

# 14

## อุปกรณ์, ฟุตพริ้นท์และไลบรารี

ในบทนี้ท่านจะได้เรียนรู้

- เครื่องมือแก้ไขสเค็มมาติกไลบรารี(Schematic Library Editor)
- ฟุตพริ้นท์ของ PCB
- ไลบรารีของ Footprint

ไลบรารีของระบบการออกแบบของโปรเทล ประกอบด้วยสองส่วนคือไลบรารีของสเค็มมาติกและไลบรารีของฟุตพริ้นท์ ภายในไลบรารีสเค็มมาติกเก็บอุปกรณ์(Component) และข้อมูลคุณสมบัติอุปกรณ์ แต่ละอุปกรณ์อาจจะประกอบด้วยพาร์ท(Part)หลายตัว การจัดการกับไลบรารีจะมีใช้ Library Editor เมื่อต้องการแก้ไขและสร้างอุปกรณ์จะใช้ *Schematic Library Editor* ส่วนการแก้ไขฟุตพริ้นท์จะใช้ *Footprint Library Editor* ในบทนี้จะได้กล่าวถึงเครื่องมือทั้งสองส่วน

### เครื่องมือแก้ไขไลบรารีของวงจร(Schematic Library Editor)

ดังที่ได้ทราบมาในบทที่ 2 อุปกรณ์(Component) ชนิดต่างๆเก็บในไลบรารี(Library) ไลบรารีคือ Design Database ชนิดหนึ่ง แต่ละไลบรารีมีจำนวนอุปกรณ์ไม่เท่ากัน อุปกรณ์เหล่านี้สร้างมาก่อนล่วงหน้าและเก็บรวบรวมไว้ในที่เดียวกันเป็นหมวดหมู่ แยกตามชื่อผู้ผลิตและการใช้งานของอุปกรณ์นั้นๆ ศูนย์พัฒนาของโปรเทลได้เพิ่มเติมอุปกรณ์ใหม่ๆตลอดเวลา ผู้ใช้สามารถเข้าไปดาวน์โหลดที่เว็บไซต์ <http://www.protel.com> ได้โดยตรง อย่างไรก็ตามถ้าหากมีอุปกรณ์ซึ่งไม่สามารถหาพบได้จากไลบรารีใด เราสามารถสร้างเพิ่มเติมเข้าไปได้เช่นกัน

เมื่อติดตั้งโปรเทลเสร็จเรียบร้อยแล้วเรียกตัว **\Program Files\Design Explorer\Library\Sch** จะเก็บไฟล์ไลบรารีซึ่งมีอยู่มากมาย แต่ละไฟล์จะเก็บอุปกรณ์และข้อมูลคุณสมบัติอุปกรณ์ เราจะใช้เครื่อง

คู่มือ Protel99

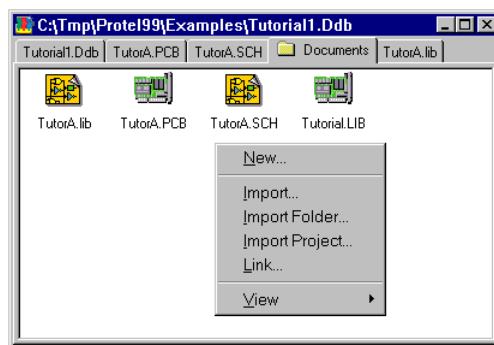
เมื่อสแตมป์มาติกไลบรารีเอดิเตอร์ สำหรับแก้ไขอุปกรณ์, ก๊อปปี้อุปกรณ์, ย้ายอุปกรณ์ ภายในไลบรารีด้วยกันเองและระหว่างไลบรารี

### การเปิดไลบรารี

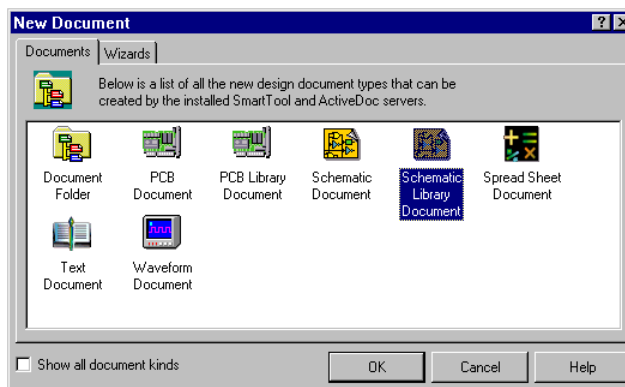
ก่อนจะเรียกใช้อุปกรณ์จากไลบรารีจำเป็นต้องเปิดไฟล์และเพิ่มไฟล์เข้ามาในระบบ โดยทั่วไปโปรเทลจะเก็บไฟล์ไลบรารีไว้ใน \Program Files\Design Explorer\Library\Sch เมื่อติดตั้งโปรเทลโดยสมบูรณ์ จะมีไฟล์ไลบรารี(อยู่ในรูป Design Database เช่นเดียวกับชิ้นงานอื่นๆ) อยู่เป็นจำนวนมาก มีชื่อเรียกตามบริษัทผู้ผลิต การเปิดไฟล์ไลบรารีทำได้เช่นเดียวกับการเปิดไฟล์ชิ้นงาน(Design File) ใช้คำสั่ง **File>> Open [F,O]** เลือกชื่อไฟล์ที่ต้องการจากไดเรกทอรีของไลบรารี

### การสร้างไลบรารี

การสร้างไลบรารีใหม่ทำได้เช่นเดียวกับการสร้างเอกสารสแตมป์มาติกหรือเอกสาร PCB เมื่อต้องการสร้างไลบรารีใหม่ เริ่มแรกต้องเลือกโฟลเดอร์สำหรับเก็บไลบรารี ในที่นี้จะสร้างขึ้นมาที่โฟลเดอร์ชื่อ *Document* ซึ่งเป็นตำแหน่งเก็บไฟล์ตัวอย่าง ขั้นตอนการสร้างมีดังนี้

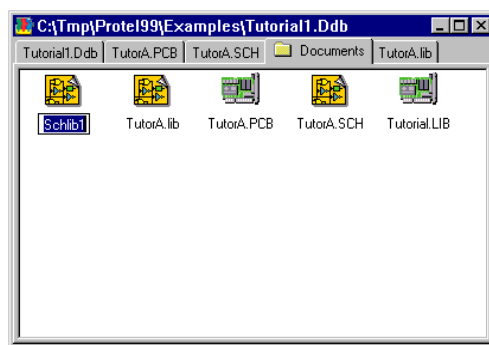


รูปที่ 14—1 ระหว่างอยู่ในโฟลเดอร์ Document เลือกคำสั่ง New

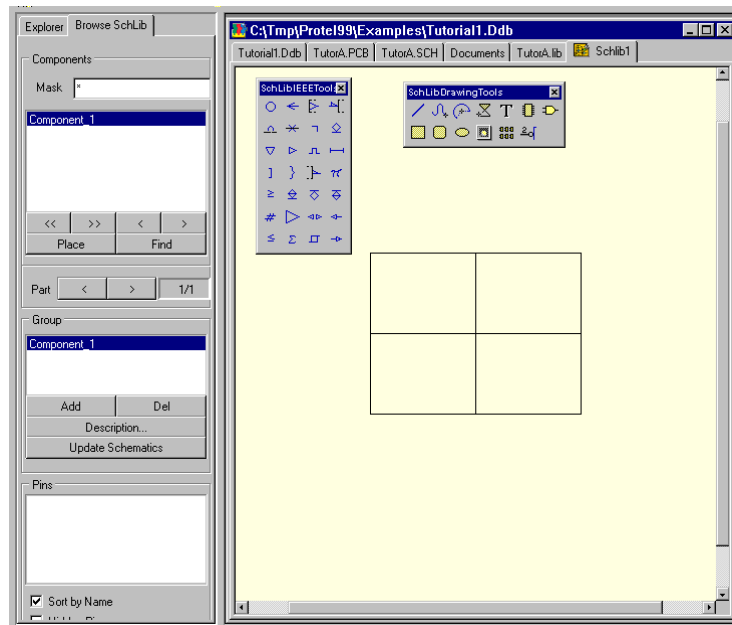


รูปที่ 14—2 เลือกชนิดของเอกสารเป็น Schematic Library Document

1. คลิกเมาส์ปุ่มขวาในโฟลเดอร์ *Document* เลือกคำสั่ง **New** หรือเรียกจากเมนู **File>>New [F,N]**
2. ในไดอะล็อกบ็อกซ์ของชนิดเอกสาร เลือกชนิดเอกสารเป็น **Schematic Library Document** แล้วคลิก **OK**
3. รอสักครู่หนึ่งโปรแกรมจะสร้างเอกสารชื่อ **Schlib1** พร้อมกับขอให้เปลี่ยนชื่อ หากต้องการเปลี่ยนชื่อให้พิมพ์ชื่อใหม่ใส่ได้ทันที หากไม่ต้องการเปลี่ยนขณะนี้ สามารถเปลี่ยนภายหลังด้วยคำสั่ง **Edit>>Rename [E,M]**



รูปที่ 14—3 เมื่อต้องการเปลี่ยนชื่อให้พิมพ์เข้าไปแทนได้ทันที



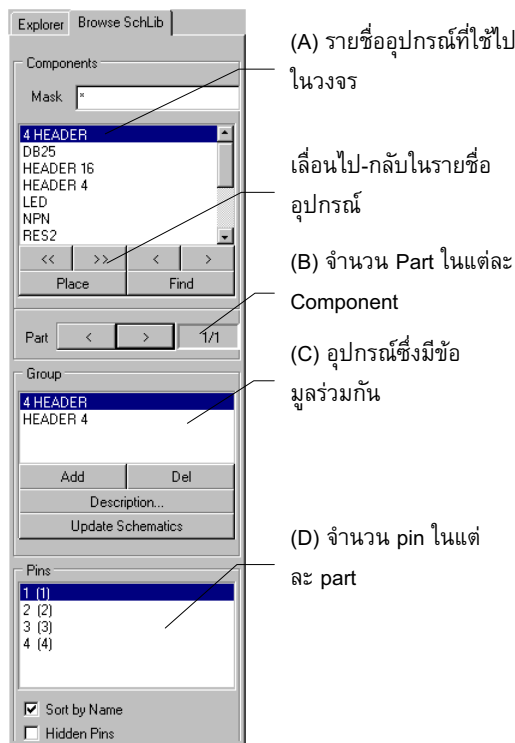
รูปที่ 14—4 เริ่มต้นไลบรารีใหม่ๆมีเพียงอุปกรณ์ตัวเดียว

- เมื่อต้องการเปิดไฟล์ไลบรารีที่สร้างใหม่ ทำได้โดยคลิกที่ชื่อไฟล์ จะเห็นรูปที่ 14—4 ปรากฏขึ้น บนพื้นที่ออกแบบปรากฏกรอบสี่เหลี่ยมว่าง ทางด้านซ้ายชื่อในช่อง *Browse* แสดงข้อมูลของอุปกรณ์ ตัวที่กำลังแก้ไข รายละเอียดส่วนต่างๆดูในหัวข้อ “*Component และ Parts*”

### การสร้างไลบรารีจากวงจร

เมื่อสร้างวงจรเสร็จสมบูรณ์ จะเห็นว่าวงจรประกอบด้วยอุปกรณ์จำนวนมาก อุปกรณ์เหล่านี้มาจากไลบรารีต่างกัน ในกรณีที่ต้องการสำรองข้อมูลเก็บไว้ในสื่อสำรองชนิดอื่น หากก็อปปี้เฉพาะไฟล์ชิ้นงาน (Design File) จะขาดส่วนที่เป็นไลบรารีของอุปกรณ์ ดังนั้นถ้าหากต้องการรวบรวมอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไว้ที่เดียวกัน ในไลบรารีเดียวทำได้ดังนี้

ระหว่างเปิดเอกสาร TutorA.SCH อยู่ในพื้นที่ออกแบบเรียกคำสั่ง **Design>>Make Project Library [D,M]** รอสักครู่หนึ่งโปรแกรมจะสร้างเอกสารชื่อ TutorA.LIB ขึ้น พร้อมทั้งเปิดเอกสารบน Design Windows ภายในประกอบด้วยอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้อยู่ในวงจร TutorA.SCH รายละเอียดแสดงอยู่ในรูปที่ 14—5 และ รูปที่ 14—6



รูปที่ 14—5 ใน Design Manager ของ Lib Editor

### ส่วนต่างๆของ Component และ Parts

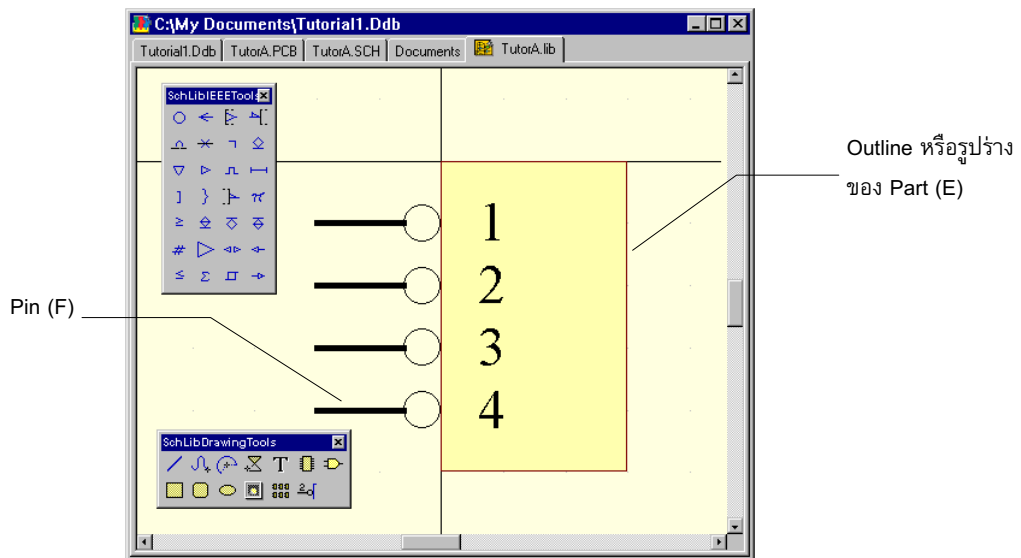
เครื่องมือสำหรับแก้ไขอุปกรณ์(Component) ในไลบรารีมีส่วนสำคัญต่างๆดังนี้ (ดูรูปที่ 14—5 ประกอบ)

- ช่อง(A) คือรายชื่ออุปกรณ์(Component) ทั้งหมดในไลบรารี เมื่อเลื่อนหรือคลิกไปที่ชื่อต่างๆ จะทำให้สัญลักษณ์ทางกราฟิกปรากฏขึ้นในพื้นที่ออกแบบ จะเห็นว่าชื่อที่แสดงเป็นชื่อเดียวกับชื่อที่เรียกมาจากไลบรารีของระบบ
- ช่อง(B) คือจำนวนพาร์ท(Part) ในอุปกรณ์สำหรับอุปกรณ์บางชนิดเช่น 74LS04 จะมี 4 Gate หรือ Part ในตัวเดียวกัน แต่โดยส่วนใหญ่ อุปกรณ์จะมีเพียงพาร์ทเดียว วิธีดูมีจำนวนพาร์ทเท่าใด ดูจากตัวเลขเช่น 1/1 หมายความว่าในพื้นที่กราฟิกแสดงพาร์ทที่ 1 จากทั้งหมด 1 พาร์ท

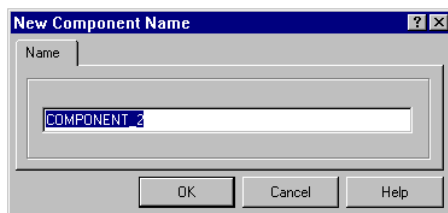
• ช่อง(C) คืออุปกรณ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน หมายความว่าอุปกรณ์เหล่านี้จะใช้สัญลักษณ์ร่วมกัน ใช้ Description(คำอธิบาย), Footprint(ฟุตพริ้นท์) ร่วมกัน ซึ่งเป็นการประหยัดเนื้อที่สำหรับ

เก็บอุปกรณ์ในไลบรารี เพราะบางครั้งอุปกรณ์ต่างผู้ผลิตกัน จะใช้ชื่อไม่เหมือนกันแต่มีคุณสมบัติทางกายภาพและไฟฟ้าเหมือนกันเกือบทุกอย่าง

- ปุ่ม **Add, Del** ใช้สำหรับเพิ่ม,ลบอุปกรณ์ในไลบรารี ปุ่ม **Description** ใช้สำหรับใส่คำอธิบายของอุปกรณ์ จะเห็นส่วนนี้ขณะนำอุปกรณ์มาใส่ในวงจรและระหว่างแก้ไขคุณสมบัติอุปกรณ์ (ใช้คีย์ TAB)
- ช่อง (D) แสดงรายชื่อขา (Pin) สำหรับพาร์ท หากต้องการแก้ไขข้อมูลใดๆของ Pin ให้ดับเบิลคลิกที่ Pin นั้น
- สำหรับในรูปที่ 14—6 ในส่วน (E) แสดงรูปร่างภายนอกของพาร์ท สร้างโดยวาดรูปกราฟิกด้วยคำสั่งพื้นฐานเช่นวาดวงกลม, รูปหลายเหลี่ยม, เส้นโค้ง เป็นต้น
- สำหรับในรูปที่ 14—6 ในส่วน (F) แสดงกราฟิกของขา(Pin) ใช้สำหรับเป็นจุดต่อของสัญญาณ เลือกให้แต่ละขามีคุณสมบัติใด เช่น IO, Power, Tri-state เป็นต้น



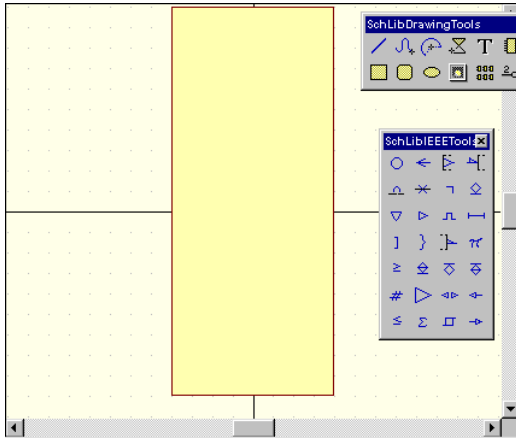
รูปที่ 14—6 เมื่อสร้างไลบรารีจากวงจรและเปิดขึ้นมาบนหน้าจอ Design Windows



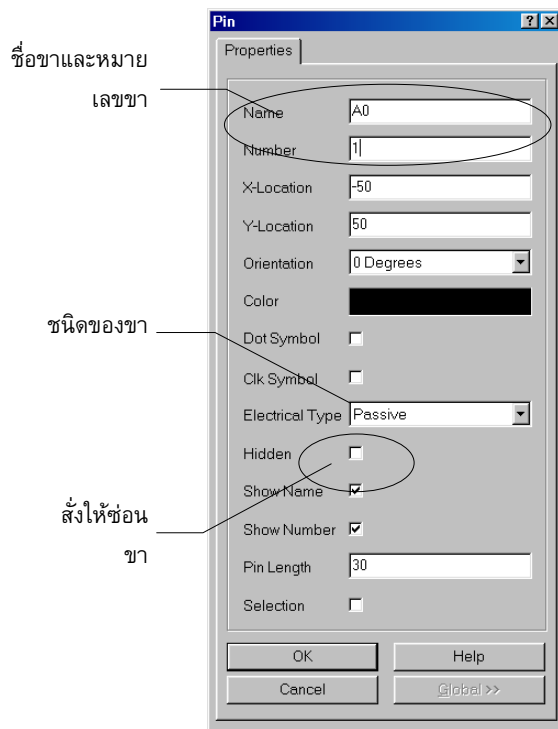
รูปที่ 14—7 เมื่อจะสร้าง Component ใหม่

### สร้างอุปกรณ์ใหม่

จากรูปที่ 14—4 เมื่อสร้างไฟล์ไลบรารีเสร็จจะเห็นอุปกรณ์ใหม่(Component) หนึ่งตัวชื่อ *Component\_1* อุปกรณ์นี้มี 1 พาร์ท เมื่อต้องการสร้างอุปกรณ์ใหม่ในไลบรารี ระหว่างเปิดไลบรารีอยู่ใช้คำสั่ง **Tools>>New Component [T,C]** จะเห็นไดอะล็อกบ็อกซ์ดังรูปที่ 14—7 ปรากฏขึ้นพร้อมชื่อที่โปรแกรมกำหนดให้เป็น



รูปที่ 14—8 เมื่อวาดกรอบรูปร่าง IC เสร็จแล้ว



รูปที่ 14—9 คุณสมบัติของขา

**Component\_2** หากต้องการเปลี่ยนชื่อให้พิมพ์ชื่อใหม่ได้ทันที หากสร้างไปแล้วและต้องการเปลี่ยนชื่อภายหลังทำได้ด้วยคำสั่ง **Tools>>Rename Component [T,E]** ขึ้นตอนต่อไปของการสร้างอุปกรณ์มีดังนี้

1. ให้ใส่ **62M256** ซึ่งเป็นหน่วยความจำขนาด **64KByte** เราจะทดลองสร้างอุปกรณ์ตัวนี้กัน

2. อุปกรณ์ทุกตัวจะต้องมีกรอบรูปร่างเสมอ ดังนั้นเริ่มแรกจะวาดรูปร่างของ IC ก่อนระหว่างอยู่ในพื้นที่ออกแบบของไลบรารี ใช้คำสั่ง **Jump>>Origin** จะเห็นเคอร์เซอร์เลื่อนไปที่ตำแหน่งเริ่มต้น อย่าเลื่อนเมาส์ให้ขยายจอภาพใหญ่ขึ้นโดยกดคีย์ **PgUP** กดหลายๆครั้ง ขยายจนเห็นกริด ใช้คำสั่ง **Place>>Rectangular [P,R]** เพื่อสร้างกรอบรูปร่างสี่เหลี่ยม ให้มีขนาดมุมบนซ้ายที่พิกัด **(-40,100)** และมุมล่างขวาที่พิกัด **(40,-70)** เสร็จแล้วคลิกเมาส์ขวาหรือ **ESC**

3. ขึ้นต่อไปจะใส่ขาเริ่มจาก **A0-A14** ซึ่งมีหมายเลขเริ่มต้นจาก **1-15** ใช้คำสั่ง **Place>>Pin [P,P]** กำหนดชื่อขาเริ่มต้นและเลขขาเริ่มต้นโดยกดคีย์ **Tab** ให้โปรเทลแสดงคุณสมบัติของขา ทอยยใส่ไปที่ละขาจนครบ

4. ต่อไปใส่ขาที่เหลือคือ **D0-D7** หมายเลข **16-23** ส่วนขา **WE, CS, OE** มีแถบด้านบนให้ใส่ว่า **"WE"** เป็นต้น

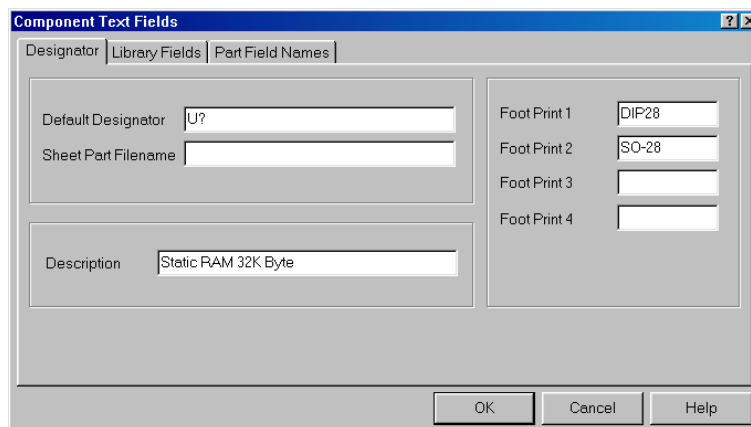
5. สำหรับอีก 2 ขาสุดท้ายคือ **VCC** และ

GND คือหมายเลข 27,28 สองขานี้ต้องซ่อน(Hidden) เพื่อไม่ให้มองเห็นในวงจร เพราะเป็นขาที่รู้จักกัน โดยไม่ต้องแสดง เนื้ทที่ซ่อนจะเป็นที่รับรู้ทั้งหมด(Global) เสมอ

1	A0	VCC	27
2	A1	GND	28
3	A2		
4	A3	OE	26
5	A4	CS	25
6	A5	WE	24
7	A6		
8	A7	D7	23
9	A8	D6	22
10	A9	D5	21
11	A10	D4	20
12	A11	D3	19
13	A12	D2	18
14	A13	D1	17
15	A14	D0	16

รูปที่ 14—10 สร้าง Part เสร็จแล้ว

- ขั้นต่อไปกำหนด Description(คำอธิบาย) เริ่มแรกต้องแน่ใจว่าได้คลิกที่ Component ตัวที่ต้องการคลิกที่ปุ่ม **Description** ใส่ข้อมูลตามรูปที่ 14—11 ในช่อง *Footprint* สำหรับกำหนดชื่อของฟุทพรีนธ์(รูปร่างของอุปกรณ์ เมื่อจะนำไปทำ PCB) ชื่อนี้จะต้องมีในไลบรารีจึงจะสามารถนำเข้าไปใช้ใน PCB ได้อย่างถูกต้อง ใส่ได้ 4 ชื่อหมายถึงเลือกได้ 4 รูปร่าง
- ช่อง **Description** ใช้สำหรับเป็นคำอธิบาย ขณะทำ BOM (Bill Of Material – รายการวัสดุ) โปรแกรมจะดึงข้อมูลในช่องนี้มารวมเป็นส่วนหนึ่งของ BOM



รูปที่ 14—11 ส่วนที่เป็น"ข้อความ"ของ Component

- เลือกคำสั่ง **File>>Save** เพื่อเก็บอุปกรณ์เข้าไฟล์ไลบรารี ทดลองนำมาใช้โดยสร้างวงจรใหม่(New Schematic) นำชื่อไลบรารีใหม่นี้เข้ามาเพิ่มใน *Library List* ใน *BrowseSCH* โดยคลิกที่ปุ่ม **Add/Remove** เมื่อเพิ่มชื่อไลบรารีเรียบร้อยแล้ว ใช้คำสั่ง **Place>>Part [P,P]** ใส่ชื่อ "62M256" ทดลองเข้าไปดูส่วนต่างๆเปรียบเทียบกับที่สร้างไว้ในไลบรารี

### การก๊อปปี้และย้าย Component

อุปกรณ์สามารถย้ายและก๊อปปี้ทั้งในไลบรารีเดียวกัน และระหว่างไลบรารี วิธีการมีดังนี้

- เมื่อต้องการก๊อปปี้ ให้เลือกชื่ออุปกรณ์จาก *Design Manager* บนแถบ *Browse SchLib* เรียกป๊อปอัพเมนูและใช้คำสั่ง **Copy** หรือเรียกจากเมนู **Tools>>Copy Component [T,C]** ข้อสังเกตคือเรียกคำสั่ง **Copy** จากเมนู **Edit** ใช้ไม่ได้
- เลื่อนไปที่ไลบรารีอื่นๆหรือในไลบรารีเดียวกัน โดยคลิกที่แถบ *Browse SchLib* เช่นกัน เรียกป๊อปอัพเมนูบริเวณรายชื่ออุปกรณ์ ใช้คำสั่ง **Paste** จะเห็นอุปกรณ์ตามมาทันที
- สำหรับการย้าย(Move) โปรแกรมจะสำเนาอุปกรณ์ตัวใหม่ขึ้นและใช้ชื่อเดิม พร้อมกับถามว่าต้องการลบตัวเดิมทิ้งหรือไม่ สามารถตอบได้ทั้ง **Yes** และ **No**

### การปรับปรุงอุปกรณ์ในสเค็มมาติก

เนื่องจากการแก้ไขอุปกรณ์ในไลบรารีทำให้ข้อมูลอุปกรณ์ ทั้งในรูปกราฟิกและข้อความคุณสมบัติอื่นๆ แตกต่างไปจากอุปกรณ์ที่ได้เคยนำไปใช้ในสเค็มมาติกก่อนหน้านี้ ดังนั้นเมื่อต้องการให้การแก้ไขที่ไลบรารีมีผลต่อวงจรที่เรียกใช้อุปกรณ์ มีวิธีทำได้ 2 ทางคือ

- ใช้คำสั่ง **Tools>>Update Schematic [T,U]** หรือคลิกที่ปุ่ม **Update Schematic** บนหน้าต่าง *Browse SchLib* เพื่อสั่งให้โปรแกรมปรับปรุงอุปกรณ์ตัวที่ปรากฏในไลบรารี กับอุปกรณ์ตัวที่ใช้ชื่อเดียวกันในวงจร(สเค็มมาติก)
- ถ้าหากอยู่ในสเค็มมาติก(วงจร) และต้องการให้แก้ไขอุปกรณ์ในวงจร จากรายชื่อไลบรารีที่ได้เพิ่มไว้ (*Library List* จาก *Add/Remove* ในแถบ *Browse Sch*) ใช้คำสั่ง **Design>>Update Parts In Cache [D,U]** โปรแกรมจะเปรียบเทียบข้อมูลอุปกรณ์ในวงจรกับข้อมูลในไลบรารีของอุปกรณ์ตัวที่ชื่อตรงกัน และปรับปรุงหากไม่ตรงกัน

### ฟุตพริ้นท์ของ PCB

*Footprint* คือรูปร่างเท่าขนาดจริง ซึ่งจะปรากฏเป็นตัวแทนของอุปกรณ์ระหว่างทำ PCB การเลือกใช้ *Footprint* ขึ้นอยู่กับข้อมูลของอุปกรณ์จากผู้ผลิต ผู้ออกแบบไม่สามารถเลือกได้ตามใจชอบ จะต้องตรวจสอบว่ามีรูปร่างใดให้เลือกได้บ้าง โดยทั่วไปรูปร่าง *Footprint* จะมีชื่อเรียกตามมาตรฐาน และโปรแกรมได้เตรียมไว้ในไลบรารีให้อย่างมากมาย แต่ละไลบรารีจะประกอบด้วยฟุตพริ้นท์ขนาดต่างๆเช่นใน

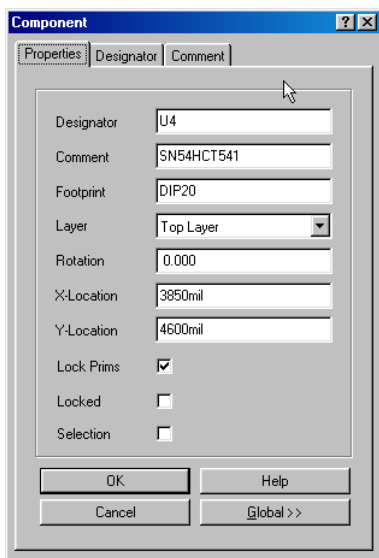


ChipCarrierIPC.LIB จะมีฟุทพริ้นท์รูปร่าง LCC (Leadless Chip Carrier) และมีจำนวนขา 20, 24, 28, 44 เป็นต้น ไม่ว่าจะมียุคฟุทพริ้นท์มากมายเท่าใด ก็ยังคงมีผู้ผลิตรูปร่างใหม่ๆเสมอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือสำหรับสร้างฟุทพริ้นท์ใหม่เช่นกัน

### การนำ Footprint มาใช้

โดยปกติ Footprint จะเก็บไว้ในไลบรารีของระบบ ผู้ออกแบบสามารถเรียกฟุทพริ้นท์มาใช้ได้เสมอ ก่อนเรียกใช้จำเป็นต้องเพิ่มรายชื่อไลบรารีของฟุทพริ้นท์เข้ามาในระบบ วิธีการขอให้ดูในเรื่อง “การจัดการฟุทพริ้นท์” ในบทที่ 7 “ทำความเข้าใจกับ PCB Layout”

### คุณสมบัติของ Component



รูปที่ 14—12 คุณสมบัติ Component

Footprint จะมีความเกี่ยวข้องกับ Component ผ่านทางช่อง Footprint ในไดอะล็อกบ็อกซ์คุณสมบัติของอุปกรณ์ ในช่องนี้จะระบุชื่อของ Footprint ซึ่งปรากฏในไลบรารี เมื่อนำเข้ารายชื่อเน็ทจากวงจรมาใน PCB โปรเทลจะตรวจดูชื่อ Footprint และค้นหารูปร่างที่ต้องการ นำมารวมประกอบเป็นชิ้นงาน PCB ทั้งนี้การค้นหาของโปรเทลจะค้นจากชื่อไลบรารีที่ได้เพิ่มเข้ามาในระบบเท่านั้น โปรเทลจะไม่ค้นจากไลบรารีในไดเรกทอรีหรือในฮาร์ดดิสก์ทั้งหมด

### การเปลี่ยน Footprint ของ Component

ระหว่างแก้ไขชิ้นงานใน PCB ผู้ออกแบบสามารถตรวจสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์โดยดับเบิลคลิกที่ตัวอุปกรณ์ หรือรูปร่าง Footprint นั้น จะเห็นไดอะล็อกบ็อกซ์ของคุณสมบัติปรากฏขึ้น ในช่อง Footprint จะระบุชื่อของรูปร่างที่ใช้อยู่ในขณะนั้น ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนชื่อได้เสมอ พิมพ์ชื่อ Footprint ใหม่ที่ต้องการ

แทนตัวเดิมเข้าไปได้ทันที เมื่อคลิก OK โปรเทลจะค้นหาฟุทพริ้นท์จากไลบรารีที่ได้เพิ่มเข้ามาในระบบทั้งหมด ถ้าหากค้นหาพบโปรเทลจะนำมาแทนที่ตัวเดิม ถ้าหาไม่พบจะแจ้งความผิดพลาดให้ผู้ใช้ทราบ การเปลี่ยนฟุทพริ้นท์จะไม่ได้ผลต่อเมื่อฟุทพริ้นท์ตัวใหม่มีชื่อขา, หมายเลขขา, จำนวนขา ไม่ตรงกับตัวเดิม เพราะโปรเทลไม่สามารถเปลี่ยนเน็ทจากฟุทพริ้นท์เดิมมาที่ตัวใหม่ได้ และจะยกเลิกการเปลี่ยนฟุทพริ้นท์กลับมาใช้ตัวเดิม เช่นเมื่อต้องการเปลี่ยน DIP14 เป็น SOIC14 จะไม่มีปัญหาเพราะจำนวนขาเท่ากัน ส่วนการเปลี่ยน DIP8 เป็น TO-92 ไม่สามารถทำได้เพราะชื่อขาและจำนวนขาไม่เท่ากัน

## ไลบรารีของ Footprint

ฟุตพริ้นท์มีขนาดต่างมากมาย เมื่อติดตั้งโปรเทลสำเร็จฟุตพริ้นท์เหล่านี้จะถูกเก็บไว้ในไลบรารีภายใต้ไดเรกทอรี \Program File\Design Explorer \ Library\PCB ก่อนจะแก้ไขหรือนำไปใช้งานจำเป็นต้องเปิดหรือเพิ่มเข้ามาในระบบก่อน

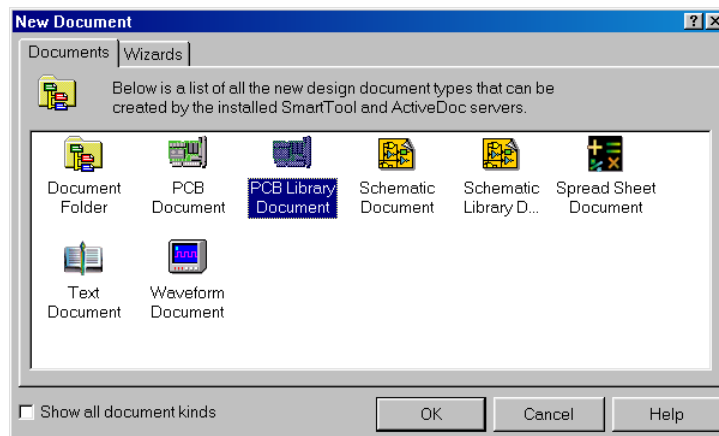
### การเปิดไลบรารี

การเปิดไลบรารีของฟุตพริ้นท์ทำได้เช่นเดียวกับการไลบรารีของอุปกรณ์คือใช้คำสั่ง **File>>Open [F,O]** และเลือกชื่อไฟล์ไลบรารี (มีนามสกุลเดียวกับ Design File เพราะเป็น Design Database เช่นเดียวกัน)

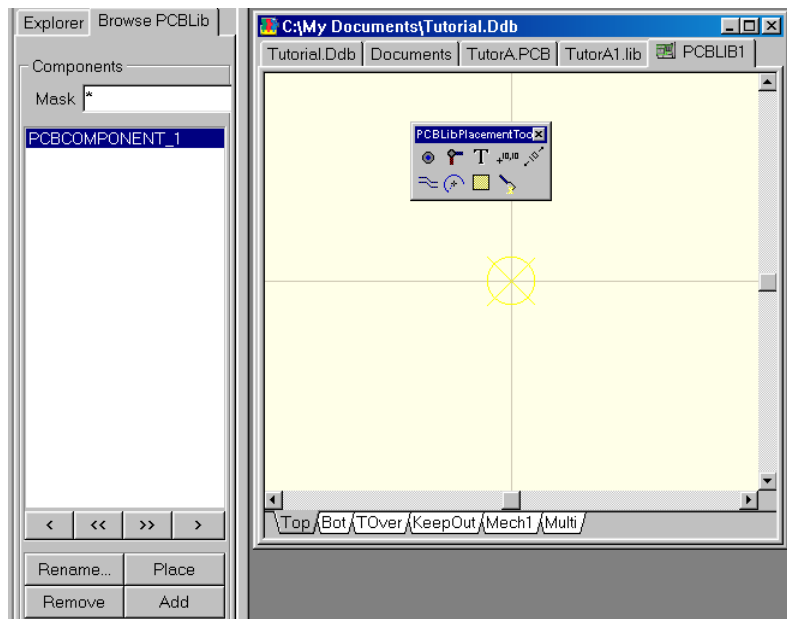
### การสร้าง Library

เมื่อต้องการสร้างไลบรารีใหม่ ให้เลือกโฟลเดอร์สำหรับเก็บไลบรารีก่อน ในที่นี้ใช้โฟลเดอร์ชื่อ *Document* ให้คลิกที่ *Document* ใน Design Manager หนึ่งครั้ง ใช้คำสั่ง **File>>New [F,N]** หรือเรียกป๊อปอัพเมนูและใช้คำสั่ง **New**

เลือกชนิดเอกสารคือ *PCB Library Document* แล้วคลิก OK รอสักครู่หนึ่งจะเห็นรูปที่ 14—14 ปรากฏขึ้น ภายในไม่มีฟุตพริ้นท์ใด

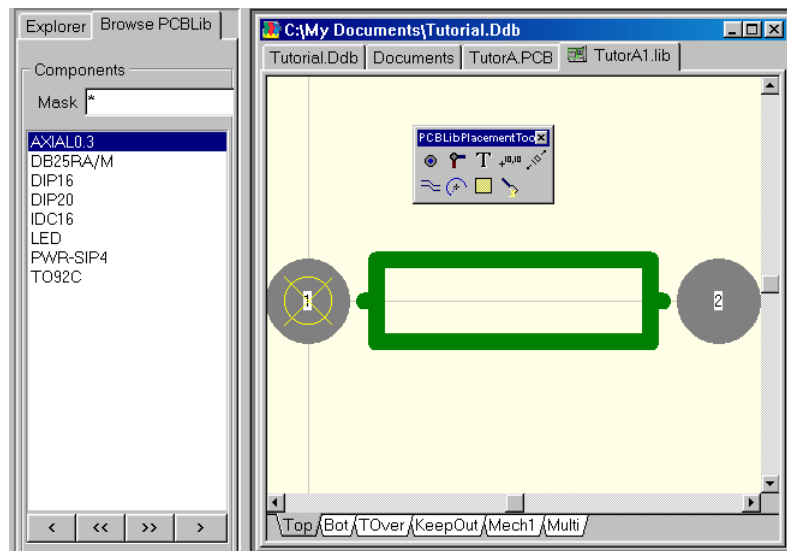


รูปที่ 14—13 เลือกชนิด PCB Library



รูปที่ 14—14 หน้าตา Footprint Library เมื่อแรกปรากฏขึ้นมา

โปรแกรมจะตั้งชื่อไลบรารีเป็น *PCBLIB1* หากต้องการเปลี่ยนชื่อสามารถพิมพ์แทนได้ทันที หรือเปลี่ยนชื่อภายหลังด้วยคำสั่ง **Edit>>Rename**



รูปที่ 14—15 เมื่อสร้าง Library ของ Footprint ต่างๆในชั้นงาน PCB ที่กำลังแก้ไข

### การสร้างไลบรารีจาก PCB

สำหรับแผ่น PCB ซึ่งได้สร้างมาตามขั้นตอนต่างๆที่ได้กล่าวมาในบทต้นๆ จะประกอบด้วยฟุตพริ้นท์ขนาดต่างๆ ฟุตพริ้นท์เหล่านี้นำมาจากไลบรารีต่างกัน หากต้องการนำฟุตพริ้นท์ที่ใช้ใน PCB นำมารวมในไลบรารีเดียวเรียกว่า *Project Library* สามารถทำได้ดังนี้

วิธีการคล้ายๆกับในวงจร(Schematic) เรียกคำสั่ง **Tools>>Make Library** รอสักครู่หนึ่งจะเห็นรูปที่ 14—15 ปรากฏขึ้น เป็นไลบรารีใหม่มี Footprint ปรากฏชื่อและจำนวนตามการใช้งานใน PCB จะเห็นว่าโปรเทลตั้งชื่อให้ตามชื่อไฟล์ PCB แต่มีนามสกุลเป็น **LIB** (ไม่ได้แยกเป็นไฟล์ต่างหากในดิสก์เก็บใน Design Database เช่นเดิม)

เมื่อเรียกคำสั่งเสร็จจะเห็น Footprint Editor ปรากฏขึ้นใน Design Manager บนแถบ Browse PCBLib แสดงรายชื่อของ Footprint ที่มีในไลบรารีนี้ ทางด้านขวามือแสดงรูปภาพฟุตพริ้นท์ที่เลือก

### สร้าง Footprint ใหม่

การสร้าง Footprint จะต่างจากการสร้าง Component เพราะ Footprint คือรูปร่าง ซึ่งมีขนาดเท่ากับอุปกรณ์จริง ดังนั้นตำแหน่งและขนาดจะมีความสำคัญมาก เพราะหากวาดผิดจะทำให้ไม่สามารถใช้งานได้

ส่วนประกอบของ Footprint คือ Pad หรือขาของอุปกรณ์ Pad กำหนดได้ทั้งชนิดสำหรับ Surface Mount Component (อุปกรณ์ที่ยึดติดที่ผิว PCB ด้านใดด้านหนึ่ง ขาไม่ทะลุไปอีกด้าน) และ Through Hole Component (อุปกรณ์ที่มีขาทะลุจากด้านบนไปล่าง) สามารถกำหนดขนาดของรูเจาะและกำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแต่ละแพดได้อย่างอิสระ ส่วนที่สองคือรูปร่างของ Footprint หรือ Silkscreen Outline มีไว้เพื่อบอกขอบเขต หรือรูปร่างของอุปกรณ์ ไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่าของจริง อาจมีขนาดใหญ่กว่า หรือมีขนาดต่างออกไปแล้วแต่ความเหมาะสม เช่น บางชิ้นงานจะวาดรูปร่างคลุมแพดทั้งหมดซึ่งใหญ่กว่าขนาดจริงมาก แต่บางชิ้นงานจะวาดรูปร่างเท่ากับขนาดจริง

### ขั้นตอนการสร้าง Footprint

การสร้างฟุตพริ้นท์ทำได้ 2 วิธีคือสร้างด้วยตนเองและใช้ Wizard การสร้างด้วยตนเองมีขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อต้องการสร้างฟุตพริ้นท์ใหม่ ระหว่างอยู่ใน Library Editor เรียกใช้คำสั่ง **Tools>>New Component [T,C]** โปรแกรมจะแสดง Component Wizard ให้คลิกปุ่ม **Cancel** เพื่อยกเลิก
2. สร้างรูปร่างของฟุตพริ้นท์โดยใช้คำสั่ง **Place>>String, Place>>Track, Place>>Fill** ไปบนเลเยอร์ **Top Overlay** ข้อควรระวังคือต้องวาดให้ถูกเลเยอร์ ถ้าไม่ใช่ **Top Overlay** จะไม่ใช่รูปร่างฟุตพริ้นท์ (Part Outline)
3. ขั้นตอนไปกำหนดขาและตำแหน่งขา ใช้คำสั่ง **Place>>Pad [P,P]** เมื่อเรียกคำสั่งแล้วจะเห็นแพดปรากฏที่เคอร์เซอร์ สามารถเลื่อนเคอร์เซอร์ไปวางในตำแหน่งที่ต้องการ โดยทั่วไปการกำหนด

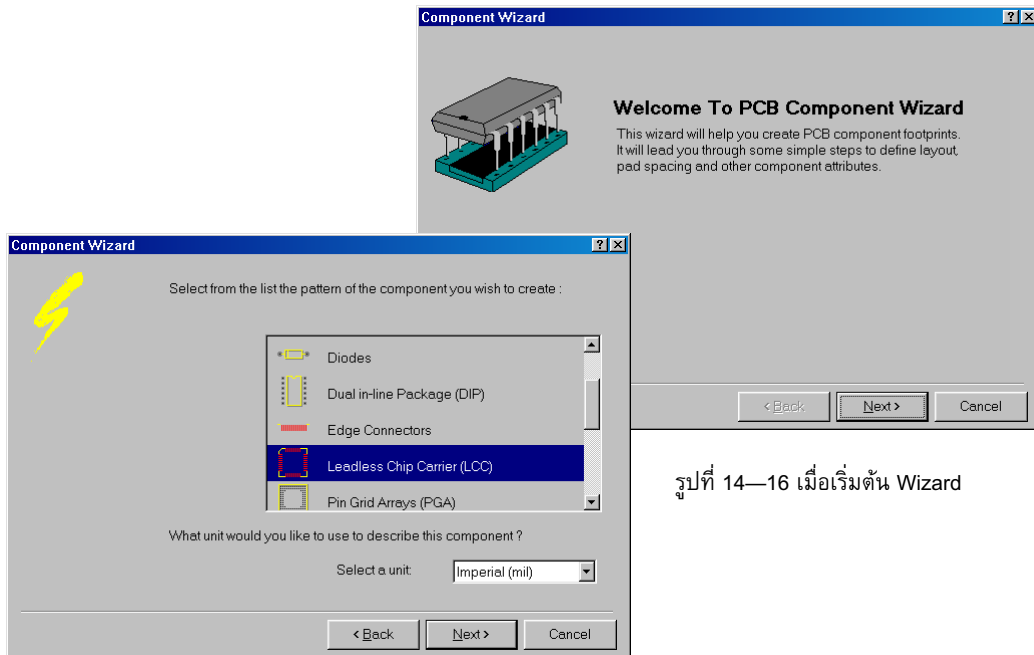
ตำแหน่งขาจะต้องถูกต้อง ดังนั้นควรกำหนดโดยกำหนดพิกัด ด้วยคำสั่ง **Jump>>New Location** และใส่ค่า X และ Y ที่ต้องการ

- ตำแหน่งอ้างอิงของฟุทพรีนธ์กำหนดจากพิกัด (0,0) ซึ่งโดยทั่วไปมักจะกำหนดให้วางแพ็ดหมายเลข 1 อย่างไรก็ตาม ถ้าหากผู้ออกแบบไม่ต้องการให้อ้างอิงฟุทพรีนธ์ขณะย้ายตำแหน่งอุปกรณ์ที่ (0,0) สามารถเปลี่ยนโดยเลื่อนแพ็ดหมายเลขอื่นวางที่ตำแหน่ง (0,0) ได้เช่นกัน
- ระหว่าง **Place>>Pad** สามารถกำหนดคุณสมบัติของแพ็ดเช่น ขนาด, รูปร่างและขนาดรูเจาะโดยกดคีย์ **TAB** จะเห็นไดอะล็อกบ็อกซ์คุณสมบัติปรากฏขึ้น สามารถแก้ไขค่าในช่องต่างๆโดยตรง แต่ถ้าวางแพ็ดลงไปแล้ว เมื่อต้องการแก้ไขให้ดับเบิลคลิกที่แพ็ดเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติ
- การกำหนดชื่อขา (เป็นได้ทั้งตัวเลขและตัวอักษร) ขึ้นอยู่กับการกำหนดชื่อขาในขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์ เช่นกำหนดชื่อขาทรานซิสเตอร์เป็น B,C,E ดังนั้นในฟุทพรีนธ์ต้องกำหนดเป็น B,C,E ด้วยเช่นกัน ไม่เช่นนั้นโปรเทลจะไม่สามารถเชื่อมเน็ทระหว่างวงจรและ PCB ได้ถูกต้อง
- สำหรับคำสั่ง **Place** อื่นๆสามารถนำมาใช้ร่วมเพื่อสร้างฟุทพรีนธ์รูปร่างแปลกๆ เช่น **Place>>Fill** เป็นต้น
- เมื่อสร้างฟุทพรีนธ์แต่ละตัวเสร็จไม่จำเป็นต้องสั่ง **Save** เพราะฟุทพรีนธ์รวมอยู่ในไฟล์ไลบรารี การสั่ง **Save** ไลบรารีเท่ากับได้เก็บฟุทพรีนธ์ไว้ด้วย
- เมื่อต้องการนำฟุทพรีนธ์ไปวางใน PCB ให้คลิกที่ปุ่ม **Place** ในแถบ **Browse PCBLib**

#### การสร้าง Footprint โดย Wizard

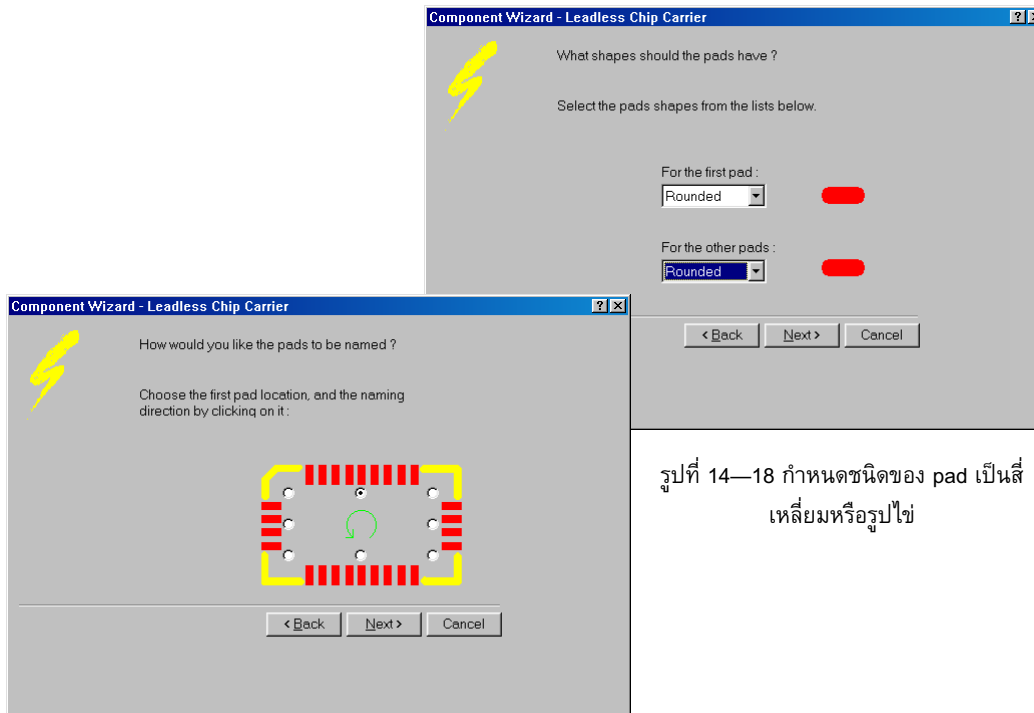
เมื่ออยู่ใน Library Editor ใช้คำสั่ง **Tools>>New Component** จะเห็น **Component Wizard** ดังรูปที่ 14—16 ปรากฏขึ้นกำหนดทางเลือกต่างๆไปที่ละขั้น เริ่มจากกดที่ปุ่ม **Next**

- ขั้นแรกเลือกชนิดของ Footprint ชนิดจะเป็นชื่อเรียกตามมาตรฐานของ JEDEC หรือมาตรฐานอุตสาหกรรม ทางด้านซ้ายมือจะมีรูปร่างคร่าวๆแสดงให้เห็นด้วย
- กำหนดหน่วยการวัดสำหรับฟุทพรีนธ์ตัวนี้ ค่าที่เลือกได้คือ Imperial (นิ้วหรือ mils) และ metric (มิลลิเมตร) เมื่อเลือกทุกอย่างได้ครบ คลิกที่ปุ่ม **Next**
- ขั้นต่อไปกำหนดแพ็ด กำหนดขนาด, ระยะห่างและตำแหน่งเมื่อเทียบกับรูปร่างภายนอก(Outline) ของ Part เลือกวิธีการนับหมายเลขขา



รูปที่ 14—16 เมื่อเริ่มต้น Wizard

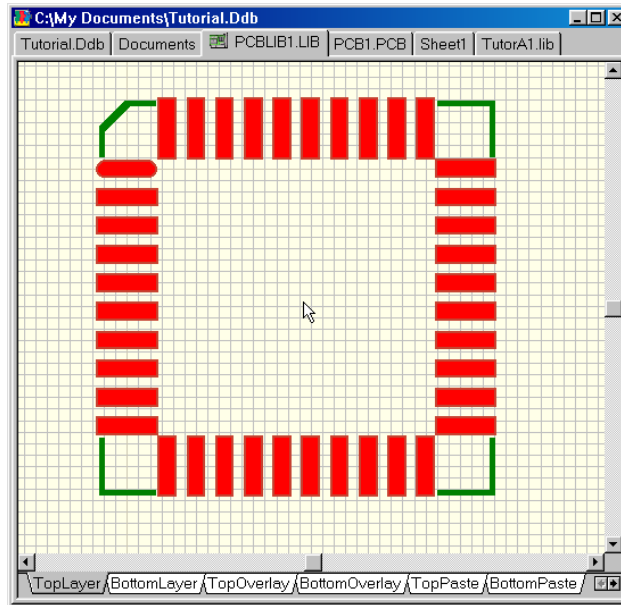
รูปที่ 14—17 เลือกชนิดของ Footprint ที่ต้องการ



รูปที่ 14—18 กำหนดชนิดของ pad เป็นสี่เหลี่ยมหรือรูปไข่

รูปที่ 14—19 กำหนดวิธีการนับหมายเลขขา

4. เมื่อสำเร็จทุกชั้นแล้วรูปสุดท้ายควรได้ดังรูปที่ 14—20



รูปที่ 14—20 รูปร่าง PLCC40 ที่สร้างขึ้นโดย Wizard

**การก๊อปปี้ Footprint**

เมื่อต้องการก๊อปปี้ฟุทพริ้นท์สามารถทำได้ทั้งจากในไลบรารีเดียวกัน และระหว่างไลบรารีวิธีการทำดังนี้ (ทำได้เช่นเดียวกับก๊อปปี้อุปกรณ์(Component) ในสเค็มมาติกไลบรารี)

1. เลือกชื่อ Footprint ที่ต้องการใน Browse PCBLib โดยคลิกที่ชื่อและใช้คำสั่ง **Edit>>Copy Component [E,Y]** หรือคลิกเมาส์ปุ่มขวาเรียกป๊อปอัพเมนูและเรียกคำสั่ง **Copy** ได้เช่นกัน ข้อสังเกตคำสั่ง **Edit>>Copy** ใช้ไม่ได้
2. เปลี่ยนไปยังตำแหน่งใหม่ที่ต้องการ ไม่ว่าจะ เป็นไลบรารีเดียวกันหรือไลบรารีอื่นหรือ PCB ก็ได้ ใช้คำสั่ง **Edit>>Paste Component [E,C]** เลื่อนเคอร์เซอร์นำฟุทพริ้นท์ไปวางในตำแหน่งที่ต้องการ

**การแก้ไข Footprint บนบอร์ด**

ฟุทพริ้นท์สามารถวางลงบนบอร์ดโดยหลักๆมี 2 วิธีคือจากเน็ทลิสต์และโดยผู้ออกแบบสั่งให้วางเอง การวางโดยเน็ทลิสต์จะทำให้ฟุทพริ้นท์มีข้อมูลที่สมบูรณ์ คือนอกจากมีรูปร่างกราฟฟิก จะมีส่วนเป็นข้อความอธิบาย(มาจาก Description ของ Component) ดังนั้นเมื่อวาง "ฟุทพริ้นท์" ไปบนบอร์ดแล้วจะเรียกว่าเป็น "อุปกรณ์" แทน

ข้อมูลทางกราฟฟิกของฟุทปริ้นท์สามารถแก้ไขได้เสมอโดยใช้ Library Editor อย่างไรก็ตาม บางครั้ง เพื่อความสะดวกต้องการแก้ไขเล็กน้อยเช่นย้ายตำแหน่งขา สามารถแก้ไขได้โดยตรง ขั้นตอนการทำมีดังนี้

1. เรียกไดอะล็อกบ็อกซ์ของ Component โดยดับเบิลคลิกที่อุปกรณ์ตัวที่ต้องการแก้ไข ต้องคลิกที่ในรูปร่าง หากคลิกที่แพ็ดจะทำให้แสดงคุณสมบัติของ Pad แทน ดังนั้นต้องสังเกตให้ดีว่าเป็นคุณสมบัติของอุปกรณ์
2. ในไดอะล็อกบ็อกซ์ของคุณสมบัติ คลิกที่ช่อง **Lock Primitive** ให้หายไปและคลิก **OK**
3. เริ่มแก้ไขส่วนย่อยต่างๆในอุปกรณ์ตัวนั้น เช่นย้ายตำแหน่งแพ็ด, ย้ายตำแหน่งรูปร่าง เป็นต้น
4. เมื่อต้องการรวมส่วนย่อยพื้นฐาน(Primitive)กลับเป็นอุปกรณ์เช่นเดิม ให้เรียกคุณสมบัติอุปกรณ์ขึ้นมา โดยดับเบิลคลิกที่บริเวณในตัวอุปกรณ์ ในช่อง **Lock Primitive** กำหนดให้มีเครื่องหมายถูกเช่นเดิม

#### การรวม Routing เข้ากับ Footprint

สำหรับฟุทปริ้นท์บางชนิดต้องการให้มีส่วนของ Routing ปรากฏอยู่ในฟุทปริ้นท์ เช่นต้องการให้มีแผ่นทองแดง(Fill Polygon) ใต้ IC เพื่อเป็นส่วนระบายความร้อน เป็นต้น การสร้างแผ่นทองแดงนี้สามารถสร้างได้บนบอร์ดหลังจากออกแบบวงจรเสร็จแล้ว แต่บางครั้งต้องการความสะอาดยิ่งขึ้น คือเมื่อย้ายตำแหน่งอุปกรณ์ต้องการให้แผ่นทองแดงนี้ย้ายตามไปด้วย ดังนั้นจะต้องใช้วิธีสร้างแผ่นทองแดงและรวมเข้ากับฟุทปริ้นท์เป็นหน่วยเดียวกัน ขั้นตอนมีดังนี้

1. ระหว่างสร้างฟุทปริ้นท์ สร้างส่วนของทองแดง ด้วยคำสั่งพื้นฐานเช่น Place>>Track, Place>>Fill เป็นต้น ระหว่างนี้การสร้างส่วนอื่นๆของฟุทปริ้นท์ทำได้เช่นเดิม
2. เมื่อต้องการนำฟุทปริ้นท์มาใช้และต้องการให้โปรเทลเชื่อมเน็ตเข้าหา ส่วนทองแดงนี้ ระหว่างทำ **Design>>Update PCB** จากวงจร ต้องกำหนดทางเลือก **Assign Net to Connected Copper** ด้วย
3. สำหรับกรณีต้องการกำหนดเน็ตให้แก่ส่วนทองแดงในภายหลังจาก *Update Design* สามารถทำได้โดยใช้ *Netlist Manager* เรียกจาก **Tools>>Netlist Manager** ที่บริเวณด้านล่างซ้ายมือปุ่มชื่อ **Menu** คลิกที่นั่นแล้วเรียกคำสั่ง **Create Netlist From Connected Copper**

#### การก๊อปปี้ Component จากบอร์ดเข้าไลบรารี

เมื่อต้องการก๊อปปี้ฟุทปริ้นท์หรืออุปกรณ์จากบอร์ดเข้าไปเก็บในไลบรารี มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกอุปกรณ์ตัวที่ต้องการบนบอร์ด (ใช้ Shift และคลิกที่อุปกรณ์)

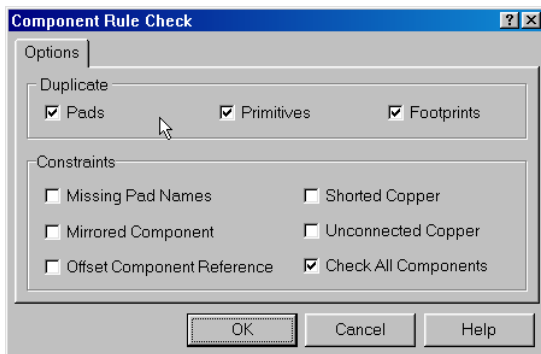


2. ใช้คำสั่ง **Edit>>Copy** โปรเทลจะรอให้เลือกตำแหน่งอ้างอิง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่ขา 1 หรือตำแหน่งที่ต้องการให้เป็นที่อ้างอิง
3. เปลี่ยนไปที่ไลบรารีที่ต้องการเก็บอุปกรณ์ เข้าไปที่หน้า Browse PCBLib ในช่องรายชื่อฟุตพริ้นท์เรียกป๊อปอัพเมนูและเรียกคำสั่ง **Paste** หรือเรียกจากเมนู **Edit>>Paste Component** ถ้าหากชื่อฟุตพริ้นท์ซ้ำกับที่มีอยู่ในไลบรารี โปรเทลจะเติมหมายเลขตามท้ายชื่อให้

### การปรับปรุง Footprint ใน PCB

เมื่อแก้ไขฟุตพริ้นท์ใน Library Editor เสร็จเรียบร้อยแล้วและต้องการนำฟุตพริ้นท์ใหม่กลับไปปรับปรุงใน PCB ให้ตรงกัน ขั้นแรกต้องเปิดไฟล์ PCB ที่ใช้อุปกรณ์และฟุตพริ้นท์นั้นอยู่ขึ้นมา จากนั้นใน Browse PCBLib ใช้คำสั่ง **Update PCB** ข้อสังเกต เฉพาะไฟล์ PCB ที่เปิดไว้เท่านั้นจึงจะได้รับผลกระทบ หากชิ้นงานใดหรือไฟล์ใดไม่ต้องการให้แก้ไขไม่ต้องเปิดขึ้นมา เมื่อโปรเทลเรียกอุปกรณ์ใดจากไลบรารีไปใช้แล้ว หมายความว่าข้อมูลทุกอย่างจากไลบรารีจะย้ายไปเก็บที่ชิ้นงานแทน ดังนั้นจะไม่มีส่วนใดเกี่ยวข้องกันอีกต่อไป

### การตรวจสอบความถูกต้อง Footprint



รูปที่ 14—21 การตรวจสอบความถูกต้องของ Component

เมื่อสร้าง Footprint เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนจะบันทึกเข้าไปใน Library เป็นการดีที่จะตรวจสอบความถูกต้องก่อน วิธีการคือระหว่างอยู่ใน Footprint Editor เรียกคำสั่ง **Report>>Component Rule Check**

เลือกสิ่งที่ต้องการตรวจสอบโดยคลิกที่หน้าช่องนั้น แล้วเลือก OK

### สรุป

การจัดการกับเรื่องอุปกรณ์และฟุตพริ้นท์เป็นส่วนที่สำคัญเป็นอย่างมากสำหรับชิ้นงาน

เพราะถึงแม้ว่าโปรเทลจะสร้างอุปกรณ์มาให้เป็นจำนวนมาก ก็ไม่ได้หมายความว่า จะมีตรงตามที่ต้องการทุกชนิด ดังนั้นเครื่องมือสำหรับสร้างอุปกรณ์และฟุตพริ้นท์ที่โปรเทลให้มานี้มีประโยชน์และต้องใช้ในการออกแบบวงจรต่างๆไปในชีวิตประจำวันอย่างแน่นอน