

13

Print Preview และ CAM

ในบทนี้ท่านจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ

- การสร้าง Output และ Artwork
- Print Preview
- Printout
- สร้างไฟล์สำหรับการผลิต (CAM-Computer Aids Manufacturing)
- CAM Manager
- การสั่งสร้าง CAM File
- การมอง PCB ในรูป 3D

การสร้าง Output และ Artwork

เมื่อออกแบบ PCB เสร็จสิ้น ขั้นตอนต่อไปคือส่งชิ้นงานพิมพ์ออกทางกระดาษและส่งไปให้โรงงานจัดสร้างแผ่น PCB ตามแบบ การพิมพ์ชิ้นงานทางกระดาษมักใช้เพื่อตรวจสอบและสร้างเอกสารอ้างอิงสำหรับใช้ประกอบ PCB (Assembly Drawing) และอื่นๆ การพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์รวมเรียกว่า **Preview** การพิมพ์นี้จะผ่านอุปกรณ์ที่ต่อกับ Windows ซึ่งอาจจะเป็นเลเซอร์พริเตอร์,อิงค์เจ็ทพริเตอร์ รวม Plotter ด้วย สำหรับการสร้างไฟล์เพื่อส่งให้โรงงาน หมายถึงการสร้างไฟล์ที่มีความแม่นยำในระดับสูง เพื่อให้แน่ใจได้ในเรื่องความถูกต้องของขนาดและความคมชัด โดยทั่วไปมักจะสร้างเป็นไฟล์ “Gerber” ทั้งสองกระบวนการโปรเทลได้แยกออกจากกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงทั้งสองอย่าง

Print Preview

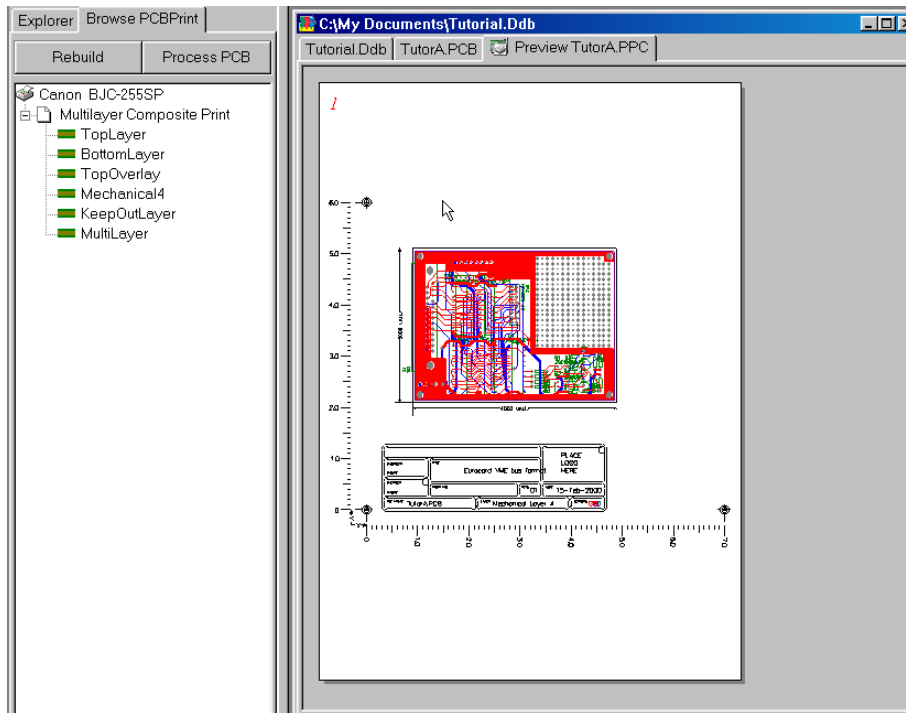
Print Preview หมายถึงการสร้างภาพมองในลักษณะต่างๆตามการใช้งานทั้งบนจอภาพและเพื่อสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ เช่น *Composite*–หมายถึงภาพมองของทุกเลเยอร์ปรากฏให้เห็นในหน้ากระดาษเดียวกัน เพื่อให้ตรวจสอบชิ้นงานได้อย่างรวดเร็ว *Power Plan Set*– หมายถึงภาพมองของเพลนภายในซึ่งทำเป็นแพรวเวอร์ *Mask Set*– หมายถึงภาพมองของพิมพ์เขียว ซึ่งจะเคลือบผิว PCB ทั้งหมดยกเว้นบริเวณแพ็ดซึ่งเปิดเพื่อให้บัดกรีตะกั่ว *Drill Drawing*–หมายถึงภาพมองของตำแหน่งเจาะรูของแพ็ดขลยชนิดของภาพมองเหล่านี้ได้กำหนดเลเยอร์ไว้แล้ว ผู้ใช้สามารถเลือกชนิดที่ต้องการได้ทันที เป็นความสะดวกซึ่งโปรแกรมสร้างให้ใช้งานได้ง่าย สำหรับผู้ที่คุ้นเคยสามารถกำหนดทางเลือกชนิดของภาพมองโดยเปลี่ยนเลเยอร์ได้ตามต้องการ

การสร้าง Print Preview ของ PCB ทำได้โดยขณะกำลังเปิด PCB อยู่ใน Design Windows ใช้คำสั่ง **File>>Print Preview [F,P]** รอสักครู่หนึ่งโปรแกรมจะสร้างเอกสารชนิดใหม่ขึ้นมาเรียกว่า **Power Print Configuration (PPC)** โดยมีชื่อเอกสารเป็น **“Preview <ชื่อ PCB>.PPC”** พร้อมทั้งแสดงเอกสารภาพมอง(Preview) ขึ้นในพื้นที่ออกแบบวงจร เอกสารภาพมองนี้จะมีขนาดและจำนวนหน้าซึ่งได้กำหนดตามชนิดของเครื่องพิมพ์ซึ่งได้ติดตั้งและขึ้นกับอัตราส่วน(Scale)ของชิ้นงาน ถ้าหากชิ้นงานมีขนาดใหญ่แต่กระดาษมีขนาดเล็กจะทำให้โปรแกรมสร้างภาพมองหลายหน้ากระดาษสำหรับแต่ละชนิดของภาพมอง โดยทั่วไปหน้าแรกของภาพมองจะเป็น **Composite Printout** หรือรวมหลายเลเยอร์ในหน้าเดียวกัน

การเลือกชนิดของ Preview ทำได้โดยขณะที่เปิดหน้า PPC เรียกคำสั่งจากเมนู **Tools** จะเห็นทางเลือกชนิดของ Preview ดังนี้

- **Tools>>Create Final** เพื่อสร้าง Preview ซึ่งประกอบด้วยภาพมองทุกชนิดใช้งาน เช่น Power Plane, Solder Mask, Drill Drawing, Assembly Drawing เมื่อเลือก *Create Final* แล้วไม่จำเป็นต้องเลือกทางเลือกในข้อต่อไป เพราะจะรวมทุกอย่างไว้แล้ว ข้อจำกัดของ *Create Final* คือจะใช้เวลาทำงานมาก ดังนั้นโปรแกรมจึงเพิ่มทางเลือกสำหรับกรณีต้องการเฉพาะภาพมองที่สนใจ
- **Tools>>Create Composite** สำหรับสร้าง Preview ของทุกเลเยอร์ไว้บนกระดาษแผ่นเดียวกัน ใช้สำหรับต้องการตรวจสอบชิ้นงานด้วยสายตาอย่างคร่าวๆ
- **Tools>>Create Power Plane Set** สำหรับ Preview เฉพาะเลเยอร์ของเพลนภายใน จำนวนภาพมองขึ้นกับจำนวนเลเยอร์ที่กำหนดให้เป็น Power Plane
- **Tools>>Create Mask Set** สำหรับ Preview ของเลเยอร์ Paste Mask และ Solder Mask
- **Tools>>Create Drill Drawing** สำหรับ Preview ของชุด Drill Drawing
- **Tools>>Create Assembly Drawing** สำหรับ Preview ของชุด Assembly Drawing

- **Tools>>Create Composite Drill Guide** สำหรับ Preview ของชุด Drill Guide



รูปที่ 13—1 เมื่อสั่ง Print Preview ชิ้นงาน TutorA.PCB จะเห็นว่านี่คือ Composite Preview

จากรูปที่ 13—1 แสดงภาพมองของชนิด Composite (รวมทุกชนิดของภาพมองในกระดาษแผ่นเดียวกัน) ในบริเวณ *Browse PCBPrint* แสดงชื่อเครื่องพิมพ์และแสดงชื่อภาพมอง ภายในภาพมองเมื่อขยายส่วนประกอบจะเห็นชื่อเลเยอร์ต่างๆที่นำมารวมสร้างเป็น *Composite* ชื่อเลเยอร์กำหนดมาจากภายในซอฟต์แวร์โปรเทล เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกใช้ได้อย่างสะดวก ไม่จำเป็นต้องกำหนดเลือกเลเยอร์ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามผู้ใช้สามารถเพิ่มหรือลดเลเยอร์ที่ต้องการได้เช่นกัน การเปลี่ยนเลเยอร์ให้ดูในหัวข้อ “การเพิ่ม Printout” และ “การเพิ่มหรือแก้ไขเลเยอร์ในแต่ละ Printout”

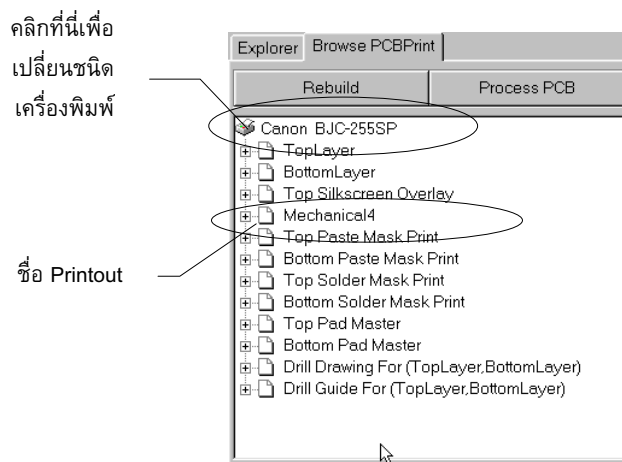
ด้านขวามือภายในหน้าต่างแสดงชิ้นงาน จะเห็นรูปเหมือนของชิ้นงานปรากฏอยู่บนกระดาษตามที่กำหนดในชนิดเครื่องพิมพ์ ทางด้านมุมบนซ้ายมือแสดงตัวเลขเรียงลำดับหน้า ในกรณีชิ้นงานขนาดใหญ่ โปรเทลจะแสดงภาพเหมือนข้ามหลายหน้ากระดาษ

Printout

Printout คือการพิมพ์งานออกจากเครื่องพิมพ์หนึ่งครั้ง ซึ่งอาจจะเป็นเพียงกระดาษแผ่นเดียวหรือประกอบด้วยกระดาษหลายแผ่น ในหน้าต่างของ PPC บนแถบ *Browse PCBPrint* จะแสดงรายละเอียดของ Printout รูปที่ 13—2

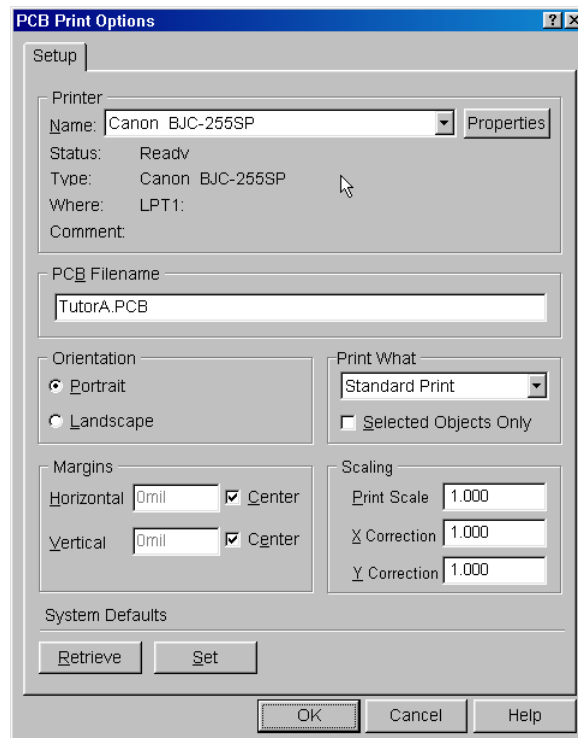
คู่มือ Protel99

- เมื่อต้องการมองภาพก่อนพิมพ์ของ Printout ใด คลิกที่ไอคอนหน้า Printout จะเห็น Design Windows แสดงภาพมองของ Printout
- เมื่อต้องการสั่งพิมพ์ Printout ทั้งหมดเรียกคำสั่ง **File>>Print All** โปรแกรมจะพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ซึ่งกำหนดจาก Windows95/98
- **File>>Print Current** เพื่อสั่งพิมพ์ Printout ที่ปรากฏอยู่บนจอภาพ
- **File>>Print Page** เลือกสั่งพิมพ์เฉพาะหน้าที่ต้องการ หากภาพมองข้ามระหว่างหน้า โปรแกรมจะถามต้องการพิมพ์เลขหน้าใด ตัวเลขที่ปรากฏบนภาพมอง(Preview)จะไม่ปรากฏออกทางเครื่องพิมพ์



รูปที่ 13—2 แสดง Printout ต่างๆเมื่อเรียกคำสั่ง Tools>>Create Final

- หากต้องการเปลี่ยนชนิดเครื่องพิมพ์ ทำได้โดยขณะอยู่ใน PPC นั้นเรียกคำสั่ง **File>>Setup Printer** หรือคลิกปุ่มขวาที่ไอคอนเครื่องพิมพ์ใน *Browse PCBPrint* และเรียกคำสั่ง **Properties** จะเห็นรูปที่ 13—3 ปรากฏขึ้น



รูปที่ 13—3 กำหนดชนิดเครื่องพิมพ์สำหรับ Printout

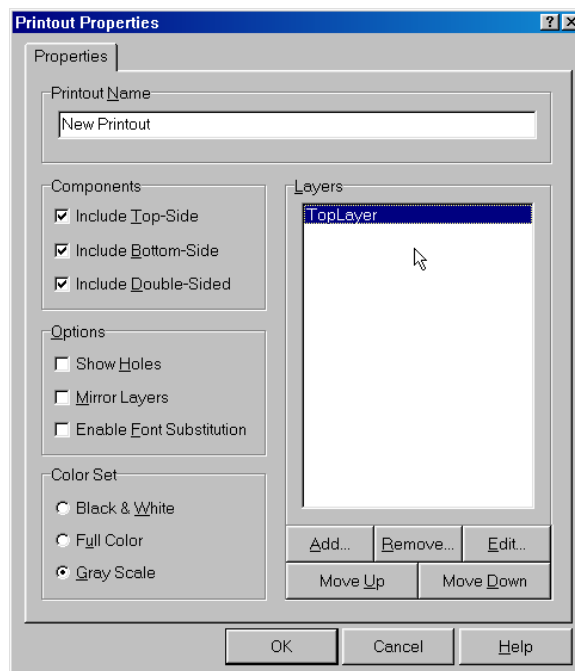
ความหมายในช่องต่างๆมีดังนี้

Printer	เลือก Printer Driver ตามวิธีการเลือกของ Windows95/98
PCB Filename	ชื่อของ PCB ซึ่งกำลัง Preview
Orientation	กำหนดทิศทางการวางกระดาษ
Landscape	วางแนวด้านยาวนอน
Portrait	วางแนวด้านยาวตั้ง
Margin	กำหนดขอบกระดาษที่ต้องการเว้นด้านข้างแนวนอน (Horizontal) และแนวตั้ง(Vertical) สำหรับช่อง Center หมายถึงให้วางชิ้นงาน กลางระหว่างขอบกระดาษ
Print What	เลือกสิ่งที่จะพิมพ์
Standard Print	พิมพ์ด้วยสัดส่วนในช่อง Scaling
Whole Board on page	พิมพ์ย่อให้ทั้งบอร์ดอยู่ในหน้าเดียว
PCB Screen Area	พิมพ์เฉพาะที่แสดงบนจอภาพ
Scaling	กำหนดขนาดย่อหรือขยายเป็นตัวเลขและเป็นเลขทศนิยม

การเพิ่ม Printout

โดยทั่วไปชนิดของ Printout จะกำหนดขณะสร้าง Preview โดยเรียกจกคำสั่ง **Tools>><ชนิด Preview>** แต่ละชนิดจะสร้าง Printout ไม่เท่ากัน เช่นคำสั่ง *Create Final* จะสร้าง Printout ทั้งหมดเท่าที่ต้องการเพื่อนำไปทำ PCB เช่นอาร์ทเวิร์กด้าน Top, Bottom, Mask, Silkscreen เป็นต้น

ถึงแม้โปรเทลจะสร้างทางเลือกเพื่อสร้าง Preview ให้ใช้งานได้อย่างง่าย ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องกำหนดรายละเอียดของเลเยอร์แต่ละ แต่การใช้งานในบางกรณีผู้ใช้ต้องการกำหนดทางเลือกของ Printout ในกรณีนี้ทำได้โดย เริ่มต้นโดยดูในแถบ *Browse PCBPrint* เรียกคำสั่ง **Edit>>Insert Printout** หรือใช้เมาส์ปุ่มขวา คลิกในบริเวณว่างๆของ *Browse PCBPrint* เพื่อแสดงป๊อปอัพเมนูเลือกคำสั่ง **Insert Printout**



รูปที่ 13—4 การเพิ่ม Printout

ทางเลือกต่างของคุณสมบัติ Printout มีดังนี้

Printout Name ชื่อของ Printout (เช่น Top Layer, Bottom Layer)

Component ต้องการให้ Component แสดงใน Printout หรือไม่

Include Top side แสดงอุปกรณ์ด้าน Top

Include Bottom side แสดงอุปกรณ์ด้าน Bottom

Include Double side แสดงอุปกรณ์ทั้งสองด้าน

Option

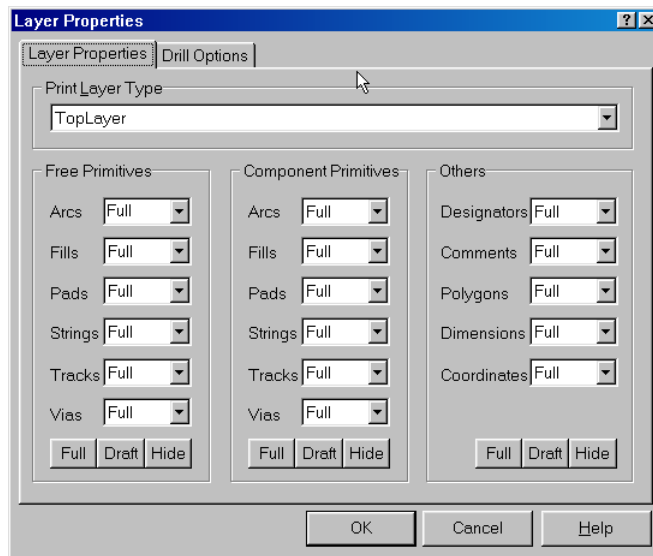
- Show holes แสดงรูเจาะ
- Mirror Layers สั่งให้กลับ Printout นี้
- Enable Fonts Substitution ให้แทน Font ที่ไม่มี

Color set

- Black and White กำหนดให้ Printout เป็นขาว-ดำ
- Full color กำหนดให้ Printout เป็นสี
- Gray Scale กำหนดให้ Printout เป็นขาว-ดำ ชนิดมีระดับความเข้ม

Layers ใช้สำหรับกำหนด Layer สำหรับ Printout นี้ สามารถเพิ่มที่นี้หรือเพิ่มภายหลัง

- Add เพิ่มชื่อเลเยอร์
- Remove ลบเลเยอร์ออก
- Edit แก้ไขชื่อเลเยอร์
- Move Up เลื่อนเลเยอร์ขึ้น เพื่อให้มองเห็นเลเยอร์ที่อยู่ล่างลงมา
- Move Down เลื่อนเลเยอร์ลง เพื่อให้มองเห็นเลเยอร์ล่างที่ถูกทับอยู่



รูปที่ 13—5 สำหรับเพิ่มเลเยอร์ใน Printout

การเพิ่มหรือแก้ไข Layer ในแต่ละ Printout

ในแต่ละ Printout ได้กำหนดเลเยอร์ที่เกี่ยวข้องไว้ให้แล้ว อย่างไรก็ตามบางครั้งจำเป็นต้องเพิ่มเลเยอร์เพื่อเปลี่ยน Printout นั้นให้เหมาะสมกับความต้องการ การเพิ่มเลเยอร์คือต้องเลือก Printout ที่ต้องการก่อน

คู่มือ Protel99

โดยคลิกที่ชื่อ Printout หากคลิกตรงกับเครื่องหมาย “+” จะเห็น Printout กระจายออกมาพร้อมกับแสดงชื่อเลเยอร์ที่รวมอยู่ คลิกขวาที่ Printout เลือกคำสั่ง **Insert Layer** จะเห็นรูปที่ 13—5 ปรากฏขึ้น แต่ละช่องมีความหมายดังนี้

Print Layer Type กำหนดชื่อของเลเยอร์ที่จะเพิ่มใน Printout ชื่อต้องเลือกจากกรอบดาวน์เท่านั้น

ช่อง *Free Primitives* หมายถึงหน่วยพื้นฐานสำหรับประกอบเป็นรูปร่างซับซ้อน

Arcs, Fills, Pads, Etc. กำหนดระดับของการ Preview เป็น Full-เห็นเหมือนจริง, Draft-รูปโครงร่าง, Hide-ให้ซ่อน

ช่อง *Component Primitive* หมายถึงหน่วยพื้นฐานสำหรับประกอบเป็นรูปร่าง Component

Arcs, Fills, Pads, Etc. กำหนดระดับของการ Preview เป็น Full, Draft, Hide

ช่อง *Others*

Designator, Comments, Polygons, Etc. กำหนดระดับของการ Preview เป็น Full, Draft, Hide

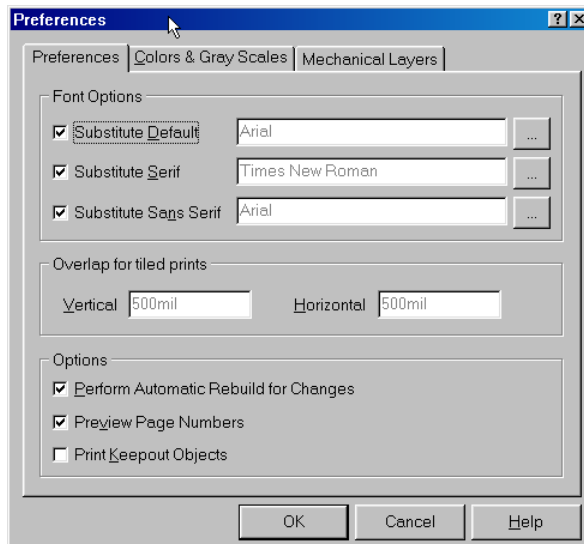
Full หมายถึงให้แสดงด้วยความละเอียดสูงสุด

Draft หมายถึงให้แสดงเป็นโครงร่าง

Hide หมายถึงซ่อนไว้

กำหนด Preference ของ PPC

เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงความชอบของระวางที่อยู่ Preview ใช้คำสั่ง **Tools>>Preference** จะเห็นรูปที่ 13—6 ปรากฏขึ้น



รูปที่ 13—6 การกำหนด Preference ของ PPC

ความหมายในแต่ละช่องมีดังนี้

Font Option	กำหนดให้แทน Fonts ทั้ง 3 ชนิดด้วย Fonts ชื่อใด เมื่อต้องการเปลี่ยนชื่อให้คลิกที่ปุ่ม (...)
Overlap for tiled prints	กำหนดระยะเหลื่อมระหว่างพิมพ์ ในกรณีที่ไม่สามารถพิมพ์ได้หมดในกระดาษแผ่นเดียว การกำหนดระยะเหลื่อมจะทำให้ต่อกระดาษได้สนิทมากขึ้น

ช่อง Options

Perform Automatic Rebuild for Changes	สั่งให้ Rebuild Print Preview ใหม่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางเลือกโดยอัตโนมัติ
Preview Page Numbers	กำหนดใส่หมายเลขหน้าบนหน้า Preview ด้วย
Print Keepout Object	ให้พิมพ์ Keepout ปกติจะไม่พิมพ์
ในแถบ Color & Grayscale ใช้สำหรับกำหนดการเปลี่ยนจากสี เป็นโทนขาว-ดำ	

สร้างไฟล์สำหรับการผลิต (CAM-Computer Aids Manufacturing)

ในกระบวนการสร้างแผ่น PCB โดยทั่วไปโรงงานทำ PCB จะต้องการไฟล์ดังนี้

1. **Artwork** ซึ่งสร้างเป็นไฟล์ชนิด Gerber หรือ PostScript ข้อมูลในไฟล์กำหนดลายเส้นแทร็คและเลเยอร์อื่นๆเช่น Silkscreen, Solder Mask เป็นต้น
 2. **NC Drill** หรือไฟล์สำหรับเครื่องเจาะอัตโนมัติ
 3. อื่นๆเช่น Test point report สำหรับอ้างอิงตำแหน่ง Testpoint บน PCB และส่วนที่ไม่เกี่ยวกับการสร้าง PCB โดยตรงเช่น Bill Of Material (รายการวัสดุและจำนวนในบอร์ด) เป็นต้น
- การสร้างไฟล์เพื่อการผลิตเหล่านี้จะผ่าน CAM Manager ซึ่งโปรแกรมได้แยกออกมาเป็นอีกโปรแกรมหนึ่ง (อยู่ในระดับเดียวกับ Schematic Editor และ PCB Layout)

Artwork คืออะไร

Artwork คือชื่อของแผ่นฟิล์มซึ่งสร้างมาจากชิ้นงานในเครื่อง เราจะนำแผ่นฟิล์มนี้ไปสร้าง PCB ในโรงงานทำ PCB (ดูบทที่ 1) แผ่นฟิล์มแต่ละแผ่นจะตรงกับด้านของ PCB ที่ต้องการสร้าง เช่น PCB 2 หน้า จะต้องแผ่นฟิล์มลายวงจรด้าน TOP และ BOTTOM เป็นต้น หากต้องการทำ Solder Mask และ Overlay จำเป็นต้องเพิ่ม Artwork เท่ากับที่ต้องการด้วย การสร้างแผ่นฟิล์มนี้โดยปกติจะใช้วิธี Gerber Plot แต่ปัจจุบันเริ่มใช้วิธี PostScript Plot กันมากขึ้น

ก่อนจะเลือกอุปกรณ์สำหรับสร้างฟิล์ม เราควรทำความเข้าใจเรื่องความแตกต่าง ในปัจจุบันอุปกรณ์ที่นิยมใช้จะมีหลักๆคือ Gerber Plotter, Pen Plotter, Post Script Printer และ Laser Printer สำหรับ Gerber Plotter จะให้ความละเอียดและสัดส่วนถูกต้องมากที่สุด ไม่ว่าบอร์ดจะมีขนาดใหญ่เท่าใด

ทั้งนี้เพราะเป็นกระบวนการยิงแสงผ่าน Aperture (แผ่นบังแสง มีขนาดต่างกัน ตามขนาดแพ็ด, แทร็ค เป็นต้น) กระดาษฟิล์มที่มีความหนามาก เพื่อป้องกันการยืดตัวจะได้ไม่เสียสัดส่วนที่ถูกต้องไป แต่ราคาค่า Print/Plot จะสูงตามไปด้วย สำหรับ Pen Plotter เป็นวิธีวาดปากกาไปบนกระดาษ มักให้ความละเอียดไม่ดีนัก จำเป็นต้องพิมพ์ด้วยอัตราขยายมากกว่า 1 เท่าและไปย่อด้วยกระบวนการทางแสง เพื่อให้ชิ้นงานมีความคมชัดมากขึ้น สำหรับ Post Script และ Laser Printer เป็นวิธีที่เริ่มนำมาใช้มากขึ้น (Laser Printer คืออุปกรณ์การพิมพ์ ส่วน Post-Script เป็นภาษาสำหรับสั่งให้ Laser Printer ทำงาน) ปัจจุบันมีเครื่องพิมพ์ Laser ขนาดความละเอียดสูงกว่า 2500 dpi ดังนั้นจึงหันมาสร้างฟิล์มต้นแบบด้วยเครื่องพิมพ์ชนิดนี้กัน ข้อควรระวังสำหรับ Laser Printer คือชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ อาจจะมีการบิดพลิ้วทางด้านความยาว โดยเฉพาะ Printer ซึ่งพิมพ์ด้วยกระดาษเป็นม้วน เมื่อพิมพ์ทางด้านบนและล่างของ PCB นำมาประกบกัน ตำแหน่งแพ็ดเดียวกันระหว่างด้านบนและล่างอาจจะไม่ตรงกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะเครื่องจะพิมพ์ไปพร้อมกับดึงกระดาษไปด้วย หากกระดาษมีน้ำหนักมากหรือมีความยืดหยุ่นไม่เท่ากัน อัตราการเคลื่อนจะไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้สัดส่วนในด้านยาวมีโอกาสผิดไปได้ สำหรับชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก อุปกรณ์ขนาดใหญ่ ไม่คำนึงถึงรายละเอียดมากนัก วิธีนี้ไม่มีปัญหา สำหรับงานออกแบบระดับ Fine Pitch อาจจะไม่เหมาะสม อีกประเด็นคือโดยปกติ Laser จะพิมพ์ชิ้นงานโดยยิงผงหมึกลงไปบนดรัม(ลูกกลิ้ง) จากนั้นรีดกระดาษผ่านดรัมเพื่อให้ผงหมึกติดบนกระดาษ บางครั้งการยิงผงหมึกไม่สามารถทำได้ คมชัดพอ คือมีผงละเอียดเล็กๆอยู่ใกล้ขอบเส้น อาจจะไม่เห็นชัดเจน ผงหมึกเหล่านี้จะทำให้ชิ้นงานมีปัญหาได้ ดังนั้นเมื่อตั้งใจจะสร้างฟิล์มต้นแบบด้วย Laser Printer ควรจะต้องเพิ่ม Clearance Rules ให้มากขึ้น

Photo Plotter

รูปแบบ Gerber (Gerber File เป็นรูปแบบหรือมาตรฐานของไฟล์ เป็นภาษาทางเครื่องพิมพ์ชนิดหนึ่งสำหรับควบคุมการทำงาน ส่วน Photo Plotter คือเครื่องพิมพ์ที่ใช้วิธีการทางแสงสร้างฟิล์ม) เป็นวิธีที่ให้ความละเอียดและความถูกต้องสูงที่สุด เป็นมาตรฐานสำหรับการสร้าง Artwork ในวงการ PCB มักใช้วิธีนี้เมื่อชิ้นงานมีขนาดใหญ่มากมีความละเอียดของลายเส้นมากๆต้องการความคมชัดสูง

การทำงาน Photo Plotter จะคล้ายเครื่อง Pen Plotter เพียงแต่หัวปากกาเป็นแสง ขนาดความกว้างแสงจะต่างกันตามขนาด Aperture ซึ่งเรียงอยู่บนรางเลื่อนหรืออยู่บนวงล้อ การสร้างฟิล์มจะใช้การ Draw และ Flash การ Draw หมายถึงการลากเส้นแสดงผ่านรูเปิด Aperture ขนาดต่างๆ ส่วน Flash หมายถึงการสร้างสัญลักษณ์ที่ไม่ต้องเคลื่อนไหวเช่น รูปร่าง pad ต่างๆ เป็นต้น

Photo Plotter แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆคือ Vector Plot และ Raster Plot ชนิด Vector Plot จะมีขนาด Aperture ตายตัวตามวงล้อหรือรางเลื่อน และสร้างฟิล์มโดยเลื่อนปากกาแสงไปตามคำสั่งในไฟล์ ส่วน Raster Plot จะอ่านคำสั่งจากไฟล์ Gerber เข้าไปเก็บไว้ก่อนทั้งหมด จากนั้นจะยิงฟิล์มออกมาทีละบรรทัด เหมือนสแกนไปบนเครื่องพิมพ์เลเซอร์ Raster Plot จะไม่จำกัดขนาดและจำนวน Aperture เพราะสามารถจำลอง Aperture จำนวนเท่าใดก็ได้

Postscript Printer

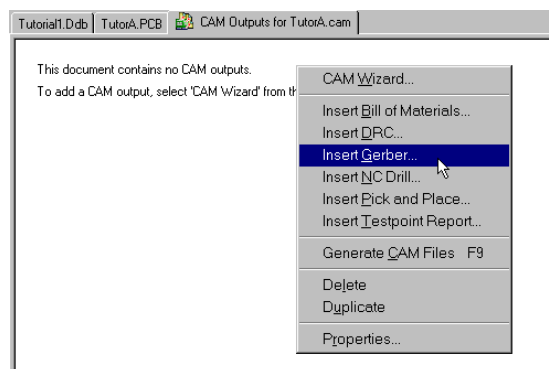
Postscript เป็นภาษาสำหรับควบคุมเครื่องพิมพ์ชนิดหนึ่ง ใช้กันมากในวงการสิ่งพิมพ์ เนื่องจากให้ความละเอียดและความถูกต้องสูงต้องพอสมควรสำหรับงานสิ่งพิมพ์ และเนื่องจากเครื่องพิมพ์ชนิดใช้กับภาษา PostScript ได้มีแพร่หลายไปทั่ว ดังนั้นมักนำเครื่องพิมพ์ชนิดนี้มาสร้าง Artwork เพื่องาน PCB เช่นกัน ข้อควรระวังคือ Postscript Printer ซึ่งใช้กันตามร้านถ่ายเพลททำหนังสือ ก็ยังคงเป็นเครื่องพิมพ์ชนิด Laser ดังนั้นข้อจำกัดเรื่องความถูกต้องสำหรับงาน PCB จึงไม่อาจรับรองได้

การสร้างไฟล์ Artwork สำหรับ Postscript Printer สามารถทำได้โดยผ่านทาง *PostScript Driver* ของ Windows95/98 ผ่านทาง *Power Print Configuration (PPC)*

CAM Manager

CAM Manager คือเครื่องมือสำหรับสร้างไฟล์สำหรับผู้ผลิต PCB เช่น Gerber File, DRC, Bill of Material เป็นต้น ไฟล์ต่างๆรวมเรียกเป็น CAM (Computer Aids Manufacturing) เราสามารถระบุชนิดและทางเลือก รวมทั้งเมื่อเพิ่มชนิดไฟล์แล้ว หากต้องการเปลี่ยนทางเลือกก็ทำได้ใน CAM Manager เช่นกัน

เริ่มต้นให้ขณะที่อยู่ในส่วน PCB Editor เรียกคำสั่ง **File>>CAM Manager** รอสักครู่หนึ่งจะเห็นรูปที่ 13—7 เป็นเอกสารชนิดใหม่ชื่อ **“CAM Output for <ชื่อไฟล์>.CAM”** ปรากฏขึ้น ภายในเอกสารจะบรรจุชนิดของ CAM ที่ต้องการสร้าง การสร้างสามารถเลือกได้จาก *CAM Wizard* หรือจะใช้วิธีเรียกจากป๊อปอัพเมนูโดยคลิกปุ่มขวาใน CAM Manager จากนั้นเลือกคำสั่ง **Insert** เพื่อเพิ่มแต่ละชนิดที่ต้องการ



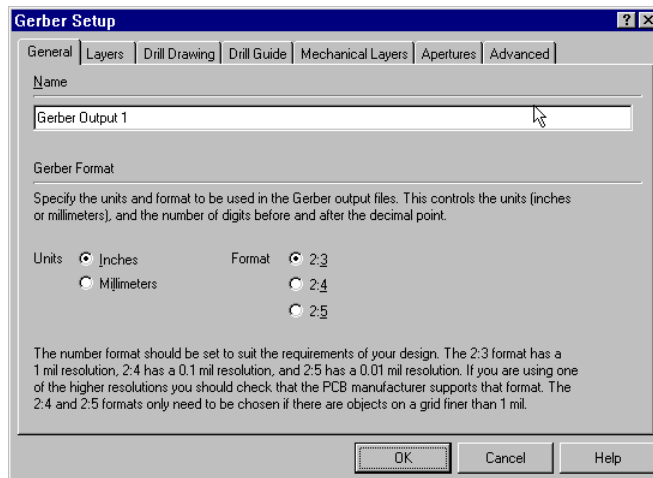
รูปที่ 13—7 วิธีเพิ่ม CAM ชนิดต่างๆโดยเรียกป๊อปอัพเมนู และเรียกคำสั่ง Insert ตามชนิดที่ต้องการ

CAM Wizard จะปรากฏขึ้นเมื่อเรียก CAM Manager การใช้งานกำหนดได้ไม่ยาก สำหรับกรณีนี้จะไม่ใช้ Wizard แต่จะเพิ่ม CAM ชนิดต่างๆทีละอย่าง

คู่มือ Protel99

สร้าง Gerber File

Gerber File ใช้สำหรับสร้างไฟล์ของอาร์ทเว็ค เช่นอาร์ทเว็คของ Top, Bottom เป็นต้น โรงงานทำ PCB จะใช้อาร์ทเว็คเหล่านี้เพื่อสร้างลายวงจร เมื่อต้องการสร้าง Gerber File ให้เลือก **Insert Gerber** จากบีออปชั่นเมนูใน *CAM Manager* จะเห็นไดอะล็อกบ็อกซ์ *Gerber Setup* ดังรูปที่ 13—8 ปรากฏขึ้น ในแถบแรกกำหนดทางเลือกทั่วไป ก่อนเลือกทางเลือกต่างๆ แนวทางที่ดีคือควรจะปรึกษากับโรงงานซึ่งทำแผ่น PCB ก่อน ทั้งนี้เพราะการเลือกใดๆ อาจจะมีผลทำให้ไม่สามารถสร้างอาร์ทเว็คออกมาได้



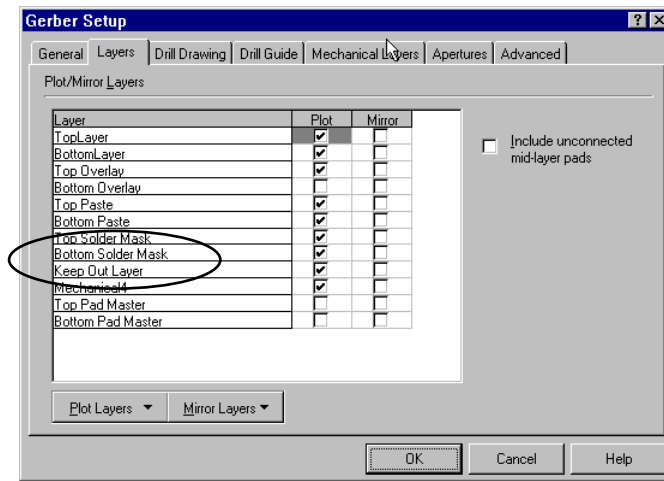
รูปที่ 13—8 Gerber Setup แถบที่ 1

ในแถบ Gerber ทางเลือกต่างๆมีความหมายดังนี้

- | | |
|--------|---|
| Name | คือชื่อของ Output ซึ่งจะปรากฏใน CAM Manager หากต้องการสร้างไฟล์ Gerber มากกว่าหนึ่งชุดต้องตั้งชื่อต่างกัน |
| Unit | หน่วยวัดของไฟล์ Gerber ซึ่งเลือกได้เป็น mm และ inch |
| Format | กำหนดระดับความละเอียด(Resolution) ของไฟล์ Gerber ตัวเลขตัวหลังกำหนดจำนวนทศนิยม |

ในแถบต่อมาชื่อ *Layer* จะใช้สำหรับเลือกเลเยอร์ที่ต้องการสร้าง Gerber ต้องการเลือกเลเยอร์ใดให้คลิกที่ช่อง *Plot* สำหรับช่อง *Mirror* หมายความว่าสร้างอาร์ทเว็คชนิดกลับด้านแบบมองในกระจก การคลิกที่เลเยอร์ใดหมายความว่าต้องการสร้างหนึ่งไฟล์สำหรับเลเยอร์นั้น

สำหรับปุ่ม **Plot Layer** ใช้สำหรับเลือกเลเยอร์เช่นกัน ทดแทนการเลือกครั้งละเลเยอร์ ทางเลือกที่มีคือ



รูปที่ 13—9 Gerber Setup แถบที่ 2

All On – หมายถึงเลือกหมดทุกเลเยอร์

All Off –หมายถึงไม่เลือกทุกเลเยอร์

Used On – หมายถึงเลือกเฉพาะที่ใช้

ปุ่ม **Mirror Layer** ใช้สำหรับเลือกเลเยอร์ ทดแทนการเลือกครั้งละเลเยอร์ ทางเลือกที่มีคือ

All On – หมายถึงเลือกหมดทุกเลเยอร์

All Off –หมายถึงไม่เลือกทุกเลเยอร์

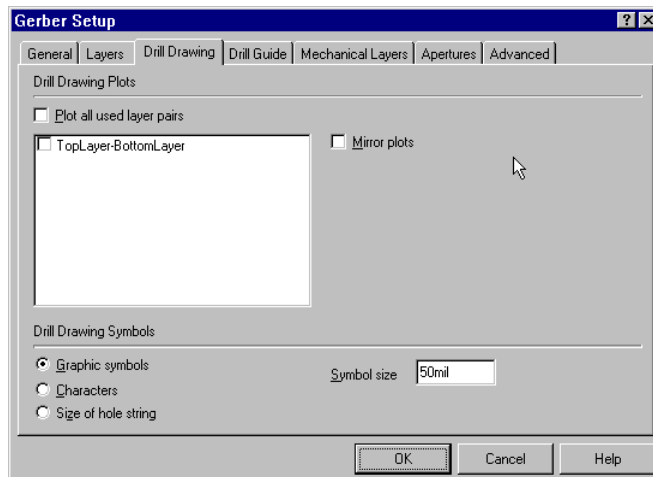
Used On – หมายถึงเลือกเฉพาะที่ใช้

ชื่อไฟล์ Gerber จะมีชื่อเดียวกับ PCB Document เช่น PCB ชื่อ TutorA ดังนั้น TOP Layer จะมีชื่อว่า *TutorA.GTL* เป็นต้น สำหรับนามสกุลของเลเยอร์อื่น ๆ มีดังนี้

Top Overlay	.GTO
Bottom Overlay	.GBO
Top Layer	.GTL
Bottom Layer	.GBL
Mid Layer 1, etc.	.G1, .G2, etc
Power Plane 1, etc.	.GP1, GP2, etc
Mechanical Layer 1, etc.	.GM1, .GM2, etc
Top Solder Mask	.GTS
Bottom Solder Mask	.GBS
Top Paste Mask	.GTP
Bottom Paste Mask	.GBP
Drill Drawing	.GDD
Drill Drawing; Top to Mid 1, Mid2 to Mid 3, etc.	.GD1, GD2, GD3, etc.
Drill Guide	.GDG
Drill Guide; Top to Mid 1, Mid 2 to Mid 3, etc	.GG1, GG2, GG3, etc.

คู่มือ Protel99

Pad Master, Top	.GPT
Pad Master, Bottom	.GPB
Keep Out Layer	.GKO
Gerber Panels	.P01, .P02, etc.

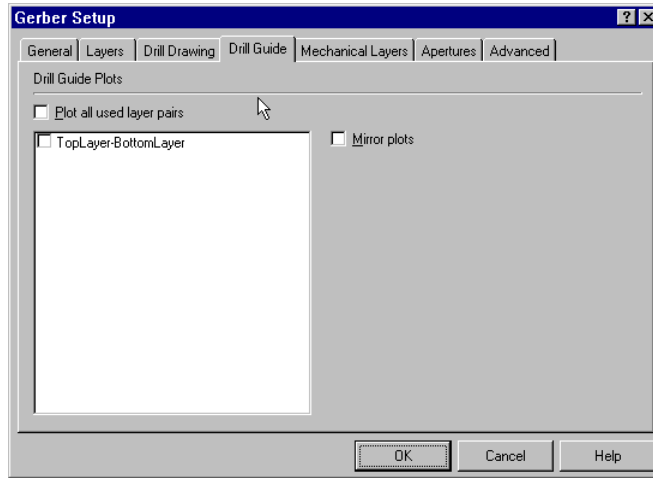


รูปที่ 13—10 Gerber Setup แถบ Drill Drawing

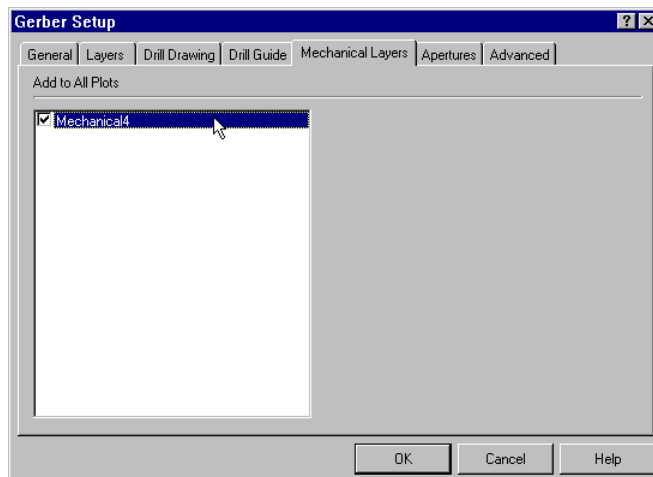
ในแถบที่ 3 คือ Drill Drawing หมายถึงให้สร้างไฟล์ Gerber สำหรับตำแหน่งเจาะรู ด้วยขนาดดอกสว่านต่าง ๆ กัน แต่ละช่องมีความหมายดังนี้

- | | |
|---------------------------|---|
| Plot all used layer pairs | ให้สร้างไฟล์ Gerber สำหรับทุกๆคู่เลเยอร์ที่มีการทะลุถึงกัน |
| Top Layer-Bottom Layer | ให้สร้างไฟล์ Gerber สำหรับรูเจาะระหว่างคู่ Top และ Bottom ปกติในช่องนี้จะแสดงจำนวน Layer Pair ทั้งหมด ที่เลือกได้ในกรณีนี้เป็นบอร์ด 2 หน้า ดังนั้น Layer Pair ที่เลือกได้จึงมีเพียงคู่เดียว |
| Mirror Plot | กำหนดให้สร้างไฟล์ Gerber ชนิดกลับด้าน |
| Drill Drawing Symbol | กำหนดให้บอกขนาดของรูเจาะในตำแหน่งต่างๆด้วย (1) Graphic Symbol-สัญลักษณ์กราฟิก (2) Character-ตัวอักษรเช่น A, B, C (3) Size of hole string-ตัวเลขระบุขนาดที่รูเจาะ |
| Symbol size | กำหนดขนาดของสัญลักษณ์สำหรับบอกขนาดรูเจาะ |

ในแถบที่ 4 คือ Drill Guide หมายถึงสร้างไฟล์ Gerber สำหรับระบุศูนย์กลางของรูเจาะต่างๆบนบอร์ด เพื่อเป็นแนวสำหรับรูเจาะด้วยมือ การกำหนดทางเลือกใช้วิธีเดียวกับ Drill Drawing

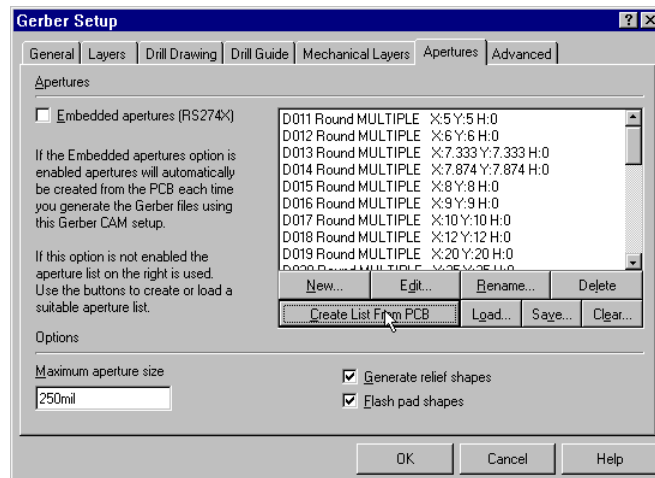


รูปที่ 13—11 Gerber Setup แถบ Drill Guide



รูปที่ 13—12 Gerber Setup แถบ Mechanical

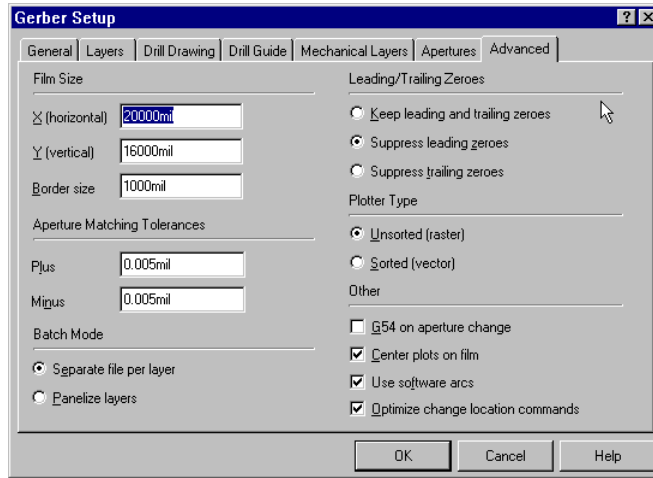
แถบ Mechanical Layer มีทางเลือกช่องเดียว Add to All plot หมายความว่าในบอร์ดที่เราออกแบบได้เลือกใช้ Mechanical Layer ใดบ้างเช่น กรอบกำหนดขนาด, กรอบกำหนดชื่อเอกสารและข้อมูลอื่นๆ ขนาดแผ่น PCB เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มักต้องการให้ปรากฏร่วมกัน ไม่ว่าจะเลือก Gerber Plot สำหรับอาร์ทเวิร์คในเลเยอร์ใดก็ตาม คลิกที่ช่อง **Mechanical4** หมายถึงให้รวมเลเยอร์ Mechanical4 เข้าไปกับทุกเลเยอร์ซึ่งได้เลือกมาในแถบก่อนหน้านี้ ชื่อเลเยอร์ที่เลือกได้มาจากชั้นงานกำหนดใช้ Mechanical Layer ใดบ้างในกรณีตัวอย่างจะกำหนดไว้เพียง Mechanical4 ดังนั้นจึงมีทางเลือกเพียงเลเยอร์เดียว



รูปที่ 13—13 Gerber Setup แถบ Aperture

ในแถบ Aperture ใช้สำหรับกำหนดขนาดของ Draw และ Flash ซึ่งจะใช้ประกอบกันสร้าง Photo Plot หากเป็น Photo Plot ชนิด *Raster Plot* สามารถเลือก *Create List From PCB* ซึ่งโปรแกรมจะตรวจดูใน PCB ใช้ขนาดแทร็คและแพ็ดเท่าใดบ้าง และจะสร้าง Aperture มีขนาดตามนั้น สำหรับ Photo Plot ที่เป็น *Vector Plot* จำเป็นต้องติดต่อเพื่อขอขนาด Aperture ซึ่งทางโรงงานผลิต PCB ใช้จากนั้นนำมา กำหนดให้ตรงกัน

Embedded Aperture	หมายถึงให้รวมขนาด Aperture เข้าไปใน Gerber File (มาตรฐาน RS-274X)
Create List From PCB	สร้าง Aperture Table โดยดูจากขนาดต่างๆที่ใช้ใน PCB
New	เพิ่ม Aperture ขนาดใหม่
Edit	แก้ไข Aperture ที่เลือกไว้
Rename	เปลี่ยน D-Code ของ Aperture (โดยทั่วไปไฟล์ Gerber จะอ้างตัว Aperture ด้วยหมายเลขหรือ D-Code)
Delete	ลบ Aperture ตัวที่เลือกทิ้ง
Load	อ่าน Aperture Table จากไฟล์
Save	เก็บ Aperture Table เข้าไฟล์
Clear	ล้าง Aperture ในตารางทั้งหมด



รูปที่ 13—14 Gerber Setup แถบ Advanced

แถบ Advanced ใช้กำหนดทางเลือกดังนี้

Film Size	กำหนดขนาดของฟิล์ม ทางด้านแนวนอน (X) และแนวตั้ง (Y)
Aperture Matching Tolerance	กรณีขนาด Aperture ที่ระบุในตารางมีไม่ตรงกับขนาด Artwork ที่ต้องการสร้าง หากขนาดผิดพลาดกันไม่เกิน Plus หรือ Minus Tolerance จะเลือกใช้ Aperture ตัวนั้น เช่นต้องการวาดเส้น 8.02 แต่มี Aperture ขนาดใกล้เคียงที่สุดคือ 8 mils เนื่องจากความแตกต่างยังอยู่ใน Tolerance ดังนั้นให้ใช้ Aperture ตัวนี้
Batch Mode	กำหนด <i>Separate File per Layer</i> หมายถึงสร้างหนึ่งไฟล์ต่อหนึ่งเลเยอร์ ส่วน <i>Panelize layer</i> หมายถึง รวมหลายๆเลเยอร์ในฟิล์มแผ่นเดียวกัน
Leading/Trailing Zone	จัดการกับเลขศูนย์นำหน้าและตามท้ายใน Gerber file
Keep leading and trailing zero	ปล่อยไว้ทั้งนำหน้าและตามท้าย
Suppress leading zero	ยกเลขศูนย์นำหน้าออก
Suppress trailing zero	ยกเลขศูนย์ตามท้ายออก
Plotter type	เลือกชนิดของ Plotter หากเป็น Vector จะเรียง(Sort) ลำดับการ Plot เพื่อให้หัวยิงแสงเคลื่อนที่น้อยที่สุด สำหรับ Raster ไม่จำเป็น เพราะจะอ่าน Gerber File ทั้งหมดเข้าไปก่อนจะ Plot ออกมา
G54 on Aperture change	กำหนดเพิ่ม G54 สำหรับเครื่อง Photo Plot รุ่นเก่าๆซึ่งต้องการใช้ รหัส G54 เมื่อจะเปลี่ยนขนาด Aperture
Center Plot on film	สร้าง Artwork กลางฟิล์ม

คู่มือ Protel99

Use software arcs

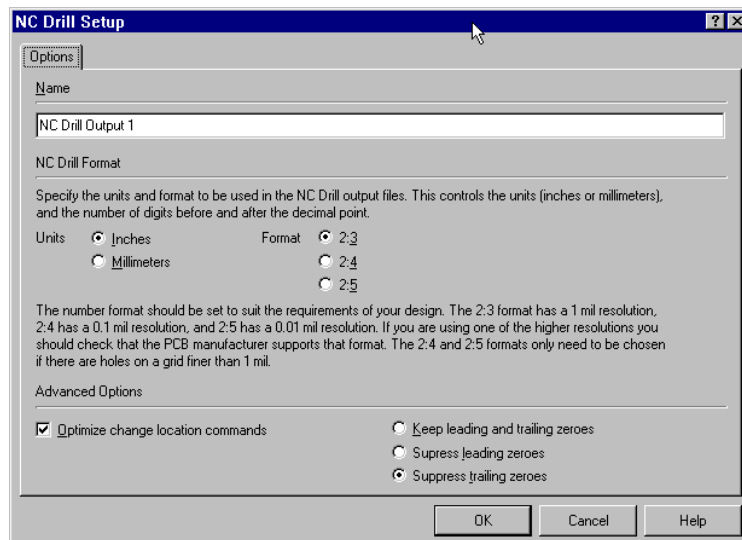
สร้างวงกลมโดยจำลองด้วยซอฟต์แวร์

Optimize change location command

ทำให้จำนวนครั้งการเปลี่ยน Aperture น้อยที่สุด

สร้าง NC Drill

การเลือกสร้าง CAM ของ NC Drill หมายถึงสร้างไฟล์สำหรับเครื่องเจาะรูอัตโนมัติ สามารถเลือกได้เช่นเดียวกับ Gerber Plot คือคลิกเมาส์ปุ่มขวา ขณะอยู่ใน CAM Manager และเลือก **Insert NC Drill** หรือเลือกจากเมนู **Edit>>Insert NC Drill** เมื่อเลือกแล้วจะเห็นรูปที่ 13—15 ปรากฏขึ้น



รูปที่ 13—15 ทางเลือกต่างๆของ NC Drill

ความหมายในช่องต่างๆมีดังนี้

Name

ชื่อของ NC Drill ที่ต้องการสร้าง(ไม่ใช่ชื่อไฟล์)

Unit

หน่วยของ NC Drill เป็น millimeter หรือ inch

Format

รูปแบบเพื่อกำหนดความละเอียด(Resolution) เช่น 2:5 จะสูงกว่า 2:4

Optimize change location commands

ทำให้จำนวนครั้งการเปลี่ยน Tools น้อยที่สุด

Keep leading and training zero

เก็บเลขศูนย์นำหน้าและตามท้ายแต่ละตำแหน่ง XY ของ NC-Drill

Suppress leading zero

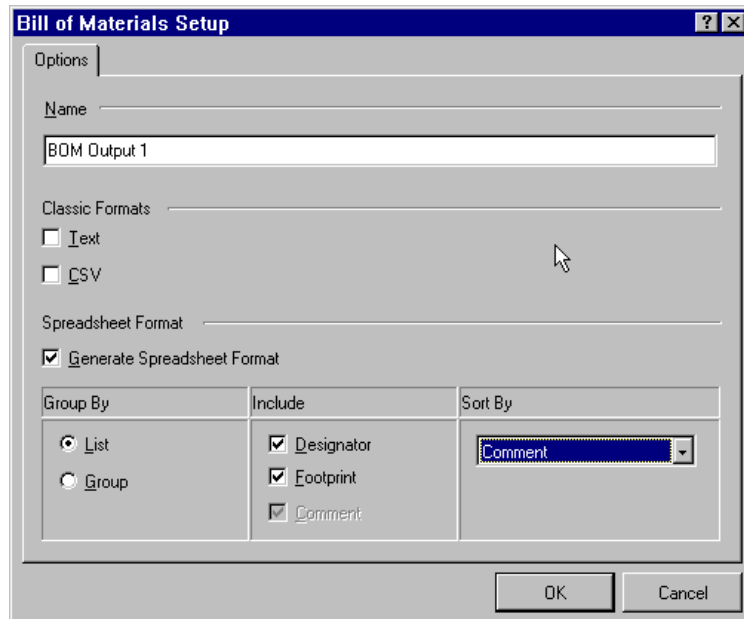
ยกเลขศูนย์นำหน้าออก

Suppress trailing zero

ยกเลขศูนย์ตามท้ายออก

สร้าง Bill of Material

การเลือกสร้าง BOM หรือ Bill of Material (รายการวัสดุ) สามารถเลือกได้เช่นเดียวกับ Gerber Plot คือคลิกเมาส์ปุ่มขวา ขณะอยู่ใน CAM Manager และเลือก **Insert Bill of Material** หรือเลือกจากเมนู **Edit>>Insert Bill of Material** เมื่อเลือกแล้วจะเห็นรูปที่ 13—16 ปรากฏขึ้น



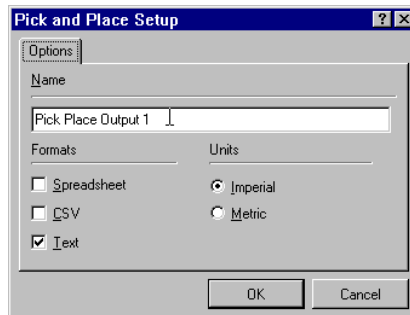
รูปที่ 13—16 เลือกรูปแบบของ BOM

แต่ละช่องมีความหมายดังนี้

Name	ชื่อของ BOM ที่ต้องการสร้าง (ไม่ใช่ชื่อไฟล์)
<i>Classic Format</i>	
Text	สร้างเป็นชนิด Text File
CSV	สร้างเป็นชนิด Comma separate value เพื่อนำไปเข้า Microsoft Excel
Spreadsheet format	สร้างในรูปแบบ Spreadsheet สำหรับแก้ไขได้จากภายในโปรแกรม
Generate Spreadsheet format	เลือกสร้างรูปแบบ Spreadsheet
Group by	จับกลุ่มโดย List หรือ Group
Include	รวม Designator และ Footprint เข้ามาใน BOM ด้วย
Sort by	เรียง BOM ตาม (1) Comment (2) Designator หรือ (3) Footprint

สร้าง Pick and Place file

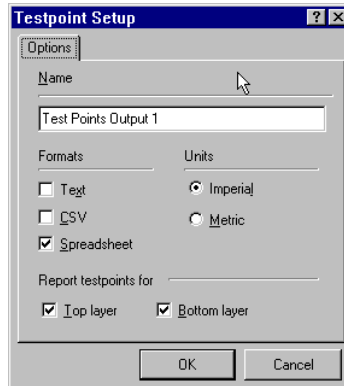
การเลือกสร้าง Pick and Place สามารถเลือกได้เช่นเดียวกับ Gerber Plot คือคลิกเมาส์ปุ่มขวา ขณะอยู่ใน CAM Manager และเลือก **Insert Pick and Place** หรือเลือกจากเมนู **Edit>>Insert Pick and Place** เมื่อเลือกแล้วจะเห็นรูปที่ 13—17 ไฟล์ Pick and Place ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องจับอุปกรณ์วางอัตโนมัติ ไฟล์ที่สร้างประกอบด้วย Reference Designator, Footprint, Location(ตำแหน่ง) มี 3 แบบ คือ (1)ศูนย์กลางทางเรขาคณิต, (2)ตำแหน่งอ้างอิงของอุปกรณ์ (3)หรือตำแหน่งขา 1, ด้านของบอร์ดที่ยึดอุปกรณ์และทิศทางการหมุน รูปแบบไฟล์รายงานสามารถเลือกได้คือ Spread Sheet, CSV และ Text รวมทั้งสามารถกำหนดหน่วยในไฟล์คือ mm และ mils



รูปที่ 13—17 ทางเลือกของ Pick and Place

สร้าง Testpoint Report

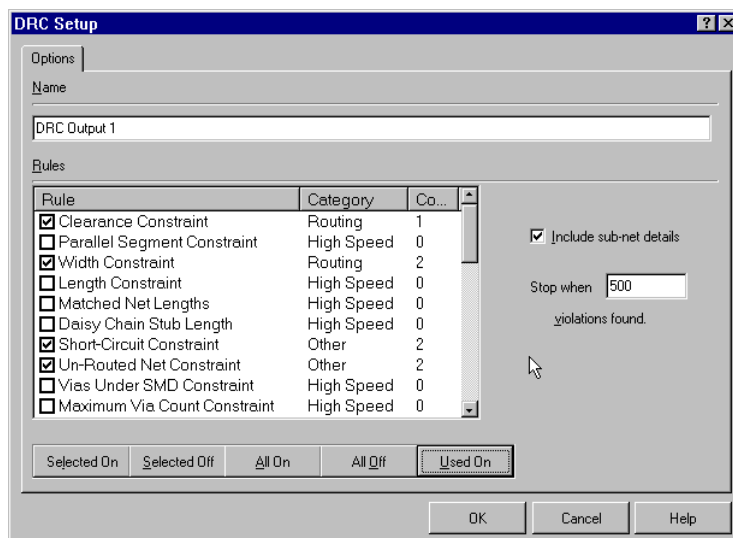
การเลือกสร้างไฟล์รายงาน Test Point สามารถเลือกได้เช่นเดียวกับ Gerber Plot คือคลิกเมาส์ปุ่มขวา ขณะอยู่ใน CAM Manager และเลือก **Insert Testpoint Reports** หรือเลือกจากเมนู **Edit>>Insert Testpoint Reports** เมื่อเลือกแล้วจะเห็นรูปที่ 13—18 ปรากฏขึ้น ข้อมูลในไฟล์รายงานของ Test Point จะประกอบด้วย (1) Net name (2) Testpoint name (3) ตำแหน่งพิกัด X,Yนับจากตำแหน่งอ้างอิงที่ผู้ใช้กำหนดไว้ (4) ด้านของบอร์ด (5) ขนาดรูเจาะ (6) ชนิดของ Testpoint รูปแบบไฟล์รายงานสามารถเลือกได้คือ Spread Sheet, CSV และ Text รวมทั้งสามารถกำหนดหน่วยในไฟล์คือ mm และ mils



รูปที่ 13—18 ทางเลือกของไฟล์ Testpoint

สร้าง DRC Report

การเลือกสร้างไฟล์รายงาน DRC สามารถเลือกได้เช่นเดียวกับ Gerber Plot คือคลิกเมาส์ปุ่มขวา ขณะอยู่ใน CAM Manager และเลือก **Insert DRC Reports** หรือเลือกจากเมนู **Edit>>DRC Reports** เมื่อตรวจสอบ DRC ใน CAM Manager จะทำหน้าที่เหมือนเรียกจากคำสั่ง **Tools>>Design Rule Check** แต่นำมารวมใน CAM Manager เพื่อความสะดวกในการสร้างเอกสารรายงานความผิดพลาด เพราะก่อนนำอาร์ทเวิร์คไปใช้ ถ้าได้ตรวจสอบ DRC ไปด้วยจะทำให้มั่นใจในความถูกต้องของอาร์ทเวิร์ค ทางเลือกต่างๆของ DRC Report ปรากฏดังในรูปที่ 13—19

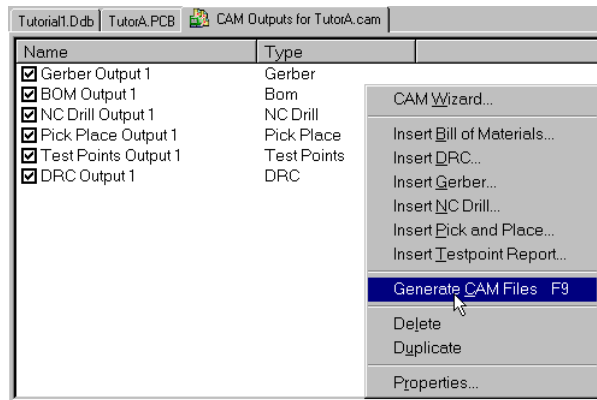


รูปที่ 13—19 ทางเลือกของ DRC Reports

การสร้าง CAM File

เมื่อเพิ่ม CAM ชนิดต่างๆได้ครบตามต้องการแล้ว ชื่อของ CAM เหล่านี้จะมาปรากฏในพื้นที่ของ CAM Manager (ดูในรูปที่ 13—20) จะเห็นเครื่องหมายถูกนำหน้าชื่อของ CAM หมายความว่าได้เลือก CAM ต่อมาเมื่อสั่งให้สร้างไฟล์ CAM ที่ถูกเลือกจะทำหน้าที่ทันที หากไม่ต้องการให้ CAM ใดสร้างไฟล์ให้ถอดเครื่องหมายถูกออก

เมื่อต้องการสร้างไฟล์ *CAM Output* ให้คลิกเมาส์ปุ่มขวาในพื้นที่ CAM Manager เรียกคำสั่ง **Generated CAM File** หรือกดคีย์ **F9** รอสักครู่หนึ่งโปรแกรมจะสร้างไฟล์เดอริใหม่ภายใต้โฟลเดอร์ขณะนั้น ใช้ชื่อว่า **“CAM for <ชื่อ PCB>”** พร้อมทั้งบรรจุไฟล์ทั้งหลายของ CAM ไว้ที่นี้ ไฟล์เหล่านี้จะอยู่รวมกันใน Design Database หากต้องการส่งออกเป็นไฟล์แยกต่างหากต้องส่งออก(Export) ไฟล์ออกไปสู่ Windows



รูปที่ 13—20 CAM manager เมื่อเพิ่มชนิดของ CAM ที่ต้องการครบแล้ว

Option ของ CAM

สำหรับทางเลือกอื่นๆของ CAM สามารถกำหนดได้จากเมนู **Tools>>Preference** เมื่อกำลังอยู่ใน CAM Manager จะเห็นรูปที่ 13—21 ปรากฏขึ้น

แต่ละช่องมีความหมายดังนี้

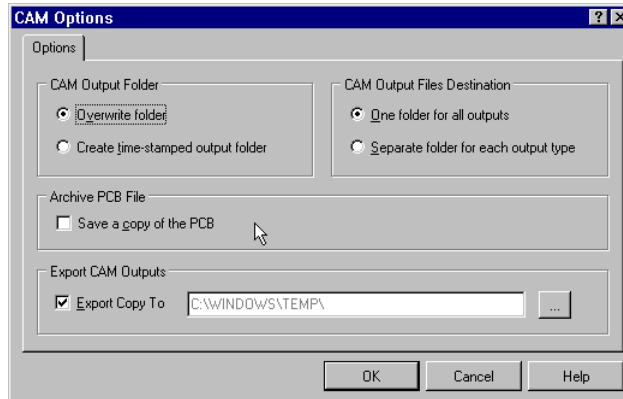
CAM Output Folder ทางเลือกสำหรับ Output Folder

Overwrite folders

ใช้โฟลเดอร์ ชื่อ **“CAM for <ชื่อ PCB>”** และทุกครั้งที่สั่ง *Generate CAM* จะใส่ในโฟลเดอร์นี้ตลอด

Create time stamped output folder

ใช้ตั้งชื่อโฟลเดอร์ต่อท้ายด้วยเวลา เพื่อแยกแต่ละครั้งที่สั่ง *Generate CAM*



รูปที่ 13—21 ทางเลือกต่างๆของ CAM

CAM output file destination ระบุตำแหน่งเก็บไฟล์ Output

One folder for all outputs

ให้เก็บ Output ทุกอย่างไว้ในโฟลเดอร์เดียวกัน

Separate folder for each outputs

ให้เก็บแต่ละชนิดของ Output ไว้ในโฟลเดอร์ต่างกัน

Archive PCB file

Save copy of PCB file

สั่งให้ก๊อปปี้ PCB มาเก็บไว้ในโฟลเดอร์ CAM เมื่อสั่ง Generate CAM ด้วย

Export CAM Output

Export Copy To

สั่งให้ Export Output ทุกครั้งที่สั่ง Generate CAM ไปยังโฟลเดอร์ที่กำหนดไว้ในฮาร์ดดิสก์ตามช่องที่กำหนด หากต้องการเปลี่ยนให้คลิกที่ปุ่ม **Browse (...)** มีประโยชน์มากเพราะไม่ต้อง Export ไฟล์จาก Design Database ภายหลัง

การมอง PCB ในรูป 3D

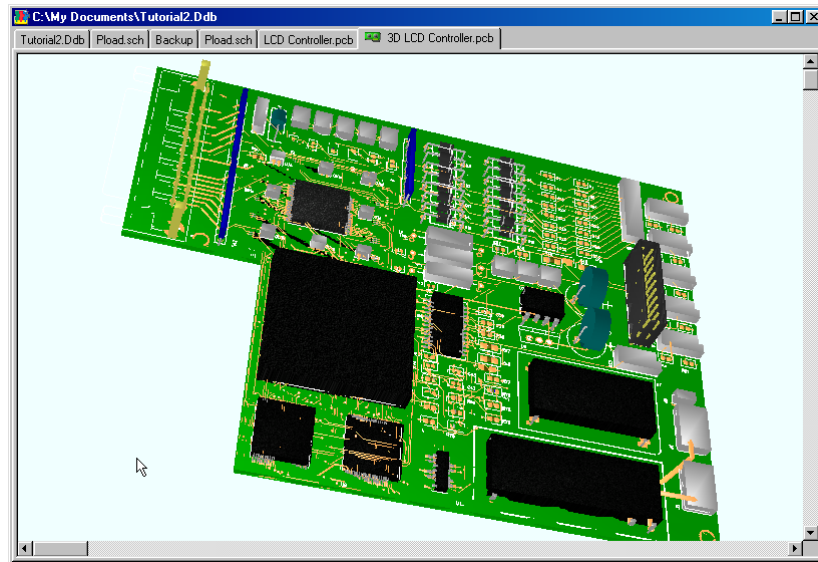
การมอง PCB ในรูป 3D หมายความว่าโปรเทลจะแสดงขนาดและรูปร่างบอร์ดในรูป 3 มิติโดยนำข้อมูลพื้นฐานต่างๆเช่นบอร์ด, แทร็ค, แพ็ด, อุปกรณ์ มาแสดงร่วมกัน ข้อมูลความสูงอุปกรณ์จะคำนวณโดยอัลกอริทึมภายใน โดยนำชื่อ Ref. Des. ชื่อ Footprint มาประกอบกัน สำหรับอุปกรณ์ที่โปรเทลไม่รู้จัก ข้อมูลความสูงจะถูกสร้างขึ้นมาให้ด้วยเช่นกัน

การมองบอร์ดในรูป 3D

เมื่อต้องการมองบอร์ดในรูป 3D ใช้คำสั่ง **View>>Board in 3D [V,3]** โปรเทลจะสร้างเอกสารชนิดใหม่มีชื่อ **“3D <ชื่อไฟล์ PCB>”** และแสดงรูปร่างบอร์ดในลักษณะที่มีความสูงของอุปกรณ์ และแสดงสีที่ถูกต้อง

คู่มือ Protel99

ของทั้ง PCB และอุปกรณ์ ระยะเวลาในการสร้างรูป 3D จะต่างกันตามความเร็วของเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับ AMD K6-2 500MHz รูปในตัวอย่างใช้เวลาประมาณ 3 นาที



รูปที่ 13—22 3D ของบอร์ด LCD Controller.PCB ซึ่งเป็นไฟล์ ตัวอย่างติดมากับซอฟต์แวร์ Protel99

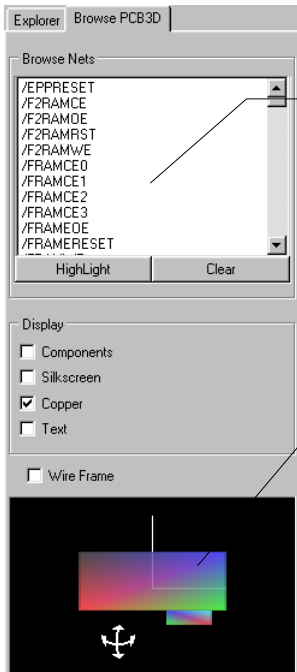
การเปลี่ยนมุมมอง

การแสดงผลบอร์ดในรูปแบบ 3D สามารถแสดงได้หลายมุมมอง ไม่จำกัดเพียงการมองจากด้านบนหรือด้านข้าง เท่านั้น เมื่อต้องการเปลี่ยนมุมมอง ต้องไปที่แถบ *Browse PCB3D* ใน Design Manager จะเห็นข้อมูลที่ สามารถบราวซ์ได้คือ Net หากต้องการให้แสดงเน็ตบนมุมมอง 3D ให้คลิกที่ชื่อเน็ตและคลิกที่ปุ่ม **Highlight** สำหรับปุ่ม Clear ใช้เพื่อยกเลิกการแสดงสีเน้นของเน็ตใดๆ

ในช่องต่อมาคือ **Display** ใช้สำหรับเลือกส่วนต่างๆ *Component*—ต้องการให้แสดงอุปกรณ์หรือไม่, *Silkscreen*—ต้องการให้แสดง Silkscreen บน 3D หรือไม่, *Copper*—ต้องการให้แสดงลายแพทช์บน 3D หรือไม่, *Text*—ต้องการให้แสดงข้อความบน 3D หรือไม่

ในช่อง Wire Frame สำหรับกำหนดให้แสดงรูป 3D ใน Wire Frame—มีเพียงเส้นรอบรูป ไม่แสดงสีของผนังรอบรูป

หากต้องการเปลี่ยนมุมมอง 3D ทำได้โดยคลิกเมาส์ใน Mini-Viewer จะเห็นรูปร่างเมาส์เปลี่ยน เป็นดังแสดงในรูปที่ 13—23 กดเมาส์ค้างแล้วเลื่อนไปมาจะเห็นรูปบอร์ดเปลี่ยนไปตามด้วย เมื่อปล่อย เมาส์มุมมอง 3D ของบอร์ดจะเปลี่ยนไปตามทันที



ใช้สำหรับ Highlight เน็ต
บนบอร์ด

การเปลี่ยนมุมมอง
ทำได้โดยเปลี่ยนที่นี้

รูปที่ 13—23 ในบริเวณ Browse PCB3D
ใช้กำหนดทางเลือกต่างๆ

สามารถสร้างได้อย่างง่ายดาย ผู้ที่เริ่มต้นเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง หรือกำหนดทางเลือกซับซ้อน
อย่างไร เพียงแต่ต้องรู้ว่าต้องการอาร์ทเว็คชนิดใด ทั้งนี้โปรแกรมได้เตรียมชนิดมาตรฐานมาให้เลือก ทำให้
การใช้งานง่ายมาก อย่างไรก็ตามสำหรับผู้ที่ใช้งาน Advanced สามารถเปลี่ยนเลเยอร์และเปลี่ยนส่วน
ประกอบอื่นๆได้ตามต้องการ สำหรับ CAM คือการสร้างไฟล์สำหรับส่งให้โรงงานทำ PCB ทำต้นแบบ
ประกอบด้วยพื้นฐานคือไฟล์อาร์ทเว็คของ PCB เลเยอร์ต่างๆ นอกนั้นมี Drill File, Pick & Place file
เป็นต้น การเลือกสร้างอาร์ทเว็คเลือกทำได้ทั้งชนิด Gerber ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับวงการ PCB และ
ชนิด PostScript ซึ่งเป็นวิธีที่ราคาถูกกว่าเพราะพิมพ์ออกทางเครื่อง Image Setter ซึ่งใช้กันอย่างแพร่
หลายในวงการพิมพ์

การสั่งพิมพ์ 3D

เมื่อต้องการสั่งพิมพ์ 3D ใช้คำสั่ง
File>>Print โปรแกรมจะพิมพ์ชิ้นงาน
ออกทางเครื่องพิมพ์ที่ได้ติดตั้งไว้ทันที
ที่ สำหรับชนิดของเครื่องพิมพ์
กำหนดได้จาก **File>>Setup
Printer** เมื่อเรียกคำสั่งแล้ว โปรแกรม
จะแสดงไดอะล็อกบ็อกซ์ของเครื่อง
พิมพ์ สามารถเลือกชนิดเครื่องพิมพ์
ที่ได้ติดตั้งไว้กับ Windows95/98 ได้
จากดรอปดาวน์

สรุป

การสร้าง Preview และ Printout คือ
เครื่องมือสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง
ของชิ้นงานโดยส่งชิ้นงานออก
ทางเครื่องพิมพ์ การสร้าง Printout