

## Protel98へようこそ

Windows95/NTの為に32bit電子設計システム、Protel98の世界へようこそ。このProtel98では、最初のコンセプトの段階から最終基板レイアウトまでの全てを容易に実現可能な、統合化開発環境が提供されます。

Protel98は、今までとは異なる極めて進化した高い次元でのツールの統合を実現します。Protel98は、他のツールのように設計工程の各段階でそれぞれ異なったアプリケーションを使用するのではなく、全てのツールをEDA/Client98という一つのアプリケーション環境で使用することができます。EDA/Client98を起動すれば、すべてのツールをタブを選択するだけで使用することができます。また一貫性がありカスタム可能なユーザー環境により、ツールを使い分ける場合においても操作性の違いに苦勞する事はありません。



単一の開発環境が実現されたProtel98では、それぞれの設計工程の間でのデータの受け渡しに困る事はありません。例えば、Protel98で基板の自動配線を行なう場合、PCBレイアウト画面の中でコマンドを1つ起動するだけで実行され、自動配線の為の特別なファイルを作成する必要はありません。またProtel98では回路図エディタから直接、PLDの為に書かれた回路図をコンパイルすることができます、一回の操作で業界標準のJEDECダウンロードファイルを生成できます。

Protel98では、シミュレーションも統合化されており、アナログ/デジタル混在のシミュレーションを回路図作成画面から直接、設定し実行する事ができます。Protel98には、広範囲のシミュレーション可能なコンポーネント・ライブラリーが用意されており、業界標準のSPICEとVerilog-HDLシミュレーション言語がサポートされています。

Protel98には充実した回路図用およびPCB用の部品ライブラリーが含まれています。またプロテルのライブラリー開発センタでは常時ライブラリーの開発が行われており、主要な部品メーカーの最新のデバイスやパッケージング技術のサポートが行われます。これらの新しいライブラリーは、プロテル社のWebサイト [www.protel.com](http://www.protel.com) からダウンロードできます。

また、Protel98には、統合化された表作成ツール、テキスト編集機能、マクロ作成ツールが装備されており、EDA/Client98環境上での設計プロジェクトに含まれるすべてのドキュメントとの連携が可能です。

EDA/Client98はオープン・アーキテクチャですので、プロテルやサードパーティからのアドオン・ツールを利用してProtel98の機能を拡張することができます。アドオン・ツールはEDA/Client98環境下で統合化され、新しい機能やサービスの提供によりProtel98デザインツールの能力を向上させます。プロテル社のWebサイト [www.protel.com](http://www.protel.com) により、最新のアドオン・ツールのリストを参照ことができ、この中のほとんどのツールは直接ダウンロードすることができます。

Protel98をインストールする事により、複雑な設計を短期間で簡単に片付けてしまう事のできる、統合されたツールのセットを一度に手に入れることができます。

**ゆったりと椅子に腰掛け、くつろいでください。Protel98があなたに代わって働いてくれるでしょう。**

## Protel 98の機能を調べる

Protel 98が、どのように電子設計を効率化するのかについて理解していただく為に、この冊子の「主要機能」セクションに、Protel 98の便利な機能のいくつかが紹介されます。このセクションを読めば、Protel 98を使用する事により複雑な作業を簡単に処理できる事がわかります。「主要機能」では、統合化環境とProtel 98の強力なデザインエントリーツールやPCB設計ツールについて説明されています。さらに、Protel 98でより効率的に設計を進める方法についても触れられています。

EDAソフトウェアやProtel を始めて使用される方は、この冊子の「チュートリアル」セクションを参照してください。このセクションでは、Protel 98を使用した設計の流れを詳しく説明しています。チュートリアルでは、単純な2個のトランジスタを用いたマルチバイブレータが例題として取り上げられており、回路図の入力から最終基板設計までが説明されています。Protel 98のCDにあるチュートリアル・ファイルを使用すれば、設計工程のどの段階からでも、チュートリアルを始めることができます。

この冊子で、Protel 98の主な機能と特徴について説明されていますが、イントールCDに用意されているサンプルファイルを使用してProtel 98の機能についてさらに詳しくお試しになる事をお奨めします。この小冊子の「より詳細な調査の為に」のセクションで、これらの例のいくつかが説明されています。また、Protel 98の拡張オン・ライン・ヘルプを使用すれば、Protel 98の使用についての詳細な情報が得られます。

**気軽に Protel 98 を試してみましょう。**

### 主要機能

Protel 98 の優れた統合化環境について	3
デザイン・エントリーツール	4
PCB デザイン・ツール	8

### チュートリアル

回路図を作成する	12
プリント基板 ( PCB ) 設計	22
基板の自動配線	27
回路のシミュレーション	33

より詳細な調査のために	36
-------------	----

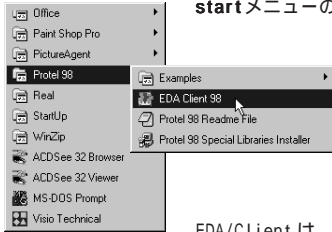
ソフトウェアのインストール	37
---------------	----

トライアル版の制限事項	37
-------------	----

動作環境	37
------	----

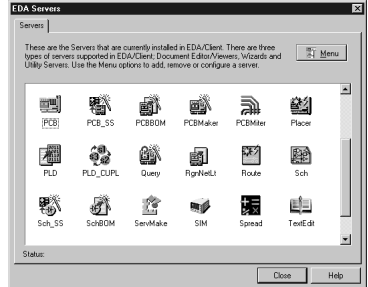
## Protel98の優れた統合化環境について

Protel98のバックボーンはProtel ツールの統合環境であるEDA/Client98で、WindowsNT/95 に最適化された32ビットアプリケーションです。これのEDA/Client98は、Windows startメニューのProtel98フォルダから起動することができます。これですべてのProtel98 ツールをアクセスすることができるようになります。設計の種類の違いに合わせて、それぞれ別のアプリケーションを使用するといったことは不要です。



EDA/Client は、Protel98の為にインフラストラクチャおよびインターフェースとしての役目を担います。回路図の編集やPCB設計、ネットリストの生成等のサービスは、32ビットのWindowsダイナミック・リンク・ライブラリ (DLLs) にコンパイルされたプラグイン・サーバとして供給されます。そして "クライアント / サーバ" の考え方により、EDAツール間の完全な統合と一貫性のある操作環境が実現されます。

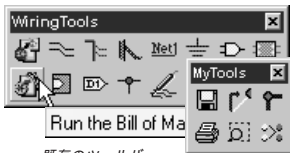
EDA/Client は、Protel98の為にインフラストラクチャおよびインターフェースとしての役目を担います。回路図の編集やPCB設計、ネットリストの生成等のサービスは、32ビットのWindowsダイナミック・リンク・ライブラリ (DLLs) にコンパイルされたプラグイン・サーバとして供給されます。そして "クライアント / サーバ" の考え方により、EDAツール間の完全な統合と一貫性のある操作環境が実現されます。



クライアント - サーバ - アーキテクチャにより、新たなツールをプラグインすることでProtel98の機能を拡張できます。

### 完全なカスタマイズが可能な環境

EDA/Clientによって得られる統合環境では、ツールの種類に関らず必要に応じてリソースの変更が可能です。Protel98では、デフォルトのツールバーやメニューをすべてカスタマイズする事が可能であり、この機能を利用してユーザの用途に合わせた独自の環境を構築することができます。ツールバーやメニューを変更する為に必要な操作は、ツールバーやメニューの一部をダブルクリックして、プロパティを設定する為のダイアログボックスを開くだけです。これによりボタンやメニューアイテムの追加と削除および変更が可能になります。EDA/Clientまたはそのサーバによって提供されるプロセスは全て、メニューまたはツールバーに割り付けることができます。



既存のツールバーにボタンを追加したり、新しくツールバーを追加することができます。

ツールバーやメニュー以外に、ショートカットキーもカスタマイズ可能です。デフォルトでショートカットキーが与えられていますが、簡単に好みのショートカットを組み込んで使用することができます。

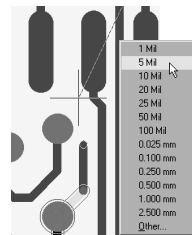
この機能を用いて、Protel98を用途に合わせてカスタマイズすればツールごとに異なったキーボードコマンドを覚える必要はありません。このProtel98の広範囲なカスタマイズ機能により、自分のツール環境を自由自在にコントロールする事ができます。



Client XメニューからCustomizeを選択して、自分自身の用途に合わせたカスタムツールバーやメニューを作成できます。カスタムツールバーやメニューは、Protel98のいずれのドキュメントにエディタにも割り付けることができます。

### リエントラント編集

EDA/Clientは処理の全てが、それぞれに対応した特定のプロセスを起動することで実行されるプロセスドリブン環境です。Protel98はこのしくみにより、強力で多様な編集環境を実現しています。Protel98はこれにより、プロセスを実行中の他のプロセスから起動することが可能です。例えばPCBの配線作業中に、グリッドを変更したくなった場合には、ただ単にG・ショートカットを押すだけでグリッド設定のポップアップメニューが表示され、グリッドサイズの変更が可能になります。(ショートカットの一覧については、オンラインヘルプのTablesタブを参照してください。)この時、トラックの配置作業を中断する必要はありません。このようにあるプロセスから別のプロセスを起動できる機能をリエントラント編集と呼びます。"シーケンシャル"なコマンド操作が必要な他のツールに対して、このリエントラント編集では操作の簡素化による作業効率の向上が実現されます。



配置中でも、Gを押せばグリッドを変更できます。

## クロス・ツール・マクロの作成

Protel98は、Client Basicというマクロ・プログラミングをサポートしています。Client Basicは、強力なオブジェクト指向のスクリプト言語でマイクロソフトのVBAに似た構造をもっています。マクロはEDA/Clientレベルで動作します。すなわち、Protel98のツールすべてにわたって動作するスクリプトを記述できるようになります。Protel98の統合化されたテキスト・エディタには、Client Basicの構文ハイライト機能や会話形式のデバッグ機能があり、複雑なマクロ記述も簡単に構築できます。マクロを実行するには、ClientメニューのRun Scriptコマンドで実行できます。またはカスタマイズしたツールバーやメニュー・アイテム、ショートカットキーから実行する事も可能です。これにより、簡単にマクロを作業環境に統合化できます。



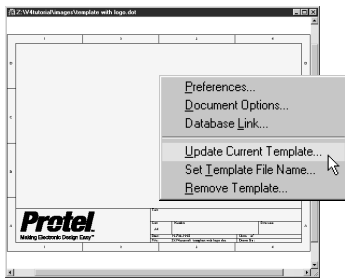
ダイアログ・エディタとOLEサポートする強力なBasicスクリプト言語でマクロを記述

## デザイン・エントリー・ツール

### スキマティック・キャプチャ - イマジネーションの獲得

スキマティック・キャプチャは、EDAデザイン・プロセスの最初の段階です。そしてスキマティック・キャプチャは、製品のコンセプトと実際の製品との間のインタフェースとなるものです。Protel98のスキマティック・キャプチャは、アドバンスト・スキマティック98スーパーによって供給され、強力ですべて簡単に使用できるスキマティック編集環境をもたらします。EDA/Client環境に完全に統合化されたアドバンスト・スキマティック98では、Windows出力デバイスをサポートし、任意のサイズのスキマティックのマルチ・シートを作成することができます。

### カスタム・スキマティック・テンプレート



会社のロゴのついたカスタム・テンプレートの作成。

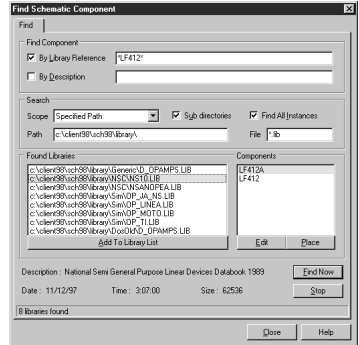
Protel98を使用すれば、新しく設計する度に始めから作業をする必要はありません。カスタム・シート・テンプレートを使えば、任意の新しいプロジェクトの途中から作業を進めることができます。メニューからFile>>Save As...を選択するかファイル・タイプとしてAdvanced Schematic Templateを選択することにより、どんなスキマティック・シートでもテンプレート・ファイルとして保存することができます。スキマティック・ドキュメント・オプションはすべて、追加したデザイン・オブジェクトやグラフィックスと同様にテンプレートに保存されます。スキマティックのPreferencesダイアログ (Options>>Preferences...)のSchematicタブのDefault Template File オプションを設定することにより、新しいスキマティック・シートを希望のテンプレートにする事ができます。また、Optionsメニューの機能を使用すれば、いつでも既存のデザインに新しいテンプレートを割り付けることができます。

### コンポーネントの検索

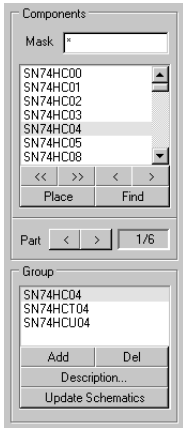
効率的に設計するには、最新のコンポーネントにアクセスする必要があります。Protel98では、主なデバイスメーカーの60,000を越えるデバイスで構成されるスキマティック・コンポーネント・ライブラリを供給できるようになりました。Protel社のLibrary Development Centerにより、コンポーネント・ライブラリは常に更新・作成されます。最新のライブラリは、Protel社のWebサイト (www.protel.com) からダウンロードして使用できます。

大量のコンポーネントを管理するために、Protel98には強力なコンポーネント検索オプションとライブラリ管理機能があります。

スキマティック・エディタ・パネルのFindボタンから(または、スキマティック・メニューからTools>>Find Component...を選択する)アクセスできるFind Schematic Componentダイアログにより、複数のライブラリにわたる特定のコンポーネントを検索することができます。異なるデバイスメーカーのプリフィックスやサフィックスに対応するために検索文字列にワイルド・カードを使用できます。( \* = 任意の文字列、 ? = 任意の一文字 )



コンポーネント・ファインダにより右のコンポーネントを簡単に見つけることができます。

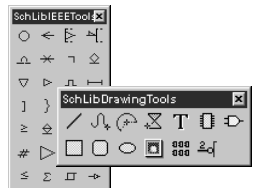


一つのグラフィックに複数の名前をリンクすれば、似たような部品にそれぞれのアウトラインを作成する必要がありません。

## 拡張ライブラリ管理機能

Protel98には、ライブラリを作成・管理したり、カスタム・ライブラリやカスタム・コンポーネントを作成することができるライブラリ・マネージメント・ツールがあります。

既存のライブラリを編集するためにオープンするには、メニューからFile>>Openを選択し、EditorにSchLibを設定します。そして、必要なライブラリ・ファイルを示します。ライブラリは、スキマティック・ライブラリ・エディタの中にか開かれます。Toolsメニューを使用して、ライブラリ内のコンポーネントの追加や削除、名前の変更ができます。スキマティック・ライブラリを新しく作成するには、メニューからFile>>Newを選択しSchLibアイコンを選択します。マルチ・パート・コンポーネントが完全にサポートされます。ライブラリ間のコンポーネントの移動やコピーを行なうには、Tools>>Copy ComponentまたはTools>>Move Component機能を使用してください。このような機能を利用すれば、好みのコンポーネントでカスタム・ライブラリを簡単に作成することができます。



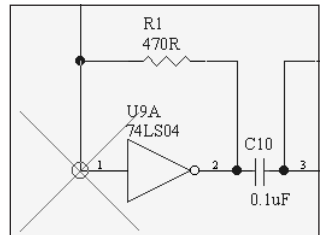
ドロウイング・ツールやIEEEシンボルを使用して、スキマティック・コンポーネントを作成する。

## ガイド付きの配線の接続

スキマティックの配線作業は簡単です。スキマティックの電気リカル・グリッドにより、電気リカル・オブジェクトの配線や配置の時に自動的にカーソルが接続点に掴まれます。カーソル上に小さな赤い点で"接続"サークルが表示され、電気的な接続点であることを示します。これにより、勘に頼ることなく簡単に正確な配線が可能です。

スキマティックではいくつかの配線モードをサポートしており、任意の角度でワイヤを置くことができます。また、これにより直角または45°の角度でワイヤを拘束することができます。配線モードを切り替えるには、ワイヤの配置中に単にスペースキーを押して下さい。このような拘束された配線モードにより、プロフェッショナルなスキマティックを速く簡単に作成することができます。

一度配線されたコンポーネントやその他の電気リカル・オブジェクトの位置を調整するには、"ドラッグ"機能(Edit>>Move>>Drag)を使用してオブジェクトを調整してください。この間すべての電気接続は保持されます。ドラッグ中にスペースを使用して、上記の配線モードを繰り返すことができます。ドラッグ機能により大規模なマルチ・ピン・コネクタなどの位置の調整が簡単にできます。

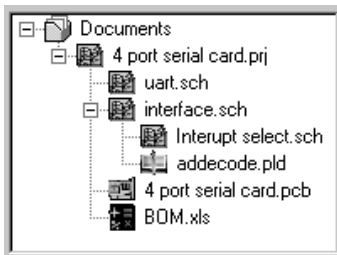


ガイド付きの配線により、電気リカル・オブジェクト同志の配線が簡単になります。

## フル・マルチシート履歴機能

アドバンストスキマティック 98を使用すれば、入出力ポートを介して複数のシートをリンクすることによりモジュール設計を簡単に行うことができます。アドバンストスキマティックでは、階層的なスキマティック構造を形成することができます。スキマティック・サブシートを表すシート・シンボルを使用して、デザインを "レイヤー" で構築することができます。階層構造により、複雑なデザインを簡単に管理することができます。

スキマティック・デザインを階層的に扱うことで、プロジェクトの大きさや複雑さに関係なく、デザインの効率的なモジュール化やプロジェクト全体の把握、トップ・ダウン設計を行うことができます。アドバンストスキマティック 98は、階層構造のネストに制限はありません。



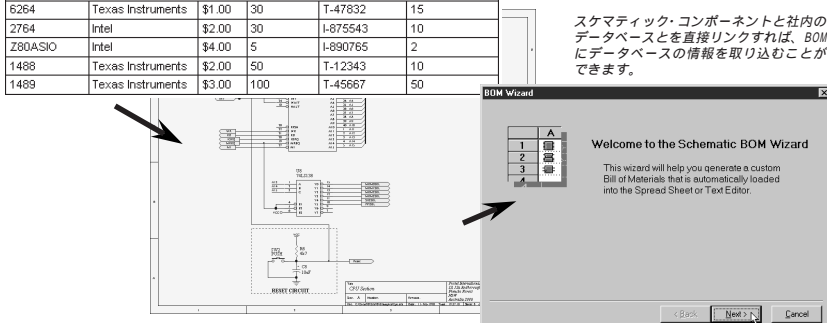
プロジェクト・マネージャにより、プロジェクトの中のすべてのドキュメントの関係が示されます。プロジェクト・マネージャを表示するには、メニューから **View >> Project Manager** を選択してください。

## データベースとのライブ・リンク

静的なデータベースのインポート / エクスポート機能と同様に、ProteI98ではスキマティック・コンポーネントと複数の外部データベースを "ライブ" リンクすることができます。Options >> Database Link機能を使用してスキマティック・コンポーネント・パーツ・フィールドと社内の在庫管理データベースとの間に動的に更新されるリンクを設定することができます。マルチ・サーチ機能を使用すればリンクはどのデータベースでも設定でき、リンクできるデータベースの数に制限はありません。ライブ・リンク機能とProteI98の部品表ウィザード (Reports >> Bill Of Material) とを組み合わせると、社内のデータベースから最新の情報による詳細なコスト・在庫レポートを作成することができます。

PARTNAME	MANUFACTURER	PRICE	QUANTITY	ORDERCODE	MINREORDER
6264	Texas Instruments	\$1.00	30	T-47832	15
2764	Intel	\$2.00	30	I-875543	10
Z80ASIO	Intel	\$4.00	5	I-890765	2
1488	Texas Instruments	\$2.00	50	T-12343	10
1489	Texas Instruments	\$3.00	100	T-45667	50

スキマティック・コンポーネントと社内のデータベースとを直接リンクすれば、BOMにデータベースの情報を取り込むことができます。

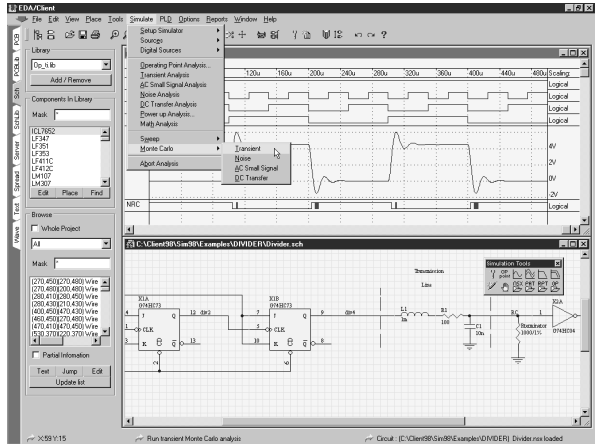


## スキマティックから直接実行する統合化されたシミュレーション

ProteI98には、アドバンストSim98という強力なアナログ / デジタル混在のシミュレーション・サーバが準備されています。このシミュレーション・サーバは、EDA/Client環境に統合化されています。アドバンストSim98はアドバンスト・スキマティック 98と連携して動作し、スキマティックから直接シミュレーションを実行できます。シミュレーションに準備されているスキマティック・ライブラリ (Client98\Sch98\Library\Sim\ フォルダにあります。) により、シミュレーション可能な回路図を作成することができます。

アドバンストSim98サーバにより、**Simulate**メニューとツールバーがスキマティック・エディタに追加されます。これにより、スキマティック・シートから直接シミュレーションの実行や設定が行われます。シミュレーションには、オペレーティング・ポイントや過渡解析、AC小信号、ノイズ、DCトランスファ、パワー・アップがあります。出力信号の高速フーリエ変換や部品の公差の影響を調べるためのモンテカルロ解析を行うことができます。

アドバンストSim98は、マイクロエレクトロニクス設計のためのシミュレーション技術では世界をリードするDolphin Integration社の技術で作成されています。アドバンストSim98の技術により、回路の性能を正確にシミュレートすることができます。



スキマティックから直接混合信号のシミュレーションを実行できます。

## 混合信号のシミュレーション

アドバンストSim98のシミュレーション・エンジンは、業界標準のSPICEやVerilog-HDLのシミュレーション言語と互換性があり、アナログとデジタル混在のシミュレーション・オプションがあります。アナログとデジタルのシミュレーション波形を生成することができます。

Protel98の混合信号のシミュレーションの例は、ディバイダ・イグザンプル・スキマティック (¥Client98¥Sim98¥Examples¥Divider¥Divider.sch) を開いてください。

**Simulate>>Transient Analysis** を選択して回路の過渡シミュレーションを実行してください。シミュレーション出力には、デジタルとアナログ波形の両方が表示されます。スキマティック・シートの場合、抵抗R1の値を変更 (抵抗シンボルをダブルクリックして属性ダイアログを開き、**Part Type**フィールドの値を変更して下さい。) し、過渡解析を再実行し変更の影響を確認してください。

```
* NE5534 OPERATIONAL AMPLIFIER "MACROMODEL" SUBCIRCUIT
* CREATED USING PARTS RELEASE 4.01 ON 04/10/89 AT 12.41
* (REV N/A) SUPPLY VOLTAGE: +/-15V
* CONNECTIONS:  NON-INVERTING INPUT
*                 | INVERTING INPUT
*                 | POSITIVE POWER SUPPLY
*                 | NEGATIVE POWER SUPPLY
*                 | | | | OUTPUT
*                 | | | | COMPENSATION
*                 | | | | / \
*.SUBCKT NE5534 1 2 3 4 5 6 7
C1 11 12 7.703E-12
DC 5 5.3 DX
```

```
>>> VERILOG
timescale 1ns/1ps

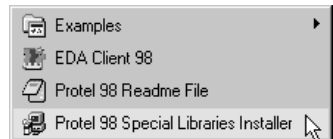
module I74HC00(A1, B1, Y1, GND, VCC);
    input A1, B1, GND, VCC;
    output Y1;

    nand #(0, 0) NAND1 ( N_1 , A1 , B1 );
    XDELAY #( 11.9 , 11.9 , 0.122 , 0.122 , 0 ) DEL1 ( Y1 , N_1 );
endmodule
```

業界標準のシミュレーション言語であるSPICEとVerilog-HDLでの作業。

## エクステンション・モデル・ライブラリ

デバイスをシミュレートするために、スキマティック上のコンポーネントはデバイス・モデルを参照する必要があります。先に触れたシミュレーションでできるスキマティック・ライブラリは、デバイス・モデル・リファレンスで構成されます。Protel98には、シミュレーションで使用するための多くの種類のデバイス・モデルのライブラリがあります。これらのシミュレーション・モデルは、デフォルトではインストールされません。シミュレーション・デバイス・モデルをインストールするには、**Protel98 Special Libraries Installer**をWindows StartメニューのProtel98フォルダから実行してください。アドバンストSim98はSPICEやVerilogHDLと互換性があるため、いろいろなデバイス・メーカーが供給しているSPICEモデルやVerilogモデルを使用することができます。



Special Libraries Installerを実行すれば、Protel98に付属のシミュレーション・モデルを使用できます。

## プログラマブル・ロジックの設計

Protel98は、アドバンストPLD98によりプログラマブル・ロジック・デバイスをサポートします。アドバンストPLD98は、デバイスに依存しないCUPLハードウェア記述言語で記述されたロジック・ファイルで動作し、多くのプログラマブル・デバイスをターゲットとすることができます。

真理値表やステート・マシン、ブール式を使用するPLDファイルを作成するためにProtel98の統合化されたテキスト・エディタを使用することができます。または、(¥Client98¥Sch98¥Library¥Pld¥フォルダにある)特別なPLDシンボル・ライブラリを使用するアドバンストスケマティック98で視覚的に回路の設計を行うことができます。スケマティックから直接コンパイルし(PLD>>Compile)、ターゲット・デバイスにダウンロード可能な業界標準のJEDECファイルを生産してください。組み込まれているPLD波形シミュレーターにより、コンパイルを実行するまえに設計の機能テストを実行できます。

```

/*
 * Four bit adder using the CUPL function statement.
 *
 * 4-bit synchronous adder implemented as a ripple-carry
 * through four adder-slice circuits. Each adder-slice
 * takes a pair of 1-bit numbers (Xi, Yi) and the carry from
 * a previous slice (Cin) and produces their 1-bit sum (Zi)
 * and carry (Cout). Each adder-slice circuit is defined
 * using the CUPL function adder_slice(), which returns
 * the product directly and the carry as Cout.
 *
 * Allowable Target Device Types: PAL16C8
 */
*****
** Inputs **
Pin [1 4] = [X1 4] /* First 4-bit number */
Pin [5 8] = [Y1 4] /* Second 4-bit number */

** Outputs **
Pin [12 15] = [Z1 4] /* 4-bit sum
Pin [16 19] = [C1 3] /* Intermediate carry values
Pin 19 = Carry /* Carry for 4-bit sum

/* Adder-slice circuit - add 2, 1-bit, numbers with carry */
function adder_slice(X, Y, Cin, Cout) {
    Cout = Cin ^ Y /* Compute carry */
    Z = X ^ Y /* Compute sum */
    adder_slice = Cin ! (X ^ Y) /* Compute sum */
}

/* Perform 4, 1-bit, additions and keep the final carry */
[11, Y1, C1, C2] /* Initial carry = '0'
[12, Y2, C2, C3] /* Intermediate carry values
[13, Y3, C3, C4] /* Intermediate carry values
[14, Y4, C4, Carry] /* Get final carry value
    
```

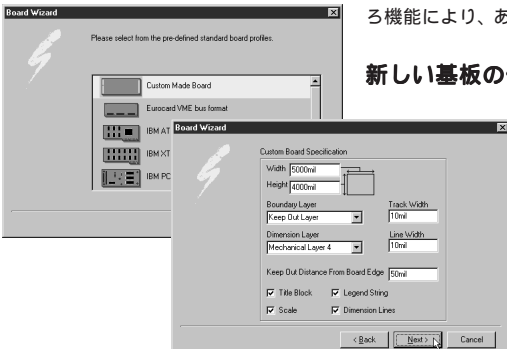
## PCB デザイン・ツール

### 基板設計のコントロール

プリント回路基板の作成は、設計プロセスの中でも最も難しい段階です。Protel98を使えば、洗練されたルール・ドリブンのPCBレイアウト環境を実現できます。最も複雑な基板でも、Protel98は強力なリアル・タイム・ルールを使用し接続のチェックを行ないます。Protel98のアドバンストPCB98サーバにより、EDA/Client環境に完全なPCBとフットプリント・ライブラリ環境が与えられます。洗練された"ロボット"技術を使用すれば、アドバンストPCB98により、PCB設計は簡単に行なうことができるようになります。すなわち、配線中の不注意のエラー防止や潜在的ルール違反をすぐに変更できる接続やユーザ定義可能なデザイン・ルールのモニタリング機能により、これまでよりも簡単にPCBデザインを簡単に行なうことができます。アドバンストPCB98のいろいろの機能により、あなたは設計に集中できます。

### 新しい基板の作成

Protel98のPCBMakerウィザードを利用すれば、新しい基板を簡単に作成することができます。PCB-Makerでは、60を越える業界標準の基板アウトラインが予め定義されており、それを利用して自分のカスタム基板のテンプレートを作成することができます。基板ウィザードにより、基板のアウトラインの作成や基板オプションの設定をするプロセスを段階的に進むことができます。



基板ウィザードを使用して、業界標準の基板テンプレートを選択するか、カスタム・テンプレートを作成してください。

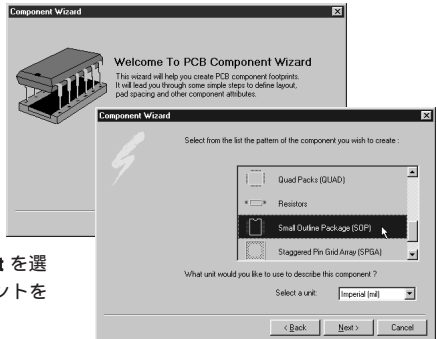


PCBMaker ウィザードを使用して基板を作成するには、メニューから **File>>New** を選択し、ダイアログの **Document Wizard** タブへ行き PCBMaker アイコンをダブルクリックしてください。**Custom Made Board** オプションを選択すると、基板サイズや一般的な基板オプションを定義できますので、これをテンプレートとして保存してください。テンプレート・ファイルはいくつでも作成できます。テンプレート・ファイルは、PCBMaker ウィザードを実行すると基板アウトライン・リストに表示されます。テンプレート・ファイルを編集して、カットアウトやエッチ・コネクタなどを追加することができます。Protel98を使用すれば、初期段階の基板設計が今までよりもずっと簡単になります。

## フットプリントのトレール

デバイスのパッケージング技術の進歩とともに、デバイスのアウトラインやフットプリントは瞬く間に変化します。Protel Library Development Center では Protel98 の拡張 PCB フットプリント・ライブラリが常に更新・作成され、新しいライブラリがリリースされています。(Protel 社の Web サイト [www.protel.com](http://www.protel.com) でダウンロードできます。)

Protel98 の PCB Component Wizard を使用すれば、ご自分のカスタム・コンポーネント・フットプリントを簡単に作成することができます。**PCBLib** エディタ・タブをクリックし PCB Library Editor を起動し、メニューから **Tools>>New Component** を選択してください。ウィザードにより、コンポーネント・フットプリントを新しく作成するプロセスが自動的に実行されます。



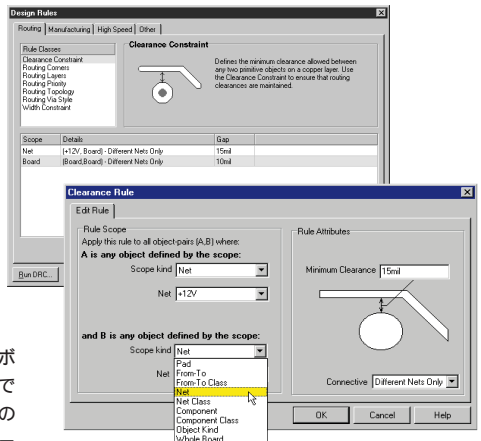
コンポーネント・ウィザードを使用すれば、PCB コンポーネントを簡単に作成できます。

標準のパッケージング技術の中から基本のコンポーネント・パターンを選択してください。Component Wizard により、パッドのサイズや間隔などのコンポーネント・パラメータをカスタマイズすることができ、カスタム・コンポーネント・フットプリントの作成が数分でできます。Component Wizard を使用すれば、PCB コンポーネント作成の手間は省けるはずで

## デザイン・ルール

PCB を設計する場合、最少のトラック幅やソルダ・マスクのケータリングなどのデザイン・ルールに従って、回路の信頼性や生産性を維持しています。アドバンスド PCB98 では、完全なルール・ドリブン PCB デザイン環境により、このような負担から設計者を開放しました。

PCB ドキュメントがアクティブなとき、メニューから **Design>>Rules** を選択し、ルール・クラスの中から配線や生産性、高速デザイン・ルールを選択し、基板に適用されているデザイン・ルールの体系を変更できます。基板にルールを追加する場合、適当なルール・クラスを選択し、**Add** ボタンを押してください。表示されたダイアログ・ボックスの中でルール・パラメータを変更してください。各ルールについてどのオブジェクトを変更するかを選択し、変更してください。ルールは、基板全体あるいは特定のレイヤー、オブジェクト、特定の

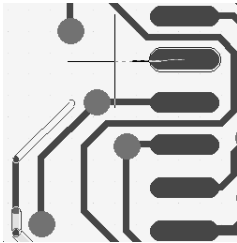


強力なデザイン・ルールにより、PCB デザイン・プロセス全体をコントロールすることができます。

コンポーネントに適用することができます。ルールはスコープにより階層的に適用されます。従って、同じクラスに複数のルールを設定することができます。例えば、基板全体に適用されるある配線トラック幅のルールを設定し、パワー・ネットだけに別のトラック幅ルールを適用することができます。

## トラックの作成 - 簡単な手配線

アドバンストPCB98には、多くの強力な会話形式の機能があり基板の手配線が簡単にできるようになっています。基板の配線は、常に解析・調整されます。闇雲に配線された接続線を追う必要はありません。アドバンストPCBにより、どんな経路でも配線を行なうことができます。配線作業を止めると接続線は自動的に最適化されます。



洗練された機能により、簡単に手動配線ができます。

アドバンストPCB98の"ルック・アヘッド"機能を使用すれば、45°配線を簡単に行うことができます。この機能により、45°またはカーブしたトラック・セグメントを正確に配置することができます。トラック・セグメントを45°または扇型、直角モードに設定することができます。トラックの配置中にShift + スペースキーを押せば、これらのモードを切り替えることができます。さらにスペースキーを押せば、スタートとエンド・モードを切り替えることができます。

**エレクトリカルグリッド**機能を使用すれば、配線の点を簡単にマウスで移動することができます。カーソルは、自動的に有効なグリッド接続点に掴まれ、配線グリッドの調節なしでメトリック・コンポーネントのピンに接続できます。

配線中には、アドバンストPCBにより、関連する設計ルールがモニタされこれに従います。クリアランスのルールやトラック幅などは自動的に配線時に

適用されます。例えば、トラックを配置する場合、ほかのネットに属するオブジェクトに近すぎた場合、クリアランス・ルールに従うようにセグメントの位置がクリップされます。これにより、ほかのネットに属するパッドやトラックの配線ミスを防ぐことができます。

トラックの再配線も簡単です。不要なトラック・セグメントを手動で移動する必要はありません。単に新しいトラック・セグメントを配置し接続してください。アドバンストPCB98のLoop Removal機能により、自動的に不要なトラック・セグメントが削除されます。

## いろいろなポリゴン



基板上の任意のオブジェクトの周囲に複雑なポリゴンを配置することができます。

Protel98には、ソリッドとハッチポリゴンエリアをサポートする機能があります。直線や扇型や斜線を使用して複雑なポリゴンを作成できます。-実際、ポリゴンの輪郭を描くことは、トラックを置く作業と似ています。ポリゴンの輪郭を定義する場合、トラックを配置する場合と同じモードが使用されます。これにより、複雑な形状を簡単に作成することができます。ポリゴンを

定義している時にスペースキーを押して描画モードを変更してください。

ポリゴンは、シグナルレイヤーやメカニカルレイヤーなどの任意のPCBレイヤーに配置することができます。シグナルレイヤーのポリゴンは、エレクトリカル・オブジェクトとして定義されるため、関連するルールに従います。ポリゴンを作成すると、定義されたネットに自動的に接続され、同じネット上の既存のトラックやパッドの上が塗りつぶされます。さらに、デッド・コ

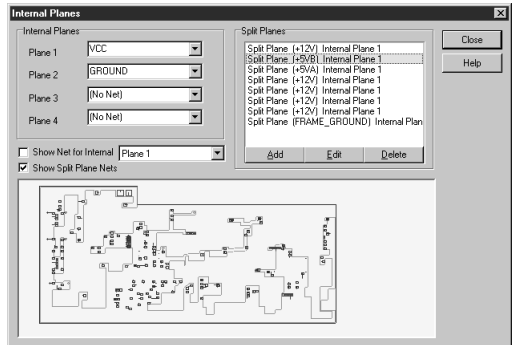
パー・エリアは自動的に削除されます。

## 分割したインターナル・パワー・プレーンの作成

アドバンストPCB98では、スプリットプレーンをサポートしています。ビュー・オプションを使用して、特定のネット上のパッドだけをハイライト表示してください。それからスプリットプレーンの境界を描き、関連するパッドを囲んでください。

アドバンスト PCB では、スプリットプレーンで囲まれたすべてのパッドの接続を操作することができます。スプリットプレーンの境界の外のパッドでは接続が表示され、未接続であることが示されます。スプリットプレーンの境界を変更したり、パッドをプレーンに接続したりすることができます。孤立パッドを目で探す必要はありません。デザイン・ルール・チェック (DRC) レポート (Tools>>Design Rule Check) を起動すると、プレーンに接続されていないパッドが表示されます。

Internal Plane ダイアログ (Design>>Internal Planes) には、内部プレーンを管理する "ミニビュー" ウィンドウがあり、スプリット・プレーンの境界を確認するのに役立ちます。



DRC を完全にサポートしたスプリット・プレーンの定義。

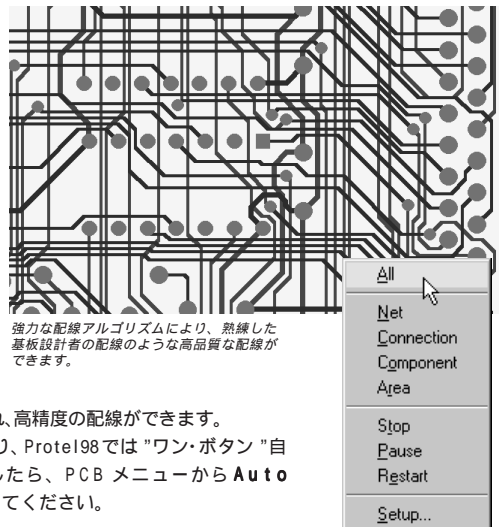
## 自動配線

Protel 98 の自動配線サービスは、アドバンストルート 98 サーバにより供給されています。ルート 98 は、熟練した基板設計者のような配線結果が得られるニューラル・ネット技術を使用している強力なシェイプ・ベースト・オートルーターです。他のルーターと違いアドバンストルート 98 では、基板を一連の長方形として見ていません。シェイプ・ベースト・アルゴリズムは複雑なポリゴン・エリアをしているために、本当の直交配線が可能です。

アドバンストルート 98 は強力な機能を持ちながら操作は簡単です。アドバンストルート 98 は、アドバンスト PCB 98 と完全に統合化され、中間のルーター・ファイルを手動でインポート・エクスポートすることなく PCB ウィンドウから直接基板の配線を行なうことができます。

ルーターは、基板に設定された関連するデザイン・ルールを自動的に適用します。従って、手配線は最小限ですみます。PCB メニュー (Auto Route>>Setup) からアクセスできる Autorouter Setup ダイアログにより、配線経路を手動で指定することができます。アドバンストルートのニューラル・ネット・アルゴリズムにより基

板は解析され自動的に最適な配線ストラテジーが選択され、高精度の配線ができます。アドバンストルート 98 の統合化された自動化機能により、Protel 98 では "ワン・ボタン" 自動配線が実現されています。基板の配線準備が完了したら、PCB メニューから **Auto Route>>All** を選択し、アドバンストルート 98 を実行してください。



強力な配線アルゴリズムにより、熟練した基板設計者の配線のような高品質な配線ができます。

## 百聞は一見にしかず

Protel 98 に含まれるいろいろな機能を見てきました。デザインを始める準備ができていない場合、次のページからのチュートリアルに進んでください。基板のスキマティックや設計、配線さらに回路のシミュレーションについて説明されています。

どこを自動配線するか?  
単に **Auto route>> All** を選択してください。

## 回路図を作成する

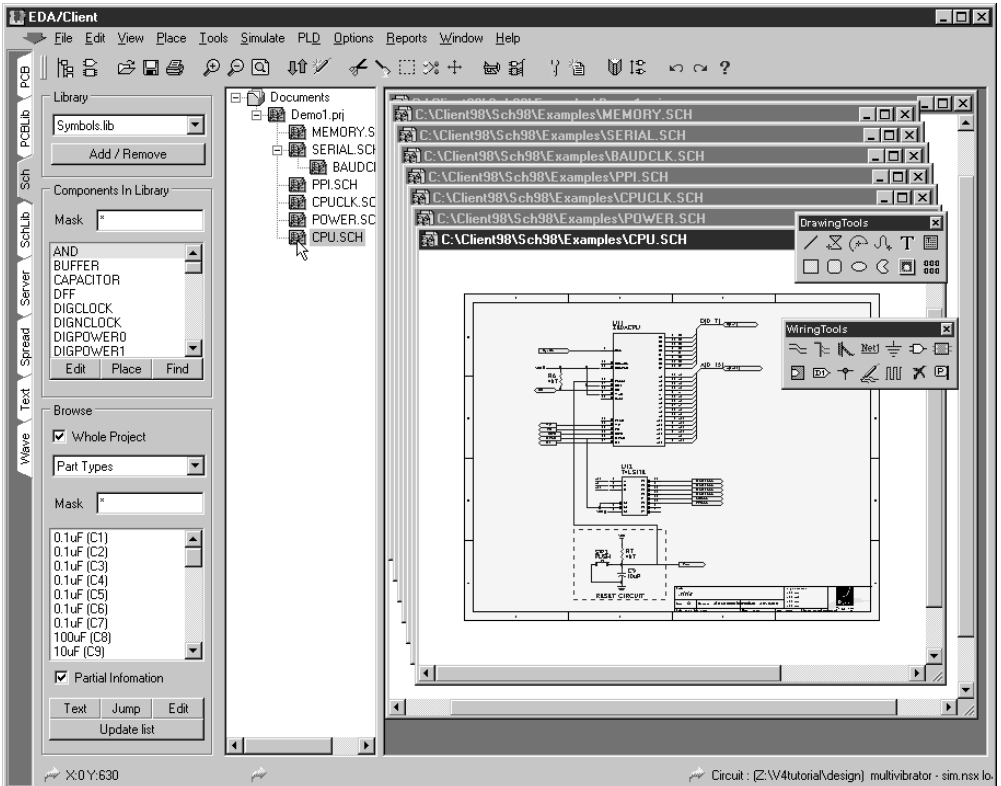
### スキマチックシートの新規作成

チュートリアルを始めるには、以下の手順で新しいスキマチックシートを作成してください。

- メニューから **File>>New** を選択してください。
- Select Document Type ダイアログボックスが表示されますので、**Sch** のアイコンを選択してください。
- **OK** ボタンをクリックすると、新しいスキマチックシートが作成されます。

スキマチックシートが開かれていない場合には、ワークスペースの左側にある EDA エディタータブの **Sch** タブをクリックすると直接新しいスキマチックシートが作成されます。EDA エディタータブは、EDA クライアント環境で使用できるエディターをタブで表わしており、タブをクリックすると、そのエディターが起動して新規にドキュメントが作成されます。

新しいスキマチックシートが作成されると、ワークスペースがスキマチックエディター変化します。メインツールバーにはスキマチック用のボタンが表示され、図面作成用の2つのツールバーが表示されます。さらに、メニューもスキマチック用になり、パネルには回路図に使用するライブラリ部品を管理する機能が表示されます。



Demo1.prj を開いたスキマチックエディターの様子。パネルとプロジェクトマネージャーが表示されています。

Protel では、ワークスペースをいろいろな形にカスタマイズすることができます。例えば、ツールバーのタイトルエリアにカーソルを移動し、マウスボタンを押しながらカーソルを移動するとツールバーをワークスペース内のどこにでも移動することができます。EDAクライアントのカスタマイズの方法については、オンラインヘルプのEDAクライアントについての項目を参照してください。

## スキマティックエディターの設定

回路図を作成する前に、使用する図面の設定を行います。以下の手順で設定してください。

- メニューから **Options>>Document Options....** を選択してください。
- *Document Options* ダイアログボックスが表示されます。このチュートリアルでは A4 の大きさの図面を使用します。**Sheet Options** タブの **Standard Styles** フィールドを **A4** に設定してください。
- 設定ができたら **OK** ボタンをクリックしてダイアログボックスを閉じてください。図面の大きさが A4 サイズに変更されます。

図面全体を表示するにはメニューから **View>>Fit Document** を選択してください。Protel98 では、メニューショートカットキー(メニュー名の下線が引かれた文字)を押すとそのメニューが表示されます。例えば、**View>>Fit Document** を選択するにはキーボードから V キーを押し、続いて D キーを押します。また、いくつかのサブメニューにもキーが割り当てられています。例えば、**Edit>>Deselect>>All** メニューを実行するには、キーボードから X キーを押します。**Deselect** メニューには X キーが割り当てられており、続いて A キーを押します。

次に、スキマティックエディターの設定を行ないます。

- メニューから **Option>>Preferences...[ショートカット O.P]** を選択してください。*Preferences* 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、スキマティックエディターの操作環境の設定を行なうことができます。
- **Default Primitives** タブをクリックしてください。右端に **Permanent** のチェックボックスがありますので、ここにチェックを入れてください。設定ができたら **Close** ボタンでダイアログボックスを閉じてください。

## 回路図の保存

回路の作成を始める前に、このスキマティックシートに名前を付けて保存します。

- メニューから **File>>Save As...[ショートカット F,A]** を選択してください。
- *Save Document As* ダイアログボックスが表示されます。ダイアログボックスのファイルの種類の設定が *Advanced Schematic binary (\*.sch)* に設定されていることを確認してください。
- ファイルを保存するディレクトリを選択して、**file name** にファイルの名前を入力して **Save** ボタンをクリックしてください。

.SCH という拡張子のファイルが指定されたディレクトリに保存されます。

Advanced Schematic では、予め会社名や独自のタイトルブロックを記入した図面を、テンプレートとして保存することができます。スキマティックシートをテンプレートとして保存するには、メニューから **File>>Save As...** を選択して、ダイアログボックスのファイルの種類の設定を *Advanced Schematic Template (\*.dot)* にして保存してください。

EDAクライアントでは、編集を行うドキュメントを切り替えた場合、ワークスペースも同時に切り替わります。

## 回路図の作成

これまでの説明で回路図を作成する準備ができたなら、下図のような2個の2N3904トランジスターを使用した自己発振マルチバイブレーター回路を作成します。

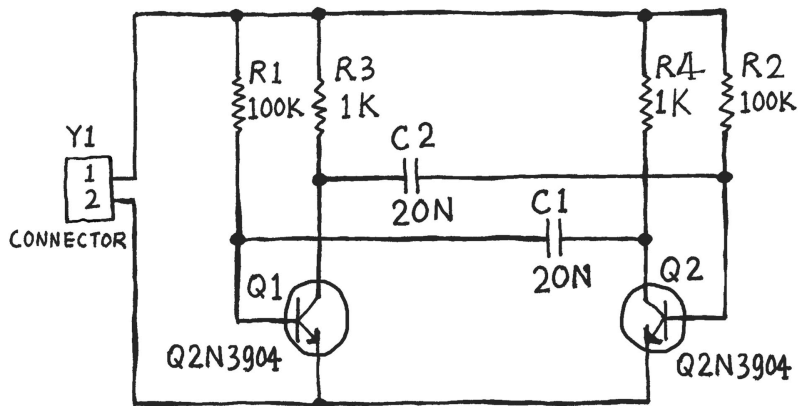


図1 - 自己発振マルチバイブレーター回路

## ライブラリーの検索と登録

回路図を作成する前に、使用する部品が格納されているライブラリーを登録することが必要です。回路作成に使用する部品はライブラリーファイルに格納されており、Protel98には多くのライブラリーファイルが添付されています。これらのライブラリーファイルは、Client98¥Sch98¥Library¥フォルダに保存されています。では、この回路に使用するライブラリーの登録を行います。

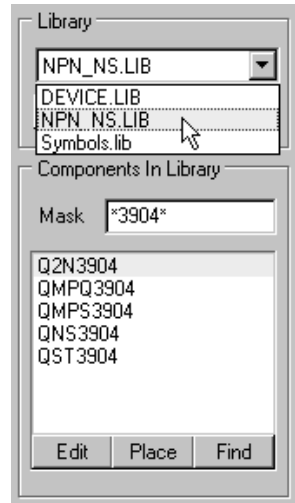
ライブラリーの登録は、多くのライブラリーの中から必要な部品を検索して、どのライブラリーに目的の部品が格納されているかを調べます。Protel98には高度なライブラリー検索機能が装備されています。

- メニューから **Tools>>Find Component...** [ショートカット T,0] を選択、またはパネルの **Find** ボタンをクリックしてください。Find Schematic Component ダイアログボックスが表示されます。

まず、トランジスターを検索します。使用するトランジスタは両方とも 2N3904 です。

- **By Library Reference** のチェックボックスにチェックが入っていることを確認してください。(チェックが入っていない場合にはチェックを入れてください。)
- 部品の名前に 3904 という文字がある部品をすべて検索してみます。**By Library Reference** フィールドに \*3904\* と記入してください>(\*シンボルはワイルドカードです。)
- **Search Scope** を **Specified Path** に設定し、**Path** フィールドにライブラリーファイルが保存されているディレクトリーを記入してください。Protel98のインストール時にインストール先を C:¥Client98 に指定した場合には C:¥Client98¥Sch98¥Library となります。**Sub directories** と **Find All instances** にチェックが入っていることを確認してください。
- **Find Now** ボタンをクリックして検索を開始してください。正しく記入されていれば3つのライブラリーファイルが検索され、**Found Libraries** リストに表示されます。

- 検索されたライブラリーから **NPN\_NS.LIB** をマウスでクリックして選択してください。このライブラリーには、ナショナルセミコンダクター社のNPNトランジスタが入っています。回路のシミュレーションを行うための部品は¥SIMディレクトリーに保存されています。
- **Add To Library List** ボタンを押して、このライブラリーをスキマティックエディターに登録してください。
- 次に回路に使用する抵抗器を検索します。By Library Reference フィールドを \*resistor\* に変更してください。他の項目は同じ設定で結構です。
- **Find Now** ボタンをクリックして検索を開始してください。
- Found Library に検索されたライブラリーが表示されますので、**SYMBOLS.LIB** ファイルをリストから選択し、**Add To Library List** ボタンをクリックしてスキマティックエディターに登録してください。
- 次にコンデンサーを検索します。By Library Reference フィールドを \*capacitor\* に変更して検索を行ってください。SYMBOLS.LIB ファイルが検索結果に表示されます。このライブラリーはすでに登録されていますので再度追加する必要はありません。
- 最後にコネクターを検索します。By Library Reference フィールドを \*con\* に変更して検索を行ってください。検索結果に DEVICE.LIB が表示されますので Add To Library List ボタンをクリックして DEVICE.LIB をスキマティックエディターに登録してください。
- これで必要なライブラリーはすべて登録されました。**Close** ボタンをクリックしてダイアログボックスを閉じてください。



パネルの **Library** のドロップダウンリストをクリックしてください。DEVICE.LIB、NPN\_NS.LIB、SYMBOLS.LIB が登録されていることがわかります。

## 部品を配置する

最初に Q1 と Q2 の 2 つのトランジスターを配置します。配置する位置は図 1 を参照してください。

- メニューから **View>>Fit Document** [ショートカット V,D] を選択し、シート全体を表示してください。
- パネルの **Library** セクションのドロップダウンリストから **NPN\_NS.LIB** を選択してください。
- パネルの **Components in Library** の **Mask** フィールドに \*3904\* と入力して Enter キーを押してください。一覧に 3904 という名前が付いた部品が表示されます。
- 一覧から **Q2N3904** をマウスで選択し、**Place** ボタンを押してください。
- カーソルが十字型に変化し、トランジスターの輪郭がカーソル上に現れます。この状態が部品配置のモードです。カーソルを動かすと、トランジスタの輪郭がそれに応じて移動します。

図面上に部品を配置する前に、まず必要な属性を記入します。

- トランジスターがカーソルと一緒に移動している間に、キーボードの Tab キーを押してください。Part ダイアログボックスが表示されます。

- ▶ **Attributes** タブを表示して各フィールドに次の値を記入してください。

**Footprint** TO92A

**Designator** Q1

その他のフィールドはデフォルトのままです。

- ▶ **OK** ボタンをクリックしてダイアログボックスを閉じてください。

スキマティックの部品とPCBの部品との関連は *Footprint* (フットプリント) によって行われます。回路図で指定したフットプリントは、PCBでネットリストを読み込む際に、PCBのライブラリーから読み込まれます。従って、スキマティックエディターではフットプリントを指定してください。

これで部品を配置する準備が完了しました。

- ▶ カーソルをシートの中央から少し左に移動します。
- ▶ トランジスターを配置する位置が決まったら、マウスの左ボタンをクリック、またはキーボードのEnterキーを押してトランジスターを配置します。

トランジスターが図面上に配置されました。引き続き部品配置のモードになります。これにより、同じ種類の部品を連続して配置することができます。それでは2番目のトランジスターを配置しましょう。

カーソルで部品を移動している時には以下のキー操作ができます。

Yキー	垂直方向に反転
Xキー	水平方向に反転
スペースキー	90°単位で回転

このトランジスターは先程のトランジスターと同じですので、配置する前に属性を設定する必要がありません。同じ部品を連続して配置する場合には、自動的に部品番号が追加されますので、この場合には、部品番号はQ2になります。

- ▶ 図1を見ると、Q2のトランジスターはQ1のトランジスターと逆向きに配置されていることがわかります。部品の向きを変えるには、カーソルで部品を移動している時にキーボードのXキーを押してください。これにより、水平方向の向きが変わります。

シートの表示を変更するには以下のキー操作を行ってください。

PageUp	拡大
PageDown	縮小
V, D	シート全体を表示
V, F	すべてのオブジェクトを表示
End	再描画

- ▶ カーソルをQ1の右側に移動してください。部品を配置する位置を正確に指定したい場合にはキーボードのPageUpキーを押して図面を拡大してください。図面を拡大するとグリッド線が表示されます。
- ▶ 部品を配置する位置が決まったら、マウスの左ボタンをクリック、またはキーボードのEnterキーを押してください。Q2のトランジスターが配置されます。引き続き配置モードになり、カーソルと一緒にトランジスターが表示されます。
- ▶ すべてのトランジスターの配置が完了したので、マウスの右ボタンをクリック、またはキーボードのEscキーを押して部品の配置を終了してください。カーソルが通常の矢印に戻ります。

次に抵抗を4個配置します。

- ▶ パネルの **Library** セクションで、表示するライブラリーを **SYMBOLS.LIB** に変更してください。
- ▶ パネルの **Components In Library** の **Mask** フィールドに \*resistor\* と記入してキーボードのEnterキーを押してください。



- ▶ パネルの一覧から **RESISTOR** をマウスで選択して **Place** ボタンを押してください。カーソルと一緒に抵抗器が表示されます。
- ▶ Tab キーを押して、ダイアログボックスで抵抗の属性を記入します。
- ▶ Part ダイアログボックスが表示されたら **Attributes** タブを表示して、以下の様に記入します。

**Footprint** AXIAL0.4      **Designator** R1      **Part Type** 100k

記入ができたら **OK** ボタンをクリックしてダイアログボックスを閉じてください。再び部品配置モードになります。

- ▶ 図1の様に抵抗を Q1 のベース側へ配置します。部品間の接続は後で行います。
- ▶ 次に R2 の抵抗を Q2 のベース側へ配置してください。(2 個目の抵抗を配置する際には自動的に部品番号が割り付けられます。)
- ▶ 残りの R3 と R4 の 2 つの抵抗は、値が 1k ですので、Tab キーを押してダイアログボックスで **Part Type** フィールドを 1k に変更してください。
- ▶ 図1の様に R3 と R4 の抵抗器を配置してください。
- ▶ 抵抗をすべて配置したらマウスの右ボタン、またはキーボードの Esc キーを押して部品の配置を終了してください。

部品を移動するには、カーソルを部品上に移動して、マウス左ボタンを押したままカーソルを移動してください。部品が移動します。

次に 2 つのコンデンサーを配置します。

- ▶ この回路に使用するコンデンサーは抵抗器と同じ **SYMBOLS.LIB** にあります。このライブラリーは、すでにパネルに表示されています。
  - ▶ パネルの **Components In Library** の **Mask** フィールドに \*capacitor\* と記入してキーボードの Enter キーを押してください。
  - ▶ リストから **CAPACITOR** をマウスで選択して **Place** ボタンを押してください。カーソルと一緒にコンデンサーが表示されます。
  - ▶ キーボードの Tab キーを押して、ダイアログボックスでコンデンサーの属性を記入します。
  - ▶ Part ダイアログボックスが表示されたら **Attributes** タブを表示して、以下の様に記入します。
- Footprint** RAD0.1      **Designator** C1  
**Part Type** 20n
- 記入ができたら **OK** ボタンをクリックしてダイアログボックスを閉じてください。再び部品配置モードになります。
- ▶ キーボードのスペースキーを押してコンデンサーを回転して正しい向きにしてください。
  - ▶ 抵抗を配置したときと同じ手順で 2 つのコンデンサを配置してください。
  - ▶ コンデンサーの配置が終了したらマウスの右ボタン、またはキーボードの Esc キーを押して部品の配置を終了してください。

図面上に配置された部品の属性を変更するには、部品をダブルクリックしてダイアログボックスで変更してください。

十字のカーソルで部品を配置、または移動している時には、ドキュメントの端にカーソルを移動すると自動的にドキュメントがスクロールします。間違えて行きすぎた場合、キーボードから **V, F (View >> Fit All Objects)** を押して、配置されているオブジェクトがすべて表示されるようにしてください。オブジェクトの配置途中でも表示に関する操作を実行することができます。

次にコネクタを配置します。

- ▶ 2 ピンソケットタイプのコネクタは **DEVICE.LIB** に入っています。パネルの Library セクションで、表示するライブラリーを **DEVICE.LIB** に変更し、**Components In Library** の **Mask** フィールドに \*con2\* と記入してキーボードの Enter キーを押してください。

- ▶ パネルのリストから **CON2** をマウスで選択して **Place** ボタンを押してください。
- ▶ キーボードの Tab キーを押して、ダイアログボックスでコンネクターの属性を以下の様に記入してください。  
**Footprint** FLY4      **Designator** Y1  
 記入ができたなら **OK** ボタンをクリックしてダイアログボックスを閉じてください。
- ▶ コンネクターを配置する前に、キーボードの X キーを押してコンネクターの向きを変更してから図面上に配置してください。
- ▶ マウスの右ボタンをクリック、またはキーボードの Esc キーを押して部品の配置を終了してください。
- ▶ メニューから **File>>Save**[ショートカット F,S] を選択して回路図を保存してください。

すべての部品の配置が完了しました。次の段階では部品間の接続を行います。

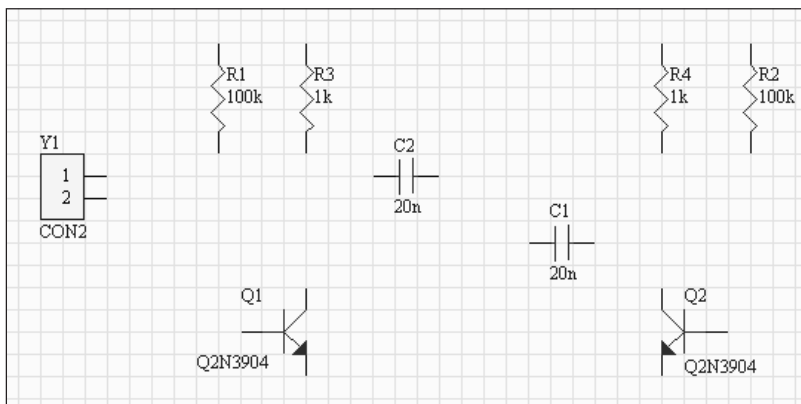


図 2 - すべての部品が配置された様子

## 回路の接続

次に、配置した部品間をワイヤーを使用して接続します。部品間の接続を行なうには、19ページの図3を参照して以下の手順で行ってください。

- ▶ メニューから **View>>Fit All Objects**[ショートカット V,F] を選択して配置した部品をすべて表示してください。
- ▶ 最初に抵抗 R1 とトランジスター Q1 の間を次の手順で接続してください。メニューから **Place>>Wire**[ショートカット P,W] を選択、またはワイヤリングツールバーから **Wire** ボタンを選択してワイヤーの配置を開始します。カーソルが十字型に変化します。
- ▶ カーソルを R1 の下端に移動してください。部品のピンの先にカーソルを移動すると丸い印が現れます。これは、カーソルが部品の接続点にあることを表わしています。
- ▶ ワイヤーを開始する点でマウスの左ボタンをクリック、またはキーボードの Enter キーを押してください。カーソルを移動するとクリックした位置からカーソルの位置へワイヤーが伸ばされることがわかります。

ここからチュートリアルをお読みになる場合には、¥ Client 98 ¥  
 Tutorials¥multivibrator¥  
 multivibrator\_placed.sch  
 を開いてください。

配置されたワイヤーの形状を変更するには、カーソルをワイヤーの上に移動し、マウスの左ボタンをクリックしてください。ワイヤーの頂点にハンドルと呼ばれる小さな点が表示されます。Protel 98 ではこの状態を "フォーカス" と呼びます。マウスでハンドルをクリックするとワイヤーの形状を変更することができます。

- ▶ カーソルをR1の下のQ1トランジスタの左側まで垂直に移動してマウスの左ボタンをクリック、またはキーボードのEnterキーを押してください。クリックした位置でワイヤーが折れ曲がります。
- ▶ 次にカーソルをベース側のピンに移動してください。ピンの先端で丸印が表示されたらマウスの左ボタンをクリック、またはキーボードのEnterキーを押してください。抵抗とトランジスタのベースが接続されます。
- ▶ マウスの右ボタンをクリック、またはキーボードのEscキーを押してワイヤーの配線を終了してください。カーソルは十字のままになっており、ワイヤーの配置を続けることができます。(ワイヤーの配置を完全に終了するには、もう一度マウスの右ボタンをクリック、またはキーボードのEscを押してください。ここではワイヤーの配置を続けます。)
- ▶ C1のコンデンサーをQ1トランジスタとR1抵抗に接続します。カーソルをC1の左の接続点に置いてマウスの左ボタンをクリック、またはキーボードのEnterキーを押してワイヤーの配置を開始してください。
- ▶ Q1のベースとR1を接続しているワイヤーにカーソルを水平に移動してください。接続点を示す丸印が表示されます。
- ▶ 同じ手順で残りの回路を接続してください。
- ▶ すべての接続を完了したら、マウスの右ボタンをクリック、またはキーボードのEscキーを押してワイヤーの配置を終了してください。カーソルが矢印の状態に戻ります。
- ▶ **File>>Save**[ショートカットF,S]を選択して回路を保存してください。

ワイヤーが部品の接続点を横切ったり、ワイヤー同士を接続した場合には、Protel98により自動的にジャンクションが配置されます。

ワイヤーの配置中には以下の操作を行うことができます：マウスの左ボタンをクリック、またはキーボードのEnterキーを押すと、ワイヤーが折れ曲がります；キーボードのDeleteキーを押すとワイヤーの屈折点が削除されます；マウスの右ボタン、またはキーボードのEscキーを押すとワイヤーの配置を終了します。カーソルは十字のまま、引き続き他のワイヤーを配置することができます。

これで回路図が完成しました。このスキーマティックをプリント基板にする前に、回路の確認を行います。ここでは、Protel98の回路図の検証機能を紹介します。

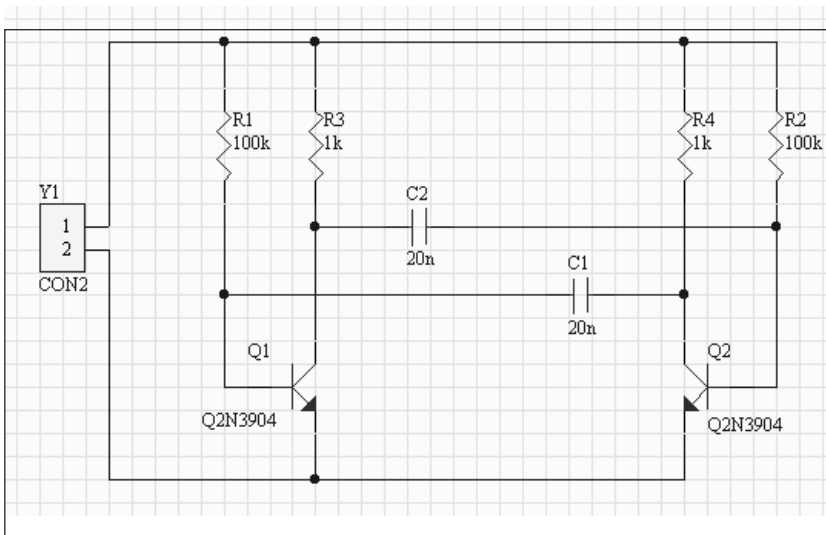


図3 - 接続作業が完了した様子

## 回路図の確認

ここからチュートリアルをお読みになる場合には、¥Client98¥Tutorials¥multivibrator フォルダの multivibrator.sch を開いてください。

Protel98のスキマティックエディターは単なる図面作成ツールではありません。回路についての電氣的接続情報も含まれており、この機能を利用して設計した図面を検証することができます。ここでは以下の手順でERC(エレクトリカルルールチェック)を行います。

### ➤ メニューから **Tools>>**

### **ERC...**[ショートカットT,E]

を選択してください。Setup Electrical Rules Check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 **Setup** タブには、回路の作成ミスのチェック項目があります。ここでは、このタブの設定はそのままにしておいてください。
- **Rule Matrix**タブをクリックしてください。このマトリックスによりERCの電気特性を切り替えることができます。

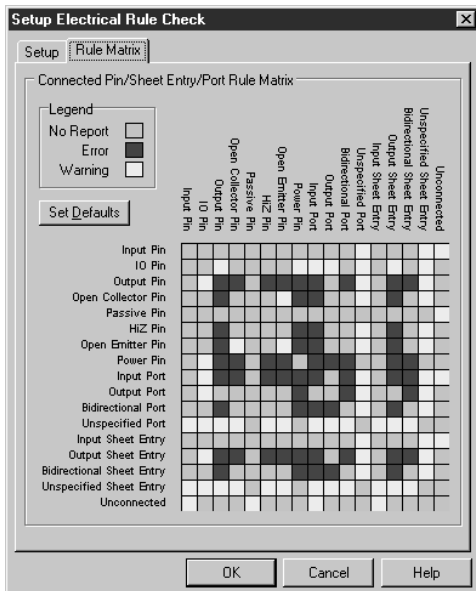
マトリックスでは回路図に使用されている様々な種類の接続状態に関するチェックを行うことができます。例えば、マトリックスの左側に **Output Pin** があります。この

列の **Open Collector Pin** と交差する位置を見て下さい。交差している場所が赤で表示されています。これは、出力ピンがオープンコレクタピンと接続されていた場合にエラーメッセージを報告することを示しています。このチュートリアルで作成した回路には、パッシブピン(抵抗、コンデンサー、コネクタのピン)とインプットピン(トランジスターのピン)のみが使用されています。

では、未接続のパッシブピンがある場合に、ワーニングを報告する様に設定してみます。

- マトリックスの横の列から **Passive Pin** を見つけてください。次に縦の列から **Unconnected** を見つけてください。Passive PinとUnconnectedが交差している場所の設定により、未パッシブピンの未接続状態の確認を行うことができます。デフォルトでは緑色になっています。これは、パッシブピンが未接続の場合でも警告を出さないことを示しています。四角をクリックして色を黄色に変更してください。これにより、未接続のパッシブピンがあるとワーニングが報告されます。
- **OK** ボタンをクリックしてERCを実行してください。テキストエディターに結果レポートが表示されます。回路が正確に描かれている場合には、結果レポートには何も記載されません。エラーやワーニングの報告がある場合には、再度回路図をチェックしてください。

エラーやワーニングの原因がわからない場合には、¥Client98¥Tutorials¥Multivibrator フォルダの MULTIVIBRATOR.SCH を開いて作成した回路図と比べてください。



では、以下の手順で回路図を変更した後、再度 ERC を実行してください。

- 回路図を表示します。
- C1 コネクタと Q1 トランジスタのベースを接続しているワイヤーをマウスでクリックしてください。ハンドルがワイヤの両端に表示されたら、キーボードの Delete キーを押してワイヤーを削除してください。
- メニューから **Tools>>ERC...**[ショートカット T,E] を選択してください。ERC のダイアログボックスが表示されたら OK ボタンをクリックしてください。

テキストエディターに ERC の結果レポートが表示され、回路に未接続のパスピピンがあるというワーニングメッセージが表示されます。図面上にはエラーの発生個所にエラーマーカーが配置されません。

- ERC レポートと回路図を一緒に表示したい場合には、メニューから **Window>>Tile**[ショートカット W,T] を選択してください。回路図をアクティブに表示して、メニューから **View>>Fit All Objects**[ショートカット V,F] を選択して回路全体を表示する様にしてください。コンデンサー C1 にエラーマーカー (X 印の入った赤丸) が配置されており、エラーの発生個所を確認することができます。

ERC レポートにより、回路のエラーが報告された場合、Protel98 の "クロスプローブ機能" を利用すれば簡単にエラーを見つけることができます。ここでは、回路に1つだけエラーが報告された場合のクロスプローブ機能の使用方法を説明します。

- 回路図をアクティブに表示してください。メニューから **Tools>>Cross Probe**[ショートカット T,C] を選択またはメインツールバーのクロスプローブのボタンをクリックしてください。カーソルが十字に変わります。
- 回路図上に配置されたエラーマーカーに十字のカーソル移動してマウスの左ボタンをクリック、またはキーボードの Enter キーを押してください。対応するエラーレポートがテキストエディターにハイライト表示されます。
- マウスの右ボタンをクリック、またはキーボードの Esc キーを押してクロスプローブを終了してください。

Protel98のクロスプロービング機能はEDAクライアント内で操作するドキュメントの間で機能します。例えば、回路図上の部品からPCB上の対応する部品を参照することができます。また、ネットリスト上のネット名からスキマティック上の対応するネットを参照することもできます。クロスプローブ機能は、複雑な設計を扱う上での強力な機能です。

では、このセクションを終了する前に、スキマティックのエラーを修正しましょう。

- 回路図をアクティブに表示してください。
- メニューから **Edit>>Undo**[ショートカット E,U] を選択してください。削除したワイヤーが復元されます。
- アンドゥーを実行してワイヤーが復元されたら、メニューから **Tools>>ERC...**[ショートカット T,E] を選択します。ダイアログボックスの OK ボタンをクリックしてください。ERC レポートが表示され、エラーが無いことがわかります。
- エラーレポートウィンドウを閉じ(保存する必要はありません)、メニューから **Window>>Tile**[ショートカット W,T] を選択して回路図を表示し、**View>>Fit All Objects**[ショートカット V,F] を選択して回路全体を表示してください。

Protel98には、アンドゥー機能があり、以前の操作を行う前の状態に戻すことができます。アンドゥーの回数はご使用されているコンピューターのメモリーの許容範囲内で設定可能です。

## ネットリストの作成

ここまでの章で、スキマティックエディターでの回路図の作成や電気特性などについて説明してきました。回路図をプリント基板の設計に使用するには、回路図からネットリストを作成する必要があります。ネットリストとは、回路図の部品情報と接続情報を抽出したテキスト形式のファイルです。ここでは、以下の手順でネットリストを作成します。

ネットリスト・ファイルは、スキマチック・シートと同じ名前、同じフォルダに拡張子 .NET で自動的に保存されます。

- 回路図をアクティブに表示して、メニューから**Tools>>Create Net list...**[ショートカットT,N]を選択してください。*Netlist Creation*ダイアログボックスが表示され、ここでネットリスト作成の設定を行います。
- このチュートリアルでは、設定項目はすべてデフォルトのままで行います。
- **OK** ボタンをクリックしてください。ネットリストが作成されます。

テキストエディターが起動してネットリストが表示されます。ここでネットリストを確認を行います。ここではリストの内容を変更しないでください。確認したら、ネットリストを閉じてください。これで、回路図からプリント基板を設計する準備が整いました。

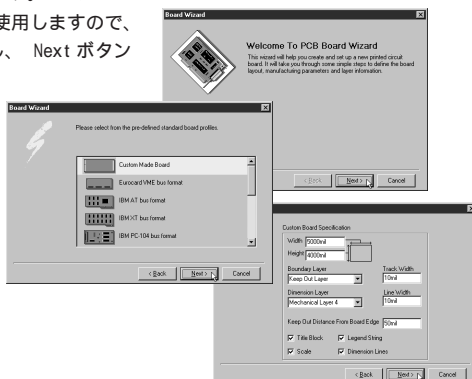
## プリント基板 (PCB) 設計

### 新規 PCB ファイルの作成

Protel 98には、簡単に新規PCBを作成するための機能として、PCB Maker Wizardがあります。このウィザードは、用意された60種類以上の業界標準の基板外形の中から、希望するものを選択することができ、また任意にPCBサイズを定義することも可能です。PCB Maker Wizardを使用して新規にPCBを作成するには、以下のステップに従ってください。

ここからチュートリアルを始める場合は、基板外形に関する説明の後、ネットリストをロードする際に、¥Client 98¥Sch98¥Tutorials フォルダの multivibrator.net ファイルを開いてください。

- メニューから**File>>New**[ショートカットF,N]を選択し、ダイアログの**Document Wizard**タブをクリックしてください。
- リストから**PCB Maker**のアイコンをクリックし、**OK**ボタンを押すとウィザードがスタートします。
- 最初の画面はイントロダクションのページです。**Next**ボタンをクリックして、次に進んでください。
- 2ページめは、使用する基板外形の選択です。このチュートリアルでは、カスタムの基板サイズを使用しますので、リストから**Custom Made Board**を選択し、**Next**ボタンをクリックしてください。



- ▶ 次のページでは、カスタムPCBオプションの設定をします。チュートリアル回路では、2 x 2 インチのPCBを使用しますので、**Width**と**Height**フィールドに 2000 と入力してください。**Title Block**と**Legend String**はオフに、その他のフィールドはデフォルトのままにしてください。このダイアログのデフォルトの単位はmils: 1000mils = 1 inchです。また、幅と高さはミリメートル(mm)でも入力できます。(単位が無い場合はミルと認識されます) **Next** ボタンをクリックして、次へ進んでください。
- ▶ 次のページでは基板で使用する層の設定です。デフォルトの設定で、**Next** ボタンをクリックして、次へ進んでください。
- ▶ 次のページでは、使用されるビアのタイプを選択します。ここでの設定も、デフォルトを使用しますので、**Next** ボタンをクリックして、次へ進んでください。
- ▶ 次のページでは、配線オプションを設定します。**Through-hole components** オプションを選択し、パッド間のトラックの数を **One Track** に設定します。**Next** ボタンをクリックして、次へ進んでください。
- ▶ 次のページでは、PCBに適用するデザイン・ルールを設定します。デフォルトの設定で、**Next** ボタンをクリックして、次へ進んでください。
- ▶ 次のページでは、これまでに設定されたパラメータを元にカスタムPCBを保存します。保存されたPCBは、新規にPCBを作成する場合、テンプレートとして使用できます。今回は、このPCBを保存しませんので、オプションのチェックをオフにし、**Next** ボタンをクリックして、次へ進んでください。
- ▶ 以上でPCBMakerの設定は終了です。**Finish**をクリックすると、PCBドキュメント・エディタのワークスペースにウィザードによって作成されたPCBがオープンします。
- ▶ メニューから **File>>Save As...** を選択し、ドキュメントを保存してください。ファイル名や保存先のフォルダの指定は任意に行ってください。

アドバンスト PCBでは、インペリアル単位系とメトリック単位系をサポートしています。**View>>Toggle Units** を選択して切り替えてください。

このウィザードで作成されたカスタム・テンプレートは標準のPCBファイルです。これらを編集して独自のフォームを作成することができます。

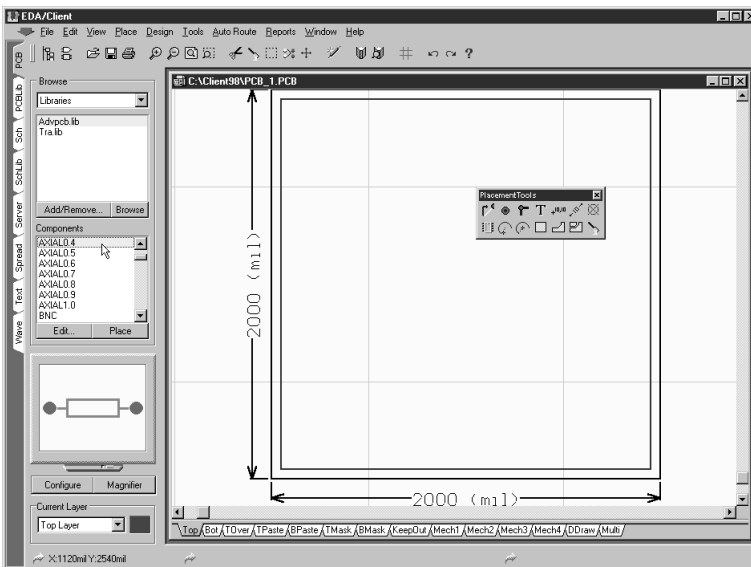


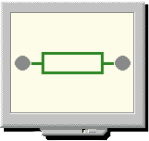
図4 - カスタムで作成した基板外形が表示されたアドバンストPCBワークスペース

## PCB フットプリント・ライブラリの追加

スキマチックでは、コンポーネントを配置する時、各コンポーネントの属性ダイアログのFootprint フィールドにエントリーを入力しました。Protel98を理解する前に、回路で使用されるいろいろなスキマチック・コンポーネントの扱い方や、それらを表現する"フットプリント"について知っておく必要があります。フットプリント・フィールドに入力したテキストはどのフットプリントがPCBデザインで使用されるかを示します。Protel98には、多くのIPC標準ライブラリを含む20以上のフットプリント・ライブラリがあります。PCB設計をはじめる前に、フットプリント・ライブラリの使用方法について理解する必要があります。必要なフットプリント・ライブラリを追加するには、以下のステップに従ってください。

必要なフットプリント・ライブラリを追加するには、以下のステップに従ってください。

- メニューから **Design>>Add/Remove Libraries** [ショートカットD,L] を選択し、*PCB Libraries*ダイアログをオープンしてください。
- ダイアログ・ボックスのファイルの場所を、¥Client98¥PCB98¥Library フォルダにすると、インストールされたフットプリント・ライブラリのファイルの一覧が表示されます。このチュートリアルでは、一般的なアキシャル&ラジアル・コンポーネント・フットプリントを含む**ADVPCB.LIB**と、トランジスタのフット・プリントが含まれた**TRA.LIB**の2つのライブラリが必要になります。これらのライブラリを選択し **Add**ボタンを押して**Selected Files**リストに追加してください。ライブラリの追加が完了したら、**OK**ボタンをクリックしダイアログを閉じてください。
- PCBエディタ・パネルの**Browse**セクションのドロップ・ダウン・リストから**Libraries**を選択し、リストにADVPCB.LIBとTRA.LIBが表示されればこれらのライブラリは使用可能です。
- スキマチックでは抵抗のフットプリントをAXIAL0.4と設定しました。このフットプリントは、PCBエディタ・パネルから確認することができます。パネルのライブラリ・リストの**ADVPCB.LIB**をクリックすると、このライブラリに含まれる**Components**リストが表示されます。リストをスクロールすると**AXIAL0.4**がありますのでこれをクリックしてください。PCBエディタ・パネルのMiniViewerウィンドウに、縮小されたフットプリントのシンボルが表示されます。



PCBフットプリント・ライブラリはすべてロードされました。次に回路デザインのロードについて見ていきましょう。

## ネットリストのロード

PCBは、スキマチックから生成されたネットリストを元に作成されます。そのため、コンポーネントをマニュアルで選択していく必要はありません。ネットリストがロードされると、レイ・アウトされるPCBの中央にフットプリントが読み込まれます。コンポーネント間の接続情報は、コネクション・ライン( "ラッツネット"とも呼ばれます)として表示されますので、スキマチックを参照しなくても配線(トラックの配置)を行うことができます。以下のステップに従い、ネットリストをロードしてください。

チュートリアルのスキマチック・セクションを終えていない場合、¥Client98¥Sch98¥Tutorials フォルダのmultivibrator.net ファイルをロードしてください。

- メニューから **Design>>Net list...** [ショートカットD,N] を選択してください。
- 表示されたダイアログで、**Browse**ボタンを押してネットリスト・ファイルを指定します。
- 以前スキマチック・ファイルを保存したフォルダから.NETファイルを選択し、**Open**ボタンをクリックしてください。

ネットリストの解析後、必要なネットリスト・マクロが作成されダイアログに表示されます。マクロはデザインの変更時に作成されます。エラーのあるマクロは表示されますが実行されません。オンライン・ヘルプを参照して、ネットリスト・マクロのエラーを修正してください。



- ▶ **Execute** ボタンをクリックしてダイアログを閉じネットリスト・マクロを実行してください。

ネットリストがロードされマクロがすべて実行されると、コンポーネントは基板の中央に読み込まれます。そのため、はじめにコンポーネントの再配置を行います。

## PCB 上のコンポーネントの配置

コンポーネントの配置を行う前に、配置グリッドを確認します。PCB ワークスペース上に配置されるオブジェクトはすべて "スナップ・グリッド" に割り付けられます。このグリッドは、使用する配線技術にあわせて設定する必要があります。チュートリアル回路では最小のピン・ピッチが100milの標準的なインベリアル・コンポーネントを使用します。このコンポーネントのピンをグリッドと合わせるためには、スナップ・グリッドを、5 0 または 2 5 mil のように100milの分数で設定してください。また、トラック幅とクリアランスをそれぞれ12milと13mil (PCBMaker Wizardのデフォルト値) に設定することによって、平行なトラックのセンター間が25milになります。以上のことから、ここで使用する最適なスナップ・グリッドは25milになります。以下のステップに従い、スナップ・グリッドを設定してください。

- ▶ メニューから **Design>>Options...** [ショートカット D,O] を選択すると、*Document Options* ダイアログが表示されます。このダイアログの **Options** タブをクリックしてください。
- ▶ ダイアログの **Grids** セクションの **Snap** の値を **25mil** に設定してください。そのほかのオプションはデフォルトのままにしてください。**OK** ボタンをクリックしてダイアログを閉じてください。

コンポーネントの配置に関するその他のオプションを設定します。

- ▶ メニューから **Tools>>Preferences** [ショートカット T,P] を選択すると、*PCB Preferences* ダイアログが表示されます。Option 以外のページが表示された場合は、**Options** タブをクリックしてください。
- ▶ このタブの **Editing** セクションで **Snap to Center** がチェックされていることを確認してください。このオプションによって、コンポーネントを "掴む" 場合に、コンポーネント上のどこをクリックしても、カーソルはコンポーネントのリファレンス・ポイント (コンポーネント原点) に移動します。
- ▶ *Preferences* ダイアログの **Show/Hide** タブをクリックしてください。このタブの **Other** セクションで **Show Pad Nets** と **Show Pad Numbers** がチェックされていないことを確認してください。また、このダイアログの **Draft Thresholds** セクションの **Strings** を 8 ピクセルに設定してください。
- ▶ ダイアログをクローズしてください。

Protel98には "ソート&アレンジ" という機能があります。この機能によって、読み込まれたコンポーネントを、フットプリントごとに自動的に分類することができます。

- ▶ メニューから **Tools>>Align Components>>Sort And Arrange Components>>All Components** を選択してください。カーソルがクロスに変わり、コンポーネントを配置する位置を聞いてきます。カーソルを基板外形の右側に移動し、マウスの左ボタンをクリックするかEnterを押してください。各コンポーネントの接続は保持されたまま、フットプリントの種類ごとにグループ化されます。必要に応じて、メニューから **View>>Fit Board** [ショートカット V,F] を選択してください。

ソート&アレンジ機能は、Protel98のアド・オン・サーバによって与えられる機能です。アド・オン・サーバにはProtel98の特別な機能や拡張機能があり、それらを追加することができます。Protel社またはサード・パーティから利用できるアド・オン・サーバについては、Protel社のWebサイト [www.protel.com](http://www.protel.com) を参照してください。

コンポーネントは右図のように配置されます。コンポーネント・デザイネータ(R1,R2など)が表示されない場合、以下の手順で表示させることができます。

- コンポーネントの一つをダブルクリックし、表示されたダイアログの **Designer** タブをクリックしてください。
- このタブの **Hide** のチェックをはずしてください。
- すべてのコンポーネントに対してこの変更を適用する場合、**Global** ボタンを押してください。ダイアログのグローバル編集オプションが表示されます。拡張ダイアログの **Copy Attributes** セクションの **Hide** にチェックが入っていることを確認してください。
- **OK** ボタンをクリックしダイアログを閉じてください。8 個の変更を実行するかどうかの確認のメッセージが表示されます。**Yes** をクリックして変更を適用すると、各コンポーネントのデザイネータが表示されるようになります。

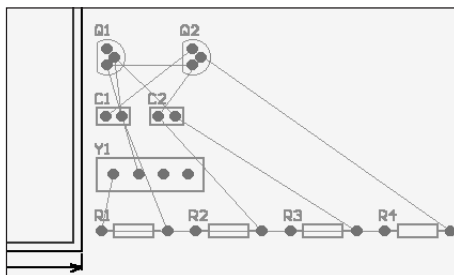


図5 - ソート & アレンジ機能により配置されたコンポーネント。

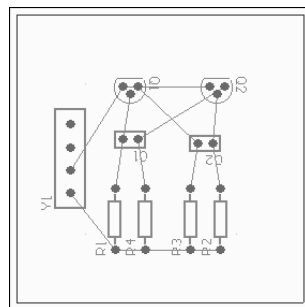
以上でコンポーネントの配置の準備は完了です。

- コネクタY1のシンボルの内側にカーソルを移動し、マウスの左ボタンをクリック & ホールド(押したままの状態)してください。カーソルがクロスに変わり、コンポーネントのリファレンス・ポイントにジャンプします。
- マウス・ボタンを押したまま、マウスを移動してコンポーネントを "ドラッグ" してください。

コンポーネントをドラッグ中にNキーを押すと、現在の位置において、コネクション・ラインの最適化が行われます。コネクション・ラインは、コンポーネントの最適な位置や方向に応じて変更することができます。

- コネクタをドラッグ中に **Spacebar** を押すとコネクタが90°ずつ回転し、図のように基板の左サイドに配置できます。(コンポーネントの全体が基板の内側にあることを確認してください。)
- マウスボタンを離すことによって、コンポーネントを "落とす" 位置が決まります。このとき、コネクション・ラインがどのようにコンポーネントに引きずられたか注意してください。
- 図6を元に残りのコンポーネントを再配置してください。コンポーネントを回転する必要がある場合は **Spacebar** を使用してください。配置された後のコネクション・ラインは図6のようになります。(コンポーネント・デザイネータの位置は後から移動することができます。)
- コンポーネントの再配置が完了したら、メニューから **File>>Save** を選択して [ショートカットF,S] 基板を保存してください。

コンポーネントの配置が完了したら、トラックの配置です。



PCB上に配置されたコンポーネント

## 基板の自動配線

配線とはトラックやビアを基板上に配置しコンポーネントを接続するプロセスです。Protel98では、マニュアル・ルーティング・ツールやシェイプ・ベースオートルータにより、配線が簡単に行えます。このルータは "人工知能" 技術を使用して最適な配線を行います。Protel98のオートルータがどのような配線を行うか、以下のステップに従い試してみましょう。

- ▶ メニューから **Autoroute>>All** [ショートカット A,A] を選択してください。オートルータが起動すると、まず基板の解析が行われ、次にコンポーネントを接続するトラックが配置されます。
- ▶ オートルータが終了したら、End キーを押して画面を再描画してください。

Protel98のオートルータは、基板設計者が手作業で行う配線に匹敵するルーティングを行います。さらにProtel98ではPCBウィンドウから、直接基板の配線を行うため、これまでのようにデザイン・ファイルのインポートやアウトポートといった作業は一切必要ありません。

- ▶ **File>>Save As...** [ショートカット F,A] を選択しオート・ルーティングされた基板を違う名前前で保存してください。

オートルータによって配置されたトラックは2つの色で表示されています。赤はトラックが基板の最上位の信号レイヤーに配置されることを示し、青は最下位の信号レイヤーに配置されることを示します。これらのレイヤーは、デザイン・ルールで指定されたルールに基づいて配置されており、デザイン・ルールは、ボードウィザードで設定されたものです。また、デザイン・ルールの設定によって、4層、6層などの配線層や、クリアランス、トラック幅などの設計仕様の違う基板に対しても、オートルータを使用することができます。デザイン・ルールについては、このチュートリアルの後半で詳しく説明します。

## 基板のマニュアルルーティング

オート・ルータは、簡単に基板の配線を行う1つの方法ですが、トラックを正確に配置したい場合や、決められた経路で配線を行いたい場合などは、マニュアルで配線を行う必要があります。このセクションでは、すべてのトラックをボトム・レイヤーにマニュアルで配線を行います。

- ▶ オートルータによって配置されたトラックを削除するには、メニューから **Tools>>Un-Route>>All** [ショートカット U,A] を選択してください。

接続情報となる "ラッツネスト" を使用し、基板のボトム・レイヤーにトラックを配置します。

Protel98ではPCBのトラックは直線セグメントのつながりで形成されます。方向が変わる毎に、新しいトラック・セグメントが始まります。デフォルトでは、Protel98のトラックは垂直と水平、45°の角度に制限されています。(この制限は必要に応じて変更できます。ただし、このチュートリアルではデフォルトのまま使用します。)

ここからチュートリアルを開始する場合は、  
 ¥Client98¥Sch98¥  
 Tutorials¥  
 multivibrator¥  
 multivibrator-placed.pcb  
 ファイルを開いてください。

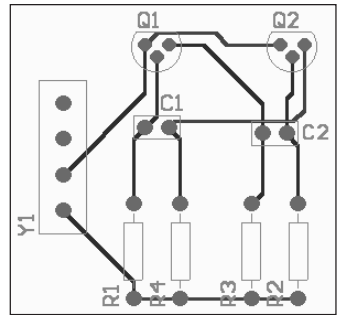



図7 - 自動配線された基板

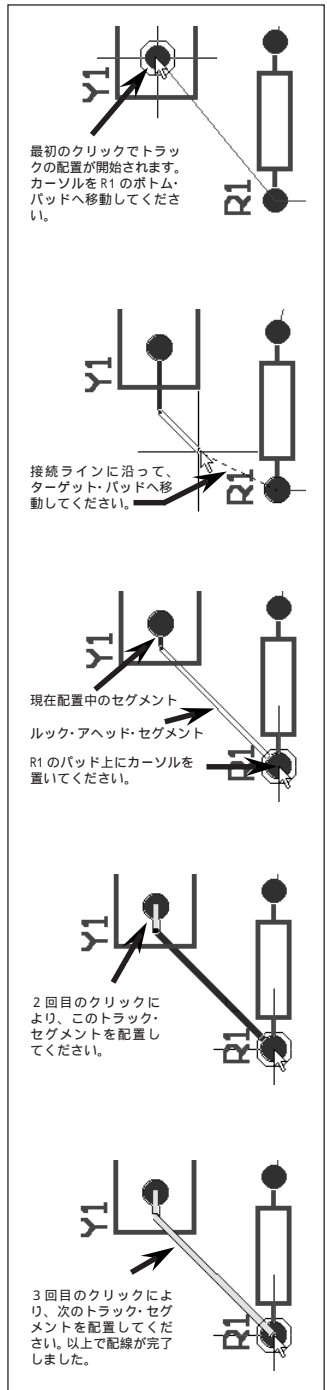
- 
 ▶ メニューから **Place>>Track** [ ショートカット P,T ] を選択するか **Placement** ツールバーの **Track** ボタンをクリックしてください。カーソルがクロスに変わりトラック配置モードになります。
- ▶ ドキュメント・ワークスペースの下側には、現在表示されているレイヤーを表す、レイヤー・タブがあります。これからボトム・レイヤーへトラックを配置しますので、アクティブなレイヤーをボトム・レイヤーに切り替えます。トラック配置モードのまま、レイヤーを切り替える場合は、数値キー・パッドの \* キーを押してレイヤーを切り替えてください。(このキーによって、信号レイヤーを切り替えることができます)
- ▶ コネクタ Y1 のパッドにカーソルを移動し、マウスの左ボタンをクリックするか Enter キーを押してください。この位置がトラックのスタート・ポイントになります。
- ▶ カーソルを抵抗 R1 のボトム・パッドへ移動します。ここでトラックがどのように配置されているかに注目してください。デフォルトではトラックは、垂直と水平、45° 方向に制限されます。まず、トラックが 2 つのセグメントを持っていることに気がつくと思います。(はじめのパッドからくる) 最初のセグメントは青色の塗りつぶしで表され、これは実際に配置したトラック・セグメントです。(カーソル上にある) 2 番目のセグメントは、" ルック・アヘッド " セグメントと呼ばれ、輪郭のみで表されています。このセグメントにより次に配置されるトラックの位置を予測することができます。45° / 90° のトラックの方向を保ちながら簡単にトラック・セグメントの配置が可能になります。

45° / 90° 方向にトラックを置く場合、アンカー・ポジションから水平また垂直にトラックが始まるモードと 45° で始まるモードがあります。このモードを切り替えるには、トラックの配置中に Spacebar を押してください。

Backspace キーを押すと、前に配置されたトラック・セグメントの " 取り消し " ができます。

- ▶ 抵抗 R1 のボトム・パッドの中央にカーソルを置いて、マウスの左ボタンをクリックするか Enter キーを押してください。最初のトラック・セグメントが黄色に変わり配置が完了したことが示されます。カーソルを少し移動すると、カーソル上に 2 つのセグメントがあることがわかります。青色の塗りつぶしのセグメントは、次にマウスをクリックすると配置されるセグメントで、輪郭のみのセグメントは、トラックの位置決めのための " ルック・アヘッド " セグメントです。
- ▶ 再び R1 のボトム・パッドにカーソルを移動してください。前のセグメントからパッドへ向かう青色で塗りつぶされたセグメントがあります。マウスの左ボタンをクリックしてこのセグメントを配置すると、黄色に変わり配置が完了したことが示されます。

最初の接続のルーティングが完了しました。



- ▶ カーソルを抵抗 R4 のボトム・パッドへ移動してください。R4 へ青色で塗りつぶされたセグメントが“伸びて”います。マウスの左ボタンをクリックすると、このセグメントは黄色になり、配置が完了したことになります。
- ▶ カーソルを抵抗 R3 のボトム・パッドへ移動してください。このセグメントは輪郭のみで表されるルック・アヘッド・セグメントです。これは、トラック・セグメントを置く毎にトラック配置モードが水平 / 垂直から始まるモードと 45° で始まるモードに切り替わるためです。今は、45° モードです。Spacebar を押してセグメントの開始モードを水平 / 垂直モードに切り替えてください。セグメントは青色の塗りつぶしで表されます。マウスの左ボタンをクリックするか Enter キーを押してセグメントを配置してください。
- ▶ カーソルを抵抗 R2 のボトム・パッドへ移動してください。再び Spacebar を押してセグメント開始モードを切り替えてください。マウスの左ボタンをクリックするか Enter キーを押してセグメントを配置してください。
- ▶ 最初のトラックの配置が完了しました。マウスの右ボタンをクリックするか Esc キーを押してこのトラックの配置を終了してください。カーソルはクロスのまま、次のトラックを配置できるトラック配置モードであることを示しています。End キーを押して画面を再描画してください。
- ▶ 同じ手順で残りの基板の配線を行ってください。図 8 はマニュアルで配線された基板です。

V,F ショートカットによって、いつでも画面の再描画が実行できます。

このチュートリアルでの抵抗のパッドのように、接続されるパッドが 1 列に並んでいるような場合、単に 1 つのセグメントを配置することによって (各接続ごとにセグメントを分けなくても) それらのパッドは接続されたと認識され、コネクション・ラインは削除されます。

トラックを配置する場合、以下の点に注意してください。

マウスの左ボタンをクリックすると (または Enter キーを押す) トラック・セグメントが配置され、設定されているレイヤー・カラーで、塗りつぶされて表されます。輪郭のセグメントはトラックのルック・アヘッド部分を表しています。配置が完了したトラック・セグメントは黄色で表されます。

Spacebar を押すと水平 / 垂直モードと 45° モードを切り替えることができます。

End キーを押すと、画面は再描画されます。

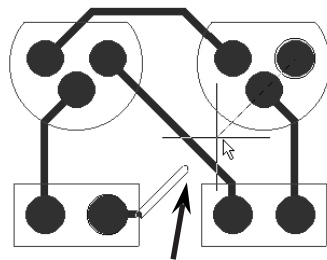
V,F ショートカット・キーは、すべてのオブジェクトが表示されるズームレベルで再描画されます。

PageUp や PageDown キーを押すと、ズーム・インやズーム・アウトの際の、カーソル位置は画面の中央になります。

Backspace キーを押すと、直前に配置されたトラック・セグメントの“取り消し”が行われます。

トラックの配置が完了し、新しくトラックを配置したい場合は、マウスの右クリックまたは Esc キーを押してください。

Protel98 は、配線の間違いや、トラックのショートを防ぐために、常に基板の接続を解析しています。そのため、配線されるべきではないパッド等を、誤って接続してしまうことはありません。



ルック・アヘッド・セグメントがクリップすることに注意してください。(カーソルから離れます) アドバンスト PCB では、他のネットのオブジェクトを横切るなどのデザイン・ルール違反になるトラックの配置は行われません。この場合は別の経路で配線しなければなりません。

トラック・セグメントを削除するには、削除したいセグメント上でマウスの左ボタンをクリックし、フォーカスされた状態(「編集ハンドル」が表示されます)にします。(残りのトラックは黄色でハイライト表示されます)次にDeleteキーを押すとトラック・セグメントは削除されます。

PCB上のトラックの配置がすべて完了したら、マウスの右ボタンをクリックするかEscキーを押して配置モードを抜けてください。カーソルは、元の矢印に戻ります。

- デザインを保存してください。(必要に応じて、名前を変更してください。)

お疲れ様でした。この基板をマニュアルで配線させることができました。

この基板はPCBMaker Wizardではじめに定義したように、トップとボトムレイヤーを使用する「両面基板」として配線を行うことができます。メニューからTools>>Un-Route

All[ショートカットU,A]を選択して、未配線の状態に戻して、これまでと同じ要領で配線始めてください。レイヤーの切り替えには\*キーを使用し、レイヤーを切り替えると自動的にビアが追加されます。

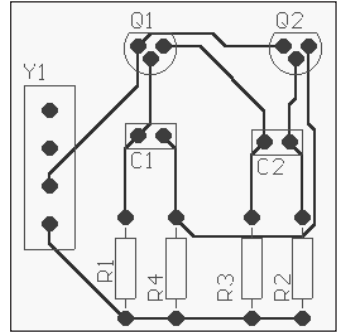


図8 - マニュアルで配線された基板 - すべてのトラックはボトム・レイヤーに配置されています。

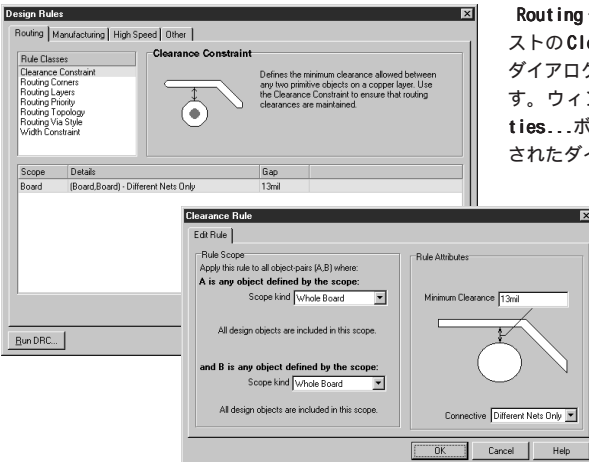
## 基板デザインの検証

Protel98によってPCBデザインでのルール・ドリブン環境が与えられ、さまざまな種類のデザイン・ルールを定義することで基板の信頼性を高めることができます。ここではBoard Wizardによってチュートリアル基板に定義されたデフォルト・ルールについて見ていきます。次にDesign Rule Check(DRC)を実行して基板がこれらのルールに適合しているかどうかを検証します。

ここからチュートリアルを開始する場合は、  
¥ Client 98 ¥  
Tutorials ¥  
multivibrator ¥  
multivibrator.pcb ファイルを開いてください。

- メニューからDesign>>Rules...を選択[ショートカットD,R]してDesign Ruleダイアログをオープンしてください。このダイアログのタブによってルールはカテゴリ別に分類されています。

Routingタブをクリックしてください。Rule ClassesリストのClearance Constraintをクリックしてください。ダイアログの下部のウィンドウにルールが一つ表示されます。ウィンドウの中のルールをクリックしてProperties...ボタンを押してください。デザイン・ルールが表示されたダイアログが表示されます。Scope KindがWhole Boardに設定されています。これは基板上のすべての電気的オブジェクト(シグナル・レイヤー上のトラックやパッド、ビア、フィル、アーク、ストリング)にこのクリアランス・ルールが適用されることを意味します。すなわち2つのオブジェクト間の最小のクリアランスは13milになります。(これはBoardMaker Wizardのデフォルトの設定です。)今回は、このルールはこのままにしておきます。



- **OK**をクリックしてデザイン・ルール・プロパティ・ダイアログを閉じてください。**Close**をクリックして *Design Rules*ダイアログを閉じてください。

配線された基板がデザイン・ルールに適合しているかを確認するには、Design Rule Check(DRC)を実行します。

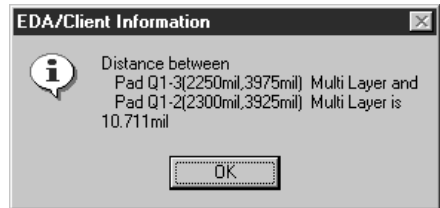
- メニューから **Design>>Options...** [ショートカット D,0] を選択してください。必要に応じて **Layers** タブをクリックしてアクティブにしてください。
- このダイアログの **Other** セクションで、**DRC Errors** オプションがチェックされていることを確認してください。
- **OK** ボタンをクリックしてダイアログを閉じてください。
- メニューから **Tools>>Design Rule Check...** を選択してください。表示されたダイアログで、DRC オプションを設定できます。オプションはすべてデフォルトのままにして **Run DRC** ボタンをクリックしてください。

*Design Rule*ダイアログの各タブの **Rule Classes** リストで、カテゴリで有効なルールのタイプが表示され、メイン・ウィンドウで現在の基板に適用されるタイプのルールが表示されます。階層的に適用される異なるスコープをもつ同じタイプのルールを重複して定義することができません。

DRCが終了するとDRCの結果をレポートするテキスト・ファイルが作成されます。そのファイルにはチェックされたデザイン・ルールと発生したエラー内容が含まれ、ワークスペースのメイン・ウィンドウに表示されます。この基板のDRCを行った結果 **Clearance Constraint** ルールで4つのエラーが発生しています。エラーの内容としてはトランジスタ Q1 と Q2 のパッドが13mil のクリアランス・ルールに違反しているというもので、ウィンドウをPCBドキュメントに切り替えると、エラー箇所のトランジスタのパッドが緑色でハイライト表示されています。

通常、配線技術やデバイスの物理的な特性により基板の配線を行う前に関連するデザイン・ルールを設定します。このチュートリアル の目的として、トランジスタ・パッドのクリアランスに関するデザイン・ルールを作成します。まず、トランジスタ・パッド間の実際のクリアランスを把握しましょう。

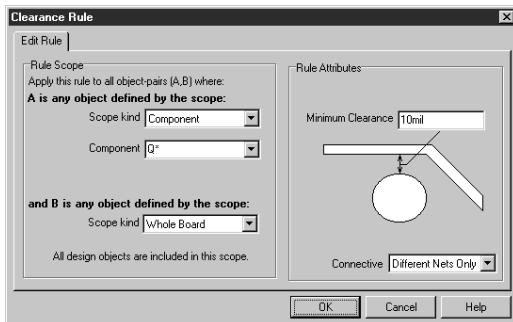
- PCBドキュメントをアクティブにして、カーソルをどちらかのトランジスタに移動し、PageDownキーを押して画面を拡大してください。
- メニューから **Reports>>Measure Primitives** [ショートカット R,P] を選択してください。カーソルがクロスにかわり、ステータス・バーに "Choose First Primitive" というメッセージが表示されます。
- トランジスタの下の方のパッドにカーソルを移動し、マウスの左ボタンをクリックするかEnterキーを押してください。カーソルはパッドとそれに接続されたトラック上にあるため、メニューがポップ・アップされ、目的のオブジェクトを選択します。ここではトランジスタ・パッドを選択してください。
- もう一方のトランジスタ・パッドにカーソルを移動し、マウスの左ボタンをクリックするかEnterを押してください。再び、ポップアップ・メニューからパッドを選択してください。



インフォメーション・ボックスが開かれ二つのパッド間が10.711milであることが表示されます。前に見たクリアランスの条件では、基板全体に最小のクリアランス13milに設定されていました。トランジスタ・パッド間のクリアランスはこれ未満です。

- インフォメーション・ボックスを開いてマウスの右ボタンをクリックするかEscを押して計測モードを抜けてください。V,Fショートカットを使用し、再描画してください。

トランジスタ・パッド間の最小距離が10milちょうどであることがわかりました。トランジスタだけクリアランスの制限を10milにするようにデザイン・ルールを設定しましょう。



- PCBドキュメントをアクティブにして、メニューから **Design>>Rules...** [ショートカットD,R]を選択してください。必要に応じて**Routing**タブをクリックしてアクティブにしてください。**Rule Classes**リストで**Clearance Constraint**をクリックしてください。
- **Add...**ボタンをクリックしクリアランスルールを追加します。
- 表示されたダイアログの**Rule Attribute**セクションで**Minimum Clearance**を10milに設定してください。
- **Rule Scope**セクションで、ドロップ・ダウン・リストを使用して最初の**Scope Kind**フィールドを**Component**に変更してください。
- **Component**フィールドでは、ドロップ・ダウン・リストを使用してこのルールを適用する特定のコンポーネントを選択できます。基板の上すべてのトランジスタにルールを適用するので、**Component**フィールドにQ\*(ワイルドカード\*と?をサポートしています。)と入力してください。これにより、Qで始まるデジグネータを持つ基板の上すべてのコンポーネントにこのルールが適用されます。
- その他のフィールドはデフォルトのままにしてください。OKボタンをクリックしてリストにルールを追加します。
- **Run DRC**ボタンをクリックし、表示された**Design Rules Checking**ダイアログの**Run DRC**ボタンをクリックして、**Design Rule**ダイアログからDRCを実行してください。

Protel98では階層構造のデザイン・ルールをサポートしています。スコープが異なる同じクラスの多くのルールを設定できます。ルール・スコープによってルールの優先順位が決まります。

DRCが再実行されレポートが表示されます。このレポートには、ルール違反はありません。

## マニュアルチャリング出力ファイル

設計したPCBに対していろいろな出力オプションがProtel98にあります。このチュートリアルでは出力ファイルの設定はしませんが、オンライン・ヘルプの**Designing A printed Circuit Board**セクションの**Generating Final Output**トピックを読んでいろいろな出力ファイル・オプションを試してみてください。Protel98には業界標準のGerber出力ファイルやNCドリル・ファイル、さらにWindowsプリンタのサポートやHPフォーマット・プロッタ出力があります。多くのPCB製造業者はProtelPCBファイルを直接受け付けることができます。



## 回路のシミュレーション

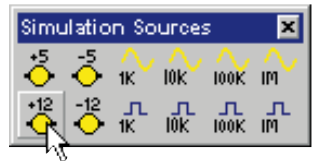
Protel98により、スキマティックから直接、回路のシミュレーションを実行できます。チュートリアル以下のセクションでは、マルチバイブレータ回路によって生成される出力波形のシミュレーションを行います。

### シミュレーションの設定

シミュレーションを実行する前に、次の点について確認してください。マルチバイブレータの電源電圧やシミュレーションでのグラウンド・リファレンス、波形を見たい位置のネットラベルです。

¥ Client 98 ¥  
Tutorials ¥  
multivibrator ¥  
multivibrator.sch ファイルを開けば、ここからチュートリアルを始めることができます。

- デスクトップ上でスキマティック・ドキュメントがオープンしている場合、それをアクティブにしてください。そうでない場合、メニューから **File>>Open** [ショートカット F, O] 選択して、ドキュメントをオープンしてください。
- メニューから **View>>Toolbars>>Simulation Sources** を選択して **Simulation Sources** ツールバーを表示してください。
- **Simulation Sources** ツールバーの **+12V Source** ボタンをクリックしてください。Tab ボタンをクリックしてその属性を編集してください。表示されたダイアログで、**Attributes** タブをクリックして **Designator** フィールドを V12+ に設定してください。 **Footprint** フィールドはブランドのままにしてください。 **Part Field 1-8** タブをクリックして **DC** フィールドが +12 に設定されていることを確認してください。 **OK** ボタンをクリックしてダイアログを閉じ、ソースをスキマティックのコネクタ Y1 の左に置いてください。
- メニューから **Place>>Wire** [ショートカット P, W] を選択し 12V ソースを図9のように回路に接続してください。



シミュレータが回路を解析するまえに、"グラウンド"リファレンス点が必要です。

- メニューから **Place>>Power Port** [ショートカット P, 0] を選択してください。それを配置する前に Tab キーを押して属性を編集してください。表示されたダイアログで **Net** フィールドを GND に設定し、 **Style** のドロップ・ダウン・リストから **Power Ground** を選択してください。
- ダイアログを閉じ、スキマティックにグラウンド・シンボルを配置してください。必要に応じてスペースキーを押してグラウンド・シンボルを回転してください。
- マウスの右ボタンをクリックし、配置モードを抜けてください。既存のワイヤに直接グラウンド・シンボルを配置できなかった場合、ワイヤで接続してください。

シミュレーションを実行する前の最後の作業は、回路の適当な点にネットラベルを置いて、波形を見たい信号を簡単に識別できるようにする事です。ネットラベルにより回路の特定のノードに名前をつけることができます。チュートリアルの回路では、2つのレジスタのベースとコレクタにネットラベルを置きます。

- メニューから **Place>>Net Label** [ショートカット P, N] を選択してください。Tab キーを押してネットラベルの属性を編集してください。表示されたダイアログの **Net** フィールドを Q1B に設定してダイアログを閉じてください。
- カーソルを Q1 のベースからきているワイヤ上に置いてください。マウスの左ボタンをクリックするか Enter キーを押してワイヤにネット・ラベルを置いてください。



- Tabキーを押して**Designator**をQ1Cに変更してください。
- カーソルをQ1のコレクタから伸びているワイヤ上に置いてマウスの左ボタンをクリックし、2番目のネット・ラベルを置いてください。
- Q2のベースとコレクタのワイヤにデシグネータQ2BとQ2Cをそれぞれ置いてください。
- ネットラベルの配置が終わったら、マウスの右ボタンをクリックしてEscキーを押して配置モードを抜けてください。
- **File>>Save As** [ショートカットF,A] を選択し、元のスキーマティックとは違う名前前で保存してください。

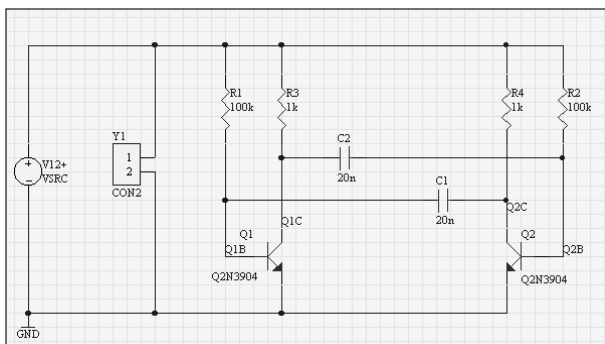


図9 - シミュレーションの準備が整ったスキーマティック

## 過渡解析の実行

スキーマティックに必要な設定は完了しました。回路の過渡解析を実行しましょう。

チュートリアル回路では、RC時定数は  $100k \times 20n = 2ms$  です。振動の5周期分を表示するには、波形の10ms分を表示する設定が必要です。

- **Simulate>>Setup Simulator>>Transient...** をメニューから選択してください。表示されたダイアログで、**Duration** フィールドに10mを設定し10msシミュレーション・ウィンドウを指定してください。**Display** フィールドに10uを設定し、シミュレーションで10u毎に点を表示することを指示してください。ダイアログの**Internal Timestep Control** セクションで、**Maximum(s)** フィールドに10mを設定してください。Internal Timestep Controlにより、回路が解析される頻度が指定されます。タイムステップは解析結果の変化の割合に応じて最小と最大の間で最適に調節されます。
- ダイアログを閉じて下さい。

¥ Client 98 ¥  
 Tutorials ¥  
 multivibrator ¥  
 multivibrator-sim.sch  
 ファイルを開けば、ここ  
 からチュートリアルを始  
 めることができます。

過渡解析の準備が整いました。

- メニューから**Simulate>>Transient Analysis** を選択してください。
- 初めてシミュレーションが実行されますので、表示したいアナログ信号を選択するためのダイアログがオープンされます。スキーマティックに追加したネット・ラベルに関連する電圧を信号のリストから探してください。**V(Q1B)**、**V(Q1C)**、**V(Q2B)**、**V(Q2C)**です。これらのエントリのそれぞれをダブルクリックして信号表示に追加してください。
- 4つの信号の追加が終わったら、**Done** ボタンをクリックしダイアログを閉じ、過渡解析を実行してください。結果は、シミュレーションウィンドウにグラフ形式で表示されます。

何か間違っていますか？

波形ウィンドウには、平坦な信号しか表示されません。マルチバイブレータは不安定な回路なので、スクエア波形がトランジスタのコレクタに出力されます。実際の回路ではコンポーネントのわずかな公差により振動が始まります。これらの振動は、電源が投入された時に回路のアンバランスを招きます。シミュレーションでは、正確なコンポーネントで解析されるため、アンバランスを作ってやる必要があります。これを行なうには、電源が投入されたときに、ひとつのトランジスタをオンにし、その他をオフにするように初期状態を設定してください。初期状態を設定するには、パターンファイルを編集する必要があります。このファイルにはシミュレーションのコンフィグレーション情報が記述されています。

- シミュレーション波形ウィンドウを閉じてください。
- **Simulation Tools** ツールバーの **Pattern File** ボタンを押してパターン・ファイルを開いてください。(Simulation Tools ツールバーが表示されていない場合、**View>> Toolbars>>Simulation Tools** を選択して表示してください。)



パターン・ファイルがテキスト編集ウィンドウに開かれます。

- 以下の行をパターン・ファイルの最後に追加してください。

```
.IC V(Q1B)=1 V(Q2B)=0.
```

これにより、回路の初期状態が Q1 のベースが 1V で Q2 のベースが 0V に設定されます。

- パターン・ファイルは図 10 に示されるようになります。
- メニューから **File>>Save** を選択してパターン・ファイルを保存してください。それからテキスト・ウィンドウを閉じてください。
- メニューから **Simulate>>Transient Analysis** を選択してシミュレーションを再実行してください。今度はシミュレーション波形は予想通りの回路振動を示します。
- メニューから **View>>Fit Waveform** を選択して波形の軸を自動的に設定してください。
- シミュレーションが終わったら、出力波形は図 11 にしめすようになります。**File>>Save** を選択して波形のスケール情報保存してください。

おめでとうございます！ 回路のシミュレーションと出力波形の表示ができました。もし良ければ、スキマティックのコンポーネントの値を変更してシミュレーションを実行してその影響について確認してみてください。C1 の値を 47n に変更して (C1 をダブルクリックして属性を編集してください。) 過渡解析を再実行してください。出力波形はマーク / スペースの比が同じでなくなります。

```
* Include library reference file:
`include "MyCircuit - sim.bil"

* Include ipa (schematic text frame) file:
`include "MyCircuit - sim.ipa"
.printall
.lprintall

.EPS      1u 100m 1n
.H        100p 1f 10u 250m 2
.TRAN     10u 10m 0
.METHOD GEAR

.TRACE    TRAN  V(Q1B) MIN=-1.2000000E+000 MAX=1.2000000E+000
.TRACE    TRAN  V(Q1C) MIN=-1.2000000E+000 MAX=1.2000000E+000
.TRACE    TRAN  V(Q2B) MIN=-1.2000000E+000 MAX=1.2000000E+000
.TRACE    TRAN  V(Q2C) MIN=-1.2000000E+000 MAX=1.2000000E+000

.IC       V(Q1B)=1 V(Q2B)=0
```

図 10 - 初期状態ステートメント (.IC) が記述されたパターンファイル

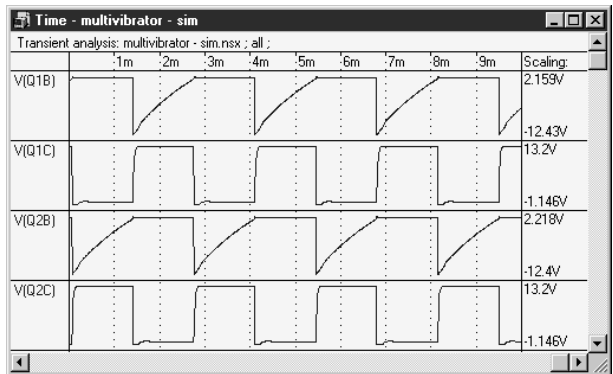


図 11 - マルチバイブレータからの出力波形

## より詳細な調査のために

このチュートリアルでは、Protel98の強力な機能の一部を紹介したにすぎません。スキーマチックの作成やデザインの過渡解析の実行、ネットリストの生成、PCBの設計や配線、これらはすべてProtel98の統合化されたツールによって行われます。しかし、このチュートリアルで紹介された部分は、Protel98の能力の一面でしかありません。

Protel98を調べ始めれば、すぐに設計を簡単にする優れた機能に気付くことができます。Protel98のトライアル版にはソフトウェアの能力を紹介する為に用意された、多くのサンプルファイルが添付されています。これらのサンプルファイルは、ウィンドウズのスタートメニューの**Protel98**グループの中にある、**Examples**サブメニューから起動することができます。(EDA/Clientが起動されている場合、サンプルファイルを選択するまえに終了してください。)また、EDA/Clientが起動している状態でFile-Openコマンドにより、各サーバのExamplesサブディレクトリに保存されているサンプルファイルを開くことができます。

**4 Port Serial Interface Project** ( ¥Client98¥PCB98¥Examples¥4PortSI¥4PortSI.prj ) をロードしてみてください。これにより、一つのプロジェクトが異なるドキュメント・タイプを取り扱う例とマルチシート回路図の例を見ることができます。プロジェクトがロードされた後、**View>>Project Manager** を選択してProtel98のProject Managerパネルを表示させてください。これにより、ロードされたドキュメントの関連が表示され、これらを管理することが容易になります。このプロジェクトでは、複数のリンクされた回路図が存在する事がわかります。例えばPCCONN.SCHにはアドレスのデコードとライン・セレクトがあり、この機能はプログラマブル・ロジック(U10)で実現されます。ファイルADDECODE.PLDはテキストファイルで、ターゲットとなるPLD、22V10GALをプログラムする為のソースコードが記述されています。このPLDソースファイルをコンパイルするには、ADDECODE.PLDをアクティブドキュメントにして、メニューから**PLD>>Configure...**を選択し、図12のようにオプションを設定してください。このあとダイアログを閉じ、**PLD>>Compile**を選択してデバイスのJEDECダウンロード・ファイルを生成してください。

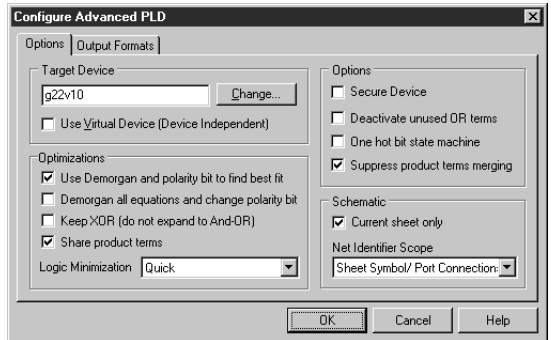


図 1 2 - ADDECODE.PLD ファイルの為の PLD コンパイルオプション

### Detect Simulation Example

( ¥Client98¥SIM98¥Examples¥Detect¥Detect.sch ) では、タスマニア大学の X 線天文学グループによ

り開発された X 線感知装置の回路図が示されています。この回路の過渡解析を実行して (**Simulate>>Transient Analysis**) その出力波形を確認してください。

**Route Demo 1** ( ¥Client98¥route98¥Examples¥Board1.pcb ) は、配線前の中規模サイズの基板です。この基板を自動配線して (**AutoRoute>>All**)、Protel98に統合化されたオートルータの速度とパワーを確認してください。

これでProtel98の性能と機能についての調査は終え、実際の設計でこれらの機能を試してしてください。Protel98のトライアル版には全ての機能が含まれており、最初のコンセプトの段階から製造用ファイルの生成までの全てを試してみることができます。実際にProtel98を使って設計を始める事により、このProtel98によっていかに設計が簡単なるかという事を、実感していただけると思います。