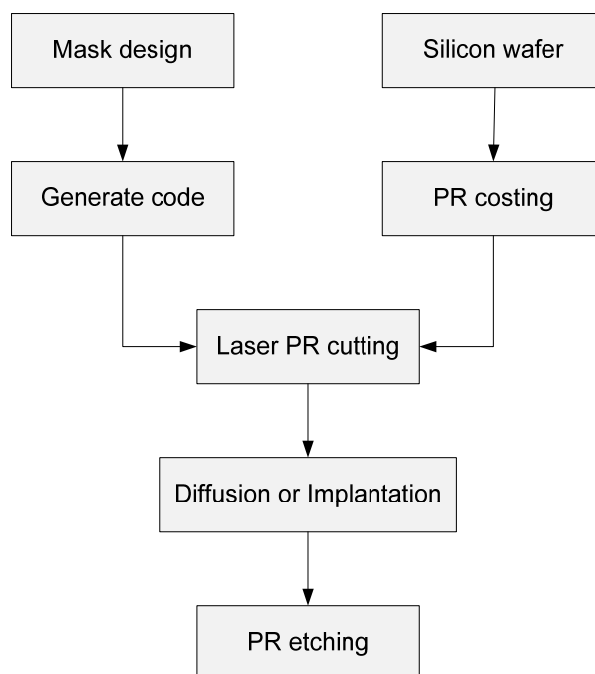
รูปที่ 1.1 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนกระบวนการโฟโตลิโกราฟี

โดยกระบวนการโฟโตลิโกราฟีประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ 1. เริ่มต้นจากการทำความสะอาดผิวของแผ่นเวเฟอร์ (Wafer clean) เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ออกจากผิวหน้า 2. เป็นการเตรียมผิวหน้า (Preparation) เพื่อกำจัดความชื้นออกไป 3. จากนั้นจะทำการ

เคลือบน้ำยาไวแสง (Photo-resist coating) และทำการอบ (soft bake) เพื่อให้ น้ำยาไวแสงติดกับแผ่นเวเฟอร์ได้ดียิ่งขึ้น 4.จากนั้นจะเป็นกระบวนการฉายแสง (Development) ซึ่งเป็นการถ่ายแบบจากมาสก์ไปยังน้ำยาไวแสงที่เคลือบอยู่บนแผ่นเวเฟอร์ และ 5.ขั้นตอนสุดท้ายจะทำการอบอีกรอบหนึ่ง ก่อนจะส่งต่อไปยังขั้นตอนกระบวนการกัด หรือกระบวนการยิงฝังประจุต่อไป ดังรูปที่ 1.1 เป็นไดอะแกรมแสดงกระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟี[1],[2]

จากขั้นตอนกระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟีจนถึงขั้นตอนการกัด จะพบว่ามีจำนวนขั้นตอนการผลิตที่เยอะมากทำให้เสียเวลามากด้วย และที่สำคัญหากขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ทำให้จำเป็นต้องเริ่มขั้นตอนการผลิตใหม่ทั้งหมด

ดังนั้นเพื่อกำจัดข้อเสียดังกล่าวออกไป จึงได้มีการนำเลเซอร์ไดโอดมาใช้งานแทน โดยข้อดีของเลเซอร์ไดโอด คือ มีขนาดเล็ก ราคาไม่แพง ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2.5 – 3.3 Volt และที่สำคัญสามารถนำไปใช้งานร่วมกับเครื่อง mini cnc ได้[3] ทำให้สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยการนำเลเซอร์ไดโอดมาใช้งานแทนกระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟี และการกัดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ไดอะแกรมแสดงกระบวนการถ่ายแบบโดยใช้เครื่องเลเซอร์

จากไดอะแกรมในรูปที่ 1.2 แสดงกระบวนการถ่ายแบบโดยใช้เครื่องเลเซอร์ โดยเริ่มต้นจากการนำแผ่นเวเฟอร์ไปเคลือบด้วยน้ำยาไวแสงเพื่อใช้เป็นชั้นป้องกัน ขณะที่ลวดลายต้นแบบถูกสร้างขึ้นด้วยการออกแบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นแปลงไฟล์ต้นแบบไปเป็นข้อมูลให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้ ต่อมาทำการกัดลวดลายลงบนแผ่นเวเฟอร์ที่ได้เคลือบชั้นฟิล์มไว้แล้วด้วยเลเซอร์เพื่อกัดส่วนที่ไปต้องการออกไปได้เป็นช่องเปิด จากนั้นใช้กระบวนการแพร่สารเจือหรือการยิงฝังประจุตามต้องการ และขั้นตอนสุดท้ายคือการลอกฟิล์มส่วนที่เหลือออกไป จะได้เป็นลวดลายต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

- สามารถนำเลเซอร์ไดโอดมาประยุกต์ใช้งานทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ได้
- สามารถลดขั้นตอนการสร้างลวดลายต้นแบบ (Mark Pattern) ลงได้
- เพิ่มทางเลือกในการเขียนลวดลายต้นแบบแทนการใช้กระบวนการโฟโตลิโธกราฟีแบบเดิม

1.3 สมมติฐานการศึกษา

- เลเซอร์ไดโอดสามารถสร้างลวดลายขนาดเล็กได้ โดยการให้แสงของเลเซอร์ผ่านเลนส์นูนเพื่อรวมแสงก่อนนำไปใช้งาน
- การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม สามารถช่วยให้เขียนลวดลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- เครื่อง mini cnc สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นเครื่องสร้างลายต้นแบบได้

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

ในกระบวนการสร้างอุปกรณ์ทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ จำเป็นต้องใช้ขั้นตอนการผลิตจำนวนมากถึงจะสร้างอุปกรณ์สำเร็จได้ ทั้งเวลาและงบประมาณที่ใช้จะสูงมากตามไปด้วย ดังนั้นหากสามารถลดขั้นตอนการผลิตบางส่วนลงได้ ย่อมสามารถช่วยประหยัดทั้งเงินและเวลาด้วย

เนื่องจากแสงที่ได้จากหลอดเลเซอร์เป็นแสงที่มีความถี่เดียวและสามารถรวมให้เป็นจุดโฟกัสได้ ทำให้สามารถนำเลเซอร์ประเภทเลเซอร์ไดโอดมาประยุกต์ใช้งานแทนกระบวนการโฟโตลิโธกราฟีและการกัด ซึ่งข้อดีของเลเซอร์ไดโอดคือมีขนาดเล็ก ราคาไม่แพง ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า

ต่ำ 2.5 – 3.3 Volt และสามารถนำไปใช้งานร่วมกันกับเครื่อง mini cnc ได้ ทำให้สะดวกต่อการนำไปใช้งาน ถือเป็นทางเลือกหนึ่งของกระบวนการสร้างอุปกรณ์ทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ได้

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยคือ สามารถลดขั้นตอนกระบวนการสร้างลงลดขั้นตอนแบบได้ โดยการนำเลเซอร์ไดโอดไปสร้างเป็นเครื่องสร้างลงลดขั้นตอนแบบ เครื่องสร้างลงลดขั้นตอนแบบสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยห้องควบคุมความสะอาด (Clear room) ซึ่งลดขั้นตอนที่สร้างได้เล็กสุดอยู่ที่ระดับ 100-150 μm หรือต่ำกว่า ที่สำคัญคือสามารถลดเวลา และงบประมาณที่ใช้เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ประเภทเดียวกันที่สร้างจากกระบวนการผลิตแบบเดิมได้

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

- ศึกษากระบวนการสร้างลงลดขั้นตอนแบบด้วยกระบวนการโฟโวลติโกราฟี
- ศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเครื่อง Mini cnc
- ออกแบบและสร้างเครื่องเลเซอร์สำหรับสร้างลงลดขั้นตอนแบบ
- ศึกษาการเขียนโปรแกรม Visual basic 6.0 สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก
- ศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR
- ศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของเลเซอร์ไดโอด และการนำเลเซอร์ไดโอดไปใช้งาน