

Protel Design System
Navigation Guide
Schematic 3

&

PCB 3

プロテルデザインシステム
ナビゲーションガイド
スキマティック3

&

PCB3

はじめに

このガイドは、皆様から要望が多い回路図の書き方、基板の設計手順をまとめたものです。「マウスをこの位置に動かして、このコマンドを起動して下さい。」という細かい指示は記載していませんので、「チュートリアル」とは呼べませんが、回路設計から、基板設計まで、順を追って説明していますので、ある程度の流れはつかんでいただけたと思います。従って、途中を飛ばして読むと、わからない箇所が出てくるかもしれません。既に理解しているような箇所についても、一通りご覧下さい。

内容は、スキマティックに付属しているサンプル回路のファイルを利用して、回路図を作成し、その回路の基板設計を行なっています。スキマティックに関しては、回路の作成というよりは、修正という感じですので、内容的に物足りなさを感じを受けるかもしれませんが、一応プロジェクトの作成まで行っていますので、参考にしていただけるとと思います。PCBの方も、オブジェクトに関する説明は一通りされていますが、バージョン 3 から追加された、デザインルールの項目等は、すべてを紹介する事はできませんでした。

これらの詳細については、オンラインヘルプ、オンラインマニュアルを参照して下さい。

このガイドについて

このドキュメントは、スキマティックがバージョン 3.2.3 を、PCB はファイナルベータバージョン 3.0.3 をもとに作成されています。従って、PCB は、表示される画面等が製品版とは異なる箇所があるかもしれません。その点はあらかじめご了承下さい。

説明に使用しているトラック、パッドサイズ等はあくまで目安ですので、必ず、基板を実際に製作されるところに問い合わせるなどして、そちらの設計標準に合わせて下さい。

ウインドウズの基本的な操作方法に関して理解しているものとして説明を行います。

表記方法について

操作を行うところは、

メニューの Place-Track (P , T) を選択して下さい。

という記述がされています。括弧はショートカットキーで、メニューからではなく、キーボードを使ってコマンドが起動できます。この場合は、P を押し、T を押して下さい。

Shift+Ins

この場合は、Shift キーを押しながら、Ins キーを押して下さい。

尚、メニューは、インストールしたデフォルトの状態（英語版メニュー）で説明しています。

注意

本テキストを運用した結果の影響については、一切の責任を負いかねますのであらかじめご了承下さい。

本テキストに記載されている会社名、製品名は各社の商標または、登録商標です。

目次

第 1 部 EDA/クライアント	1
第 1 章 概要.....	1
1. アプリケーションの起動と切り替え	1
2. 画面について.....	1
2. 画面のコントロール.....	2
3. プロセスの起動.....	2
3.1 ツールバー	3
3.2 ショートカットキー	3
3.3 メニュー	3
4. アンドウ・リドウ	4
5. オブジェクトについて.....	4
5.1 移動.....	4
5.2 属性の変更.....	4
5.3 グラフィカルな編集.....	4
6. セレクト	5
7. 再帰エディット	5
8. スプレッドシートの利用.....	5
9. クロスプローブ	5
10. フォワードアノテーション・バックアノテーション.....	6
第 2 部 スケマティック	7
第 1 章 作画を行う上で	7
1. オブジェクトについて.....	7
第 2 章 基本的な操作	7
1. 線の配置.....	7
1.1 ワイヤの配置	8
1.2 配置モードの変更	8
1.3 ワイヤの移動	8
1.4 ワイヤの修正・削除.....	8
1.5 ワイヤにコーナーを追加	9
1.6 属性の編集	9
2. 部品	9
2.1 ライブラリの登録	9
2.2 ライブラリの検索	10
2.3 部品の配置	11
2.4 移動.....	12
2.5 削除.....	12
2.6 属性の変更.....	12
3. コピー（カット）	13
4. ペイスト.....	13
5. 操作環境の設定.....	14
5.1 プリファレンス.....	14
5.2 シートの設定等.....	14
第 3 章 回路図の作成.....	15
1. 修正作業 - その 1	16
<機能紹介> Annotate（部品番号の自動割付け）.....	16
2. グローバルチェンジ - その 1.....	18
3. グローバルチェンジ - その 2.....	19
4. 修正作業 - その 2.....	19
5. ネットリストの作成.....	19
6. パーツリストの作成.....	20
第 4 章 テンプレート	20
1. スペシャルテキストストリング.....	20
2. タイトルブロック	22

3. テンプレート.....	22
4. テンプレートの作成.....	23
第5章 出力.....	25
1. プリントアウト.....	25
2. プロットアウト.....	25
第6章 ライブラリ.....	25
1. プロジェクトライブラリの作成.....	25
2. ライブラリについて.....	26
3. Component と Part.....	26
4. コンポーネントグループ.....	26
5. 部品の作成.....	27
5.1 コンポーネントのコピー - その1.....	27
5.2 ピンの配置.....	27
5.3 アトリビュートのクイックコピー.....	28
5.4 大きさの変更.....	29
5.5 その他の設定.....	29
5.6 コンポーネントのコピー - その2.....	29
第7章 プロジェクト.....	30
1. ネットアイデンティファイヤー.....	30
2. プロジェクトについて.....	30
3. プロジェクトの作成 - その1 (シート間をポートで接続する場合).....	31
3.1 バスラインの配置.....	31
3.2 バスエントリ.....	31
3.3 バス.....	32
3.4 ポートの配置.....	32
3.5 ポートの入出力の設定.....	33
3.6 シートサイズの設定.....	35
3.7 マスターシートの作成.....	35
3.8 ネットリスト作成.....	36
4. プロジェクト作成 - その2 (ポートとシートエントリを用いる場合).....	36
4.1 ネットリスト作成.....	37
<機能紹介> 複雑な階層構造.....	37
<参考> 電源ラインを分けるには.....	38
第3部 PCB.....	42
第1章 概要.....	42
1. 作業領域とレイヤーについて.....	42
2. 画面の紹介.....	43
第2章 基本的な操作方法.....	44
1. カレントレイヤーの切り替え.....	44
2. ポップアップメニュー.....	44
3. ショートカットキー.....	45
4. エディタパネルの使用法 - オブジェクトブラウザー.....	45
5. エディタパネルの使用法 - ミニビューアー.....	45
第3章 オブジェクト.....	46
第4章 編集方法.....	46
1. トラック.....	46
1.1 配置.....	46
1.2 配置モードの変更.....	46
1.3 移動.....	47
1.4 修正.....	47
1.5 属性の変更.....	48
2. パッド.....	48
3. ビア.....	49
4. フィル.....	49
5. アーク (円弧).....	50

6. スtring (文字)	51
7. グループオブジェクト	51
7.1 ポリゴンプレーン	51
7.2 ディメンジョン (寸法線)	52
7.3 コーディネート (座標値)	53
8. セレクト	53
9. コピー (カット) & ペイスト	53
10. グローバルチェンジ	54
11. グローバルチェンジの使い方	55
第5章 コンポーネントとライブラリ	55
1. コンポーネントの配置	56
2. コンポーネントの移動	56
3. コンポーネントの属性の変更	56
4. ライブラリーについて	57
第6章 ネットリスト	58
1. ネットトポロジー	58
2. フロムトゥエディタ	59
第7章 デザインルール	60
1. クラスについて	60
2. Routing (配線)	60
3. Manufacturing (製造)	61
第8章 操作環境の設定	62
1. ドキュメントオプション	62
2. プリファレンス	62
2.1 Options	63
2.2 その他	64
第9章 実際の設計	64
1. 新規ファイルの作成	64
2. 相対原点設定	65
3. 基板外形設定	65
4. ネットリストの読み込み (ロード)	65
5. 部品のレイアウト	67
6. 部品の整列	69
7. コメントテキストの表示・非表示	69
8. マニュアル配線	70
8.1 設定 - レイヤーとグリッド	70
8.2 設定 - クリアランスの設定	71
8.3 設定 - VCC、GND ライン	71
8.4 VCC、GND の配線	72
9. 自動配線	73
9.1 配線レイヤーについて	74
9.2 ルーティングパス	74
9.3 配線パターンのロック	74
9.4 オートルーターによる配線	75
10. 修正	75
10.1 トラックの修正	76
10.2 ダイアログボックスからの修正	76
11. 設計変更	76
11.1 コンポーネントのアップデート	77
11.2 フットプリントの変更	78
11.3 ノード (接続点) の追加・削除	78
11.4 ネットの追加・削除	78
11.5 ネットリストの再ロード	79
12. 仕上げ	80
12.1 トラックによる補強	80
12.2 ポリゴンプレーンによるベタ作成	80
13. デザインルールチェック	82

14.出力	83
14.1 メカニカルレイヤー	83
14.2 スペシャルストリング	84
14.3 プリントアウト	84
14.4 プロッター出力	85
14.5 ガーバーアウト	85
14.6 アパーチャーの作成	86
14.7 NC データ	87
14.8 ガーバーイン	87
第 10 章 多層基板	87
1.多層基板の電源層	87
2.パッドの内層接続	88
3.表面実装部品 (SMD) の内層接続	88
4.内層に複数のネットを接続する場合	89
5.内層に信号線を配置する場合	89
6.インターナルプレーンのパッド設定	90
第 11 章 その他の機能	91
1.部品番号の付け直し	91
2.ティアドロップの追加	91
3.部品の位置情報	91
第 12 章 基板製作	91
1.ガーバーデータ	91
2.アパーチャー	91
3.マスターアパーチャーの作成	93
4.ガーバーフォーマット	93
5.ガーバーアウトプットのオプション	95
6.データの受渡しについて	96

第 1 部 EDA/クライアント

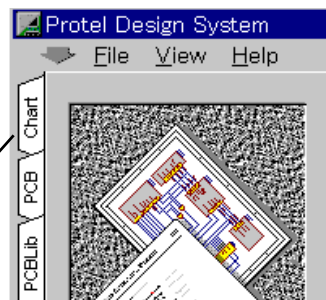
第 1 章 概要

Protel が開発した EDA/クライアントでは、異なった EDA ツール（回路図エディタ、PCB エディタ等）が一つの環境上（ウインドウ内）で動作します。これによって、各アプリケーションで統一された操作や機能が使用できます。

1. アプリケーションの起動と切り替え

アプリケーションの起動は、スタートメニュー（またはプログラクマネージャ）から、EDA Client 3.x を実行します。

エディタタブをクリックすると、アプリケーションが切り替ります。また、ファイルが開かれていないと、新しいファイルが作成されます。



この状態では、まだスキマティックや PCB といったアプリケーションは起動していません。File-Open (F, O) で目的のドキュメントをオープンすれば、スキマティックエディタや PCB エディタがスタートします。ここでは Sch のタブをクリックし、新しいファイルを作成します。

注) スキマティック (PCB) では、ファイルの新規作成を行うと、sheet_1.sch (PCB_1.PCB) という名称がつけられます。多くのウインドウズアプリケーションでは、新規ファイルを作成し、セーブを行う際には、名称を指定するようなダイアログボックスが表示されますが、スキマティックでは、そのまま sheet_1.sch としてセーブされます。また、セーブされるディレクトリも、決まったディレクトリではなく、カレントディレクトリに保存されます。（例えば、ファイルをオープンした場合、そこがカレントディレクトリになります。）ファイルを新規に作成した場合、必ず File-Save As... でセーブし、保存先を確認するようにして下さい。

2. 画面について

エディタパネル

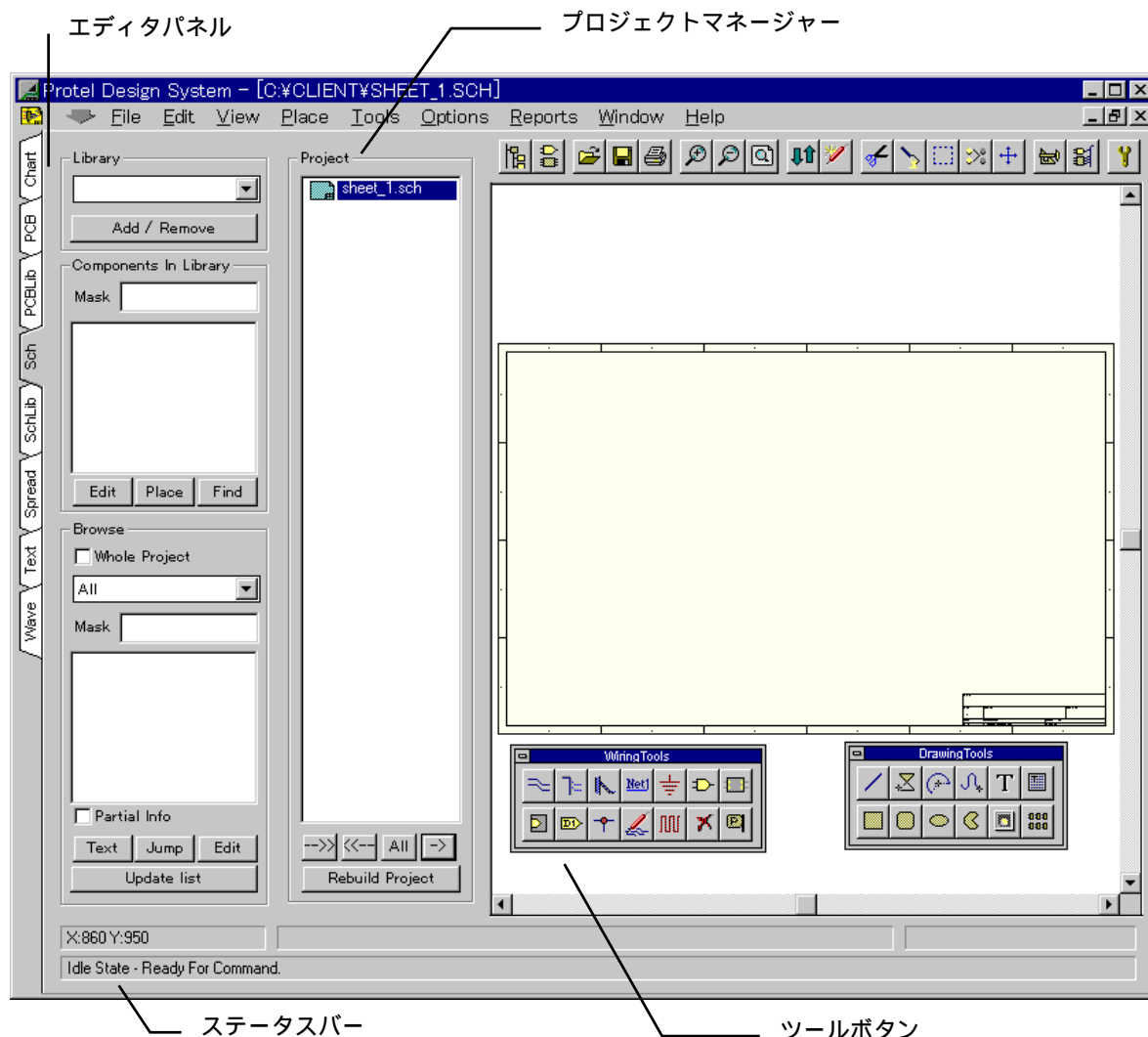
ここには、使用できるライブラリのリストや、回路図、PCB ファイル上のオブジェクトが表示され Edit、Jump のボタンをクリックすると、そのオブジェクトにアクセスできます。

プロジェクトマネージャ

現在オープンしているドキュメントが表示されます。

ステータスバー

カーソルの情報や、現在行われているコマンド等が表示されます。



2.画面のコントロール

マウスをシートを中心に移動させ、以下のキーを押して下さい。

PageUp	拡大表示
PageDown	縮小表示
End	再描画

オブジェクトをたくさん配置すると、データ大きくなり、ズームイン等の作業を行った後、画面の再描画に時間がかかります。システムが画面の描画を行っている間、スペースキーを押すと描画は中断され、その状態から他の作業が行えるようになります。

3.プロセスの起動

EDA/クライアントの各アプリケーションでは、メニューバーからコマンドを選択するだけではなく、ツールバーやキーボードからアプリケーションに命令を送る事ができます。この命令をプロセスと呼んでいます。このプロセスを起動させるものがメニューや、キーボード、ツールバーという事になります。どのツールボタンでこういったプロセスを起動させるかという割り当ては、ユーザー側でカスタマイズが可能です。また、ツールバーだけでなくメニュー、キーボード（ショートカットキー）もカスタマイズすることができます。

3.1 ツールバー

各アプリケーションには、ツールバーがいくつか用意されています。ツールバーを使用する事でメニューを使用せずにコマンドを起動できます。



スキーマティックメインツールバー

ツールボタンがどのような動作を行うかは、マウスをツールボタンの上に移動させると、ツールチップが表示されますのでそれを参考にして下さい。



ツールチップ

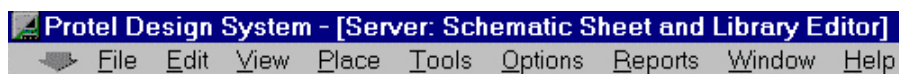
3.2 ショートカットキー

キーボードから直接、プロセスを起動できます。これをショートカットキーと呼んでいます。最初に紹介した PageUp、Page Down もこれに相当します。これ以外にも、次のようなキーがデフォルトで割り当てられています。

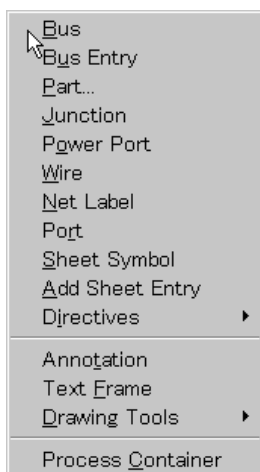
Alt+Backspace	アンドゥ
Ctrl+Backspace	リドゥ
Shift+Del	カット
Ctrl+Ins	コピー
Shift+Ins	ペイスト

3.3 メニュー

EDA/クライアントでは、メニューもプロセスを起動するための手段で、これもカスタマイズする事が可能です。メニューの日本語化はこのカスタマイズの機能を使用しています。また、メニューを呼び出すキーの設定ができるようになっています。試しに、メニューバーにアンダーラインがあるアルファベットをタイプして下さい。そうすると、マウスにそのメニューが表示されます。これをポップアップメニューといいます。



スキーマティックメニューバー



ポップアップメニュー

例えば、F キーを押すと File のメニューが、P を押すと、Place のメニューが表示されます。あとはマウスを移動させ、コマンドを選択して下さい。それでもまだマウスの移動が面倒という場合は、各コマンドにアンダーライン表示されているアルファベットをキーボードで入力して下さい。スキーマティックでワイヤを配置する場合であれば、キーボードから、P と入力し、続けて W と入力します。（この時、日本語入力モードではなく、半角英数で入力する必要があります。）ショートカットキーとポップアップメニューは似ていますが、設定するところが違います。また、ポップアップとショートカットに同じキーを割り当てると、ポップアップメニューが動作しないので注意して下さい。

4. アンドゥ・リドゥ

スキマティック、PCB 共にアンドゥ・リドゥ（操作の取り消し、再実行）がサポートされています。操作を間違えた場合は、これらのコマンドを使用して、元の状態に戻して下さい。どれくらい先まで戻れるかは、ユーザーが設定する事が可能です。但し、設定数が大きいと複雑な作業を繰り返したとき処理スピードが低下する事が有ります。

5. オブジェクトについて

スキマティック、PCB で線を引いたり、部品を配置したりという作画の作業は、オブジェクトを配置していくという考え方から、Place のメニューを使用します。また、ツールボタンがそれぞれ用意されており、そちらを使っても配置できます。実際の配置方法は、各エディタのところで説明されていますのでそちらを参照して下さい。

5.1 移動

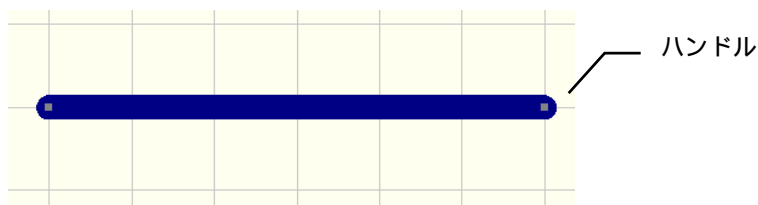
配置したオブジェクトの移動は、Edit-Move (M, M) で行います。またはメニューを使わず、マウスによる操作で移動可能です。マウスをオブジェクトの上へ移動させ、左ボタンを押さえたままにして下さい。マウスの先がクロスになれば、そのまま（左ボタンを押さえた状態で）マウスを動かすとそのオブジェクトも移動します。左ボタンを離すとその位置にオブジェクトが配置されます。

5.2 属性の変更

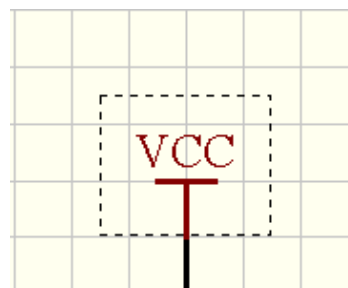
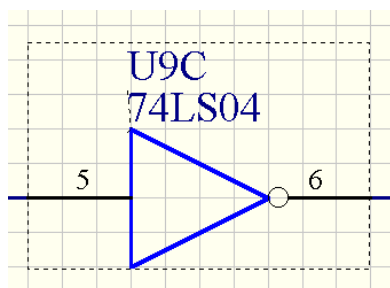
オブジェクトはそれぞれ属性を持っています。その属性を変更するには Edit-Change (E, H) か、そのオブジェクトをマウスでダブルクリックします。そのするとダイアログボックスが表示されますので、その値を変更して下さい。また、グローバルチェンジの機能を使って、複数のオブジェクトに対し、一括して変更する事ができます。

5.3 グラフィカルな編集

グラフィカルな変更を行う場合、まず、対象となるオブジェクトのハンドルを表示させます。ハンドルを表示させるには、マウスでそのオブジェクトをクリックします。そうすると、そのオブジェクトは点線で囲まれ、ハンドルが表示されます。この状態をフォーカスされた状態といいます。ハンドルをクリックすることで、グラフィカルな編集ができます。



但し、コンポーネントのように、スキマティックエディタ、PCB エディタで編集できないオブジェクトはフォーカスされてもハンドルは表示されません。



6.セレクト

ウインドウズのアプリケーションで、一般的に行われるコピー（カット）＆ペイストの操作は、まず対象となるものを選択し、それからコピー（カット）、ペイストという手順になります。これは、スキマティックでも PCB でも同じです。選択を行うには、メニューの Edit-Select (S) を実行しますが、ここはサブメニューになっていて、選択項目により使い分けて下さい。メインのツールボタンには Select Inside Area に相当するツールボタンが用意されています。また、個別のオブジェクトセレクトするには、Shift キーを押しながら、マウスの左ボタンをクリックして下さい。もう一度、Shift キーを押しながらマウスの左ボタンをクリックすると選択は解除されます。全体の選択解除は、Edit-Deselect-All (X , A) で行います。選択されたオブジェクトは、移動やグローバルチェンジなどに利用できます。選択されたオブジェクトは、Edit-Move-Move Selection か、マウスのドラッグによっても移動できます。選択したものを消去するには、Edit-Clear を実行して下さい。また Ctrl+Del でも消去できます。

7.再帰エディット

コマンドの実行中に、別のコマンドを実行する事ができます。例えば、部品の配置（移動）している時に、ワイヤが邪魔であれば、先にワイヤを動かす事ができます。まず、メニューの Edit-Move-Move (M , M) を実行し、部品をクリックします。この状態で更に、キーボードで、M を押すと、その部品の表示が消え、ポップアップメニューが表示されますので、Move を選んで移動させたいオブジェクトを選んで下さい。移動が終了したらマウスの右ボタンをクリックして、このコマンドから抜けて下さい。そうすると、最初に移動していた部品が表示されますので、適当なところに配置して下さい。

8.スプレッドシートの利用

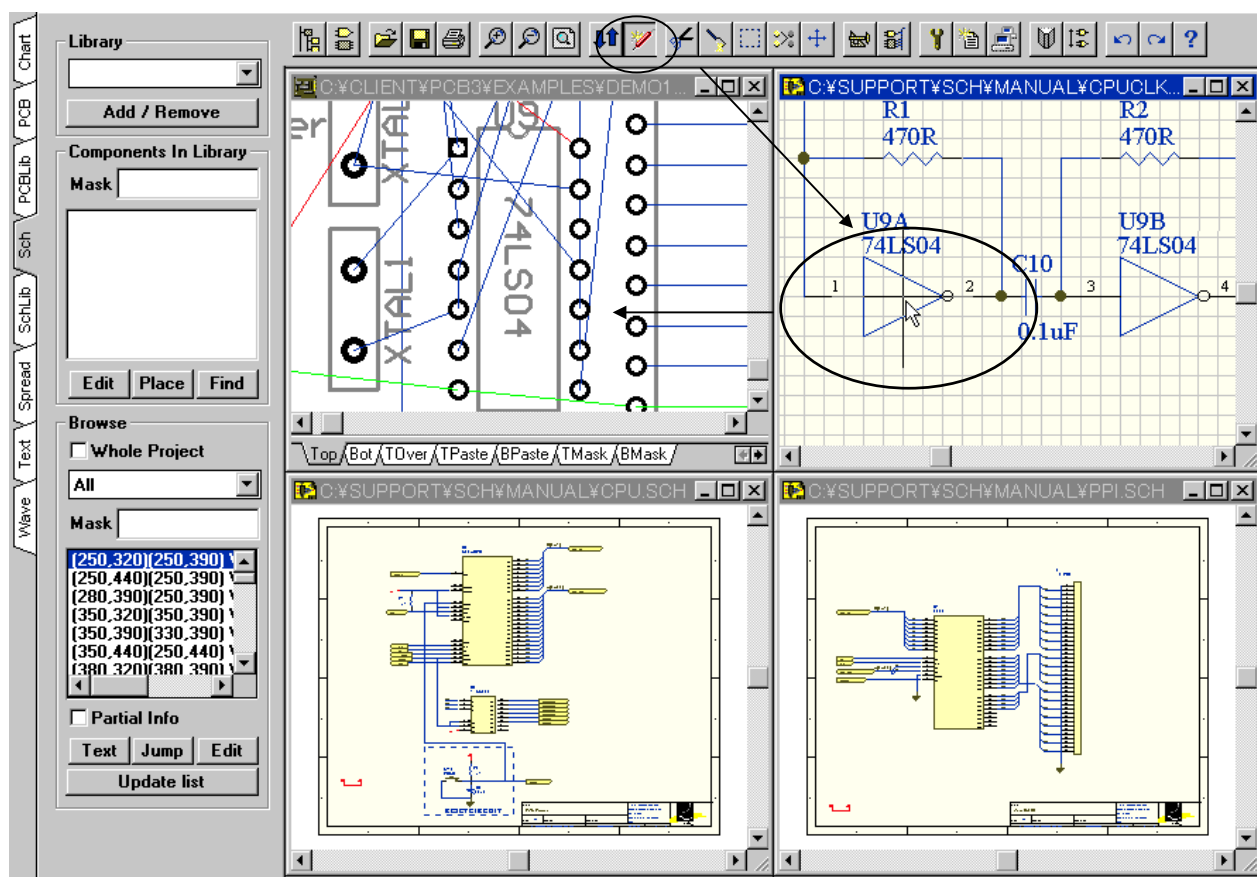
EDA/クライアントに付属のスプレッドシートは、Excel4.0 と同等の機能を持ち、表計算ソフトとしても使えます。これだけではなく、ここに回路図、PCB ファイル上のオブジェクトの属性を出力する事ができます。Edit のメニューに Export to Spread... というコマンドがあり、実行するとウィザードが始まりますので、ダイアログボックスの指示に従い、必要な項目を選んで下さい。シート単位だけではなく、プロジェクト単位でも出力できます。スプレッドシートに出力し、一覧表にして見ることで、設定し忘れた項目等を簡単に見つけ出す事ができます。もし、そのような箇所があれば、スプレッドシート上で変更し、それを元のファイルに反映する事ができます。これを行うには、スプレッドシートのメニュー、File-Update を実行して下さい。

注) スプレッドシートに出力する場合、必要な項目だけにして下さい。特に、PCB のデータは、すべての項目を出力すると、かなりの量になり、編集したいものを見つけるのに手間がかかります。

9.クロスプローブ

EDA/クライアントのアプリケーションでは、相互にクロスプローブの機能が使えます。クロスプローブとは、例えば、スキマティックエディタで部品を指し示すと、他のエディタでオープンしているファイルに、同じ部品番号（テキストエディタなら文字列）があれば、その部品をみつてくれる機能です。

注) クロスプローブを行う時、ドキュメントが重なっている状態では、そちらの画面が表示される事は有りません。従って、図のように分割表示にしている必要が有ります。



10. フォワードアノテーション・バックアノテーション

スキマティックで行った変更はすべて、ネットリストの再ロードを行う事で PCB に反映させる事ができます。但し、PCB で結線変更した場合、それをスキマティックへ反映させる事はできません。バックアノテーションができるのは、部品番号だけです。PCB では、部品の位置によって部品番号を付け直すことができ、Was-Is ファイルを作成します。スキマティックでは、これを読み込んで (Tools-Back Annotate...)、部品番号の更新が行えます。

第2部 スケマティック

第1章 作画を行う上で

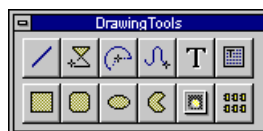
スケマティックから正しいネットリストを出力するには、ルールに従って回路図を作成する必要があります

1.オブジェクトについて

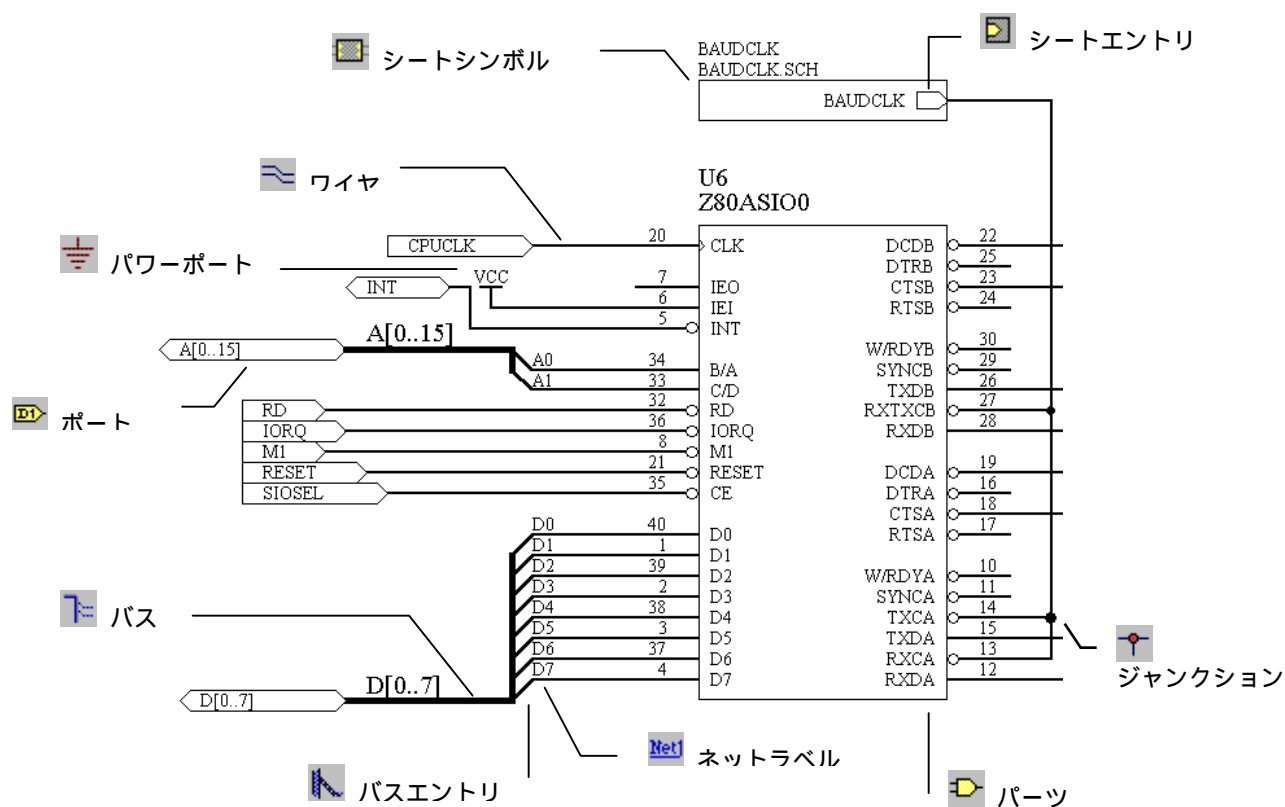
スケマティックで作画をする場合、回路に関する記述は、電気的属性を持ったオブジェクトで作画する必要があります。オブジェクトを配置するためのツールボタンに、ワイヤリングツールとドロ잉ツールというグループがあり、電気的属性を持ったオブジェクトはワイヤリングツールにまとめられています。



ワイヤリングツール



ドロ잉ツール



よく使用される電気的オブジェクト

また、接続形態には、物理的な接続と論理的な接続があります。物理的な接続とは、部品のピンとピンをワイヤで接続した場合です。論理的接続とは、ネットラベル、ポートなどのネットアイデンティファイヤー（ネット識別子）を用いた接続方法で、ネットラベル等の名称を一致させる事で接続を行います。

第2章 基本的な操作

1.線の配置

スケマティックでは、電気的オブジェクトとそうでないものの区別があります。電気的属性を

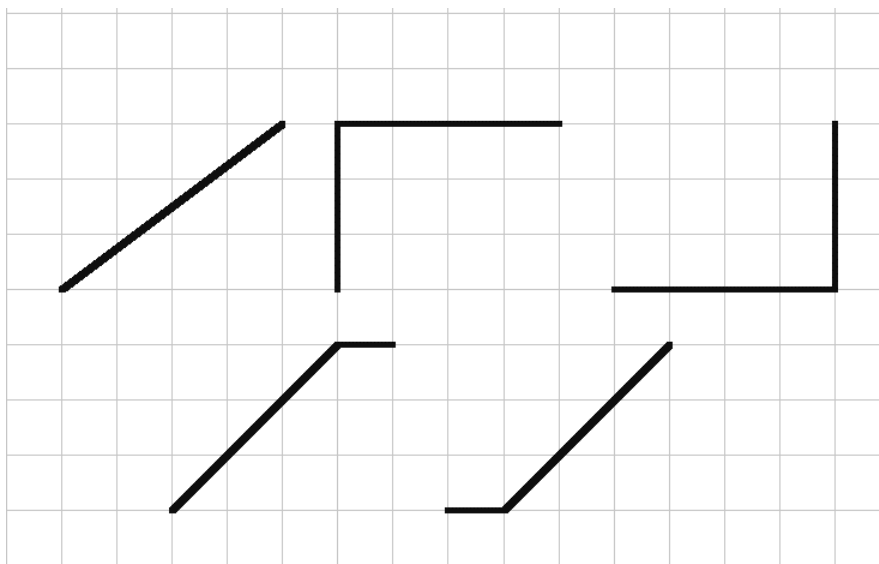
もつ線としてはバス、ワイヤがあり、そうでないものにはラインがあります。これらは用途により使い分けが必要ですが、配置の仕方（線の引き方）や修正といったグラフィカルな編集方法は同じです。ここではワイヤを使って、線を引く作業について説明します。

1.1 ワイヤの配置

メニューの Place-Wire (P, W) を実行するかまたは、ワイヤのツールボタンを押して下さい。マウスの先に十字のカーソルが表示されます。この時、マウスの左ボタンをクリックすると、そこが始点になります。コーナー（角）を追加する場合は、マウスを移動させ左ボタンをクリックします。（あるいは Enter キー）操作を中止する場合は、マウスの右ボタンをクリックして下さい。（あるいは Esc キー）この操作は、ウインドウズのペイントブラシで線を引くのと同じ要領です。またコーナーを追加は、Insert キー（以下 Ins キー）を押す事でも可能です。削除する場合は Delete キー（以下 Del キー）を押して下さい。

1.2 配置モードの変更

描き始めの位置から、カーソルを斜めの位置に移動させ、何回かスペースキーを押して下さい。線の引き方が変化します。



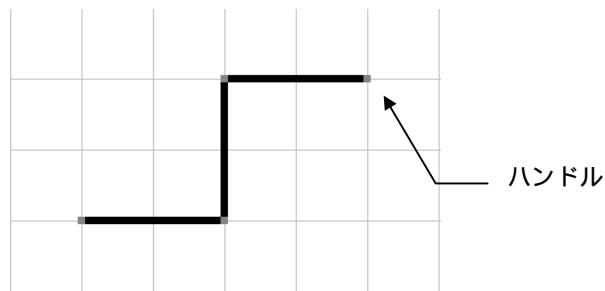
ラインの配置モード

1.3 ワイヤの移動

ワイヤに限らず、回路図上のオブジェクトの移動は、メニューの Edit-Move-Move で行えます。或いは、マウスのドラッグでも移動できます。試しにマウスをワイヤ上に移動し、左ボタンを押さえて下さい。マウスの先が十字のカーソルになります。この状態（左ボタンを押したまま）でマウスを動かすとそのオブジェクトも移動します。

1.4 ワイヤの修正・削除

スキマティックでは、配置されたワイヤの長さを変更したり、コーナー追加するためのメニューコマンドは用意されていません。しかし、このような変更を行うために、わざわざ最初から線を引き直す必要はありません。これらの変更は、マウスの操作で行います。修正したいワイヤの上でマウスの左ボタンをクリックして下さい。そうするとハンドル（灰色の点）が現れます。このとき Del キーを押すと、そのオブジェクトは削除されます。長さを変更するには、フォーカスされているワイヤの終端（ハンドルのところ）でマウスをクリックします。マウスがクロスになれば、移動させ長さを変更して下さい。

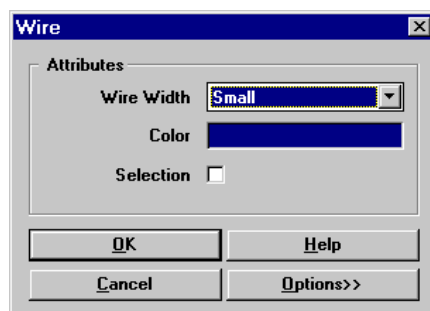


1.5 ワイヤにコーナーを追加

ワイヤの配置中、コーナーの追加は Ins キー、削除は Del キーで行える事は、先に説明しました。すでに配置されたワイヤもコーナーの追加、削除は同じキーでできます。まず、ワイヤ上でマウスをクリックし、ハンドルを表示させて下さい。ワイヤの上でマウスの左ボタンを押さえたままにします、そうするとマウスがクロスになります。このままマウスを動かすと、セグメント（線分）単位で移動します。このとき Ins キーを押すと、ワイヤが折れ曲がりますので、マウスを移動させ、適当なところに配置して下さい。逆に、コーナーを削除するには、同じようにワイヤをフォーカスの状態にし、ハンドルの上でマウスをクリックさせて下さい。削除したいコーナーにマウスを移動させ、左ボタンを押し Del キーを押して下さい。

1.6 属性の編集

配置したオブジェクトの属性を変更する場合は、マウスをその上に移動させ、ダブルクリックします。ワイヤであれば、Wire というダイアログボックスが表示され、線の太さ、色といった属性を編集することができます。



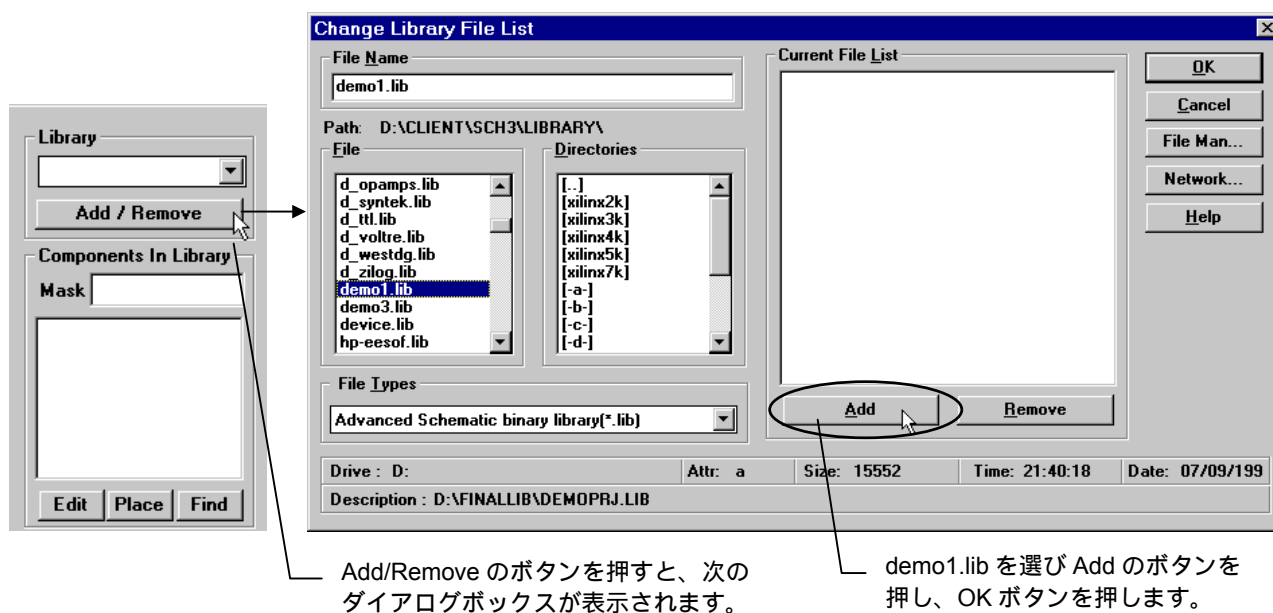
ワイヤのダイアログボックス

2. 部品

スキマティックで線を引く以外に頻繁に行う作業といえば、部品を配置することです。部品を配置するには、ライブラリリストに使用するファイルを登録しておく必要があります。

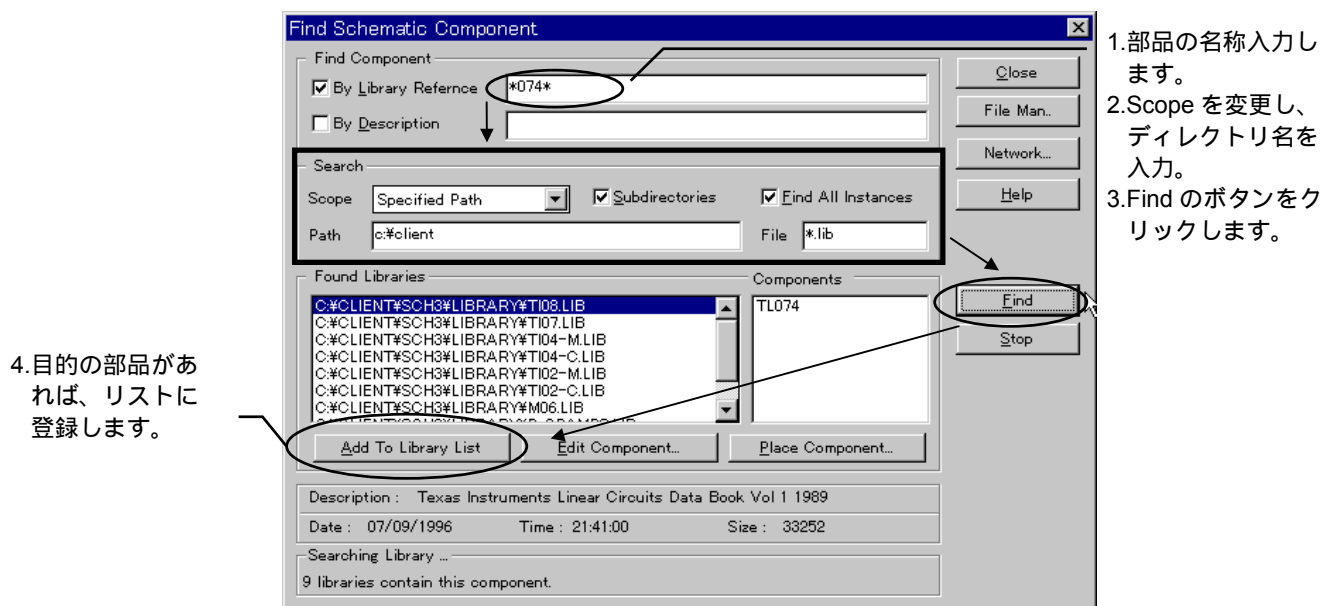
2.1 ライブラリの登録

エディタパネルの Add/Remove のボタンを押して下さい。Change Library File List のダイアログボックスが表示されます。このダイアログボックスの右側が、登録されているライブラリファイルです。登録を行うには、ライブラリを左側の欄から選択し、Add のボタンを押します。サンプルのライブラリファイルは、¥client¥sch3¥library のディレクトリにインストールされています。この中から demo1.lib を選んで下さい。続けて Add のボタンを押すと、Current File List のところに表示されますので、OK のボタンを押して下さい。



2.2 ライブラリの検索

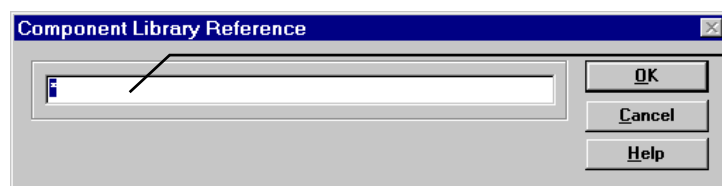
スキマティックには、ライブラリの検索機能が有ります。メニューの Tools-Find Component (T, O) を実行すると、次のダイアログボックスが表示されます。一番上の欄に、探したいライブラリの名称を記入します。ここではワイルドカード (*) も使えますので、名称をすべて入力しなくても大丈夫です。例えば、オペアンプの TL074 を見つける場合であれば、*074* のように入力します。その下の Search の Scope は、Specified Path にして下さい。All Drive にすると、そのコンピュータに接続されているすべてのドライブ (含フロッピー) を検索します。Path はドライブ名 ¥Client にしておけば、インストールされているファイルすべてを検索します。これで Find のボタンをクリックすると、その下にライブラリファイルが表示されます。更に、その下の Add To Library List をクリックすると、リストに自動的に登録されます。



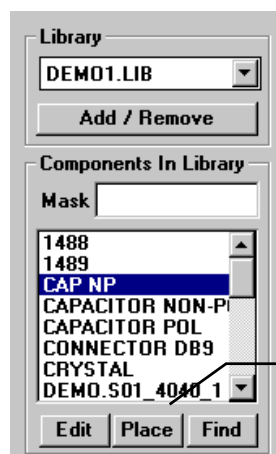
注) D_TTL.lib のように D_ で始まるライブラリファイルは、DOS 版の回路図エディタ (DOS パック) との互換のためのライブラリです。これらのライブラリでは、De-Morgan のグラフィックが用意されていません。DOS パックをお使いでない場合は、使用しない方がよいでしょう。

2.3 部品の配置

部品の配置はメニューの Place-Part (P, P) か、ツールボタンでも可能ですが、この場合、ダイアログボックスが表示され、そこに名称を入力する必要がある面倒です。

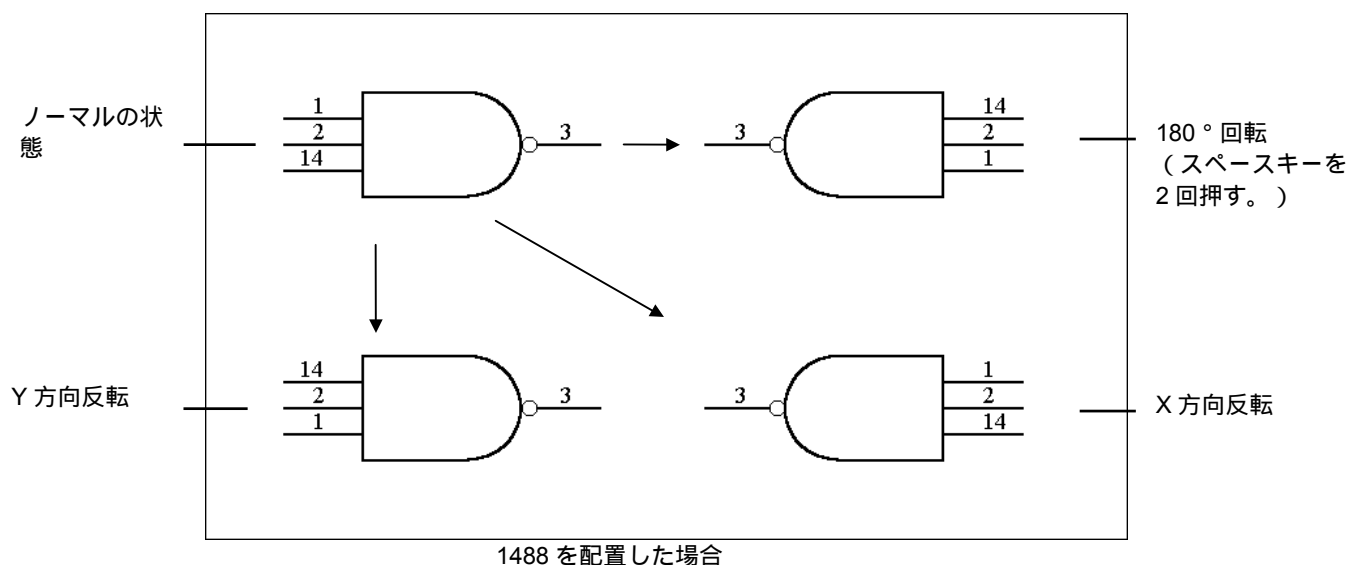


Place-Part で部品配置を行うとここに部品名を入力する必要があります。



ライブラリを登録すれば、エディタパネルに部品の一覧が表示されます。ここで部品を選び、その下の Place のボタンを押して下さい。そうすると、マウスの先に十字のカーソルが表示され、パーツが現れます。このとき、キーボードで X を押すと X 方向に、Y を押すと Y 方向に、部品の向きが変わります。また、スペースキーで部品が 90° 回転します。

部品を選び、Place のボタンを押す。



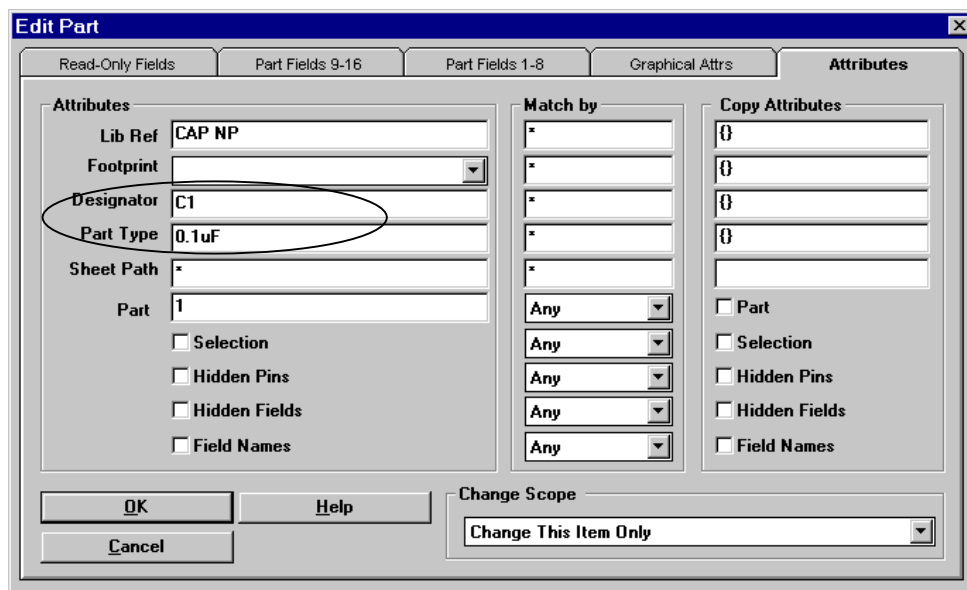
このように部品の移動などの操作を行っているときに、特定の操作ができるようになっています。これらはホットキーと呼ばれ、F1 を押すとリストが表示されますので参考にして下さい。尚、このホットキーは、カスタマイズできません。

部品配置でよく使われるホットキー

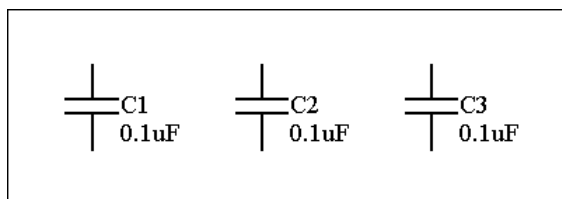
スペース	90° 回転
Tab キー	ダイアログボックス表示
X	X 方向反転
Y	Y 方向反転

Tab キーを押すとダイアログボックスが表示されます。ここで値を設定すると、続けて部品を配置する場合に、その設定が引き続き適用されます。試しにエディタパネルから CAP NP を配置し

てみます。Place のボタンを押し、Tab キーを押して下さい。ここで部品番号 (Designator) を C1、PartType を 0.1uF として下さい。



これで OK のボタンを押し、ダイアログボックスを閉じます。これでマウスの左ボタンをクリックし、続けてこの部品を配置して下さい。PartType はすべて 0.1uF になり、部品番号は C1、C2、C3 というように変化します。



TAB キーで設定を行い、そのまま続けて配置すると、設定した値が次のものにも反映されます。

2.4 移動

部品の移動は、Edit-Move-Move (M, M) でできますが、ワイヤが接続されている部品を移動する場合、その接続を切らずに移動させたい時があります。その場合は Edit-Move-Drag (M, D) を実行して下さい。この操作をマウスで行う場合は、マウスを部品の上に移動し、Ctrl キーを押してマウスの左ボタンを押して下さい。尚、実際に移動する時には、Ctrl キーは離して下さい。

2.5 削除

部品の削除も、ワイヤを削除する場合とまったく同じで、メニューの Edit-Delete (E, D) を実行し、削除するものを選びます。または、部品上でマウスをクリックし、フォーカスされた状態 (点線で囲まれた状態) にして、Del キーを押して下さい。

2.6 属性の変更

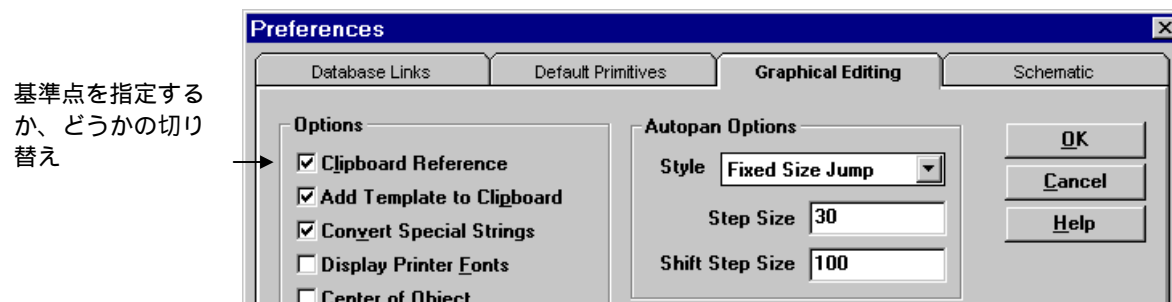
部品をダブルクリックすると、配置中に Tab キーを押したときと同じダイアログボックスが表示されます。このダイアログボックスには、タブが 4 つあり、Attributes のところにあるフットプリントに基板設計で使用する部品の形状を記入します。ここは、大文字で記入して下さい。従って、PCB のライブラリの名称をある程度、知っておく必要が有ります。プロテルフォーマットでネットリストを作成した場合、部品に関する記述は、次の様になっています。

```
[
C1      ... デジグネーター ( 部品番号 )
RAD0.2  ... フットプリント
0.1uF   ... コメント ( パートタイプ )
( 余白 )
( 余白 )
( 余白 )
]
```

注) フットプリントが記入されていないネットリストを PCB に読み込んだ場合でも、部品が読み込まれる
 事があります。これは PCB がインストールされているディレクトリに Advpcb.xrf (バージョン 2.x では、
 pfw.xrf) という変換テーブルのファイルがあり、コメント (パートタイプ) からフットプリントを呼び
 出す形になっています。このファイルはテキスト形式で、0.01uF,AXIAL0.3 のように記述されています。
 このファイルは追加、変更しても構いません。

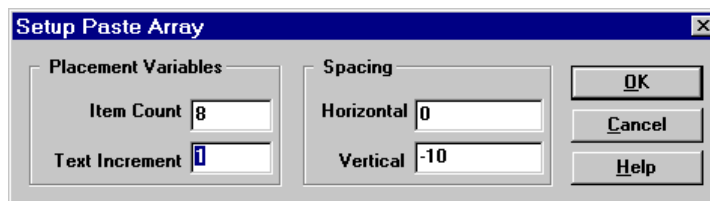
3.コピー (カット)

コピー (カット) を行う場合、基準点を指定するかどうかの切り替えが Option-Preferences... で設
 定できます。現在の状態を確認するため、このコマンドを実行して下さい。Preferences のダイア
 ログボックスが表示されますので、タブを Graphical Editing に切り替えて下さい。左の Options の
 一番上に Clipboard Reference という項目にチェックがあれば、コピーのコマンドを実行した後、
 まず基準点を指定します。チェックがなければ、コピーをコマンドを実行する前のマウスの位置
 が基準となります。この場合、マウスが図面の外にあればそこが基準になります。場合によって
 はペーストの操作がやりにくいケースがありますので、チェックをつけておくことをお勧めしま
 す。またスキマティックでは、ペーストを行った後も選択は解除されませんので注意して下さい。



4.ペースト

スキマティックでは通常のペーストの他に、ペーストアレイというコマンドが用意されています。
 バスラインなどでワイヤを連続して配置する場合には、この機能を使うと手間が省けます。オブ
 ジェクトを選択、カット (コピー) し、Edit-Paste Array... (E , Y) を実行すると、Setup-Paste
 Array のダイアログボックスが表示されます。



左側の Item Count は、配置する個数、Text Increment はカット (コピー) したもののなかにネット
 ラベルのような文字列があった場合、そこに A0 のように数値が含まれていれば、ここの設定で、
 A1、A2...と変化させていくことができます。(但し、ポートは変更されません。) 右側の

Spacing は配置を行う間隔の設定で、Horizontal は水平方向、Vertical は垂直方向の間隔です。

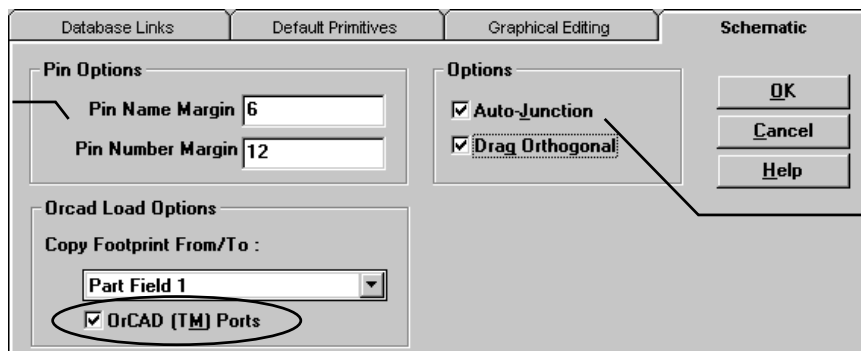
5. 操作環境の設定

操作環境の設定は、エディタ側と、シートの2つの設定があります。

5.1 プリファレンス

回路図エディタの設定は、Option-Preferences... (O , P) を実行します。ここでは、Database Links、(データベースとのリンク設定)、Default Primitives (オブジェクトの初期設定) 等があります。また、Schematic のところには、次のようなオプションがあります。

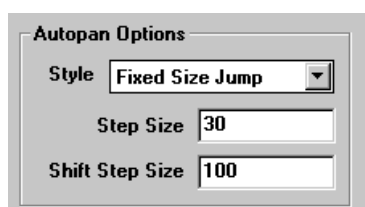
部品のピンの文字の位置を調整できます。



ジャンクションの自動発生機能

OrCAD Ports にチェックがあると、ポートの長さを自由に変更する事ができません。

注) OrCAD の回路図データを読み込むと、 OrCAD Ports は自動的にチェックされます。その後で、通常の回路図を読むと、このオプションが適応され、ポートの長さが自動的に変更されます。この場合は、このチェックを外してから、回路図ファイルを閉じ、再度読み込んで下さい。

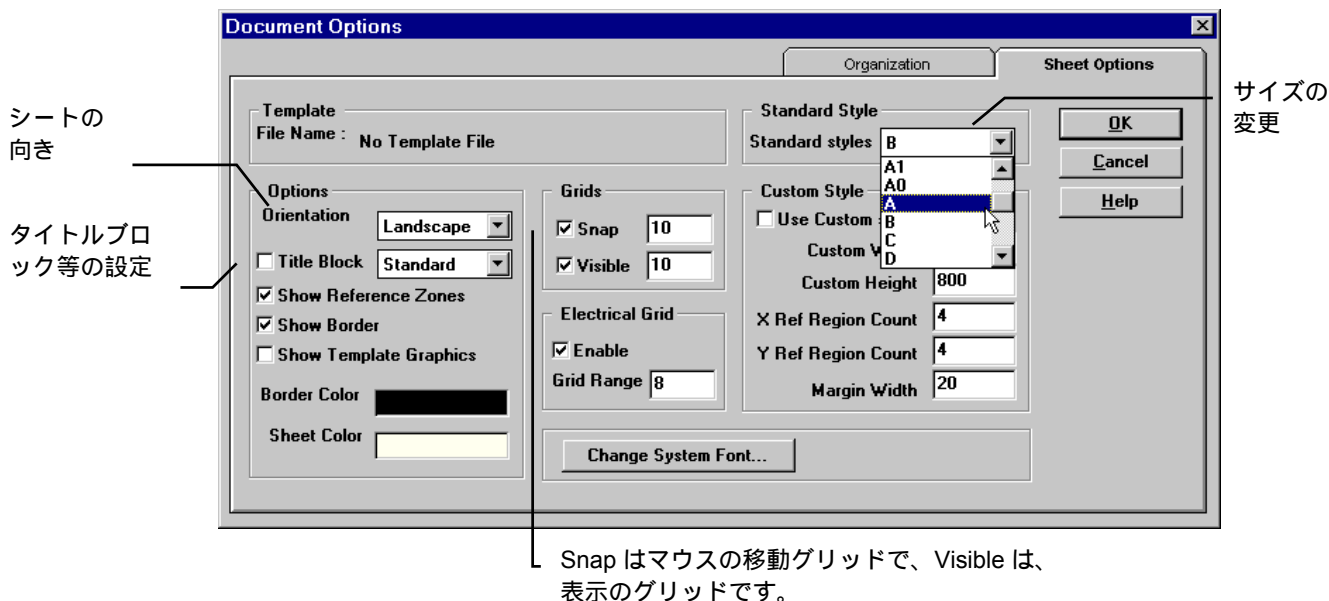


また、Graphical Editing のタブでは、画面のスクロールスピードが設定できます。Autopan Options のところの StepSize の値が大きければスクロールスピードは早くなります。その下は、Shift キーを押した状態でのスクロールの速さになりますので、 Shift キーを押した状態を高速ス

クロールに設定する場合、この値を上の方より大きくします。スクロールのスピードは、使用しているコンピュータによって変わりますので、使いやすい値に変更して下さい。

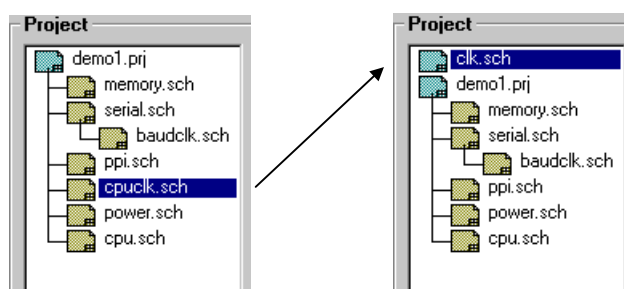
5.2 シートの設定等

シート個別の設定は、Option-Document Options... (O , D) で行います。ここには、スナップグリッドの値や表示グリッドの設定、シートの大きさ等が設定できます。スキマティックで設定できるグリッドの最小値は1 です。それより小さな値は、設定しないで下さい。



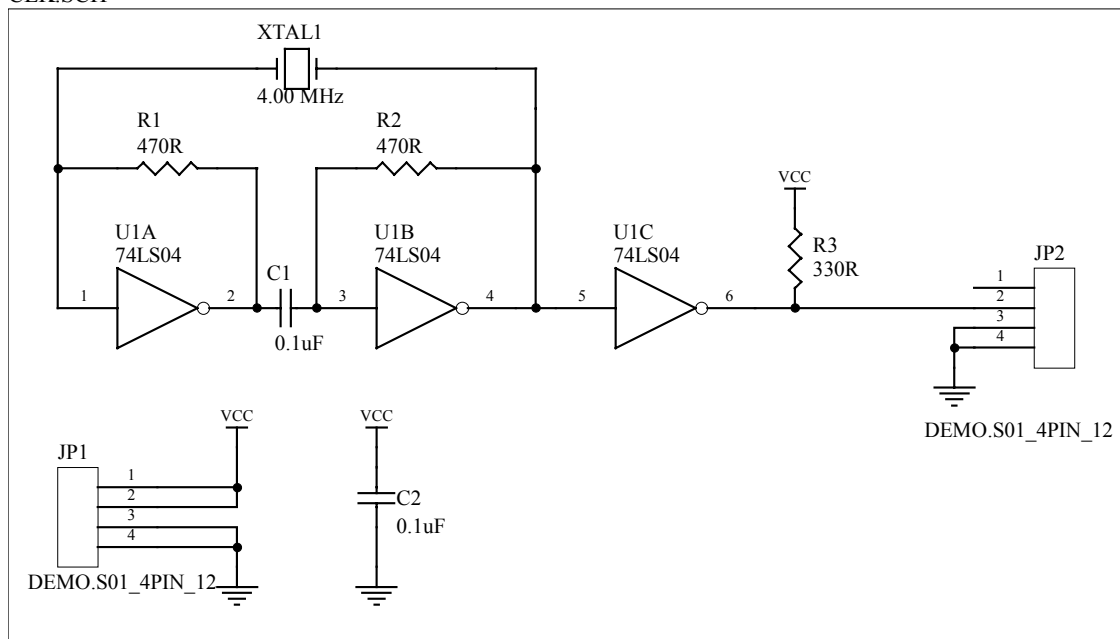
第 3 章 回路図の作成

これ以降は、実際の作業を行いながら説明します。まず、Help のメニューの Examples から Demo1 を選択して下さい。複数の回路図がオープンされ、プロジェクトマネージャーにプロジェクトの階層構造が表示され、現在どの回路図がオープンされているか判ります。この中から cpuclock.sch を選び、前面に表示させ編集できる状態にして下さい。このファイルを編集していきますが、オリジナルはそのまま残しておくため、このファイルを別の名前にしてセーブします。File-Save As...を実行し、clk.sch という名前にして下さい。そうするとこのファイルは、プロジェクトから外れます。他のファイルは不要ですので、クローズしておきます。demo1.prj を選び、File-Close Project を実行して下さい。（デモバージョンでは、ファイルのセーブができませんので、プロジェクトをすべてクローズし、cpuclock.sch だけをオープンして作業を行なって下さい。）



これで clk.sch だけがオープンされている状態になっているはずです。この clk.sch (cpuclock.sch) を下の図面のように変更します。

CLK.SCH



主な変更点

- 1.ポート CPUCLK の削除
- 2.コネクタの追加
- 3.コンデンサの追加
- 4.部品番号の設定、変更
- 5.パワーポートの配置
- 6.フットプリントの設定
- 7.その他（仕上げ）

1.修正作業 - その 1

以下に示す作業を行って下さい。

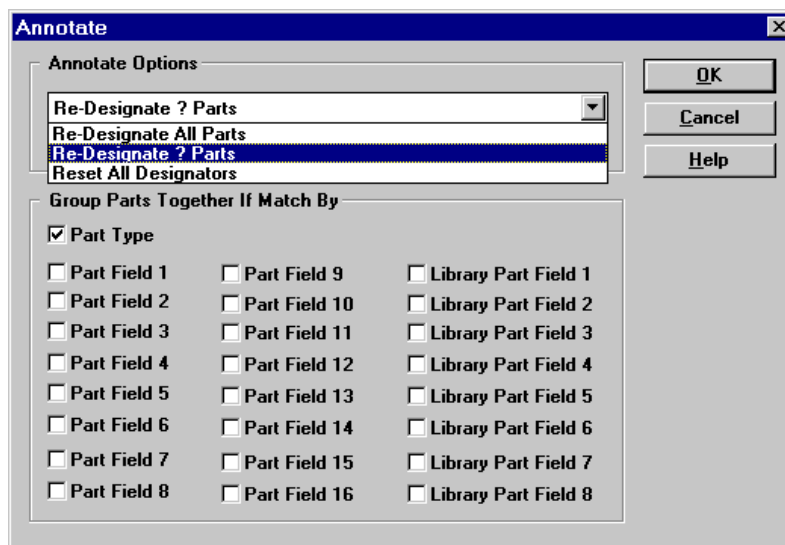
- 1.ポート（CPUCLK）を削除します。ポートの上でクリックし、フォーカスの状態にし、Del キーを押して下さい。
- 2.コネクタの配置、配線します。ここで使用する部品は DEMO.S01_4PIN_12 です。部品の配置するときに向きを変更するには、X キーを押して下さい。部品番号は、後から修正します。ここでは、そのままにしておいて下さい。
- 3.コンデンサを配置します。部品は CAP NP を使用して下さい。
- 4.部品番号を変更するには、部品番号（文字）をダブルクリックする方法と部品をダブルクリックし、Edit Part のダイアログボックスが表示させる方法があります。どちらの方法でも結構ですので、追加したコネクタ、コンデンサなどの番号を変更して下さい。また、もとの回路図では、プロジェクト全体で部品番号が付けられていたため、間が抜けているところがあります。これも変更しておきます。変更箇所は次の通りです。

R5	R3
U9	U1
C10	C1

<機能紹介> Annotate（部品番号の自動割付け）

ここでは部品番号を一つずつ変更しました。このような回路の修正ではなく、新規に回路を作成する場合であれば、部品番号の自動で割付けの機能も使う事で、一括して部品番号が設定できま

す。メニューの Tools-Annotate... (T , A) を実行すると、ダイアログボックスが表示されます。



この Annotate のオプションは3通りあります。

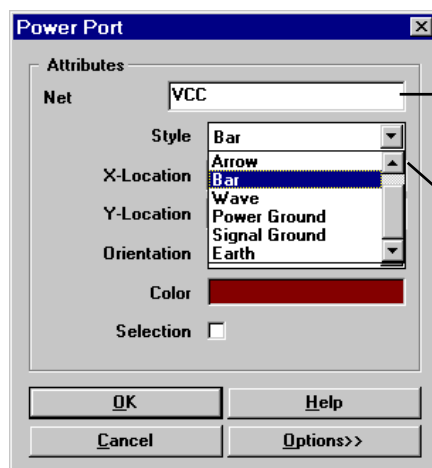
Re-Designate All Parts (すべての部品番号を付け直す。)

Re-Designate ? Parts (?の部品番号を付ける)

Reset All Designators (すべてを?にする)

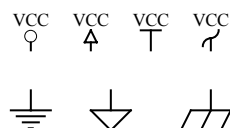
番号を割付けていく順序は、部品を配置した順になっているはずですが。

5.電源やグラウンドを示すシンボルとして、パワーポートというオブジェクトが用意されています。パワーポートの形状には、次のようなものがあります。また、接続先は形状によらず、ネット名で決まります。グラウンドタイプの形状にするとネット名が表示されないので注意して下さい。図の適当な位置に配置し、パワーポートをダブルクリックし、スタイル、ネット名を変更して下さい。ネット名をそれぞれ VCC と GND にし、コネクタと接続して下さい。



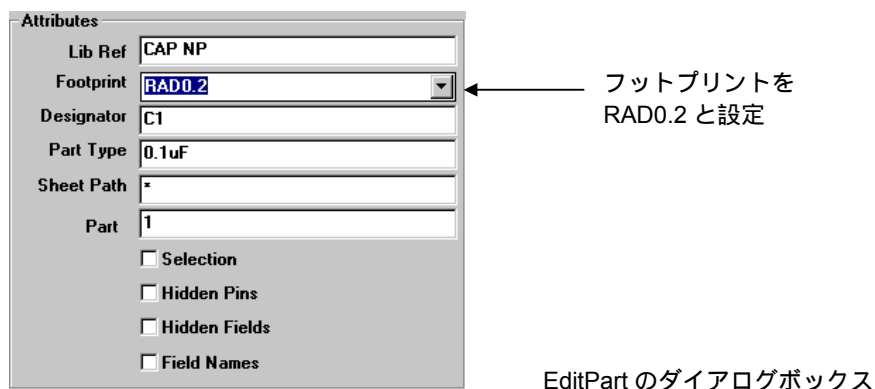
Power Ground のようなグラウンドを示す形状では、ネット名が表示されません。

形状はスタイルで設定します。



パワーポートの形状

6.PCB にデータを渡すには、ネットリストを経由して行います。ネットリストには、部品間の接続情報と、その部品が PCB 上でどのような形状をしているかという情報が含まれています。コンデンサ C1 をダブルクリックして下さい。Edit Part のダイアログボックスが表示されたら、タブを Attribute に切り替えて下さい。ここの Footprint に PCB で使用する部品形状を記入します。コンデンサ C1、C2 の FootPrint は、RAD0.2 として下さい。



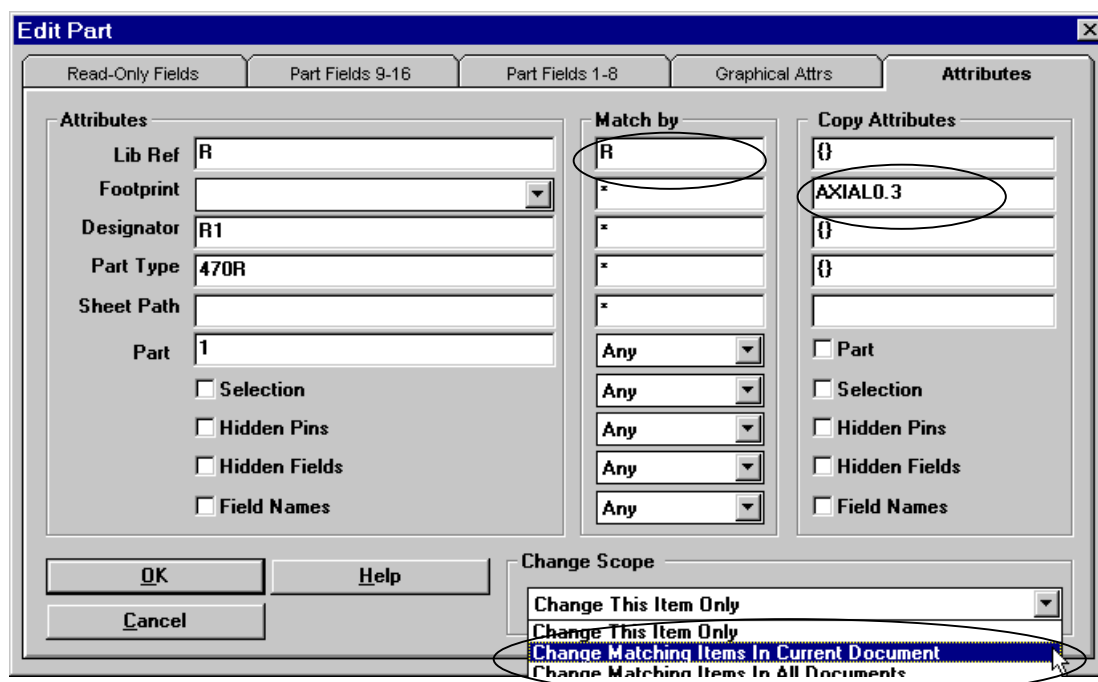
このように一個ずつ記入していてもいいのですが、スキマティックにはグローバルチェンジという機能がありますので、これを使ってフットプリントを設定してみます。グローバルチェンジとは、あるオブジェクトを変更する際、それと同じ物や違うものといった条件を設定し、その条件が適応するものに対して一括して変更を行うという機能です。文章だけでは判りにくいと思いますので、試しに使ってみましょう。

2. グローバルチェンジ - その 1

抵抗をダブルクリックして下さい。Edit Part のダイアログボックスが表示されたら、タブを Attribute に切り替えて下さい。ここでは、抵抗の FootPrint をすべて AXIAL0.3 に設定します。その部品が抵抗かどうかという区別は、Lib Ref でできますので、これが条件になります。これから行う操作を整理すると、次のようになります。

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| 1. 設定 (コピー) 項目 | : FootPrint を AXIAL0.3 にする。 |
| 2. 条件 | : Lib Ref が R のものに対して。 |
| 3. 適応範囲 | : 現在編集しているシート。 |
- (Change Matching Items In Current Document)

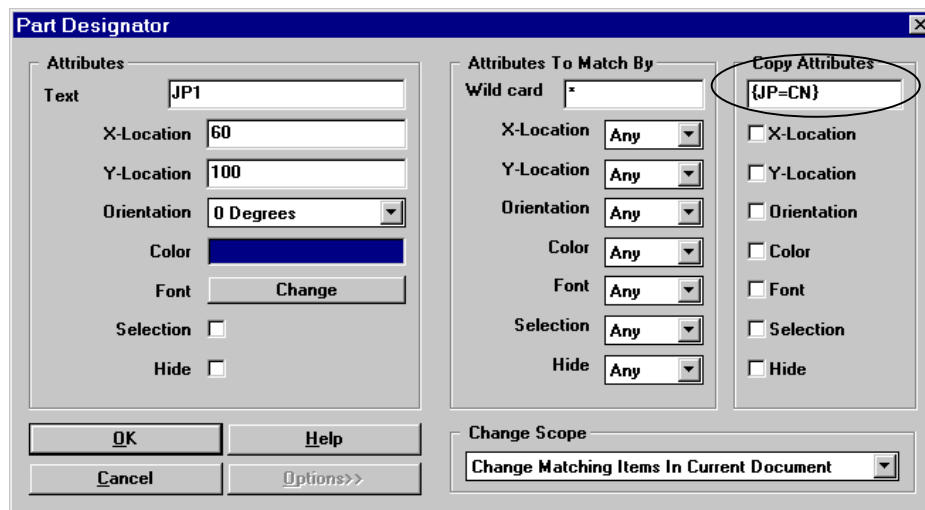
上の項目をダイアログボックスに当てはめると、次のようになります。



この時の注意点として、Copy Attribute の欄の、{ } は消して、AXIAL0.3 と入力して下さい。これで OK のボタンを押せば、回路図上で Lib Ref が R の Footprint は、すべて AXIAL0.3 になります。他の抵抗をダブルクリックし、確認して下さい。

3. グローバルチェンジ - その2

先程の例では Copy Attribute の欄の { } は消して文字を入力しました。次に、この { } の使用方法について説明します。現在、作画を行っている回路図では、コネクタの部品番号を JP にしました。これを CN に変更します。ここでは部品ではなく、部品番号（文字）をダブルクリックして下さい。Part Designator のダイアログボックスが表示されますので、Options>>のボタンを押して下さい。



1. Copy Attribute の欄を {JP=CN} とします。
2. Change Scope は、Change Matching Items In Current Document になっているので、このままにしておいて下さい。
3. これで OK のボタンを押すと、JP1、JP2 はそれぞれ CN1、CN2 に変更されます。

このように { } は、文字列の置換のために使用します。大文字、小文字は区別されていますので、{JP=CN}とした場合、"JP"は"CN"に置き換わりますが、"jp"や"Jp"は置換されません。大文字、小文字を区別しないで変更を行う場合は、{!JP=CN}として下さい。グローバルチェンジは、便利な機能ですが、使い方を誤ると行うと思わぬ結果になってしまうことがありますので、十分注意してください。例えば、引き続きこの回路図でコンデンサの部品番号 C を CP に変更するとします。そのために部品番号をダブルクリックし、{C=CP}としてグローバルチェンジを行うと、先に変更した CN も CPN というように変更されてしまいます。

注) グローバルチェンジの際、Match By (条件) のところには、部品の名称などをタイプする必要があります。ウインドウズ 95 では、マウスの右ボタンをクリックするとポップアップメニューが表示され、カット (コピー) & ペイストの操作が簡単に行なえます。

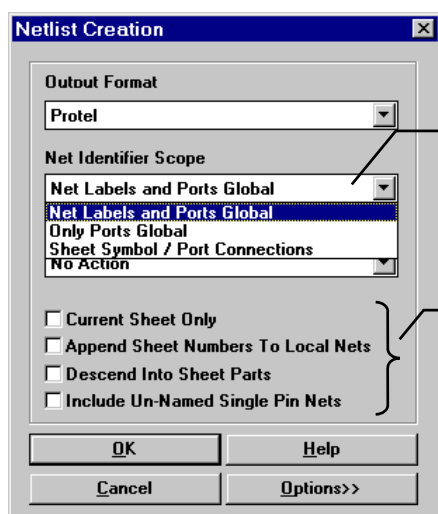
4. 修正作業 - その2

この回路図は、ジャンクションの大きさや部品番号、パートタイプの文字の大きさが、デフォルトの状態より少し大きくなっています。ネットリストには、影響がありませんが必要に応じてそろえて下さい。

5. ネットリストの作成

これでネットリストを作成すれば、PCB で作業を行う事ができます。ネットリストの作成は、メ

ニューの Tools>Create Netlist... (T , N) で行います。Netlist Creation のダイアログボックスが表示されますので、Output Format を Protel にして下さい。



この回路では、どれを選んでもかまいません。

このチェックはすべて、外しておいて下さい。

この回路図は 1 枚で完結していますので、設定で注意するところはありません。ここでは下の 4 つの項目のチェックは、はずしておいて下さい。これで OK のボタンを押すと、ネットリストが作成されます。このとき作成されるファイル名は、回路図と同じで、拡張子が .net となります。作成されたネットリストは、付属の Text エディタで表示されますので、FootPrint に記入ミスや空白がないか確認して下さい。

注) このネットリストで後程、基板設計を行います。このネットリスト (clk.net) は、スキマティックの説明の最後に掲載されています。

6. パーツリストの作成

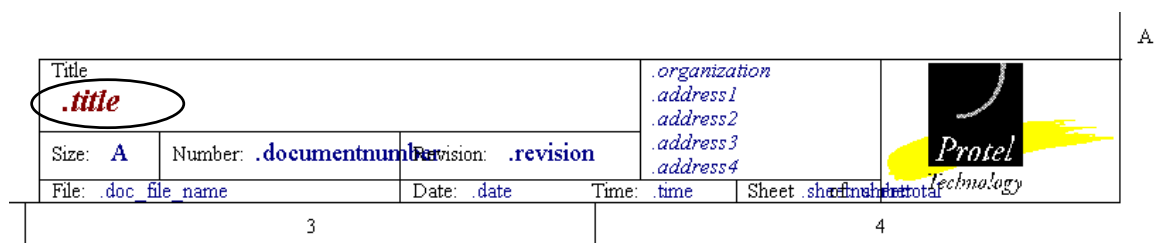
パーツリストは、Report-Bill of Material で作成できます。バージョン 3.2 から、パーツリスト作成はウィザード形式になり、パーツフィールドのデータも必要に応じ、出力できるようになりました。

第 4 章 テンプレート

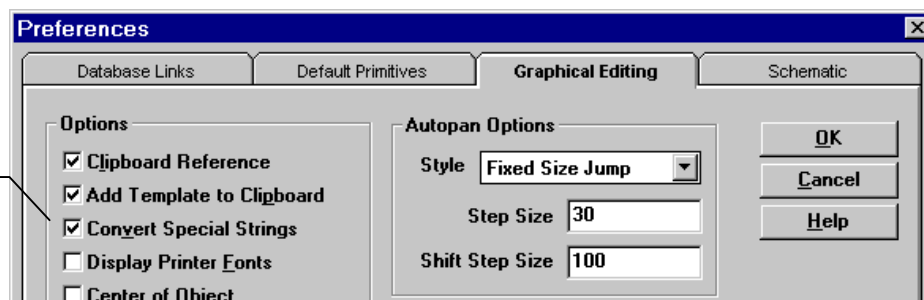
ここでは回路作成から少し離れ、タイトルブロックの編集を行います。サンプルの回路図では、タイトルブロックに Protel のロゴマークが入っていますが、これは、あらかじめ用意されたタイトルブロックではなく、テンプレート (回路図書式) で設定されているものです。このように自社のロゴマーク等を貼り付けて、専用のタイトルブロックを作成する事ができます。


1. スペシャルテキストストリング

サンプルの回路図の右下に、図面のタイトルなどが表示されているところが有ります。もし、タイトルの欄が .title のようになっていれば、メニューの Options-Preferences (O , P) を実行し、Convert Special Strings にチェックをいれ、OK のボタンを押して下さい。



Convert...にチェックがあれば、タイトルブロックの文字は、次のようになります。



Title CPU Clock		Protel Technology Inc. 4675 Stevens Creek Blvd. Suite 200 Santa Clara, CA 95051 USA		
Size: A	Number:	Revision:		
File: C:\CLIENT\SCH3\EXAMPLES\CPU Clock.SCH		Date: 25Feb-1997	Time: 20:06:16	Sheet 6 of 8
3		4		

ここの文字はテンプレートで設定されていて、ロックされている状態ですので、直接編集することはできません。ここのタイトル等の内容を変更するには、次のようにして下さい。メニューの Options-Document Options... (O, D) を実行し、タブを Organization に切り替えて下さい。ここで Organization や Address の欄の文字を適当に変更して下さい。ここには、日本語を使用することも可能ですが、この回路図では、設定されているフォントの関係で文字化けを起こします

このダイアログボックスに入力した文字を表示させるには、回路図シートにスペシャルストリングを配置する必要があります。先のテンプレートでは、このスペシャルストリングを含んだ形で作成されているので、入力した項目がタイトルブロックに表示されています。スペシャルストリングといっても、特にそのようなコマンドが用意されているわけではなく、配置した文字列を .title のようにあらかじめ予約されているものに変更するだけです。スキマティックで文字を配置するには、Annotation と Text Frame の 2 種類の方法が用意されていますが、スペシャルストリングには Annotation 使用します。これらの違いは、Annotation は改行を含むことができませんが、Text Frame では、改行も含めることができるので、文章のような長い文字列を配置する場合にはこちらを使用して下さい。スペシャルストリングには次のようなものがあり、Document Options のダイアログボックスの内容に対応しています。

.ORGANIZATION
 .ADDRESS1
 .ADDRESS2
 .ADDRESS3
 .ADDRESS4
 .SHEETNUMBER
 .SHEETTOTAL
 .TITLE
 .DOCUMENTNUMBER
 .REVISION

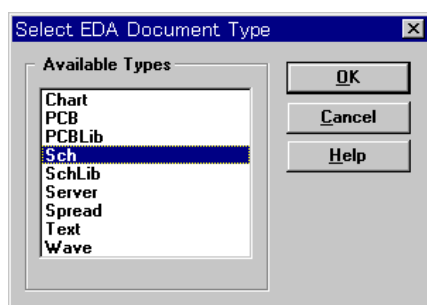
また、以下のスペシャルSTRINGは、出力時に自動的に変換されます。

.DOC_FILE_NAME	パスを含んだスキマティックシートの名前
.TIME	時間
.DATE	日付

これらのスペシャルSTRINGは、テンプレートだけでなく、通常のシートに配置しても同じように変換されます。

2. タイトルブロック

スキマティックであらかじめ用意されているタイトルブロックは、Standard と ANSI の 2 種類です。



試しに、File-New (F, N) で新しい回路図シートを作成します。このコマンド実行すると、次のようなダイアログが表示されます。ここでドキュメントタイプ Sch を選び、OK をボタンを押して下さい。テンプレートが設定されていないければ、タイトルブロックは、おそらく次のようになるはずです。

Title		
Size	Number	Revision
B		
Date:	25-Feb-1997	Sheet of
File:	C:\CLIENT\SHEET 2.SCH	Drawn By:
5		6

タイトルブロック (スタンダード)

このスタンダードのタイトルブロックでは、Option-Document Options の Organization に文字を入力しても表示されません。このスタンダードのタイトルブロックにタイトルを書き込むには、文字をそのまま配置するか、あるいは先に説明したスペシャルSTRINGを配置して下さい。

3. テンプレート

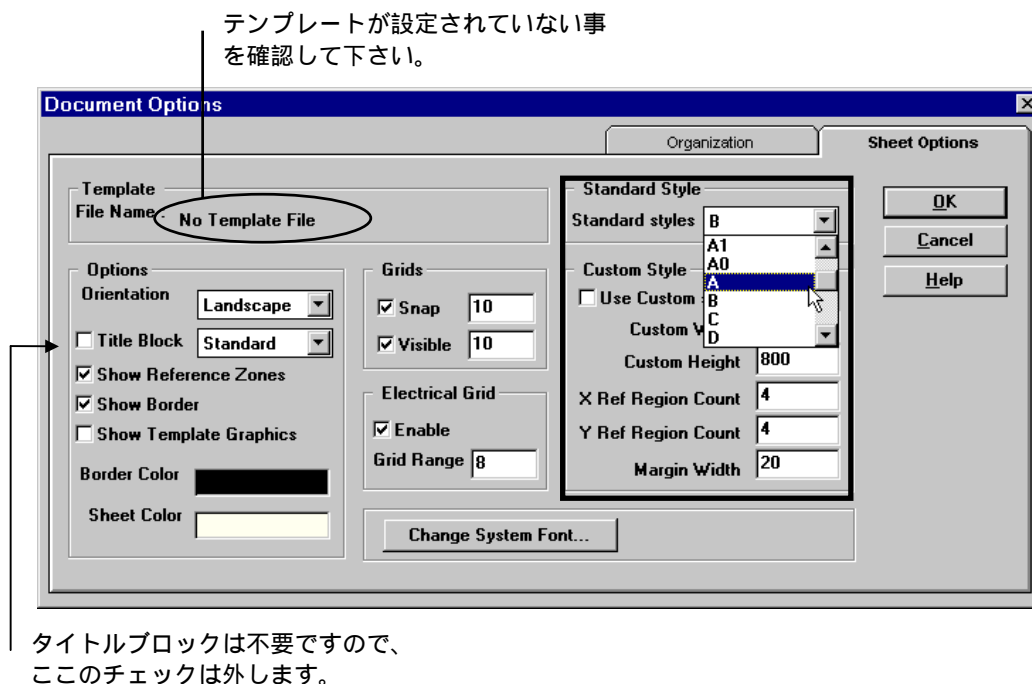
スタンダードと ANSI 以外のタイトルブロックを使用する場合は、自分でタイトルブロックを作成する必要があります。作成したタイトルブロックは、それをテンプレートとして保存し、前に

作成した回路図にも適応することができます。ただ、スタンダードと ANSI の 2 種類のタイトルブロックでは、シートサイズが変更された場合、タイトルブロックの位置も自動的に変更されますが、テンプレートで設定した場合は、そのようにはなりません。従って、使用するシートサイズ別にテンプレートを用意する必要があります。サンプルの回路図を見ると判るように、テンプレートの中には、ビットマップや、先に説明したスペシャルSTRINGを配置する事ができます。テンプレートは、通常の回路図を作成するのと全く同じ作業でできますが、ファイルをセーブする際、Document Type をテンプレートの形式を選び、拡張子を.dot として下さい。

注) 以前は、サンプル回路図に使用されているテンプレートが添付されていましたが、バージョン 3.2.3 からなくなっています。参考にしたい場合は、弊社のインターネットのホームページにテンプレートが用意されていますのでそこからダウンロードして下さい。

4.テンプレートの作成

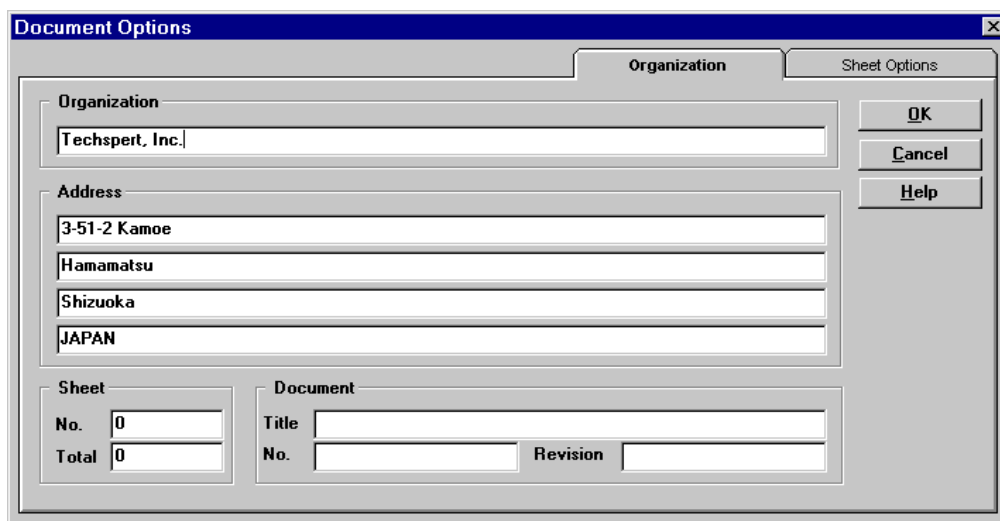
まず、File-New (F , N) で新しい回路図シートを作成します。既にテンプレートが設定されていることも考えられますので、必ず Options-Remove Template... (O , R) を実行して下さい。シートサイズ等の設定を行うには、メニューの Options-Document Options... (O , D) を実行し、タブを Sheet Options に切り替えます。



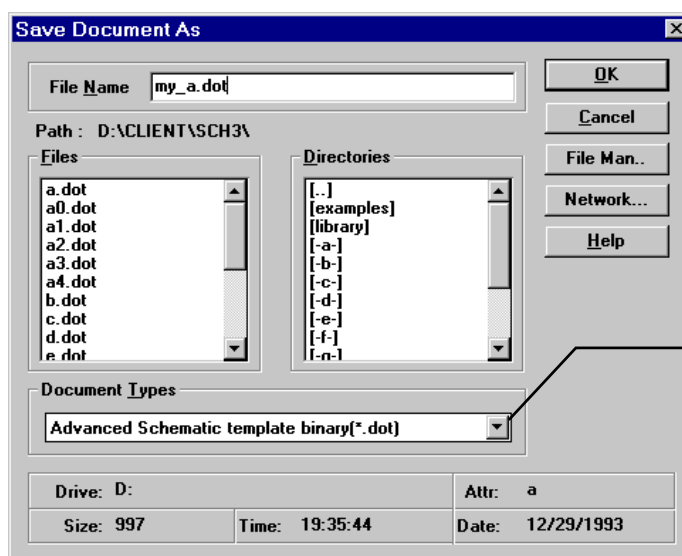
Standard Style から適当なシートサイズを選ぶか、それ以外のサイズを使用する場合は、その下の Use Custom Style にチェックを入れ、サイズの設定を行って下さい。次に、タイトルブロックの表示を消すため、Title Block のチェックを外して下さい。この他にシートの色など適当に設定し、OK のボタンを押して下さい。後はドロイーイングツールで線を引き、スペシャルSTRINGなどを配置し、タイトルブロックを作成して下さい。

Title	.title			.organization			
Size: A	Number: .documentnumber	Revision: .revision		.address1			
				.address2			
				.address3			
				.address4			
File: .doc file name	Date: .date	Time: .time	Sheet: .sheetnumber	Sheet: .sheettotal	Drawn By		
3				4			

タイトル等に日本語を使用する場合は、フォントを MS ゴシック（日本語 True Type フォント）等にして下さい。タイトルブロックの作成が終わったら、次にメニューの Options-Document Options... (O, D) を実行し、Organization のところで会社名等、共通で使用できるところの文字をあらかじめ入力しておきます。

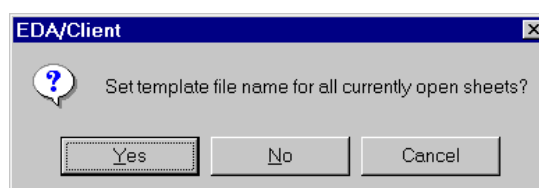


以上の作業が終了したら、File-Save As... (F, A) で Document Type を Template (*.dot) にし、ファイルのセーブを行います。このファイルは、このまま閉じて下さい。ファイル名は my_a.dot とします。



ドキュメントタイプをテンプレートにして下さい。

先程の clk.sch のテンプレートを、この my_a.dot に変更してみます。clk.sch をオープンし、Options-Set Template File Name...を実行し、my_a.dot を選択して下さい。このとき複数の回路図がオープンされていると、すべてシートに対してそのテンプレートを設定するかどうか尋ねてきます。



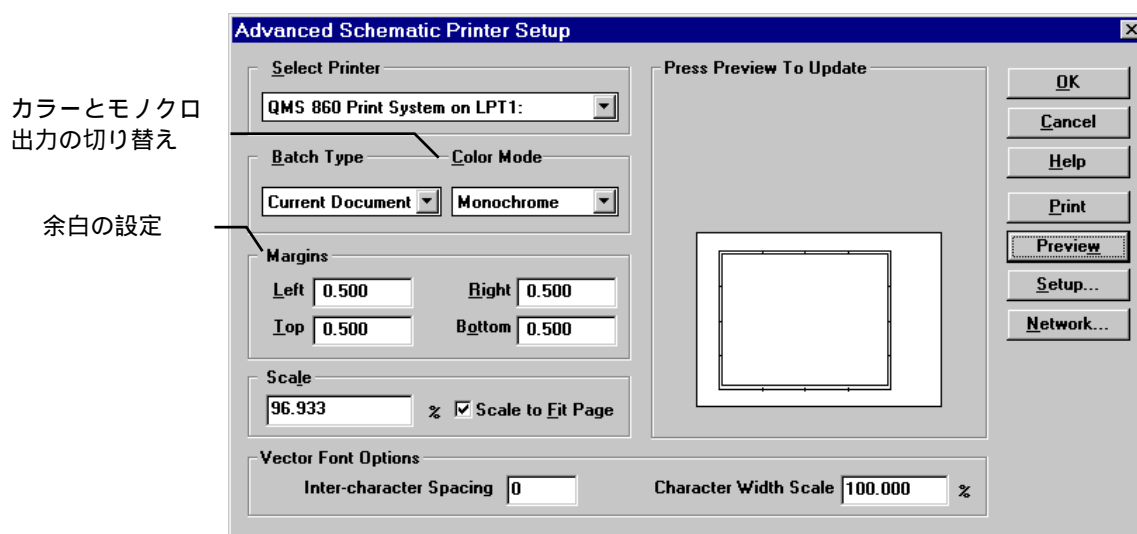
No を選択するとテンプレートは、そのシートにしか割り当てられません。ここで、まだ my_a.dot のファイルがオープンされていれば、必ず No を選んで下さい。そうでないとテンプレートファイルにテンプレートが設定され、トラブルが発生する可能性があります。

第 5 章 出力

スキマティックからのプリントアウトは、すべてウインドウズのプリンタ（プロッタ）ドライバを使用します。

1. プリントアウト

プリントアウトは、File-Print (F, P) で行えますが、その前に File-Setup Printer... (F, R) でプリンターの設定を行う必要が有ります。用紙の設定などは、プリンタドライバ側で行いますので、Setup のボタンを押し、プリンタのセットアップを行って下さい。その他スケール、余白などを設定したら Print のボタンを押して下さい。



2. プロットアウト

プロッターに出力する場合の文字の調整が、このダイアログボックス下側の Vector Font Options のところでできます。Inter-character Spacing で文字間隔 Character Width Scale で文字サイズについて設定できます。プロットアウトする場合、一度、Inter-character Spacing を 0、Character Width Scale を 100% で出力し、調整してみてください。

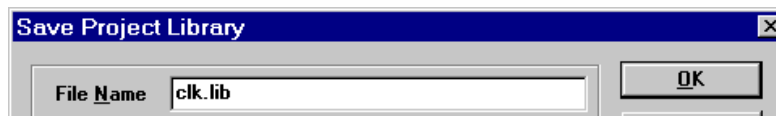
注) スケマティックでプロッターに出力する場合、文字に関しては、基本的にウインドウズにインストールされているベクトルフォントからデータを作成します。ベクトルフォントは、英文フォントしかありませんので回路図に日本語を使用すると文字化けします。プロッターによっては、True Type フォントをサポートしているものも有りますので、その場合、日本語出力も一応可能です。この場合は True Type の文字がプロッターに搭載されているフォントに置き換えられるようになっているはずですが、従って、文字の位置や大きさが、画面表示と食い違ってくる事が有ります。国内で開発された CAD であれば、アプリケーション側で独自に日本語フォントを用意するなどして、このような問題に対処していますが、アドバンスドスキマティックでは、残念ながらこのような点は考慮されていません。従って、ペンプロッタで、画面通りの出力を得ようとするには、かなり難しいと考えて下さい。

第 6 章 ライブラリ

1. プロジェクトライブラリの作成

メニューの Tools - Make Project Library...を実行して下さい。Save Project Library のダイアログボッ

クスが表示されますので、適当な名前を付けてセーブして下さい。ここでは clk.lib とします。セーブを行うとライブラリエディタが自動的に起動します。

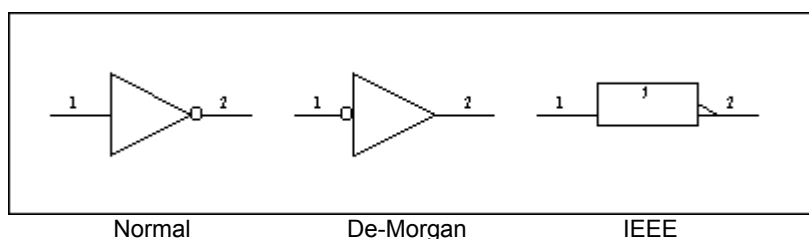


2. ライブラリについて

このライブラリファイルに、新しい部品を追加してみます。その前に簡単にライブラリについて説明します。日本語では単に部品という表現を使用していますが、このスキマティックでは部品を表現するものとして Component、Part という単語を使用しています。

3. Component と Part

汎用の TTL 部品では、一つの IC のなかに、複数のゲートで構成されているものがあります。例えば、SN74LS04 は 6 個ゲートによって構成されます。この場合、回路図に配置するには、ゲート単位で配置を行います。シートに配置するためのグラフィック表示されているものを Part と呼んでいます。普通の抵抗であれば、ひとつの素子で構成されているので、Part は 1 つしかありません。このように、Part は Component を構成するものです。また Part は、Normal、De-Morgan、IEEE の 3 種類の表示モード持つ事ができます。



4. コンポーネントグループ



SN7404 も SN74LS04 も回路図上では、まったく同じ形状が使用できます。この場合、別々にグラフィックのデータを持つのは無駄になります。スキマティックでは、同じ形状の Component を名称だけを変えて、グループ化することができます。形状を変更する場合は、同じグループの Component であればどれを選んでも構いません。最初に作成した Component が元のデータとなり、ライブラリのエディタパネルの Group の欄の一番上に表示されます。回路図に部品を配置した場合、Edit Part のダイアログボックスの Lib Ref と、Part Type のところにそれぞれ Component Name が入力されますが、Lib Ref には、この元になっている Component Name が入力されます。Lib Ref を変えてしまうと、部品を変更する事になりますが、Part Type はまったく別の名称に変更しても構いません。

元になっている名称がグループの一番上に表示されます。

SN7404 を回路図シートに配置した場合、パーツの属性は次のようになります。配置した部品をダ

ブルクリックし、Edit Part のダイアログボックスを見て下さい。



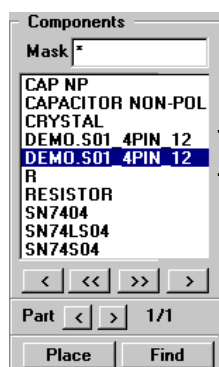
回路図シートに配置しすると、元になる名称が、Lib Ref に入力されます。

パートタイプの欄は、回路図に配置してから、適当な名称に変更しても構いません。

5. 部品の作成

試しに新しい部品を作成してみましょう。ここでは、DEMO.S01_4PIN_12 を利用し、8 ピンのコネクタを作成します。ライブラリエディタパネルでこの部品を選び、画面に表示させて下さい。もし、この他にライブラリファイルがオープンされていたら、それらのファイルは閉じて下さい。

5.1 コンポーネントのコピー - その 1



このまま編集を行うと、この部品が変更されてしまい、新しい部品を作成したことにはなりません。この部品のグラフィックデータを利用するため、次のようにして下さい。Tools のメニューから Copy Component を実行して下さい。画面上では何も変化がありませんが、エディタパネルを見て下さい。この部品名が 2 つ表示され、コピーされた事が判ります。このまま作業をすると後で混乱してしまいますので、先に名称を変更します。メニューの Tool-Rename Component... (T, E) を実行して下さい。ここでは、CONN8 とします。

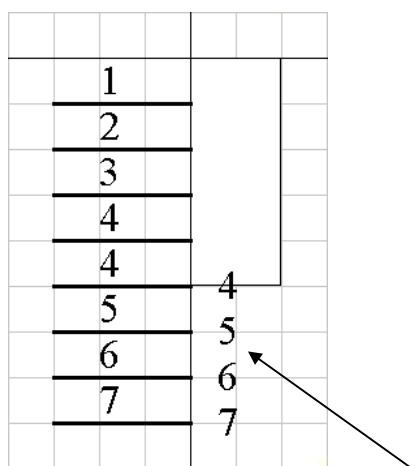
同じ名称が表示され、コピーされていることがわかります。

5.2 ピンの配置

ピンの配置は、Place-Pins (P, P) で行います。ここでは 8 ピンのコネクタを作成しますので、とりあえず 4 番ピンの下に 4 個連続して配置して下さい。配置を行ったピンは、どのような表示になっているでしょうか。スキマティックではピンだけでなく、オブジェクトを配置するとき、前の設定を保持していますので、どのような状態で配置されるかは、使用状況により変わってきます。また、ピンを配置すると番号 (Number)、名称 (Name) のなかに数字が含まれていれば、それらは自動的にインクリメントされているはずです。この操作を行ってピンの番号が、うまい具合に 5 から始まる人は、ほとんどいないでしょう。

また、仮にピン番号が 5 から始まったとしても、すでに配置されている 1 ~ 4 ピンとまったく同じ設定ということはまずないでしょうから、編集の作業が必要となるはずです。ピンの編集は、他のオブジェクトと同じように配置してからダブルクリックするか、配置している時に Tab キーを押し、ダイアログボックスを表示させ、それぞれの項目を設定します。今、配置したピンの設定を既に配置してあるものと同じ設定にするため、1 番ピンをダブルクリックして属性を調べてみます。

適当にピンを配置した場合

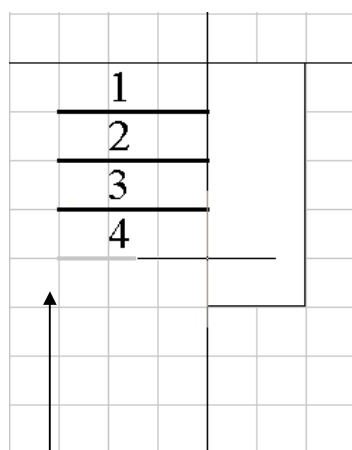


ピンには、向きがあります。

Pin のダイアログボックスを見て下さい。この部品の 1 (~ 4) 番ピンには、名称が設定されていないので判りにくと思いますが、スキマティックでは、ピンに方向があり、電氣的に接続できることが決まっています。ピンの名称は、ピンの横に表示されますので、この文字が内側に表示されるようにピンを配置を行って下さい。この部品のように、ピンに名称がなく、表示されていないと向きが、間違っても気づかず反対方向に配置してしまう可能性があります。その場合、ワイヤを接続してもネットリストが正常に出力されませんので注意して下さい。ここでは、1 つずつ設定は行わず、もう少し簡単な方法を紹介しますので、このダイアログボックスは、Cancel で閉じて下さい。また、先程配置したピンは、Delete や Undo コマンドなどで削除して下さい。

5.3 アトリビュートのクイックコピー

あらためてピンを追加しますが、ピン番号以外の属性は全く同じなのに、いちいち他のピンの設定を覚えるは面倒です。このような場合は、ホットキーの中にアトリビュートのクイックコピーという機能がありますのでこれを使って見ます。



配置しようとするピンを、既に配置されているピンに重ね、Ins キーを押します。

もう一度、Place-Pins を実行して下さい。マウスの先にピンが表示されたらそれを、4 番ピンのところへ移動し、ピンが重なるようにし、Ins キーを押して下さい。これでこれから配置しようとしているピンの設定は、番号も含め 4 番ピンと全く同じになっているはずです。確認のため Tab キーを押し、ダイアログボックスを表示して下さい。同じになっていれば、ピン番号が 4 になっているはずですので、これを 5 に変更し、4 番ピンの下に続けてピンを配置して下さい。そのまま続けて残りのピンを配置すると、番号は自動的にインクリメントされますので、他に設定を行う必要はありません。このアトリビュートのクイックコピーの機能は、ピンだけでなく他のオブジェクトでも使用できます。

例えば、ネットラベルとポートの名称を一致させたい場合、この機能を使うと文字の情報がコピーされるので、いちいち文字入力を行う必要はありません。

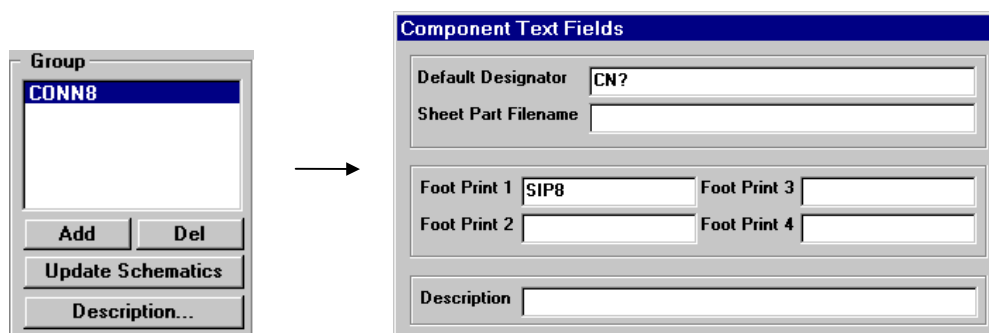
注) ピンを配置するとき Tab キーを押して番号 (名称) を設定すると、次に配置するピン番号は、先に設定した値にインクリメントされていきます。新しい部品を作成する場合も、前の値が残っていて、自動的に 1 番に戻る事はありません。従って、番号を戻したい場合は、Tab キーを押して番号を変更して下さい。

5.4 大きさの変更

ピンの配置が終了したら、Rectangle (四角形) の大きさを変更して下さい。大きさを変更するのはワイヤを変更するのと同じ要領です。マウスでクリックし、フォーカスの状態にし、ハンドル上でマウスでクリックして下さい。マウスによる操作がうまくいかない場合は、Rectangle をダブルクリックし、ダイアログボックスに直接値を入力する方法もあります。

5.5 その他の設定

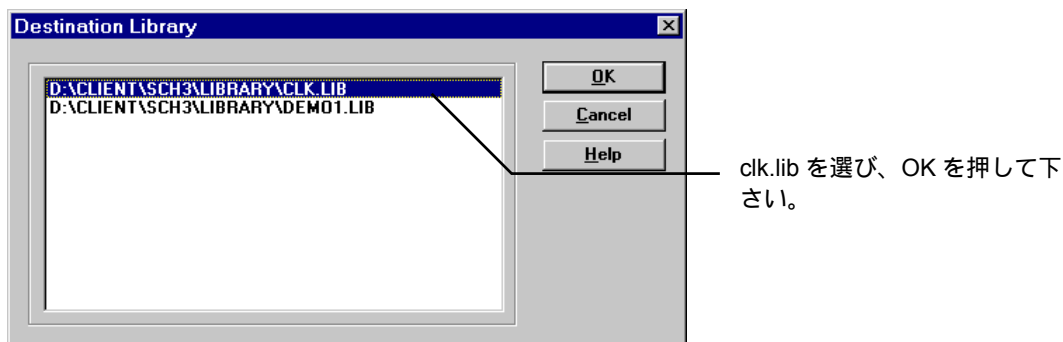
回路図に部品を配置すると部品番号が C? となったり、U? となったりします。この部品番号のアルファベットは、ライブラリエディタであらかじめ設定しておきます。もし設定していなければ、前に配置した部品の番号と同じアルファベットになるはずです。また、この他に PCB で使用する部品を設定する Footprint の項目も登録しておけます。これらを設定するには、パネルの Description... のボタンを押して下さい。Component Text Fields というダイアログボックスが表示されます。この部品では Default Designator を CN? に、Footprint を SIP8 に設定して下さい。以上、作業が終了したらファイルのセーブを行って下さい。



ライブラリエディタパネルの Description... のボタンを押すと、Component Text Fields のダイアログボックスが表示されます。

5.6 コンポーネントのコピー - その2

異なるライブラリファイル間で、部品をコピーする方法について紹介します。demo1.lib をオープンし、このなかの DEMO.S01_4040_1 を表示させて下さい。先程と同じように Tools のメニューから、Copy Component を実行して下さい。Destination Library というダイアログボックスが表示されます。



このコマンドは、部品を他のライブラリファイルにコピーすることもできますので、2 つ以上ファイルがオープンされていると、このようにコピー先を指定する必要があります。ここで clk.lib を指定して下さい。何も変化がないように見えますがコピーされているはずです。これで demo1.lib は不要ですのでクローズして下さい。まず、この部品は名称が長いので、4040 に変更しておきます。Tools-Rename Component... (T, E) を実行して下さい。Description... のボタンをクリックし、Default Designator を U? にして下さい。作業が終了したらファイルをセーブして下さい。この後の作業でこのライブラリを使用します。回路図エディタに戻り、ライブラリリストから demo1.lib を削除し、clk.lib を登録して下さい。

第7章プロジェクト

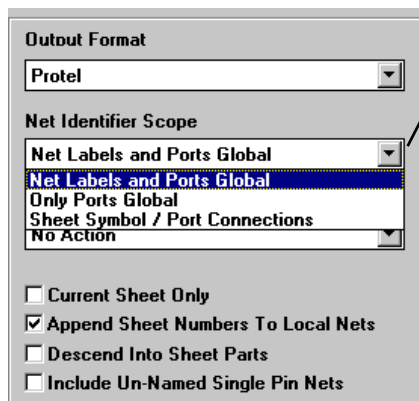
回路の規模が大きくなれば、シートサイズを大きくしても 1 枚のシートに作画する事ができません。この場合はシートを複数枚作成し、プロジェクトとしてまとめる作業が必要です。ここではプロジェクトの作成方法を紹介します。

1. ネットアイデンティファイヤー

プロジェクトの構造にした場合、あるシートから別のシートへの接続は、ワイヤによる物理的な接続を行うことは不可能です。また、一枚のシートで収まる場合でも、ワイヤだけを使用して結線を行うと回路図が見にくくなりますので、このような場合、ネットラベルやポートのようなオブジェクトを使用して論理的な接続を行います。これらをネットアイデンティファイア呼びます。

2. プロジェクトについて

プロジェクトを作成するには、必ずプロジェクトをまとめるマスターシートが必要になります。マスターシートには、シートシンボルを配置し、シートシンボルには、回路図のファイル名を設定します。プロジェクトの構造には、大きくわけて 2 種類あります。ひとつは、すべての回路図が同じ階層ある平面構造です。平面構造では、回路とは別にマスターシートが必要になり、そこには、回路は記入せずに、シートシンボルだけを配置します。もう一つは、階層構造になっているプロジェクトで、マスターシート以外にも、シートシンボルを配置できます。これらのネットリストを作成する場合、そのプロジェクトにあった設定でネットリストを作成する必要があるります。Tools-Create Netlist を実行すると、そのダイアログボックスに Net Identifier Scope という項目があります。ここで、プロジェクトの構造にあった設定を選ぶ必要があります。



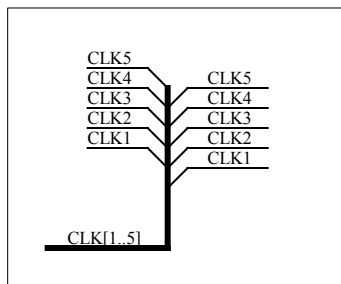
- 1.Net Label and Port Global
- 2.Only Port Global
- 3.Sheet Symbol / Port Connection

Net Identifier Scope には、3 種類の設定があり、平面構造では、1 か 2 を選ぶ事になります。1 と 2 の違いは、別のシートに行く信号を、ネットラベルとポートの両方使用して接続するか、ポートだけを使用するかという点です。

1 のネットラベルを他のシートへの接続に使用する方法ですが、これは Protel の DOS 版の回路図エディタで作成したデータをサポートするために設けられていますので、これからお使いになる方にはあまりお勧めできません。また、OrCAD の平面構造では、2 に設定します。3 の場合は、シートシンボルにシートエントリを配置し、そこにワイヤ、バス等を接続する必要があります。また、そのシートシンボルに相当するサブシート側は、シートエントリに対応したポートを配置しておく必要があります。この方法は少し面倒かも知れませんが、シートエントリやポートは、自動的に作成してくれる機能がありますので、それを利用することで多少手間が省けます。このプロジェクトの例は、demo1.prj、demo3.prj などを参考にして下さい。

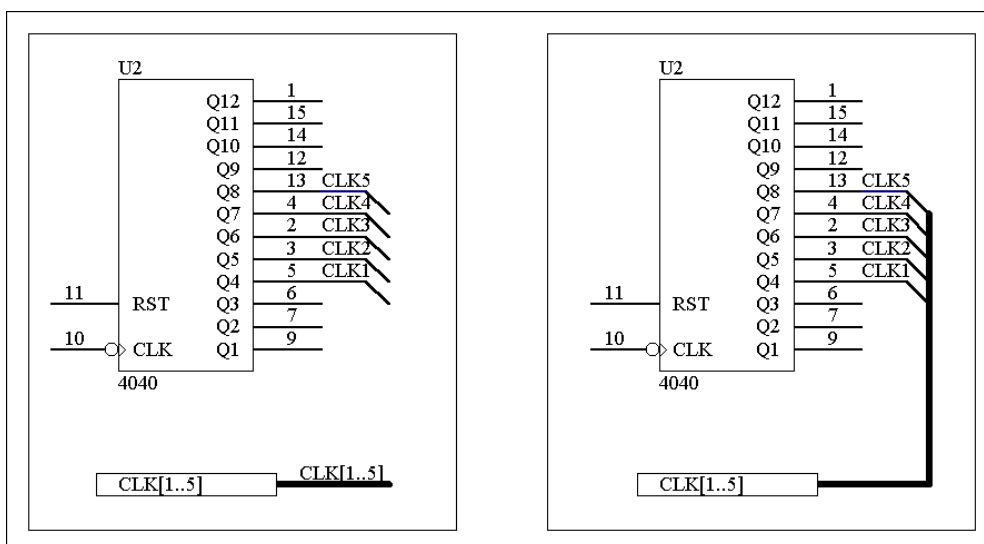
3.プロジェクトの作成 - その 1 (シート間をポートで接続する場合)

先の clk.sch に部品などを追加し、プロジェクトの形にします。プロジェクト全体は、次のようになります。



3.3 バス

ワイヤにネットラベルを配置し、それをバスラインで束ねる場合は、バスに配置するネットラベルとワイヤに配置するものと名称を合わせる必要があります。例えば、この場合はワイヤに配置したネットラベルが CLKx ですので、バスに配置するネットラベルは、CLK[1..5]のように、括弧でくくる必要があります。また、CLK の部分が一致している必要があります。また、ネットラベルがないとバスだけで接続する事はできません。下の例を見てください。左側の図では、バスとポートが接続され、各ワイヤには接続されていません。それでもネットリストは、出力されます。逆に、右の図では、一見接続されているように見えますが、これでは、思った通りのネットリストは出力されません。（但し、Net Identifier Scope を Net Labels and Port Global にした場合は、各ワイヤにネットラベルが配置されていますので、それによって接続されます。）

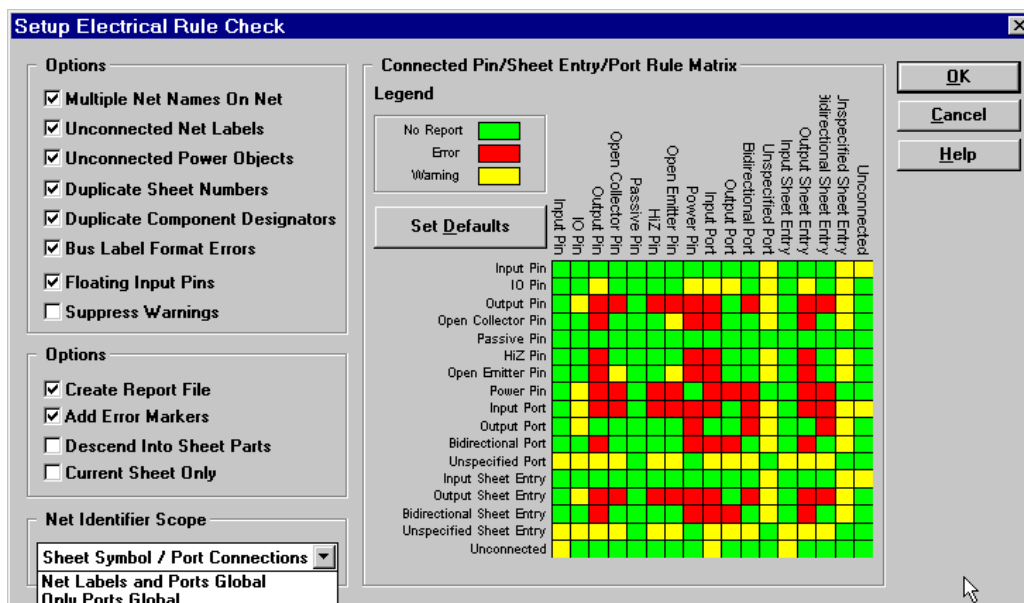


それでも接続されます

× バスにネットラベルがないので接続されません

3.4 ポートの配置

ポートの属性には、スタイルと I/O タイプという項目があります。スタイルは単なる形状ですので、どれを選んでもかまいません。I/O タイプも厳密には、接続先のピンとの整合を取る必要がありますが、これも名称さえあっていれば接続されますので、余り神経質になる必要はありません。スキマティックでは、ERC (エレクトリカルルールチェック) のダイアログボックスで、ピンとピンとの接続に関し、属性によってチェックが行えるようになっていますが、ポートに関しては、一応設定できるようになっていますが、設定してもエラーが出力されません。ただ、未接続に関しては、チェックを行ってくれますので、各ポートの Unconnected のところを赤色にし、未接続に関してエラー出力するように設定してはどうでしょうか。最終的に重要なのは、どのピンとどのピンが接続されているかという事です。プロジェクトの回路図を作成したとき、全体で ERC を行って下さい。



また、このダイアログボックスの下側の Options に Current Sheet Only という項目があります。ここにチェックしておくと、その回路図単独で ERC を行いますが、この場合、ポートはピンとして扱われます。従って、マトリックスの設定がデフォルトのままですと、Output のピンに Output のポートを接続すると、Multiple Output Pins というエラーが出力されます。ただ、エラーが出力されてもネットは作成されますので、先にも触れましたが、エラーが出される理由が判っていれば、気にしなくてもいいでしょう。

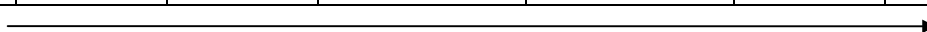
3.5 ポートの入出力の設定

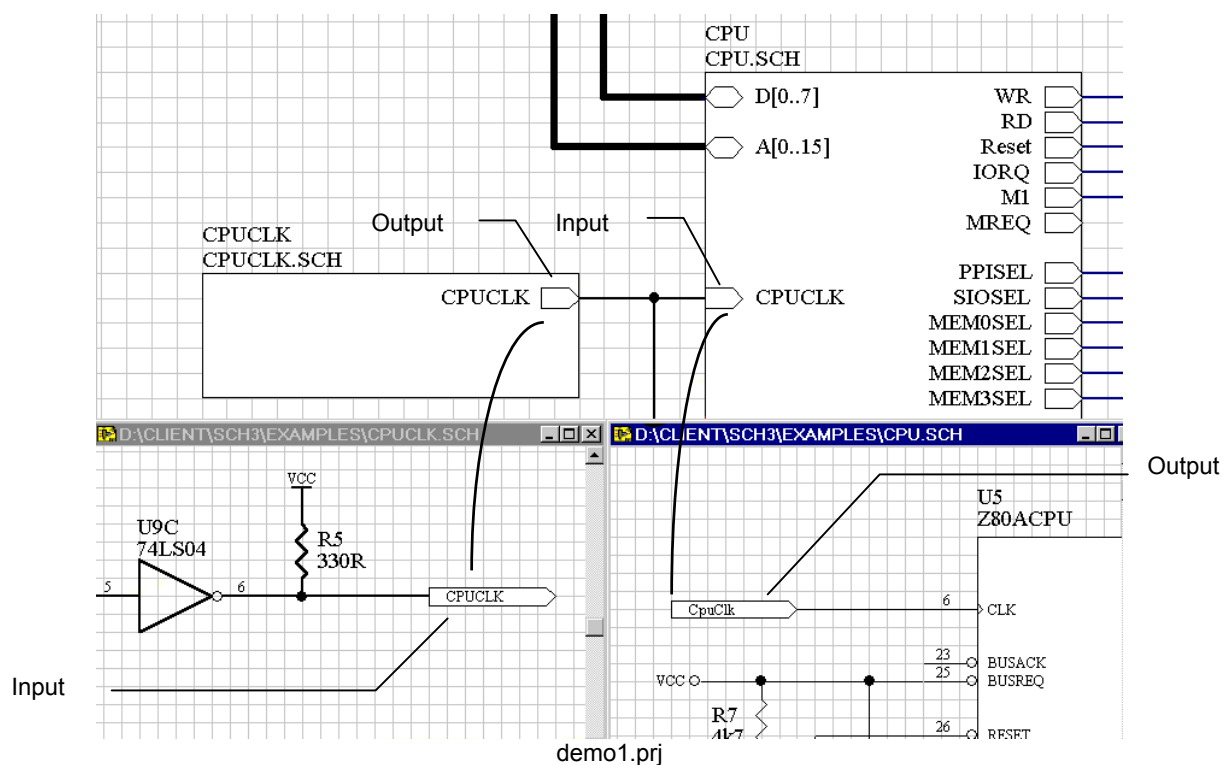
それでは、ピンに接続するポートの属性、それに対応するシートエントリは、どのように設定すれば良いのでしょうか。デモファイルを見ると demo1.prj と demo3.prj とでは、違った設定になっています。これをみると、どちらの方法を使用するか迷ってしまいますが、先程述べたように Current Sheet Only をチェックした場合、ポートはピンとして扱われますので demo1.prj の設定と同じようにするのが良いのかもしれません。

demo1.prj でのポート、シートエントリの設定

ファイル名	cpuclock.sch			cpu.sch		
オブジェクト	ピン	ポート	シートエントリ	シートエントリ	ポート	ピン
I/O タイプ	Passive	Input	Output	Input	Output	Input

信号の流れ

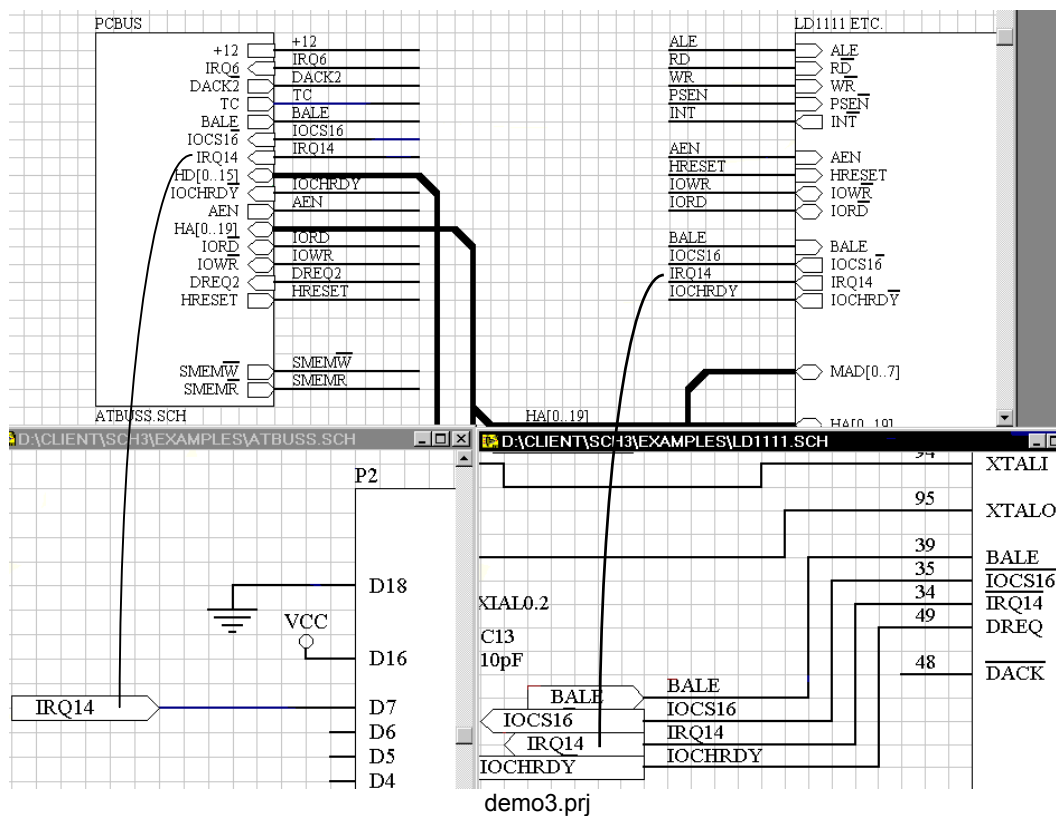




demo3.prj でのポート、シートエントリの設定

ファイル名	atbuss.sch			ld1111.sch		
オブジェクト	ピン	ポート	シートエントリ	シートエントリ	ポート	ピン
I/O タイプ	Passive	Input	Input	Output	Output	Output

信号の流れ



3.6 シートサイズの設定

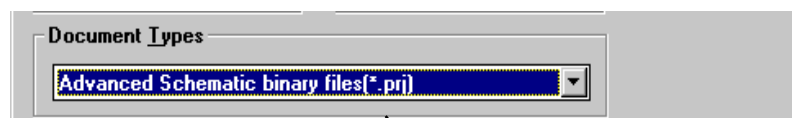
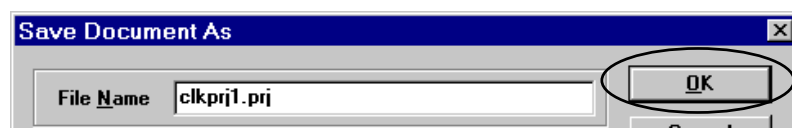
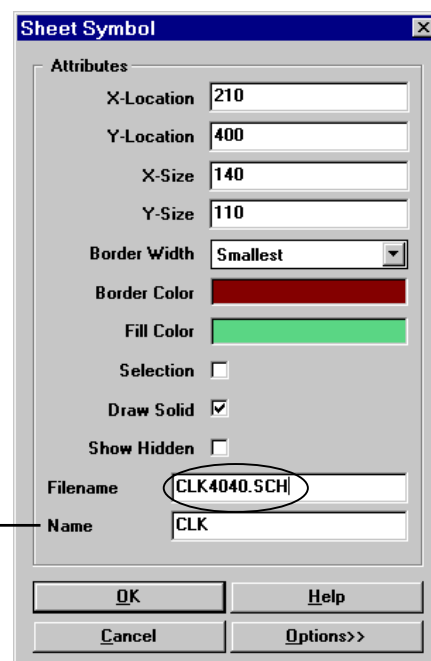
File-New (F, N) を実行し、新しいファイルを作成します。新規に作成した回路図は、テンプレートの設定を行っていないければ、シートサイズが B になりますので、A に変更します。メニューの Option-Document Options... (O, D) を実行し、Standard Style を A にして下さい。あるいは、テンプレートを設定すれば、シートサイズはそのテンプレートで設定されているサイズに変更されます。Options-Set Template File Name (O, T) を実行し、my_a.dot を選んで下さい。部品の CONN8、ワイヤ、ネットラベル、バス、ポートを配置し、回路図 conn.sch を完成させて下さい。

注) ファイルをセーブする際、どこのディレクトリにセーブされているか気を付けておいて下さい。プロジェクトを作成する場合、同じプロジェクトで使用するファイルは、同じディレクトリに保存しておく必要が有ります。

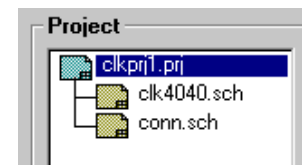
3.7 マスターシートの作成

更に、File-New (F, N) で新しいファイルを作成して下さい。このファイルはプロジェクトをまとめるマスターシートにします。Place-Sheet Symbol (P, S) を実行し、2 個のシートシンボルを配置して下さい。シートシンボルをダブルクリックし Filename をそれぞれ、clk4040.sch、conn.sch として下さい。セーブを行うと、プロジェクトマネージャーの表示が変わり、clk4040.sch と conn.sch が clkprj1.prj の下に表示されます。

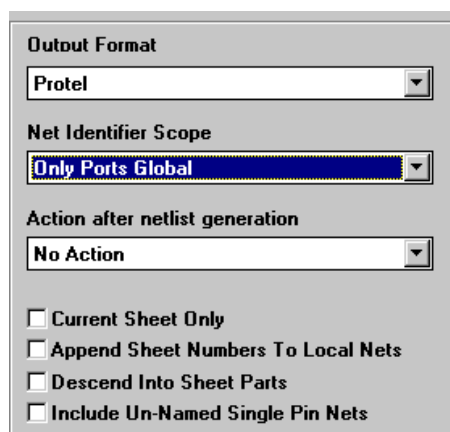
Name は、適当な名称に設定して下さい。



Document Type を prj にして下さい。



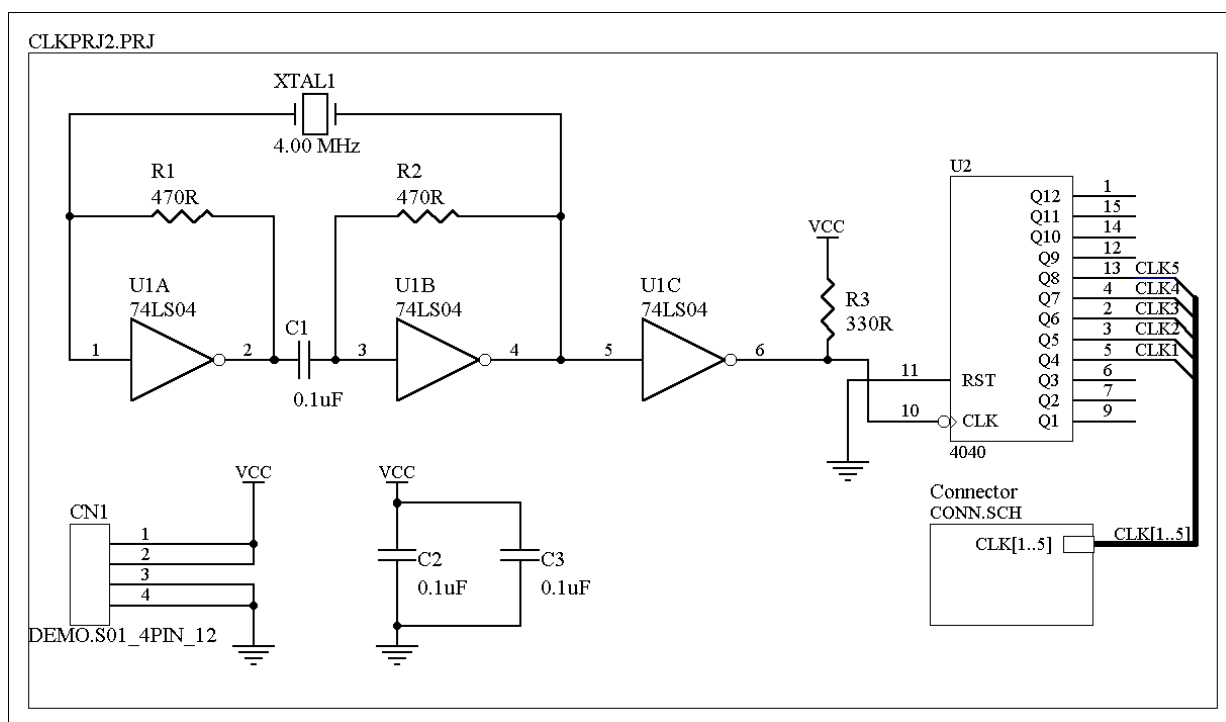
3.8.ネットリスト作成



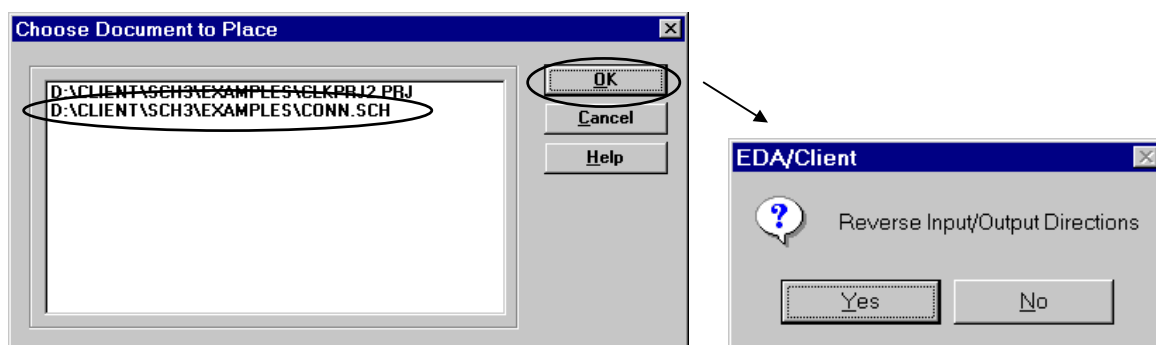
平面構造では、ポート（またはネットラベル）を使用する事で、シート間の結合を行います。また、マスターシート上のシートシンボルに、シートエントリを配置し、そこに配線を行う必要はありません。マスターシートは、そのプロジェクトで、どの回路図ファイルを使用しているかという事を示す役割しかありません。実際の回路の部分はすべてサブシートに配置します。このプロジェクトのネットリストを作成する場合、Net Identifier Scope は Only Ports Global にして下さい。これでネットリストを作成すると、clkprj1.net というネットリストが作成されます。

4.プロジェクト作成 - その2（ポートとシートエントリを用いる場合）

続いて、シート間の接続にポート、シートエントリを使用したプロジェクトを作成してみます。



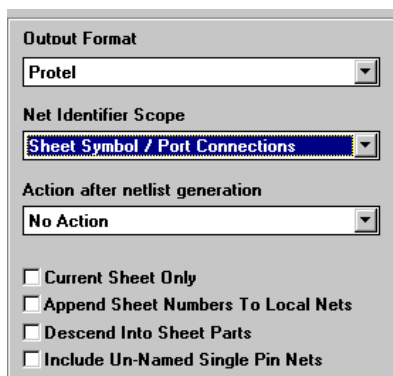
まず、File-Close で clkprj1.prj だけをクローズして下さい。次に clk4040.sch をマスターシートにしますので、File-Save As...を実行し、clkprj2.prj としてファイルをセーブして下さい。このファイルを上の図面のように変更します。まず、バスを束ねたポートを削除して下さい。そこにシートシンボルを配置しますが、先程の Place-Sheet Symbol ではなく、Tools のメニューから Create Symbol From Sheet を実行して下さい。このコマンドは、現在オープンしている回路図から、シートシンボルを作成してくれるものです。これを使うと配置するシートシンボルに、ファイル名などが自動的に入力されますので、設定する手間が省けます。そうすると Choose Document To Place というダイアログボックスが表示されます。この中から conn.sch を選んで OK のボタンを押して下さい。この時、EDA/Client というダイアログボックスが表示されます。



これは、シートシンボルを作成するとき、そのシートに配置されているポートに対応したシートエントリも一緒に作成してくれるのですが、そのシートエントリの入出力の属性をポートと反対にするか、同じにするかという事を尋ねています。 Yes を選ぶと、ポートと入出力が逆の属性のシートエントリが作成されます。ここでは、とりあえず Yes を選択します。配置されたシートシンボルには、FileName が conn.sch になり、ポートと同じ名称のシートエントリも同時に配置されます。

シートエントリはシートシンボルの左右どちらかに移動できます。ドラッグして適当な位置に動かして下さい。このようにこのコマンドを使用する事で、シートエントリの配置し忘れを防ぐ事ができます。また逆に、シートシンボルを先に作り、そこにシートエントリを配置しておき、Tools のメニューの Create Sheet From Symbol を実行すると、新しい回路図シートを作成し、シートエントリに対応したポートを自動的に配置してくれます。

4.1 ネットリスト作成



以上変更が終了したら、ネットリストを作成して下さい。この時、Net Identifier Scope は Sheet Symbol / Port Connections にして下さい。clkprj2.net というファイルのネットリストが作成されます。

<機能紹介> 複雑な階層構造

ステレオアンプのように、左右同じ回路を使用する場合、同じシートファイルをプロジェクトに使用することができます。サンプルの pspice1.prj がこれにあたります。Help-Examples-Spice を実行して pspice1.prj をオープンして見て下さい。このままでネットリストを作成してもうまくいきません。次のような作業で、通常の階層構造に変換する必要があります。メニューの Tools - Complex To Simple を実行してください。



これでサブシートの spice.sch が spice002.sch 、spice003.sch に自動的に変更されます。このままでは、両方の回路図に同じ部品番号の部品が存在することになりますので更に、部品番号の割り

付けが必要です。Tools-Annotate で、部品番号を割り付け直してから、ネットリストを作成して下さい。

< 参考 > 電源ラインを分けるには

スキマティックのライブラリでは、電源を接続するためのヒドゥンピンの名称が VCC と設定されているのがほとんどです。例えば、S-RAM に通常の電源ではなく、バックアップ用の電源を供給する回路では、部品のヒドゥンピンがすべて VCC であれば、そのままでは、すべて VCC に接続されるので、電源を分けることはできません。その都度、部品を変更してヒドゥンピンの名称を変更するのは、ライブラリ管理の点からあまりいい方法とは言えません。電源ラインを分ける方法を 1 つめの方法は、部品をダブルクリックし、Hidden Pin にチェックをいれます。そうすると、その部品のヒドゥンピンが表示され、そこに接続を行えば、ピンの名称で設定されているネット（GND、VCC 等）には接続されません。但し、付属のライブラリで Hidden Pin を表示すると、非常に見づらくなります。

次に紹介する方法は、少し面倒です。また、マニュアル等に記載がないので、これで正しいかどうかは正直わかりません。従って、実際に行う場合は、作成されたネットリストを必ず確認して下さい。

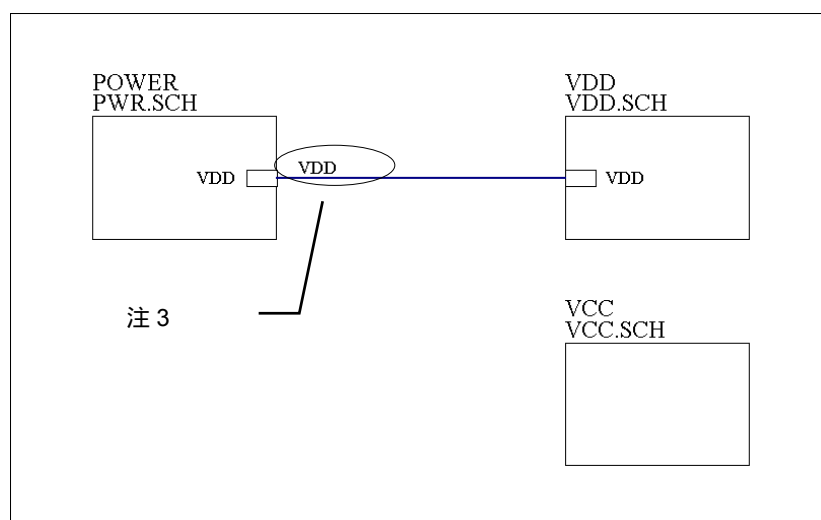
1. プロジェクトを作成する。

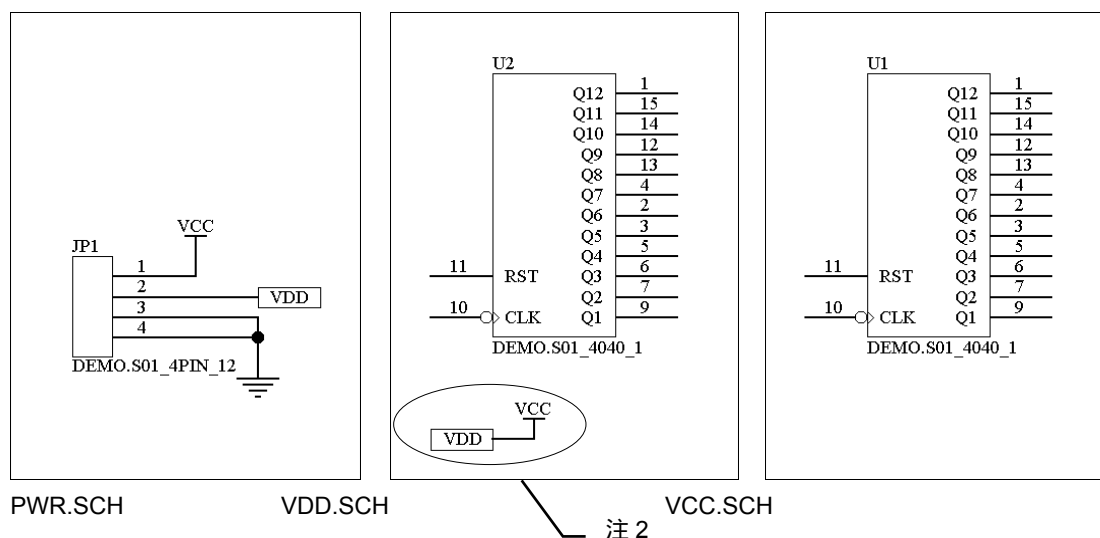
一枚の回路図シート内では、ヒドゥンピンの名称が同じ部品の電源ラインを分ける事はできません。従って、電源を分けたい部品は、ひとまとまりにしてプロジェクトを作成して下さい。また、ネットリスト作成する場合の Net Identifier Scope は、Sheet Symbol / Port Connections を使用しますので、シート間をワイヤで接続する必要があります。（ここでは、電源ラインだけしか接続していませんが、実際の回路図では、その他の信号の接続をする必要が有ります。）

2. 別電源にするシートでパワーポートとポートを接続。

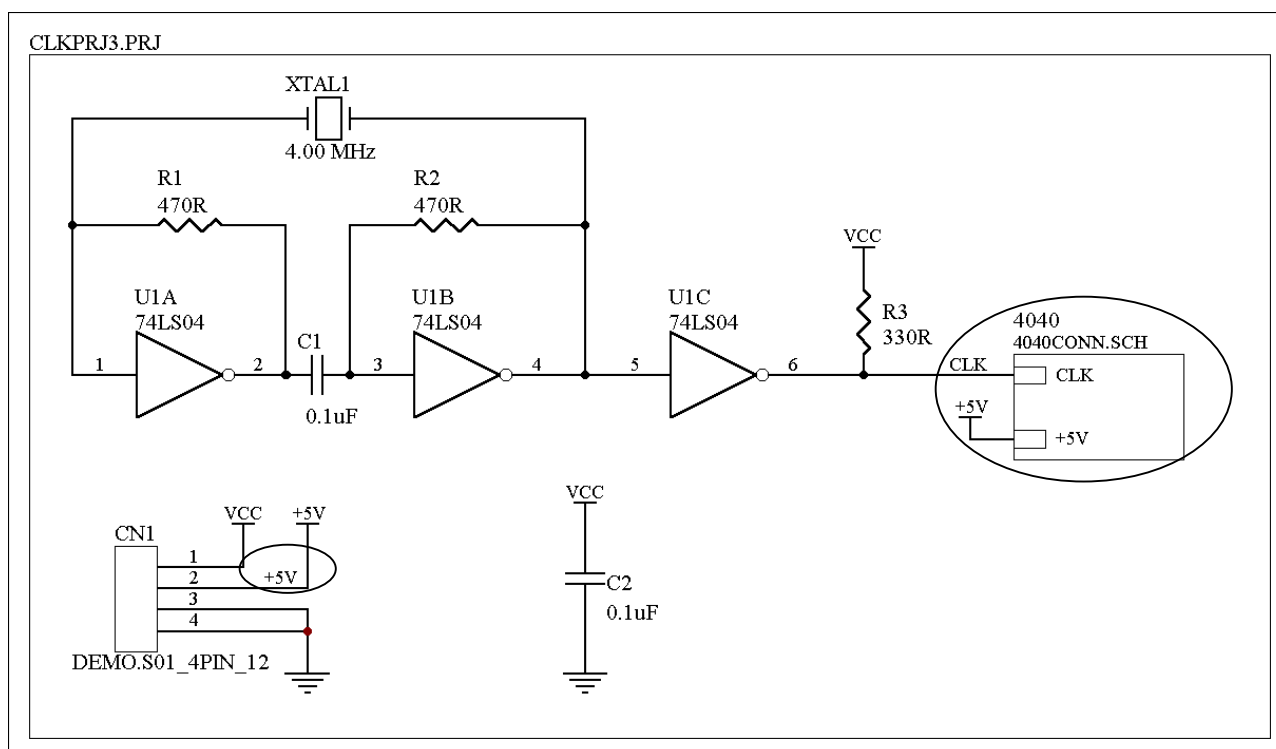
ヒドゥンピンの名称と電源の名称を別にするシートには、パワーポートを配置し、そこにポートを接続します。

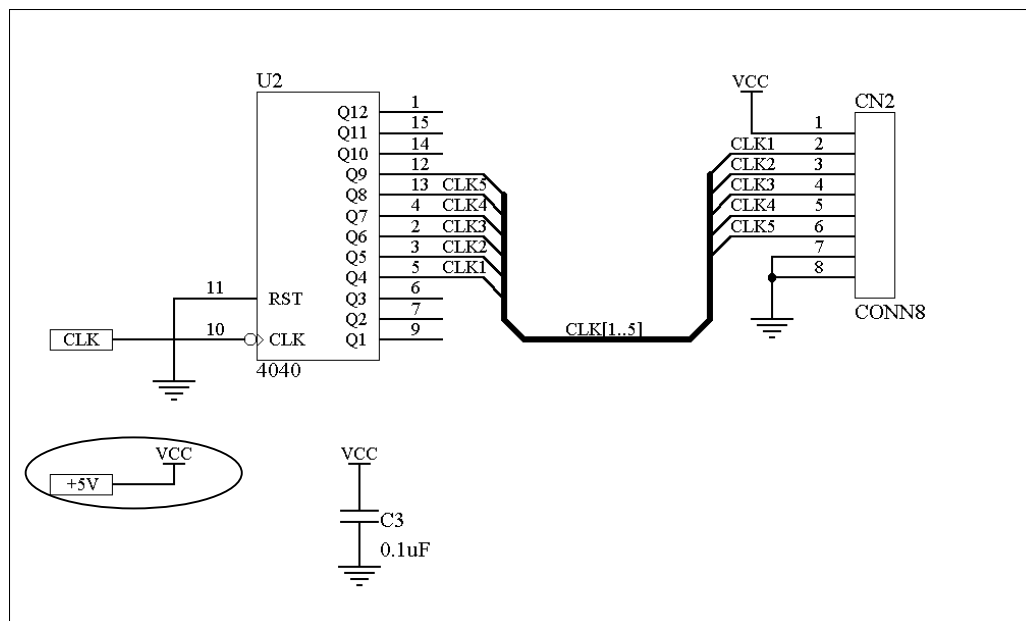
3. 別の電源名を設定するため必ず、ネットラベルを使用します。ネットラベルは、その信号（ワイヤ）が作画されている中で一番上の階層に配置して下さい。





試しに、先程の CLKPRJ2.PRJ で U1 と U2 に、別の電源を供給してみます。同じ名前のヒドゥンピンを持った部品に別の電源ラインを接続するには、同じシート上ではできませんので、U2 の 4040 は CONN.SCH の方に移動してやります。また、U1 に供給する電源を VCC、U2 に供給する電源を +5V とします。変更箇所は で囲んでおきます。





CLKPRJ3.NET (ネット部分のみを掲載)

(N00001 U1-1 XTAL1-1 R1-1) (N00002 R1-2 U1-2 C1-1) (N00003 U1-3 R2-1 C1-2) (N00004 XTAL1-2 U1-4 U1-5 R2-2)	(GND C2-1 CN1-3 CN1-4 U1-7 CN2-7 CN2-8 U2-11 C3-1 U2-8) (CLK U1-6 R3-2 U2-10)	(VCC R3-1 C2-2 CN1-1 U1-14) (+5V CN1-2 CN2-1 C3-2 U2-16)	(CLK1 CN2-2 U2-5) (CLK2 CN2-3 U2-3) (CLK3 CN2-4 U2-2) (CLK4 CN2-5 U2-4) (CLK5 CN2-6 U2-13)
--	--	---	--

ネットリスト clk.net

パーツ情報部分		ネット情報部分	
[C1 RAD0.2 0.1uF] [C2 RAD0.2 0.1uF] [CN1 FLY4 DEMO.S01_4PIN_12] [CN2 FLY4 DEMO.S01_4PIN_12] [R1 AXIAL0.3 470R]	[R2 AXIAL0.3 470R] [R3 AXIAL0.3 330R] [U1 DIP14 74LS04] [XTAL1 XTAL1 4.00 MHz]	(N00001 U1-1 XTAL1-1 R1-1) (N00002 R1-2 U1-2 C1-1) (N00003 U1-3 R2-1 C1-2) (N00004 XTAL1-2 U1-4 U1-5 R2-2)	(N00005 U1-6 R3-2 CN2-2) (VCC R3-1 C2-2 CN1-1 CN1-2 U1-14) (GND CN2-3 CN2-4 C2-1 CN1-3 CN1-4 U1-7)

第 3 部 PCB

第 1 章 概要

ここでは、レイヤーや画面表示される項目の名称などを紹介します。

1.作業領域とレイヤーについて

アドバンスト PCB の作業領域は最大 100 インチ×100 インチ (254cm) で、分解能は、0.001 ミル (0.000001 インチまたは 0.00025 mm) となっています。システムの原点 (絶対原点) は画面の左下になります。相対原点はユーザーが自由に設定できますが、基板のデータ (ガーバーデータ) はシステム原点から出力されます。また、レイヤーには、実際に作業をおこなう物理的なレイヤーとエラー表示などに使用するレイヤーがあります。アドバンスト PCB での基板設計は、物理的なレイヤーにオブジェクトを配置していくという事になります。

シグナルレイヤー

シグナルレイヤー (信号層) には、次の 16 層が用意されています。

Top	部品面
Mid	内層の信号層 (Mid 1 - 14)
Bottom	半田面

インターナルプレーン (Internal Plane 1 - 4)

インターナルプレーンは多層基板の電源層に使用します。

シルク (スクリーン) レイヤー (Top Overlay、Bottom Overlay)

シルクのレイヤーには、トップとボトムのレイヤーがあります。通常、コンポーネント (部品) は、部品面を基準に作成し、部品枠はトップオーバーレイに配置します。コンポーネントは配置するレイヤーをトップからボトムに切り替える事ができ、その際、トップオーバーレイに作画されているオブジェクトは、自動的にボトムオーバーレイに移ります。

メカニカルレイヤー (Mechanical Layer 1 - 4)

メカニカルレイヤーは、出力時に他のレイヤーと重ね合わせができます。組み立て図に必要な項目 (寸法等) や合わせマーク等を作画しておく便利です。

マスキレイヤー (Solder Mask、Paste Mask)

マスクには、ソルダーマスク、ペーストマスクの 2 種類があり、それぞれトップとボトムのレイヤーがあります。ペーストマスクは、サーフェスマウントデバイス (表面実装部品) の基板 (メタルマスク作成等) に使用します。

ドリルレイヤー (Drill Drawing、Drill Guide)

ドリルに関するレイヤーはドリルドローイングとドリルガイドがあります。ドリルドローイングは穴位置に穴径に対応したグラフィックシンボル (あるいはやアルファベット等) が出力できます。ドリルガイドは、穴位置のみが出力されます。

その他のレイヤー

Keep Out (キープアウト)

キープアウトレイヤーは、オートルート、オートプレース等の作業領域を設定するために使用します。オートプレースの場合、原則として設定した領域外に部品配置は行いません。また、オートルートでは、設定した領域内で配線を行います。

Multi (マルチ)

マルチレイヤーに配置したオブジェクトは、プリントアウト時にすべての銅箔 (信号) 層に出

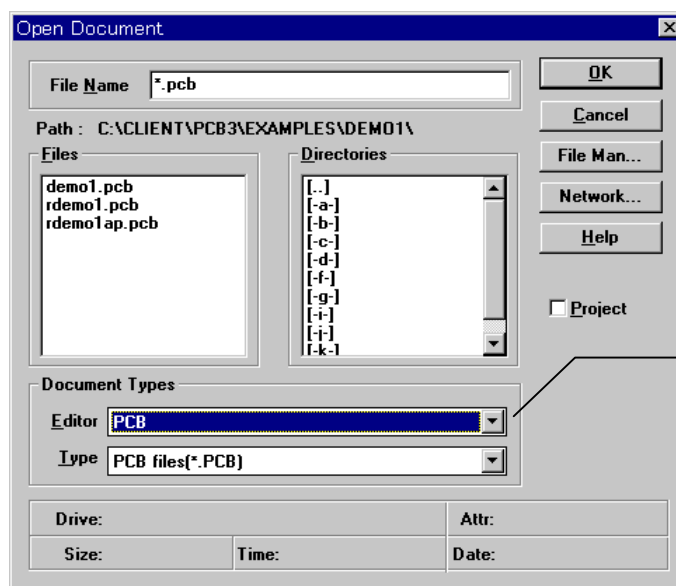
力されます。穴をあけるパッドはマルチレイヤーを使用します。

以下は、アプリケーションが使用する表示用レイヤーです。

Connect	未接続の箇所（ラッツネスト）を表示
DRC Errors	DRC（デザインルールチェック）のエラー表示
Visible Grids	グリッド表示
Pad and Via Holes	パッドとビアの穴を表示

2.画面の紹介

PCB の画面について紹介しますので、デモファイル demo1.pcb をオープンし、PCB をスタートさせて下さい。メニューの File-Open を実行し、Document Type の Editor を PCB にして下さい。



PCB に切り替えます。

ファイルオープンのダイアログボックス

ファイルをオープンすると、次のような状態になります。画面に表示されている各項目について簡単に説明します。

メニューバー

PCB3 では、メニューの構成が PCB2.x から変更されています。Help のメニューに Version 2 Menus という項目があり、ここで以前のメニュー形式に切り替えることができます。このガイドでは、インストールされているデフォルトの状態（Version 3 Menus）で説明を行います。

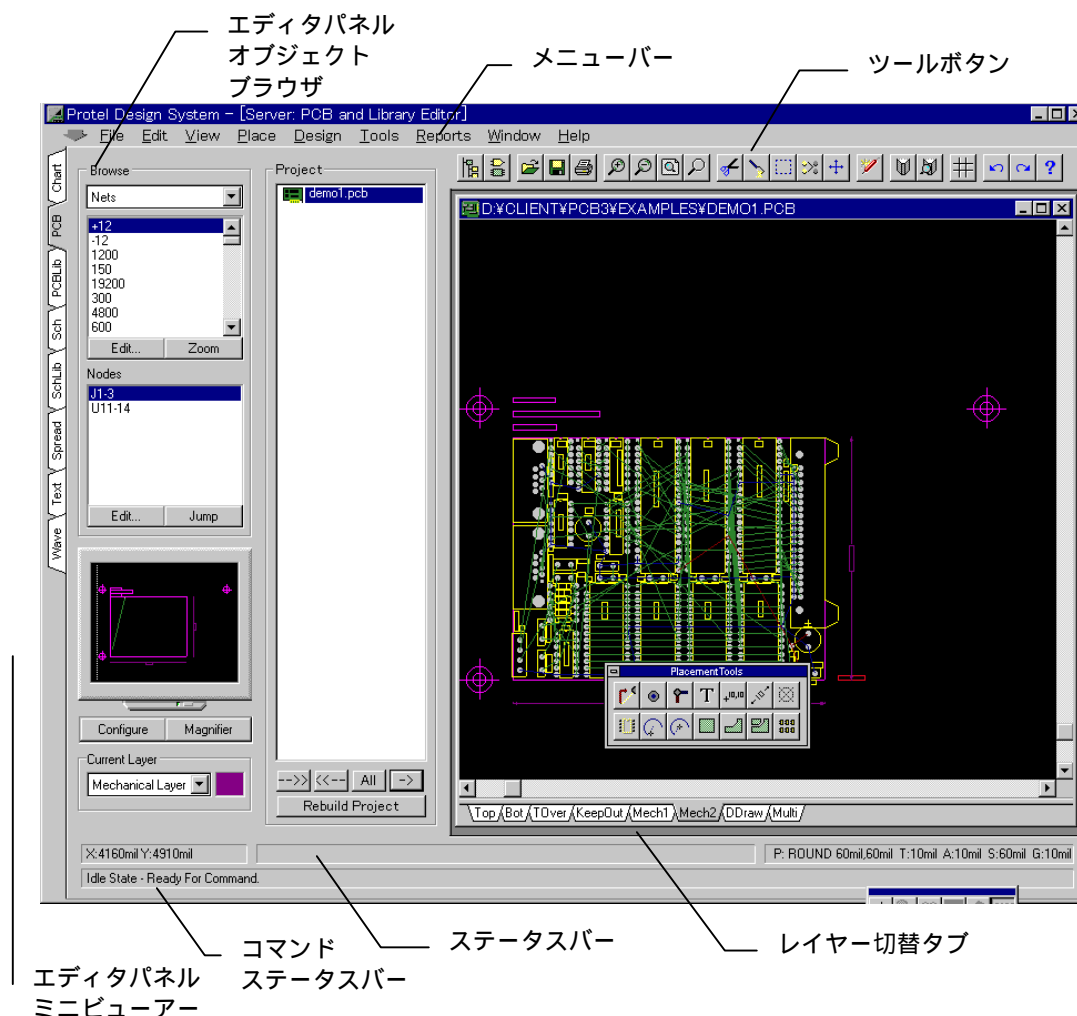
注）このメニューは Version 2 Menus に切り替えると、Version 3 Menus となります。ここで表示されているのは、現在の状態ではなく、そちらへ切り替えるという意味です。

エディタパネル（ミニビューアー）

ここにはオブジェクトブラウザで選択されているパッドやネット等が表示されます。

レイヤー切替タブ

カレントレイヤーの切り替えが行えます。



第2章 基本的な操作方法

1. カレントレイヤーの切り替え

PCBにはレイヤーの概念があり、オブジェクトが配置されるのは、現在アクティブになっているレイヤー（カレントレイヤー）になります。カレントレイヤー切り替えるには、次のキーを押して下さい。パネルの一番下に表示されているのカレントレイヤーとドキュメントの下にあるレイヤータブが切り替わります。

+, -	レイヤーの切り替え
*	信号層間でのレイヤーの切り替え

注) これらは、キーボード右側の10キーのところに配置されているキーを使います。

2. ポップアップメニュー

メニューバーに表示されているもの以外に、次のようなポップアップメニューが使えます。

G	Snap Grid	(グリッド切り替え)
N	Netlist	(ネットリスト表示)
O	Option	(オプション)
Z	Zoom	(拡大表示、縮小表示等)

これらは Help メニューの Popups のところで設定されています。

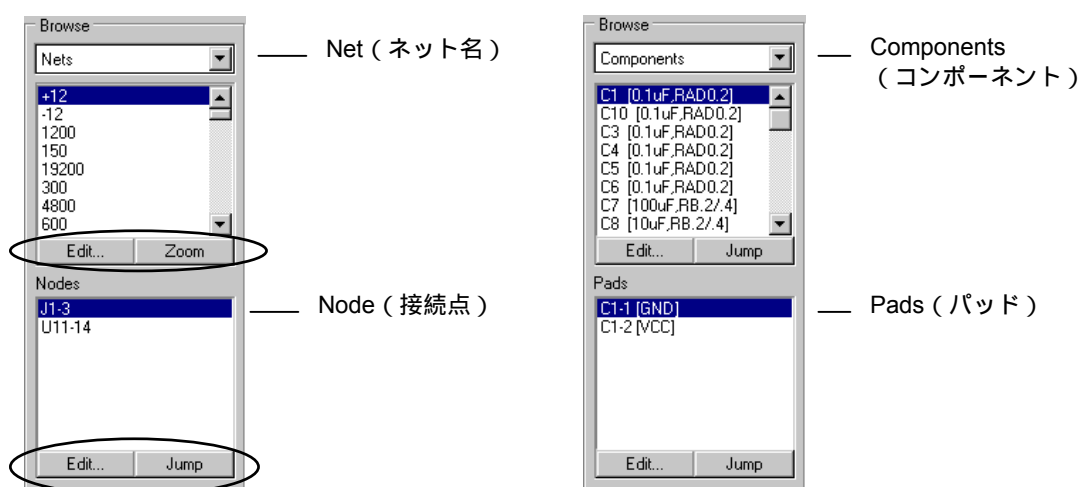
3. ショートカットキー

PCB では、次のようなショートカットキーが用意されています。

- L 表示レイヤー設定
- Q 単位系（インチ・ミリの）切り替え

4. エディタパネルの使用法 - オブジェクトブラウザ

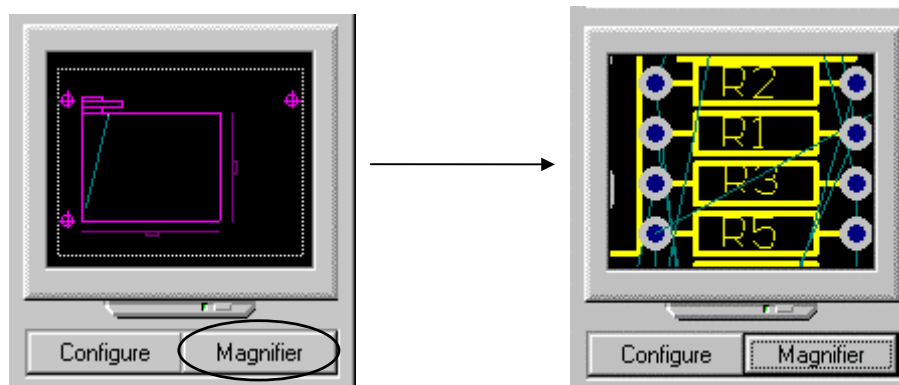
画面の左側にあるエディタパネルでは、現在オープンしている PCB ファイルの部品情報等が表示されます。このオブジェクトブラウザの一番上にある、ドロップダウンリストの項目を切り替えて見て下さい。Net の時は、Node（接続点）、Component の時は、Pads（パッド）という具合に、下のリストの内容が切り替わります。



それぞれに、Edit... や Jump といったボタンが用意されており、クリックすれば、そのオブジェクトが編集できたり、画面に表示されたりします。

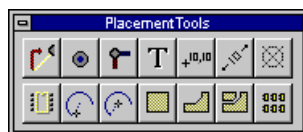
5. エディタパネルの使用法 - ミニビューアー

エディタパネルの下側のミニビューアーでは、現在、画面表示しているところが点線で囲まれ、全体のどのエリアかという事が判ります。また、右下の Magnifier（虫眼鏡）のボタンを押すと、マウスのカーソルが虫眼鏡になりますので、作業エリアの方へ移動して下さい。そうすると、ミニビューアーにマウスが指している部品が表示されます。また、この時スペースキーを押すと、ミニビューアーの表示率が変わります。











第3章 オブジェクト

PCB で扱うオブジェクトは、次の通りです。オブジェクトは、プリミティブという呼び方もします。プレースメントツールでは、以下のオブジェクトが配置できます。



プレースメントツール

	Track (トラック)		Pad (パッド)		Via (ビア)
	String (文字)		Coordinate (座標値)		Dimension (寸法線)
	Set Origin (相対原点設定)		Component (コンポーネント)		
	Arc(Edge) (円弧...縁から作画)		Arc(Center) (円弧...中心から作画)		
	Fill (フィル)		Polygon Plane (ポリゴンプレーン)		
	Split Plane (スプリットプレーン)		Array Placement (アレイプレースメント)		

第4章 編集方法

オブジェクト別に配置、編集等の方法を紹介します。

1. トラック

PCB で線を作画する場合は、トラックを使用します。スキマティックのようにワイヤとラインのような区別は有りません。

1.1 配置

トラックを配置してみます。

- 1.メニューから Place-Track (P, T) を実行するか、またはツールボタンをクリックして下さい。
- 2.レイヤーを切り替える場合、+または - キーを押して下さい。(信号層間でレイヤーを切り替える場合は * キー) また、グリッドの変更は G でできます。
- 3.マウスの左ボタン (Enter キー) を押すと、そこが始点になります。線幅を変更したい場合は、Tab キーを押して下さい。
- 4.次にマウスを移動させ、左ボタン (Enter キー) を押します。ここがセグメント (線分) の終点となります。
- 5.更に、マウスを移動させクリックしていけば、トラックが連続して配置されます。もし間違った位置にトラックを配置した場合、Backspace キーを押す事で、最後に配置されたセグメントが削除されます。

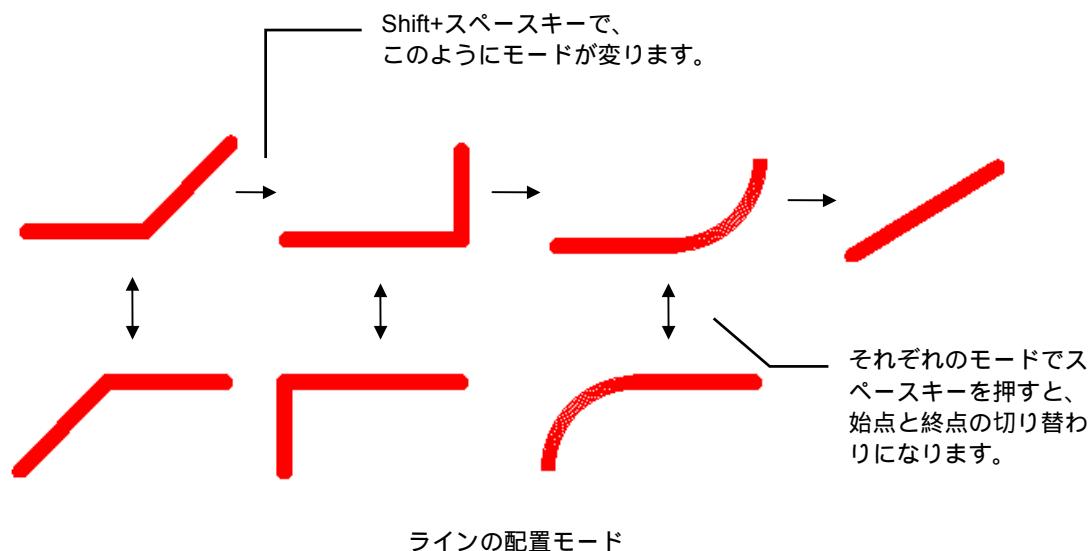
注) スケマティックでは Del キーですが、PCB では BackSpace キーです。

- 6.別のところからトラックを配置するには、一度マウスの右ボタンをクリックして下さい。マウスを移動し、マウスの左ボタンをクリックするとその位置からトラックが配置できます。
- 7.マウスの右ボタンを 2 回クリックするとトラックの配置モードが終了します。

1.2 配置モードの変更

アドバンスト PCB では、7 つのトラックの配置モードがあります。描き始めの位置からカーソルを斜めの位置に移動させ、Shift キーを押しながらスペースキーを何回か押して下さい。トラックの配置モードが変わるのが分かります。配置モードは、45°、90°、円弧、フリーという順に変

化していきます。45°の配置モードになった時、Shift キーを離し、スペースキーを押して下さい。始点から 45° か、終点が 45° かの切り替えになります。



1.3 移動

トラックに限らず PCB 上のオブジェクトを移動する場合は、メニューの Edit-Move で行えます。または、マウスによるドラッグの操作でも移動できます。

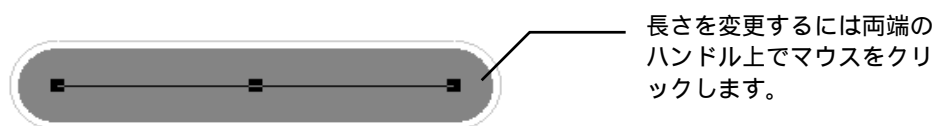
1.4 修正

トラックを配置している途中であれば、マウスの左ボタンをクリックしていく事でコーナーが追加される事は先に紹介しました。配置済みのトラックにコーナーを追加するには、メニューの Edit-Move-Break Track (M, B) を実行し、修正したいトラックをクリックして下さい。次に、トラックの長さを変更する方法を紹介します。以前のバージョンであれば、Edit-Move-Drag End というコマンドでトラックの始点（または終点）を移動することができました。このバージョンではこのメニューコマンドがなくなりました。

注) この他にも Re-Route というメニューコマンドがありましたが、このコマンドもなくなり、Break Track だけになりました。

トラックの長さを変更する場合、次の要領で行って下さい。

1. 編集したいトラックをマウスでクリックします。すると、そのトラックは縁取られ、トラックの両端と中心のところにハンドルが表示されます。この状態をフォーカスされた状態と呼びます。



フォーカスされた状態

2. 次にトラックの両端にあるハンドルのどちらかで、マウスの左ボタンをクリックします。そうすると、マウスカーソルがクロスになり、トラックの長さが変更できます。もし、マウスをクリックした位置がハンドルからずれていれば、トラックが移動します。

また、トラックの中心にあるハンドル上でマウスをクリックすれば、トラックの両端は移動せず、コーナーが追加できます。（先に説明した Edit-Move-Break Track を行ったのと同じです。）

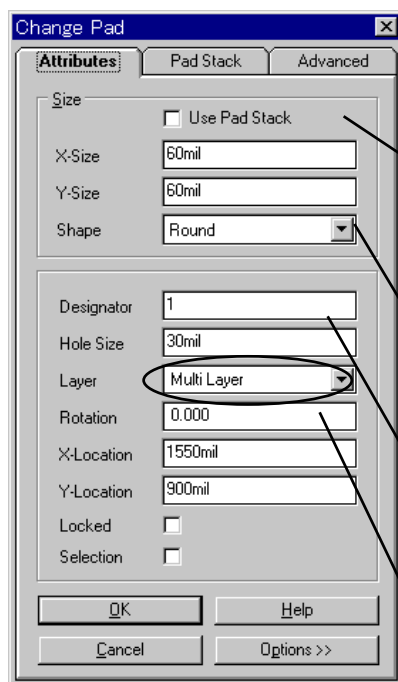
1.5 属性の変更

トラックの属性には、線幅、レイヤー、ネット名等があります。配置したトラックをダブルクリックし、それぞれの値を変更して見て下さい。

2.パッド

パッドはコンポーネントのランドに使用し、マルチレイヤーか、あるいは表面実装部品のコンポーネントを作成するときにはトップレイヤー（または、ボトムレイヤー）に配置します。また、表面実装部品をインターナルプレーンに接続するため、PCB ファイルに直接フリーパッドとして配置するケースもあります。

注) パッドを配置していくと、デジグネーターが 1,2,3... と自動的に増えて行きます。番号を元に戻したい場合、配置の途中で Tab キーを押し、ダイアログボックスを表示させデジグネーターの値を変えて下さい。



パッドの変更方法自体は、コンポーネントのパッドでもフリーパッドでもまったく同じです。パッドのダイアログボックスは、次のようになっています。

トップ、ミッド、ボトムのサイズを別々に設定する場合、Use Pad Stack にチェックを付け、タブを PadStack に切り替え、それぞれサイズを指定して下さい。

Shape で形状が切り替わります。

Round 丸
Rectangle 四角
Octagonal 八角形

XY のサイズを違う値にすれば、長円、長方形といった形になります。

Designator (番号) は、1,2,3... といった数字の他にアルファベットも使えます。
例) E, C, B, A1, A2,

注) 表面実装部品のパッドで、パッドスタックを使用する必要はありません。レイヤーを Top (または Bottom) にして下さい。

また、Advanced のタブには、次の設定項目があります。

Net

現在接続されているネット名が表示されます。

Electrical type

デフォルトでは Load になっています。この他に Terminator と Source の設定があります。これらはネットポロジの設定で使います。

Plated

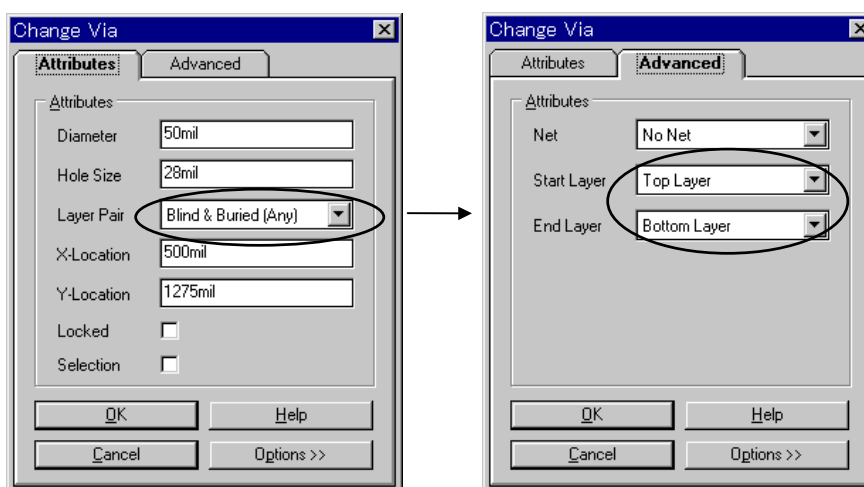
スルーホールとノンスルーホールの切り替え。

Plated にチェックがあるとスルーホール、チェックがないとノンスルーホールとなります。その PCB ファイルにスルーホールとノンスルーホールのパッドとがある場合、NC ドリルのファイルが 2 種類作成されます。

スルーホール	拡張子.TXT (アスキー) と.DRL (バイナリ)
ノンスルーホール	拡張子.T1 (アスキー) と.D1 (バイナリ)

3.ビア

ビアは2つのレイヤー間のトラックを接続する役割を持っています。配置はパッドと同じ要領で行います。アドバンスド PCB では、マルチに配置するものと埋め込み式（ブラインドまたはベリード）ビアの2種類をサポートしています。ビアを埋め込み式に変更するには、ダイアログボックスの Layer Pair を変更します。この埋め込み式ビアを使って設計する場合は、レイヤーペアがある事に注意して下さい。また、このバージョンからあらかじめ用意されているレイヤーペア以外も指定できるようになりました。レイヤーペア以外の設定をするには、Layer Pair のリストを一番下の Blind & Buried (Any) にし、タブを Advanced に切り替えて下さい。そこで、任意のレイヤーを指定して下さい。



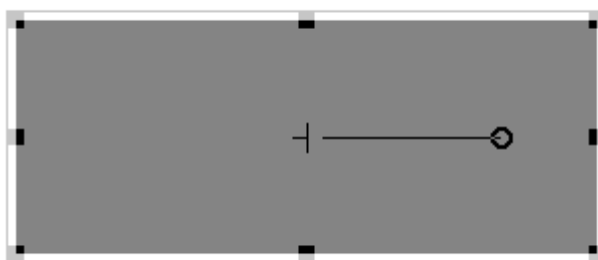
もし、あらかじめ用意されているレイヤーペアと同じ設定をすれば、自動的に Layer Pair の設定が Blind & Buried (Any) から、その設定に変更されます。

4.フィル

フィルは4角形のベタエリアで、配置するには始点とその対角を指定します。以下の手順で配置を行います。

- 1.Place-Fill (P, F) を実行します。
- 2.マウスがクロスになったら、始点にマウスを移動させ、左ボタンをクリックします。
- 3.マウスを移動させ、対角のところで左ボタンをクリックします。

配置を終了するには、右ボタンをクリックして下さい。ネットの付いたパッドやトラックからフィルを配置し始めるとそのフィルには同じネット名が付けられます。配置したフィルを変更するには、フィルの上でマウスをクリックし、ハンドルを表示させます。



四角いハンドルの上でマウスをクリックさせると、マウスがクロスになり大きさを変更することができます。また、丸いハンドル上でクリックするとセンターを基準にフィルが回転させることができます。

注) フィルを使うとアパーチャーを自動作成した場合、配置した個数分位のアパーチャーが作成される場合があります。従って、多用する事はあまりお勧めできません。

5. アーク (円弧)

メニューやツールボタンには、2種類の円弧の描き方が用意されています。これらは作画方法が違っただけで、オブジェクトとしての区別はありません。

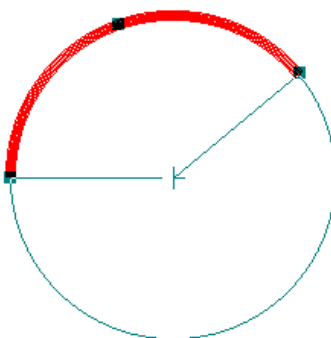
円弧の配置 (中心から作画) 方法

1. メニューから Place-Arc(Center) (P, A) を実行します。
 2. マウスがクロスになりますので、円弧の中心でクリックします。
 3. 次にマウスを移動させクリックします。これは半径になります。
 4. 続いて、始点でマウスをクリックし、また、終点でマウスをクリックします。
- もし、円を作画する場合、半径を指定した後、マウスを移動させる必要はありません。

円弧の配置 (縁から作画) 方法

1. メニューから Place-Arc(Edge) (P, E) を実行します。
2. マウスがクロスになりますので、配置したいところでクリックします。
ここは円弧の始点となります。
3. 次にマウスを移動させ円弧の終点でクリックします。

こちらの方法では、円弧しか作画できません。但し、配置したものを円にする事は可能です。配置した円弧の形状を変更するには、円弧をクリックし、ハンドルを表示させます。端にあるハンドルのところでクリックすると、始点、終点の位置が変更できます。また、円弧上のハンドルでクリックすると半径が変更できます。



6. スtring (文字)

文字を配置してみます。Place-String (P, T) かツールボタンをクリックして下さい。文字の配置のときもコンポーネントの時と同じように、スペースキーで回転させたり、Tab キーでダイアログボックスが表示されます。文字の上でマウスをクリックすると、両側にハンドルが現れます。

String

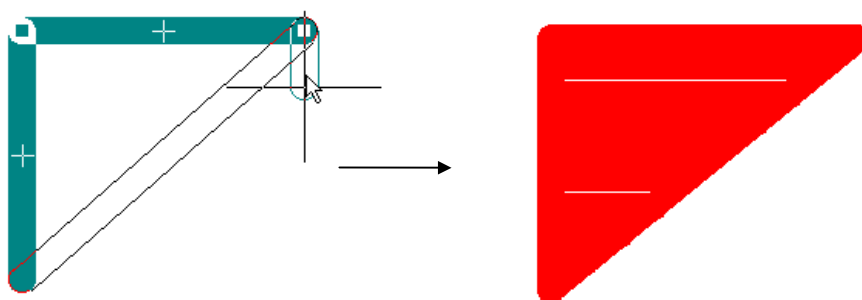
丸いハンドルをクリックすると、マウスがクロスになり、反対側のハンドルを基準に回転させる事ができます。また、文字には、出力の際に自動的に変換されるスペシャルStringがいくつか用意されています。以下によく使用するものを挙げておきます。

.PRINT_DATE	日付
.PRINT_TIME	時間
.PRINT_SCALE	スケール
.LAYER_NAME	レイヤー
.PCB_FILE_NAME	ファイル名
.PCB_FILE_NAME_NO_PATH	パスを含まないファイル名
.LEGEND	穴径対応表

7. グループオブジェクト

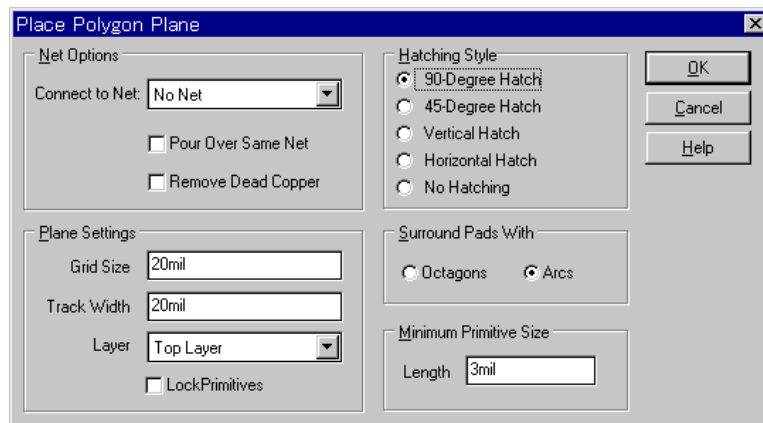
7.1 ポリゴンプレーン

ポリゴンプレーンは、自動のベタエリア作成ツールです。配置されたものは、トラックの属性を持っています。ポリゴンプレーンを配置するとき、先にダイアログボックスが表示され、トラック幅や塗りつぶし間隔の値を設定します。OK をクリックすると、マウスがクロスになりますので、エリアを指定して下さい。トラックと同じ要領で配置していきますが、ポリゴンとは多角形の意味で、トラックとは違い始点と終点だけではなく、最低3箇所のポイントを指定する必要があります。何箇所かコーナーを指定し、始点に戻って左ボタンをクリックすれば、ポリゴンは完成します。



右ボタンをクリックすると、自動的に始点と結ばれます。

3 箇所以上のポイントを指定すれば、一番後に設置したところから、始点まで透明のトラックが引かれます。この状態であれば、マウスの右ボタンでキャンセルしてもそこから、始点まで自動的に結ばれポリゴンプレーンが作成されます。また、配置モードもトラックと同じように変更できますので、スペースキーを押して変更して下さい。



ダイアログボックスの内容は、次の通りです。

Net Options

Pour Over Same Net

指定したネットと同じ属性をもつトラックの上を塗りつぶすか、どうかの切り替え。

Remove Dead Copper

指定したネットと接続されず電氣的に浮いてしまう箇所ができたときに、そこを自動的に削除します。

Plane Settings

Grid Size トラックを配置する間隔

Track Width トラック幅

従って、Track Width より Grid Size が大きければ格子状になり、同じか、小さければ塗りつぶされます。

Lock Primitives ここにチェックがあると、配置されたトラックを編集する事ができません。

Hatching Style

塗りつぶしの方向と方法を指定します。

Surround Pads With

パッドの周りをどのように処理するかの設定。

Octagons 八角形

Arcs 円弧

Minimum Primitive Size

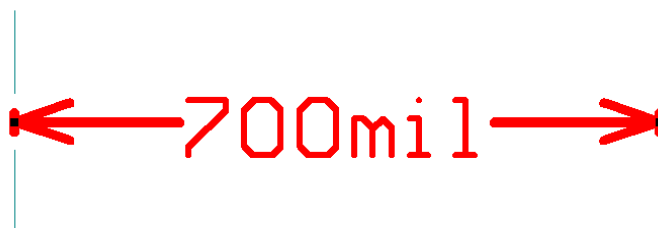
この大きさより小さいトラックは配置されません。

配置されたポリゴン編集するには、

1. Edit-Move-Polygon Vertices (M , G) を実行します。
2. マウスがクロスになりますので、編集したいポリゴンをクリックします。
3. ポリゴンの輪郭上に、四角（コーナーのところ）と十字（トラックの真ん中）のハンドルが表示されます。四角のハンドルでマウスをクリックするとコーナーを移動させる事ができます。十字のハンドルでクリックすると、トラックが折れ曲がり、新たにコーナーを追加できます。
4. 変更が終了したら、マウスの右ボタンをクリックします。そうすると、編集した形でポリゴンを塗りつぶすかどうかのダイアログボックスが表示されますので、Yes をクリックして下さい。

7.2 ディメンジョン（寸法線）

寸法線を配置するには Place-Dimension (P , D) を実行します。マウスがクロスになりますので、始点と終点の2箇所マウスの左ボタンをクリックします。長さを変更するには、マウスを寸法線の上に移動し、左ボタンをクリックし、ハンドルを表示させます。



ハンドルの上で左ボタンをクリックすると、マウスがクロスになり、長さが変更できます。

7.3 コーディネート（座標値）

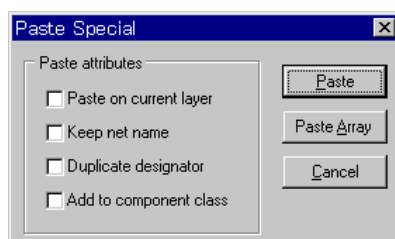
寸法線と座標値は、文字とトラックでつくられていますが以前のバージョンのように個別（文字、またはトラックとして）の編集はできません。それぞれの文字やトラック幅を変更する場合、ダイアログボックスから変更して下さい。

8.セレクト

PCB では、エリアによる指定だけでなく、Net（ネット単位）や Connected Copper（電氣的に接続されているすべてのオブジェクト）等の選択方法があります。これ以外にも複雑な選択を行う為のウィザードも用意されています。メニューの Edit-Selection Wizard...を実行し、ダイアログボックスの指示に従って、オブジェクトを指定して下さい。

9.コピー（カット）＆ペースト

オブジェクトを選択した後、コピー（カット）を実行すると、カーソルがクロスになりますので、基準となるところでマウスをクリックします。続いてペーストの作業を行いますが、ペーストには、Paste と Paste Special の 2 つコマンドが用意されています。例えば、デジグネーター（部品番号）が C1 のコンポーネントをコピーし、Edit-Paste（E, P）を行うと、そのコンポーネントは C1（Copy）となります。部品番号を同じにする場合は、Paste Special...を実行する必要があります。Paste Special...を実行すると次のようなダイアログボックスが表示されます。各オプションは次のようになっています。



Paste on current layer

ここにチェックがない場合は、オブジェクト（トラック、フィル、アーク、シングルレイヤーのパッド等）は、現在配置されているレイヤーにペーストされます。チェックがあれば、カレントレイヤーにペーストされます。

Keep net name

ここにチェックがあると、ネット名がそのまま保持されてペーストされます。チェックがない場合、No Net になります。

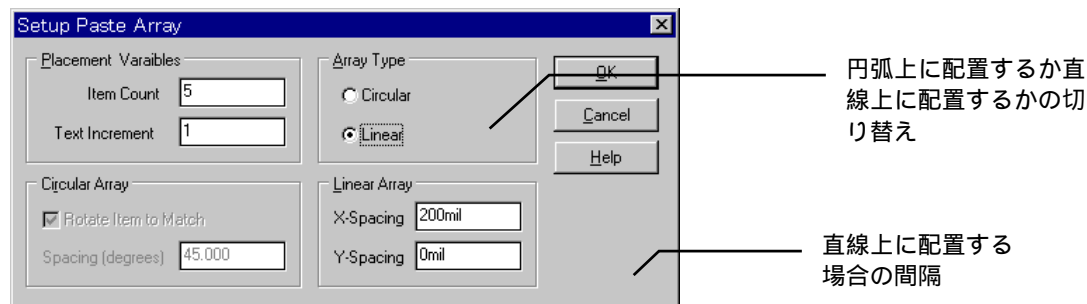
Duplicate designator

このオプションは PCB で面付けを行う場合に使用します。通常、このオプションを使用する場合、Keep net name のオプションはオフにします。

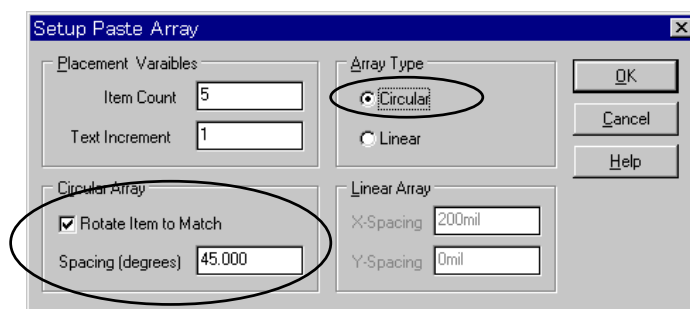
Add to component class

ここにチェックがあると、ペーストするコンポーネントがコピーしたものと同一コンポーネントクラスに追加されます。

Cancel の上にある、Paste Array のボタンをクリックすると次のダイアログが現れます。



これはコピーしたオブジェクトを複数個ペーストする場合に使用します。配置したい個数を Item Count のところに入力して下さい。Text Increment では、この値に従ってデジグネーターが変化します。例えば、デジグネーターが1のパッドをコピーすれば、ペーストされたものは1、2、3...のようになります。これでOKをクリックすると、カーソルがクロスになりますので、位置を指定して下さい。円弧上に配置する場合は、Array Type を Circular にし、角度を指定します。Rotate Item to Match にチェックを付けると、そのオブジェクト自体もその設定した角度で配置されます。円弧上に配置する場合はOKをクリックしてから位置を2箇所指定する必要があるがあります。まず、円の中心となる位置を指定し、次に最初のオブジェクトを配置する位置を指定します。

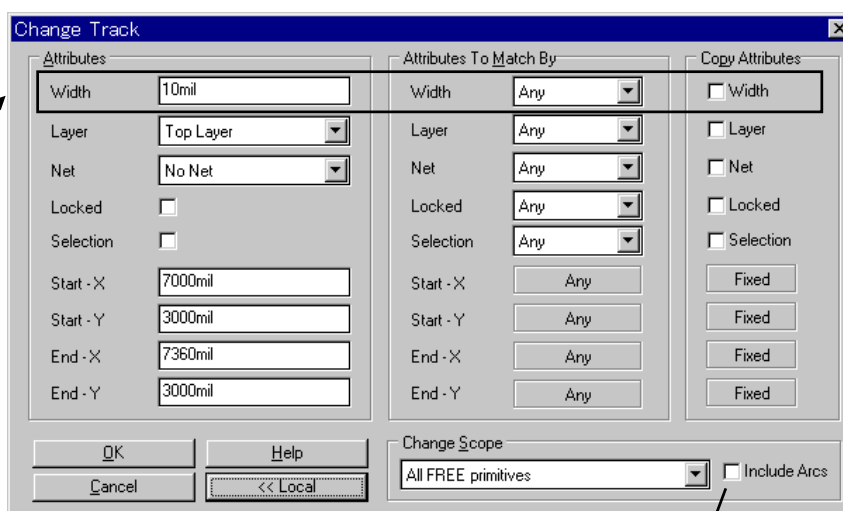


10. グローバルチェンジ

個々のオブジェクトの属性を変更する場合、ダイアログボックスから行いますが、ダイアログボックスの下側にある Options>>のボタンをクリックすれば、グローバルチェンジの機能が使用できます。グローバルチェンジとは、条件を設定し、その条件が合致するオブジェクトに対して、設定した値をコピーする機能で、複数のオブジェクトの変更が一度に行えます。

ここではトラックを例にとって説明をしますので、先に、トップレイヤーにいくつかトラックを配置しておいて下さい。配置したトラックをダブルクリックし、ダイアログボックスを表示させて下さい。その一番下に Options>>というボタンがあり、ここをクリックするとダイアログボックスが広がります。広がったダイアログボックスは左から Attributes、Attributes To Match By、Copy Attributes という、3つのグループに分かれています。一番左の Attributes で、値を設定し、Attributes To Match By のところで条件を設定します。Same は同じ、Any はすべて（条件なし）、Different は違うものという事になります。この条件は、Attributes で設定されている値との比較で、変更した値ではありません。一番右の Copy Attributes は、Attributes の値をコピーするかどうかの設定になります。Change Scope とは適応範囲で、All FREE primitives と All primitives の切り替えがあります。これらはグループオブジェクト（寸法線やポリゴンプレーン）を含むかどうかの切り替えで、All FREE primitives では、グループオブジェクトは含まれません。

横に見て下さい。



トラックの場合は、円弧も含めるかどうか設定できます。

11. グローバルチェンジの使い方

それでは実際にグローバルチェンジの機能を使い、トップレイヤーのトラックをボトムレイヤーに移動してみます。次の手順で操作を行って下さい。

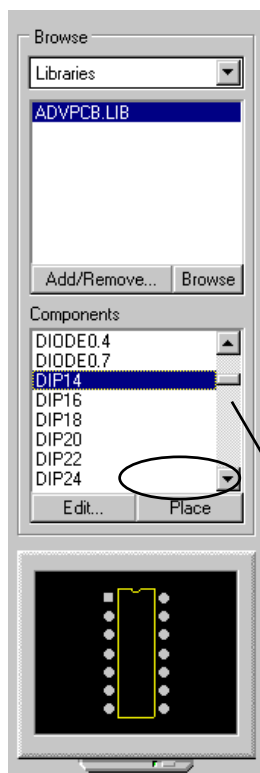
1. トップレイヤーに配置したトラックのどれかをダブルクリックし、ダイアログボックスを表示させます。
2. Layer を Bottom Layer に切り替えます。
3. Options>>のボタンをクリックします。
4. Attributes To Match By の Layer を Same にします。その他は Any にします。
これで同じレイヤーのすべてのトラックに対して変更が行われます。同じレイヤーとは、元のレイヤーのことで、今変更したレイヤーではありません。
5. Copy Attributes のところの Layer のところには、自動的にチェックが付いているはずです。
これでレイヤーの変更がコピーされる事になります。
6. Change Scope は All FREE Primitive にします。もし、円弧に関しても変更する場合は、Include Arcs にチェックを付けて下さい。これで OK のボタンを押します。まず、最初にダブルクリックしたトラックがボトムレイヤーに変更し、グローバルチェンジを行うかどうか、確認のダイアログボックスが表示されます。
7. Yes をクリックするとグローバルチェンジが行われます。

第5章 コンポーネントとライブラリ

コンポーネントの読み込むには、基本的にはネットリストをロードする事で行います。ネットリストをロードする時に、ライブラリリストに使用するライブラリファイルを登録しておく必要があります。もし何も登録されていないければ、メニューの Design-Add/Remove Library を実行し、先にライブラリを登録の作業を行って下さい。

注) バージョン 2.x のライブラリは、一旦、ライブラリエディタに読み込み、バージョン 3 の形式に変更する必要があります。

1. コンポーネントの配置



ここでは、ネットリストは読み込まず、エディタパネルから直接配置を行います。パネルのリストを Libraries に切り替えて下さい。下の Components をスクロールさせ、部品をクリックするとミニビューアにその部品が表示されます。Place のボタンを押して下さい。このとき次のホットキーが用意されています。

スペース	回転（初期設定で 90°）
Tab キー	ダイアログボックス表示
L	配置レイヤー切り替え
X	X 軸を基準に反転
Y	Y 軸を基準に反転

注) 配置レイヤーの切り替えキーが変更されています。
(以前のバージョンでは、S キー)

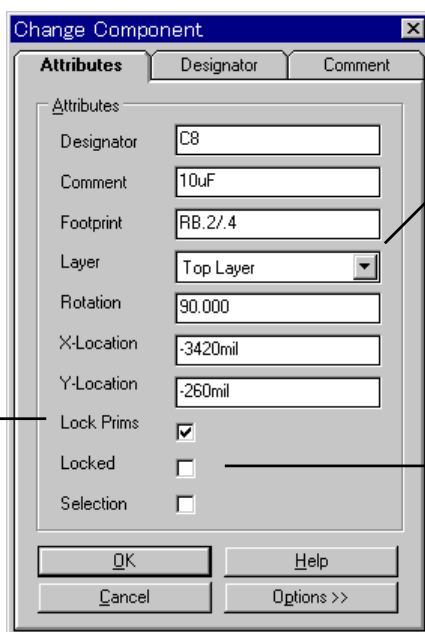
スクロールが面倒な場合、一度、マウスで Component をクリックし、キーボードから、アルファベットを入力して下さい。例えば、D を入力すると、頭文字が D で始まるコンポーネントが表示されます。

2. コンポーネントの移動

コンポーネントを移動する場合、Edit-Move-Component (M, C) で行えます。また、他のオブジェクトと同じようにドラッグ&ドロップでも移動できます。

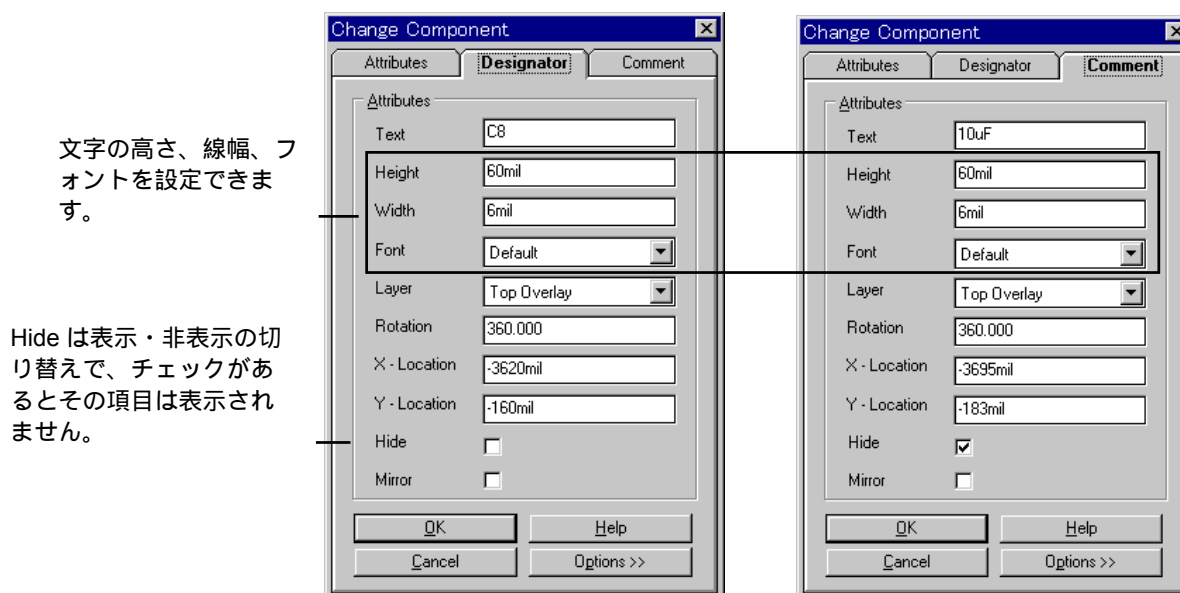
3. コンポーネントの属性の変更

通常、コンポーネントは PCB エディタ上で、パッドの位置を変更したり、シルク（トップオーバーレイ）を移動する事はできませんが、この Lock Prims のチェックをオフにすると、パッドやシルクの移動が可能になります。



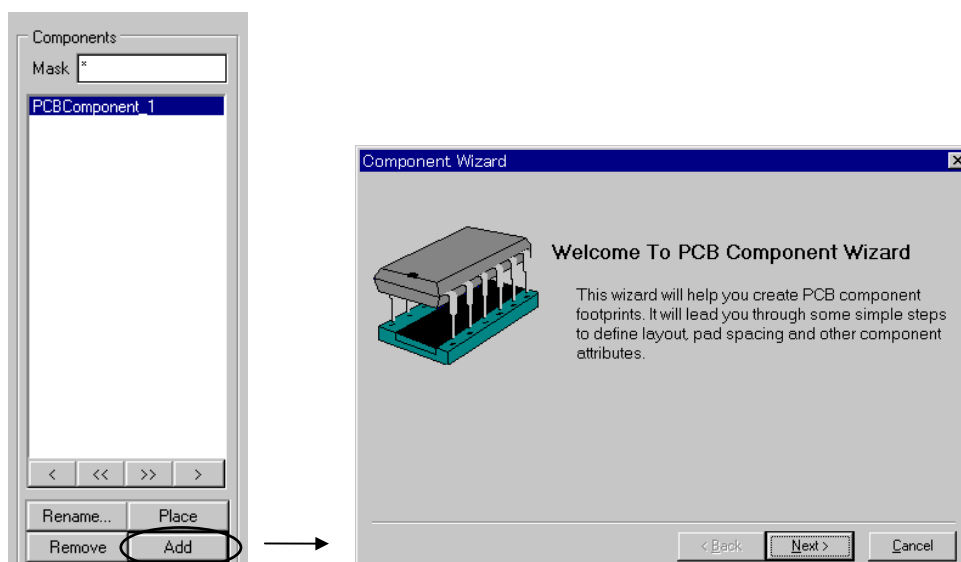
コンポーネント配置レイヤー切り替え。

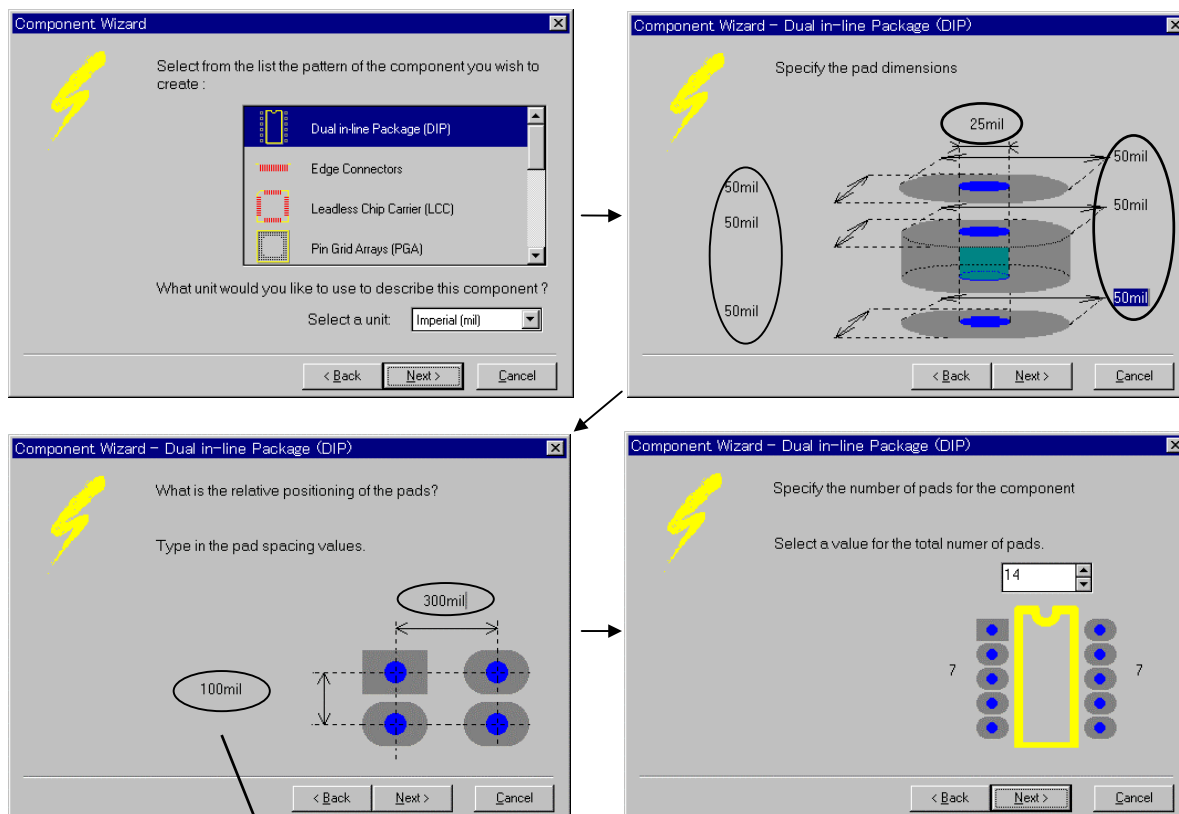
位置を固定させたい場合、Locked にチェックを付けます。



4. ライブラリーについて

次に、ライブラリーの作成手順について説明します。コンポーネントの作成はウィザードで、簡単に作成できるようになっています。ライブラリエディタを起動するには、エディタタブの Pclib クリックします。これで新しいライブラリファイルが作成され、PCBComponent_1 というパッドもトラックもない、コンポーネントが作成されています。ここにパッド、トラック等を配置し、適当な名前に変更してセーブを行えばいいわけですが、このバージョンからコンポーネント作成のウィザードが用意されており、これを使う事で特定の部品は簡単に作成できます。この状態でマウス画面左のパネルの Add のボタンをクリックして下さい。そうすると Component Wizard が起動しますので、指示に従って値を設定して下さい。





パッドサイズ、間隔等はそれぞれのダイアログボックスで値を変更することができます。(タブキーでカーソルが移動します。)

ウィザードを使用した場合、そのコンポーネントの名称も自動的に付けられます。もし、名称を変更したい場合は、Tools-Rename Component... (T , E)を実行して下さい。

注) ウィザードを使わないで、新しくコンポーネントを作成する場合、リファレンスの位置に注意して下さい。作成したコンポーネントを PCB ファイルに配置した時、カーソルとコンポーネントが、かけ離れた状態になる場合があります。これはライブラリエディタのリファレンスの位置とコンポーネントの位置が離れた状態です。新しい部品を作成した場合、必ずリファレンスの位置を確認して下さい。

注) 先に説明したように、エディタタブの Pclib をクリックすると PCBComponent_1 というコンポーネントが作成されてしまいます。これは、新しいライブラリファイルを作成した場合、ワークエリアを表示するため、自動的に作成されてしまいます。最終的には Remove-Component で削除しておいて下さい。

第 6 章 ネットリスト

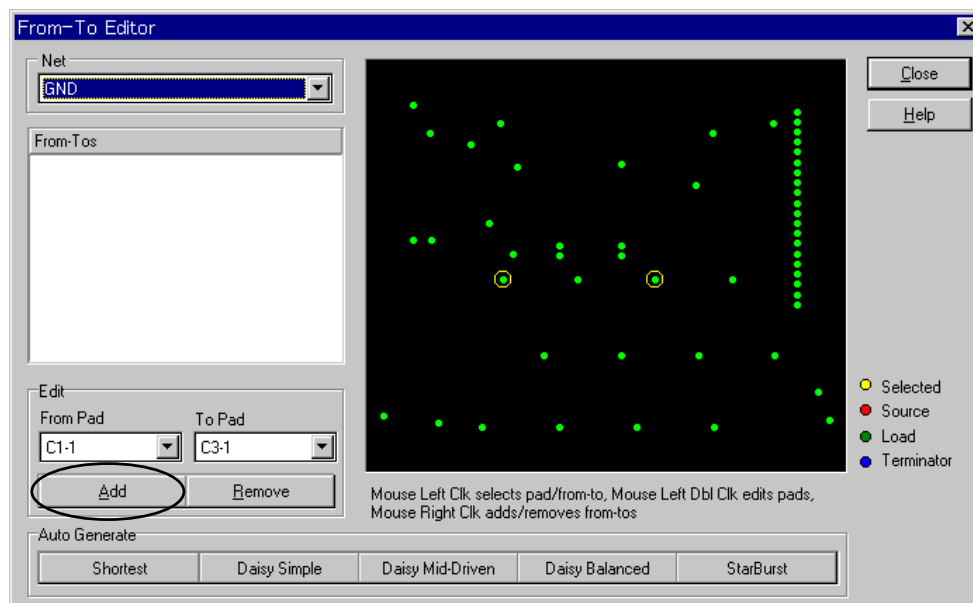
バージョン 3 の新たな機能として、ラッツネットの段階で、特定のピンからピンへの接続をコントロールできるようになりました。

1. ネットトポロジー

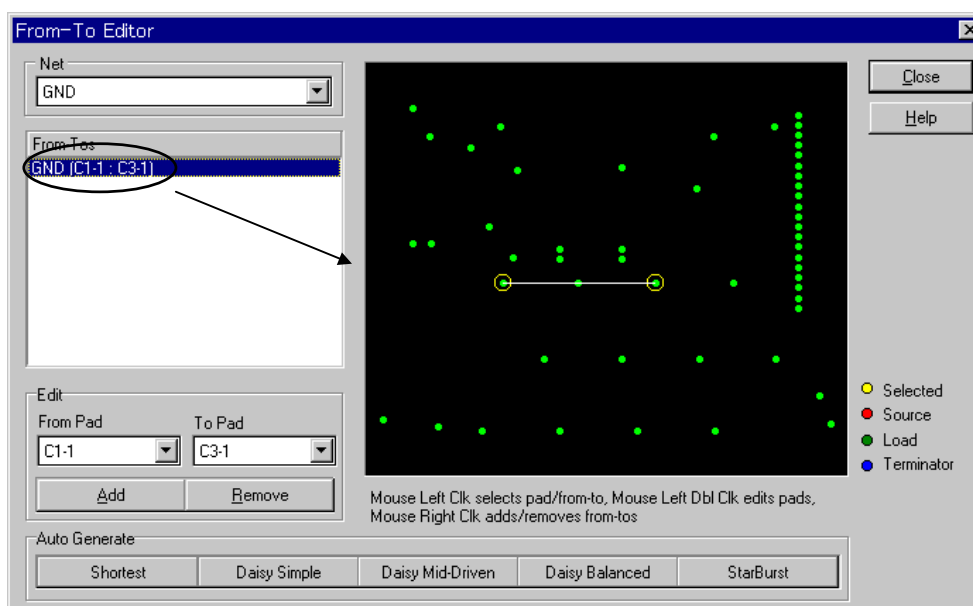
ネットリストを読み込みと、それぞれのネットについて、部品のピンからピンへの結線情報 (ラッツネット) が表示されます。このピンからピンへの接続形態をネットトポロジーと呼んでいます。デフォルトの状態では、Shortest (最短) のトポロジーが適応されます。トポロジーを設定する場合、ネット全体で設定する方法と、その中の一部に設定する方法があります。この場合、残りピンは Shortest (最短) のトポロジーが適応されます。トポロジーの設定は、フロムトゥエディタで行います。

2. フロムトゥエディタ

フロムトゥの設定すれば、デザインルールのパラメーターとして利用できますので、例えば、指定したピンとピンの間だけ、ネットで設定したトラック幅と別の値にする事も可能です。フロムトゥを設定するには、Design-From-To Editor... (D , F) を実行して下さい。



トポロジはデフォルトで、Shortest の設定になっています。この場合 From-Tos のところには、何も表示されません。個別のピンとピンにフロムトゥを設定するには、まず、Net のところで設定をしたいネット名を選びます。その下の Edit の From Pad、To Pad で定義したいピンを選びます。このダイアログボックス右側は、ネットに接続しているパッドを表示しています。From Pad、To Pad で選択しているパッドには、丸印がついていて、およその位置関係かが判ります。これで Add... のボタンをクリックすると、From-Tos のところに登録されます。From-Tos にリストアップされたところをマウスでクリックすると、右側の方にラッツが表示されます。



また、このダイアログボックスの下側にある Auto Generate の各ボタンをクリックすると、ネット全体に対し、そのトポロジが適応されます。但し、この中のパッドのどれかを Source (ソー

ス)や Terminator (ターミネーター)として先に指定する必要が有ります。パッドの設定方法は、このダイアログボックスの右側のパッドをダブルクリックすると、Change Pad のダイアログボックスが表示され設定が可能です。あるいは、ここからではなく、通常の編集画面でパッドをダブルクリックして設定を行っても同じです。トポロジーによっては、Source と Terminator を 2 つずつ指定する必要があるものもあります。そのトポロジーがどの様になっているかは、オンラインマニュアル等を参照して下さい。

第 7 章 デザインルール

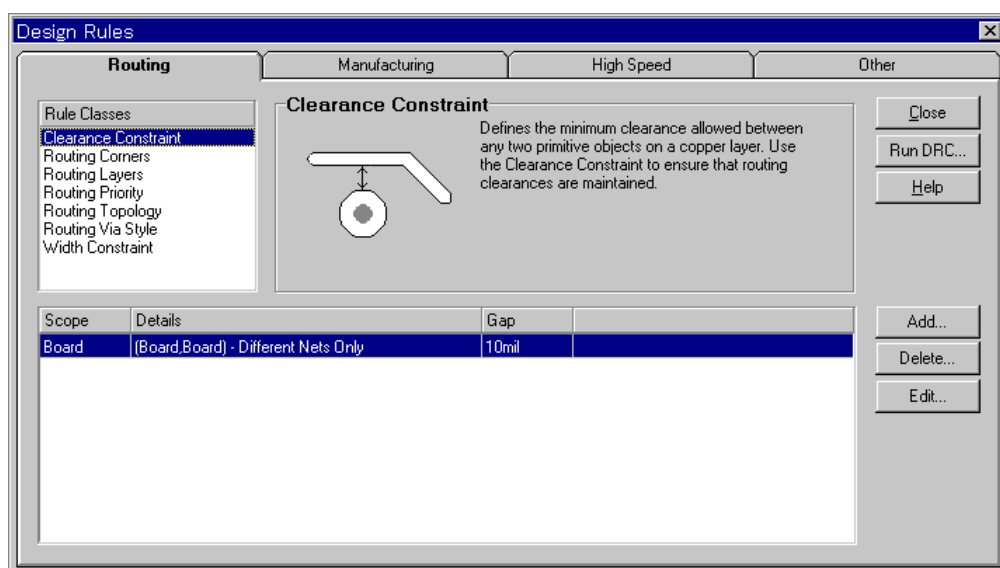
Design メニューの Rules... では PCB ファイルに対し、どのような設計ルールを適用するかを設定します。ルールには、パターンのクリアランスだけではなく、マニファクチャリング (製造) のための設定もあり、ソルダーレジストやインターナルプレーンのサーマルの設定等はここで行います。これまでソルダーレジストやインターナルプレーンの設定は、個別のパッドに対して行っていましたが、PCB3 ではボード全体として設定し、(もちろん個別の部品に対してや、パッドに対しての設定も可能です。)それに従って、ソルダーレジストを出力します。また、クリアランスに関してもバージョン 2.x のようなオブジェクト別の単純なものだけでなく、ネット単位での指定、高周波設計で要求される項目についてもチェックが行えるようになっています。

1. クラスについて

デザインルールを設定する場合、項目によっては特定のネットやコンポーネントだけに適用させたい事が有ります。このような場合、あらかじめネットやコンポーネントにクラスを設定し、ルールの適用範囲を細かく指定できるようになっています。クラスというと判りにくいかも知れませんが、グループ分けと考えて下さい。クラスを指定できるのは、ネット、コンポーネント、From-To (フロムトゥ) の 3 種類です。ネットとコンポーネントのクラスの設定はすぐ行えますが、From-To はクラスを設定する前に From-To Editor... であらかじめ設定をしておく必要が有ります。

2. Routing (配線)

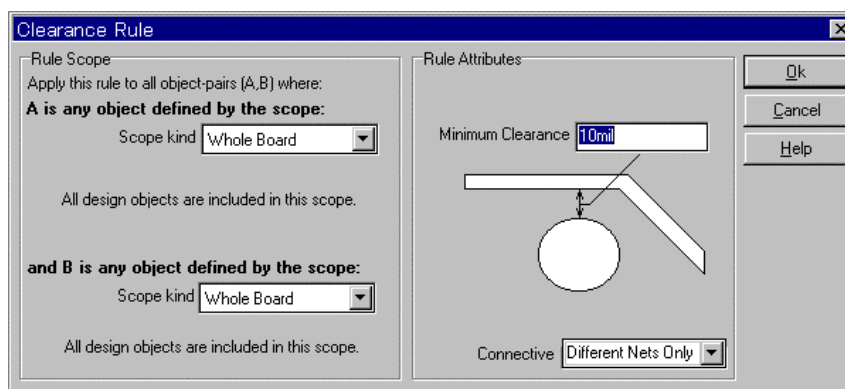
メニューから Design - Rules... (D, R) を実行して下さい。ダイアログボックスには、Routing (配線)、Manufacturing (製造)、HighSpeed (ハイスピード)、Other (その他) の 4 つのタブがあり、それぞれにいくつか項目があるのがわかります。各項目を選択すれば、ダイアログボックス内に、図と説明が表示されます。



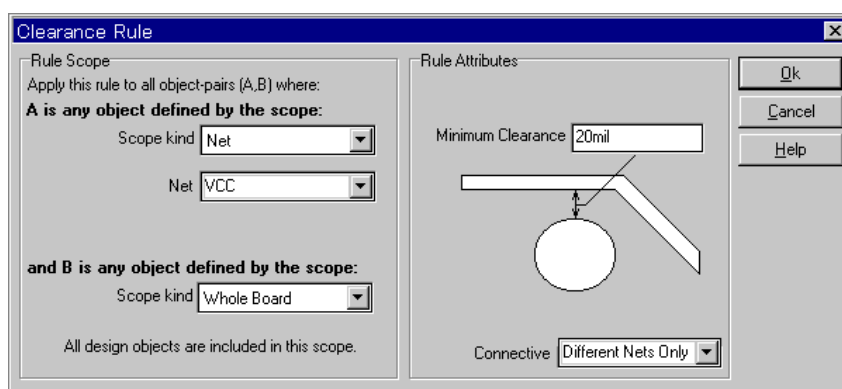
ここでは基本的な項目について、ルールの追加例も交えて説明します。

Clearance Constraint

ここでは、一般的なクリアランスの設定ができます。設定を変えたい場合は、右下にある Edit のボタンを押して下さい。そうすると次のようなダイアログボックスが表示されます。



クリアランスを変更する場合は、右上の値を変えて下さい。次に左側を注目して下さい。ルールスコープとありますが、ここでは、右のルールを適用させる項目を指定します。いまの設定は Whole Board (ボード全体) となっているため、A と B と 2 つ項目がある事がおかしい感じを受けるかもしれません。しかし、ここではボード全体という簡単な設定だけではなく、特定のネットとボード全体、あるいはネット間のような指定もできます。試しに、クリアランスに関して新しいルールを追加してみます。ここは一旦、このまま OK のボタンをクリックし、ダイアログボックスを閉じて下さい。そうすると先の Design Rule のダイアログボックスに戻ります。ここで Add... のボタンをクリックします。そうすると再度、Clearance Rule のダイアログボックスが表示されます。ここで A の Scope kind を Net としてやります。そうするとその下側にリストが現われ、現在ロードされているネットを選択できます。B の Scope kind は Whole Board のままにしておきます。クリアランスの値は、先のボード全体の時の値より小さいと意味が有りませんので、それ以上の値を設定してやります。



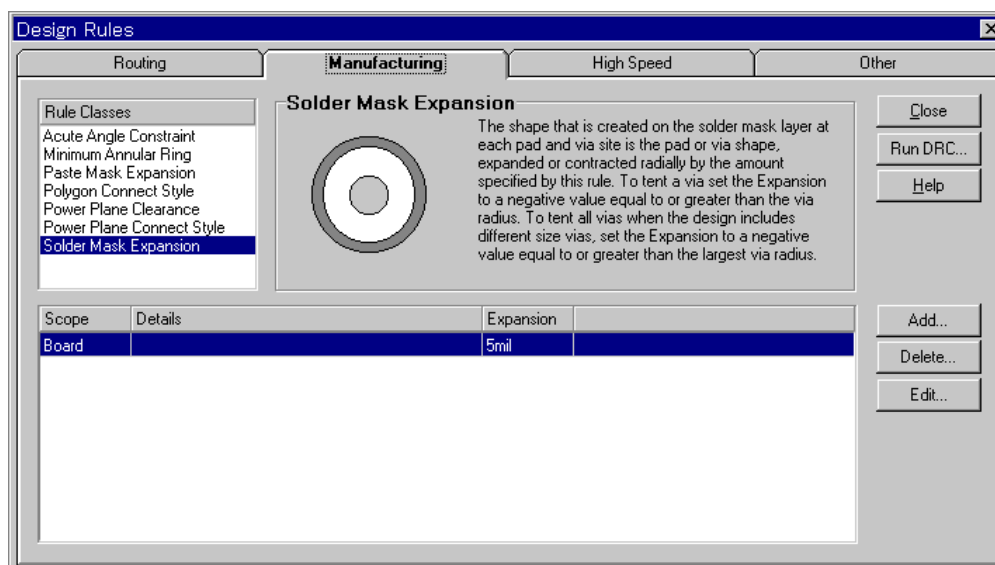
この設定であれば、VCC のネットは他のオブジェクトから 20mil 以上のクリアランスが必要という事になります。この例ではネットでしたが、この他にもコンポーネントやレイヤーを指定する事もできます。また、ネット名は単一の指定ではなく、A*のようにワイルドカードも使えます。

3. Manufacturing (製造)

Solder Mask Expansion

次に、ソルダーマスクの設定を見てみます。タブを Manufacturing に切り替えて下さい。ソルダーマスクの設定は、ここが一番下の Solder Mask Expansion でおこないます。現在、ボード全体が 5mil という設定です。これは外側に 5mil 加算されますので、例えば 50mil のパッドであれば、ソ

ルダーマスクは 60mil のパッドが作成されます。ここに新しいルールを追加し、ビアのソルダーレジストを発生しないようにしてみます。レジストのレイヤーにパッドを発生させないためには、Expansion の値をマイナスに設定します。



このダイアログボックスから Add...のボタンをクリックします。左側の Scope kind を Object Kind としてやると、その下にオブジェクトが表示されます。ここで Via にチェックを付け、右の Expansion の値を現在、そのファイルで使用されている一番大きなビアの半径よりも大きな値を入力し、その値をマイナスとしてやります。例えば、ビアの大きさが 50mil であれば、-26mil 以下に設定して下さい。

注) この場合、-25mil と指定しないで下さい。50 - 25 - 25 = 0 で一見問題なさそうに思われますが、アパーチャを作成するとサイズ 0mil のパッドが発生します。必ず、上の計算結果がマイナスの値になるように Expansion の値を設定して下さい。

第 8 章 操作環境の設定

操作環境の設定には、ファイル別に設定できる項目と、PCB エディタの設定があります。

1. ドキュメントオプション

ファイル別の設定は、メニューの Design-Options... (D, O) で行います。このコマンドを実行すると Document Options というダイアログボックスが表示されます。ここには 2 つのタブが用意されています。

Layers

ここでは、表示レイヤーを選択することができます。

Options

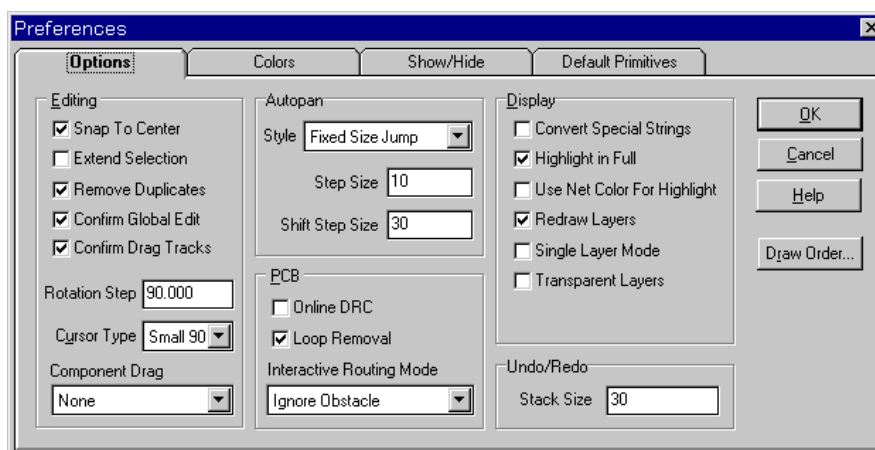
ここでは主にグリッドの設定を行います。グリッドには、カーソルの移動ステップである Snap Grid (スナップグリッド) と表示用の Visible Grid (ビジブルグリッド) があります。

注) ビジブルグリッドは、ドットとラインの 2 種類表示モードがあります。ドット表示した場合、設定されている色によっては表示されない事があります。その場合は、表示色を変えて下さい。

2. プリファレンス

メニューの Tools-Preferences... (T, P) を実行します。

2.1 Options



Editing グループ

Snap To Center

ここにチェックがあると、オブジェクトを移動する際、そのアイテムのリファレンスポイントにカーソルが移動し、そこを基準として移動します。コンポーネントの場合はコンポーネントの原点を基準として移動します。

Extend Selection

チェックがある場合、セレクトを行うと、先にセレクトされているものがあると、それに追加される形になります。オフの場合、先にセレクトされていたものは解除されます。

Remove Duplicate

出力時に使用され、チェックがあると、重なっているプリミティブは取り除かれます。

Confirm Global Edit

ここにチェックがあると、グローバルチェンジを行う時、確認のメッセージが表示されます。

Confirm Drag Tracks

チェックがあると、コンポーネントに接続されているトラックをドラッグするときダイアログが表示されます。

Rotation Steps

回転角度のステップ。

Cursor Type

カーソルの形状設定

Component Drag

トラックが接続されているコンポーネントを移動させる時のモード設定

None	トラックは移動しません。
Enclosed Tracks	コンポーネントの下を通過しているトラックも移動
Connected Tracks	接続されているトラックも一緒に移動

Autopan

画面のスクロールモードの設定を行えます。

PCB

Online DRC

ここにチェックがあると、作業中にクリアランスのルールを守れないプリミティブがあるとエラー表示されます。

Loop Removal

ここにチェックがあると、配線がループした場合、前に配線したトラックを削除します。

Interactive Routing Mode

- Ignore Obstacle 障害物があっても関係無くトラックが配置できます。
 Avoide Obstacle 障害物があるとトラックが配置できません。

Display

Convert Special Strings

このオプションがオンの場合、スペシャルストリングスとして予約されたテキストについて、そのテキストの示す内容が表示されます。

例) .Pcb_File_Name C:¥CLIENT¥PCB3¥EXAPLES¥DEMO1.PCB

Highlight in Full

オンであれば、セレクトされているオブジェクトが、すべてセクションの色に変わります。
 オフであればセクションの色で囲まれます。

Use Net Color For Highlight

チェックがあると、ハイライトのとき、ネット別に設定されている色になります。

Redraw Layers

このオプションがオンの場合、レイヤーの切り替えを行うとカレントレイヤーが一番上の状態になるように再描画を行います。

Single Layer Mode

カレントレイヤーのみを表示します。

Transparent Layers

透過モード表示。

2.2 その他

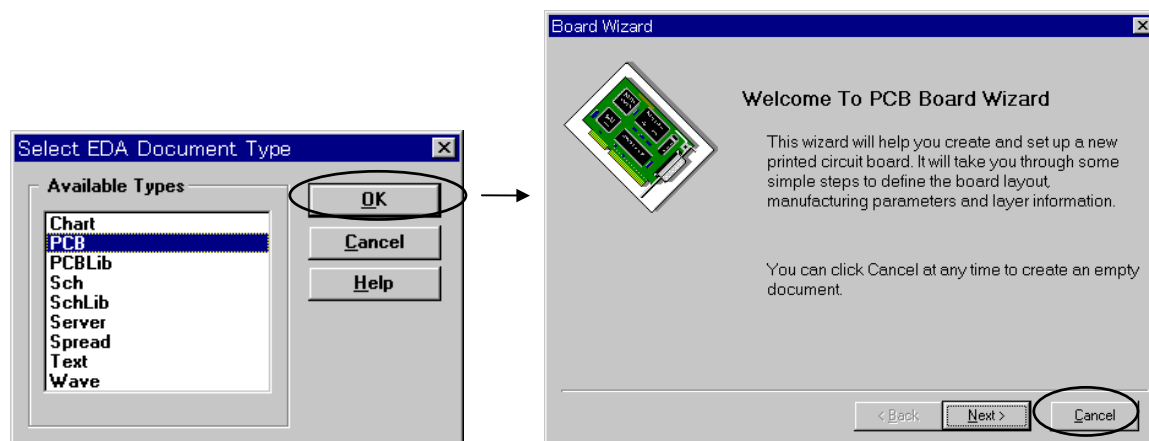
- Colors 各レイヤーの表示色を設定。
 Show/Hide オブジェクトの表示モード設定。
 Default Primitive 各オブジェクトの初期値の設定。

第9章 実際の設計

それでは、ネットリストをもとに、順を追って設計を行ってみます。例として使用するネットリストは、スキマティックのところで作成した、回路図 clk.sch のネットリストを使用します。

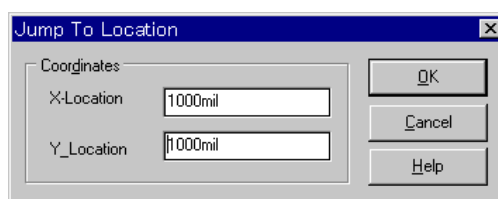
1.新規ファイルの作成

File-New (F , N) を実行し、PCB を選び OK をクリックして下さい。バージョン 3 では、次のようなボードウィザードが始まります。このウィザードで用意されている基板の種類は限られていますので Cancel ボタンを押して下さい。



2. 相対原点設定

初期状態の原点は、画面の左下にあります。これはシステムの原点（絶対原点）で、基板データ（ガーバーデータ）はここを原点として出力されます。従って、原点から離れたところで設計を行うと、フィルムの出力時に問題が発生する事があります。新規ファイルを作成した場合、特に支障がなければ（1000, 1000 mil）～（3000, 3000 mil）位のところに相対原点を設定し、ここから基板外形を作成する事をお勧めします。原点設定は、メニューの Edit-Origin-Set (E, O, S) からツールボタンをクリックして下さい。ステータスラインに注目して下さい。カーソルと共に座標値が変化していることがわかります。スナップグリッドを変えたり、ズームイン-アウトで作業しやすい環境にし、座標が（1000, 1000 mil）となるところへカーソルを移動させ、マウスの左ボタンをクリックして下さい。また、Jump コマンドでカーソルの位置を移動させる方法もあります。キーボードで J を押し、この中から New Location を選んで下さい。Jump To Location のダイアログボックスが現れますので X 座標、Y 座標をそれぞれ数値を入力し、OK として下さい。カーソルは入力した座標へ移動しています。



相対原点は、メニューの Edit-Origin-Reset (E, O, R) でいつでも、システムの原点へ戻すことができます。

3. 基板外形設定

基板のサイズは、幅（X 方向）1800mil、高さ（Y 方向）1200 mil にします。トラックで、このサイズの長方形を作画します。外形の作画は、キープアウトレイヤーに行きます。Place-Track (P, T) を実行して下さい。カレントレイヤーをキープアウトに切り替え、マウスを新しく設定した原点でクリックし、トラックを配置します。各コーナーでそれぞれマウスの左ボタンをクリックし、原点に戻って長方形を完成させます。これで基板外形の設定は完了しました。

注）或いは、サンプルの demo1.pcb のように、実際の基板寸法は、メカニカルレイヤーに配置し、キープアウトレイヤーには、それより一回り小さいサイズの形状を作画してもいいでしょう。

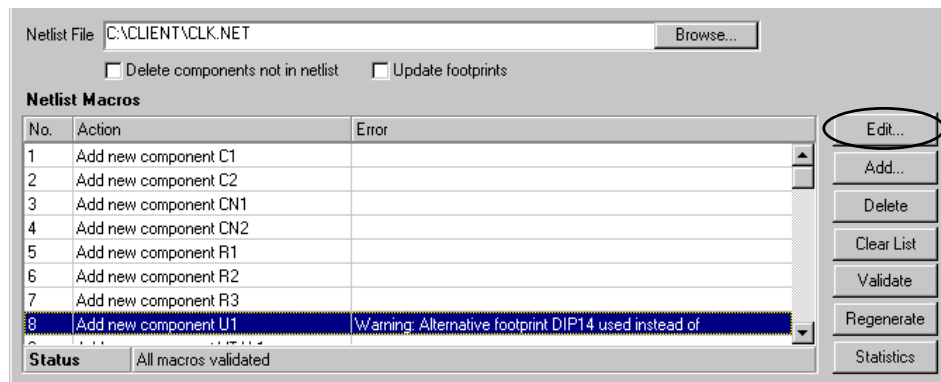
4. ネットリストの読み込み（ロード）

メニューから Design-Netlist を実行し、Browse...のボタンを押して下さい。



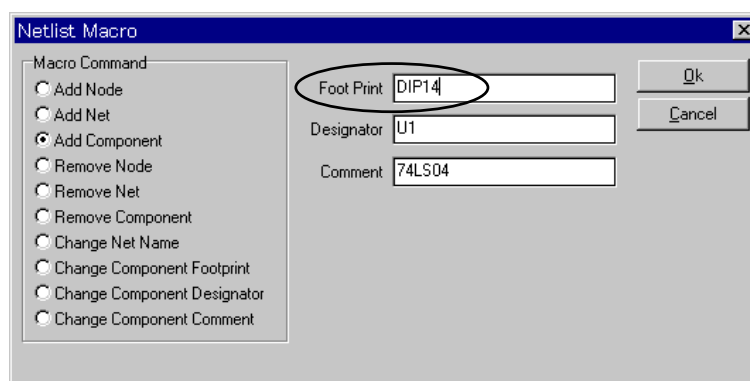
Load Netlist のダイアログボックス表示されますので、読み込むネットリストを指定し、OK のボタンをクリックします。そうすると Netlist Macros（ネットリストマクロ）のところに、読み込むネットリストによって行われる作業の一覧が表示されます。このとき、ネットリストで指定されたコンポーネントがライブラリになかったりすると Error のところに表示されます。もし、エラ

ーがあれば、ここで修正する事も可能です。その場合は、Edit...のボタンをクリックして下さい。例えば、clk.net で U1 のフットプリントが抜けていた場合、次のようなエラーが出力されます。

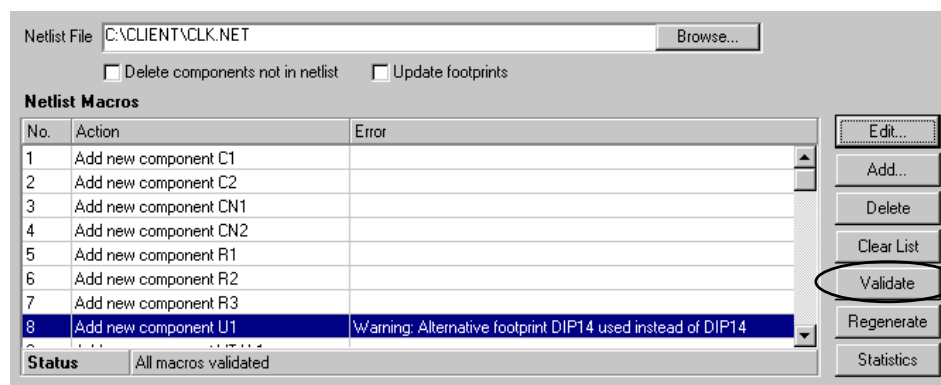


注) 実際には、このまま Excute のボタンをクリックし、ネットリストをそのまま読み込んでも、フットプリント DIP14 が読み込まれます。これは、パートタイプからフットプリントが呼び出される為です。これは、advpcb.xrf というファイルで設定されています。

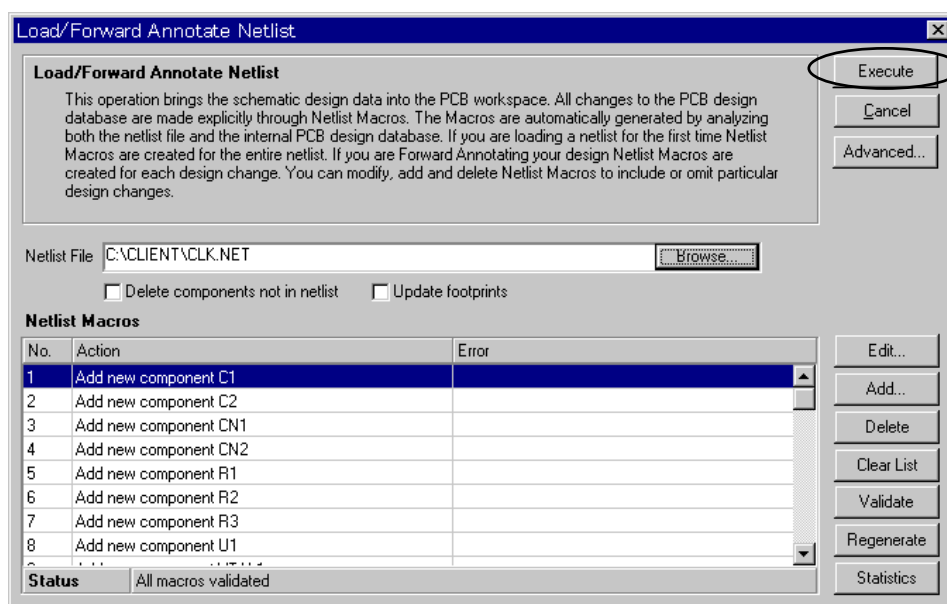
エラーをなくすため、Edit のボタンをクリックします。次のようなダイアログボックスが表示されます。ここで、Footprint を DIP14 と設定し、OK をクリックします。



そうすると先のダイアログボックスに戻りますが、この段階で、まだエラーは消えていません。この編集を有効にするためには、Validate のボタンをクリックします。そうすれば、エラーは消えます。



エラーがなくなれば、右上の Execute をクリックします。

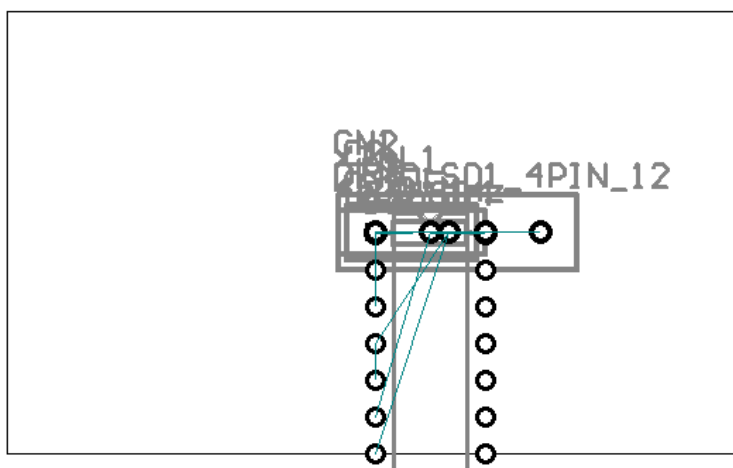


このダイアログボックスの右のボタンは、次のような機能があります。

- | | |
|------------|-------------------------------|
| Clear List | すべてのリストをクリアします。 |
| Validate | 変更した項目を有効にします。 |
| Regenerate | 左のマクロをクリアし、ファイルからマクロを再度作成します。 |
| Static | 現在の状態を示します。 |

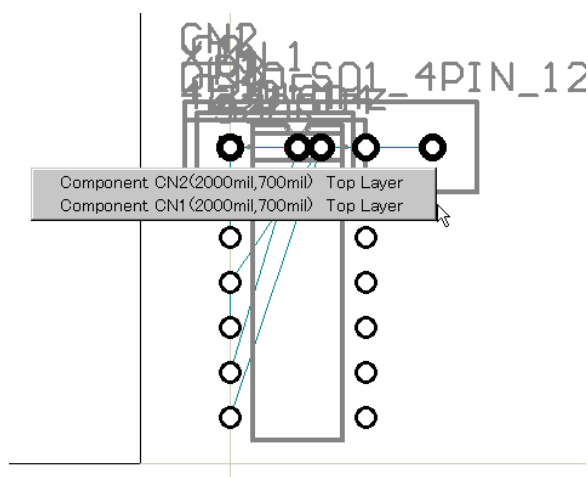
5. 部品のレイアウト

ここから部品の配置を行います。現在、画面には Keep Out Layer に設定された基板外形とネットリストでロードされた部品が、どこかに集中して配置されています。

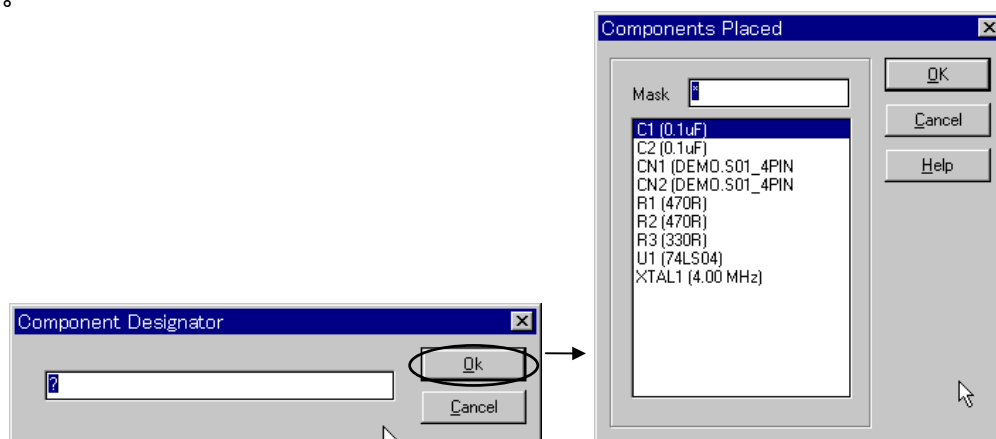


ここで、読み込まれたコンポーネントは、キープアウトレイヤーで設定したエリアの中に配置されていますので、レイアウトの邪魔になります。これらのコンポーネントを一度、エリアの外に出してしましましょう。まず、Edit-Select-All (S, A) を実行します。選択したオブジェクトを移動するには、Edit-Move-Move Selection (M, L) で行えますが、このままですと、キープアウトレイヤーのトラックも一緒に移動しますので、キープアウトに配置したトラックの選択を解除する必要があります。これは、Edit-DeSelect-Free Object (X, F) を実行して下さい。これで Edit-Move-Move Selection (M, L) を行って下さい。カーソルがクロスになりますので、移動の基準点となる場所でクリックします。セレクトされているオブジェクトが、カーソルとともに移動しますので、エリアの外に移動して下さい。移動が済めば、Edit-DeSelect-All (X, A) で選択を解除します。次に一つずつ部品を配置します。個別の部品の移動は、メニューの Edit-Move-Move Component

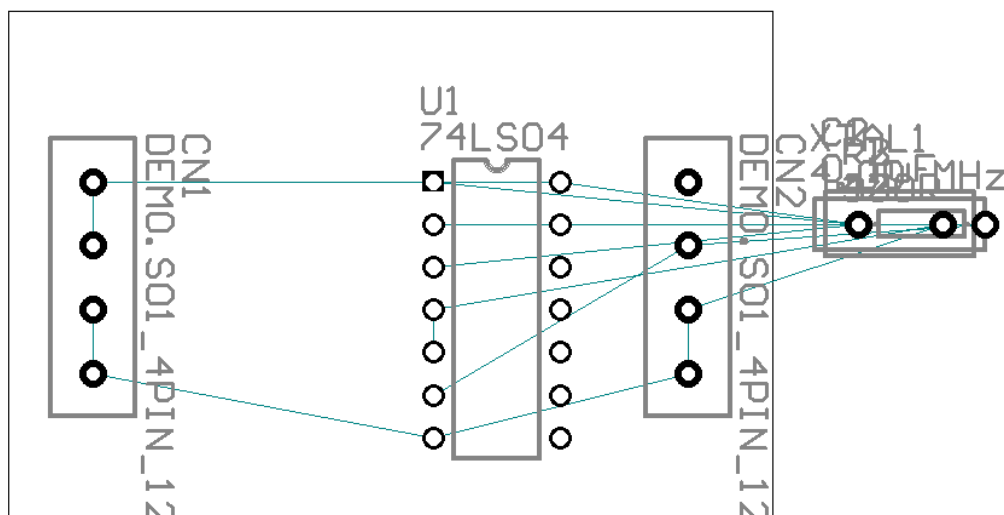
(M, C)で行えます。重なっているところでクリックすると、マウスのところに部品がポップアップされます。



また、部品がないところでクリックすると、Component Designator のダイアログボックスが表示されます。

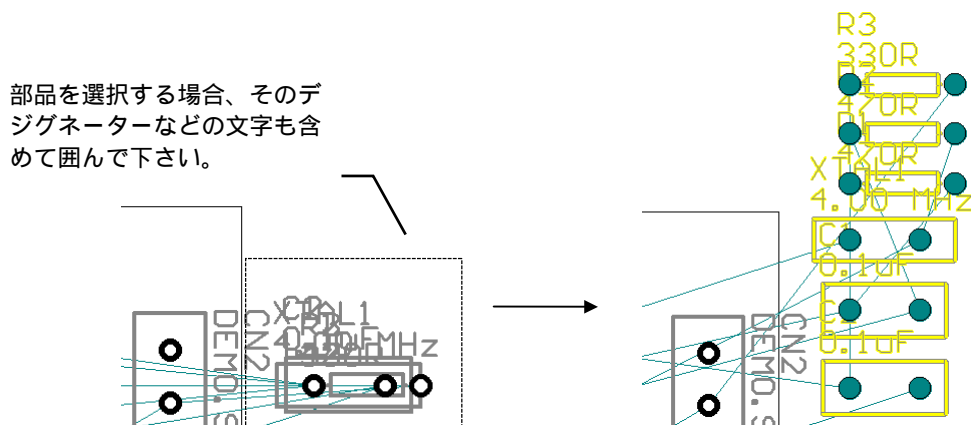


ここに部品番号を入力するか、OK のボタンを押すと Component Placed のウインドウに、部品の一覧が表示されますので、この中から移動する部品を選んで下さい。ここでは、CN1 と CN2 を基板の両端に配置し、その間に U1 を配置します。移動中の部品の回転は、スペースキーを押して下さい。

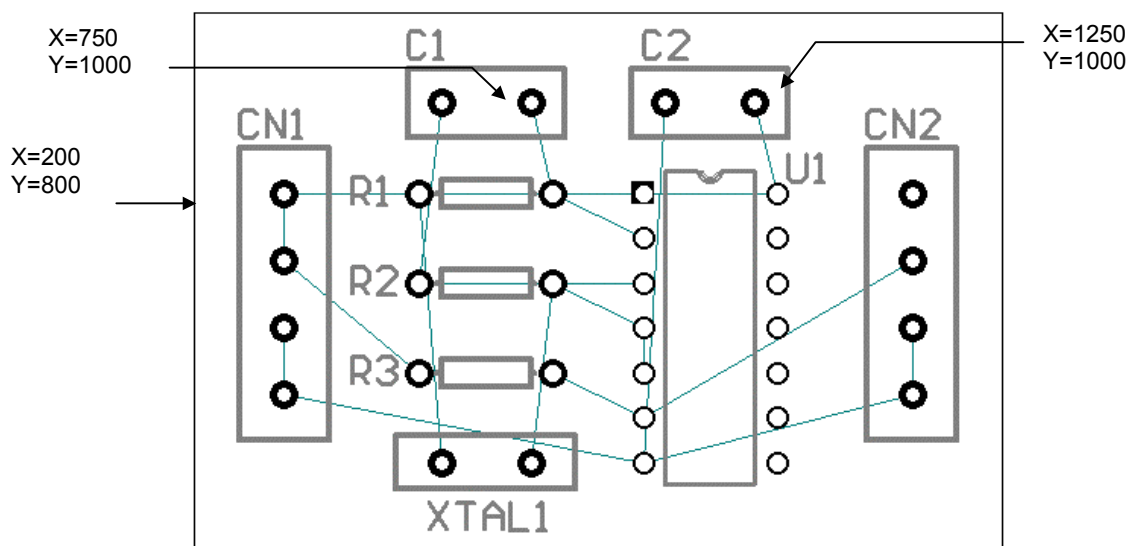


6. 部品の整列

まだ、抵抗等の部品がエリアの外にありますが、この状態では部品をつかみにくいので、整列させ、選びやすくします。Tools のメニューに Align Component という部品を整列させるコマンドがあります。この操作は、選択されているコンポーネントに対して有効ですので、残りの部品を Select-Inside Area (S,I) を実行して、選択状態にして下さい。これらの部品を縦方向に広げます。Tools-Align Component-Distribute Vertically (A,I) を実行して下さい。



これで選択を解除し、個々の部品を配置していきます。部品の移動中、キーボードの N を押すと、ラッツネストを近いところにつなぎ変えてくれます。最終的なレイアウトは、次のようになりました。

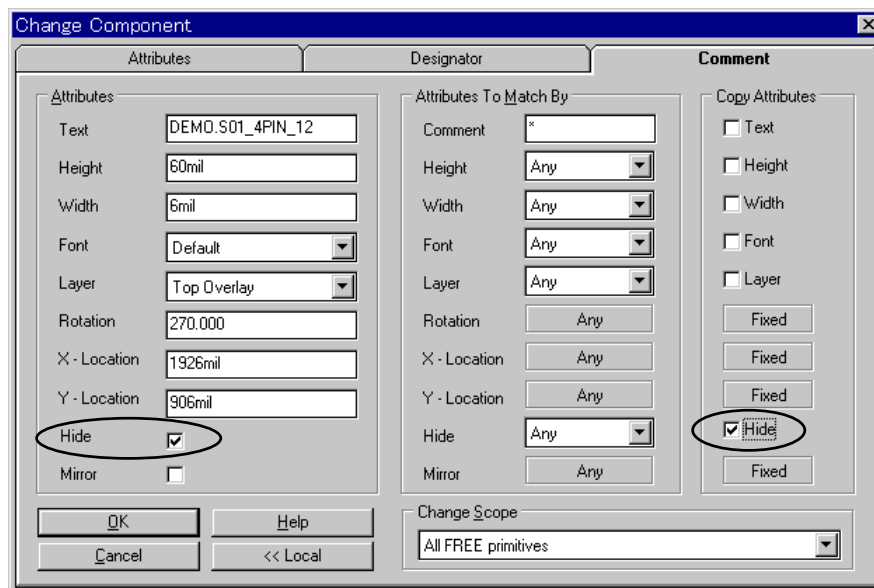


最終的なレイアウト (主な部品の XY 座標も示しておきます。単位は mil)
 この他 U1 は、X=1000,Y=800 R1 は、X=500,Y=800 です。

7. コメントテキストの表示・非表示

前の図では、回路図の Part Type に相当する Comment の項目が表示されていましたが、この図では、レイアウトをわかりやすくするため非表示にしています。グローバルチェンジの機能を使ってすべてのコンポーネントのコメントを非表示にします。まず、コンポーネントをどれかダブルクリックし、Change Component のダイアログボックスを表示させ、タブを Comment に切り替えて下さい。下の方に Hide という項目がありますので、そこにチェック付けます。このまま OK を押してダイアログボックスを閉じると、このコンポーネントのコメントだけが非表示になります。

ので、右下の Options>> のボタンを押して下さい。そうすると、次の図のようにダイアログボックスが大きくなります。Copy の Hide のところにチェックがついています。



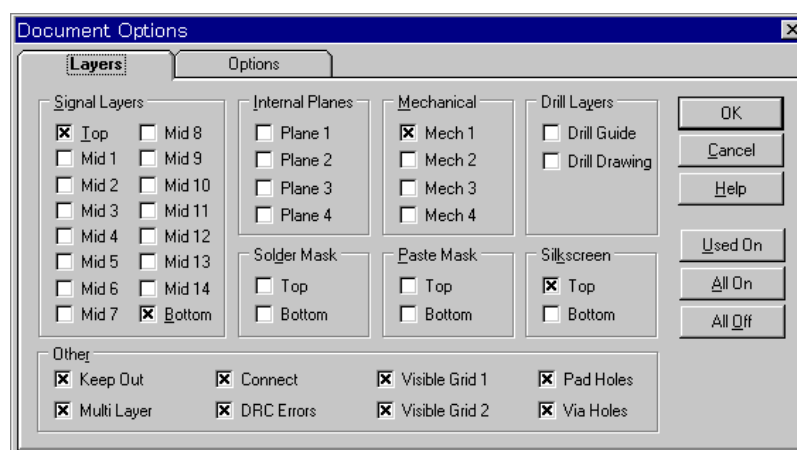
これで OK のボタンを押すと Confirm のダイアログボックスが表示されますので、ここでも OK を選択して下さい。これで部品のコメントがすべて非表示になります。

8. マニュアル配線

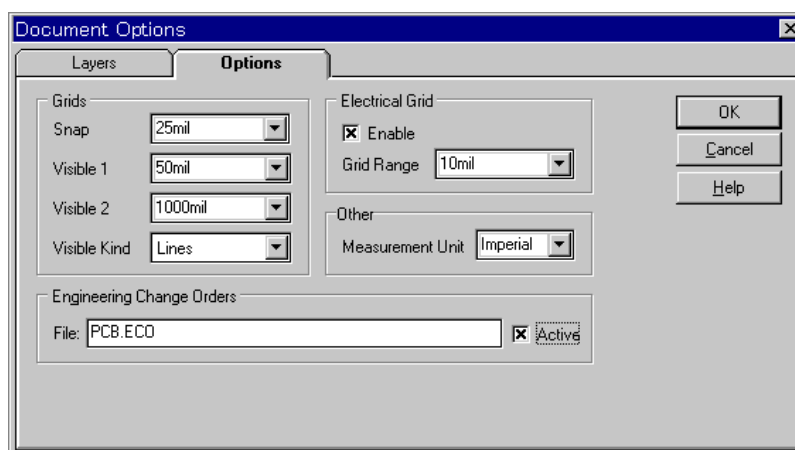
ここから配線の作業を開始します。この基板は、両面基板として設計を行います。配線を行う方法としては、設計者がトラックを配置していくマニュアル配線とオートルーターによる自動配線があります。まず、電源ラインをマニュアルで配線してみます。

8.1 設定 - レイヤーとグリッド

Design-Options... (D, O) のダイアログボックスで Top と Bottom をオンにします。ミドルレイヤーはオフにしておいて下さい。



タブを Options に切り替えて下さい。ここでは、ピン間 1 本で配線を行いますので、Snap (スナップグリッド) を 25mil に設定して下さい。表示グリッド等は作業しやすい適当な値に設定して下さい。また、必要に応じ、ECO ファイルを設定して下さい。

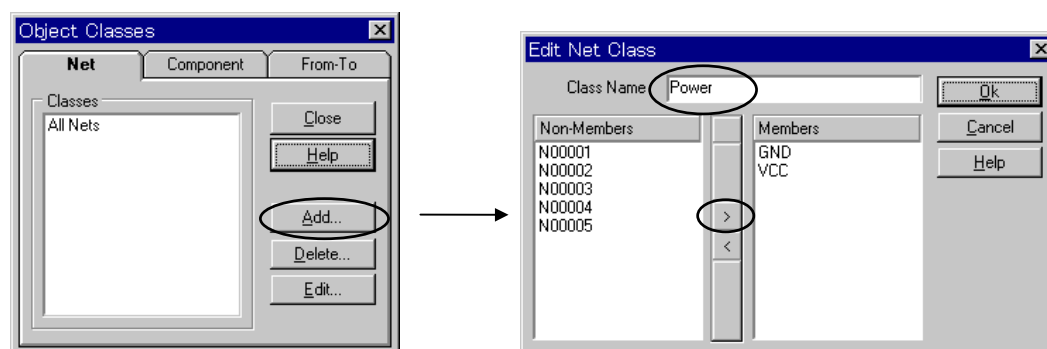


8.2 設定 - クリアランスの設定

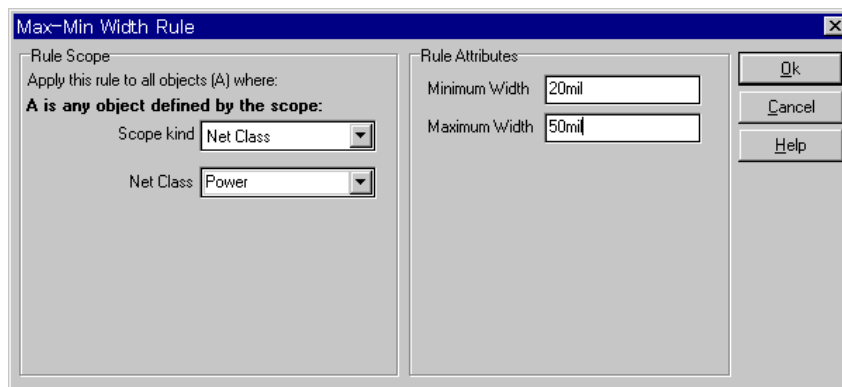
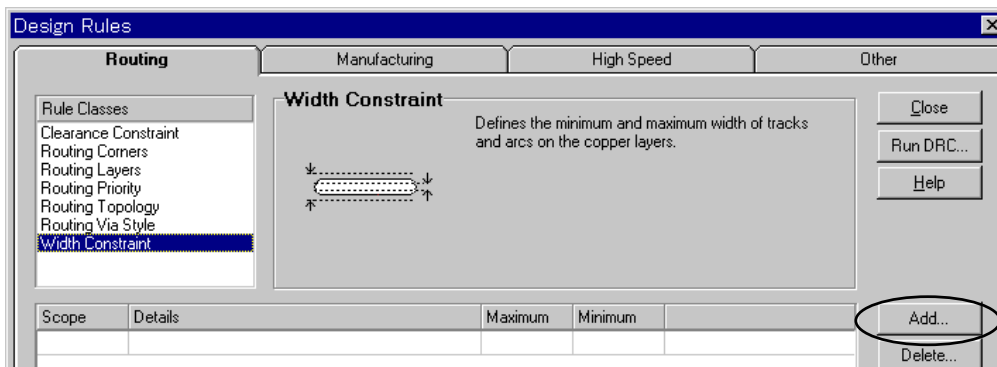
クリアランスの設定は、先に説明したように Design-Rules...のところで行います。デフォルトで 10mil になっています。必要に応じて変更して下さい。ここではこのままにしておきます。

8.3 設定 - VCC、GND ライン

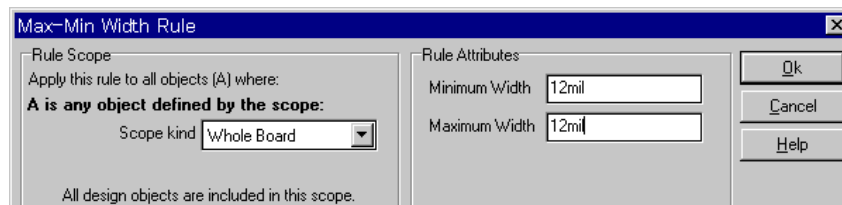
デフォルトのトラック幅は Tools-Preferences...で設定できますが、一般的に電源やグラントは、他の信号線よりトラック幅を太くします。この場合、その都度 Tab キーを押し、線幅を指定するのは面倒ですので、デザインルールとして先に設定してやります。線幅に関するデザインルールはネット毎でも指定できますが、ここではクラスを作成し、そのネットクラスに対してデザインルールを設定を行います。Design-Classes... (D , C) を実行すると Object Class というダイアログボックスが表示されますので、タブを Net にし、Add...のボタンをクリックします。



左側の Non-Members から GND を選択し、>のボタンをクリックすると、Members の方に移動します。VCC についても同じ作業を行います。Class Name は自分でわかりやすい名称を付けて下さい。ここでは Power としておきます。これで OK をクリックすれば、クラスが定義されたことになります。次にデザインルールを設定を行います。Design-Rules... (D , R) を実行し、タブを Routing にし、その中の Width Constraint を選択し、Add...のボタンをクリックします。

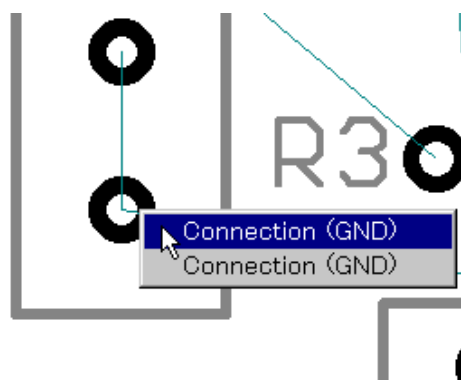


Max-Min Width Rule というダイアログボックスが表示されますので、Scope kind を Net Class にします。そうすると、その下に Net Class のリストが表示されますので、そこで Power を指定します。Rule Attributes の値は、Min 20mil (約 0.5mm) と Max 50mil (約 1.3 mm) に設定します。実際にトラックを配置する時は、Max の値で引き出されます。これで OK のボタンをクリックすれば設定は終了です。ついでにその他のネットに関しての設定も行っておきます。先のダイアログで再度、Add...をクリックして下さい。Scope kind は Whole Board でトラックの幅は Min、Max 共に 12mil (約 0.3mm) にしておきます。

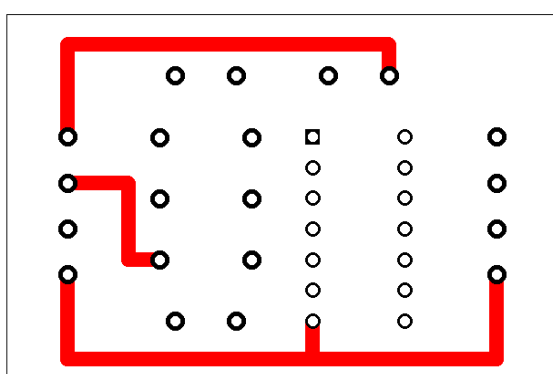
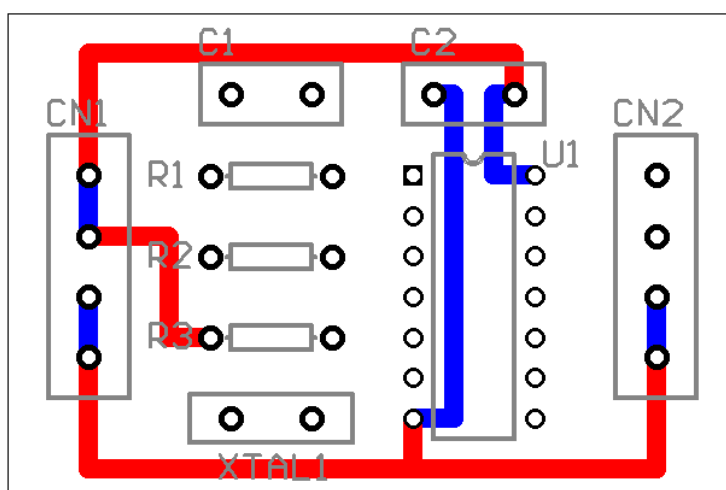


8.4 VCC、GND の配線

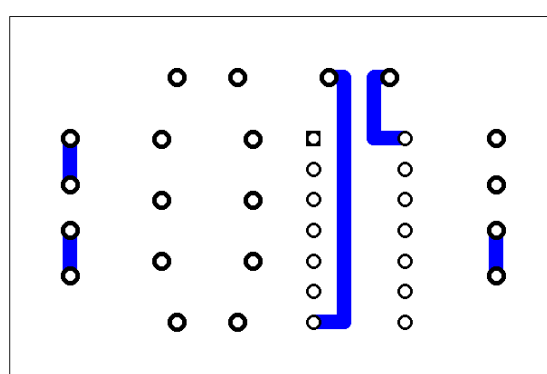
配線を始める前の基板では、ラッツネストが何本も表示され、画面が見にくい事が有ります。今、ここで行う配線は VCC と GND だけですので、それ以外のラッツの表示消しておきます。View-Connections-Hide All (V, C, A) で All を選び、ラッツネストを一度すべてオフにし、その後 View-Connections-Show Net (V, C, N) を実行し、VCC と GND に接続されているパッドをクリックして下さい。それでは、この状態で配線の作業を始めます。Place-Track (P, T) を実行すると、カーソルがクロスになります。レイヤーを切り替えるには、アスタリスクキー (*) を押して下さい。配線の作業は、ラッツネストをつかもうとするより、ネットがあるパッドを始点としてトラック配置する方がいいかもしれません。パッドに何本かラッツが接続されていると、どのラッツを配線するか、マウスのところにポップアップされます。図のような場合、どちらも GND なので、選びようがありませんが、適当に好きな方を選んで下さい。もし、選択した方が自分が配線しようと思っていた方向のラッツでなくても、そのまま配線を行い、目的のパッドまで配線を行ってみて下さい。



配線が終了すれば、引き出したパッドから引き終わったパッドまでのラッツは消えます。勿論、ラッツネストをピックする方法でも構いませんが、マウスは、スナップグリッドに従って移動するので、ラッツをピックするためには、グリッドをかなり細かくしてやる必要があります。もし、うまくラッツをピックできないと、そこから No Net のトラックが配置されてしまいます。以上のような作業を繰り返し、電源ラインの配線を行って下さい。



Top Layer



Bottom Layer

VCC、GND の配線

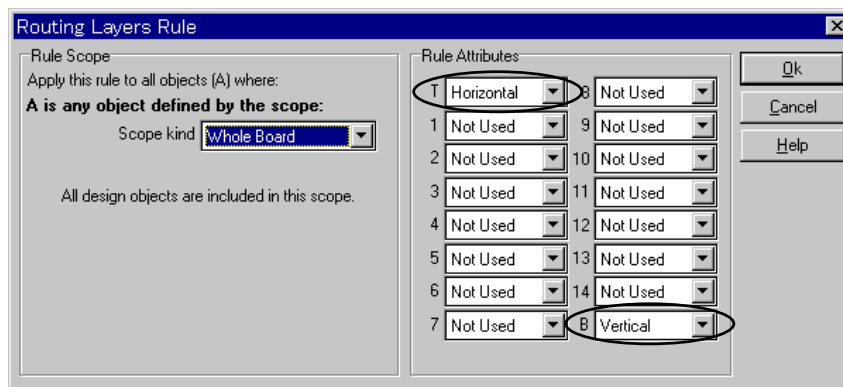
9. 自動配線

その他の信号ラインは、オートルーターで自動配線させてみます。まず、View-Connections-Show All ですべてのネットを表示させて下さい。オートルーターをかける場合も、いくつか設定を行な

う必要が有ります。

9.1 配線レイヤーについて

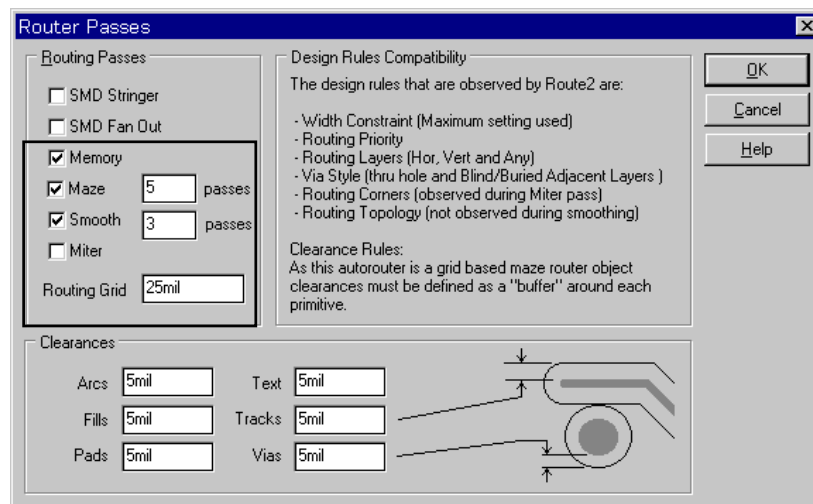
Design-Rules...を実行し、タブを Routing に切り替えて下さい。この中の Routing Layers を選び、Add...のボタンをクリックして下さい。次のようなダイアログが表示されますので、配線レイヤーと配線の向きを指定します。



両面基板ですので Top と Bottom を使用します。Top を水平方向（Horizontal）、Bottom を垂直（Vertical）に設定します。ミドルレイヤーは Not Used にしてください。

9.2 ルーティングパス

次に、オートルーター（ルーティングパス）の設定を行います。Tools-Setup Auto Router...（T，S）を実行し、Memory、Maze、Smooth にチェックを付け、グリッドを 25mil にして下さい。この基板では、表面実装部品は使用していないので、SMD Stringer、SMD Fan Out の項目は、チェックする必要はありません。

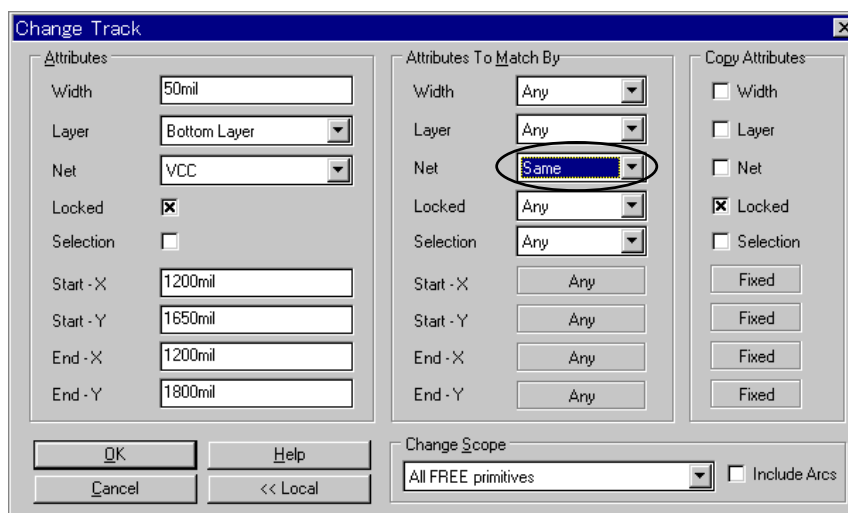


各ルーターについて簡単に説明すると、Memory は簡単な繰り返しパターンを配線するためのルーターで、Maze は配線が 100%に達しないと、配線した箇所をはぎとる（リップアップ型）のルーターです。Smooth は配線を行うルーターではなく、配線したパターンからビアを削除したり、セグメントを削除し、配線の品質を上げるために使用します。その下の Miter は、コーナーを円弧に仕上げます。これで OK ボタンをクリックして下さい。

9.3 配線パターンのロック

オートルーターの設定で Smooth のオプションにチェックを入れました。このオプションにより、

先に行なった GND、VCC の配線もスムージングされますので、ロックをかけておきます。トラックをダブルクリックし、Change Track のダイアログボックスの表示させて下さい。Locked にチェックをいれ、Options>>のボタンを押して下さい。

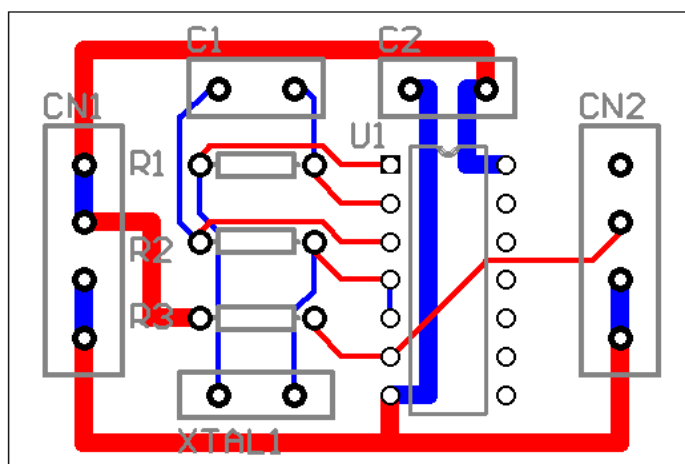
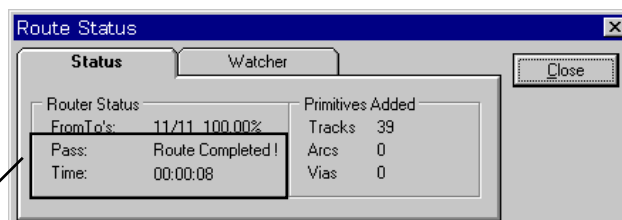


以上のように設定したら OK をクリックしてください。また、GND のトラックも同じようにしてロックしてやります。

9.4 オートルーターによる配線

続いて、Auto-Auto Route-All (T, R, A) を選んで下さい。オートルートが開始されたら、終了のメッセージが出るまでしばらく待つことになります。

Pass: のところに
Route Completed!
のメッセージがでたら
終わりです。



オートルーターによる配線結果

10. 修正

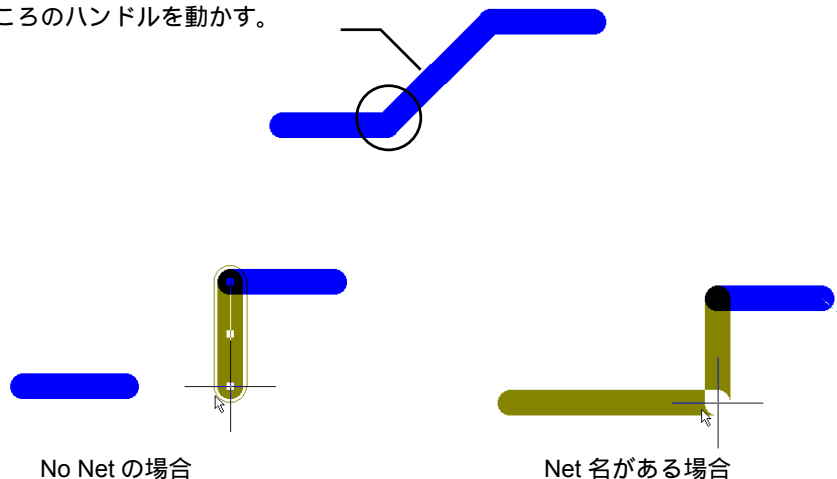
オートルーターで配線を行うと、ピンのそばを通ったりし、こちらの思い通りには配線してくれ

ません。また、自分で配線を行った場合でも、引き回しを変えたい場合があります。ここでは、トラックの修正方法について説明します。

10.1 トラックの修正

配置したトラックの修正方法は、最初の方で説明しましたが、ネットが付加されているトラックと No Net のトラックでは、編集時に違った動きをします。例えば、次のように配置されているトラックのコーナーを移動させると、No Net のトラックは、そのセグメントしか移動しませんが、同じネットが付加されていれば一緒に動きます。

このトラックをフォーカスし、丸印のところのハンドルを動かす。



Un-Route

Move 等のコマンドで修正するより、もう一度ラッツネストからマニュアル配線した方が効率がよい場合は、メニューより Tools-Un-Route (T, U) を選んで下さい。ネット、コネクション、トラック (セグメント) など Un-Route の範囲をきめてラッツネストに戻すことができます。

Delete

バージョン 2.x では、配線したトラックを Delete で削除してしまうと、そこからラッツネストが表示される事は有りませんでした。このバージョンから、配線されているトラックを Delete すると、そこからラッツネストが発生するようになりました。

10.2 ダイアログボックスからの修正

レイヤーの変更やトラック幅の変更は、ダイアログボックスで行います。ダイアログボックスからの変更は、グローバルチェンジを使用する事で、さまざまな条件に応じて一括で行うことができます。トラックのレイヤーを変更したとき、不要なビアが残ってしましますが、これは Delete コマンドで削除します。

11. 設計変更

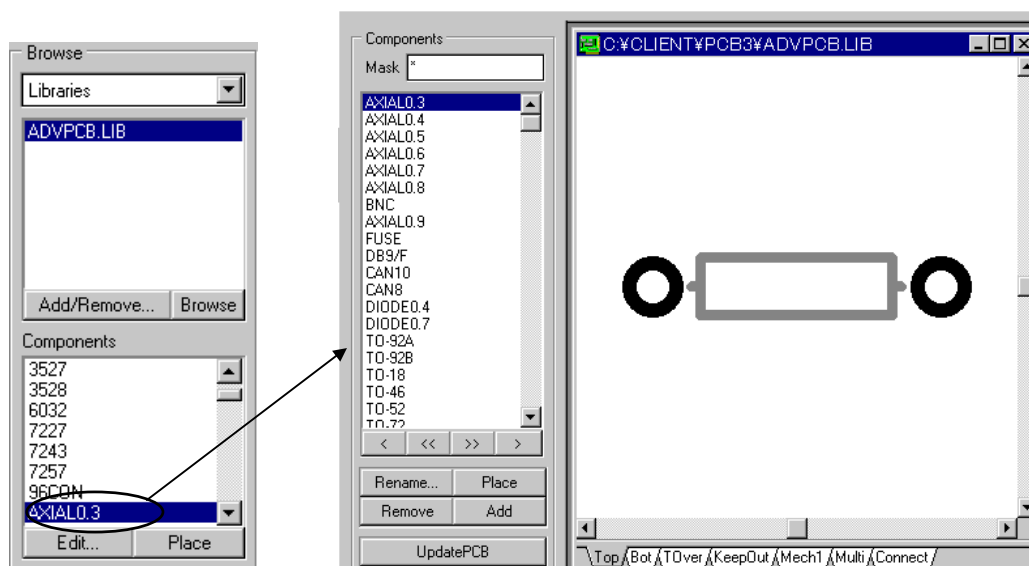
基板設計では、設計を終了するまでに必ずといっていいほど、何らかの変更があります。回路図上での接続ミスや、PCB で使用する部品の形状の変更など色々なケースが考えられます。ここではコンポーネントの変更、ネットの変更など、個別のケースについての例を挙げていきます。実際の基板設計では、それらが複雑に絡んできますので、ここで説明するような単純ものでは有りませんが、それぞれの事例をマスターすれば、複雑なケースにも対応できるはずです。

フットプリントを変更する必要がある場合として、一般的には次の様なケースが考えられます。一つはコンポーネント作成時のミスなどで、パッドの間隔などの修正やシルクを変更したりする場合です。もう一つは、スペースの都合で DIP 部品を SOP の形状に変更するという場合です。前者の場合であれば、後々のことも考えて該当するコンポーネントをライブラリエディタで変更

し、それをアップデートすると事になります。また、後者の場合は、フットプリントをまったく別のものを指定する事になります。

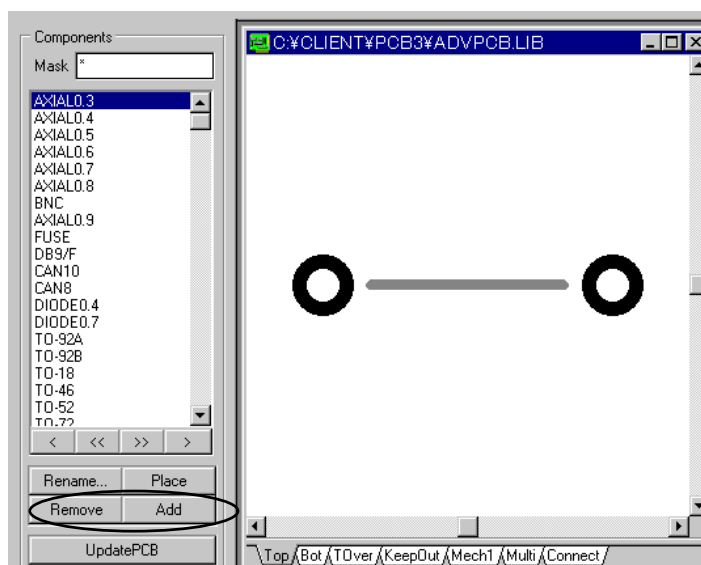
11.1 コンポーネントのアップデート

抵抗の AXIAL0.3 に修正してみます。エディタパネルを Libraries に切り替えて下さい。下側の Component をから AXIAL0.3 を選び、Edit のボタンをクリックして下さい。



PCB エディタの Edit ボタンをクリックすると、PCB のライブラリエディタが起動します。

ライブラリエディタに ADVPCB.LIB が読み込まれ、このコンポーネントが表示されます。ここでこのコンポーネントを修正を行います。ここでは、シルクだけを変更します。



変更が終了してもライブラリファイルのセーブは、行なわないで下さい。このライブラリはオリジナルのままにしておきます。PCB3 では、スキマティックと同じように、ライブラリファイルをセーブしないで、PCB ファイルのコンポーネントをアップデートする事ができます。この状態で UpdatePCB のボタンをクリックして下さい。このライブラリファイルをセーブしないで閉じておきます。

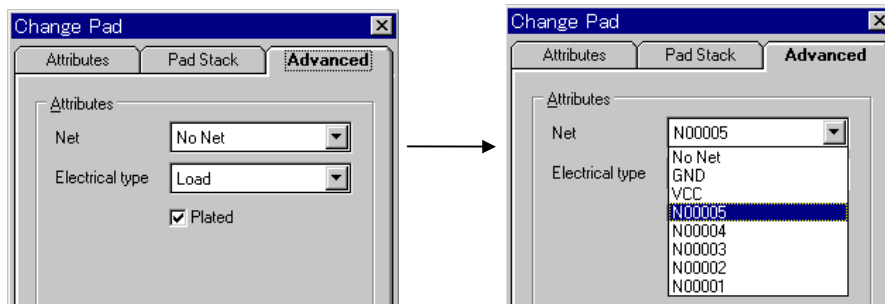
11.2 フットプリントの変更

今度は、部品を別のものに変更してみます。再度、抵抗をダブルクリックし、Change Component のダイアログボックスが表示させ、Footprint を AXIAL0.3 から 1206 に変更します。他の抵抗についても同じように変更して下さい。この変更を行うと、コンポーネントに配線されているトラックは、一緒に移動せず、そこからラッツネストが発生します。

注) フットプリントを変更の際、ネットリストがロードされていると、変更前と後のフットプリントのパッドのデジグネーターが一致していないと、そのコンポーネントは変更する事はできません。例えば、16 ピンの部品を 14 ピンに変更する事はできないようになっています。この場合、ネットリストを読み込み直す必要があります。

11.3 ノード（接続点）の追加・削除

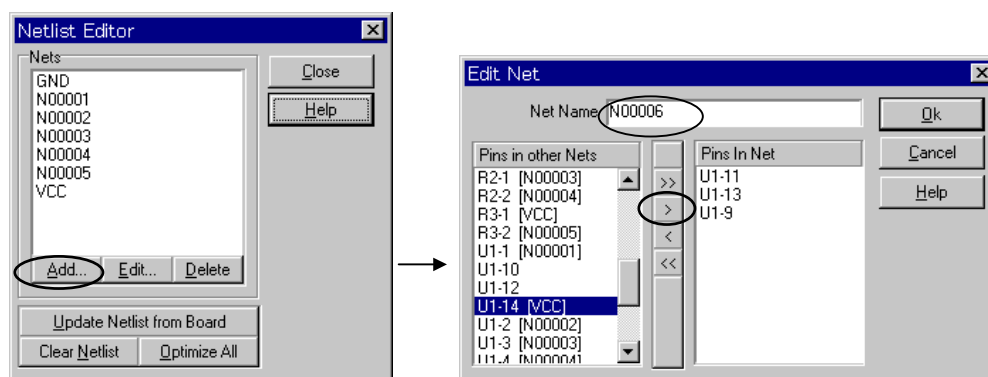
次に、接続変更の作業を行なってみます。変更内容は、U1 の 6 番ピンから CN2 の 2 番ピンへ接続されているラインを CN2 の 1 番ピンへつなぎかえてみます。このような簡単な変更であれば、間違いを起こす事も無いので PCB で接続先を変更し、後から回路図を修正してもいいでしょう。しかし、修正箇所が多いと PCB でこのような作業を行なっていると、間違いを起こす確率が高くなります。なるべく回路図を修正し、正しいネットリストを作成し、それをロードする方法を取って下さい。ネットリストに関する変更は Design の Netlist...で行えますが、ここではコンポーネントのパッドをの属性を変更する形で接続を変更してみます。ネットリストを見るとこの CN2-2 のネット名は N00005 となっています。ここでは、先に CN2-1 のネットを N00005 にします。パッドをダブルクリックし、タブを Advanced に切り替えて下さい。



Net を N00005 にし、OK のボタンをクリックします。CN2-2 はその逆に、N00005 を No Net に変更します。

11.4 ネットの追加・削除

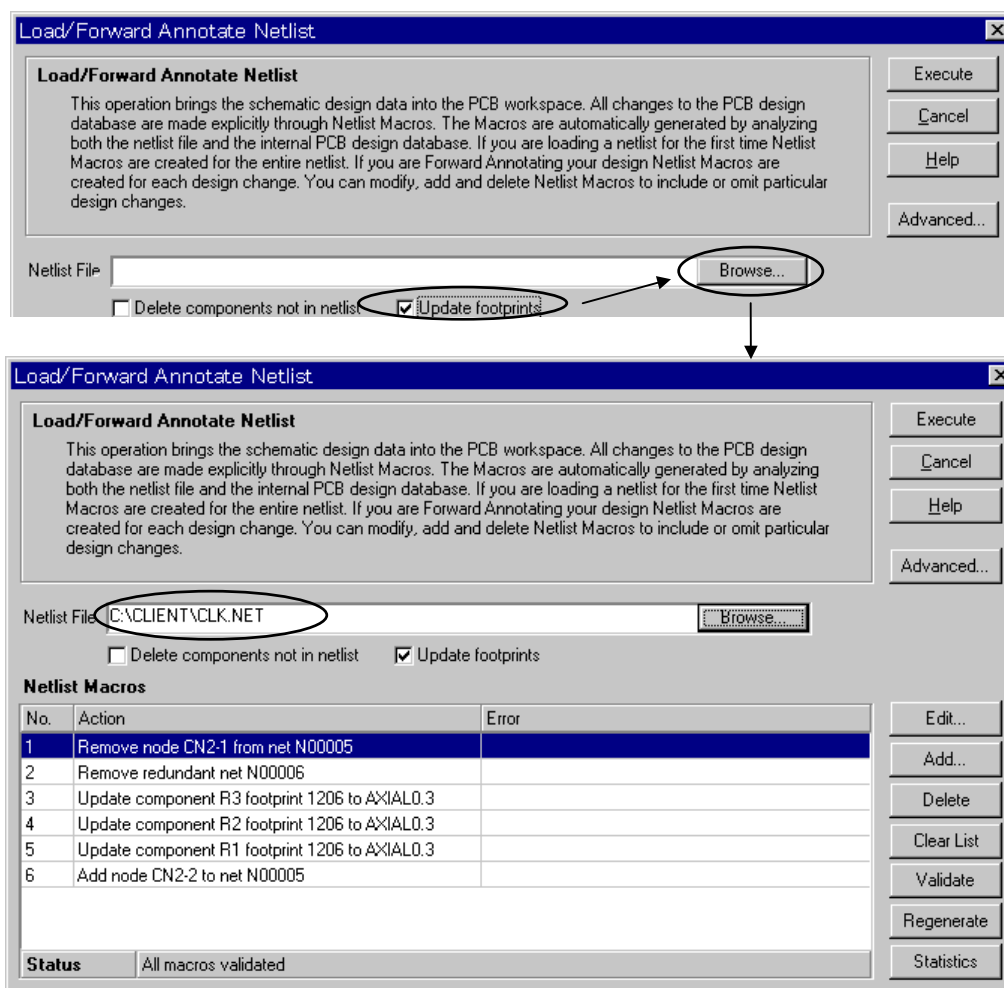
新たにネット名を追加する場合は、先に紹介した方法ではできません。Design-Netlist... (D, N) を実行し、Advanced...のボタンをクリックして下さい。Netlist Editor というダイアログボックスが表示されますので、その Add のボタンをクリックすると Edit Net というダイアログボックスが表示されます。



このダイアログボックスで、左側にピン一覧が表示されますので、ここから新たに作成するネットに追加したいものをピンを選択し、>のボタンをクリックしていきます。Net Name も適当なものに変更し OK のボタンをクリックして下さい。

11.5 ネットリストの再ロード

これまでは、アドバンスド PCB で変更の作業を行いました。ここで最初に読み込んだネットリストを再度読み込み、元の状態に戻してみます。Design-Netlist... (D, N) を実行します。ダイアログボックスの UpdateFootprint にチェックをいれておいて下さい。



再度ネットリストをロードした場合

これで Browse のボタンをクリックし、先程と同じ、clk.net を読み込みます。現在の PCB ファイルネットの情報と、読み込まれたネットを比較し、変更点が Netlist Macro のところにリストアッ

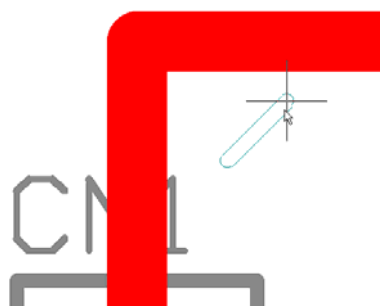
ブされます。この段階で変更したくない箇所がある場合は、右側の Edit...や Delete ボタンをクリックして、それぞれのマクロに関して変更や削除を行って下さい。このまま Execute のボタンをクリックすると、これらの変更が実行されます。CN2-2 からラッツネストがあらわれますので、CN2-1 に配線されているトラックを移動すれば、変更終了となります。先に述べたように、変更の量が多くなれば、PCB 内での接続変更は、間違いを起こしやすくなります。簡単な変更でも回路図を先に変更し、正しいネットリストを使って作業する習慣をつける事をお勧めします。

12.仕上げ

パターンの引き回しを修正後、VCC や GND の補強をします。それにはトラックやフィルを直接貼り付ける方法や、ポリゴンプレーンを使う方法があります。

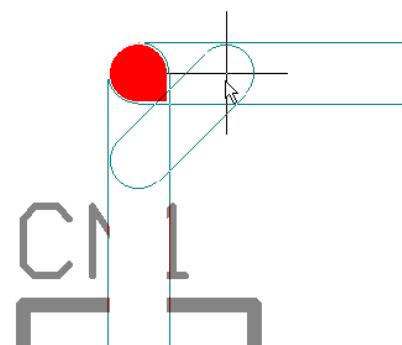
12.1 トラックによる補強

トラックやフィルは、補強したいトラック上をスタートポイントとして貼り付けていきます。このようにして配置すると自動的に同じネット名がつけられます。



ステータスラインをみるとそのトラックの状態がわかります。

No net assigned, Place Track Length: 0mil (0mil)

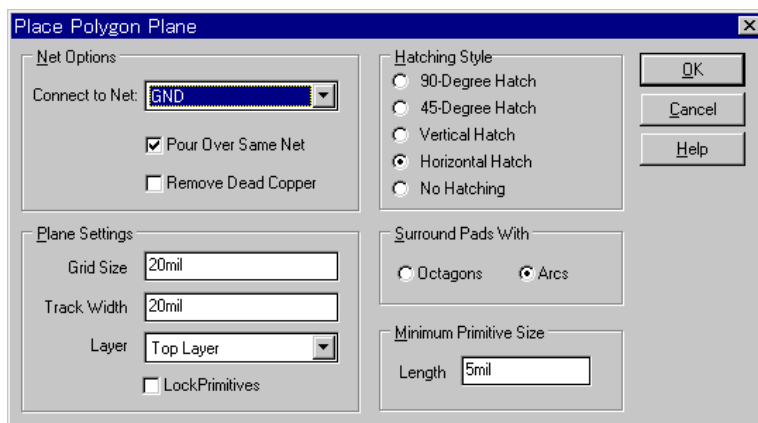


トラックを引きはじめる位置により、ネット名が自動的に付加されます。

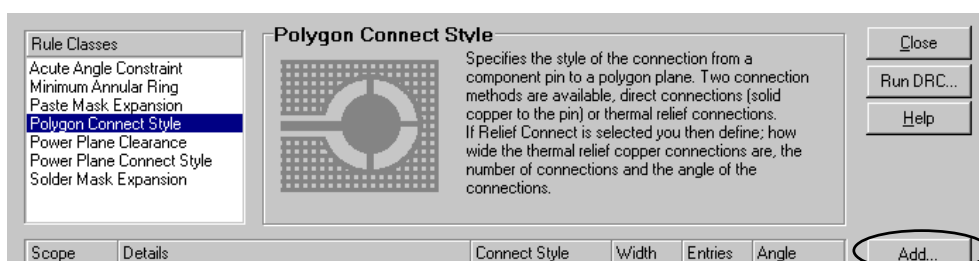
VCC, Place Track Length: 0mil (0mil)

12.2 ポリゴンプレーンによるベタ作成

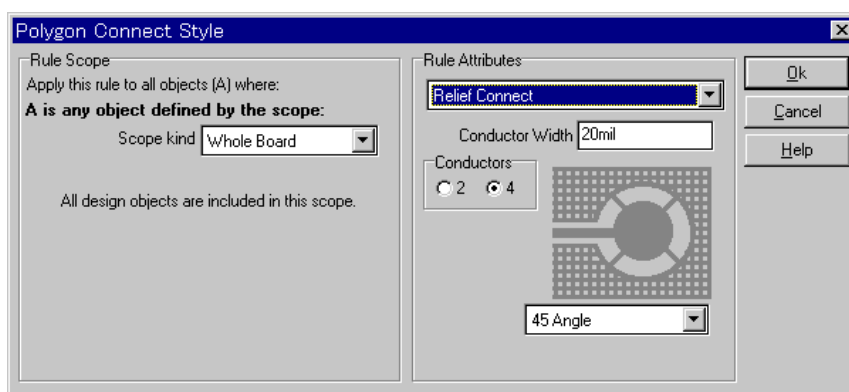
ポリゴンプレーンは、エリアを指定し、設定されているクリアランスをもとに、障害となるもの（例えば、ネット名 GND のポリゴンプレーンを作成する場合、GND 以外のネットのビア、トラック、パッド）をよけてベタエリアを作成します。Place-Polygon Plane (P, G) を実行すると、まず、ダイアログボックスが表示されますので、先にここでネット名、塗りつぶしの方法などを指定します。



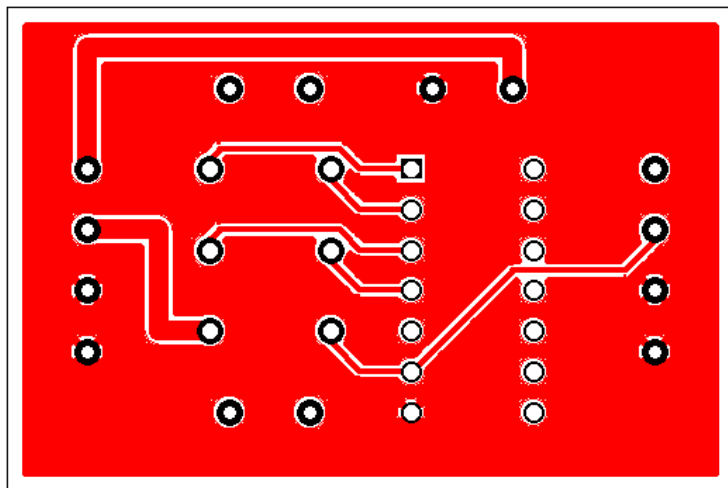
また、デザインルールで、同じネットのパッドにどのように接続するか設定できるようになっています。こちらの設定を先に行います。Design-Rules... (D , R) を実行し、タブを Manufacturing を切り替えます。Polygon Connect Style を選び、Add...をクリックして下さい。



次のダイアログが表示されますので、接続するポイント、角度などを設定して下さい。



ルールの設定が終われば、ポリゴン配置してやります。Place-Polygon Plane (P , G) を実行し、ダイアログボックスで設定し、OK をクリックすると、マウスがクロスになりますので、ここでは、基板全体を囲んでやる形でポリゴンプレーンを配置してやります。



ポリゴンプレーンでベタエリアを作成 (Top Layer)

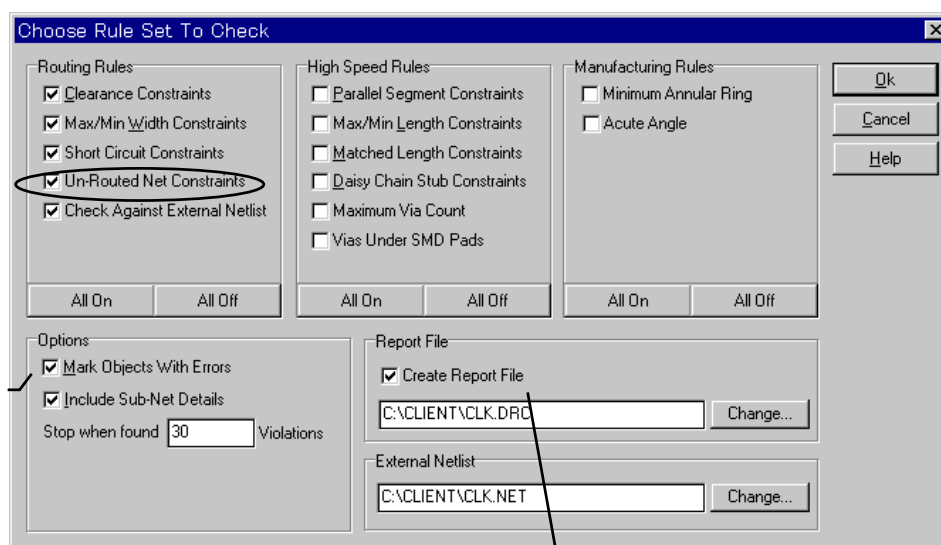
注) 実際の基板では、このようにポリゴンで基板全体を囲むような方法はあまりお勧めできません。この程度の大きさの基板では問題は発生しませんが、実際の設計では、部品やトラックが多くなり、障害物が多くなります。従って、トラックを発生させるのに、複雑な処理を行なう事になります。また、トラック幅、グリッドを細くして塗りつぶしを行うと、それだけデータの量が多くなるので、メモリがたくさん使用されます。本来あってはいけない事ですが、メモリが少ないと、ハングアップという事も起こすことも考えられます。また、同じような理由から、ポリゴンプレーンを重ねたり、ポリゴンをポリゴンで囲んだりするのも避けた下さい。



13. デザインルールチェック

後は、シルクの文字位置等を調整して下さい。一応、この基板の設計は終了しました。この後は、デザインルールチェックを行い、クリアランス等、設定したルールが守られているか確認を行います。Tools-Design Rule Check... (T, D) を実行すると、次のようなダイアログボックスが表示されます。チェック項目がいくつかありますが、すべての項目について、チェックを行う必要はありません。Routing Rule のところはすべてチェックし、それ以外は、デザインルールで設定した項目を選び、チェックを行います。エラーがあれば、エラーマーカーをPCB ファイルのオブジェクトに付けるオプションがありますが、マーカーだけでは、原因が判りませんので、レポートファイルを作成するようにしておいて下さい。OK のボタンをクリックすると DRC が始まります。レポートファイルが作成され、テキストエディタで表示されます。

チェックがあると、エラーがあったオブジェクトにマーカを表示します。



レポートファイルを作成するかどうかのオプション

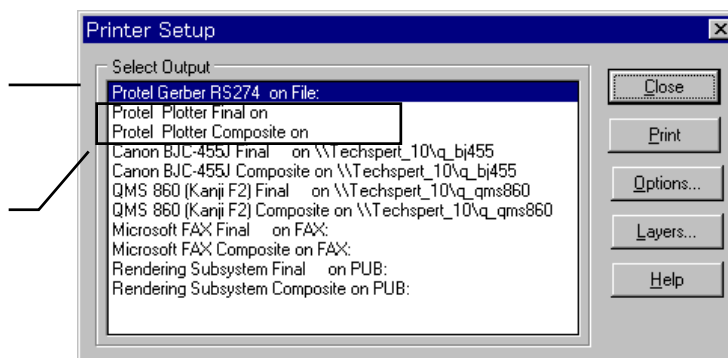
注) Un-Routed Net Constraints は、未配線の箇所があるかどうかのチェックですので、配線が終了していない段階で DRC を行う場合、このチェックははずして下さい。

14.出力

ここでは出力方法について説明します。プリントアウト、プロットアウト、ガーバーデータを作成する場合も、すべて File - Setup Printer...または Print で行います。どちらを実行しても同じダイアログボックスが表示され、ここで出力先と出力方法を選択する事になります。

Protel Gerber で基板データを作成します。

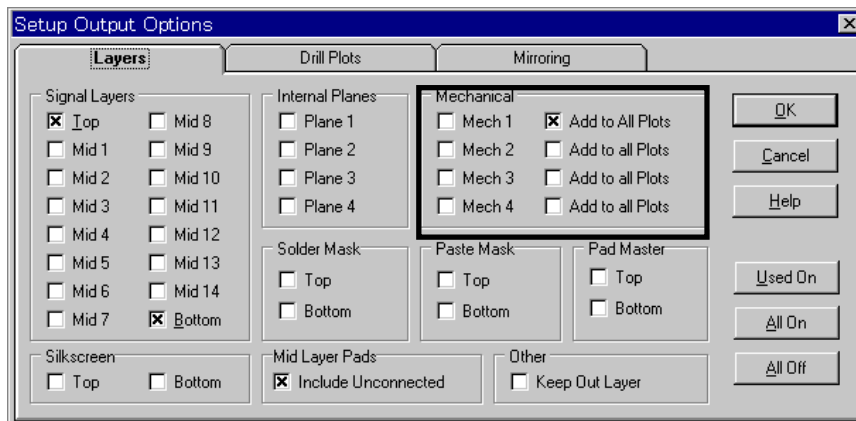
Protel Plotter は PCB に組み込まれているプロッタードライバーです。



ガーバーデータ以外では Composite と Final Artwork の 2 種類の出力方法があります。Composite は選択したレイヤーを重ね合わせて出力します。Final Artwork はそれぞれのレイヤー毎に、実際のアートワークのイメージで出力されます。出力方法について説明する前にメカニカルレイヤーとスペシャルストリングについて説明を行います。

14.1 メカニカルレイヤー

プリンターやプロッターに出力する場合、Composite であればレイヤーを重ね合わせて出力することができますが、ガーバーデータ、または Final Artwork では、レイヤー別に出力するのが基本です。但し、メカニカルレイヤーに作画したものは、他のレイヤーと一緒に出力することができます。上のダイアログの状態から Layers...ボタンをクリックして下さい。Setup Output Options のダイアログボックスが表示されますので、タブを Layers...に切り替えて下さい。Mechanical の右側に Add to All Plots というチェックボックスがあります。ここにチェックをいれると、そのメカニカルレイヤーは、他のレイヤーと一緒に出力することができます。合わせマークなど、すべてのレイヤーに出力したいものは、メカニカルレイヤーに作画し、出力時にチェックして下さい。



メカニカルレイヤーを単独で出力する場合は、左側の Mech1-4 にチェックし、他のレイヤーと一緒に出力する場合は、Add to all Plots にチェックします。

14.2 スペシャルストリング

PCB にもスペシャルストリングの機能が有ります。使用例をデモファイルで確認してみましょう。demo1.pcb をオープンし、基板の左上と右下に配置されている文字をみて下さい。左上には、次の文字が配置されています。

.PRINT_DATE	(日付)
.FILE_NAME_NO_PATH	(パス名なしのファイル名)
.LAYER_NAME	(出力レイヤー)

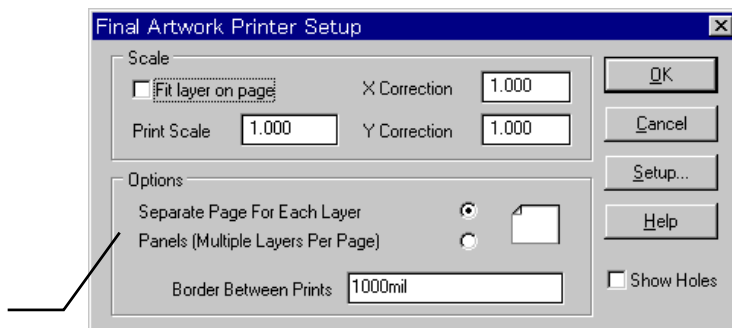
これらは文字は、メカニカルレイヤーに配置されています。先に紹介した Add to all Plots の機能を使うと、すべてのレイヤーに出力され、レイヤーネームも切り替わります。また、右下には、.LEGEND という文字が Drill Drawing のレイヤーに配置されています。この文字は、穴径を示すリストに変換されます。

14.3 プリントアウト

プリントアウトは、メニューバーより File-Print (F, P) を実行し、出力先を選びますが、インストールされているプリンタに対して Final と Composite の 2 種類の選択できるようになっています。Final を選択し、Options... のボタンをクリックすると次のようなダイアログが表示されます。

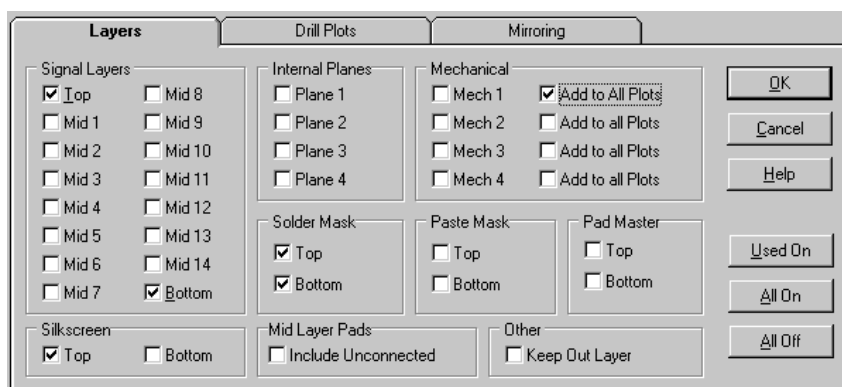
Separate... は一枚の紙に一つのレイヤーを出力し、Panel は、一枚の紙にまとめて出力します。

Panel を選んだ時、印刷する間隔を下の Border Between Prints のところで設定します。

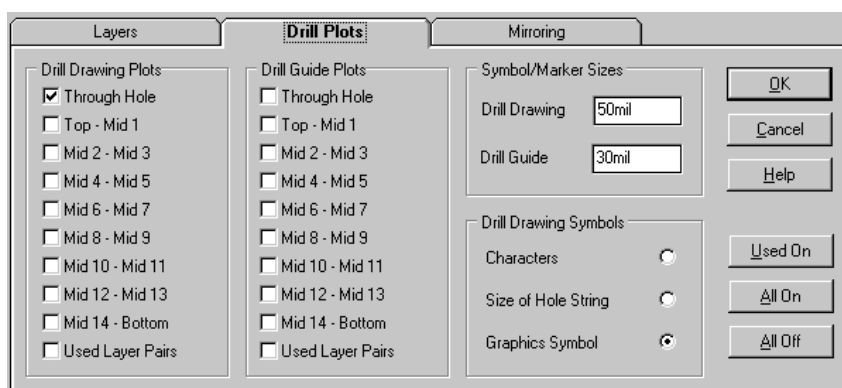


ここでは、出力図面の大きさと一枚の紙にまとめて出力するかを設定できます。出力サイズを設定すれば、ここは OK のボタンをクリックし、ダイアログボックスを閉じます。そうすると、また Printer Setup のダイアログに戻りますので Layers... をクリックします。ここで出力したいレイヤーにチェックを入れます。Used On のボタンをクリックすると、オブジェクトが配置されているレイヤーにチェックがつかますので、一旦、このボタンをクリックし、そこから不要なレイヤー

のチェックをはずしてもいいでしょう。



穴径図は、Drill Plots のところで選択することができます。Drill Drawing Plots と Drill Guide Plots が有りますが、Drill Guide の図面は穴位置に印がつくだけで大きさを区別する事ができません。従って、Drill Guide は実際には、余り使用しません。また、Drill Drawing を出力する時に、スペシャルストリングで .LEGEND という文字を配置しないと、穴径との対応が分かりませんので、まだ PCB ファイルに配置していない場合は、出力前に Drill Drawing のレイヤーに配置しておいて下さい。



14.4 プロッター出力

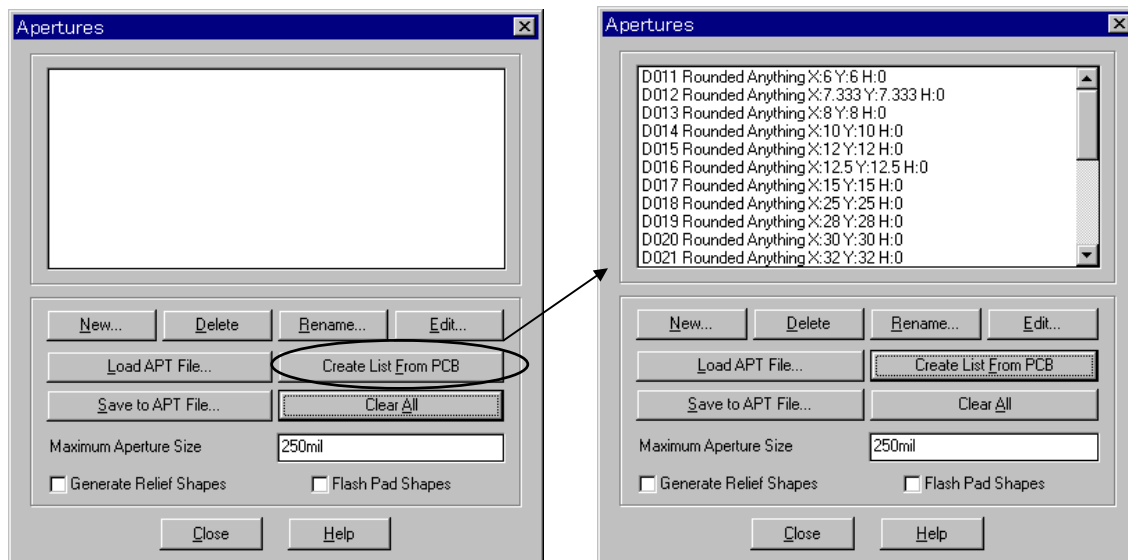
プロッターに出力する場合、ウインドウズのドライバーを使用する方法と、PCB3 に組み込まれているドライバーを使用する 2 つの方法があります。ウインドウズのドライバーを使用する場合は、プリンタと同じで、インストールしたプロッターを選択して下さい。File-Print を実行し、該当するプロッターを選んで下さい。PCB に組み込まれているドライバーで出力を行なう場合、File-Print を実行し、Protel Plotter を選びます。このドライバーは汎用のドライバとして作成されているため、使用するプロッターによっては、オフセットの設定が必要になります。フラットヘッドとロールタイプのプロッターでは、作画原点の位置が違っていると思いますので、プロッターのマニュアルで確認し、オフセットの値を設定して下さい。

14.5 ガーバーアウト

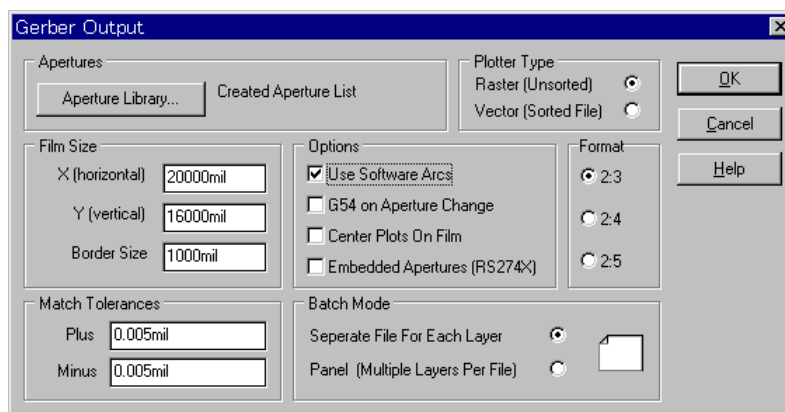
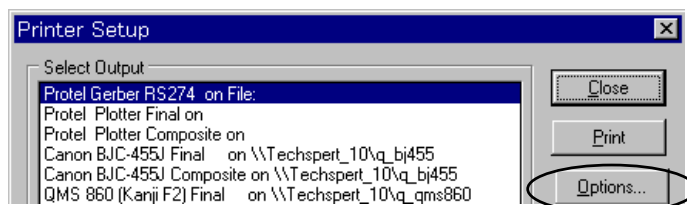
ガーバーアウトもプリントアウトと同じ要領で行なえます。但し、ガーバーデータを作成するためには、アパーチャーが必要になります。このガーバーデータやアパーチャーについてまったく知識のない方は、このガイドの「基板製作」の章を参照して下さい。ここでは、その手順だけを紹介します。

14.6 アパーチャーの作成

Design-Aperture Library (D , A) を実行すると、Apertures のダイアログボックスが表示されますので、Create List From PCB をクリックして下さい。これは、現在設計している PCB ファイルで使用しているパッドやトラックの大きさから自動的にアパーチャーリストを作成してくれる機能です。



作成したものは、セーブする事ができます。Save To APT File のボタンをクリックし、適当な名前でセーブをして下さい。ミリで設定しても、データはミルで保存されます。次に File-Print (F , P) を実行し、Options...のボタンをクリックすると Gerber Out のダイアログボックスが表示されます。



ここで設定を行い、OK を Printer Setup で Layers...のボタンをクリックします。Set Output Options のダイアログボックスが表示されますので、データを出力するレイヤーを設定します。両面基板の場合、一般的には、部品面 (Top)、半田面 (Bottom) とシルク (Silkscreen)、レジスト (Solder Mask) が必要になります。表面実装部品がない場合、レジストは部品面、半田面で同じになることが有ります。この時は、Top か Bottom のどちらかを出力すればいいはずで、これで OK をクリックするとまた、元のダイアログボックスが表示されますので、これで Print をクリッ

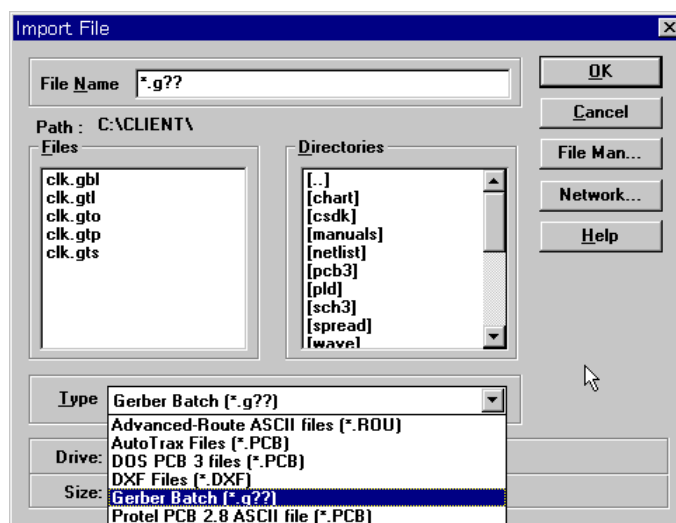
クするとファイル名を指定するダイアログボックスが表示されますので、適当な名前を入力して下さい。尚、拡張子はレイヤーによって自動的に決まりますので、それは必要はありません。OKをクリックするとデータの作成が始まります。

14.7 NC データ

NC データの作成は設定する項目がほとんどありません。メニューバーより Report-NC Drill (R, N) を実行します。NC データの原点は、ガーバーデータとは異なり、相対原点 (ユーザーが設定している原点) からの出力になります。ガーバーデータと同じ位置を原点にしたい場合は、先に Edit-Origin-Reset を実行して下さい。NC データの単位系は、出力するときの PCB ファイルの状態によって切り換えることができます。つまり設計ファイルが現在、ミリになっていれば、ミリのデータ、ミルであればインチのデータが作成されます。NC データを作成するとリポートファイルも同時に作成され、テキストエディタで表示されます。

14.8 ガーバーイン

作成したガーバーデータは、画面に表示して確認することができます。手順としては、File-New で新しいワークエリアを作成します。File-Import... (F, I) を実行し、Type のところで Gerber Batch か Single Gerber Files を選択します。Single Gerber Files では、指定したファイルをカレントレイヤーに読み込みます。また、Batch Gerber は、作成した複数のガーバーデータを、拡張子から自動的に各々のレイヤーに読み込みます。



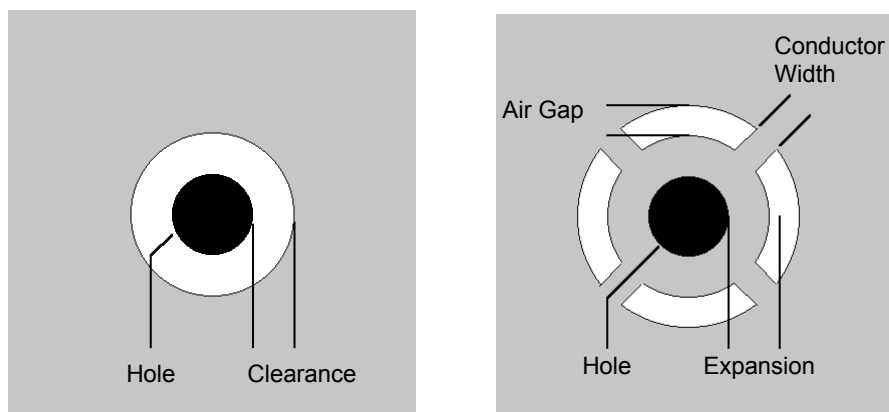
第 10 章 多層基板

アドバンスド PCB で多層基板を設計する場合、内層を信号層とするか、電源層として使用するかで、使用するレイヤーが異なりますので注意して下さい。他の PCB CAD では、このような使い分けをする必要が無いものも有ります。内層を電源層にする場合 Internal Plane (1-4) を使用します。インターナルプレーンでは、通常の信号層とは異なり、トラックを配置するのではなく、パッドの設定によって接続を行います。多層基板で内層の電源層を作成する場合について、次の事柄を理解しておいて下さい。

1. 多層基板の電源層

部品面や半田面ではトラックやパッドを配置した箇所が銅箔となり、画面表示 (またはプリントアウト) と出来上がりのイメージは同じになります。これとは逆に、多層基板の電源層 (インターナルプレーン) では、全体が銅箔ベタとして作成されますが、設計段階では、逆のイメージで作業を進める事になります。つまり、トラックやパッドが配置されているところは銅箔がない状態として作成されます。従って、そのパッドをインターナルプレーンに接続させたくない場合は、穴径より大きなパッドを出力すれば、その部分は銅箔がない状態で作成されますのでインターナ

ルプレーンとは接続されません。逆にインターナルプレーンと接続するためには、パッドを出力しなければいけません。これはダイレクト接続と呼ばれています。この方法で接続すると半田付けの作業がしにくいため、このような場合、パッドの形状をサーマルランドという形状にして接続を行います。



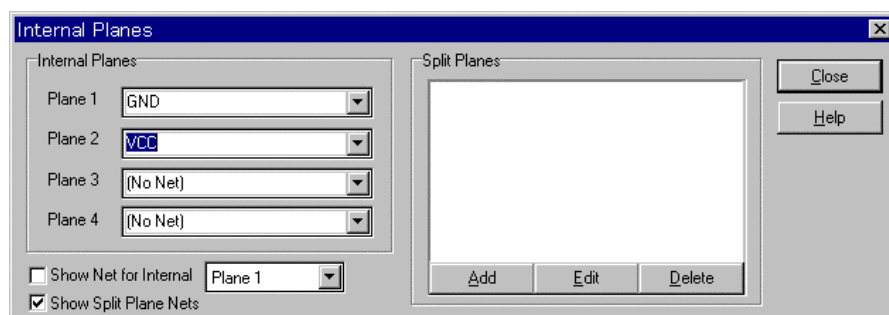
接続しない場合

サーマル接続する場合

インターナルプレーンのパッド

2.パッドの内層接続

4層基板の一般的なケースでは、電源とグランドを内層（インターナルプレーン）で接続させます。例えば、GNDをInternal Plane1、VCCをInternal Plane2へ接続する場合であれば、Design-Internal Plane...を実行し、Plane1、Plane2のところでネット名を指定して下さい。



内層接続を行えば、トップやボトムのレイヤーでトラックを配置して接続を行う必要がなくなるため、未配線の段階であれば、GNDとVCCのラッツネストは消えます。

3.表面実装部品（SMD）の内層接続

チップ抵抗のように穴がないパッドは、直接内層に接続することは不可能です。そのため部品以外にマルチレイヤーのパッドを追加し、そのパッドと表面実装部品のパッドをトラックで接続する必要があります。これらの処理はマニュアルでトラックやフリーパッドを配置しても構いませんが、オートルーターで一括して処理が行えます。修正は必要になりますが、手間を考えれば、こちらの方が楽ではないでしょうか。これは、次のようにして下さい。

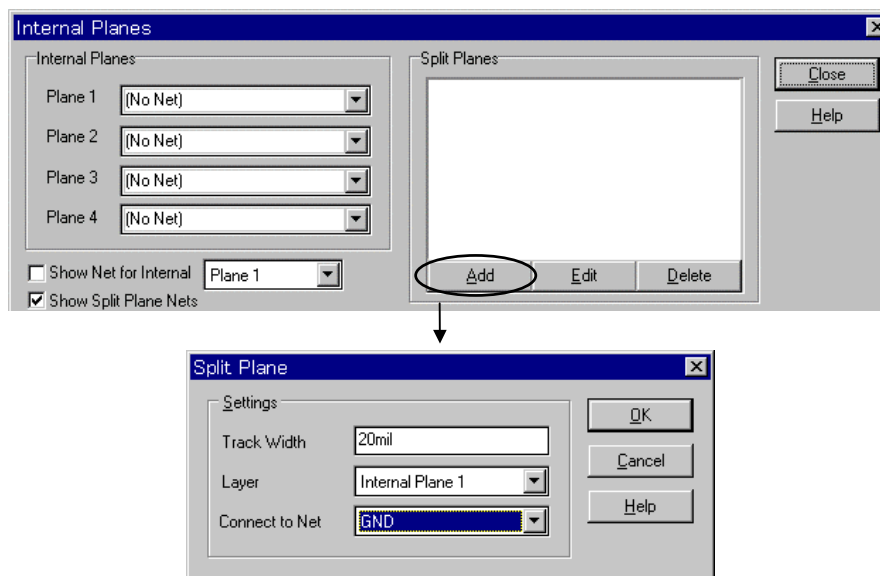
- 1.先に説明した方法で、GND、VCCをインターナルプレーンに接続しておきます。
- 2.次に、オートルーターの設定を行ないます。Tools-Setup Auto Router... (T, S)を実行し、Routing PassesのSMD Stringerをオンにします。他はオフにして下さい。
- 3.設定が終われば、オートルーターをかけます。オートルーターは、ネット単位でかける事ができますので、そちらで行う方が良いでしょう。引き出されたトラックの終端には、ビアではなくパッドが配置され、内層に接続された状態になります。

また、途中まで設計した基板が両面から4層基板に仕様変更があっても、ビアを削除し、パッドを配置し直す必要はありません。ビアは、Tools-Convert-Vias To Free Pads でフリーパッドに変更することができます。これは、**セレクトされているビアがパッドに変更されます**ので、このコマンドを行う前に、あらかじめパッドにしたいビア（内層に接続させたいものを）選択しておく必要が有ります。例えば、VCCの属性をもったビアをフリーパッドに変更する場合は、先にVCCをインターナルプレーンへ接続してから、次の様にして下さい。

- 1.Edit-Select-Net (S , N) を実行し、VCC を選択します。この時、ビア以外のものも選択されますが特に問題はないでしょう。
- 2.次に、Tools-Convert-Vias To Free Pads (T , V , V) を実行します。これで、VCCのビアはフリーパッドになります。
- 3.Deselect-All (X , A) で選択解除します。

4.内層に複数のネットを接続する場合

内層に複数のネットを接続するときは、そのレイヤーを分割する必要があります。スプリットプレーンを使う事で、まちがった分割をした場合のチェックができます。Design-Internal Plane...を実行し、Split Planes の Add のボタンをクリックします。Split Plane のダイアログボックスが表示されたら、レイヤー、ネット、トラック幅を設定し、OK のボタンをクリックします。



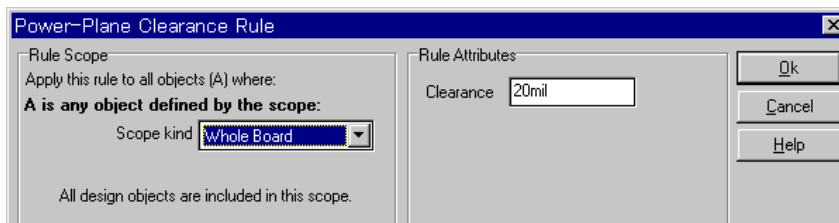
マウスがクロスになりますので、スプリットプレーンの配置を行います。スプリットプレーンの配置方法は、ポリゴンプレーンを配置するのと同じ要領です。このとき、指定したネットのパッドがハイライトされますので、それらを囲んで領域を設定します。さらに、配置が終了したら、更に、Add のボタンをクリックし、別のネットを追加して下さい。サンプルファイルの rpcb94.pcb で使用されていますので参考にして下さい。

5.内層に信号線を配置する場合

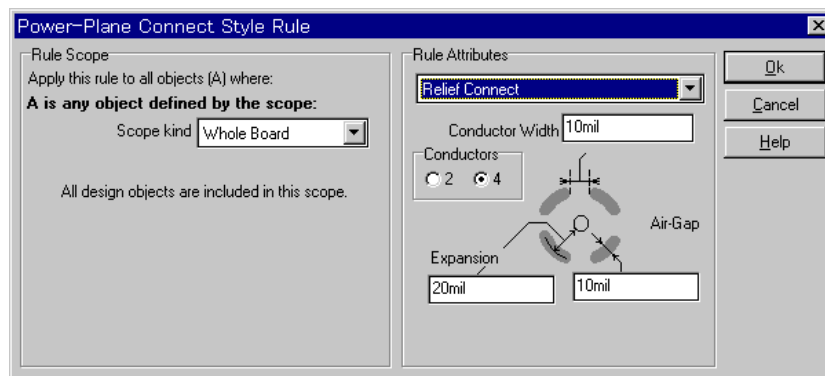
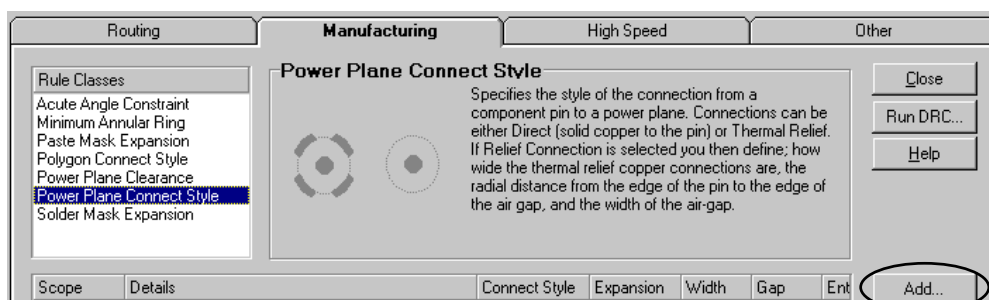
この場合は、インターナルプレーンではなくミッドレイヤーを使用し、部品面や半田面と同じ様にトラックを配置する方法で設計を行う事になります。通常、内層のレイヤーは、部品面や、半田面に比べて、パッドのサイズを若干大きく設定したり、クリアランスを大きく取る必要があります。デザインルールで、レイヤー別にクリアランスの設定もできますので、その値を少し大きくして下さい。ミッドレイヤーのパッドを大きくするには、パッドスタックを使用します。

6. インターナルプレーンのパッド設定

インターナルプレーンのパッドサイズは、デザインルールのところでは設定します。まず、インターナルプレーンに接続しないパッドの設定から行います。Design-Rules...を実行し、タブをManufacturing に切り替えて下さい。Power Plane Clearance を選択し、Add...のボタンをクリックします。このパッドの大きさは「逃げ」と呼ばれたり、内層のクリアランスと呼んだりします。通常、この値は、穴径 + 1mm 位にします。ここでの設定値は片側の値になりますので、1mm 大きくするには 0.5mm=約 20mil となります。



値を設定したら OK のボタンをクリックして下さい。特別に設定したい部品があれば、更に Add...のボタンで追加して下さい。次にサーマルランドの設定を行います。Power Plane Connect Style を選択し、Add...のボタンをクリックします。それぞれの値を設定し、OK のボタンをクリックして下さい。これらの値は、基板を実際に製作するところである程度、標準化された値があるはずですので、そちらへ問い合わせ、適切な値に設定して下さい。



第 11 章 その他の機能

1. 部品番号の付け直し

基板上の部品番号を規則性を持った形でつけ直す場合、Tools - Re-Annotate...を選択します。ダイアログボックスが表示されます。内容は次の通りです。

1.By Ascending X Then Ascending Y	左下から上へ
2.By Ascending X Then Descending Y	左上から下へ
3.By Ascending Y Then Ascending X	左下から右へ
4.By Descending Y Then Ascending X	左上から右へ
5.Name From position	座標の位置を部品番号にする

番号を選び OK をクリックすると、番号が変更され、同時に拡張子が WAS ファイルが作成されます。このファイルをスキマティックで読み込めば、部品番号が更新されます。

2. ティアドロップの追加

ティアドロップを発生させるのは、以下の様にして下さい。

1. ティアドロップを発生させたいパッドもしくはビアをセレクトします。
 2. Tools-Teardrops -Add を選びます。これでセレクトされたパッド、もしくはビアにティアドロップが追加されます。
- リアルタイムでティアドロップを追加したり、任意の形状を選択することはできません。

3. 部品の位置情報

部品の位置情報を出力するには、Reports - Pick and Place を実行します。作成されたファイルは、テキストエディタで表示されます。X、Y 等は座標値で、次のような位置をあらわしています。

Mid	フットプリントのセンター座標
Ref	フットプリントの基準座標
Pad	1 番のパッドの座標
TB	配置レイヤー (T=Top , B=Bottom)
Rotation	角度

第 12 章 基板製作

基板を製作するには、PCB CAD から出力したデータで、フィルムの作画を行ないます。このデータをフォトデータまたは、ガーバーデータと呼びます。

1. ガーバーデータ

基板製作用のデータをガーバーデータというのは、フィルムの作画を行なう機械（フォトリソター）を作っている Gerber Scientific Co という会社が開発した事に由来しています。このデータは基本的に XY の座標データの羅列で構造自体はそれほど難しくありません。ただ、データ量を少なくするために 0 を省略したりするので、一見しただけでどのようなものか理解できるものではありません。また、データ省略方法や、出力の桁数等の設定項目がいろいろ有り、それがあらかじめ分かっていると正しく作画できません。また、作画を行なうには、そのデータに対応したアパーチャーリストも必要となります。

2. アパーチャー

アパーチャーとは、ペンプロッターでいうとペンに相当します。また、ガーバーデータの中でア

パーチャーは、D10、D16 のように記述されているので、D-Code と呼ばれます。次にガーバーデータを見て下さい。これは、アドバンス PCB で作成したもので、他の CAD からのデータは必ずしもこの様にはなっていません。

```

*%FSLAX23Y23*% } ← ヘッダー
*%MOIN*%
G01*
D12* ← アパーチャー選択
X1000Y1000D02*
X2800D01*
X1000D02*
Y2200D01*
X2800D01*
Y1000D01*
D02*
M02*

```

詳細は後で説明しますが、XY は座標を示し、D01 - D03 は作画コマンド、D10 以降（この例では、D12）がアパーチャーの選択になります。つまり、D12 というツールを使って、それ以降の XY 座標の位置に作画せよという事になります。これを見ると、D12 というツールで作画を行なうという事はわかりますが、それがどのような大きさで、どのような形状かという事はわかりません。つまり、これだけでは設計した図を再現することはできないわけです。このツール番号の大きさ、形状を記したものがアパーチャーリスト（アパーチャーテーブル）と呼ばれるものです。

例として、アドバンス PCB で作成したアパーチャーリストをセーブすると、次のようになります。このファイルは、ASCII 形式になっているので、ウインドウズのメモ帳などのテキストエディタでオープンする事ができます。

```

D11  ROUNDED          4.000      4.000      0.000 MULTI
D12  ROUNDED          6.000      6.000      0.000 MULTI
:
D26  RECTANGULAR      50.000     50.000     0.000 FLASH
D27  RECTANGULAR      54.000     54.000     0.000 FLASH
:

```

形式は次のようになっています。

Dxx	形状	X	Y	Hole	用途
	形状				
	ROUNDED	丸			
	RECTANGULAR	角			
	OCTAGONAL	八角形			
	RELIEF	サーマルリリーフ			
	用途				
	FLASH	パッド、ビアに使用			
	LINE (Draw)	線を引くために使用			

MULTI (Anything) FLASH、 LINE の両方に使用

この形式はあくまで、アドバンス PCB のものです。他の CAD では違う形式になります。

3. マスターアパーチャーの作成

このアパーチャーリストですが、登録できる個数などの制約はありますが、D10 は、0.1mm、D11 は 0.15mm のような決まりはありません。フィルムの作画を行なうところでは、基板製作のデータを受け取った場合、先ず、アパーチャーリストを登録し、それからガーバーデータを読み込むという事になります。この登録の作業は、アパーチャーリストのデータを読み込むのではなく、プリントアウトしたものをオペレーターが入力している事が多いのではないのでしょうか。アパーチャーリストに関して、フォーマットというものは存在しないため PCB CAD によって出力の形式、表記方法はまちまちです。また、昔のフォトリソは、ペンプロッターにペンを設定するように、アパーチャーを実際にフォトリソにセットする必要がありました。現在は、フォトリソも進化し、実際のツールをセットするのではなく、アパーチャーテーブルを登録するという作業になります。このリストは一度入力してしまえば、保存しておく事が可能ですので、次の作画のときにも使用できます。

基板設計では、いつも同じサイズのパッドやトラックを使うとは限りません。ある設計ファイルでは、0.4mm を使用しても、次の設計では、そのサイズを使わない事もあります。アドバンス PCB の Create List From PCB の機能は、そのファイルで使用されているパッド、トラックのサイズを小さいものから順にリストアップしていきますので、PCB ファイル毎に違うアパーチャーリストが作成される事になります。従って、フィルムを作画するところでは、その都度アパーチャーリストを入力する事になります。

継続的に仕事を依頼する場合は、自社の標準となるアパーチャーリストを作成し、ガーバーデータ作成の際は、そのアパーチャーリストを読み込む事をお勧めします。マスターとなるアパーチャーを作成する場合、サイズの設定やどれだけの個数を登録すればいいのかわからないと思いますが、ひとつの方法として、フィルムを作画してもらうところに問い合わせ、そちらに標準の様なものがあれば、それを参考にしてください。

また、アドバンス PCB では、ガーバーデータにアパーチャーの情報を含めた形で出力する事（拡張ガーバー）もできますので、これであれば、アパーチャーリストの登録作業は不要になりますが、国内ではあまり一般的ではありません。

4. ガーバーフォーマット

アドバンス PCB が出力するガーバーデータは、業界の標準の RS274 と呼ばれているものです。ガーバーデータは、アパーチャーを選択し、そこに登録されているアパーチャーのサイズ、形によって「フラッシュ」と「ストローク」の組み合わせでイメージ（パターン図やシルク図など）を作画します。次のガーバーデータは、簡単な四角形を作画したものです。

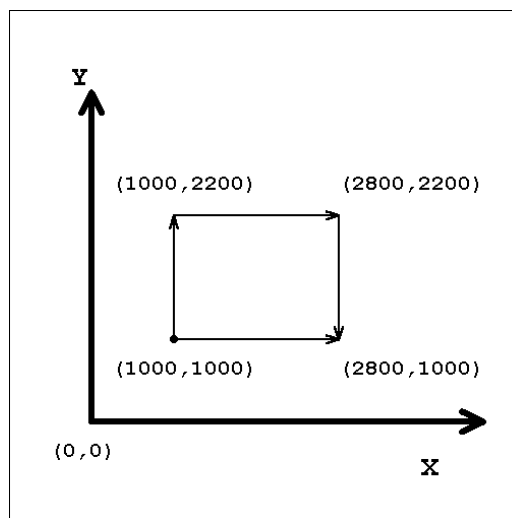
%FSLAX23Y23%	--- 桁数表示
%MOIN%	--- 単位系
G01*	--- 直線補間
D12*	--- アパーチャーD12 を選択
X1000Y1000D02*	--- (X,Y) = (01.000,01.000) inch = (1000,1000) mil へ移動
X2800D01*	--- 上の座標から (X,Y) = (2800,1000) まで作画
X1000D02*	--- (X,Y) = (1000,1000) まで移動

Y2200D01*	--- 上の座標から (X,Y) = (1000,2200) まで作画
X2800D01*	--- (1000,2200) から (2800,2200) まで作画
Y1000D01*	--- (2800,2200) から (2800,1000) まで作画
D02*	
M02*	--- 終了

各コマンドについて

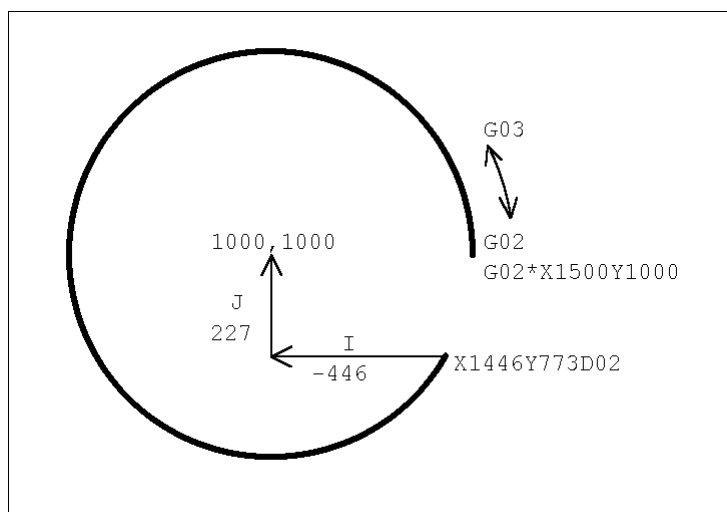
D01	光源オンで移動 (作画)
D02	光源オフで移動 (移動)
D03	その位置でオンオフ (フラッシュ)
D04-09	予約
D10-999	アパーチャー選択 (Advanced PCB では、999 まで)
G54	アパーチャーチェンジ
G01	直線補間
G02	円弧補間 (時計回り)
G03	円弧補間 (反時計回り)
G74	円弧補間中止
G75	円弧補間開始
I	円弧補間 X 方向
J	円弧補間 Y 方向
M02	終了コード

ここでは、2:3 フォーマットで出力していますので、ガーバーデータの先頭にその事が記入されています。アドバンスド PCB で出力されるガーバーデータは、リーディング 0 サプレス (前 0 省略) になっています。従って、サンプルガーバーデータの D12 に続く X1000Y1000D02* は、 $(X,Y) = (01.000, 01.000 \text{ inch}) = (1000, 1000 \text{ mil})$ へ移動という事になります。その次の行では、X2800D01* となり、Y 座標が表記されていません。これは直前の値と同じデータは省略するためこのようになっています。また、D01 は作画のコマンドですので、(1000,1000) から (2800,1000) まで作画ということになります。これを順にトレースしていくと次のようなイメージになります。



図のような円弧は次のように表記されます。但し、後述の Use Software Arc を使用すると、円弧

は短い直線で表記されますので、G75 や I、 J は使用されません。



G01 *

D11 *

X1446Y773D02 *

G75 *

G02 * X1500Y1000 I-446 J227 D01 *

D02 *

M02 *

--- (X,Y) = (1466,773) に移動

--- 円弧補間開始

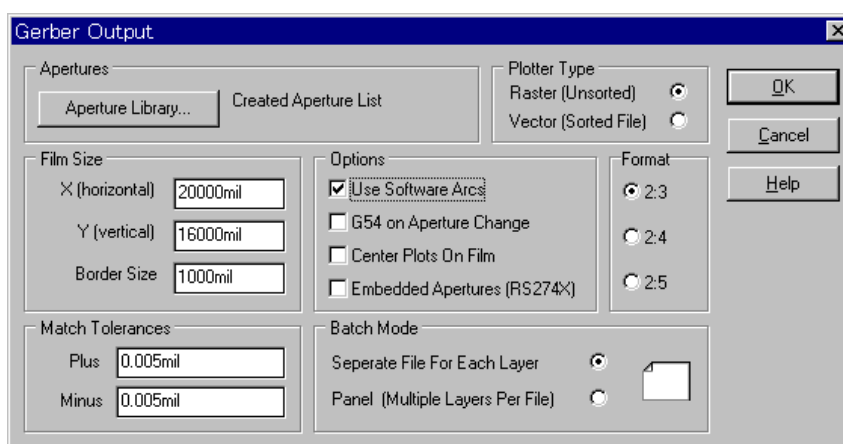
--- 反時計回りで終点が (1500,1000)

円の中心は、 X 方向に I (-446)

Y 方向に J (227) 移動させた所

5. ガーバーアウトプットのオプション

ガーバーアウトプットの各項目は次の通りです。どのように設定すればよいかわからない場合、次の設定で出力を行って下さい。



Plotter Type (フォトプロッタータイプ)

Raster (Unsorted)

Vector (SortedFile)

フォトプロッターは、ベクターとラスターの2つのタイプに分けられます。ベクタータイプは、ペンプロッターをラスタータイプは、レーザープリンタ（または、インクジェットタイプのプロッター）を想像して下さい。ベクタータイプのものはペンプロッターと同じように、機械的に作画を行ないます。ペンプロッターでは、一度に設定できるペンに制限があるように、ベクタータイプのフォトプロッターでも一度に設定できるアパーチャーに制限があります。このような場合、

データ側で同じ大きさのものは続けて出力してやる必要があります。現在は、ラスタータイプのものが主流です。

Options

Use Software Arcs

ここにチェックを付けると、円弧を短い直線で表記します。オフの場合は、円弧補間のコマンドを使用して、円弧を表現します。円弧補間は先に説明したように、I、Jのコマンドで円弧を表現し、ガーバーデータの量を少なくすることができますが、国内で一般的な円弧補間の表現方法と違うところがあり、それに対応可能かどうか、打ち合わせが必要になります。

G54 On Aperture Change

アパーチャーの交換時に G54 を付加するかどうかの切り替え。初期のフォトプロッターでは、アパーチャー変更の前に、G54 が必要な場合が有ります。オフでいいと思われます。

Center Plots On Film

ガーバーデータをこのダイアログボックスの左側のフィルムサイズにあわせて、そのセンターに作画するかどうかの切り替え。これもオフでいいでしょう。

Embedded Apertures

ガーバーデータを拡張ガーバーのフォーマットで出すかどうかの切り替え。拡張ガーバーは、国内では普及していないのでオフにします。

Match Tolerances

設計ファイルで使用しているサイズがアパーチャーリストに該当するものがない時、多少の大きさの違いであれば、別のアパーチャーで代用して作画しても大丈夫な場合が有ります。ここでは代用するアパーチャーの許容範囲を設定します。例えば、設計データで、62mil のサイズのパッドを使用しているのに、アパーチャーリストでは、60mil のものしかない場合、この 60mil で代用してデータを作成しても問題がなければ、この値を 2mil に設定すればいいことになります。また、アドバンスド PCB では内部のデータをインチ系のデータで持っています。従って、単位系を切り替えた場合に、1.5mm に設定したものが、1.499mm のようになることが有ります。この場合、1.5mm のアパーチャーで、1.499mm のトラック（パッド）を作画しても問題はないはずです。また、頻繁に単位系を切り替えた場合、実際にこの問題は発生しますので、もしそうなった場合、この値を（初期値は 0.005mil）少し大きくして下さい。

Batch Mode

Separate File For Each Layer

Panel Files （ Multiple Layers Per File ）

ガーバーデータを一枚のフィルムに作画するかどうかの切り替え。別々に出力するのが、一般的です。

6.データの受渡しについて

基板製作を依頼する場合、どのようなものが必要か挙げておきます。これらはあくまで目安で、実際には製作するところと打ち合わせを行って下さい。

提出するファイル（両面基板の場合）

部品面パターン	ファイル名.GTL
半田面パターン	ファイル名.GBL
部品面シルク	ファイル名.GTO
半田面レジスト	ファイル名.GBS
NC データ	ファイル名.DRL（EIA フォーマット）
	ファイル名.TXT（アスキーフォーマット）

以下は、必要に応じて

- 部品面レジスト ファイル名.GTS
(チップ部品などがあり部品面と半田面のレジストを共用できない場合など)
- 半田面シルク ファイル名.GBS
(半田面に部品がある場合など)

また、多層基板の場合は上記に追加する形で、

- 内層電源層、GND 層 ファイル名.GPx
(多層基板の場合の内層電源、GND で x は層の番号)
- 内層信号層 ファイル名.Gxx
(多層基板においての内層信号層、xx は層の番号)

提出図面

- 提出ファイルをプリントアウトしたもの
- 穴径図 (Drill Drawing Layer をプリントアウトしたもの)
- 基板外形が複雑な場合は、寸法が入った外形図

その他

- アパーチャリスト
(拡張子が APT のもの。これはミルで出力されますので、必要であればミリでの 換算値を書き加えたもの)
- ドリルのツール表
(ツールに対応した穴径とスルーホールかノンスルーホールかを指示したもの)
- ガーバーデータと NC データのフォーマット

フォーマットは次のようになります。

ガーバーデータ

Format	RS-274
Type	Absolute (絶対座標)
出力原点	システム原点
Integer (整数部)	2 (ミリの場合、5 桁)
Decimal (小数部)	3 (～5) ... ダイアログボックスで設定
Units (単位系)	English / Metric (インチ / ミリ)
Zero suppression	Leading (前ゼロ省略)

NC データ

Format	Excellon (エクセロン)
Type (座標系)	Absolute (絶対座標)
出力原点	ユーザーが設定した原点
Integer (整数部)	2 (ミリの場合、4 桁)
Decimal (小数部)	3
Units (単位系)	English / Metric (インチ / ミリ)
Zero suppression	Trailing (後ゼロ省略)

出力データの単位系は、PCB ファイルの現在の状態に依存します。つまり、ミルで設計していれば、インチで、ミリで設計していれば、データもミリになります。また、単位系によって、出力データの整数部は自動的に変更されます。

