บทที่ 1
บทนำ

กระบวนการสร้างอุปกรณ์ทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน ทั้งในระดับงานวิจัย หรือในระดับอุตสาหกรรมนั้นถูกพัฒนาไปในระดับที่มีประสิทธิภาพสูงมาก ทำให้เทคโนโลยีทางด้านนี้เกิดการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด ส่งผลให้เทคโนโลยีด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเกิดการพัฒนาตามไปด้วย ทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

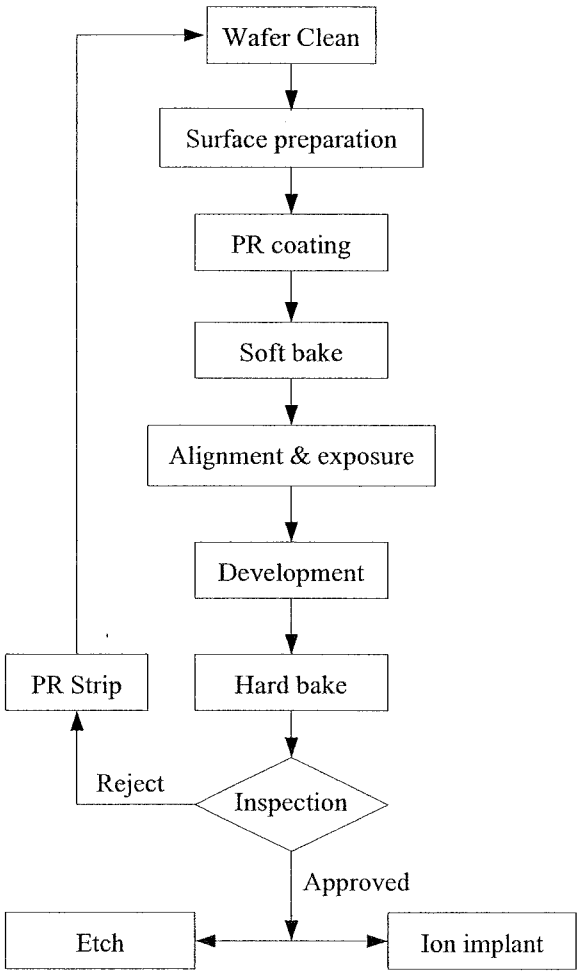
ในการสร้างวงจรรวม (Integrated Circuit) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องอาศัยจากหลายขั้นตอนกระบวนการผลิตย่อยรวมกัน เช่น กระบวนการสร้างแผ่นเวเฟอร์, การสร้างชั้นออกไซด์, กระบวนการโฟโต้ลีโธกราฟฟี, กระบวนการแพร่สารเจือ, กระบวนการยิงฝังประจุ และกระบวนการกัด ซึ่งกระบวนการผลิตต่างๆ นี้ ล้วนมีผลต่อ ขนาด การทำงาน และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ทั้งสิ้น ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ย่อมส่งผลต่อกระบวนการผลิตรวมด้วยเช่นกัน

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

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟฟีเป็นกระบวนของการถ่ายแบบ (Patterning) จากมาส์ค (mask) หรือเรติเคิล (reticle) จากการออกแบบ ไปยังน้ำยาไวแสงที่เคลือบอยู่บนผิวของแผ่นเวเฟอร์ ซึ่งเมื่อฉายแสงลงบนผิวของแผ่นเวเฟอร์แล้ว จะทำให้เกิดลวดลายต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ สำหรับกระบวน การโฟโต้ลิโธกราฟฟีเริ่มแรกถูกใช้ในอุตสาหกรรมทางด้านการผลิตแผ่นวงจร

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



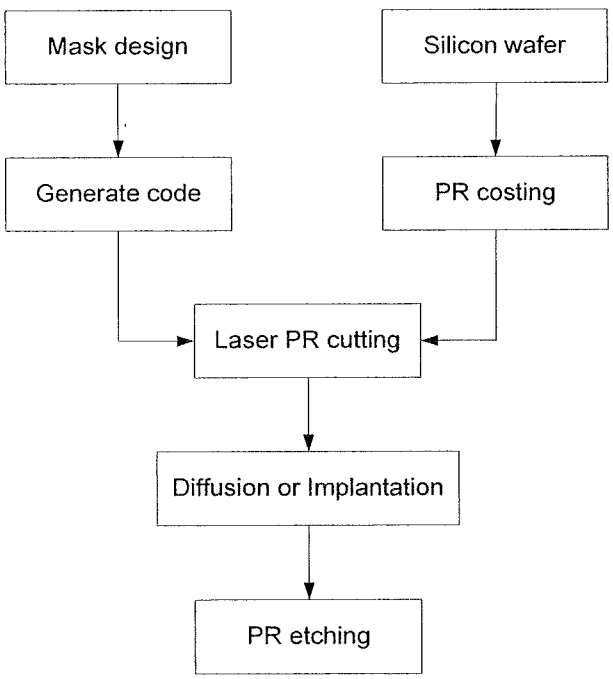
รูปที่ 1.1 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนกระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟฟี

โดยกระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟฟีประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ1.เริ่มต้นจากการทำความสะอาดผิวของแผ่นเวเฟอร์ (Wafer clean) เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ออกจากผิวหน้า 2.เป็นการเตรียมผิวหน้า (Preparation) เพื่อกำจัดความชื้นออกไป 3.จากนั้นจะทำการ

เคลือบน้ำยาไวแสง (Photo-resist coating) และทำการอบ (soft bake) เพื่อให้น้ำยาไวแสงติดกับแผ่นเวเฟอร์ได้ดียิ่งขึ้น 4.จากนั้นจะเป็นกระบวนการฉายแสง (Development) ซึ่งเป็นการถ่ายแบบจากมาส์คไปยังน้ำยาไวแสงที่เคลือบอยู่บนแผ่นเวเฟอร์ และ 5.ขั้นตอนสุดท้ายจะทำการอบอีกรอบหนึ่ง ก่อนจะส่งต่อไปยังขั้นตอนกระบวนการกัด หรือกระบวนการยิงฝังประจุต่อไป ดังรูปที่ 1.1 เป็นไดอะแกรมแสดงกระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟฟี[1],[2]

จากขั้นตอนกระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟฟีจนถึงขั้นตอนการกัด จะพบว่ามีจำนวนขั้นตอนการผลิตที่เยอะมากทำให้เสียเวลามากด้วย และที่สำคัญหากขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ทำให้จำเป็นที่จะต้องเริ่มขั้นตอนการผลิตใหม่ทั้งหมด

ดังนั้นเพื่อกำจัดข้อเสียดังกล่าวออกไป จึงได้มีการนำเลเซอร์ไดโอดมาใช้งานแทน โดยข้อดีของเลเซอร์ไดโอด คือ มีขนาดเล็ก ราคาไม่แพง ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าต่ำ 2.5 – 3.3 Volt และที่สำคัญสามารถนำไปใช้งานร่วมกันกับเครื่อง mini cnc ได้[3] ทำให้สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยการนำเลเซอร์ไดโอดมาใช้งานแทนกระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟฟีและการกัดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ไดอะแกรมแสดงกระบวนการถ่ายแบบโดยใช้เครื่องเลเซอร์

จากไดอะแกรมในรูปที่ 1.2 แสดงกระบวนการถ่ายแบบโดยใช้เครื่องเลเซอร์ โดยเริ่มต้นจากการนำแผ่นเวเฟอร์ไปเคลือบด้วยน้ำยาไวแสงเพื่อใช้เป็นชั้นป้องกัน ขณะที่ลวดลายต้นแบบถูกสร้างขึ้นด้วยการออกแบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นแปลงไฟล์ต้นแบบไปเป็นข้อมูลให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้ ต่อมาทำการกัดลวดลายลงบนแผ่นเวฟอร์ที่ได้เคลือบชั้นฟิล์มไว้แล้วด้วยเลเซอร์เพื่อกัดส่วนที่ไปต้องการออกไปได้เป็นช่องเปิด จากนั้นใช้กระบวนการแพร่สารเจือหรือการยิงฝังประจุตามต้องการ และขั้นตอนสุดท้ายคือการลอกฟิล์มส่วนที่เหลือออกไป จะได้เป็นลวดลายต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

- สามารถนำเลเซอร์ไดโอดมาประยุกต์ใช้งานทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ได้
- สามารถลดขั้นตอนการสร้างลวดลายต้นแบบ (Mark Pattern) ลงได้
- เพิ่มทางเลือกในการเขียนลวดลายต้นแบบแทนการใช้กระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟีแบบเดิม

1.3 สมมติฐานการศึกษา

- เลเซอร์ไดโอดสามารถสร้างลวดลายขนาดเล็กได้ โดยการให้แสงของเลเซอร์ผ่านเลนส์นูนเพื่อรวมแสงก่อนนำไปใช้งาน
- การตั้งค่าพารามิตเตอร์ที่เหมาะสม สามารถช่วยให้เขียนลวดลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- เครื่อง mini cnc สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นเครื่องสร้างลายต้นแบบได้

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

ในกระบวนการสร้างอุปกรณ์ทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ จำเป็นต้องใช้ขั้นตอนการผลิตจำนวนมากถึงจะสร้างอุปกรณ์สำเร็จได้ ทั้งเวลาและงบประมาณที่ใช้จะสูงมากตามไปด้วย ดังนั้นหากสามารถลดขั้นตอนการผลิตบางส่วนลงได้ ย่อมสามารถช่วยประหยัดทั้งเงินและเวลาด้วย

เนื่องจากแสงที่ได้จากหลอดเลเซอร์เป็นแสงที่มีความถี่เดียวและสามารถรวมให้เป็นจุดโฟกัสได้ ทำให้สามารถนำเลเซอร์ประเภทเลเซอร์ไดโอดมาประยุกต์ใช้งานแทนกระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟฟีและการกัด ซึ่งข้อดีของเลเซอร์ไดโอดคือมีขนาดเล็ก ราคาไม่แพง ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า

ต่ำ 2.5 – 3.3 Volt และสามารถนำไปใช้งานร่วมกันกับเครื่อง mini cnc ได้ ทำให้สะดวกต่อการนำไปใช้งาน ถือเป็นทางเลือกหนึ่งของกระบวนการสร้างอุปกรณ์ทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ได้

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยคือ สามารถลดขั้นตอนกระบวนการสร้างลวดลายต้นแบบได้ โดยการนำเลเซอร์ไดโอดไปสร้างเป็นเครื่องสร้างลวดลายต้นแบบ เครื่องสร้างลวดลายต้นแบบสามารถทำงานได้โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยห้องควบคุมความสะอาด (Clear room) ซึ่งลายต้นแบบที่สร้างได้เล็กสุดอยู่ที่ระดับ 100-150 μm หรือต่ำกว่า ที่สำคัญคือสามารถลดเวลา และงบประมาณที่ใช้เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ประเภทเดียวกันที่สร้างจากกระบวนการผลิตแบบเดิมได้

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

- ศึกษากระบวนการสร้างลวดลายต้นแบบด้วยกระบวนการโฟโต้ลิโธกราฟฟี
- ศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเครื่อง Mini cnc
- ออกแบบและสร้างเครื่องเลเซอร์สำหรับสร้างลวดลายต้นแบบ
- ศึกษาการเขียนโปรแกรม Visual basic 6.0 สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก
- ศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR
- ศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของเลเซอร์ไดโอด และการนำเลเซอร์ไดโอดไปใช้งาน