บทที่ 4

แนวโน้มของเทคโนโลยี่

จากที่กล่าวมาแล้วในบทข้างต้นเราสามารถแบ่งเทคโนโลยี่ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมไอซีได้เป็นสองแขนงใหญ่ๆคือ

1. เทคโนโลยี่ทางด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์
2. เทคโนโลยี่ทางด้านตัวผลิตภัณฑ์ไอซีเอง

เนื่องจากว่าอุตสาหกรรมไอซีในประเทศไทยนั้นเป็นอุตสาหกรรมในขั้นตอนของกระบวนการประกอบไอซีและกระบวนการตรวจสอบ ฉะนั้นเทคโนโลยี่ทางด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์จะมีผลกระทบต่อกำลังคนในประเทศไทยมากกว่าเทคโนโลยี่ของตัวผลิตภัณฑ์ไอซี ในบทนี้จะเน้นถึงแนวโน้มของเทคโนโลยี่ทางด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์ เป็นส่วนใหญ่

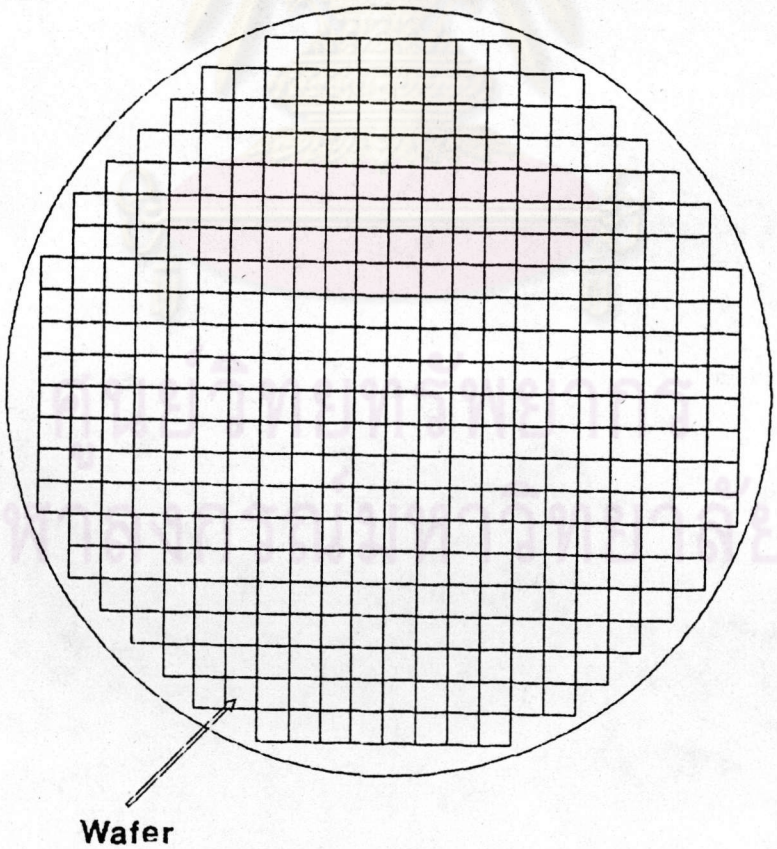
เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าในปัจจุบันของอุตสาหกรรมการประกอบไอซีนั้น บริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรได้พยายามคิดค้นดัดแปลงเครื่องจักรและอุปกรณ์ ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการประกอบไอซีให้มีลักษณะออโตเมชั่นมากขึ้น เพื่อลดจำนวนคนงานในสายการผลิตลง เนื่องจากว่าค่าแรงนับวันมีแต่จะเพิ่มขึ้น วิธีเดียวที่จะลดค่าแรงทางตรง (Direct Labour Cost) ได้ก็คือการลดจำนวนคน การเพิ่มประสิทธิภาพของคนมีข้อจำกัดมาก กล่าวคือคนงานปัจจุบันทำงานได้มีประสิทธิภาพ 75-85% สูงสุดก็แค่ 100% ไม่สามารถเพิ่มเป็น 200-300% ได้ ในเมื่อไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของคนได้ แต่ถูกบังคับให้ลดจำนวนคน วิธีเดียวก็คือต้องเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในเชิง

- เครื่องจักรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยตรง, Factory Automation
- สะดวกในการใช้งาน แต่ละเครื่องมีประสิทธิภาพเท่าเดิม แต่คนเพียง 1 คน สามารถคุมได้หลายเครื่อง (Reliability)

การพัฒนาเครื่องจักรทั้งระบบให้เป็นออโตเมชั่นทั้งหมด(ทั้งกระบวนการ) ยังต้องอาศัยระยะเวลาอีกยาวนานมาก แต่ในช่วงระยะเวลา 5-10 ปีข้างหน้านี้ทิศทางของการพัฒนาเครื่องจักรที่พอเป็นไปได้คือเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านความเร็ว ซึ่งมีลักษณะเป็นออโตเมชั่นมากขึ้น และมีความเชื่อถือได้ของเครื่องจักร(Reliability)สูงขึ้น จากข้อมูลของบทเขียนทางวิชาความตามนิตยสารต่างๆและข้อมูลบทวิเคราะห์ถึงแนวโน้มจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรเราสามารถสรุปและแยกแยะเทคโนโลยี่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของเครื่องจักรแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

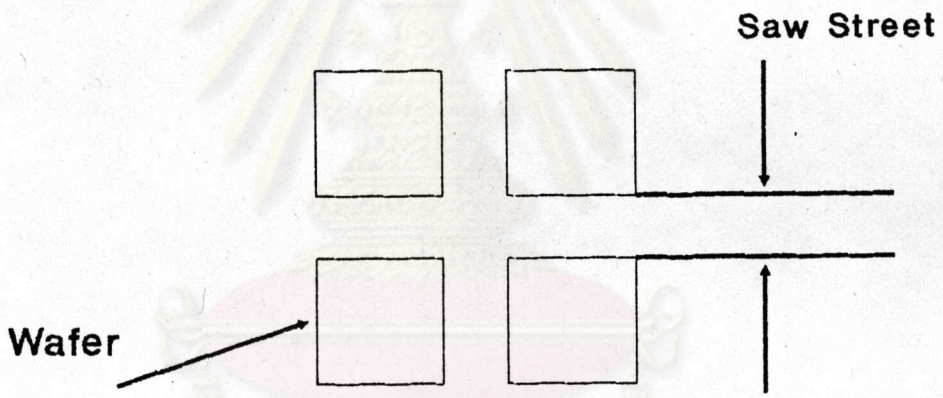
ขั้นตอนการตัดแว่นผลิก (Dieing Process)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการประกอบไอซี แว่นผลิกไอซีหลายๆผลิกซึ่งผ่านกระบวนการโปรเซสแว่นผลิกจากต่างประเทศจะมาอยู่ในรูปของแผ่นวงกลมตามรูป 4.1



รูปที่ 4.1 แว่นผลิกที่ผ่านกระบวนการโปรเซสแว่นผลิกจากต่างประเทศ

แผ่นสี่เหลี่ยมเล็กๆคือผลิกไอซี ซึ่งได้ผ่านกระบวนการโปรเซสแว่นผลิกแล้วจะต้องถูกตัดให้แยกออกจากกันด้วยใบมีดที่มีความคมและแข็งเป็นพิเศษ การตัดแว่นผลิกนั้นในปัจจุบัน เทคโนโลยีที่รองรับอยู่ในขณะนี้คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นวงกลม 3" ,4" ,6" ที่สามารถนำเข้าเครื่องตัดได้ จากรายงานของ Texas Instrument Japan Ltd. ซึ่งลงตีพิมพ์ในนิตยสาร Semiconductor International ฉบับ กันยายน 1989 ได้กล่าวถึงเทคโนโลยีในอนาคตทางด้านนี้คือสามารถตัดได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8" ซึ่งได้มีใช้แล้วในโรงงานที่ญี่ปุ่นเทคโนโลยีนี้สามารถเพิ่มปริมาณผลิกที่ถูกตัดได้มาก ในขณะเดียวกันเทคโนโลยีที่จะพัฒนาตามกันมา(อ้างในรายงานของบริษัทK&S ซึ่งเป็นผู้ผลิตเครื่องจักร)คือขนาดของระยะระหว่างผลิกแต่ละชิ้น(Saw Street) เนื่องจากผลิกไอซีขนาดเล็กจะวางเรียงกันโดยมีระยะห่างกันดังรูป 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงถึงการวางเรียงของแว่นผลิกไอซีที่มีระยะห่างที่เรียกว่า Saw Street

ในปัจจุบันระยะห่างระหว่างผลิกไอซีคือ 6/1000 นิ้ว ในอนาคตที่เป็นไปได้คือ 2/1000 นิ้ว เพราะฉะนั้นใบมีดที่จะตัดจะต้องถูกพัฒนาให้มีความบางและแข็งมากขึ้นสามารถตัดระยะห่างของSaw Street น้อยๆได้ ซึ่งจะเพิ่มปริมาณของแว่นผลิกที่ถูกตัดออกมาได้มากเพราะแผ่นวงกลมสามารถบรรจุผลิกไอซีได้ทีละมากๆ พร้อมทั้งคุณภาพของผลิกที่ถูกตัดออกมาจะมีเปอร์เซนต์ของเสียอันเกิดจากการแตกร้าวขณะทำการตัดลดลงนั่นคือ ของไม่เสีย(Good Units) สูงขึ้น เทคโนโลยีอันหนึ่งในการตัดแว่นผลิกซึ่งได้มีการพัฒนาและ

i17829802

เริ่มมีใช้บ้างแล้วคือการใช้เลเซอร์แทนใบมีด(จากบทความในนิตยสาร Semiconductor International หน้า 116 ฉบับ พฤษภาคม 1988) การใช้เลซอร์จะทำให้ความเร็วของการตัดสูงขึ้นและคุณภาพของแว่นผลิกจะดีขึ้น คือจะลดการสูญเสียเนื่องจากการแตกร้าวของผลิกไอซีเนื่องจากการตัดด้วยใบมีด

<u>ขั้นตอนการติดชิ้นผลิกบนกรอบขา</u> (Die Bond)

เมื่อผ่านขั้นตอนการตัดแว่นผลิกแล้ว ก็จะต้องทำการตรวจสอบด้วยสายตาเสียก่อน จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนของการติดชิ้นผลิกบนกรอบขา แว่นผลิกไอซีที่ผ่านการโปรเซสแว่นผลิกจากต่างประเทศจะมีแว่นผลิกทั้งที่เสียและไม่เสียปะปนมา ทั้งยังเสียเนื่องจากการตัดผลิกไอซี ผลิกไอซีที่เสียจะถูกทำตำหนิด้วยหมึกสีดำเสียก่อน การทำการติดชิ้นผลิกนั้นจะต้องมีการจุ่มกาว(Epoxy) ลงบนกรอบขาเสียก่อน จากนั้นจึงนำผลิกไอซีมาติด การจุ่มกาว(Epoxy)ลงบนกรอบขาและการดูดไอซีเพื่อมาติดบนกรอบขา เมื่อก่อนกระทำด้วยแขนกลซึ่งข้างหนึ่งเป็นตัวจุ่มกาว เพื่อมาติดบนกรอบขากับอีกข้างหนึ่งเป็นตัวดูดผลิกไอซีมาติด การทำงานของแขนกลลักษณะนี้มักมีปัญหาเรื่องของเสียมากเนื่องจากการเกิดเส้นใยของกาว(Epoxy)จากการเดินทางของการจุ่มเพื่อมาติดบนกรอบขา และความเร็วของเครื่องก็ยังไม่เร็วมากเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีที่พัฒนาซึ่งมีใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ คือการติดกาวลงบนกรอบขาและการดูดผลิกไอซีมีการทำงานที่แยกออกจากกัน กล่าวคือกาว(Epoxy)จะถูกบรรจุอยู่ในหลอดของแขนกลอีกอันหนึ่งและจะยื่นกดลงมาเพื่อทำการติดกาวที่อยู่ในหลอดลงบนกรอบขาในขณะที่แขนกลอีกอันหนึ่งกำลังทำการดูดผลิกไอซีเพื่อมาติดบนกรอบขา เทคโนโลยีที่พัฒนามาในลักษณะนี้ทำให้ลดของเสียได้มากและอัตราความเร็วของเครื่องเพิ่มมากขึ้นด้วย แต่เทคโนโลยีที่จะก้าวเข้ามาในอนาคตของขั้นตอนการผลิตนี้คือ Wafer Mapping (จากบทความในนิตยสาร Semiconductor International ฉบับ เมษายน 1990) กล่าวคือก่อนที่แขนกลจะทำการดูดผลิกไอซีขึ้นมา จะมีการตรวจหาผลิกไอซีที่เสียและดีเสียก่อนโดยใช้หลักการของการสะท้อนแสงเนื่องจากผลิกไอซีที่เสียจะถูกตำหนิด้วยหมึกสีดำ(Ink Dot) เมื่อแสงที่สะท้อนกลับออกมาจะถูกนำไปเปรียบเทียบเพื่อแยกแยะของดีของเสียจากหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ เมื่อพบว่าผลิกไอซีเสียก็จะผ่านไปตรวจผลิกไอซีอื่นต่อไป

จนกว่าพบผลิกไอซีที่ดีจึงทำการดูดขึ้นมา แต่เทคโนโลยีที่จะพัฒนาใหม่ขึ้นมานี้จะลดกระบวนการดังที่กล่าวมานี้ของเสียต่างๆจะมีลักษณะเฉพาะ ซึ่งสามารถแจกแจงได้จะถูกแยกแยะและเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ เพราะฉะนั้นในแผ่นวงกลมที่บรรจุผลิกไอซีจะถูกบันทึกเข้าไปในระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถแยกแยะตำแหน่งของดีและเสียของผลิกไอซี ซึ่งทำให้แขนกลที่ทำการดูดผลิกไอซีมีประสิทธิภาพในการทำงานที่เร็วสามารถเลื่อนไปตำแหน่งของผลิกไอซีที่ดีโดยการสั่งงานจากหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์โดยไม่ต้องหยุดชะงักเพื่อตรวจสอบของดีและของเสีย เมื่อผ่านขั้นตอนการติดชิ้นผลิกบนกรอบขาแล้ว ก็เข้าสู่การอบกาว(Epoxy)ซึ่งเรียกว่า Epoxy Cure จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการต่อลวดกับชิ้นผลิก การอบกาวในปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีใหม่ที่พัฒนาขึ้นมา (อ้างใน Semiconductor International ฉบับ กันยายน 1990 หน้า 82-83)ซึ่งเรียกว่า Epoxy Fast Cure กล่าวคือในปัจจุบันการอบกาวจะใช้เวลาประมาณ 64 วินาที ในอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส แต่เทคโนโลยีใหม่นี้จะใช้เวลาเพียง 30-60 วินาทีในอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

<u>ขั้นตอนการต่อลวดกับชิ้นผลิก</u> (Wire Bonder)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีมากที่สุดและเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนทั้งหมดในกระบวนการประกอบไอซี ขั้นตอนนี้เป็นการเชื่อมวงจรในผลิกไอซีกับกรอบขาด้วยลวด จากอดีตถึงปัจจุบันมีการพัฒนาจากการเชื่อมที่ต้องใช้คนงานที่ต้องประจำเครื่อง 1 คน ต่อ 1 เครื่อง จนถึงปัจจุบันที่สามารถคุมเครื่องได้หลายเครื่องโดยใช้คนเพียง 1 คนเท่านั้น นั่นก็คือเป็นระบบออโตเมชั่นมากขึ้นมีลักษณะเป็นหุ่นยนต์มากขึ้น มีแขนกลที่ใช้ในการเชื่อมลวดที่มีความไวระบบเครื่องมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น ถ้าพูดถึงความเร็วสามารถจะบอกได้ว่าใน 1 วินาที สามารถเชื่อมลวดได้ 10 เส้น ถ้าจะกล่าวเป็นภาพลักษณ์ให้สามรถจินตนาการได้ง่ายๆคือ ไอซี 1 ตัวมี 24 ขาจะใช้เวลาในการเชื่อมเพียง 2.4 วินาที ถ้ามี 48 ขาจะใช้เวลาเชื่อม 4.8 วินาที เพราะฉะนั้นอัตราการผลิตของเครื่องจักรชนิดนี้จึงค่อนข้างสูงในปัจจุบันความเร็วของเครื่องค่อนข้างจะเข้าใกล้ความเป็นไปได้ของความเร็วสูงสุดแล้วจากเอกสารบริษัทผู้ผลิตเครื่องยี่ห้อ KNS ความเร็วของเครื่องที่สามารถเกิดขึ้นและเป็นไปได้ในอนาคตคือ สามารถเชื่อมลวด 15 เส้นใน 1

วินาที ซึ่งทางบริษัทคาดว่าจะเป็นไปได้ในอีก 5-10 ปีข้างหน้า จากที่กล่าวมาแล้วในส่วนของความเร็วนั้นเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในส่วนของการเคลื่อนที่ของแขนกลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากหนังสือ Semi-Conductor International (September 1989) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยีอันใหม่ซึ่งเรียกว่า Tab Bonding ปัจจุบันของการเชื่อมลวดคือเชื่อมทีละเส้นแต่ Tab Bonding จะเป็นการเชื่อมลวดทีเดียวพร้อมกันหมดนั่นคือถ้ามี 24 ขาก็เชื่อมพร้อมกัน 24 ขา เทคโนโลยีนี้เริ่มมีใช้กันบ้างแล้วในบางประเทศ แต่ยังอยู่ในวงแคบมากยังต้องมีการพัฒนาต่อไปอีกเทคโนโลยีจะเกิดขึ้นในอนาคตอีกอย่างคือ Bondability Check ปรกติการเชื่อมจะเชื่อมจนเสร็จไม่มีการตรวจสอบต้องนำมาตรวจสอบข้างนอกแต่อนาคตจะมีการตรวจสอบเองในเครื่อง เครื่องจะหยุดเมื่อตรวจพบว่าเกิดการเชื่อมลวดผิดพลาดนั่นคือลวดเชื่อมไม่ติดระหว่างผลึกไอซีกับกรอบขา เทคโนโลยีของ Bondability Check เริ่มมีใช้แล้วในเครื่องจักรรุ่น KS 1484 ที่เริ่มเอามาใช้ทดลองเดินเครื่องอยู่ในบริษัท NS ซึ่งทางบริษัทคาดว่าจะนำมาทดแทนรุ่นเก่าๆต่อไป

ขั้นตอนต่างๆของการผลิตที่กล่าวข้างต้นเรียกว่า Front of Line (FOL) หรือสายการผลิตต้น ส่วนที่จะกล่าวต่อไปคือสายการผลิตหลังหรือ End of Line (EOL) ในสายการผลิตหลังความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของอุปกรณ์การผลิตนั้นช้ามากเมื่อเทียบกับสายการผลิตต้น ที่จะกล่าวต่อไปจะเน้นเฉพาะ เทคโนโลยีในขั้นตอนที่กำลังเริ่มเปลี่ยนแปลง

<u>ขั้นตอนการชุบตะกั่วและพิมพ์เบอร์</u>

เมื่อผ่านขั้นตอนการต่อลวดแล้วก็จะทำการผนึกฝาไอซีด้วยเครื่อง Molding ซึ่งมีทั้งผนึกด้วยพลาสติก และเซรามิก แล้วแต่การใช้งาน จากนั้นจึงเข้าสู่การตัดแต่งขา (Trim & Form) และการชุบตะกั่ว ในอดีตขั้นตอนการตัดแต่งขาจะแยกออกจากกันคือ มีการตัดกรอบขาแยกออกจากกันเสียก่อน จากนั้นจึงแต่งขาหรืองอขานั่นเอง เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ได้มีการสร้างเครื่องจักรซึ่งสามารถตัดแต่งขาเข้าด้วยกัน ทำให้มีการลดจำนวนคนงานในขั้นตอนนี้ลงได้มาก ในอดีตการชุบตะกั่วก็ได้พัฒนาการ load ด้วยคน

เข้าสู่การ load ด้วยเครื่องซึ่งสามารถ load ได้ทีละมากๆ ขั้นตอนการผลิตตั้งแต่ผนึกฝาไอซีเข้าสู่การตัดแต่งขาและการชุบตะกั่วตามลำดับ มีข้อเสียอย่างหนึ่งคือขาไอซีที่ชุบลงตะกั่วมักจะมีตะกั่วของขาเกาะติดกัน 2 ขา ทำให้เกิดวงจรลัดในวงจรไอซี อัตราปริมาณไอซีที่ชุบตะกั่วเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีที่ได้พัฒนาขึ้นมาซึ่งได้มีใช้อยู่ในหลายบริษัท ไม่แตกต่างกันมาก แต่เทคโนโลยีใหม่นี้มีข้อดีคือการเกิดอ๊อกไซด์ของขาไอซีหลังจากการชุบไม่ค่อยเกิดขึ้นกล่าวอีกนัยหนึ่งคือผลิตภัณฑ์ไอซีมีคุณภาพดีขึ้น (Reliability ของไอซีดีขึ้น)
เทคโนโลยีอันใหม่นี้คือการชุบด้วยไฟฟ้า เมื่อก่อนชุบด้วยการจุ่มขาไอซีลงไปถังเคมีตะกั่ว เมื่อใช้เทคโนโลยีใหม่นี้ทำให้สายการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงไปคือเมื่อผ่านการผนึกฝาไอซีแล้วจะทำการชุบตะกั่ว(Soler Plate)เสียก่อน แล้วจึงค่อยเข้าสู่การตัดแต่งขา การชุบตะกั่วด้วยวิธีนี้มีอัตราความเร็วมากกว่าการชุบตะกั่วแบบเก่าเล็กน้อย และจำนวนคนงานก็ยังคงใช้ในอัตราส่วนที่ไล่เลี่ยกัน เมื่อผ่านการชุบตะกั่วและการตัดแต่งขาแล้วก็เข้าสู่การพิมพ์เบอร์ (Marking) ซึ่งในปัจจุบันได้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงจากการพิมพ์เบอร์ที่ละอันเป็นการพิมพ์เบอร์ครั้งละหลายๆอัน (strip mark) จากหนังสือ Semiconductor International ฉบับ พฤษภาคม 1988 ได้กล่าวถึงเทคโนโลยีการพิมพ์เบอร์โดยใช้แสงเลเซอร์ การพิมพ์เบอร์โดยเทคโนโลยีนี้จะมีความรวดเร็วมาก การพิมพ์เบอร์ด้วยแสงเลเซอร์จะต่างจากการพิมพ์เบอร์ที่ใช้อยู่คือการพิมพ์เบอร์ปรกติจะใช้สีพิมพ์ลงไปบนตัวไอซี แต่การใช้เลเซอร์เป็นการเจาะลงบนเนื้อฝาผลิกไอซีทำให้เกิดเป็นร่องของตัวอักษรขึ้นมา เมื่อผ่านการพิมพ์เบอร์แล้วก็จะเข้าสู่การตรวจสอบ

<u>สรุปลักษณะของเทคโนโลยี</u>

จากขั้นตอนต่างๆที่ได้กล่าวมาข้างต้นเราสามารถสรุปแต่ละเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในช่วง 5-10 ปีข้างหน้าได้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการตัดแว่นผลิก

1.1 เทคโนโลยีของเครื่องจักรที่จะรองรับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นวงกลมที่ใหญ่ขึ้น(ขนาด 8")

1.2 เทคโนโลยีทางด้านใบมีดสำหรับการตัดแว่นผลึกซึ่งสามารถตัดได้กับขนาด saw street ที่มีขนาดเล็กถึง 0.002"

1.3 เทคโนโลยีทางด้านความเร็วที่จะเพิ่มขึ้น โดยใช้แสงเลเซอร์

2. ขั้นตอนการติดผลึกบนกรอบขา

2.1 เทคโนโลยีสำหรับตรวจผลึกดีและเสียก่อนนำไปติดบนกรอบขาที่เรียกว่า Wafer Mapping Technology

2.2 เทคโนโลยีการอบกาวให้เร็วขึ้น (Epoxy Fast Cure Technology)

3. ขั้นตอนการต่อลวดกับชิ้นผลึก

3.1 เทคโนโลยีทางด้านความเร็วที่จะเพิ่มขึ้น

3.2 เทคโนโลยีที่เชื่อมขาทีเดียวพร้อมกัน (Tab Bonding Technology)

3.3 เทคโนโลยีทางด้านการเช็คคุณภาพ (Bond-ability Check)

4. ขั้นตอนการชุบตะกั่ว

4.1 เทคโนโลยีการชุบตะกั่วแบบ Solder Plating

5. ขั้นตอนการพิมพ์เบอร์

5.1 เทคโนโลยีการพิมพ์เบอร์ครั้งละหลายอันพร้อมกัน (strip mark)

5.2 เทคโนโลยีของการใช้เลเซอร์พิมพ์เบอร์

เทคโนโลยีที่กล่าวถึงทั้งหมดเป็นเทคโนโลยีที่คาดว่าจะมีการพัฒนาขึ้นในอนาคต ซึ่งนำมาใช้ในประเทศไทย บางเทคโนโลยีก็มีการใช้บ้างแล้วในต่างประเทศ ในส่วนของประเทศไทย โอกาสที่เทคโนโลยีเหล่านี้จะเข้ามานั้น มีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลต่อความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในบ้านเมืองเรา สิ่งที่จะกล่าวต่อไปจะเป็นความคิดเห็นส่วนหนึ่งของผู้มีประสบการณ์(expert opinion) ซึ่งได้คลุกคลีกับอุตสาหกรรมไอซีนี้ในประเทศไทยเป็นเวลานาน

ความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์ในอุตสาหกรรมไอซีของประเทศไทย

การนำเทคโนโลยีชนิดหนึ่งๆมาใช้นั้นย่อมคำนึงถึงสิ่งต่างๆหลายอย่างและการเกิดของเทคโนโลยีแต่ละชนิดก็เช่นเดียวกันขึ้นอยู่กับความยากง่าย ค่าใช้จ่ายและปัจจัยอื่นๆอีกมากมาย ในส่วนของประเทศไทยอุตสาหกรรมไอซีอยู่ในขั้นของกระบวนการประกอบและการทดสอบ บริษัทต่างๆที่ผลิตไอซีในประเทศไทยจะมีบริษัทแม่ที่อยู่ในต่างประเทศ(ยกเว้นบริษัทงานทวีเพียงบริษัทเดียวที่เป็นของคนไทยและไม่มีบริษัทแม่ที่อยู่ในต่างประเทศ) ดังนั้นการนำเทคโนโลยีอย่างใดอย่างหนึ่งมาใช้จะขึ้นอยู่นโยบายบริษัทแม่ส่วนหนึ่ง เทคโนโลยีที่มีใช้กันอยู่ในประเทศไทยมักเป็นเทคโนโลยีที่ได้มีการทดลองใช้แล้วในต่างประเทศแล้วจึงนำเข้ามากล่าวคือ เทคโนโลยีใหม่ๆที่มีการพัฒนาขึ้นมาในโลกจะมีการทดลองใช้กันก่อนในต่างประเทศจากนั้นจึงเลือกเอาชนิดเทคโนโลยีที่บริษัทแม่คิดว่าดีและเหมาะจึงค่อยตัดสินใจนำมาใช้ในเมืองไทย ความคิดเห็นต่อไปนี้มาจากบริษัท 4 บริษัท คือบริษัท AMD ,NS ,AT&T และ CI ผู้ให้ความคิดเห็นนี้เป็นผู้ที่ทำงานและคลุกคลีกับอุตสาหกรรมไอซีเป็นเวลานานมีอายุการทำงานตั้งแต่ 5 ปีจนถึง 13 ปี

- ความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์ในบริษัท NS

จากการสอบถามผู้มีประสบการณ์ในบริษัท NS สามารถสรุปความคิดเห็นเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอนาคตต่อบริษัท NS ในช่วง 5 ปีข้างหน้าได้ดังนี้ ในขั้นตอนการตัดแว่นผลิกเทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาและเกิดขึ้นใน NS ประจำประเทศไทย คือการใช้แสงเลเซอร์ในการตัดทำให้ลดการสูญเสียของผลิกไอซีได้มากพร้อมทั้งความเร็วที่เพิ่มขึ้น ส่วนขนาดแผนวงกลมแว่นผลิกที่ใหญ่ขึ้นเป็น 8 นิ้ว และขนาดของ Saw Street ที่ลดลง แม้จะทำให้ปริมาณแว่นผลิกที่ตัดเพิ่มขึ้นแต่การพัฒนาไอซีในอนาคตจะเน้นที่วงจรในตัวผลิกไอซีเสียมากกว่าคือให้สามารถบรรจุวงจรได้มากขึ้นทำให้ปริสิทธิภาพไอซี 1 ตัวในอนาคตมีค่ามากกว่าไอซี 1 ตัวในปัจจุบัน และเชื่อว่าการใช้แสงเลเซอร์จะมีการพัฒนาประสบความสำเร็จในช่วง 5 ปีข้างหน้า ขั้นตอนการติดผลิกบนกรอบชาในช่วง 5 ปีข้างหน้าคงจะไม่เปลี่ยนแปลงมากยกเว้น Epoxy Fast Cure ซึ่งจะเกิดขึ้นทำให้ลดเวลาการอบกาวให้น้อยลงลดพลังงานความร้อนที่สูญเสียลงไป การที่เทคโนโลยีในการติดชิ้นผลิกบนกรอบชาไม่น่าจะเปลี่ยนไปจากนี้เนื่องจากความเร็วที่เป็นอยู่ในปัจจุบันคือประมาณ 5,000 - 6,000

ชิ้นต่อชั่วโมงนั้นเพียงพอที่รองรับกับขั้นตอนการผลิตอื่นๆและเปอร์เซนต์ของเสียก็ไม่มากคือไม่เกิน 2 % ในขั้นตอนการต่อลวดชิ้นผลิกเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงแล้วคือเทคโนโลยีด้านความเร็วและ bond-ability check ซึ่งเริ่มมีใช้ในเครื่องจักรรุ่น KS 1484 ซึ่งคาดว่าจะนำมาทดแทนเครื่องรุ่น KS 1482 ทั้งหมดในช่วง 5 ปีข้างหน้า เนื่องจากรุ่น 1484 มีการเปลี่ยนจาก Stepping Motor มาเป็น Linear Motor ทำให้สามารถความคุมการเชื่อมได้ดีขึ้นและเร็วขึ้นเสียงเบาทำให้ Reliability สูงขึ้น ส่วนเทคโนโลยีทางด้าน Tab Bonding ยังคงอีกนานที่จะนำมาใช้เนื่องจากคุณภาพของการเชื่อมยังพัฒนามาไม่ดีพอกล่าวให้ง่ายคือแม้จะมีความเร็วมากแต่ของเสียก็มากตามไปด้วย ขั้นตอนการชุบตะกั่วได้มีการใช้ การชุบตะกั่วด้วยไฟฟ้า(Solder Plating)แทนการชุบตะกั่วแบบเดิมแล้วทั้งหมดในต้นปี 1991 ส่วนขั้นตอนการพิมพ์เบอร์ เทคโนโลยีในอนาคตที่พัฒนาและใช้คือการพิมพ์เบอร์ด้วยหมึกครั้งละหลายยูนิต ในปัจจุบันจำนวนหน่วยสูงสุดคือ 4 ชิ้นต่อการพิมพ์1ครั้ง ในอนาคตคาดว่าคงจะประมาณเป็น 8-10 ชิ้นต่อการพิมพ์1ครั้ง ส่วนการพิมพ์ด้วยแสงเลเซอร์ยังมีปัญหาอยู่คือเรื่องผิวของฝาผนิกไอซี การใช้เลเซอร์เหมาะสำหรับฝาผนิกที่มีผิวเรียบใน NS ได้เคยทดลองใช้แล้วและเจอปัญหาการพิมพ์ไม่ชัดเนื่องจากผิวไม่เรียบ

- ความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์ในบริษัท AT&T

ความคิดเห็นของบริษัท AT&T แสดงอยู่ในลักษณะของการให้คะแนนเป็นเปอร์เซนต์ของความเป็นไปได้ ซึ่งได้แสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งเป็นการแสดงถึงความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยการให้คะแนนซึ่งได้จากการคาดคะเนของผู้มีประสบการณ์(Expert Opinion) ในแต่ละแผนกหรือในกระบวนการผลิตในขั้นตอนนั้นๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 แสดงถึงความเป็นไปได้ของการเกิดเทคโนโลยีจากความคิดเห็นของบริษัท AT&T

เทคโนโลยี	เปอร์เซนต์
ขั้นตอนการตัดแว่นผลึก	
- เทคโนโลยีของเครื่องจักรที่สามารถรองรับเส้นผ่าศูนย์กลางแผ่นวงกลมของแว่นผลึกที่มีขนาดใหญ่ขึ้น	20%
- เทคโนโลยีในการตัด saw street ที่มีขนาดเล็กลง	70%
- เทคโนโลยีของความเร็วที่จะเพิ่มขึ้นโดยใช้แสงเลเซอร์	10%
ขั้นตอนการติดชิ้นผลึกบนกรอบขา	
- เทคโนโลยี Wafer Mapping	70%
- เทคโนโลยีการอบกาวให้เร็วขึ้น	30%
ขั้นตอนการต่อลวดกับชิ้นผลึก	
- เทคโนโลยีทางด้านความเร็วที่จะเพิ่มขึ้น	70%
- เทคโนโลยี Tab Bonding	10%
- เทคโนโลยีของการเช็คคุณภาพ	20%
ขั้นตอนการชุบตะกั่ว	
- เทคโนโลยีการชุบตะกั่วแบบ Solder Plating	80%
ขั้นตอนการพิมพ์เบอร์	
- เทคโนโลยีในการพิมพ์เบอร์ครั้งละหลายหน่วย	70%
- เทคโนโลยีทางด้านความเร็วที่จะเพิ่มขึ้นโดยใช้แสงเลเซอร์	20%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตัวเลขเปอร์เซนต์ในตารางที่ 4.1 จะมีคะแนนเต็ม 100% ในแต่ละขั้นตอน คะแนนของเทคโนโลยีใดมีค่ามากแสดงว่าโอกาสที่จะเกิดเทคโนโลยีนั้นๆในขั้นตอนนั้นมีค่อนข้างสูง ในทางตรงกันข้ามถ้ามีคะแนนน้อยแสดงว่าโอกาสที่จะเกิดน้อย ในบางขั้นตอนคะแนนที่ขาดหายไปไม่เต็ม 100% แสดงว่าคะแนนที่หายไปคือโอกาสที่จะไม่เกิดเทคโนโลยีใดๆเลย ในตารางที่ 4.1 นั้นเป็นการคาดคะเนจากผู้มีประสบการณ์ในแผนกหรือขั้นตอนการผลิตนั้นๆซึ่งเป็นการคาดคะเนในช่วงเวลา 5-10 ปีข้างหน้าเท่านั้น

- ความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์ในบริษัท AMD

ในขั้นตอนการตัดแว่นผลิกเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในช่วง 5 ปีข้างหน้าคือขนาดแผ่นวงกลมที่มีขนาดใหญ่ขึ้น คือ 8 นิ้ว ส่วนเทคโนโลยีของ Saw Street ไม่น่าเล็กกว่า 0.003 " เพราะการพัฒนาจะเน้นไปที่ตัววงจรไอซีในผลิกไอซีมากกว่า คือสามารถบรรจุวงจรได้มากขึ้นในผลิกไอซีชิ้นหนึ่งส่วนเรื่องของการใช้เลเซอร์ไม่คิดว่าจะประสบความสำเร็จในช่วงระยะเวลา 5 ปีข้างหน้า ขั้นตอนการติดผลิกบนกรอบขานั้นทางบริษัท AMD ได้เริ่มมีการใช้เทคโนโลยีของ Wafer Mapping แล้วคือเริ่มใช้ตั้งแต่ปี 1990 และ Epoxy Fast Cure ก็ได้ใช้แล้วพร้อมกัน ดังนั้นใน 5 ปีข้างหน้าคงจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปมากกว่านี้ส่วนขั้นตอนการเชื่อมลวดนั้นก็ได้มีใช้เทคโนโลยีใหม่แล้วคือทั้งสายการผลิตของขั้นตอนนี้ได้นำเครื่อง KS 1484 มาใช้แล้วทั้งหมด ซึ่งมีเทคโนโลยีทางด้านความเร็วที่เพิ่มขึ้นและยังได้มีการทดลองใช้เครื่อง KS 1484 XQ อยู่ 1 เครื่องซึ่งรุ่นนี้จะมีความเร็วมากกว่ารุ่น 1484 สิบเปอร์เซนต์ เวลานี้ยังไม่ทราบผลว่าเป็นอย่างไรเนื่องจากเพิ่งนำมาทดลองใช้ต้นปี 1991 ส่วน Tab Bonding ไม่น่าจะเกิดขึ้นในเมืองไทยเพราะเทคโนโลยีชนิดนี้เหมาะสำหรับการผลิตครั้งละมากๆและคุณภาพยังไม่ดี ในส่วนขั้นตอนการผลิตหลังๆได้มีการเปลี่ยนมากมายแล้วคือ การ mold ปรกติได้เปลี่ยนเป็น auto mold คือการ load ด้วยเครื่องแทนการ load ด้วยคน การชุบตะกั่วก็เป็นการชุบตะกั่วด้วยไฟฟ้าทั้งหมด (Solder Plating) เนื่องจาก บริษัท AMD สามารถ mold ฝาผนิกไอซีให้มีผิวเรียบได้ดีทำให้มีการใช้เลเซอร์พิมพ์เบอร์ซึ่งการใช้เทคโนโลยีชนิดนี้มีความเร็วในการพิมพ์เป็น 10 เท่าของการพิมพ์เบอร์ด้วยหมึกโดยสรุปของสายการผลิตขั้นตอนหลังใน 5 ปีข้างหน้า จะมีการใช้ auto mold แทนการ mold ธรรมดา มีการชุบตะกั่วด้วยไฟฟ้า และการพิมพ์เบอร์ด้วยแสงเลเซอร์

- ความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์ในบริษัท CI

เนื่องจากบริษัทCI เป็นบริษัทของคนไทยและเป็นบริษัทรับประกอบไอซีไม่มีโรงงานผลิตหรือออกแบบผลิกไอซีเอง กล่าวคือเป็นบริษัทรับเหมาช่วง(Subcontractor) ดังนั้นเทคโนโลยีที่นำมาใช้จึงขึ้นอยู่กับชนิดของไอซีที่ลูกค้าต้องการให้ทำ ความยากที่จะกำหนดเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้จึงต่างจากบริษัทอื่นที่มีบริษัทแม่อยู่ต่างประเทศ เทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในช่วง 5 ปีข้างหน้าของบริษัทนี้จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์ที่ทำงานอยู่ในบริษัทสามารถสรุปได้ดังนี้ ในขั้นตอนการตัดผลิกไอซีคงจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากที่เป็นอยู่เนื่องจากไอซีที่รับมาประกอบบางครั้งก็ตัดมาเรียบร้อยแล้วและไอซีส่วนใหญ่ก็ได้มีลักษณะการพัฒนาในตัววงจรของผลิกไอซีจึงไม่มีความสำคัญที่จะเปลี่ยนแปลงขนาดแผ่นวงกลมไอซีหรือขนาด saw street ในขั้นตอนการติดผลิกบนกรอบชาคงไม่มีการเปลี่ยนในอีก 5 ปีข้างหน้ายกเว้นเรื่องการอบกาวซึ่งได้มีการเริ่มใช้ Epoxy Fast Cure แล้ว ในขั้นตอนการต่อลวดกับชิ้นผลิกเริ่มมีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆแล้วคือความเร็วการเชื่อมเพิ่มขึ้นและมี bond-ability check คือมีการใช้เครื่องรุ่น KS 1484 บ้างแล้วในอีก 5 ปีข้างหน้าคงจะมีการเปลี่ยนทั้งหมด ที่กล่าวมาเป็นสายการผลิตต้น ส่วนสายการผลิตหลังนั้นแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยยกเว้นการชุบตะกั่วซึ่งมีการเปลี่ยนจากการชุบธรรมดาเป็นการชุบด้วยไฟฟ้า สาเหตุที่สายการผลิตหลังไม่เปลี่ยนเนื่องจากปัจจุบันสามารถทำการผลิตรองรับสายการผลิตต้นโดยไม่มีเกิดกรณีคอขวดและเปอร์เซนต์ของเสียก็ไม่มาก

<u>สรุปเทคโนโลยี</u>

จากการสอบถามความคิดเห็นของบริษัททั้ง 4 สามารถสรุปเทคโนโลยีในอนาคตโดยยืนอยู่บนพื้นฐานของความคิดเห็นจากผู้มีประสบการณ์จากบริษัททั้ง 4 ซึ่งความเป็นจริงอาจจะคลาดเคลื่อนไปกว่านี้ได้เพราะเป็นความคิดเห็นจาก 4 บริษัทไม่ใช่ทั้งหมด เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในอนาคตในเมืองไทยค่อนข้างแน่นอนคือเทคโนโลยีทางด้านความเร็วของการเชื่อมและ การตรวจเช็คคุณภาพเอง ในขั้นตอนการเชื่อมลวด และเทคโนโลยีการชุบตะกั่วด้วยไฟฟ้า เพราะว่าความคิดเห็นทั้ง 4 บริษัทเห็นพ้องตรงกันหมด ในส่วนขั้นตอนการตัดผลิกโอกาสที่เทคโนโลยีแต่ละชนิดที่จะเข้ามาในประเทศไทยนั้นไม่สามารถสรุปได้

จากความคิดเห็นของทั้ง 4 บริษัทคือมีความเป็นไปได้เท่าๆกันที่ทั้ง 3 เทคโนโลยีสามารถเข้ามาในประเทศไทย ในขั้นตอนการติดผลิกบนกรอบขา เทคโนโลยีเกี่ยวกับ Wafer Mapping มีโอกาสเข้ามาได้มากโดยดูจากความคิดเห็นจากบริษัท AMD และ AT&T มีความคิดเห็นที่เหมือนกันว่าจะเข้ามาโดยที่บริษัท AMD ได้นำเข้ามาใช้แล้ว ส่วนในขั้นตอนการพิมพ์เบอร์นั้นถ้าวิเคราะห์โดยอิงพื้นฐานจำนวนบริษัทที่ให้ความคิดเห็นเหมือนกันสามารถกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีการพิมพ์เบอร์ครั้งละหลายอัน (strip mark) จะมีโอกาสมากกว่าการพิมพ์เบอร์ด้วยแสงเลเซอร์ เทคโนโลยีทั้งหมดสามารถเขียนสรุปดังในตารางที่ 4.2 ซึ่งแสดงถึงจำนวนบริษัทที่เห็นว่าจะเกิดขึ้น

ตารางที่ 4.2 แสดงถึงจำนวนบริษัทที่เห็นด้วยต่อการเกิดขึ้นของเทคโนโลยีแต่ละชนิดในอนาคต

เทคโนโลยี	จำนวนบริษัท
ขั้นตอนการตัดแว่นผลิก	
- เทคโนโลยีของเครื่องจักรที่สามารถรองรับเส้นผ่าศูนย์กลางแผ่นวงกลมของแว่นผลิกที่มีขนาดใหญ่ขึ้น	1
- เทคโนโลยีในการตัด saw street ที่มีขนาดเล็กลง	1
- เทคโนโลยีของความเร็วที่จะเพิ่มขึ้นโดยใช้แสงเลเซอร์	1
ขั้นตอนการติดชิ้นผลิกบนกรอบขา	
- เทคโนโลยี Wafer Mapping	2
- เทคโนโลยีการอบกาวให้เร็วขึ้น	3
ขั้นตอนการต่อลวดกับชิ้นผลิก	
- เทคโนโลยีทางด้านความเร็วที่จะเพิ่มขึ้น	4
- เทคโนโลยี Tab Bonding	-
- เทคโนโลยีของการเช็คคุณภาพ	4

ตารางที่ 4.2 แสดงถึงจำนวนบริษัทที่เห็นด้วยต่อการเกิดขึ้นของเทคโนโลยีแต่ละชนิดในอนาคต

เทคโนโลยี	จำนวนบริษัท
ขั้นตอนการชุบตะกั่ว	
- เทคโนโลยีการชุบตะกั่วแบบ Solder Plating	4
ขั้นตอนการพิมพ์เบอร์	
- เทคโนโลยีในการพิมพ์เบอร์ครั้งละหลายหน่วย	3
- เทคโนโลยีทางด้านความเร็วที่จะเพิ่มขึ้นโดยใช้แสงเลเซอร์	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย