

ภาคผนวกที่ 1

จาก *Chip* ถึง *ชิ้นส่วนอุปกรณ์*:  
กระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและความปลอดภัย  
ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

จาก *Chip* ถึง *ชิ้นส่วนอุปกรณ์* :  
กระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและความปลอดภัย  
ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์<sup>1</sup>

กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนทำการผลิตในหลายประเทศ ในที่นี้จะอธิบายโดยสังเขปเพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะของกระบวนการทำงาน ชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

คำว่า *อิเล็กทรอนิกส์* ในที่นี้จะเกี่ยวข้องกับการควบคุมกระแสไฟฟ้าในปริมาณน้อยมากที่ต้องมีการควบคุมอย่างเที่ยงตรงทั้งในแง่ของความเสถียรภาพ ความเร็ว ความน่าเชื่อถือและวางใจได้ ด้วยเหตุที่การควบคุมกระแสไฟฟ้าขึ้นกับปัจจัยเหล่านี้ จึงมีเงื่อนไขสำคัญในการผลิตอุปกรณ์และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้คือ

ประการแรก กรรมวิธีในการเปลี่ยนวัตถุดิบ ซึ่งได้แก่ ซิลิกอน แก๊ส และโลหะ ให้เป็นสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) หรือชิป (Chip)<sup>2</sup> กรรมวิธีดังกล่าวต้องผ่านกระบวนการทางเคมี

<sup>1</sup> เรียบเรียงจาก

- 1) Leng ( ed. ) ( 1994 ). *Behind the Chip* .Kuala Lumpur : Vinlin Press.
- 2) Third World Network ( 1988 ). *Modern Science in Crisis* . Penang:Jutaprint.
- 3) ยงชัย เจิดอำไพ ( 2531 ). *คอมพิวเตอร์ : ความหวังหรือหายนะ?* กรุงเทพฯ : อักษรสาส์น.
- 4) พระไพศาล วิสาโลและสมควร ใฝ่งามดี ( 2533 ). *วิพากษ์คอมพิวเตอร์ เทวรูปแห่งยุคสมัย* . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มูลนิธิโกมลคีมทอง.

<sup>2</sup> ในที่นี้คือ ซิลิกอนชิป ( Silicon Chip ) ชื่อเรียกชิ้นส่วนขนาดเล็กของวัสดุที่สร้างจากซิลิกอนซึ่งบรรจุอุปกรณ์และวงจรรวมไว้อย่างสมบูรณ์ Chip เป็นผลจากการพยายามสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และโซลิตสเทท ( เช่น ทรานซิสเตอร์ ) จำนวนมากให้รวมอยู่ในวัสดุชิ้นเดียวกัน ในช่วงทศวรรษ 1960 ( 2503-2513 ) คนทั่วไปได้ยินเรื่องการย่อส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้เล็กลงได้อย่างน่าอัศจรรย์ครั้งแรกที่ซานตาคลารา แคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นที่ตั้งของอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ จุดกำเนิดการปฏิวัติเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจโลก คำว่า *Silicon Valley* เดิมเป็นคำแสลงที่ใช้กันภายใน จนถึง พ.ศ. 2514 จึงใช้กันแพร่หลายทั่วไป

**ประการที่สอง** เนื่องจากชิ้นส่วนอุปกรณ์มีขนาดเล็ก และมีการออกแบบที่ละเอียดซับซ้อน จำเป็นต้องมีการควบคุมอย่างรัดกุมมาก วัสดุที่ใช้ต้องมีความบริสุทธิ์และมีองค์ประกอบที่แน่นอน เพื่อให้กระบวนการผลิตและวัสดุไม่เกิดการปนเปื้อนใด ๆ

**ประการที่สาม** การผลิตอุปกรณ์ต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่สะอาด และได้รับการควบคุมสภาพแวดล้อมที่จะป้องกันมิให้เกิดการปนเปื้อนได้แก่ ห้องปราศจากฝุ่น (Clean Room) ระบบระบายอากาศ และระบบกรองอากาศ เป็นต้น กระบวนการผลิตบางขั้นตอนใช้อุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีทันสมัย ราคาแพง และควบคุมการผลิตอย่างละเอียด โรงงานผลิตบางแห่งได้ออกแบบเป็นพิเศษ พนักงานต้องใส่ชุดทำงานที่ปราศจากฝุ่น และมีข้อห้ามที่เคร่งครัดสำหรับผู้ปฏิบัติงาน เช่น ห้ามแต่งหน้าด้วยแป้งหรือเครื่องสำอาง เพราะการผลิตต้องไม่มีฝุ่นหรือสิ่งสกปรกเข้าไปเจือปน

**ประการสุดท้าย** อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้องมีความน่าเชื่อถืออย่างสูง เพื่อมิให้เกิดความผิดพลาดขึ้นกับระบบที่ควบคุมด้วยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ ยกตัวอย่างเช่น หากมีความผิดพลาดขึ้นกับระบบอิเล็กทรอนิกส์บนเครื่องบินเจ็ทที่บินด้วยความเร็วเหนือเสียงในระดับความสูง 40,000 ฟุต จากพื้นดิน ผลก็คือความหายนะ

ด้วยเหตุนี้เอง กระบวนการผลิตจึงต้องอยู่ภายใต้การควบคุมที่เข้มงวด หรืออีกนัยหนึ่ง ลักษณะและวิธีการทำงานได้ถูกกำหนดไว้อย่างรัดกุม คนงานต้องทำตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด และเพื่อรับประกันความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ จะต้องมีการทดสอบอย่างหนักทั้งในทางเคมีและไฟฟ้า เงื่อนไขเหล่านี้มีความสำคัญต่อการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวัน

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จัดแบ่งได้หลายลักษณะ เช่นอาจแบ่งตามระดับของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตออกเป็นอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ เพื่อสะดวกในการทำความเข้าใจ ได้แบ่งตามลักษณะของกระบวนการผลิตออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้คือ

- 1) การสร้างวงจรรวมหรือไอซี ( Integrated Circuits Fabrication )<sup>3</sup>
- 2) การประกอบวงจรรวม ( Integrated Circuits Assembly )
- 3) การสร้างแผงวงจรไฟฟ้า ( Printed Circuit Board Fabrication )
- 4) การประกอบแผงวงจรไฟฟ้า ( Printed Circuit Board Assembly )

<sup>3</sup> วงจรรวมคือวงจรของสารกึ่งตัวนำที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากในชิ้นเดียว การประดิษฐ์วงจรรวม บางครั้งใช้คำว่า Semiconductor Wafer Fabrication หรือ Silicon-chip Fabrication

#### 5) การประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ให้เป็นผลิตภัณฑ์ ( End-product Assembly )

กระบวนการทั้งหมดนี้จะกระจายออกไปทั่วโลกตามการแบ่งงานกันทำระหว่างประเทศ จะเห็นว่า อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า เช่น โทรทัศน์ วิทยุ คอมพิวเตอร์ มาจากหลายประเทศ บางประเทศอาจมีการดำเนินการผลิตทั้ง 5 กลุ่ม โดยมีบริษัทผู้ประกอบการต่างกันไป การแบ่งการผลิต ออกเป็นส่วนย่อย ๆ นี้เป็นลักษณะที่โดดเด่นของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ บริษัทผู้ผลิตในประเทศ ต่าง ๆ อาจเรียกชื่อขั้นตอนการทำงานและสภาพแวดล้อมในการผลิตไม่เหมือนกัน อย่างไรก็ตาม มี ลักษณะคล้ายคลึงกับ 5 กลุ่มดังกล่าวข้างต้น โรงงานอิเล็กทรอนิกส์ในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ ก็เช่นเดียวกัน

Steve Cheong (1994) อธิบายภาพสังเขปของกระบวนการผลิต 5 ขั้นตอน เพื่อชี้ให้เห็นว่า ผู้ปฏิบัติงานในสายพานการผลิตต้องสัมผัสอันตรายที่อาจมีผลต่อสุขภาพอย่างไร ขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้ มีการดำเนินการในประเทศไทย และในโรงงานหลายแห่งที่นิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ ( ยก เว้นขั้นตอนการสร้างวงจรรวม )

#### 1) การสร้างวงจรรวม

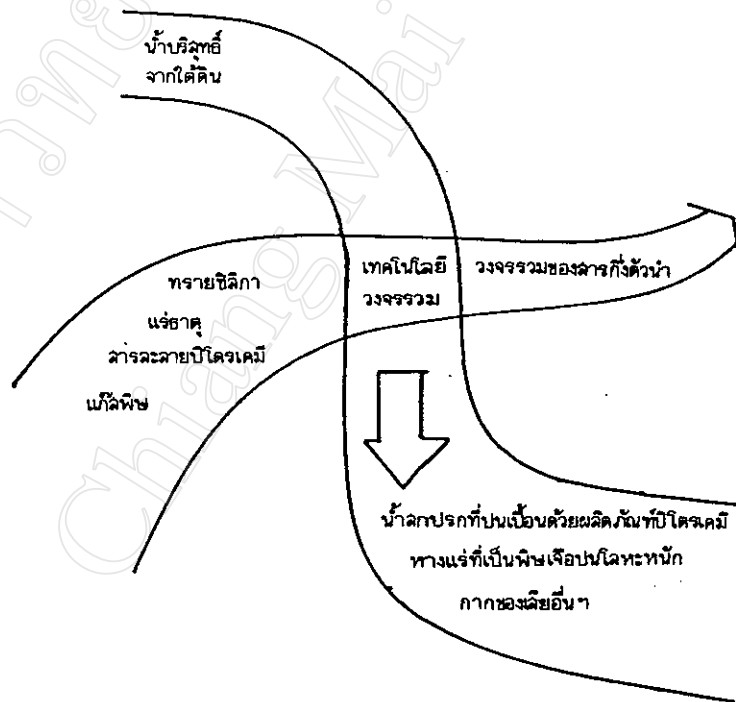
กว่าจะมาเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานอยู่ในชีวิตประจำวัน ต้องผ่านกระบวนการที่ ซับซ้อนและยาวนาน เริ่มจากการสร้างผลึกสารกึ่งตัวนำ ( Semiconductor Ingots ) ด้วยกระบวนการทางเคมี โดยทั่วไป ผลึกจะมีลักษณะเป็นทรงกระบอกยาว 1-2 ฟุต การควบคุมกระบวนการสร้าง ผลึก จะต้องเติมสารเจือปน ( Dopants ) และแก๊สเข้าไป แท่งผลึกสารกึ่งตัวนำซึ่งมีความบริสุทธิ์กว่า วัตถุดิบขั้นต้น (  $SiO_2$  ) จะถูกผ่านเป็นแผ่นบาง ๆ โดยใช้เครื่องตัดเลเซอร์ แต่ละแผ่นเรียกว่า เวเฟอร์ ( Wafer ) ซึ่งประกอบด้วยชิปหลายร้อยชิ้น การออกแบบและการผลิตชิปเป็นกระบวนการที่ใช้เวลา และต้องทำที่ละขั้นตอนเหมือนกับการผ่าตัดเล็กในห้องผ่าตัดที่มีการฆ่าเชื้ออย่างดี <sup>4</sup>

<sup>4</sup> ในกระบวนการสร้างวงจรรวมหรือชิป ถ้าฝุ่นไปติดกับชิป ก็จะทำให้ชิปใช้การไม่ได้ ดังนั้น ระดับฝุ่น ในโรงงานจะให้น้อยเป็น 100 เท่า ของระดับฝุ่นภายในโรงพยาบาลทันสมัย โรงงาน IC ที่ผลิต VLSI อากาศต้องมีความบริสุทธิ์ในระดับที่ว่า อากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร จะต้องมิฝุ่นละอองหรือจุลินทรีย์ขนาด 0.5 ไมครอน ได้ไม่เกิน 100 ละออง ( เรียกว่า Class 100 ) ส่วนในยุค ULSI ต่อจากนี้ไปต้องใช้ห้องที่ สะอาดแบบ Super Clean Room ซึ่งจะมีฝุ่นละอองหรือจุลินทรีย์ขนาด 0.05 ไมครอน น้อยกว่า 1 ละออง ( เรียกว่า Class 1 )

เวเฟอร์ จะถูกนำไปผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อให้ผิวมีความสะอาดและเรียบ โดยใช้กรด และสารทำละลาย จากนั้น เวเฟอร์ จะถูกเคลือบด้วยซิลิกอนออกไซด์ให้เป็นชั้นบางบนผิวหน้าโดยใช้ แก๊สและซิลเลน ( Silanes ) ซึ่งเป็นสารเคมีอันตรายอยู่ในรูปของแก๊ส

เมื่อเตรียม เวเฟอร์ ที่ใช้สำหรับการสร้างวงจรรวมที่ต้องการแล้ว จะเป็นกระบวนการโฟโต มาสกกิ่ง ( Photomasking ) ซึ่งคือ การพิมพ์วงจรไฟฟ้าที่ออกแบบไว้ ลงบนแผ่นฟิล์มด้วยแสงอุลตราไวโอเล็ต ลวดลายของวงจรรวมจะพิมพ์ลงบนเวเฟอร์เหมือนกับการถ่ายภาพทั่ว ๆ ไป จากนั้นจะเป็น กระบวนการ เอทซิ่ง ( Etching ) เพื่อนำส่วนที่ไม่ต้องการออกไป

กระบวนการเหล่านี้ใช้สารเคมีหลายชนิด ได้แก่ สารทำละลายเพื่อใช้ทำความสะอาด กรดและด่างสำหรับการเอทซิ่ง น้ำยาไวแสงสำหรับเคลือบลงบนแผ่นเวเฟอร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้แก๊สและสารเจือปนเป็นส่วนประกอบในการพิมพ์วงจรลงบนเวเฟอร์เพื่อทำให้เกิดการนำไฟฟ้า จะเห็นว่า กระบวนการเหล่านี้มีลักษณะที่เป็นพิษ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการผลิตโดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติอย่าง กว้างขวางแล้วก็ตาม



แผนภาพ การไหลเวียนของเสียในการผลิตสารกึ่งตัวนำ

ที่มา : Tsuchida 1985 p.30

จากแผนภาพ ก. กระบวนการผลิตวงจรรวม ต้องใช้น้ำบริสุทธิ์และอากาศที่สะอาดมาก ๆ นอกจากนี้ ยังต้องใช้ทรายซิลิกาจำนวนมาก รวมถึงโลหะหายาก และธาตุชนิดต่าง ๆ เช่น ทองคำ แพลตตินัม เงิน แคดเมียม เป็นต้น วงจรรวมประเภท Large-scale (LSI) และ Very Large-scale (VLSI)<sup>5</sup> ยังต้องใช้แกเลียม และอาร์เซนิก ตลอดจนสารทำลายจำพวกปิโตรเคมีหลายชนิดและ แก๊สพิษที่เป็นอันตรายถึงชีวิต

## 2) การประกอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำหรือวงจรรวม

กรรมวิธีนี้เป็นกระบวนการผลิตประเภทหนึ่งที่มีการดำเนินการในประเทศไทย เริ่มด้วยการตัดเวเฟอร์ ให้ได้ขนาดที่ถูกต้องและประกอบลงไปบนอุปกรณ์

เวเฟอร์ ที่ถูกตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ เรียกว่า ดาย (Die) ซึ่งแต่ละชิ้นจะมีวงจรไฟฟ้าที่สมบูรณ์ในตัวเอง *อันตรายอย่างหนึ่งที่น่าจะเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการนี้ คือ ฝุ่นซิลิกอน* ดาย แต่ละชิ้นจะนำไปประกอบลงบนเฟรมรูปร่างต่าง ๆ สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการนี้คือ ตัวทำลายสำหรับทำความสะอาดและเรซินซึ่งใช้ติด ดาย เข้ากับ เฟรม โดยนำไปเข้าเตาอบ ขั้นตอนนี้เรียกว่า การเชื่อมติด ดาย (Die-attach Bonding)

โดยตัวของ ดาย หรือ เฟรม นั้นไม่สามารถใช้งานได้ หากไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าออก จากเซมิคอนดักเตอร์ ดังนั้น จึงต้องเชื่อม ดาย ด้วยลวดนำไฟฟ้าเพื่อให่วงจรสามารถทำงานได้ กระบวนการนี้เรียกว่า การเชื่อมลวดนำไฟฟ้า (Wire Bonding) สารเคมีหลายชนิดที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมติด (Bonding) และการผนึก (Encapsulation) ซึ่งจะอธิบายในรายละเอียดต่อไป

กระบวนการเชื่อมติด จะเริ่มจากการเชื่อมติด ดาย โดยใช้เรซินที่ผสมเรียบร้อยแล้ว ในบางกรณีจะใช้เรซินประเภท Epoxy ชนิดต่าง ๆ<sup>6</sup> โดยทั่วไป จะนำเอา Filler หรือเรซินแท้ ๆ มาผสมกับ สารเคมีที่มีความกระด้างมากกว่า การผสมสารเคมีจะนิยมใช้เครื่องจักร แต่การนำสารเคมีมาผสมและ

<sup>5</sup> LSI เป็นศัพท์ที่ใช้เรียกวงจรรวมที่บรรจุ Logic Gate และทรานซิสเตอร์ตั้งแต่ 500 ถึง 20,000 ตัว มีหน่วยความจำ 1,000 - 64,000 บิต ส่วน VLSI เป็นวงจรรวมที่บรรจุ Logic Gate และทรานซิสเตอร์มากกว่า 20,000 ตัว และมีหน่วยความจำมากกว่า 64,000 บิต

<sup>6</sup> เรซินมีหลายประเภท เช่น Pinewood Resin ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า Colophony ใช้สำหรับเชื่อมโลหะ ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ไอระเหยของ Colophony นี้ มีส่วนประกอบของ Resin Acid Aldehyde และ Adietic Acid เมื่อสูดหายใจเข้าไปจะเกิดอาการท้อปติดได้

กระบวนการทำความสะอาดจะใช้มือ และทันทีที่ติด ด้าย เข้าไป ก็จะเป็นกระบวนการเชื่อมลวดนำไฟฟ้า

โดยทั่วไป ลวดนำไฟฟ้าจะใช้ลวดทองคำเพราะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ยอดเยี่ยม ลวดทองคำจะต่อระหว่าง เฟรม กับ ด้าย ด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติโดยใช้คนควบคุม แต่ปัจจุบันหันมาควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งมีความเที่ยงตรงและมีความเร็วสูง

การเชื่อมลวดทองคำมีหลายวิธี เช่น การใช้แรงดันความร้อน ( Thermal Compression ) และการเชื่อมด้วยคลื่นเหนือเสียง ( Ultrasonic Bonding ) วิธีการหลังจะใช้กันแพร่หลาย โดยการใช้คลื่นเสียงที่แรงมากเพื่อต่อลวดทองแดงจาก ด้าย เข้ากับ เฟรม แม้ว่าการเชื่อมติดด้วยมือจะไม่นิยมกันในปัจจุบัน เพราะเป็นงานที่ต้องทำซ้ำซาก แต่ การใช้กล้องจุลทรรศน์ก็ยังจำเป็นต้องนำมาใช้ในการตรวจสอบการเชื่อมติดลวดทองคำ การตรวจสอบโดยใช้คนส่องกล้องจุลทรรศน์เป็นที่นิยมแพร่หลายมากกว่าการตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนการหุ้ม เป็นการฉีก ด้าย เพื่อป้องกันความเสียหายและสิ่งปนเปื้อน วิธีการหนึ่งของการหุ้มคือการฉีดพ่นเรซินประเภท Epoxy ลงไปบน ด้าย อีกวิธีการหนึ่งคือการใช้เรซินประเภทพลาสติกทำเป็นแม่พิมพ์โดยผ่านเครื่องโม่ดิ่ง ( Molding )<sup>7</sup> วิธีการทั้งหมดนี้ทำด้วยระบบอัตโนมัติโดยทั่วไป ผู้ทำงานในขั้นตอนนี้จะไม่สัมผัสกับสารเคมี แต่ ขั้นตอนการทำงานกับเรซินประเภท Epoxy และ ฟูม ( Fume ) ที่เกิดจากการทำความสะอาดในกระบวนการทำแม่พิมพ์ อาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ทำงานได้

ต่อจากนั้น ผลิตภัณฑ์จะถูกติดป้ายชื่อหรือพิมพ์เครื่องหมายลงบนชิ้นงาน สารเคมีที่ใช้คือ สี ย้อม หมึก และตัวทำละลายที่ใช้ทำความสะอาด สารเคมีเหล่านี้อาจทำให้เกิดอันตรายกับผู้สัมผัสในระหว่างการทำงานได้

อุปกรณ์ และชิ้นส่วนต่าง ๆ ก็พร้อมที่จะทำการประกอบลงไปบนแผงวงจรไฟฟ้า ( Printed Circuit Board ; PCB บางทีเรียก Printed Work Board ; PWB ) เซมิคอนดักเตอร์หลายชนิดก็จะถูกติดลงไปบนแผงวงจรก่อนนำไปใช้เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์

<sup>7</sup> เพื่อให้ใช้งานได้สะดวกและมีความน่าเชื่อถือสูง IC แบบมาตรฐานจะถูกฝังไว้ในตัวถังที่ทำด้วยพลาสติก ( Dip Mold Package ) ตัวชิปจริง ๆ มีขนาดเพียง 25-100 ตารางมิลลิเมตร หนา 0.2-0.4 มิลลิเมตร หนัก 0.6 กรัม

### 3) การสร้างแผงวงจรไฟฟ้า

มีการใช้สารเคมีจำนวนมากในกระบวนการนี้ และมีหลายขั้นตอนที่ผู้ปฏิบัติงานต้องสัมผัสแผ่นฐานวงจรไฟฟ้าทำมาจากเรซิน<sup>8</sup> วัสดุติบรวมทั้งเรซิน ( พลาสติก ) จะถูกผสมโดยอัตโนมัติตามขนาดที่ต้องการในเครื่องผสม ( Mixer หรือ Reactor ) ที่อุณหภูมิสูง เรซินที่ได้จากการผสมนี้จะทำให้ไฟเบอร์กลาสอิมตัวโดยจุ่มลงไปในอ่างเรซิน ไฟเบอร์กลาสจะถูกอบให้เป็นแผ่นแข็งกลายเป็น เฟลท หรือ บอร์ด และนำไปเคลือบชั้นทองแดง เพื่อทำการโฟโตมาสกิน และ เอทชิง

ในทางเทคนิค เอทชิง คือการนำเอาวัสดุที่ไม่ต้องการออกไปจากผิวของโลหะหรือตัวนำโดยใช้สารเคมีประเภทกรด พิมพ์ลายวงจรไฟฟ้าลงบนบอร์ด โดยการโฟโตมาสกิน และทำให้ชั้นที่เคลือบด้วยทองแดงหลุดออกเหลือแต่วงจรที่เป็นลายทองแดงบนบอร์ด โดยการเอทชิง จากนั้นจะใช้สารทำลายทำความสะอาด เพื่อให้วงจรพิมพ์ถูกต้องและมีคุณภาพ

วิธีที่ทำตรงกันข้ามกับการเอทชิง คือ เฟลทติ้ง ซึ่งเป็นการสร้างชั้นของตัวนำไฟฟ้าลงบนแผงวงจร ขั้นตอนทั่วไปจะทำการเฟลทติ้ง ก่อน แล้วตามด้วยการเอทชิง และทำการเฟลทติ้งอีกครั้งเพื่อป้องกันพื้นผิว

วิธีการทำเฟลทติ้ง ได้แก่ การเคลือบตัวนำไฟฟ้าและการพ่นโลหะในรูปของแก๊สให้ซึมซาบลงบนผิวของแผงวงจร การจุ่มแผงวงจรลงในอ่างสารเคมีและเคลือบโลหะด้วยวิธีการอิเล็กโตรไลซิส การเอทชิง ในที่นี้ รวมถึง การจุ่มบอร์ดลงในอ่างเคมีเพื่อนำส่วนของตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ต้องการออกไป ปัจจุบันโรงงานหลายแห่งใช้ระบบอัตโนมัติ แต่อันตรายจากอุบัติเหตุ ไอร์ระเหย และสารเคมีต่อผู้ทำงานยังคงมีอยู่

<sup>8</sup> มีการใช้วัสดุอื่น นอกเหนือจากเรซินด้วย เช่น ในโรงงานผลิตแผ่นฐานวงจรไฟฟ้า ( Substrate ) แห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ ใช้ อลูมินา-เซรามิกส์ มาเป็นวัสดุ และเรียกชื่อว่า Alumina Ceramics Substrate



#### 4) การประกอบแผงวงจรไฟฟ้า

กระบวนการนี้ เป็นการเชื่อมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงไปยังแผงวงจรไฟฟ้า เป็นการผลิตที่พบเห็นได้ทั่วไปในประเทศไทยรวมทั้งในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ อันตรายที่อาจเกิดขึ้นและคนงานต้องเผชิญ คือ การทำความสะอาดแผงวงจรและเครื่องมือยึดจับชิ้นงาน ( Attachment Jigs )<sup>9</sup> ก่อนที่จะทำการติดตั้งงาน ( Mounting ) จะต้องทำความสะอาดแผงวงจรไฟฟ้าโดยใช้สารเคมีประเภท กรด ต่าง สารทำละลายอินทรีย์ ปัจจุบัน มีการนำระบบทำความสะอาดแบบอัลตราโซนิคมาใช้แทนสารเคมีบางชนิด แต่ก็ยังมีปัญหาเกี่ยวกับอันตรายแบบใหม่ที่อาจเกิดขึ้น

เมื่อแผงวงจรไฟฟ้าส่งมายังแผนกติดตั้งงาน อุปกรณ์ต่างๆ ก็จะถูกติดตั้งบนแผงวงจรไฟฟ้า การติดตั้งงานจะทำด้วยมือ แต่ปัจจุบันได้เริ่มหันมาใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ อย่างไรก็ตาม กระบวนการติดตั้งงานส่วนใหญ่ ยังจำเป็นต้องใช้มือทำ เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีขนาดรูปร่างที่ซับซ้อนและลักษณะจำเพาะแตกต่างกันไป

หลังจากติดตั้งส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แล้ว จะต้องบัดกรีแผงวงจรไฟฟ้า เชื่อมอุปกรณ์บนแผงวงจรเข้ากับลายวงจรเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแผงวงจรกับอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ หลังจากบัดกรีจะต้องทำการตกแต่ง ( Touching Up ) เพื่อนำเศษตะกั่วที่หลงเหลืออยู่ออกไป และหลังจากนั้นก็เป็นการทำความสะอาดสิ่งปนเปื้อน หลังจากการบัดกรี จะนำแผงวงจรไฟฟ้ามาทดสอบการทำงานของวงจร และทำเครื่องหมายลงบนแผงวงจรโดยใช้หมึก สี สีย้อม และสารทำละลาย

#### 5) การประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์เป็นผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนแรก เริ่มด้วยการทำความสะอาดชิ้นส่วนอุปกรณ์โดยใช้สารเคมีประเภทกรด ต่าง และสารทำละลายชนิดต่าง ๆ การประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์เป็นผลิตภัณฑ์ไม่ค่อยมีการใช้ระบบอัตโนมัติ ผู้ปฏิบัติงานจะประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยมือภายใต้ระบบสายพานลำเลียง

การประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ ต้องใช้เครื่องมือหลายชนิด เช่น ไขควงนิวเมติก ( Pneumatic Screwdriver ) หรือ เครื่องมือยึดจับชิ้นงานด้วยมือ ( Manual Jigs ) การทำงานที่พบเห็นได้ทั่วไปในการประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ คือ การบัดกรี ( Soldering ) โดยเฉพาะการบัดกรีด้วยมือ การประกอบ

<sup>9</sup> Jigs คือเครื่องมือ ส่วนของเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับจับ ตั้ง ตัด ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ Jigs มีชื่อเรียกต่าง ๆ เช่น Holding Jigs, Fixing Jigs, Attachment Jigs, Setting Jigs ในขณะที่ Manual Jigs คือ Jigs ที่ต้องใช้มือของพนักงานถือไว้หรือยึดไว้บนโต๊ะหรือแท่น

ชิ้นส่วนยังต้องใช้กาว ( Adhesives ) ในปริมาณมาก ถึงแม้ว่ามีการใช้ระบบฉีดอัตโนมัติ แต่ก็ยังมีการใช้มือทำงานในขั้นตอนนี้อยู่มาก

*การบัดกรี* เป็นขั้นตอนหนึ่งในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้ทำงานมีโอกาสสัมผัสสารเคมี รูปแบบและวิธีการบัดกรีมีมากมาย หลักการของการบัดกรีคือการหลอมโลหะเพื่อทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าระหว่างเซมิคอนดักเตอร์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ กับแผงวงจร ขั้นแรกสุดคือการใช้สารทำละลายทำความสะอาดเครื่องมือยึดจับชิ้นงานและชิ้นส่วนอุปกรณ์ การทำความสะอาดมีความสำคัญมากต่อคุณภาพของงานบัดกรี

ขั้นต่อไปคือการใช้สารเคมีชนิดหนึ่งเรียกว่า น้ำยาประสาน ( Flux ) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้โลหะเชื่อมติดได้ง่ายขึ้นโดยผ่านการบัดกรี หลังจากบัดกรี จะเห็นน้ำยาประสานเป็นแผ่นฟิล์มสีน้ำตาลหรือเศษเหลือจากการเผาไหม้ติดอยู่กับแผงวงจรหรือเครื่องมือยึดจับชิ้นงาน ดังนั้น จะต้องทำความสะอาดเพื่อเตรียมสำหรับการทำงานในขั้นตอนต่อไป

วิธีการบัดกรีที่นิยมมากที่สุด คือ การบัดกรีด้วยมือ วิธีการนี้ คนงานต้องถือหัวแร้งไว้ในมือหนึ่ง เมื่อหัวแร้งร้อนก็จะนำไปจี้ลวดบัดกรีให้ละลายเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับแผงวงจร ลวดบัดกรีก็จะจับไว้ด้วยมืออีกข้างหนึ่ง วิธีการนี้ คนทำงานจะต้องบัดกรีให้ติดในครั้งเดียว

ลวดบัดกรีจะประกอบด้วยดีบุกและตะกั่ว คนงานส่วนใหญ่จะรู้ถึงอันตรายของพิษตะกั่วจากไอระเหยที่เกิดจากกระบวนการบัดกรีเพราะมองเห็น มีกลิ่น และสังเกตได้ แต่การสัมผัสกับตะกั่วอาจเกิดขึ้นได้หลายทาง เมื่อคนทำงานจับลวดบัดกรีหรือแท่งบัดกรี ตะกั่วปริมาณน้อยอาจติดอยู่ที่มือ หากคนงานไปกินอาหารโดยไม่ล้างมือก็จะเกิดอันตรายขึ้นได้ คนงานที่ไม่ตระหนักถึงอันตรายเมื่อใช้มือกินอาหารหรือขนม ก็จะทำให้ตะกั่ว ( แม้ว่าจะมีปริมาณน้อย ) เข้าไปสะสมในร่างกาย

*วิธีการบัดกรีที่ปลอดภัยที่สุดคือ การจุ่มลงในอ่างตะกั่วโดยใช้มือ ( Manual Dip Solder Bath Method ) โดยคนงานจะใช้เครื่องมือยึดจับแผงวงจรไฟฟ้า และนำไปจุ่มลงในอ่างหรือถังของสารทำละลาย จุ่มลงในอ่างหรือถังของน้ำยาประสาน และจุ่มลงไปในอ่างตะกั่วอีกครั้ง*

บริษัทใหญ่ ๆ ส่วนมากใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการบัดกรี ( Automatic Wave Soldering Machine ) ซึ่งลดการเกิดอันตรายแบบเฉียบพลันแก่คนงาน อย่างไรก็ตาม ไอระเหยจะเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในกระบวนการนี้ เนื่องจากเป็นตะกั่วที่หลอมเหลวเหมือนน้ำ แผงวงจรก็จะผ่านจากอ่างน้ำยาประสานไปที่อ่างตะกั่วเหลว ระบบอัตโนมัตินี้ปลอดภัยกว่าการให้คนงานถือแผงวงจรไปตามอ่างต่าง ๆ และสัมผัสกับสารเคมีหรือไอระเหย จากนั้นแผงวงจรและชิ้นส่วนอุปกรณ์ก็จะนำไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่น ๆ เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

เมื่อประกอบอุปกรณ์เข้าด้วยกันเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้ว จะมีการใช้เครื่องมือวัดเพื่อทดสอบขนาด รูปร่าง การประกอบชิ้นส่วนที่ถูกต้อง และคุณภาพของงานประกอบชิ้นส่วน และการทดสอบสมรรถนะทางไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ต้องการ ผลิตภัณฑ์จะต่อเข้ากับเครื่องมือวัดและแหล่งจ่ายไฟฟ้า เพื่อทดสอบความทนทานของศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า หรือภาระทางไฟฟ้าในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ในแง่ของอายุการใช้งาน ( Life Test ) และความน่าเชื่อถือ หลังจากนั้นจะมีการทำเครื่องหมายและทำความสะอาดเพื่อกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แล้วทำการบรรจุกล่อง ( Packing ) เพื่อส่งไปจำหน่ายให้กับลูกค้า

## ภาคผนวกที่ 2

ชนิดของผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ สารเคมี และโลหะที่ใช้ในกระบวนการผลิต  
ของโรงงานผลิตประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ

ชนิดของผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ สารเคมี และโลหะที่ใช้ในกระบวนการผลิต  
ของโรงงานผลิตประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ	สารเคมีและโลหะที่ใช้ในกระบวนการผลิต
A	รีซีลเตอร์ เกอร์ช ไฮบริด แผ่นขับเสตรท	อะลูมิเนียมออกไซด์ ซิลิกอนเรซิน	อะลูมิเนียมออกไซด์ ไดออกไซด์โพแทสเซียม โพลีไวนิลบิวทิล แคลเซียมคาร์บอเนต ไตรคลอโรเอทิลีน อะซีโตน โทลูอิน เมทานอล เมทิลเอทิลคีโตน ไฮดรอกซีโพรพิล เมทาเซลลูโลส กรดไฮโดรคลอริก โซเดียมไฮดรอกไซด์
B	ไมโครชิป คอยล์	เวเฟอร์ ไอซี ทรานซิสเตอร์ คาปาซิเตอร์ คริสตัล คอยล์ ลวดทองแดง	ไตรคลอโรเอทิลีน ไอโซโพรพานอล อะซีโตน เบนซีน เมทานอล ฟลักซ์ ตะกั่ว
C	ออปติคัลเลนส์ ออปติคัลดีไวซ์	N. A.	N. A.

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ	สารเคมีและโลหะที่ใช้ในกระบวนการผลิต
D	ทรานซิสเตอร์	ซิลิกอนชิป Epoxy Molding Compound	ฟลักซ์ ไอโซโพรพานอล/ออกทิลฟอสเฟต ก๊าซไนโตรเจน ตะกั่ว
E	ควอทซ์คริสตัล คริสตออสซิลเลเตอร์ ดีเลย์ไลน์ แบลงค์	คริสตัล ลัสคา(Lasca)	ตะกั่ว
F	บริดจ์ ไดโอด	ซิลิกอนชิป คอนเนกเตอร์ ลวดตะกั่ว	ไตรคลอโรเอทิลีน ฟลักซ์ ตะกั่ว
G	แมมเบรนสวิช มอเตอร์คอยล์ อิเล็กทรอนิกส์ไวร์ ออปติคัลไฟเบอร์	พียูทีฟิล์ม ไดโอด ลวดแม่เหล็ก เคเบิล รีซิสเตอร์ คอนเนกเตอร์	ไซโครเฮกเซน เอทานอล ทินเนอร์ ไอโซโพรพานอล เมทิลไอโซบิวทิลคีโตน เมทิลเอทิลคีโตน เอทิลอะซิเตท บิวทิลอะซิเตท ไซโคลเฮกเซน ตะกั่ว
H	อิเล็กทรอนิกส์จูนเนอร์	เซรามิคชิป รีซิสแตนทชิป ทรานซิสเตอร์ ไดโอด คอยล์	อะซีโตน ทินเนอร์ ฟลักซ์(น้ำยาประสาน) กาว ไตรคลอโรเอทิลีน ไอโซโพรพานอล เมทานอล

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ	สารเคมีและโลหะที่ใช้ในกระบวนการผลิต
I	ดีซีมอเตอร์	สายไฟ เรซิน	ไอโซโพรพานอล ฟลักซ์(น้ำยาประสาน) Ns clean 100 (C10 H22) ไตรคลอโรเอทิลีน กาวลอกไทท์ (Alkyl - cyanoacrylate และ Polyalkylmethacrylate) ไตรคลอโรไดรฟลูออโรอีเทน
J	ฟิลเตอร์ เคเบิล ทรานฟอร์มเมอร์ พีซีบีเอ Choke Component of Electro- Mechanical Appliances	ลวดทองแดง รีซิสเตอร์ แผ่น PCB คาปาซิเตอร์	ทินเนอร์ เมทิลีนคลอไรด์
K	ดีเลย์ไลน์	แก้ว	ไอโซโพรพานอล ไตรคลอโรเอทิลีน ตะกั่ว ทองแดง โครเมียม

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ	สารเคมีและโลหะที่ใช้ในกระบวนการผลิต
L	ไอซี	เวเฟอร์ สายทองคำ เรซิน เฟรมทองแดง กาวเงิน	ทินเนอร์ กรดไฮโดรคลอริก 15% กรดไฮโดรคลอริก 35% แอมโมเนีย เมทานอล ฟลักซ์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 99% โซเดียมไฮดรอกไซด์ 50% กรดซัลฟูริก 70% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พาทูนา(Pakuna) กรดซัลโฟนิก เฟอริคคลอไรด์
M	ทริกเกอร์คอยล์ ทรานส์ฟอร์มเมอร์	ลวดไฟฟ้า แกนพลาสติก แกนเฟอร์ไรท์ โพลีเอสเตอร์เทป	กาว Epoxy เอทานอล ทินเนอร์ ฟลักซ์(น้ำยาประสาน) ตะกั่ว
N	อิเล็กทรอนิกส์	คอยล์ เฟอร์มิอัลลอยด์ ซีอาร์ที อีเอสเค	เอทานอล ไอโซโพรพานอล ฟลักซ์(น้ำยาประสาน) ทินเนอร์ กาวลอกไทท์ ตะกั่ว
O	หลอดไฟฟ้าขนาดเล็ก ประกอบแผงวงจรและ อุปกรณ์	หลอดแก้ว ไส้หลอด ขาหลอด ฐานหลอด สายไฟ	RF530(HCl, NaCl, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> และ H <sub>2</sub> O) เมทานอล PC-50M(SnSO <sub>4</sub> , Sn และ H <sub>2</sub> SO <sub>2</sub> ) ตะกั่ว



โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ	สารเคมีและโลหะที่ใช้ในกระบวนการผลิต
P	อิเล็กทรอนิกส์	ลวดทองแดง พลาสติก	อะซีโตน เมทานอล ไซลีน ฟลักซ์ กาว ตะกั่ว
Q	ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	ทองแดง	โปตัสเซียมไซยาไนด์ กรดซัลฟูริก กรดเกลือ ซิลเวอร์ไซยาไนด์ TLF-1,800

ที่มา : โครงการจัดทำแผนปฏิบัติการและจัดลำดับความสำคัญการลงทุนเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม  
จังหวัดลำพูน ( มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2538 )

ภาคผนวกที่ 3

แบบสัมภาษณ์คนงาน Life History Matrix และบันทึกความจำเรื่องการเคลื่อนย้าย

## 1) แบบสัมภาษณ์คนงาน

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....  
 เวลาเริ่มสัมภาษณ์.....น. / เวลาสิ้นสุดการสัมภาษณ์ .....น.  
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....  
 ( ) คนงานท้องถิ่น ( ) คนงานย้ายถิ่น

## ก. ข้อมูลส่วนตัว

- 
1. ชื่อคนงานผู้ให้สัมภาษณ์  
 เพศ ( ) 1.ชาย ( ) 2.หญิง
  2. อายุครบกี่ปี ปี
  3. เกิดที่ อำเภอ จังหวัด
  4. ภูมิลำเนาอยู่ที่ อำเภอ จังหวัด
  5. ที่อยู่ปัจจุบัน
  6. (กรณีคนงานย้ายถิ่น) ที่พักขณะทำงาน(ชื่อหอพัก)
  7. ท่านพักอยู่ในหอพักแห่งนี้มานานเท่าใด เดือน
  8. การศึกษาสูงสุดเรียนจบชั้นไหน  
 ( ) 1.ป.1-ป.6 ( ) 2. ม.1-ม.3 ( ) 3. ม.4-ม.6  
 ( ) 4.ประกาศนียบัตร(ปวส.,ปวช.) ( ) 5.ปริญญาตรี  
 ( ) 6. อื่นๆ ระบุ
  9. นับถือศาสนาอะไร  
 ( ) 1.พุทธ ( ) 2.คริสต์ ( ) 3.อิสลาม ( ) 4. อื่นๆ ระบุ
  10. สถานภาพสมรสในปัจจุบัน  
 ( ) 1.โสด  
 ( ) 2.แต่งงาน หรือ มีแฟนอยู่กินด้วยกัน  
 ( ) 3.แต่งงาน หรือ มีแฟนเคยอยู่กินด้วยกันแล้วแยกกันอยู่  
 ( ) 4.หย่าร้าง/เลิกกัน  
 ( ) 5.หม้าย
-

## 11. สมาชิกในครอบครัว

ลำดับที่	อายุ	เพศ	ปัจจุบันอยู่ที่	ทำงานที่
1.		( ) ชาย ( ) หญิง		
2.		( ) ชาย ( ) หญิง		
3.		( ) ชาย ( ) หญิง		
4.		( ) ชาย ( ) หญิง		
5.		( ) ชาย ( ) หญิง		

## 12. (กรณีที่ตั้งงานแล้ว) มีลูกกี่คน

ลูกคนที่	อายุกี่ปี	เพศ	ปัจจุบันอยู่ที่
1		( ) ชาย ( ) หญิง	
2		( ) ชาย ( ) หญิง	
3		( ) ชาย ( ) หญิง	
4		( ) ชาย ( ) หญิง	
5		( ) ชาย ( ) หญิง	

## 13. กรณีที่มีสามี(หรือภรรยา) หรือแฟน มาทำงานด้วยกันหรือไม่

- ( ) มา ทำงานโรงงานไทย (ระบุ)
- ( ) ไม่มา ทำงานที่ไทย (ระบุ)

## การทำงานในอดีตและปัจจุบันในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ

## 14. ปัจจุบันทำงานอยู่ในโรงงานชื่อ

เป็นอุตสาหกรรมประเภทใด(ผู้วิจัยแยกประเภทเอง)

- ( ) 1. ประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
- ( ) 2. ประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ
- ( ) 3. แปรรูปการเกษตร อาหารและยา
- ( ) 4. อื่นๆ ระบุ

## 15. ปัจจุบันทำงานอยู่แผนกอะไร (ระบุ)

เป็นกระบวนการผลิตที่เรียกว่าอะไร (ระบุ)

## 16. ก่อนทำงานแผนกนี้ เคยทำแผนกอะไรมาบ้าง (ระบุ)

## 17. ทำงานในโรงงานปัจจุบันมานานเท่าไร

เดือน

18. เคยทำงานโรงงานแห่งใดบ้างในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ		
ชื่อโรงงาน	มีหน้าที่ทำอะไร	ทำงานได้กี่เดือน
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
ประวัติการทำงานก่อนเข้านิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ		
19. เคยทำงานในไรนา หรือ สวน ก่อนที่จะมาทำงานในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือหรือไม่		
( ) 1. เคย ทำที่ไหน(ระบุ)	( ) 2. ไม่เคย (ให้ข้ามไปทำข้อ 21)	
20. ทำงานในข้อ 19 เป็นเวลากี่ปี		
21. เคยทำงานบริการ งานรับจ้างหรือค้าขายก่อนมาทำงานในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือหรือไม่		
( ) 1. เคย ทำอะไร (ระบุ)	ที่ไหน(ระบุ)	
( ) 2. ไม่เคย (ให้ข้ามไปทำข้อ 23)		
22. รวมเวลาทำงานบริการ งานรับจ้าง หรือค้าขายเป็นเวลากี่ปี		
		ปี
23. เคยทำงานในโรงงานที่อยู่นอกนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือหรือไม่		
( ) 1. เคย ทำอะไร (ระบุ)	ที่ไหน(ระบุ)	
( ) 2. ไม่เคย(ให้ข้ามไปทำข้อ 25)		
24. รวมเวลาทำงานในโรงงานที่อยู่นอกนิคมอุตสาหกรรม)เป็นเวลากี่ปี		
		ปี
ลักษณะการทำงานและสิ่งแวดล้อมที่สัมผัสในโรงงาน		
25. ช่วยบรรยายการทำงานในแต่ละวัน ว่าทำอะไรบ้าง ( น่าอะไรบ้าง มาทำอย่างไร โดยการใช้เวลาทางอย่างไร จนได้ผลงานออกมา เป็นจำนวนเท่าใดต่อวัน)		

26. เป็นงานที่ต้องสัมผัสเกี่ยวข้องกับสิ่งเหล่านี้หรือไม่

- งานที่ซ้ำซากจำเจเป็นเวลานาน 1 ( ) ใช่ 2 ( ) ไม่ใช่  
 งานที่ต้องใช้สายตาตลอดเวลา 2 ( ) ใช่ 2 ( ) ไม่ใช่  
 งานที่ต้องสัมผัสกับสารเคมี เช่น ตะกั่ว ตัวทำละลาย ผุ่น หรือไอ 1 ( ) ใช่ 2 ( ) ไม่ใช่  
 งานที่อยู่กับเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีเสียงดังตลอดเวลา 1 ( ) ใช่ 2 ( ) ไม่ใช่  
 งานที่อยู่กับกลิ่นเหม็น ความร้อน 1 ( ) ใช่ 2 ( ) ไม่ใช่  
 อื่น ๆ

27. ท่านรู้สึกว่าบริเวณที่ท่านทำงานอยู่มีเสียงดัง หรือ กลิ่นเหม็น หรือ ผุ่น ควีน ไอ จากการผลิตที่อาจเป็นอันตรายต่อท่านมากน้อยเพียงใด

- 1 ( ) มาก 2 ( ) ปานกลาง 3 ( ) น้อย 4 ( ) น้อยมาก 5 ( ) ไม่มี

28. จากการทำงานดังกล่าว มีผลต่อท่านอย่างไรบ้าง

- 1 ( ) รู้สึกเวียนหัว ปวดหัว หรือเครียดบ่อยมาก  
 2 ( ) รู้สึกเวียนหัว ปวดหัว หรือเครียด นานๆ ครั้ง  
 3 ( ) ไม่รู้สึกอะไร  
 4 ( ) อื่นๆ เช่น นอนไม่หลับ อ่อนเพลีย ประจำเดือนผิดปกติ

29. ถูกกดดันจากหัวหน้างาน หรือนายจ้างบ่อยหรือไม่

- 1 ( ) บ่อย ( ทุกเดือน หรือ เดือนละหลายครั้ง )  
 2 ( ) บางครั้ง ( 2-4 เดือน )  
 3 ( ) นานๆ ครั้ง ( 5 เดือนขึ้นไป )  
 4 ( ) ไม่เคย

30. ถูกกดดันจากนายจ้างเพราะอะไร (ระบุ)

การสัมผัสสิ่งแวดล้อมทั่วไปนอกงาน(ได้แก่ ในชุมชน ละแวกที่อยู่ ในที่พัก)

31. ที่พักอยู่ใกล้กับแหล่งที่ก่อให้เกิดอันตรายเช่น มีผุ่น ควีน กลิ่น เสียงดัง ขยะ หรือไม่

- ( ) 1. มี ระบุ ( ) 2. ไม่

32. ที่พักอยู่ใกล้กับถนนที่มีการจราจรหนาแน่นหรือไม่

- ( ) 1. ใช่ ห่างจากถนนกี่เมตร เมตร ( ) 2. ไม่

33. ที่พักอยู่ห่างจากนิคมอุตสาหกรรมกี่เมตร เมตร (ผู้วิจัยจะคำนวณจากแผนที่)

34. ท่านคิดว่าที่พักของท่านมีกลิ่น ผุ่น ควีนจากนิคมอุตสาหกรรมมากน้อยเพียงใด

- ( ) มาก ( ) ปานกลาง ( ) น้อย ( ) ไม่มี

35. (กรณีมีรถจักรยานยนต์) เคยได้รับอุบัติเหตุจากการเดินทางไปทำงานหรือไปเที่ยวในเมืองหรือไม่  
 เคย ระบุ  ไม่เคย
36. ส่วนใหญ่เดินทางไปกลับที่ทำงานอย่างไร  
 1. ไปรถส่วนตัว(จักรยานยนต์ รถยนต์)  2. นั่งรถรับจ้าง  
 3. มีรถรับ-ส่งของบริษัท  4. อาศัยรถเพื่อน  
 5. อื่นๆ ระบุ
37. ไปเที่ยวกลางคืน(ดิสโกเธค บาร์ ไนต์คลับ ร้านขายเหล้า ร้านอาหารที่มีนักร้อง) บ่อยหรือไม่  
 1. ทุกวัน  2. สัปดาห์ละ 1-2 วัน  3. เดือนละ 1-2 วัน  ไม่เคยไปเลย
38. บอกชื่อสถานที่ที่ไปเที่ยวกลางคืนบ่อยๆ สัก 2-3 แห่ง
39. (กรณีคนงานขาย) ท่านไปเที่ยวโสเภณีบ้างหรือไม่  ไป  ไม่ไป
- 
- พฤติกรรมสุขภาพและบริโภคนิสัย
40. ในขณะที่ทำงานได้ไข่อุปกรณ์ป้องกันสุขภาพและความปลอดภัยหรือไม่  
 1. ใช่  2. ใช่บ้างไม่ ใช่บ้าง  2. ไม่ใช่
41. เมื่อทำงานเสร็จแล้ว ก่อนรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำ ได้ล้างมือ-หน้าหรือไม่  
 1. ทำทุกครั้ง  2. ทำบางครั้ง  3. ไม่ทำเลย
42. สูบบุหรี่หรือไม่  1. เคยสูบ เป็นเวลานานเท่าไร  2. ไม่สูบ(ข้ามไปข้อ46)  
 ขณะนี้เลิกสูบแล้ว  1. ใช่ เลิกมานานเท่าไร  2. ไม่ใช่
43. ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นประจำหรือไม่  
 1. ใช่ ดื่มมานานเท่าไร  2. ไม่
44. ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์บ่อยเพียงใด  
 1. ทุกวัน  3. สัปดาห์ละ 1-2 วัน  2. เดือนละ 1-2 วัน
45. ดื่มยาชูกำลัง หรือ ยาขยัน ในขณะที่ทำงานหรือไม่  
 1. ใช่ ดื่มมานานเท่าไร  2. ไม่
46. ดื่มยาชูกำลัง หรือ ยาขยัน บ่อยเพียงใด  
 1. ทุกวัน  2. สัปดาห์ละ 2-3 วัน  3. สัปดาห์ละ 4-5 วัน

การเคลื่อนย้ายแรงงาน( ตามเฉพาะคนงานย้ายถิ่น)

47. เหตุผลที่ออกจากบ้านมาทำงานที่นิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ
- ( ) 1. รายได้ดีกว่าที่อื่น ( ) 2. เป็นงานสบาย ไม่เหมือนงานในไร่นา  
 ( ) 3. อยู่บ้านเฉยๆ ไม่รู้จะทำอะไร ( ) 4. มาทำงานหาเงินช่วยเหลือทางบ้าน  
 ( ) 5. อยากทำงานหาประสบการณ์ก่อนไปทำงานอย่างอื่น ( ) 6. ไม่อยากทำงานบ้าน  
 ( ) 7. อยากเจอเพื่อนใหม่ๆ ( ) 8. อยากได้ความก้าวหน้าในอาชีพการงาน  
 ( ) 9. อื่นๆ ระบุ
48. ย้ายมาอย่างไร
- ( ) ย้ายมาคนเดียว ( ) ย้ายมาพร้อมพ่อแม่ ( ) ย้ายตามสามี  
 ( ) ย้ายมากับญาติ ( ) ย้ายมากับเพื่อน ( ) อื่นๆ ระบุ
49. มาทำงานในโรงงานนี้ได้อย่างไร
- ( ) มีตัวแทนบริษัทหรือนายหน้ามาติดต่อ ( ) มาเอง  
 ( ) เพื่อนชวนมา ( ) อื่นๆ ระบุ
50. ท่านกลับไปเยี่ยมบ้านบ่อยเพียงใด
- ( ) 1. ทุกเดือน ( ) 2. 2-3 เดือน/ครั้ง ( ) 3. 4-6 เดือน/ครั้ง  
 ( ) 4. 7-12 เดือน/ครั้ง ( ) 5. ปีละครั้ง
51. ท่านคิดว่าจะทำงานในโรงงานอีกนานเท่าไร ปี
52. หลังจากออกจากโรงงานนี้ ท่านจะไปทำงานที่ไหน
- ( ) กลับไปทำงานบ้านเดิม ( ) หางานทำที่จังหวัดอื่น ( ) อื่นๆ ระบุ

งานกะ งานล่วงเวลา

53. เวลาทำงานในโรงงานของท่านเป็นแบบใด
- ( ) เป็นระบบกะ มี กะ
- |                 |         |         |
|-----------------|---------|---------|
| 1. กะที่ 1 เวลา | ถึงเวลา | พักเวลา |
| 2. กะที่ 2 เวลา | ถึงเวลา | พักเวลา |
| 3. กะที่ 3 เวลา | ถึงเวลา | พักเวลา |
- เปลี่ยนกะอย่างไร
- ( ) ไม่เป็นกะ เวลา ถึงเวลา พักเวลา



54. มีปัญหาจากการทำงานกะอย่างไรบ้าง

ปัญหาสุขภาพ ( ) โรคเบาหวาน ( ) โรคหืด แน่นหน้าอก ( ) โรคกระเพาะ  
 ( ) โรคลมชัก ( ) ถ่ายปัสสาวะผิดปกติ ( ) ปวดเมื่อย อ่อนเพลีย  
 ( ) อื่นๆ

ปัญหาด้านอารมณ์และพฤติกรรม ( ) เครียด หงุดหงิดง่าย ( ) ช่วงขณะทำงาน

ปัญหาอื่นๆ (ระบุ)

55. ท่านทำงานล่วงเวลา (โอ ที) บ่อยเพียงใด

( ) 1-2 วันต่อสัปดาห์ ( ) 3-5 วันต่อสัปดาห์  
 ( ) ทำทุกวัน ( ) ไม่เคยทำ

56. ท่านทำ โอ ที วันละกี่ชั่วโมง ชั่วโมง

57. ในการทำงานล่วงเวลา ท่านคิดว่าต้องเสี่ยงต่ออันตรายอย่างไรบ้าง

สุขภาพ

58. ในระยะ 1 ปีที่ผ่านมา เคยเจ็บป่วยหนักจนต้องหยุดงานหรือไม่ ก็ครั้ง

( ) 1. เคยเจ็บป่วยหนัก 1 ครั้ง ( ) 2. เคยเจ็บป่วยหนักมากกว่า 1 ครั้ง  
 ( ) 3. ไม่เคยเจ็บป่วยหนัก

59. ป่วยหนักครั้งหลังสุดป่วยเป็นอะไร

( ) 1. อุบัติเหตุ ระบุ  
 ( ) 2. โรคอื่นๆ ระบุ

60. ต้องหยุดงานกี่วัน วัน ได้รับค่าจ้างหรือไม่ ( ) ได้ ( ) ไม่ได้

61. ค่ารักษาพยาบาลเท่าไร บาท ใครจ่าย

62. เคยป่วยเล็กๆ น้อยๆ และขอใบรับรองแพทย์จากคลินิก โรงพยาบาล มาเบิกบริษัทหรือไม่

( ) 1. เคย ใบรับรองแพทย์บอกว่าเป็นอะไร  
 ไปหาหมอกี่ครั้ง ครั้ง

( ) 2. ไม่เคย

63. (ถ้าป่วย) ไปหาหมอที่ไหน

## การพักผ่อนหย่อนใจ

64. หลังเลิกงานแต่ละวันท่านพักผ่อนหย่อนใจอย่างไรบ้าง(ควรเป็นกิจกรรมที่ทำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 20 นาที) ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

- |   |         |            |
|---|---------|------------|
| ไม่มี   | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| คุยกับเพื่อนในหอพัก                                       | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| รวมวงดื่มเหล้ากับเพื่อน                                   | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| เล่นกีฬา ระบุ   | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| เดินหรือวิ่งเล่น  | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| เล่นพนัน  | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| ดูโทรทัศน์  | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| ดูภาพยนตร์  | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| ไปเที่ยวงานเทศกาลหรืองานแสดงสินค้าที่จัดขึ้นบ่อยๆ ในลำพูน | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| ไปเที่ยวสวนสาธารณะ  | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |
| อื่นๆ ระบุ  | ( ) ใช่ | ( ) ไม่ใช่ |

## รายได้และภาระทางเศรษฐกิจ

65. รายได้จากการทำงานในโรงงานเฉลี่ยเดือนละ บาท

66. ส่งเงินกลับบ้านบ้างหรือไม่ ( ) ส่ง ( ) ไม่ส่ง

67. (ถ้าส่งเงินกลับบ้าน) ส่งเงินกลับบ้านเฉลี่ยเดือนละ บาท

68. โดยทั่วไป ค่าใช้จ่ายแต่ละเดือนมีอะไรบ้าง เป็นจำนวนเท่าไร

- ค่าเช่าหอพัก
- ค่าอาหาร
- ค่าข้าวของเครื่องใช้ประจำวัน
- ผ่อนรถจักรยานยนต์
- ผ่อนโทรทัศน์
- ผ่อนตู้เย็น
- ผ่อนเครื่องเสียง
- ค่าใช้จ่ายของลูก
- อื่นๆ ( เล่นแชร์)

71. รายได้จากการทำงานเพียงพอสำหรับการใช้จ่ายในแต่ละเดือนหรือไม่ ( ) 1 พอ ( ) 2. ไม่พอ  
ถ้าไม่พอ ทำอย่างไร

## ความก้าวหน้าในอาชีพ

## 72. โรงงานมีสวัสดิการเหล่านี้หรือไม่

มีเงินโบนัสให้เมื่อถึงกำหนด	( ) 1. มี	จำนวน	บาท	( ) 2. ไม่มี
มีค่าล่วงเวลาให้	( ) 1. มี	จำนวน	บาท	( ) 2. ไม่มี
มีที่พักให้หรือเบิกค่าเช่าบ้านได้	( ) 1. มี	จำนวน	บาท	( ) 2. ไม่มี
มีรถรับส่งหรือออกค่าเดินทางให้	( ) 1. มี	จำนวน	บาท	( ) 2. ไม่มี
เลี้ยงหรือเบิกค่าอาหารกลางวันได้	( ) 1. มี	จำนวน	บาท	( ) 2. ไม่มี
ตัดชุดทำงานให้	( ) 1. มี			( ) 2. ไม่มี
ช่วยเหลือค่ารักษาพยาบาล	( ) 1. มี	จำนวน	บาท	( ) 2. ไม่มี
เบี้ยขยัน	( ) 1. มี	จำนวน	บาท	( ) 2. ไม่มี
อื่นๆ (ระบุ)	( ) 1. มี	จำนวน	บาท	( ) 2. ไม่มี
		จำนวน	บาท	

73. ในวันหยุดตามประเพณีได้แก่ วันปีใหม่ วันมาฆบูชา วันจักรี วันพืชมงคล วันฉัตรมงคล วันสงกรานต์ วันแรงงาน วันวิสาขบูชา วันเข้าพรรษา วันออกพรรษา วันเฉลิมพระชนมพรรษา นายจ้างได้จัดให้เป็นวันหยุดงานหรือไม่

- ( ) 1. ได้หยุดบางวัน ( ) 2. ได้หยุดทุกวัน ( ) 3. ไม่ได้หยุด

74. ถ้าได้หยุด ท่านยังคงได้รับค่าจ้างสำหรับวันที่หยุดนั้นหรือไม่

- ( ) 1. ได้ครบเท่าปกติ ( ) 2. ได้บ้างแต่ไม่ครบ ( ) 3. ไม่ได้รับเลย

75. มีโอกาสฝึกงานเพิ่มเติมหรือไม่

- ( ) 1. มี ( ) 2. ไม่มี ( ) 3. ไม่ทราบ

76. มีโอกาสได้เลื่อนระดับการทำงานหรือไม่

- ( ) 1. มี ( ) 2. ไม่มี ( ) 3. ไม่ทราบ

77. รู้สึกว่างานที่ทำอยู่มีความมั่นคงน่าพอใจหรือไม่

- ( ) 1. น่าพอใจ ( ) 2. ไม่น่าพอใจ ( ) 3. ไม่ทราบ



3) แบบบันทึกความจำเป็นการเคลื่อนย้าย

เวลา	จุดสัมผัส / พาหนะ	ระยะทาง	กิจกรรม	สถานที่	จำนวนจุด
01:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
02:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
03:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
04:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
05:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
06:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
07:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
08:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
09:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
10:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
11:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
12:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
01:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
02:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
03:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
04:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
05:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
06:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
07:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
08:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
09:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
10:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
11:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.
12:00	.	.	.	.	.
:15	.	.	.	.	.
:30	.	.	.	.	.
:45	.	.	.	.	.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Chiang Mai University

## ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นายธรา บัวคำศรี
วัน เดือน ปี เกิด	13 มิถุนายน 2510
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ (โพลีเทคนิค อีเล็กทรอนิกส์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2531
ทุนการศึกษา	ได้รับทุนอุดหนุนบัณฑิตศึกษา ทุนชาชาคาวา กองทุนชาชาคาวา 2536 - 2539
ประสบการณ์ทำงาน	<p>ผู้ประสานงานภาคสนาม โครงการพัฒนาชุมชนประมงพื้นบ้าน ชายฝั่งทะเลตะวันออก Asia Cultural Forum on Development ( เมษายน 2531 - กันยายน 2533 )</p> <p>ผู้ช่วยวิจัยภาคสนาม โครงการวิจัยผลกระทบการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ภาควิชาสังคมวิทยา-มานุษยวิทยา คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ( ตุลาคม 2533 - มิถุนายน 2534 )</p> <p>ผู้ช่วยบรรณาธิการหนังสือพิมพ์ <i>หมู่บ้าน</i> มูลนิธิหมู่บ้าน สถาบันพัฒนาชนบท ( กรกฎาคม - ธันวาคม 2534 )</p> <p>เจ้าหน้าที่ฝ่ายข้อมูลและเผยแพร่ มูลนิธิพัฒนาชุมชนในเขตภูเขา ( มกราคม 2535 - เมษายน 2536 )</p>
ผลงานหนังสือ	<i>ความช่วยเหลือญี่ปุ่นจะทำให้ประเทศไทยเจริญขึ้นจริงหรือ?</i> ( แปลภาษาญี่ปุ่น ) จัดพิมพ์ในญี่ปุ่นโดย Iwanami Shoten, Publisher ( 1994 ).