

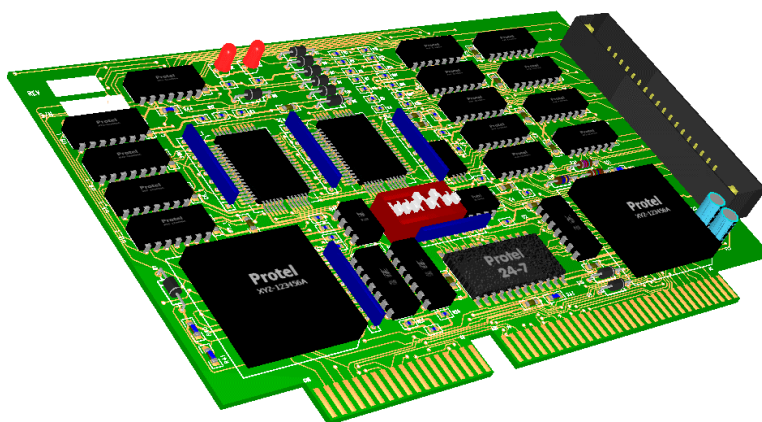
Protel 99 SE Designer's Handbook Supplement

Protel 99 SE で基板設計をより効率的に

ようこそ Protel 99 SE デザイナーズハンドブックサブリメントへ。このガイドは、Protel 99 SE で追加された新機能や拡張された機能が紹介されており、Protel 99 デザイナーズハンドブックの内容を補足するものです。

Protel 99 SE は、Windows NT/98/95 で動作する Protel のボードレベルデザインシステムの最新バージョンです。Protel 99 SE は Protel 99 から採用されたデザインエクスプローラ環境で動作するツールで、今回 PCB のデザインプロセスを中心に改良が行われ、新たにリリースされたものです。

Protel 99 SE のプラットフォームであるデザインエクスプローラは、より高速に動作する様に最適化が行われ、アプリケーションの起動時間、ドキュメントの読み込み時間が短縮され、軽快なレスポンスが得られます。また、ドキュメントの保存方法についても、これまでの Access のデータベース形式による統合化されたドキュメント形式による方法と、Windows のファイルシステムを利用した個別ファイルによる保存方法が選択できるようになりました。どちらの保存方法を用いても Protel 99 SE のデザイン管理と統合化機能が使用できます。



Protel 99 SE では、デザイン入力から製造データの出力に至るまでのそれぞれのプロセスで強力なデザイン能力を発揮します。ダイレクトテキスト編集機能、シート毎に部品的位置を認識したアノテーション機能、回路図シートに基づくコンポーネントクラス自動作成機能等、Protel 99 SE で改良されたスキマティックエディタを用いて、回路図入力の方が更に高速かつ正確に行え、設計にかかる時間を節約できます。

PCB エディタでは、32 の信号層、16 のインターナルプレーン、16 のメカニカルレイヤーを使用して設計が可能で、レイヤースタック及びドリルレイヤーのペアも自由に設定ができます。パワープレーンへの接続方法の改良や新しいデザインルールやルールスコープの追加、デザインルールのインポート/エクスポート機能等、Protel 99 SE の PCB エディタでこれまでにない基板設計能力を手にする事ができます。

新たに改良されたコンポーネント配置ツールで、レイアウト時間が短縮できます。Protel 99 SE は、基板上にグラフィカルな配置領域を作成する事ができ、コンポーネントの移動中、接続ラインの最適化をリアルタイムで行います。この様にして、グループ化したコンポーネントをブロック内に素早く配置できます。

Protel 99 SE には、PCB 設計の新機能として強力な印刷管理システム、3D PCB ビューワ、ボタンをクリックするだけで必要なデータ出力が行える CAM マネージャーが含まれています。

このような新機能や改良点は、Protel 99 SE の基板設計能力のほんの一部です。このガイドにより、Protel 99 SE によってどれ位簡単に設計が行えるかご覧下さい。

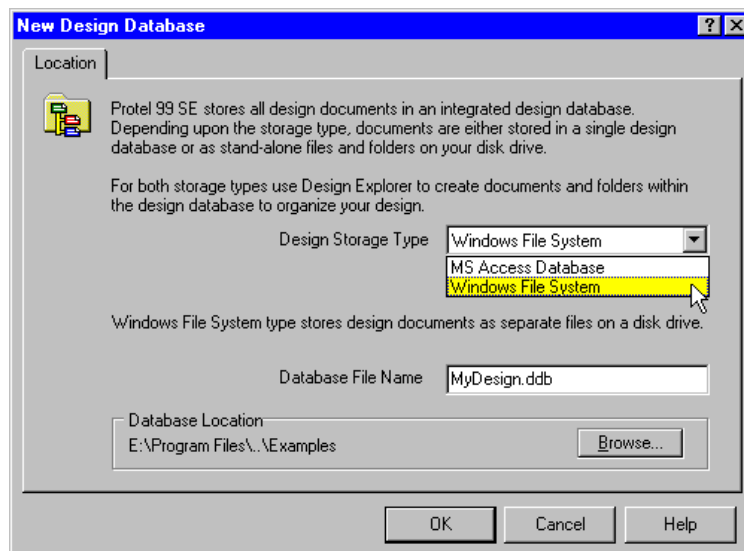
デザインエクスプローラ

デザインエクスプローラとは、Protel 99 SE のデザイン環境の名称です。Windows のスタートメニューから Protel 99 を選ぶと、デザインエクスプローラが起動します。デザインエクスプローラはデザインドキュメント及びデザイン作成時に使用するデザインツールとのインターフェースです。

Windows のファイルシステムを使用した保存方法

Protel 99 SE にはデザインドキュメントを直接ディスクドライブに保存するオプションが含まれています。New Design Database ダイアログには、新たに Design Storage Type オプションが追加され、マイクロソフトアクセスのデータベース形式でドキュメントを統合化して保存するか、各ドキュメントをディスクドライブに直接保存するか選択する事ができます。

Storage Type を MS Access Database に設定すると、デザインドキュメントは統合化されたデザインデータベースに保存されます。Storage Type を Windows File System に設定すると、デザインドキュメントはダイアログ下側で指定したディスクドライブのフォルダに直接保存されます。



デザインの新規作成時にドキュメントの保存方法を選択します。

デザインエクスプローラは保存方法に関係なく同じ様に動作します。Windows のファイルシステムを使用している場合、まず最初にデザインをオープンし、それからスケマティックやPCB等、他のドキュメントをオープンします。

新規ドキュメントの作成の仕方は、どちらの保存方法でも同じで、メニューから **File » New** を選びます。Windows のファイルシステムを使ったデータベースでも、Windows のエクスプローラでドキュメントをコピーしただけでは、そのドキュメントをオープンする事はできません。デザインエクスプローラでドキュメントをインポートして下さい。インポートは、Windows のエクスプローラからデザインに直接ドラッグすることも可能です。

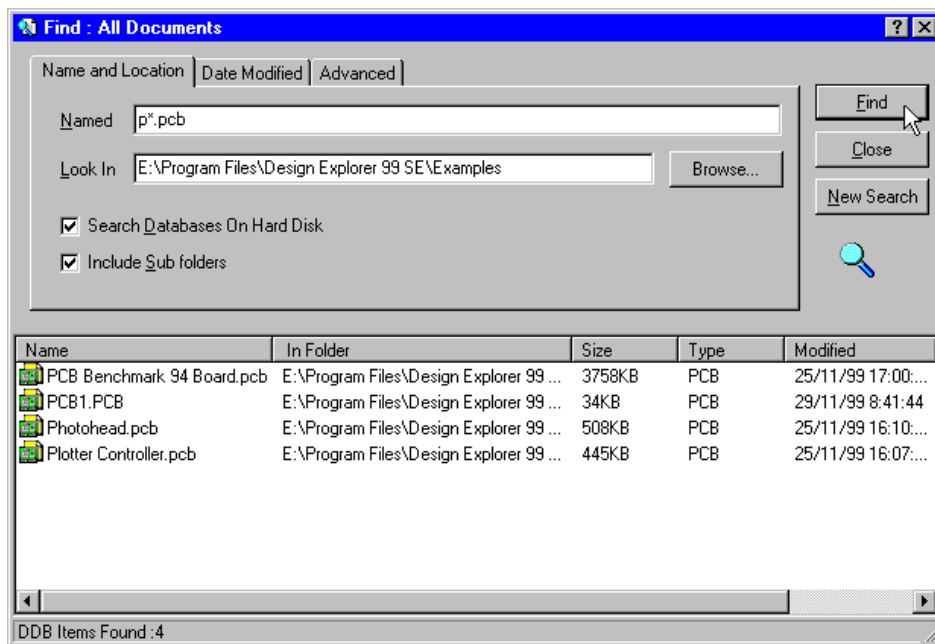
Windows のファイルシステムを使ったデータベースでは、ドキュメントのアクセスコントロールのようなデザインチームの機能はサポートしていません。デザインのシンクロナイズや、バックグラウンドでのドキュメントオープンなど他のデザイン統合化の機能はサポートされています。

デザインエクスプローラからメール送信

デザインエクスプローラから設計ドキュメントを直接メールする事ができます。デザインエクスプローラで転送したいドキュメントを選び、メニューから **File » Send by Mail** を実行します。

新しいドキュメント検索機能

Protel 99 SE には、Windows のファイル検索機能と同じ様な操作方法でデザインドキュメントを検索できるドキュメントファインダーが含まれています。ドキュメントファインダーは、現在、デザインエクスプローラでオープンしているデザイン内のドキュメントやハードディスクに保存されているデザイン内のドキュメントの検索が可能です。(アクティブウィンドウがフォルダービューの場合)メニューから File » Find Files を実行すると Find All Documents ダイアログが表示されます。



ドキュメントファインダーでデザインドキュメントが素早く検索できます

改良されたパフォーマンス

Protel 99 SE は高速な動作を行うための最適化が行われています。デザインエクスプローラは、起動時間が短縮されました。また、デザインデータベースやドキュメントのオープンも高速化されています。ネットワークのパフォーマンスについても改良され、他のコンピュータをチェックする頻度が少なくなり、CPU 占有時間も減少しています。

フローティングライセンス

Protel 99 SE は、フローティングライセンスをサポートしています。これにより Protel 99 SE を複数のコンピュータにインストールし、その中でライセンス分のコンピュータが使用可能になります。Protel 99 SE は、現在起動されているアプリケーションを自動的にモニタリングし、ライセンスを超える台数のコンピュータで使用されている場合、警告のメッセージを出します。

改良されたステータスバー

アプリケーションからのメッセージを表示するステータスバーのサイズが変更可能となりました。カーソルをステータスバーの矢印上に移動すると両側に矢印が表示されます。この状態でマウスをクリックし、ドラッグをすればメッセージゾーンの大きさが変更できます。

PCB デザイン

Protel 99 SE では、従来の Protel 99 と比べ、さまざまな機能の追加、ならびに改良が行われています。主な内容として、レイヤー数の増加、レイヤースタックマネージャー、新たなデザインルール、プリントプレビューおよびプリントアウト、CAM 出力の管理機能、3D ビジュアライゼーションツール、コンポーネント配置機能、オートルータに含まれる配線経路を整えるための新たなクリーニングパス、外部ファイルとのインターフェイスのためのインポート/エクスポート、ライブラリー編集/管理機能、オブジェクトのセレクション操作に関する機能など、多くの点が拡張されました。

Protel 99 SE の PCB エディタでは新たなファイルフォーマットが使用されています (PCB4.0)。従来のファイルフォーマットでエクスポートするには、ファイル入出力機能のセクションを参照して下さい。

シグナルレイヤーとパワープレーンレイヤー

通常、プリント基板は、銅箔による電氣的なレイヤー(層)、絶縁レイヤー、保護のためのマスキレイヤー、テキストや部品の外形のためのシルクレイヤー(オーバーレイレイヤー)によって構成されます。

銅箔による電氣的なレイヤーには、信号を接続するための信号レイヤーとコンポーネントに対する電源供給やグランドとして使用されるパワープレーンレイヤーの 2 種類があります。Protel 99 SE ではこれらの信号レイヤーとパワープレーンレイヤーはレイヤースタックの定義によって、ワークスペースでの使用が可能になります。

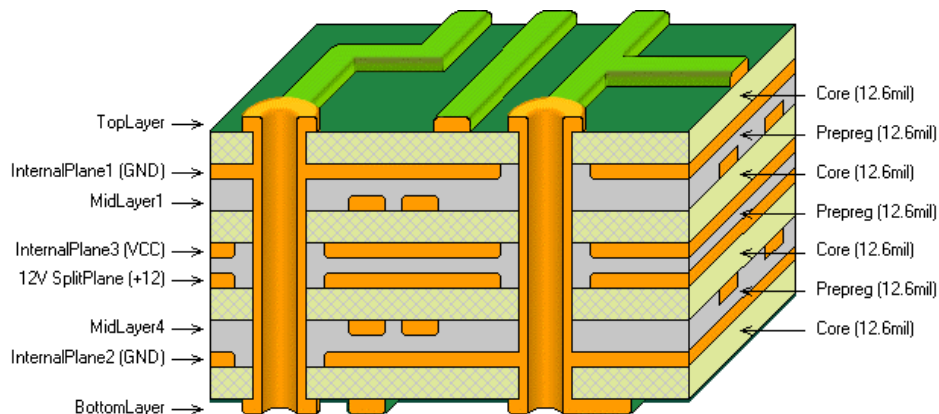
レイヤースタックの定義

レイヤースタックを定義するには、メニューより、**Design » Layer Stack Manager** を選択します。Layer Stack Manager ダイアログが表示され、その中央には現在のレイヤースタックイメージが表示されます。デフォルトのレイヤースタックは両面基板になります。Add Layer ボタンもしくは、Add Plane ボタンをクリックすることによって、レイヤースタックで選択されたレイヤーに続いて、それぞれ新たにレイヤーが追加されます。

ダイアログの下にある Menu ボタンにも、予め用意されたレイヤースタックのサンプルが含まれています。ただし、これらのレイヤースタックサンプルは固定ではありませんので、定義された後でも修正することが可能です。必要に応じて追加されたレイヤーは、Move Up、Move Down ボタンによって積み重ねの順番を修正する事が

できます。また、新たなレイヤーはデザインの途中であっても追加する事ができます。

電気的なレイヤーには、32 シグナルレイヤー(トップ、ボトム、30 ミドルレイヤー)と16 プレーンレイヤーがあります。



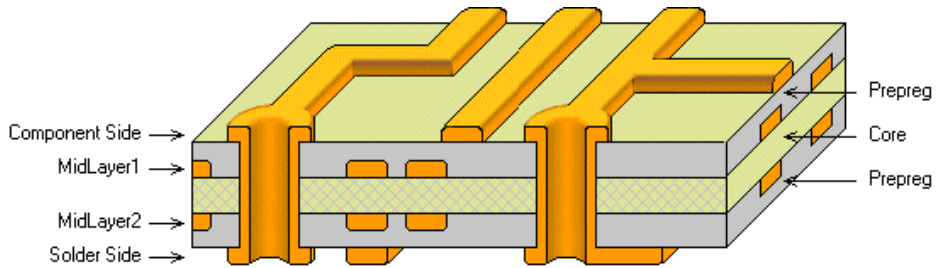
4つのシグナルレイヤーと、4つのプレーンレイヤーによる8層基板のレイヤースタック

レイヤースタックアップスタイルの設定

レイヤースタックには、電気的なレイヤーだけでなく絶縁レイヤーも含まれ、通常、プリント基板にはコアとプリプレグの2種類が使用されます。これらはどのように使用されるのでしょうか？

一般的な4層基板の製造を例に考えてみます。通常、4層基板の場合、両サイドに薄い銅箔層を持つ絶縁体のコア(ガラス繊維の材質)からスタートします。- 実際には、単なる薄い両面基板です。

コアの両サイドの銅箔層はシグナルトラックの作成のためにエッチングされます。これで内部の'スライス'が準備され、次にプリプレグによる絶縁レイヤーをそれぞれのサイドに適用し、その後、プリプレグの外側に銅箔層を適用します。これらは、熱及び圧力による処理により、プリプレグを軟化させ、貼り合わせることによって一枚の板になります。できあがったボードの断面は次の図のようになります。



4層基板の断面図によって絶縁レイヤーの並びを見ることができます

スタックアップスタイルはレイヤースタックの絶縁レイヤーの順番に依存します。また、3つのデフォルトスタックアップスタイルは、レイヤーペア、インターナルレイヤーペア、ビルドアップをサポートします。レイヤースタックアップスタイルは、レイヤースタックにおけるコア、プリプレグレイヤーの供給の方法によって変更されます。

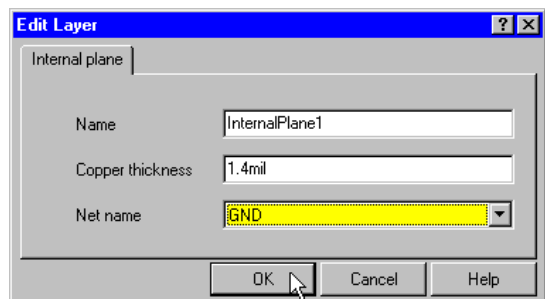
適用したいスタックアップスタイルは、**Layer Stack Manager** ダイアログの左上のオプションから選択して下さい。スタックアップスタイルはボード設計においてブラインド、またはベリードビアを使用する場合や、シグナルインテグリティによる伝送線路の解析を行う場合にのみ重要になります。これらを使用しない場合には、このオプションは無視しても構いません。また、ブラインド、またはベリードビアを使用する場合には、プリント基板メーカーと打ち合わせの上で、適切なスタックアップスタイルを選択して下さい。

レイヤープロパティの設定

各レイヤーのプロパティは **Layer Stack Manager** ダイアログのレイヤー名をダブルクリック(またはスタックアップイメージのレイヤー)することによって定義されます。

シグナルレイヤープロパティでは、レイヤー名と銅箔の厚さを定義することができます。銅箔の厚さはシグナルインテグリティによる伝送線路解析で使用されます。

プレーンレイヤープロパティでは、レイヤー名と銅箔の厚さ、ネット名を定義することができます。ネット名は現在ロードされたネットの一覧から選択します。プレーンに定義されたネット名を持つスルーホールパ



インターナルプレーンレイヤーの
レイヤープロパティダイアログ

ッド及びビアは、Power Plane Connection Style ルールに従い自動的にこのプレーンに接続されます。(ルールを編集するには、メニューから **Design » Rules** を選択して下さい。)

PCB ワークスペースへスキマティックデザインが移行されていない場合にはネットを定義することはできません。このような場合には、スキマティックデザインを移行してからネットを定義して下さい。

コアとプリプレグプロパティでは、プリント基板の材質、厚さ、誘電率を定義することができます。これらの設定はシグナルインテグリティによる伝送線路解析で使用され、特に必要が無ければデフォルトのままにしておいて下さい。

ドリルペアの設定

レイヤースタックアップの最後は、ドリルペアの指定です。ドリルペアは2つのレイヤーを接続する場合のスタートとストップレイヤーによって参照され、ブラインド、もしくはベリードピアを使用する場合に限り必要になります。一般的なマルチレイヤーのスルーホールの場合には、Top と Bottom のペアによって接続します。このデフォルトで設定されている Top-Bottom のドリルペアを削除、修正することはできません。

ドリルペアは、**Drill-Pair Manager** ダイアログから定義します。このダイアログを表示するには、**Layer Stack Manager** ダイアログの **Drill Pairs** ボタンをクリックして下さい。

デザインにブラインド、もしくはベリードピアが含まれる場合には、レイヤースタックアップスタイルを定義する場合に、必ずドリルペアを指定して下さい。また、定義されたレイヤースタックアップスタイルが、製造を依頼するプリント基板メーカーにおいて、対応できるかどうかはあらかじめ確認しておく必要があります。ブラインド、ベリードピアについての詳しい内容は、**デザイナーズハンドブックの PCB デザインオブジェクト**の章の**ビア**の項目を参照して下さい。

メカニカルレイヤーの使い方

一般的にメカニカルレイヤーは電気的な情報以外のデザインに必要な注意事項などを追加するために使用されます。例えば、ボード外形、寸法線、部品実装に関する説明、NC 加工に関する説明、マスクレイヤーに関する説明、タイトルブロックなどです。

メカニカルレイヤーを使用する場合には、メニューから **Design » Mechanical Layers** を選択して下さい。各メカニカルレイヤーには任意のレイヤー名を設定することができます。他のレイヤーと同じように、メカニカルレイヤーはオブジェクトが配置されていなければ無効にすることができます。すでにオブジェクトが配置されている場合、チェックボックスはグレー表示になります。また、表示オプションによって、

シングルレイヤーモードの場合でも任意のメカニカルレイヤーを表示することも可能です。(シングルレイヤーモードはカレントレイヤー以外の全てのレイヤーを非表示にします。 - シングルレイヤーモードは、ショートカット SHIFT+S によってオン/オフを切り替えることができます。)

レイヤー表示のコントロール

レイヤースタックマネージャーやメカニカルレイヤーの設定で定義されたレイヤーなど、PCB ワークスペース内で扱うレイヤーの表示/非表示は、**Document Options** ダイアログで行います。このダイアログを表示するには、**Design » Options** を選択して下さい。

各レイヤーのカラー設定は、メニューから **Tools » Preferences** を選択し、**Preferences** ダイアログの **Colors** タブで行います。

キープアウトオブジェクトについて

ルーティングを行う際の配線禁止エリアとして、電気的なレイヤー上には、レイヤー指定のキープアウトオブジェクトを配置することができます。キープアウトオブジェクトとして、トラック、フィルやアークを配置するには、メニューから、**Place » Keepout** を選択して下さい。(キープアウトを配置する場合に、ショートカットキーの K によて **Keepout** サブメニューを呼び出すことができます。)キープアウトオブジェクトは配置されたレイヤーと同じカラーで表示され、オブジェクトの輪郭は現在設定されている **Keepout** カラーで表示されます。キープアウトオブジェクトは、**Power Print** の **Preferences** ダイアログの **Print Keepout Objects** オプションによって、プリントアウトに含めることはできますが、ガーバー出力に含めることはできません。

PCB デザインルール

デザインルールは、PCB エディタでの設計仕様のベースとなる部分です。従来の Protel 99 から追加された機能として：新たなルール及びルールスコープ、特定のルール適用を無効にする機能、ルールセットのインポート/エクスポート、新たなルールレポート、オブジェクトに適用されているルールをワークスペースから確認する機能等があります。また、PCB エディタパネルには、既に設定されたルールのリストが表示され、ルールの設定内容を調べることができます。

このトピックは、Protel 99 デザイナーズハンドブックの *デザインルール* についての章とともにお読み下さい。

新たなルーティングルールについて

Width Constraint

このルールには、最大、最小と優先幅(Preferred)の設定が含まれます。最大、最小幅は、オンライン並びにバッチ DRC で適用されます。優先幅は、マニュアル配線時やオートルーティングの際に適用され、配線時に TAB キーによってトラック幅が変更されると、優先幅も同じ値に変更されます。

Routing Via Style

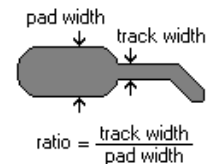
このルールには、最大、最小と優先値(Preferred)の設定が含まれます。最大、最小サイズは、オンライン並びにバッチ DRC で適用されます。優先値は、マニュアル配線時やオートルーティングの際(適用されるルールスコープは Board)に適用され、配線時に TAB キーによってビアサイズが変更されると、優先値も同じ値に変更されます。

SMD To Plane Constraint

このルールによって SMD パッドのセンターから、パワープレーンに接続するためのパッド/ビアまでの配線の最長値を指定します。このルールはオンライン並びにバッチ DRC で適用されます。

SMD Neck-Down Constraint

このルールによって、SMD のパッド幅とトラック幅の比率の最大値をパーセンテージによって指定します。指定された比率よりも大きいトラックに対して違反箇所として警告されます。このルールはオンライン並びにバッチ DRC で適用されます。



新たなマニファクチュアリングルールについて

Hole Size Constraint

このルールによって、ホールサイズの最大と最小サイズを、数値、もしくはパッドサイズに対するパーセンテージによって指定します。このルールはオンライン並びにバッチ DRC で適用されます。

Layer-Pairs

このルールはビアやパッドが定義されたドリルペアに従い接続されているかどうかをチェックします。ドリルペアは、**Drill-Pair Manager** ダイアログから定義します。このダイアログを表示するには、**Design » Layer Stack Manager** を選択し、**Layer Stack Manager** ダイアログから、**Drill Pairs** ボタンをクリックして下さい。このルールは、マニュアル配線時のオートビア機能と、オンライン並びにバッチ DRC で適用されます。

Testpoint Style

このルールは、テストポイント属性を持つパッドやビアが、定義されたテストポイントスタイルに適合しているかどうかをチェックします。パッドやビアはそれぞれのプロパティにおいて、**Testpoint** 属性が有効の場合、テストポイントとして認識され、それらのパッドやビアにルールが適用されます。**Preferred**(優先サイズ)を除く全てのルールは、オンライン並びにバッチ DRC でチェックされます。

このルールは、PCB 内のパッド/ビアをサーチし、テストポイントとして割り当てる **Find and set Testpoints** 機能でも使用され(**Tools** メニュー)、サーチされたパッド/ビアはテストポイント属性は有効になります。

また、オートルータの **Autorouter Setup** ダイアログで、**Add Testpoint** オプションが選択されている場合もこのルールが使用されます。オートルータは **Testpoint Style Rule** のダイアログで **Preferred** フィールドに定義されたサイズの丸のパッドを、**Allowed Side** 設定で指定されたレイヤーに配置します。

Allowed Side 設定はテストポイントファインダーとオートルータで、あらかじめ定義された次のような順位で使用されます：**Bottom**(SMD Pads)、**Top**(SMD pads)、**Bottom Thru-hole**、**Top Thru-hole**(設定がオフのサイドは除く。)

Testpoint Usage

このルールによって、テストポイントを必要とするネット、あるいは必要としないネットを指定することができます。このルールは、**Find Testpoint** 機能、オートルータによるテストポイントの追加、オンライン並びにバッチ DRC で適用されます。

全てのテストポイントの位置を出力する場合には、CAM マネージャーのテストポイントレポート機能を使用して下さい。(メニューより **File » CAM Manager** を選択して下さい)

さい。)DRC ではネットに対してテストポイントが含まれているかどうかをチェックします。

新たなブレースメントルールについて

Component Clearance Constraint

このルールはコンポーネント間の最小クリアランスを指定します。ルールスコープによってターゲットとなるコンポーネントを選択し、それらの距離をルールの Gap フィールドに設定します。このルールはオンライン並びにバッチ DRC、オートブレースのクラスタプレーサで適用されます。

Room Definition

このルールは、ブレースメントルームの位置と、ルームに配置すべきコンポーネントセットの定義に使用されます。ルームの使い方については、この後の *PCB Placement* セクションを参照して下さい。

その他のルールについて

Unconnected Pin Constraint

このルールはネットが割り当てられていないピンや、接続されていないトラックを見つける場合に使用されます。このルールはオンライン並びにバッチ DRC で適用されます。

新たなルールスコープについて

ルールスコープは対象となるオブジェクトに対して的確に定義しなければなりません。Protel 99 SE では、ルールシステムをさらに強化するためにいくつかの新たなルールスコープが追加されました。

Pad Specification

このスコープはパッド仕様に対しデザインルールを定義する場合に使用します。例えば、このスコープによって特定のパッドに、パワープレーン接続スタイルルールを定義することができます。

Via Specification

このスコープはビア仕様に対しデザインルールを定義する場合に使用します。例えば、このスコープによって指定されたサイズのビアに対し、ソルダーマスキュールールを定義することができます。

Footprint

このスコープによって、指定されたフットプリントを使用する全てのコンポーネントを対象にデザインルールを定義することができます。

Footprint Pad

このスコープによって、指定されたフットプリントの特定のパッド(ワイルドカードによって複数のパッド)を対象にデザインルールを定義することができます。

Pad Class

このスコープによって、クラスに含まれたパッドを対象にデザインルールを定義することができます。パッドクラスは、メニューから **Design » Classes** を選択することによって作成されます。クラス作成の方法については、この後の *PCB Selection* セクションを参照して下さい。

Object Kind = Polygon

このスコープはポリゴンが対象になります。ポリゴンによって異なるクリアランスでポリゴンボアを行う場合にはこのスコープを使用して下さい。また、このスコープは複合的ルールスコープ機能と組み合わせて、特定のネット、もしくはレイヤー上のポリゴンに対して使用して下さい。

ルールスコープに追加された機能

新たな **Mask** フィールドはそれぞれのデザインルールダイアログで、名前のリストから選択する操作を効率良く行うために追加されました。Mask フィールドは、Filter Kind が Component、Net、Pad、Footprint に設定した場合に現れます。Mask フィールドにタイプされた内容によって、表示されるリストが絞られます。

ルールスコープを、Pad Class、Net Class、Component Class、From-To Class に設定した場合、**Design Rule** ダイアログには、Edit Class ボタンが現れます。これによって、デザインルールを設定している時でも、すぐにクラスの作成や編集を行うことができます。

ルールシステムの新しい機能

PCB パネルでのルール表示

追加されたルールは PCB エディタパネルから参照することができます。ブラウズモードを Rules にすると、パネルの上側には、全てのルールの種類が表示され、ここでルールを選択するとパネルの下側には、定義されたルールの個々の内容が表示されます。

ルール名の割り当て

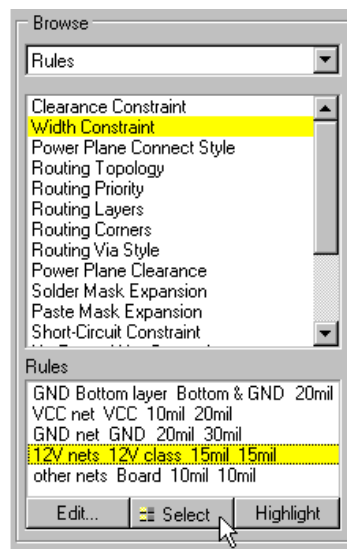
ルールには、個々のデザインルールダイアログから名前を付けることができます。新たなルールを追加した場合には、デフォルトの名前が割り当てられます。ルールの名前はブラウズモードを Rules にすると、PCB エディタパネルに表示されます。

特定のルールを無効にする機能

ルールは個々に無効にすることができます。無効にされたルールは削除されたルールと、オンライン、並びにバッチ DRC で同様に扱われます。但し、パネル上のルール名の表示は維持されます。

ルールのインポートとエクスポート

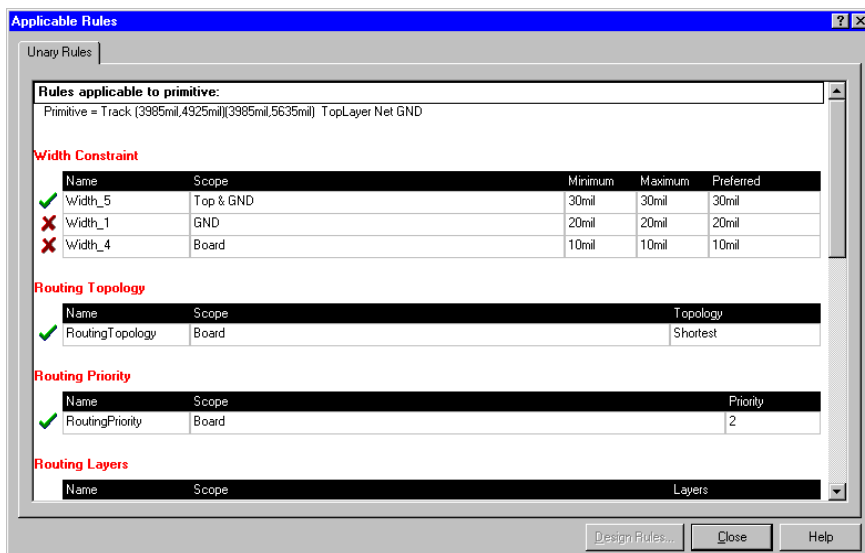
ルールセットのエクスポートやインポートが可能になり、これによってルールの保存や以前のルールを再利用することができます。ルールセットのインポートやエクスポートを行うには、Design Rules ダイアログの下側にある Menu ボタンをクリックして下さい。ルールをインポートする際には、Import Options ダイアログで、Overwrite(上書き)、Add(追加)のいずれかをクリックし、ルールのインポート方法を選択して下さい。ルール名が同じルールは上書きされます。



ブラウズモードを Rules にすると、ルールの参照や、編集を簡単に行うことができます。

適用されるルールの確認

マウスの右クリックによって表示されるメニューには、プリミティブに適用されるルールを参照する 2 つのメニューが追加されました。メニューから、**Applicable Unary Rule**、または **Applicable Binary Rule** を選択すると、ステータスバーには、1 つのプリミティブを選択するか (Applicable Unary Rule)、2 つのプリミティブを選択するか (Applicable Binary Rule) を訊いてきます。次に目的のプリミティブをクリックして下さい。



ダイアログには、プリミティブに適用されるルールの一覧が表示されます。

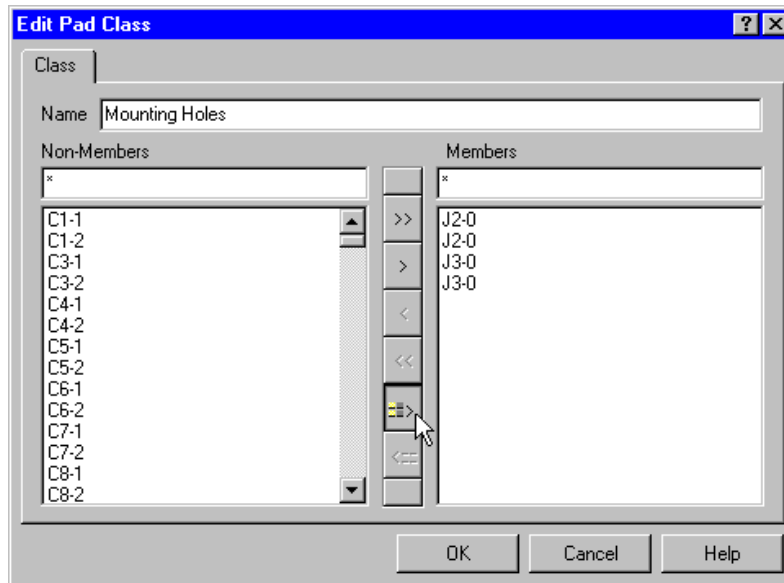
Applicable Rules ダイアログが表示され、このプリミティブに適用される全てのデザインルールが表示されます。これらは、選択されたプリミティブに適用されるかもしれない現在定義されている全てのデザインルールを解析した結果の一覧です。ダイアログの各ルールにはそれぞれチェック、もしくはクロスマークが付けられており、チェックマークは、優先順位が最も高いルールが、このプリミティブに適用されていることを示しています。同じ種類の優先順位が低いルールには、クロスマークが付けられており、これはこのルールより優先順位が高いルールがあるため、現在適用されていないことを示しています。

パネルのブラウズモードを、Rules に設定し、Highlight や Select ボタンでルールが適用されるオブジェクトを表示することによって、よりグローバルにルールを調べることができます。

ルール違反のオブジェクトの原因を確認したい場合には、そのオブジェクト上でマウスの右ボタンをクリックし、メニューから **Violations** を選択して下さい。Violation Inspector が表示され、詳細を確認することができます。

オブジェクトクラスの追加

パッドのクラスは、**Object Classes** ダイアログで作成することができます。Edit Pad Class ダイアログには、現在セレクトされたパッドからクラスを作成する新たなボタンが追加されました。また、**Object Classes** ダイアログの Select ボタンによって、ボード上のクラス定義されたオブジェクトをセレクトすることができます。



セレクトされたパッドのパッドクラスを作成するには "take over selected objects" ボタンを使用して下さい。

PCB ライブラリーとコンポーネントの追加機能

ライブラリーエディタや PCB エディタでのコンポーネントに関する機能も拡張されました。ライブラリーエディタでは、アンドゥ/リドゥ、コンポーネントのコピー/ペースト、そして新しくコンポーネントルールチェッカーが追加されました。また、コンポーネントに対するプリミティブの追加や削除といった修正がボード上から直接行うことができます。

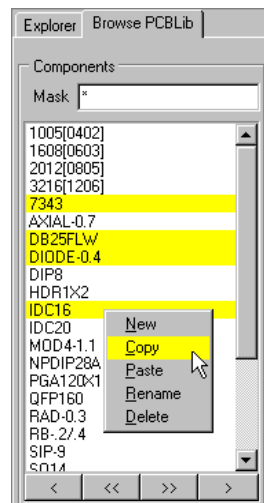
PCB ライブラリーエディタの追加機能

アンドゥ/リドゥ

ライブラリーエディタでは修正などの作業に対して、アンドゥ/リドゥをサポートします。

コンポーネントのコピー

コンポーネントは、ライブラリー間、ライブラリーから PCB へ、または PCB からライブラリーへコピー/ペーストを行うことができます。ライブラリー間、またはライブラリーから PCB へコピーするには、通常の Windows の操作と同様に(左クリック、SHIFT+クリック、CTRL+クリック)、ライブラリーエディタパネルでコンポーネントを選択し、次にマウスの右ボタンをクリックし、表示されるメニューから Copy を選択します。次に、コピー先のライブラリーのライブラリーエディタパネル上でマウスの右ボタンをクリックし、Paste を選択するとコピー元のコンポーネントはコピー先のライブラリーに追加されます。直接ボードにペーストするには、PCB エディタメニューから、Edit » Paste を選択して下さい。



コンポーネントをコピーするには、パネルを右クリックして下さい。

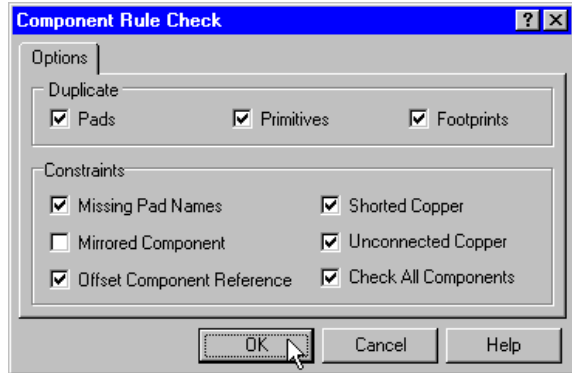
コンポーネントルールチェッカー

Component Rule Check ダイアログを表示するには、Reports » Component Rule Check を選択して下さい。コンポーネントルールチェッカーは、重複したプリミティブ、パッドデジグネータの誤り、未接続のコパー、不適切のコンポーネントリファレンス(原点)をテストします。

ライブラリーファイルの追加、削除、ブラウズ

コンポーネントライブラリーは PCB エディタライブラリーリストから個々に追加や削除を行うことができます。PCB Libraries ダイアログで PCB ライブラリーを含むデザインファイルを追加すると、デザインファイル内の全てのライブラリーがダイアログの下側に現れます。

Browse Libraries ダイアログの下側にはステータスバーがあり、コンポーネントの X、Y サイズと多数を占めるパッドのプロパティがレポートされます。



コンポーネントルールチェッカーによる PCB フットプリントにチェック

コンポーネントに関する追加機能

PCB ワークスペースでのコンポーネント修正

コンポーネントプリミティブは、PCB ワークスペース上のコンポーネントに対し追加、修正、削除を行うことができます。ボード上のコンポーネントのプリミティブを修正する場合、あらかじめプリミティブのロックを解除しておく必要があります。プリミティブを解除するには、コンポーネントをダブルクリックし、Lock Prims オプションを無効にして下さい。ダイアログを閉じると、プリミティブの編集や削除が可能になります。

コンポーネントにプリミティブを追加する場合にも、先に Lock Prims オプションを無効にして下さい。次に追加したいプリミティブを配置し、セレクトして下さい。(既存のコンポーネントプリミティブ以外)メニューから、Tools » Convert » Add Selected Primitives to Component を選択すると、セレクトされたプリミティブを追加したいコンポーネントを訊いてきます。目的のコンポーネントをクリックすると、コンポーネントにはプリミティブが追加され、セレクトが解除されます。コンポーネントの修正が完了したら、再度 Lock Prims オプションを有効にして下さい。これらの変更がライブラリーのコンポーネントフットプリントに影響するはありません。

また、ポリゴンプリミティブもコンポーネントに含めることができます。コンポーネントフットプリントにポリゴンを含める場合、PCB ワークスペース上で追加しなければなりません。コンポーネントに追加する方法は次のようになります。まず、ポリゴンを配置し、セレクトします(SHIFT+クリック)。次にメニューから **Tools » Convert » Explode Polygon to Free Primitives** を選択し、ポリゴンをクリックすることによって、ポリゴンを"分解"して下さい。その後、これらのポリゴンプリミティブを、通常のプリミティブと同様にコンポーネントに追加して下さい。

フットプリントに含まれるルーティングプリミティブについて

ライブラリーコンポーネントにはルーティングプリミティブを含めることができます。コンポーネントにルーティングプリミティブが含まれている場合、スキマティックエディタのメニューから、**Design » Update PCB** を選択した時、**Update Design** ダイアログの **Assign Net to Connected Copper** オプションを有効にして下さい。これによって、スキマティックから PCB にネットリストを移行する際に、これらのプリミティブのネット名が自動的にアップデートされます。

コンポーネントに含まれるルーティングプリミティブのネット名のアップデートは、PCB エディタメニューの、**Design » Netlist Manager** からいつでも行うことができます。パッドに接続されたコパーに対しネット名を割り当てるには、ダイアログの下側の **Menu** ボタンから、**Update Free Primitives from Component Pads** を選択して下さい。

コンポーネントデジグネータとパッドデジグネータ

重複したコンポーネントパッドデジグネータもサポートされ、コンポーネントに同じパッドデジグネータのパッドを複数含めることができます。PCB ネットリストアナライザーは複数パッドの存在を検出し、接続ラインにより計算します。

コンポーネントのデジグネータやコメントの部分的な置換を含むグローバル編集が可能になりました。例えば、全ての IC のデジグネータを、U1、U2...から、IC1、IC2...のような変更を行う場合、デジグネータ"U"のコンポーネントのどれかをダブルクリックします。次に、**Component** ダイアログでデジグネータを U から I へ変更し、**global** ボタンをクリックしダイアログを広げます。Attributes to Match By の Designator フィールドを、"U*"とします。(デジグネータが U で始まるコンポーネントを検索します。)Copy Attributes の Designator フィールドを{U=IC}とします。(条件に合うコンポーネントに対し、U で始まるデジグネータを、IC に変更します。)ダイアログの下側の Change Scope を All Primitives に設定し、(コンポーネントのプリミティブも変更の対象となります。)OK ボタンで変更が行われます。

コンポーネントの配置レイヤーを変更すると、それに伴いパッドスタックもフリップします。コンポーネントパッドの Pad Stack オプションが有効で、トップとボトムのパッド設定が異なる場合、コンポーネントの配置レイヤーの変更すると、トップとボトムの設定は自動的に入れ替わります。

コンポーネントのデジグネータは 255 文字(半角英数)まで、コンポーネントパッドのデジグネータは 20 文字(半角英数)まで使用することができます。

PCB プレースメント

スキマティックからデザインが移行され、ボード外形やレイヤースタックの定義が完了したら、コンポーネント配置をスタートします。コンポーネント配置はボードデザインにおいて最も重要な作業であり、機構的な条件、発熱に関する問題、伝送線路、配線のしやすさなどを考慮しなければなりません。

Protel 99 SE には、スキマティックからの PCB セレクション、PCB コンポーネントクラスの自動作成、ダイナミックリコネクト、プレースメントルームなど、配置作業を手助けするさまざまな機能が含まれています。

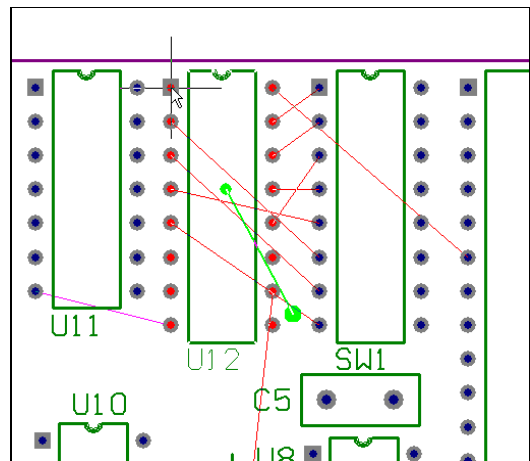
スマートコネクションライン表示によるダイナミックリコネクト

ボード上のコンポーネント間をつなぐコネクションラインは配線作業におけるコンポーネント位置決めの際のガイドになります。これらのコネクションラインが、全体を通して、より短くなるようにコンポーネントが配置されることが理想的であり、これによって少ないルーティングパスで終了させることができます。

しかし、密度の高いボードでは、コネクションラインが複雑になり、配置作業が難しくなります。コンポーネントの移動の時、他のコンポーネントに近づくと、コネクションラインが同じネットの他のピンに接続されることに気づくと思います。

Protel 99 SE にはスマートコネクションライン表示によるダイナミックリコネクト機能が含まれています。これはコンポーネント、セレクトされたコンポーネントのグループ、コンポーネントユニオンを移動する際に、移動しているコンポーネントに関するコネクションライン以外を、一時的に非表示にします。これによって、現在移動中のコンポーネントのリコネクトの状態がわかりやすくなり、効率よくコンポーネントの配置作業を行うことができます。

また、この機能によって、コネクションラインを全て非表示にした状態で、コンポーネントを移動すると、関係するコネクションラインのみが自動的に表示されます。コネクションラインは、メニューから **View » Connections** を選択することによって非表示にすることができます。



コネクションラインは移動するコンポーネントと接続された部分のみが自動的に表示されます。

コンポーネント移動時に、ショートカット **N** を押すことによって、一時的に全てのコネクションラインを非表示にすることができます。(通常はスマートコネクション表示機能が有効になります。)この場合、コネクションラインの解析は一時的に無効になります。

コンポーネントの移動時には、常時コネクションの長さを解析し、それらの長さを元に配置のクオリティを緑(Strong)、赤(Weak)のベクターラインで評価します。ベクターラインの離れてる側のポイントはコネクションラインのトータルの長さが、最も短くなるコンポーネントの位置を表しています。

コンポーネントクリアランスの確認

コンポーネントのクリアランスは、**Design Rules** ダイアログの、**Placement** タブの、**Component Clearance Constraint** によって設定することができます。このルールは、**Design Rule Check** ダイアログでオンライン、及びバッチ **DRC** が有効の場合に適用されます。

スキマティックと PCB 間でのデータの移行について

スキマティックエディタから PCB エディタには、コンポーネントや接続以外にも移行される情報があります。スキマティックでは具体的なデザインの内容が、構造的に示されており、各シート毎にはそれぞれのデザインに含まれるコンポーネントがロジカルなグループとして分類され、これらのコンポーネントは多くの場合、近くに配置されることが望まれます。このスキマティックで作られるベーシックな情報を、PCB へ移行できればより理想的であると言えます。Protel 99 SE では、このようなスキマティックから PCB へ必要な情報を移行する場合に、役立つ機能が含まれています。

スキマティックからのクラス、ルームの作成

多くの場合、スキマティックで作成されたコンポーネントのグループが、PCB でそのまま反映することができれば、PCB での作業はより効率的になります。Protel 99 SE には、スキマティックから PCB へデザインを移行する際に、このようなグループの情報を移行する手助けとなる機能が含まれています。

PCB コンポーネントクラスデザインは、各スキマティックシートを、スキマティックエディタから PCB エディタへデザインを移行する際に自動的に作成することができます。この機能を使用するには、**Update Design** ダイアログの、**Generate Component Class for all schematic sheets in project** オプションを有効にして下さい。


PCB コンポーネントクラスは、スキマティックの各シートから作成されます。クラスにはスキマティックシート上の全てのコンポーネントが含まれます。各コンポーネントクラスには、スキマティックシートと同じ名前が割り当てられます。ただし、

シート名に含まれる文字で、スペースは削除されます。複数のシートに配置されたマルチパーツの場合には、最初のコンポーネントパーツが配置されたシートのクラスになります。また、各コンポーネントクラスに対してはプレースメントルームが作成されます。プレースメントルームに関しては、この後の *PCB* プレースメント セクションの *プレースメントルーム* についてを参照して下さい。

スキマティックからの PCB コンポーネントのセレクト機能

その他にも、スキマティックから PCB へ移行する際に役立つ機能として、スキマティックから PCB コンポーネントをダイレクトにセレクトする機能があります。この機能を使用するには、あらかじめスキマティックシートでコンポーネントをセレクトしておき、スキマティックエディタのメニューから、**Tools » Select PCB Components** を選択して下さい。対象となるコンポーネントが PCB でセレクトされ、これらのコンポーネントが画面上に表示されます。この機能は、この操作に続いてセレクトされたコンポーネントのクラス、コンポーネントユニオンを作成する場合などに便利です。セレクトされたコンポーネントからのクラス作成については、この後の *PCB* セレクション を参照して下さい。また、コンポーネントユニオンについては次のトピックを参照して下さい。セレクトされたコンポーネントは、**Arrange Within Rectangle** 機能によって、それらを1つのグループとして任意の場所へ並べることができます。この方法については、*PCB* プレースメント セクションの *インタラクティブ配置ツールの使い方* を参照して下さい。

スキマティックから PCB へのクロスプローブ

クロスプローブ機能を使用することによって、個々のスキマティックコンポーネントに対応する PCB コンポーネントを参照することができます。まず、 メインツールバーから **Cross Probe** ボタンをクリックし、スキマティックシート上のコンポーネントをクリックして下さい。対応する PCB コンポーネントがウィンドウの中央に表示されます。クロスプローブは、コンポーネントのピンやネットから行うことができ、また反対に PCB からスキマティックを参照することも可能です。

コンポーネントユニオンの使い方

コンポーネントユニオンとは、任意のブロックとして操作が可能なコンポーネントのまとめりであり、ユニオンに含まれる各コンポーネントの相対的な位置関係は、それらを移動する際にも維持されます。この機能はブロック化された回路を移動する場合に便利です。

コンポーネントユニオンの作成

コンポーネントユニオンを作成するには、あらかじめユニオンに含めるコンポーネントをセレクトし、コンポーネントプレースメントルールバーの



Create Union ボタンをクリックして下さい。

ユニオンからのコンポーネントの解除

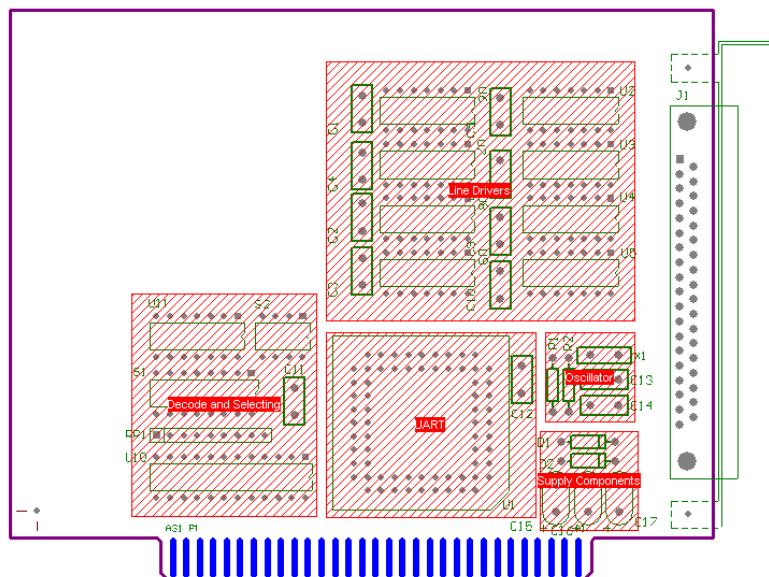
ユニオンからコンポーネントを解除するには、コンポーネントツールバーの、Break Union ボタンをクリックし、ユニオンに含まれるコンポーネントのどれかをクリックして下さい。Confirm Break Component Union ダイアログが表示されますので、解除したいコンポーネントを選択して下さい。



全てのコンポーネントユニオンの解除

全てのコンポーネントユニオンを解除するには、Tools » Convert » Break All Component Unions を選択して下さい。1つのコンポーネントは複数のユニオンに属することはできません。

プレースメントルームについて



プレースメントルームを用いたコンポーネント配置

プレースメントルームはコンポーネントの配置をアシストする長方形の領域です。各コンポーネントは自動的にルーム割り当てられ、自動的に移動することもできます。また、ルームを移動する際には、コンポーネントも共に移動します。

Room Definition はデザインルールシステムの一部であり、オンライン、並びにバッチ DRC によって定義されたルールに従いコンポーネントが配置されているかどうか

を確認することができます。ルームは、クラスタベースのオートプレーサでもルームによってコンポーネントを配置する場合などに使用することができます。

プレースメントルームの作成

ルームは、Place メニューや、Design Rules ダイアログの Placement タブ、プレースメントツールバーの Place Room ボタンから配置することができます。ルームはトップ、もしくはボトムレイヤーへの配置が可能で、デフォルトでは、トップに設定されています。配置されたルームをダブルクリックすることによって、ルームのプロパティを定義することができます。



ルームへのコンポーネントの割り当て

Room Definition ルールのスコープによってルームに割り当てるコンポーネントを定義します。スコープを設定しルームに割り当てるコンポーネントを編集して下さい。

ルームのサイズと位置

ルームは、フィルなどと同様に、マウスでクリックすることによってフォーカスし、表示されるハンドルによってサイズを修正することができます。ルーム全体を移動するには、ルームをクリック&ドラッグして下さい。

ルームを移動すると、そのルームと共に割り当てられたコンポーネントも自動的に移動します。この機能を無効にするには、Design Rules ダイアログの Room Definition のマークをオフにして下さい。また、ルームを不用意に移動することを防ぐために、ルームをロックすることができます。

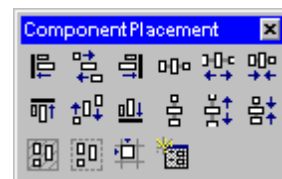
ルームへのコンポーネント配置

コンポーネントプレースメントツールバーの Arrange Within Room ボタンをクリックすることによって、ルームへ割り当てられたコンポーネントを、ルーム内へ簡単に移動することができます。



インタラクティブ配置ツールの使い方

コンポーネントプレースメントツールバーには、コンポーネントを整列したり、間隔の調整を行う場合に役立つさまざまなツールが含まれています。



整列ツール

セレクトされたコンポーネントの左端を基準に整列

セレクトされたコンポーネントの中で、最も左端に配置されたコンポーネントを基準に整列します。整列した結果コンポーネントルールに違反する場合は、より近い位置までコンポーネントが移動されます。

セレクトされたコンポーネントの右側を基準に整列

セレクトされたコンポーネントの中で、最も右端に配置されたコンポーネントを基準に整列します。整列した結果コンポーネントルールに違反する場合は、より近い位置までコンポーネントが移動されます。

セレクトされたコンポーネントを垂直に整列

セレクトされたコンポーネントの垂直方向のセンターを基準に整列します。ボタン、もしくはメニューを選択してから、基準となるコンポーネントをクリックして下さい。セレクトされた他のコンポーネントは、このコンポーネントを基準に配置されます。

セレクトされたコンポーネントの上側を基準に整列

セレクトされたコンポーネントの中で、最も上側に配置されたコンポーネントを基準に整列します。整列した結果コンポーネントルールに違反する場合は、より近い位置までコンポーネントが移動されます。

セレクトされたコンポーネントの下側を基準に整列

セレクトされたコンポーネントの中で、最も下側に配置されたコンポーネントを基準に整列します。整列した結果コンポーネントルールに違反する場合は、より近い位置までコンポーネントが移動されます。

セレクトされたコンポーネントを水平に整列

セレクトされたコンポーネントの水平方向のセンターを基準に整列します。ボタン、もしくはメニューを選択してから、基準となるコンポーネントをクリックして下さい。セレクトされた他のコンポーネントは、このコンポーネントを基準に配置されます。

間隔を調整するツール

セレクトされたコンポーネントの水平方向を等間隔に調整

セレクトされたコンポーネントにおいて、最も左側と最も右側のコンポーネントの間隔を等間隔に調整します。この時、垂直座標は変更されません。

セレクトされたコンポーネントの水平方向の間隔を広げる

設定された X 方向のコンポーネント配置グリッドを元に、コンポーネント間の距離を広げます。

セレクトされたコンポーネントの水平方向の間隔を狭める

設定された X 方向のコンポーネント配置グリッドを元に、コンポーネント間の距離を狭めます。

セレクトされたコンポーネントの垂直方向を等間隔に調整

セレクトされたコンポーネントにおいて、最も上側と最も下側のコンポーネントの間隔を等間隔に調整します。この時、水平座標は変更されません。

セレクトされたコンポーネントの垂直方向の間隔を広げる

設定された Y 方向のコンポーネント配置グリッドを元に、コンポーネント間の距離を広げます。

セレクトされたコンポーネントの垂直方向の間隔を狭める

設定された Y 方向のコンポーネント配置グリッドを元に、コンポーネント間の距離を狭めます。

移動させるツール

任意の長方形のエリアへ移動

このツールによってセレクトされたコンポーネントを任意の長方形の範囲へ並べられます。ボタンをクリックし、長方形の最初のコーナーを決め、マウスを対角線上に移動し、次のコーナーの位置を決め長方形を定義すると、セレクトされたコンポーネントは長方形のエリア内へ並べられます。

ルームへ移動

このツールによってルームに割り当てられたコンポーネントはルーム内へ並べられます。ボタンをクリックし、ルームをクリックすると、ルールスコープによってそのルームに割り当てられたコンポーネントは、ルーム内へ並べられます。

グリッドへ移動

このツールによって、近くのコンポーネント配置グリッド上へコンポーネントが移動されます。コンポーネント配置グリッドは、Document Options ダイアログの、Options タブで、コンポーネントの X と Y の配置グリッドが定義されます。ロックされたコンポーネントは移動されません。

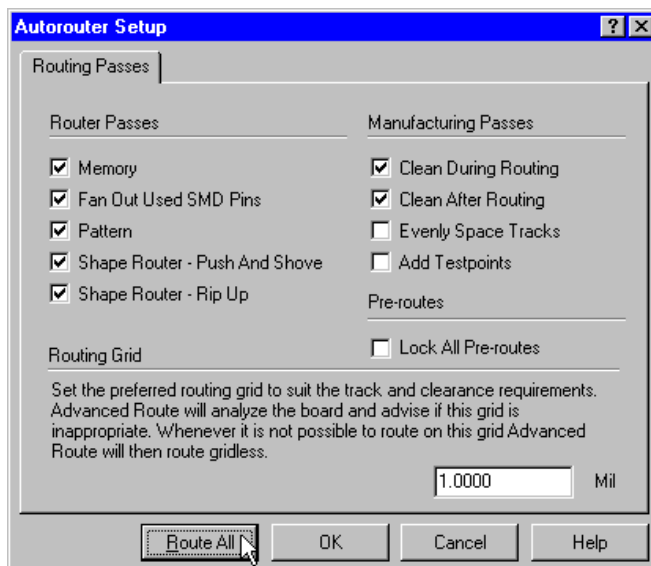
オートルーティング

オートルータで適用されるデザインルール

オートルータで適用されるルールは、**Design Rules** ダイアログの、下側のステータスラインにレポートされます。選択されたルールがオートルータで適用される場合には、**Rule Followed By Router** と表示されます。

クリーンアップパス

オートルータには、2つの新たなクリーンアップパスが追加されました。Clean During Routing パスは、ルーティング中に実行され、各ルーティングパスが終了する毎に実行されます。Clean After Routing パスは全てのルーティングパスを完了後、実行されます。クリーンパスは、**Autorouter Setup** ダイアログで有効にします。これらはルーティングパスと共に使用され、ルーティングの経路や、パッドへの接続を整える事を目的としています。



Autorouter Setup ダイアログでクリーニングパスを有効にしてください。

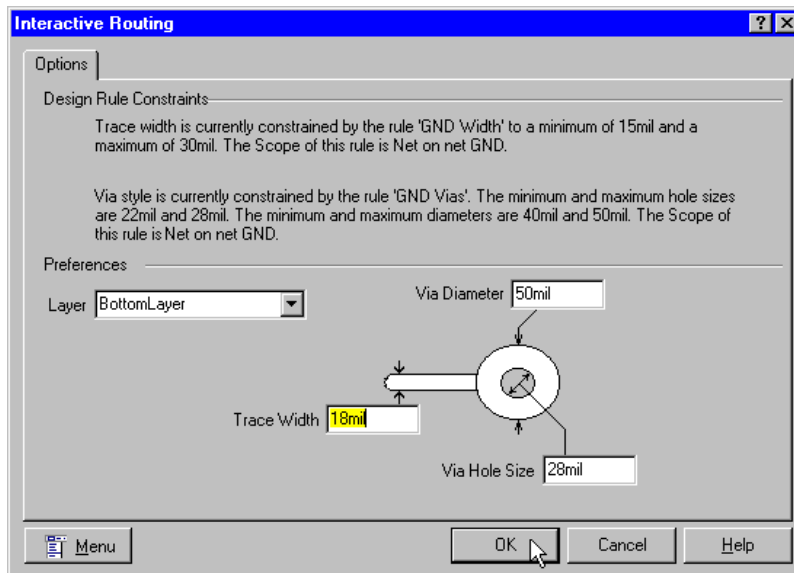
マニュアルルーティング

インタラクティブなコネクションラインの選択

複数のコネクションラインを持つパッドからルーティングを開始する場合に、目的のコネクションラインを選択する新たな機能が追加されました。この機能によって、ルーティングを開始する際に、CTRL+SPACEBAR を押すと、選択されるコネクションラインを切り替えることができます。

ルーティング実行時のパラメータの変更

マニュアルルーティング中に、トラック幅やビアのパラメータは、TAB キーを押すことによって、Interactive Routing ダイアログから変更することができます。これらの値を変更すると、Width Constraint や Routing Via Style ルールの、Preferred の設定は更新されます。変更された値が、デザインルールで設定されている、最大、最小設定の範囲外の場合には、設定された範囲内の値にクリップされます。



ルーティングパラメータは TAB キーによって変更することができます。

パワープレーンへの接続

Protel 99 SE では、パワープレーンに割り当てられたネットと、ビアのネット属性が同じ場合には、自動的に接続されます。ネットが複数のプレーンレイヤーに割り当てられた場合も、それぞれのレイヤーに接続されます。

また、マニュアルルーティング中であっても、ショートカットキー"/"(テンキー)によってビアをパワープレーンに接続することができます。パワープレーンの接続には、Routing Via Style ルールで定義されたビアが使用され、ビアスタックスタイル(スルーホール、またはブラインド)は、Drill-Pair マネージャーで指定されたドリル-ペアによって接続されます。(ドリル-ペアを設定するためには、Layer Stack Manager ダイアログの Drill-Pairs ボタンをクリックして下さい)

ポリゴンプロウスルーモード

新たにポリゴンプレーンのプロウスルーモードが加わりました。Preferences ダイアログの Plow Through Polygon オプションが有効の場合、Interactive Routing Mode オプションが Avoid Obstacle であっても、ポリゴンの上をルーティングすることができます。

ルーティングが終了すると、ポリゴンは、Polygon Repour オプションの設定に従い自動的にリペアされます。このオプションが、Threshold に設定されている場合、リペアされるポリゴンのプリミティブの数がこの設定より多い場合には、ポリゴンをリペアするかどうかの確認メッセージが表示されます。

ルーティングショートカット

マニュアルルーティングや、プリミティブを配置する際に(カーソルがクロスの時)、CTRL キーを押し続けることによって、一時的にエレクトリカルグリッドの機能を停止することができます。

また、必要に応じて、マニュアルルーティングの際に、ALT キーを押し続けることによって、一時的にルーティングモードを、Avoid Obstacle から、Ignore Obstacle に切り替えることができます。

マニュアルルーティング中に、"*"(テンキーのアスタリスク)を押すと、オートビア機能によるレイヤーの切り替えを行うことができます。レイヤーを切り替える際にカーソルがパッド上にある場合には、ビアは追加されません(トラックの配置が確定したすぐ後)。ルーティングを開始するレイヤーが不適当だった場合や、パッドまでルーティングを行い、そのパッドを介して他のレイヤーに切り替える場合に使用して下さい。

PCB セレクション

スキマティックからの PCB コンポーネントのセレクト

スキマティックと PCB 間の作業を助ける機能として、スキマティックから PCB コンポーネントを直接セレクトする機能があります。これを行うには、スキマティックシートでコンポーネントをセレクトし、スキマティックエディタメニューから、**Tools » Select PCB Components** を選択して下さい。PCB に対応するコンポーネントがセレクトされ、画面に表示されます。この機能と合わせて、セレクトされたコンポーネントからコンポーネントクラスをすぐに作成することができます。この方法についてはこの後の説明を参照して下さい。

クエリーマネージャーによるセレクト

複雑な PCB セレクションクエリーは、クエリーマネージャーによって、作成及び保存することができます。Query Manager ダイアログを表示するには、**Edit » Query Manager** を選択して下さい。クエリーを作成するには、まず、クエリーの名前を入力し、Add ボタンをクリックして下さい。Statement ダイアログが表示され、オブジェクトのプロパティに応じて、それぞれセレクトのステートメントになる値や属性を指定し、OK をクリックすると、Query Manager ダイアログの、Statement の欄に作成されたステートメントが追加されます。複数のステートメントによるクエリーを作成することができ、これらは、AND 論理が用いられます。

クエリー作成後、Apply ボタンをクリックすると、クエリーの条件にあうオブジェクトがセレクトされます。

パネルからのセレクト

デザインでの作業において、セレクションは他のオブジェクトを扱う場合と同じように、移動やコピー、削除といった操作を行うことができ、また、オブジェクトをハイライトする場合などにも使用することができます。セレクションには、ダイレクトセレクション (SHIFT+マウスの左ボタン)、メニューからのセレクション、PCB パネルからダイレクトセレクションなどの方法があります。PCB パネルからは、次のようなセレクションの操作を行うことができます。

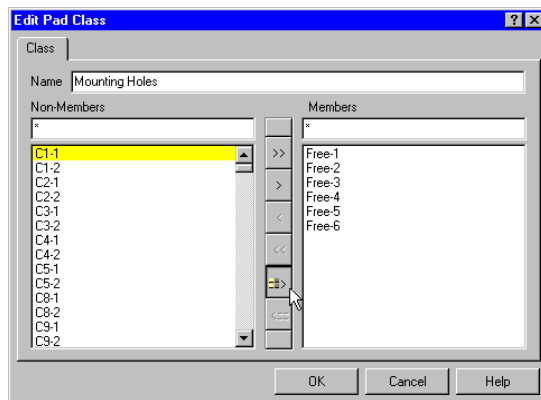
- Net の場合、ネットに含まれるノードをセレクトすることができます。
- Component の場合、コンポーネントのパッドをセレクトすることができます。
- Net Class の場合、ネットクラスに含まれるネットがセレクトすることができます。
- Component Class の場合、クラスに含まれるコンポーネントをすることができます。

- Design Rule の場合、対象となるオブジェクトをセレクトすることができます。

Preferences ダイアログのオプションが有効の場合、セレクションは累積され、無効の場合には、新たなセレクションが作成されると、現在のセレクションが解除されます。

セレクションからのクラス作成

セレクションと同様に、クラス機能は複数のオブジェクトの操作を行う場合に便利なツールです。クラスはデザインにストアされることから、いつでも使用することができ、ケースによってはセレクションよりも便利な場合があり、また、デザインルールのスコープや、セレクションの方法としても使用することができます。クラスは、コンポーネント、ネット、パッド、From-To に対して作成することができます。



セレクトされたパッドからの新規パッドクラスの作成

クラスは、通常のセレクションによって、セレクトされたパッド、コンポーネント、ネット、もしくは PCB パネルの、Selection ボタンでセレクトされたオブジェクトから作成することができます。

セレクトされたパッドのグループからクラスを作成する場合には、**Design » Classes** を選択し、**Object Classes** ダイアログを表示して下さい。次に新たなクラスを作成するために、このダイアログの Pad タブのクリックし、Add ボタンをクリックします。**Edit Pad Class** ダイアログで、take-over-selected objects ボタンをクリックすると、Non-Members リスト内のセレクトされたパッドが、Members リストへ移動します。ネットやコンポーネントの場合も同じ手順になります。

セレクトされたオブジェクトの検索と確認

セレクトされたオブジェクトを、確認する必要がある場合には、Find Selection ツールバーを使用して下さい。このツールバーでは、セレクトされたオブジェクトを順に移動し、画面に表示します。ツールバーを表示させるには、ショートカット B をタイプし、表示されるサブメニューから、**Find Selections** を選択して下さい。



セレクトされたオブジェクトを順に確認する場合には、Find Selection を使用して下さい。

ツールバーの上の列のボタンは、セレクトされたプリミティブ

オブジェクト(トラック、パッド、ビア、フィル、ストリング)を移動する場合に使用され、下の列は、同様にグループオブジェクト(コンポーネント、ディメンション、コーディネート、ポリゴン)の場合になります。

PCB エディタワークスペース

テストポイントとテストポイントファインダー

パッドとビアは、2つのテストポイント属性を持っており、これらの属性を有効にすることによって、パッドやビアに対して、トップレイヤーのテストポイント、ボトムレイヤーのテストポイント、また両レイヤーをテストポイントとして定義することができます。テストポイントの定義の方法には、手作業で個々に定義する方法、テストポイントファインダーを使用する方法、オートルータによって配置する方法があります。

テストポイントの必要条件

Testpoint Style のルールは、テストポイントのプロパティによって定義します。また、Testpoint Usage ルールは、テストポイントを持ったネットに対して定義されます。これらのルールの設定については、このサブリメントの *PCB デザインルール*を参照して下さい。

テストポイントで使用するパッドやビアの検索

Testpoint Style デザインルールは、テストポイントファインダーを使用し、テストポイントに適切な既存のビアやパッドを検索します。テストポイントファインダーを実行するには、メニューより **Tools » Find and Set Testpoints** を選択して下さい。ボードは、テストポイントデザインルールの要求にマッチするパッドやビアをスキャンします。スキャン終了後、テストポイントに割り当てられたパッドやビアの数、割り当てに失敗したネット数をメッセージボックスからレポートします。既存のテストポイントをクリアするには、**Tools » Clear all Testpoints** を選択して下さい。

オートルータによるテストポイントの自動配置

Autorouter Setup ダイアログには、テストポイントのパスが含まれています。これを有効にすると、オートルータは各ネットがテストポイントを持っているかチェックし、無い場合にはテストポイントの追加を試みます。

テストポイント座標のレポート

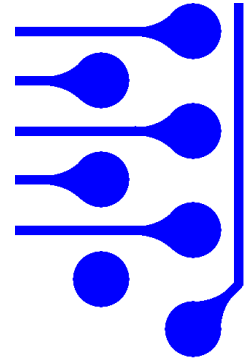
テストポイント座標のレポートには、CAM Manager が使用されます。CAM Manager の使い方については、サブリメントの *製造データの生成*を参照して下さい。

テストポイントを持たないネットのレポート

デザインルールチェッカーは、ネット毎のテストポイントの有無をレポートします。これを行うには、**Design Rule Check** ダイアログの(**Tools** » **Design Rule Check**)、テストポイントルールを有効にし、デザインルールチェックを実行して下さい。

ティアドロップの追加

メニューより **Tools** » **Teardrops** を選択することによって、パッドやビアに対してティアドロップを追加することができます。**Teardrop Options** ダイアログは、ティアドロップを持つオブジェクトをコントロールするために使用され、**Force Teardrops** オプションは、DRC に違反する箇所についても、パッドやビアに対してティアドロップを追加します。また、このダイアログのオプションからティアドロップの削除を行うこともできます。



アークティアドロップが追加されたパッド

個々のパッドやビアに対するマスクエクспанション設定

通常、ソルダー及びペーストマスクエクспанションは、それぞれのデザインルールの設定によってコントロールされます。ただし、個々のパッドやビアに対しマスク設定が必要な場合には、パッドやビアのダイアログの、マスク属性を使用することができます。個々のダイアログからマスク設定を行った場合には、デザインルールシステムによるチェックからは除外されます。

ネットリストマネージャー

PCB エディタのメニューより **Design** » **Netlist Manager** を選択すると、**Netlist Manager** ダイアログが表示されます。ネットリストマネージャーでは、次の機能を実行することができます: PCB ネットリストと外部のネットリストとの比較; 逆ネットリスト生成; 内部のネットリストのエクスポート; ネットの追加、修正、削除; コンポーネントパッドのネット名から、ルーティングプリミティブ属性をアップデート。

その他の新機能

オートパン

Adaptive オートパンニングによってボードサイズや表示内容、ズームレベルに依存しないスムーズな表示切り替えが可能です。この機能を使用するには、**Preferences** ダイアログの **Autopan Style** を **Adaptive** モードにして下さい。

パネルからのワークスペースのトラッキング

ブラウザパネルからネット名をクリックすると、対応するネットはボード上で自動的にハイライトされます。同様に、ボード上のネットをクリックすると、ブラウザパネルで対応するネット名がハイライトされます。

ステータスバーレポート

ワークスペースのオブジェクトにカーソルを合わせると、デザインエクスプローラのステータスバーにオブジェクトの属性が表示されます。このオプションは Preferences ダイアログの Display タブで無効にすることができます。

ステータスバーのメッセージゾーンのサイズを変更することも可能です。ステータスバーの矢印シンボルにカーソルを合わせると、リサイズ用のカーソルに変わりますので、クリック&ドラックでサイズを変更して下さい。

ポリゴン、ディメンション、コーディネートのアングループ

ディメンション、コーディネート、ポリゴンは、Tools » Convert » Group/Ungroup を選択することによってアングループすることができます。インチ系のワークスペースで、メトリック表記を維持する場合や、コーディネートの位置を変更せずに、コーディネートストリングを移動する場合、ポリゴンプリミティブをプレーンレイヤーにコピーする場合などに使用して下さい。

配線されたネットのクリーンナップ

Tools メニューの Cleanup Net Objects や Cleanup All Net Objects オプションは、Tジャンクションの分割トラック、パッドやビアなどの配線された状態を調べ、余分なトラックセグメントを削除します。(トラックセグメントが、他のトラックセグメントと重なる様な箇所)

円の配置

サークル(閉じた円弧)は、メニューより Place Circle を選択することによって配置することができます。最初のクリックで中心を定義し、次にカーソルを移動し、2度目のクリックで半径を定義します。

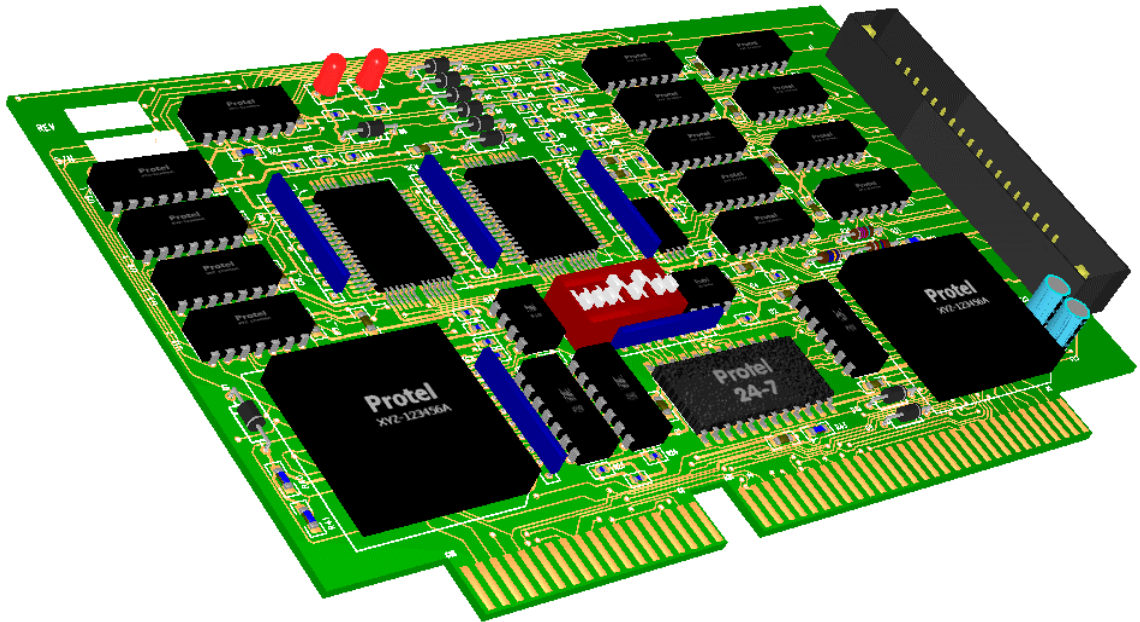
非電氣的なラインの配置

メカニカル、キープアウト、ドリルレイヤーなど、非電氣的なレイヤーにトラックを配置する場合には、Place メニューから Place » Line を選択して下さい。

ネット名の長さ

PCB エディタでは、255 文字(半角)以内のネット名を使用できます。これはスケマティックエディタと同様です。

ボードの立体的な表示



3D ビューアは、PCB で作成したボードの立体的なイメージを表示、及びプリントするビジュアライゼーションツールです。3D ビューアは、様々な角度で表示可能な OpenGL ベースのレンダリングエンジンを搭載し、多くのグラフィックカードの標準的なグラフィックス機能をサポートしています。このツールは、ランタイム・コンポーネント・モデリング・アルゴリズムを使用し、コンポーネントのデジグネータプリフィックス、フットプリント及びアウトラインから、自動的にモデルやテキスト情報、適当なコンポーネントモデルを選択します。また、認識できないコンポーネントは、自動的に押し出されたイメージで表現されます。

ボードの 3D イメージの作成

ボードの 3D イメージを作成するには、PCB エディタのメニューより **View » Board in 3D** を選択して下さい。ボードが解析され、新たなウィンドウに 3D イメージが表示されます。

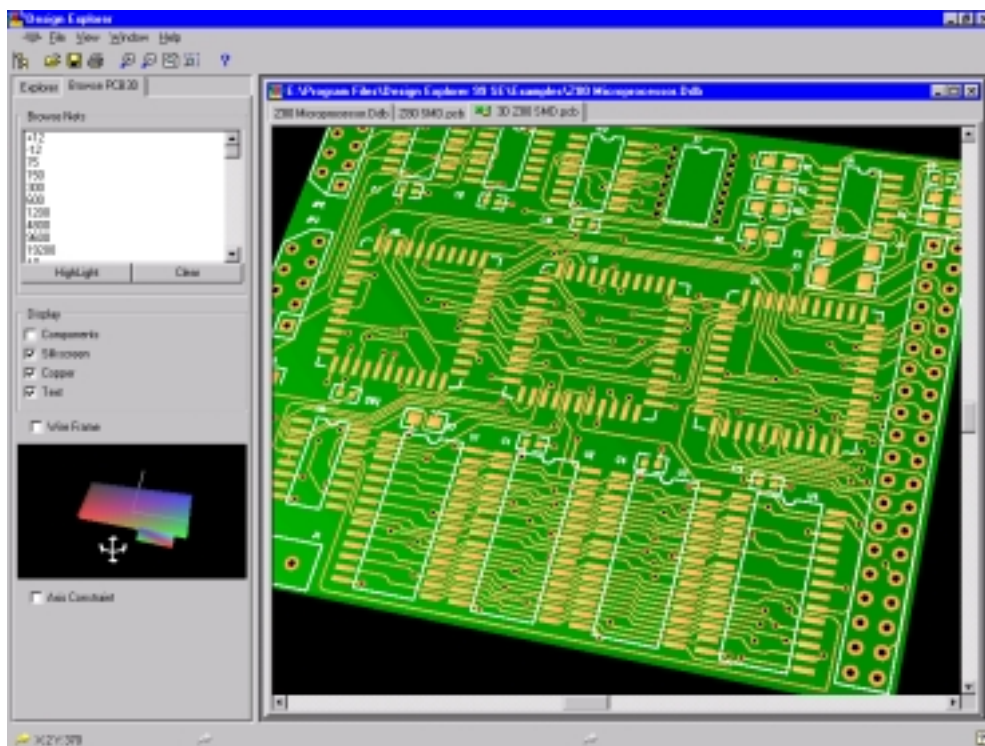
ボード表示の変更

3D ビューアは、全方向回転及びズームコントロールをサポートしており、様々な角度から表示することが可能です。ボードは、パネルのミニビューアウィンドウでクリック&ドラッグすることにより、回転することができます。PAGEUP 及び PAGEDOWN によるズームイン/アウト、END キーによるリドロウ、スライダーハンドによる表示位置の移動など、PCB エディタで使用されるショートカットにも対応しています。

3D イメージ上でマウスの左ボタンをクリックすることによって、レンダリングプロセスをキャンセルすることができます。

また、コンポーネント、シルクスクリーンのアウトライン、パターン、テキストストリングスを個別に表示/非表示することができ、これらのオプションはパネル、または Preferences ダイアログで設定します。

ブラウザ PCB 3D パネルには、ネット名を選択し、Highlight ボタンをクリックすることによって、ボード上のネットをハイライトさせる機能が含まれます。また、ネットをハイライトするオプションには、アニメート機能があります。ハイライトのカラーやアニメート機能は、Preferences ダイアログで設定して下さい。



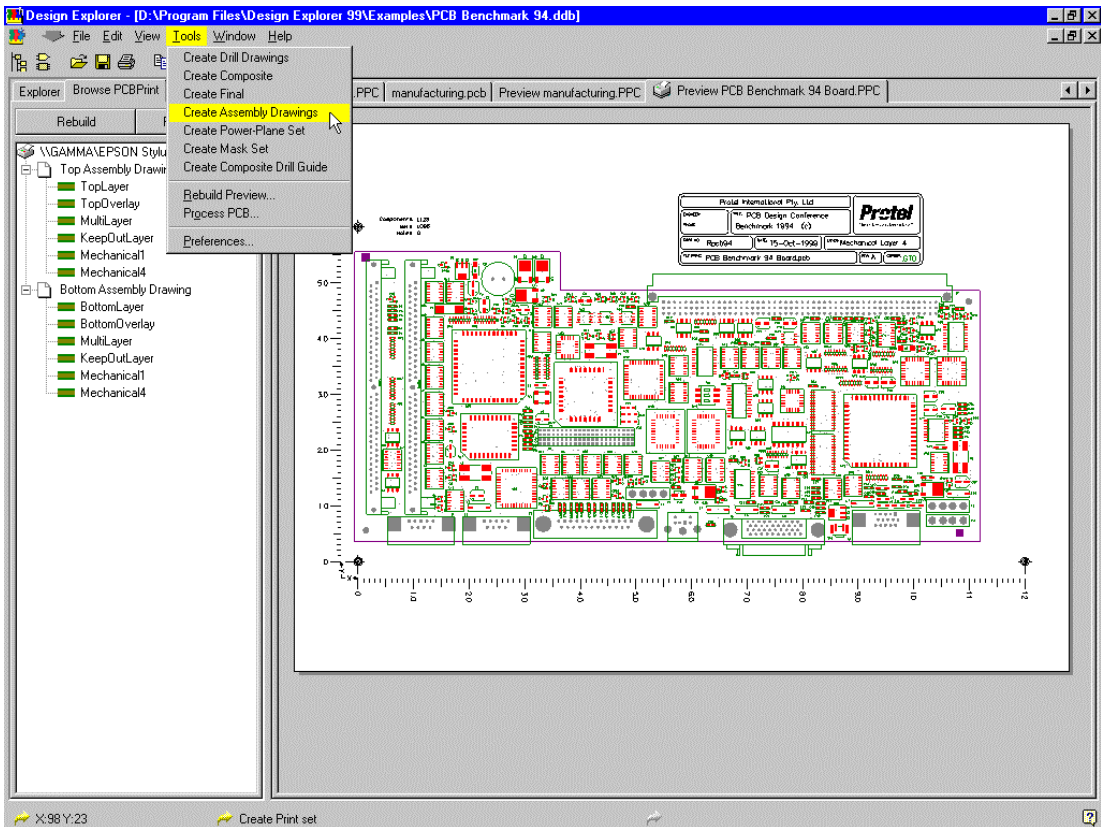
パネルのディスプレイオプションによって、ボードを様々な角度から表示することができます。

3D イメージの印刷

3D ウィンドウに現在表示されているイメージは 3D Viewer メニューより **File » Print** を選択することによって印刷することができます。

また、Draft、Normal、Proof の 3 種類のプリントクオリティをサポートしており、これら **Preferences** ダイアログで選択します。(View » Preferences を選択して下さい)

Windows プリントデバイスでのプリントアウト



プレビュー及び印刷前のプリントアウトの設定

ドキュメンテーションのプリントアウトは、PCB 設計を行う上で最も重要な作業の 1 つです。これには、各レイヤーの内容を確認するためのチェックプロットを行うだけでなく、製造上の注意事項などを含む図面作成や、コンポーネントのアセンブリに関する図面作成などの作業が含まれます。

Protel 99 SE では、パワープリント機能によって、印刷結果をあらかじめプレビューした上で印刷を行います。この方法によって、印刷したいレイヤーの合成や、スケール及び印刷の向きなど、ページに印刷されたイメージをあらかじめ確認することができます。

Protel 99 SE の新しいパワープリントエンジンは、現在のスクリーンエリアや、プレビューの Windows クリップボードへのコピーにも対応しています。

パワープリント機能は、パワープリント・コンフィグレーション・ドキュメント (*.PPC)を作成することによって動作します。この PPC ドキュメントでは、プレビューされた PCB データ、ターゲットとなるプリンタ、プリントアウトの設定、各プリントアウトに含まれる PCB レイヤー等の情報が含まれます。PPC ドキュメントをオープンすると、これらの設定情報を読み込み、PCB が解析され、印刷イメージがデータベースウィンドウに表示されます。その後、必要とされるプリントアウトの印刷を行うことができます。

実際の PCB データは、PPC ドキュメントには保存されません。これは、PPC ドキュメントを作成、変更、オープン時に、PCB からデータを抽出しなければならないためです。Power Print Preferences ダイアログで、Perform Automatic Rebuild for Changes オプションが無効の場合には、自動的に PCB データの解析が行わないため、ブラウザ PCB プリントパネルから、(プレビューの設定が変更された場合には)Rebuild ボタン、(PCB が修正された場合には)Process PCB ボタンをクリックし、プレビューを更新して下さい。

Print Preview の設定

PCB のプレビューを実行するには、PCB エディタメニューより **File » Print Preview** を選択して下さい。PPC ドキュメント生成後、オープンされ、印刷されたページのイメージが表示されます。PCB 名が *MyDesign.PCB* であれば、デフォルトの PPC ドキュメント名は *MyDesign.PPC* となります。なお、デザインエクスプローラでドキュメント名の変更と同じ方法で、このドキュメント名を変更することができます。

File » Print Preview を選択した時、既存のパワープリントドキュメントに同じデフォルト名の *Preview MyDesign.PPC* が存在する場合、このドキュメントが自動的にオープンされます。異なる PPC ドキュメントを作成するにはデフォルトの PPC ドキュメントをリネームして下さい。

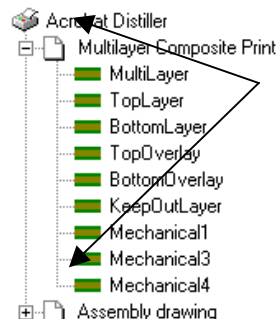
プレビューが表示されたら、デザインマネージャの **Browse PCBPrint** タブをクリックして、現在のプリントアウトの設定を表示して下さい。デフォルトの PPC では、デフォルトの Windows プリンタをターゲットにしたシングルコンジョイントプリントアウトに設定されます。

プリントアウトとは？

プリントアウトとは、シングルプリントジョブとして印刷される、1つまたはそれ以上のレイヤーのセットを意味します。印刷結果が1ページになるか、複数ページになるかは、印刷時のスケールの設定に依存されます。

各プリントアウトは、**Browse PCBPrint** パネルのページアイコンで表現されます。

任意の PCB レイヤーの組み合わせを、プリントアウトに含めることができ、各 PPC ドキュメントに対して複数のプリントアウトを定義することが可能です。



この PPC ドキュメントは2つのプリントアウトが含まれます。

プリントアウトのセットの変更

PCB エディタメニューより **File » Print** を選択すると、プレビューページが表示されます。デフォルトの設定はコンポジットプリントアウトになります。コンポジットプリントアウトは、実際の PCB をシミュレートし、主なレイヤーを重ねて作画しています。

Tools メニューには、あらかじめ定義されているいくつかのプリントアウトセットが用意されています。異なるプリントアウトセットを選択した場合、現在の設定は新規の設定に置き換えられます。新たなプリントアウトを、現在の Print Preview document ドキュメントに追加する場合には、**Edit » Insert Printout** を選択して下さい。デフォルトでは、新たなプリントアウトにはトップレイヤーのみが含まれます。

プリントアウトのレイヤーの指定

プリントアウトのレイヤーのセットを表示するには、プリントアウトアイコンの隣の "+" シンボルをクリックして下さい。パネルに表示されたレイヤーが実際に印刷されるレイヤーの一覧になります。

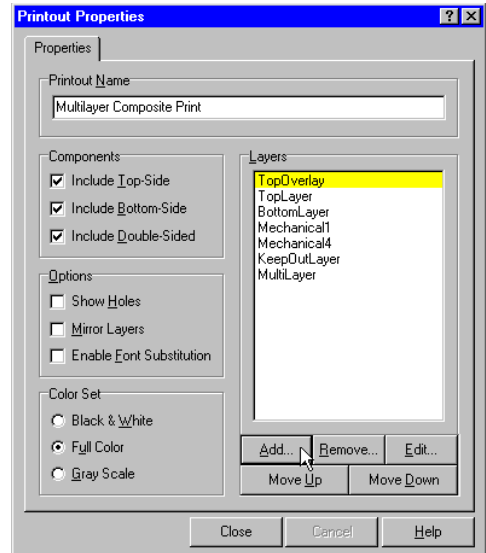
レイヤーの追加/削除は、プリントアウトアイコンを右クリックし、フローティングメニューより **Properties** を選択して下さい。**Printout Properties** ダイアログが表示されます。プリントアウトに含まれる、レイヤーのセットがダイアログのレイヤーの一覧に表示されます。一覧表示された下のボタンによって、レイヤーセットを変更して下さい。

レイヤーを追加するには:

1. Layer Properties ダイアログから、Add ボタンをクリックします。
2. Print Layer Type リストから追加するレイヤーを選択して下さい。
3. プリミティブの表示モードを設定して下さい。プリミティブの表示モードについては、レイヤープロパティの設定を参照して下さい。
4. OK をクリックし、Layer Properties ダイアログを閉じて下さい。

新しいレイヤーは、レイヤーリストの下に追加されます。これは、プリンターに送られるデータが最初に送信、作画されることを意味し、続いて各レイヤーが順にその上に作画されます。作画の順序は、Move Up、Move Down ボタンによって変更することができます。

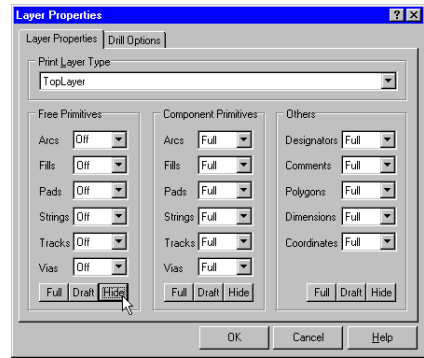
メカニカルレイヤーを個々にプリントアウトに追加する以外に、自動的に全てのプリントアウトに含めることも可能です。これを行うには、**Properties** ダイアログの Mechanical Layers タブで必要なメカニカルレイヤーを有効にして下さい。



Printout Properties ダイアログでプリントアウトにレイヤーを追加して下さい。

レイヤープロパティの設定

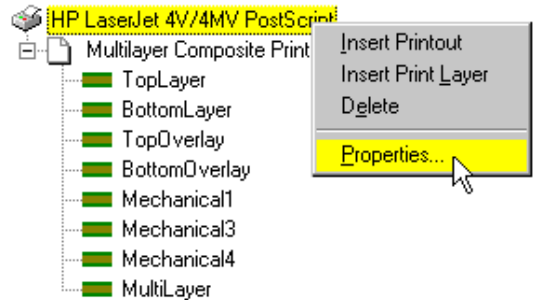
プリントアウトには、任意の PCB レイヤーを含めるだけでなく、各レイヤーのプリミティブの表示方法を設定することができ、これにより、印刷されるページ上のイメージを全てコントロールすることができます。例えば、コンポーネントオーバーレイ、トップレイヤー(表面実装部品のパッドのため)、マルチレイヤー(スルーホールパッドのため)が含まれるアセンブリ図面を考えてみましょう。トップレイヤーの表示はコンポーネントプリミティブのみを表示させますので、表面実装パッドは表示、ルーティングのためのフリープリミティブを非表示にします。マルチレイヤーの表示は、スルーホールコンポーネントパッドを表示、ビアなどのフリープリミティブは非表示にします。



Layer Properties ダイアログでプリミティブの表示をコントロールして下さい。

ターゲットプリンタの変更

新しい PPC ドキュメントを作成する際、デフォルトの Windows プリンタがターゲットとして自動的に設定されます。ターゲットプリンタを変更するには、Print Preview メニューから **File » Setup Printer** を選択するか、または、プリンタアイコンを右クリックし、表示されたポップアップメニューから **Properties** を選択して下さい。



デフォルトのプリンタを選択するにはプリンタアイコンを右クリックして下さい。

用紙方向、スケール等の設定

PCB Print Options ダイアログで、用紙の方向、スケール、余白等の印刷オプションを設定します。(プリンタアイコンを右クリックし **Properties** を選択して下さい)

3 種類のデフォルトスケールモードがあり、Print What の矢印から選択して下さい。

Standard Print - 現在の Print Scale で定義されているスケールでボードを印刷します。

Whole Board on Page - 自動的にページ全域に対応するスケールにします。

PCB Screen Region - 現在の PCB エディタの表示状態をページにフィットさせます。
なお、ページの余白がなくなる可能性があります。

印刷

各設定に基づきプレビューウィンドウに印刷イメージが正しく表示されていれば、印刷の準備は完了です。印刷を行う際には、さまざまなオプションが用意されており、File メニューから選択することができます。含まれるオプションには:

Print All - このオプションを選択すると、現在の PPC ドキュメントの全てのプリントアウトを印刷します。各プリントアウトは別々のプリントジョブとしてプリントアウトと同じ名前でもプリンタに送られます。

Print Job - このオプションを選択すると、現在の PPC ドキュメントの全てのプリントアウトを印刷します。全てのプリントアウトは、1 つのプリントジョブとして送られます。プリントジョブは、PPC ドキュメントと同じ名前となります。

Print Page - 指定されたページを印刷します。プリントアウトが複数のページに渡る場合には、ページ番号を入力するか、ページ範囲を指定して下さい。ページは、各ページの左上に赤で示されたページ番号を参照して下さい。この番号はプリントアウトには含まれず、Preferences ダイアログの Preview page numbers オプションによって非表示にすることができます。

Print Current - 現在のプリントアウトの全てのページを印刷します。

ヒント: プリントアウトの順序は、Print PCB Panel でクリック&ドラッグすることによって変更することができます。

プレビューウィンドウから他のアプリケーションへコピー

パワープリントのメニューから、Edit » Copy を選択することによって、現在のプリントアウトを Windows のクリップボードへコピーすることができます。Microsoft Word 等、Windows のクリップボードをサポートしているアプリケーションに対して、イメージを貼り付けることができます。

注意: イメージをプレビューからエンハンスドメタファイルとしてクリップボードへコピーされます。また、プリントアウトをスタンダードもしくはエンハンスド WMF ファイルとして、エクスポートすることも可能です。

WMF ファイルによるプリントアウトのエクスポート

現在のプリントアウトのセットを WMF ファイルとしてエクスポートするには、パワープリントのメニューから File » Export を選択して下さい。Export Options ダイアログが表示され、WMF ファイルをデザインのフォルダに保存することができます。保存

する際には、2つの出力フォルダオプションがあり、Overwrite Folder の場合には、フォルダを上書きするのに対し、Create time stamped folder の場合には、エクスポートする毎に、新たなタイムスタンプのフォルダへエクスポートします。

Save a Copy of PCB File オプションを有効にすることによって、エクスポートするフォルダに PCB のコピーを保存することもできます。これは、最後に保存された PCB のコピーが保存されます。

Export Copy To オプションを有効にすると、ファイルはハードディスクへ直接エクスポートされます。エンハンスドメタファイルのオプションによって、スタンダードメタファイル(16 ビット)、又はエンハンスドメタファイル(32 ビット)の指定を行います。

カラー、フォント、他のプリファレンス

レイヤーカラー、代用フォント、他のパワープリントのオプションは、メニューより Tools » Preferences を選択し、Preferences ダイアログから設定します。

カラー、グレースケールの割り当て

プリントアウトの各レイヤーは、異なるグレースェード(またはカラー)を割り当てることができます。レイヤーのグレースェードを変更するには、レイヤー名の隣のグレイボックスをクリックし、ドロップダウンパレットから新しいグレースェードを選択して下さい。カラーの場合には、レイヤー名の隣のカラーボックスをクリックし、Choose Color ダイアログより選択して下さい。

注意: 各プリントアウトの、グレースケールやカラーの指定は、Printout Properties ダイアログの Color Set オプションを使用して下さい。

フォントオプション

3つのPCBエディタのフォントは、各プリントアウトに対して個々にWindowsフォントを代わりに使うことができます。PCBエディタのそれぞれ3つのフォント(Default、Serif、San Serif)の代わりにとなるフォントを指定する場合にはこれらのオプションを使用して下さい。

代わりにフォントを使用する場合には、Printout Properties ダイアログの、Enable font substitution オプションを有効にして下さい。

分割印刷のオーバーラップ

このオプションは、(複数のページにわたって印刷される)プリントアウトにおいて、ページ同士がオーバーラップする部分の量を指定します。

自動再構築オプション

Power Print ダイアログの設定を変更する毎に、データが再度解析され、プレビューされます。このオプションを無効にすると自動再構築はおこなれません。

ダイアログの設定内容を変更した場合は、**Tools » Rebuild Preview** を選択し(又はパネル内の Rebuild Preview ボタンをクリック)、再構築を行って下さい。また、PCB の内容を変更した場合は、**Tools » Process PCB** を選択し(又はパネル内の Process PCB ボタンをクリック)、再構築してください。

メカニカル・レイヤー

メカニカルレイヤーを個々にプリントアウトに追加する以外に、自動的に全てのプリントアウトに含めることも可能です。

製造データの生成

PCB レイアウトを完成させる事は、PCB の製造・組立てまでの段階の最初の部分に過ぎません。デザインと完成した基板との関連付けるものは、プリントアウトやガーバーデータ、NC データ、部品表、テストポイント、コンポーネント座標ファイル等です。これらのプリント出力以外の PCB 製造データは、すべて CAM マネージャーで作成します。

フォトプロットングに関する基本的な情報は、後述の *アートワークとは?* に記載されています。PCB エディタから印刷に関する説明は、このドキュメントの *Printing to a Windows Printing Device* にあります。

PCB 製造者との作業

設計を始めるにあたり、基板の製造技術や製造方法など把握する必要があります。

基板製造メーカーやプロットサービス業者に依頼してアートワークを作成する場合は、事前に出力に関する仕様の打ち合わせが必要になります。例えば、量産時のパネライズ(面付け)の様に、場合によっては基板製造メーカーやプロットサービス業者が要求する形式でファイルやアートワークを提出しなければならない事があります。

このためには作画の際に使用するフォトプロッタのフィルムサイズやクリアランス等の仕様、また製造時の許容差についても考慮する必要があります。これは NC ドリルについても同じです。

場合によっては、パネライズ(面付け)されたガーバーデータを送るより、"そのまま"のデータ(もしくは PCB ファイル)の方が直接作業を行えるので好まれる事も有ります。これらの条件を把握する事で設計全体のプロセスがスムーズに進められます。

CAM マネジャーを使用した製造データの生成

CAM マネジャーは、デザインエクスプローラで操作する独立したエディタで、PCB エディタと併用して使用します。CAM マネジャーでガーバーファイル、NC ファイル、コンポーネント座標、部品表、テストポイントレポート、DRC レポート等、製造に必要なデータ作成の設定と生成をコントロールします。デザインの出力設定は、CAM 出力設定ドキュメント(.CAM)保存され、いつでも編集が可能です。CAM ドキュメントは、あるデザインから別のデザインへのコピーが可能で、適切な出力ファイルの設定を簡単に別のデザインに転送できます。

CAM マネージャーには、CAM 出力ウィザードが用意されており、異なる出力設定をそれぞれ作成する事ができます。

すべての出力設定は、コマンドひとつでいつでも作成が可能です。出力ファイルは、別の CAM Outputs フォルダに作成され、必要に応じタイムスタンプを付ける事ができます。また、オプションによって CAM Outputs フォルダを自動的にエクスポートする事も可能です。

CAM マネージャーでは、次の出力ファイルをサポートしています：

- ガーバーファイル
- NC ドリルファイル
- テストポイントレポート
- コンポーネント座標(ピックアンドブレース)ファイル
- 部品表(BOM)
- デザインルールチェック(DRC)レポート

CAM ドキュメントの新規作成

現在編集中の PCB 用の CAM ドキュメントを新規作成するには、PCB エディタのメニューから **File » CAM Manager** を実行します。ブランクの CAM ドキュメントが作成され、出力ウィザードが自動的にスタートします。ウィザードは、サポートしている出力のタイプ別に作成されます。あるいは、Edit メニューから項目別に直接出力設定を作成する事も可能です。

CAM ドキュメントの名称設定方法

メニューから **File » CAM Manager** を実行すると、出力設定ファイルの名前は、PCB ファイルが *MyDesign.PCB* であれば、自動的に *CAM Outputs for MyDesign.CAM* となります。この名前の CAM ドキュメントが既に存在すれば、そのドキュメントが再度オープンされます。2 つめの CAM ドキュメントを作成するには、先に元の CAM ドキュメントの名前を変更しておき、PCB エディタのメニューから **File » CAM Manager** を実行します。

CAM ドキュメントに出力設定の追加

CAM ドキュメントに出力設定を追加するには、CAM ウィザードを使用する方法と CAM マネージャーの Edit メニューから必要な出力タイプを選ぶという 2 つの方法があります。

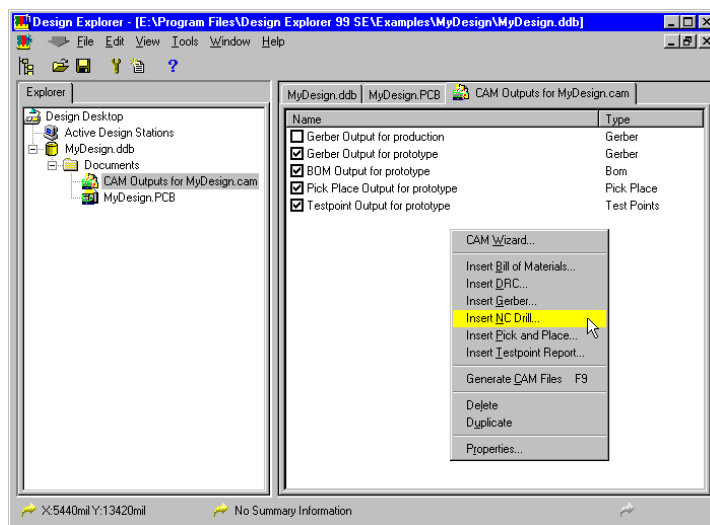
CAM 出力ウィザードの使用

ウィザードは、メニューから **Tools** » **CAM Wizard** を選ぶか、CAM ドキュメントで右クリックを実行し、ポップアップメニューから **CAM Wizard** を選びます。すべての出力設定は、ウィザードから行えます。どのように設定すればいいか良く判らない場合は、デフォルトのままにしてください。後から CAM ドキュメントを表示し、出力設定をダブルクリックすれば、Setup のダイアログが表示され設定変更ができます。ダイアログ内の各オプションの情報は **What's This** ヘルプ(ダイアログ右上にある ? マーク)アイコンで調べる事ができます。

出力設定を直接追加

CAM ドキュメントには、同じ種類の出力設定が複数保存できます。例えば、1 つの CAM ドキュメントにガーバーと NC の出力設定を試作用と量産用といった形で複数保存できます。

新しい出力設定を追加するには、CAM マネージャーの **Edit** メニューを実行するか、右ボタンクリックメニューから必要なものを選びます。各出力タイプの **Setup** ダイアログが表示されますので、設定を変更し、OK ボタンをクリックします。



出力設定を新たに追加するには、CAM ドキュメント上でマウスの右ボタンクリックを行います。

出力設定の修正、コピー、削除

既存の出力設定を修正するには、ダブルクリックを行います。削除、または、設定をコピーするには、その操作を実行したい設定を選び、マウスの右ボタンクリックを実行し、ポップアップメニューからそれぞれの項目を選びます。

CAM 生成オプションの設定

CAM オプションは、CAM Options ダイアログで設定を行います。このダイアログを表示するには、メニューから Tools » Preferences を実行します。各オプションの説明を以下に示します。

CAM 出力フォルダ

CAM 出力は、PCB が保存されているフォルダにサブフォルダが作成され、そちらに書き込まれます。もし、Overwrite folder オプションが有効の場合、メニューから Generate CAM Files を選ぶと、(*MyDesign.PCB* という名前の PCB ファイルであれば)CAM for *MyDesign* というフォルダが作成され、毎回そこに出力されます。

Create Time Stamped Output Folder オプションが有効の場合、メニューから Generate CAM Files を選ぶと、フォルダ名に出力の日付けと時間が追加され、毎回新しいフォルダが作成されます。

CAM 出力ファイルの保存先

One Folder For All Outputs オプションがイネーブルの場合、すべての出力ドキュメントは、メインの CAM フォルダに書き込まれます。Separate folder for each output type オプションがイネーブルの場合、メインの CAM フォルダに種類別にサブフォルダが作成され、そこに保存されます。

PCB ファイルの保存

Save a copy of the PCB のオプションがイネーブルであれば、CAM 出力を行った時の PCB ファイルが CAM フォルダにコピーされます。

CAM 出力のエクスポート

Export CAM Outputs オプションを有効にすると、出力ファイルをハードディスクの指定したところに自動的にエクスポートします。

出力ファイルの生成

設定を行えば、出力はいつでも行えます。出力をするには、CAM ドキュメントの各設定の名称のところにあるチェックボックスにチェックを入れておきます。必要なものにチェックを入れたら、メニューから Tools » Generate CAM Files(ショートカット

キー F9)を実行します。これで CAM Options ダイアログの設定に従い、出力が行われます。

ガーバーファイル出力設定

ガーバーファイルとは？

プリント基板は、様々な化学的、機械的なプロセスを経て、いくつかのレイヤーを重ねて製作されます。各レイヤーを物理的に組み合わせて基板を作成するために、そのレイヤーのイメージが必要になります。このレイヤーのイメージは、フォトツールと呼ばれます。フォトツールは、1枚のクリアフィルムに Protel 99 の PCB エディタで作成した PCB の 1つのレイヤーの内容を線や円、及びその他の形状を使って正確に作画した物です。

PCB 設計が完了し、デザインルールチェックをパスすれば、ガーバーファイルを作成します。ガーバーファイルは、製造に必要なレイヤーを各レイヤー別に出力します。ガーバー言語は、PCB 設計ツールからフォトツールに PCB のレイアウトデータを転送する標準的な言語です。これらのガーバーファイルをデータを製造業者に送ると、フォトプロッターに読み込みフォトツールを作成します。

各フォトツールは、フィルムを露光させることで各レイヤーのイメージを作画していきます。イメージを作画するには、そのオブジェクトの形状と座標値の情報が必要になります。ガーバーファイルでは、この形状をアパーチャーとして指定します。アパーチャーは基板から作成する事ができ、エンベデッドアパーチャーと呼ばれる形式では、各ガーバーファイル内に保存されます。アパーチャーをガーバーファイルに含めない場合は、アパーチャーファイルとして保存し、ガーバーファイルと一緒に提出する必要があります。

ガーバーファイルのオプション設定

CAM 出力設定ドキュメントにガーバー設定を行うには、CAM マネージャーメニューから Edit » Insert Gerber を実行し、Gerber Setup ダイアログを表示します。このダイアログの各オプションの情報はダイアログ右上にある ? マークアイコンで調べる事ができます。

Gerber Setup ダイアログの Apertures タブの Embedded Apertures オプションをイネーブルにすると、アパーチャーリストは、ガーバーファイル作成するときに毎回自動的に作成されるので、注意して下さい。RS274X の基準に従い、アパーチャーはガーバーデータに含まれます。この機能を使うと、現在のアパーチャーリストに必要なアパーチャーすべて含まれているかどうか心配する必要がありません。また、PCB 製造業者がこのフォーマットをサポートしていない場合以外は、このオプションをお使いになることをお勧めします。アパーチャーに関する詳細は、後述の **アートワークとは？** を参照して下さい。

設計した基板を確実に完成させるには基板製造業者と打ち合わせを行い、必要とするガーバーファイルを作成する事が重要です。

打ち合わせが必要と考えられるものとして、次の項目が挙げられます：

アパーチャーの制限 - 最近のフォトプロッターはほとんどがラスタープロッターで、どんなサイズのアパーチャーでも対応可能です。また、ガーバーファイルにアパーチャー情報を含んだエンベデッドアパーチャーにも対応しています。この場合、Gerber Setup ダイアログの Apertures タブの Embedded Apertures のオプションをお使い下さい。

マスクエクспанション - マスクエクспанションは、ソルダーマスクとペーストマスクレイヤーで必要になります。ソルダーマスクレイヤーは、通常、コンポーネントのパッド等、半田付けを行う部分以外の基板表面をカバーするためのレイヤーです。ペーストマスクレイヤーは、基板の組立て工程でソルダーペーストが必要となる表面実装部品に対して設定します。ソルダーとペーストマスクエクспанションは、PCB エディタの Design Rules ダイアログの Manufacturing タブで設定します。

パワープレーンクリアランス - インターナルプレーンを含む設計を行った場合、インターナルプレーンに接続しないパッドやビアに対してクリアランスをどれ位の値に設定するか指定があるはずですが、また、パッドやビアをプレーンに接続するには、物理的な接続のパラメータもデザインに適した値を設定する必要があります。パワープレーンのクリアランスと接続の設定は、PCB エディタの Design Rules ダイアログの Manufacturing タブで行います。

ガーバーファイルの単位系とフォーマット - 単位をインチとミリのどちらにするか。フォーマットは、座標値の精度を指定します。これは PCB のワークスペースのオブジェクトの配置精度に適した値である必要があります。例えば、2:3 フォーマットの解像度は、1mil (1/1000 インチ)です。デザインに 1mil 以下のグリッドで配置されているオブジェクトがあれば、このフォーマットは適切ではありません。逆に、高精度のフォーマットでは、フォトプロットの費用が高くなったり、製造が難しくなる可能性があります。

フィルムセンターに作画すべきか - Gerber Setup ダイアログの Center Plots On Film オプションがイネーブルの場合、ガーバーデータは、自動的に指定したフィルムサイズを中心に作画されます。Center plots on film のオプションがオフの場合、ガーバーデータの座標は、絶対原点からの値で出力されます。

ドリルの設定 - ドリルの情報は、通常、NC ドリルファイルの形式で供給します。詳細は、NC ドリル出力設定を参照して下さい。

ガーバーファイルに使用される拡張子

ガーバー出力を作成すると、いくつかのファイルが作成されます。ファイルは、Gerber setup のダイアログでイネーブルにしたレイヤーのどれか 1 つに対応しています。これらのファイルは、ガーバーフォトプロッターに読み込まれ、PCB の製造に必要なフォトツールを作成します。

各ガーバーファイルは、PCB ドキュメントと同じ名前が付けられ、拡張子によってレイヤーやプロットタイプが区別されます。例えば、トップレイヤーのガーバーファイルは、PCB ドキュメントが *MyDesign* であれば、*MyDesign.GTL* となります。この拡張子は "Gerber Top Layer" である事を示しています。この様に各ガーバーファイルを区別するため拡張子が使われます。

拡張子とレイヤーの対応を以下に示します：

Top Overlay	.GTO
Bottom Overlay	.GBO
Top Layer	.GTL
Bottom Layer	.GBL
Mid Layer 1, etc	.G1, .G2, etc
Power Plane 1, etc	.GP1, GP2, etc
Mechanical Layer 1, etc	.GM1, .GM2, etc
Top Solder Mask	.GTS
Bottom Solder Mask	.GBS
Top Paste Mask	.GTP
Bottom Paste Mask	.GBP
Drill Drawing	.GDD
Drill Drawing - Top to Mid 1, Mid2 to Mid 3, etc	.GD1, GD2, GD3, etc
Drill Guide	.GDG
Drill Guide - Top to Mid 1, Mid 2 to Mid 3, etc	.GG1, GG2, GG3, etc
Pad Master, Top	.GPT
Pad Master, Bottom	.GPB
Keep Out Layer	.GKO
Gerber Panels	.P01, .P02, etc

ドリル出力設定

NC ドリルファイルに必要な設定は、**NC Drill Setup** ダイアログで行います。このダイアログは、CAM 出力設定ドキュメント内の既存の NC ドリル設定を編集するか、CAM マネージャーのメニューから **Edit » Insert NC Drill** を実行し、新規の設定を追加する時に表示されます。

NC ドリルファイルは PCB の製造工程で、基板に穴を空けるドリルマシンのプログラムに使用されます。ドリルファイルは、穴径、ドリルツールの割り当て、穴位置

を指定します。穴位置は、ユーザーが定義した相対原点からの座標値で指定されています。

3種類のドリルファイルが作成されます：

MyPCB.DRR - ドリルレポートには、ツールの割り当て、穴径、穴数、ツールの移動距離が記載されています。

MyPCB.TXT - ASCII 形式のドリルファイル。ブラインド/ベリードを使用した基板の場合は、各レイヤーペアに対応したドリルファイルが拡張子別に作成されます。

MyPCB.DRL - バイナリ形式のドリルファイル。ブラインド/ベリードを使用した基板の場合は、各レイヤーペアに対応したドリルファイルが拡張子別に作成されます。

NC ドリルオプションの設定

NC ドリルファイルは、精度などガーバーファイルと同じフォーマットで作成されます。例えば、ガーバーの設定が 2:4 フォーマットで設定されていれば、NC ドリルも同じになります。NC Drill Setup ダイアログ内の各機能の情報を参照するには、ダイアログ上側にある ? マークのアイコンをクリックし、各項目をクリックして下さい。

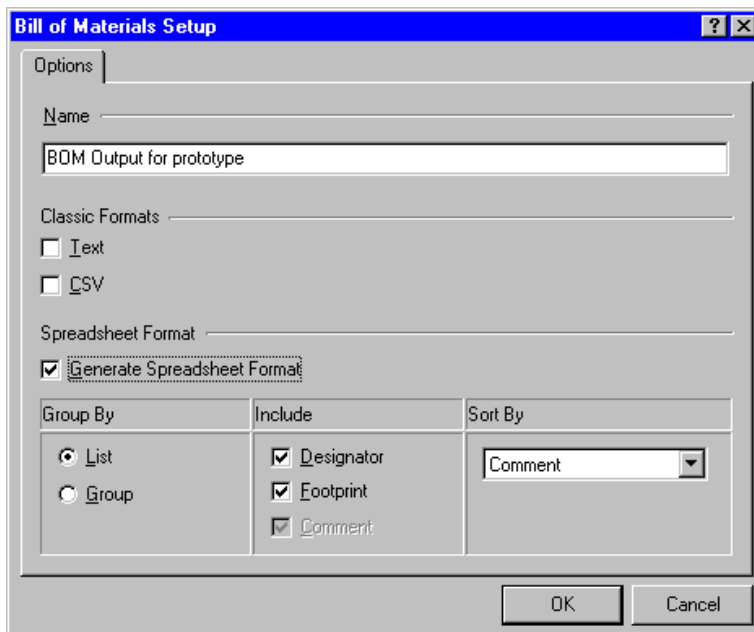
部品表出力設定

部品表(BOM)ファイルに必要な設定は、Bill of Materials Setup ダイアログで行います。このダイアログは、CAM 出力設定ドキュメント内の既存の部品表出力設定を編集するか、CAM マネージャーのメニューから Edit » Inset Bill of Materials を実行し、CAM 出力設定ドキュメントに新規設定を追加する時に表示されます。

部品表はテキスト、CSV、スプレッドの 3 つの形式がサポートされています。テキストと CSV 形式は、コンポーネントのコメント等でソートされます。スプレッドシートオプションでは、フォーマットを指定する事ができます。

部品表の設定オプション

希望の部品表を作成するには、そのアウトプットフォーマットをイネーブルにします。2 つ以上のフォーマットをイネーブルにすると、3 つの各フォーマット別に異なる拡張子が付けられます。Bill of Materials Setup ダイアログ内の各機能の情報を参照するには、ダイアログ上側にある ? マークのアイコンをクリックし、各項目をクリックして下さい。



部品表に必要な設定は、Bill of Materials Setup ダイアログで行います。

コンポーネント座標出力設定

コンポーネント座標ファイルに必要な設定は、Pick and Place Setup ダイアログで行います。このダイアログは、CAM 出力設定ドキュメント内にある既存の位置情報出力設定を編集するか、CAM マネージャーのメニューから Edit » Insert Pick and Place を実行し、CAM 出力設定ドキュメントに新規設定を追加する時に表示されます。

コンポーネント座標ファイルは、基板の組立て時、部品の実装機のプログラムに使用します。英語では、Pick and place と呼ばれますが、これは実装機が部品を pick(拾い)し、基板上の適切な位置に place(配置)していく事でこのように呼ばれています。部品が実装されると、半田付けの作業行程に渡されます。

コンポーネント座標ファイルには、次に示す各コンポーネントの情報が含まれています：

- デジグネーター
- フットプリント
- 位置 - 3つのフォーマット形式で表記されます； 部品のセンター、コンポーネントの基準点、1番ピンの位置
- 配置レイヤー
- 角度
- コンポーネントのコメント

コンポーネント座標ファイルは、スプレッドシート、CSV、テキストフォーマットで、インチあるいはミリ単位で作成されます。座標はユーザーが定義した相対原点からの値になります。

コンポーネント座標設定のオプション

希望のコンポーネント座標を作成するには、そのアウトプットフォーマットをイネーブルにします。2つ以上のフォーマットをイネーブルにすると、3つの各フォーマット別に異なる拡張子が付けられます。Pick and place Setup ダイアログ内の各機能の情報を参照するには、?マークのアイコンをクリックし、各項目をクリックして下さい。

テストポイントレポート出力オプション

テストポイントレポートファイルに必要な設定は、Testpoint Setup ダイアログで行います。このダイアログは、CAM 出力設定ドキュメント内にある既存のテストポイント設定を編集するか、CAM マネージャーのメニューから Edit » Insert Testpoint を実行し、CAM 出力設定ドキュメントに新規設定を追加する時に表示されます。

テストポイントは、基板のチェックに使用するためのポイントです。通常、基板は2種類の方法でチェックされます：ベアボードの段階で、パターンがショートしていないかチェックと実装後に動作するかどうかのチェックです。これらのテストは、基板を「ピンのベッド」(チェッカー)にのせて、テストプローブ(ピン)と基板のテストポイントを接触させて行います。

PCB テストポイントは、パッドやビアの Testpoint 属性をイネーブルにするだけです。パッドとビアは、トップレイヤー、ボトムレイヤー、あるいはトップとボトムの両方のレイヤーのテストポイントに指定できます。

テストポイントは、テストポイント検索機能でサーチを行い、マニュアルで定義できます。あるいは、オートルーターによっても配置することができます。これらはデザインルールの Testpoint Style と Testpoint Usage の設定によって配置されます。テ

ストポイントスタイルルールは、物理的なパラメーター(サイズ等)を要求に合わないテストポイントのレポートを作成します。また、Testpoint Usage ルールでテストポイントが正しく割り当てられていないネットをレポートします。これらのルール設定に関する詳細は、**デザインルール**の章を参照して下さい。

テストポイントレポートは、Testpoint 属性がイネーブルになっているすべてのパッドとビア、あるいはどちらかをレポートします。テストポイントレポートには、次の内容が含まれています：

- ネット名
- テストポイント名
- XY 座標 - ユーザーが設定した相対原点からの値
- 配置レイヤー
- 穴径
- テストポイントの種類 - スルーホールか表面層

テストポイントオプションの設定

希望のテストポイントレポートを作成するには、そのアウトプットフォーマットをイネーブルにします。2 つ以上のフォーマットをイネーブルにすると、4 つの各フォーマット別に異なる拡張子が付けられます。**Testpoint Setup** ダイアログ内の各機能の情報を参照するには、ダイアログ上側にある ? マークのアイコンをクリックし、各項目をクリックして下さい。

デザインルールチェック出力設定

デザインルールチェックに必要な設定は、**DRC Setup** ダイアログで行います。このダイアログは、CAM 出力設定ドキュメント内の既存の部品表出力設定を編集するか、CAM マネージャーのメニューから **Edit** » **Insert DRC** を実行し、CAM 出力設定ドキュメントに新規 DRC 設定を追加する時に表示されます。

DRC テストとレポート作成は、PCB エディタのメニューから **Tools** » **Design Rule Check** を選ぶと直接実行できます。CAM マネージャーの DRC レポートも同じテストルーチンが実行されます。これは設計が完了して製造用のデータを作成するとき、必要な出力ファイルの準備を簡単にするために含まれています。デザインルールチェックに関する詳細は、Protel 99 デザイナーズハンドブックの *PCB デザインの検証* を参照して下さい。

DRC オプション設定

チェックしたいルールの設定を行うには、DRC Setup ダイアログで行います。DRC Setup ダイアログ内の各機能の情報を参照するには、ダイアログ上側にある ? マークのアイコンをクリックし、各項目をクリックして下さい。

CAM ドキュメントを別のデザインに転送

CAM ドキュメントは、他のドキュメントと同じようにあるデザインから別のものへコピーすることができます。コピーする前に CAM ドキュメントを閉じ、ツリーのアイコンかフォルダービューのアイコン上でマウスの右ボタンクリックを行い、ポップアップメニューから Copy を選びます。次にコピー先のフォルダで右クリックを行い、ポップアップメニューから Paste を選びます。あるいは、Windows のエクスプローラのようにドラッグアンドドロップによる操作も可能です。

CAM ドキュメントをあるデザインから別のデザインへコピーするとき、対象となる PCB のリセットする必要があるかもしれません。これは、CAM ドキュメントをオープンし、メニューから Tools » Set Target Board を選びます。

注意: 対象となる PCB を変更し、ガーバーの設定で Embedded Apertures のオプションを使用していない場合は、新しい PCB でガーバーデータを作成する前に、アパーチャリストが適切かどうか確認する必要があります。

アートワークとは?

アートワークとは、製造業者が PCB 製造で使用するフィルムに付けられた名前です。通常、これらは 1 つのレイヤーを 1 枚のフィルムに、PCB から作成されたガーバーデータを元に“フォトプロッター”で作画します。

アートワークはまた、グラフィックデザインや写植業者で使用される高解像度ポストスクリプト“イメージセッタ”でも出力可能です。これらの機械は解像度が 2540 dpi (= dots per inch : インチ当たりのドット数)以上のポジフィルムを作成する事ができます。

但し、PCB のアートワークを作成するためにこの方法を使用する場合は、様々な制限事項があることを知っておく必要があります。これらのシステムの解像度では、特に大きなエリアでは、位置や直線性の精度低く、フィルムサイズにも制限があります。ポストスクリプト出力ファイルは、PCB エディタの Power Print の機能を使って作成できます。

フォトプロッターによるアートワーク

ガーバーフォーマットによるフォトプロットイングは、PCB 製造では一般的な方法となり、PCB を考慮した高解像度出力が得られ、最高品質のアートワーク作成が行

えます。フォトプロットでは、作画エリアが大きい場合や、高密度の場合でも高品質な出力ができます。ガーバー出力は、PCB エディタの CAM マネージャーで作成します。

フォトプロッターについて

フォトプロッターは、多くの部分でペンプロッターに似ています。大きな違いとしては、フォトプロッターは、光を使ってフィルムに直接プロットを行う点です。この方法には多くの利点があり、電子産業界でフォトプロットが広く採用されています。

プリント基板のエッチングは、一般的にフォトプロットング技術に基づいており、ポジとネガのフォトツール(フィルム)の作成は、基板製造の工程の上で重要な部分です。オリジナルがペンプロットの場合、最終的なツールを作成するには、中間段階で多くの作業が必要になります。通常、ペンプロットによって実用的な精度を確保するには、少なくとも 2:1 で出力し、それを元に原寸のフィルムを作成します。

フォトプロッターを使用すると 1:1 の出力で十分な精度が得られます。フォトプロット業者のサービスは幅広く利用することができ、設計者はその利点について十分考慮する必要があります。フォトプロットを有効に使用するには、いくつかのポイントとなる考えを理解することが大切です。

ベクターとラスタープロッタ

フォトプロッターは、ラスターとベクターという 2 つのカテゴリーに分類されます。

ベクタープロッターは、一般的に“ホイール”または“スライド”のアパーチャーを使用し、“フラッシュ”と“ストローク”の組み合わせでイメージを作成していきます。ベクタープロッターは、ペンプロッタとほとんど同様の方法でイメージを作成します。描画するためには作画ツール(アパーチャー)を選択して作画領域にベクターイメージで描画します。その結果、アパーチャーで指定された幅で線が描かれます。アパーチャーは、プロッタで使用されるさまざまなトラックの幅、パッドの形状等が定義されたものの集まりです。光源を移動しないでオン・オフを行うとフラッシュとなり、光源がオンのまま移動するとストロークとなります。プロッターによっては、適切な露光を維持するため、ストロークとフラッシュに対し、別々のアパーチャーを使用するものがあります。あるいはこの様な区別をせず、すべてのアパーチャーが使用できるものもあります。

ラスタープロッターは固定されたアパーチャーを使用しません。ラスタープロッターは、ガーバーファイルを読み込んで、イメージ全体を作成してフィルム上に作画します。ラスターフォトプロッターでは、仮想的に無限種類のアパーチャーを合成することができます。従って、設計者の要求に柔軟に対応することができます。

フォトプロッターの中には、ポストスクリプト言語を使用しているものもあります。これらの装置に対応するフォトプロットファイルは、適切なポストスクリプトドライバを使用して作成して下さい。ポストスクリプト印刷に関する詳細は、後述のポストスクリプト印刷に関するヒントを参照して下さい。

対象となるフォトプロッタを効率よく利用するには、設計段階でフォトプロッターについての基本的な知識が必要になるでしょう。

データを提出する前に基板製造業者とデータの仕様等について確認して下さい。設計段階で仕様を合わせることによってガーバーフォトツール作成にかかるコストを抑えることができます。

フォトプロッター言語

ほとんどのフォトプロッターは、ベクターベースのプロット言語で制御されており、このプロット言語は、“Gerber”(ガーバー)と呼ばれています。“Gerber”は Gerber Scientific Company の登録商標です。この言語はこの作業を行うために開発され、業界の標準となりました。(これは RS-274 として知られています。)この言語は、プロッタデバイスやデザイン業務の変化に対応するようになっていますが、ガーバーを出力する場合、基本的な問題、ならびに制限事項を考慮しなければなりません。

ガーバーフォーマットファイルは、ドラフトコード(またはコマンド)と座標データが記述されています。ドラフトコードは、使用するアパーチャーや光源のオン・オフを制御するもので、座標データには、フラッシュやストロークの位置が定義されています。これらの情報は、ASCII テキストファイルとして保存されます。

ガーバーファイルの構造は、いくつかの“最適化”によってフォーマットが変わり、プロッターの能力に応じた対応が可能です。フォトプロットビューロでは、プロテールで使用しているガーバーフォーマットの詳細が必要になるかもしれません。以下にいくつかの点について説明をしておきます。

プロテールのガーバーファイルは、キャリッジリターンで区切られるコマンドとラインフィードコマンドで分けられます。それぞれのレコードは、“*”文字で終了します。

レコードには、絶対位置かアパーチャー交換のドラフトコードが記入されています。例えば、レコードの記述が“X800Y775*”のような場合、プロッターに指定座標への移動が命令されます。また、“D16*”は、アパーチャー選択のドラフトコードです。

プロッターによっては、ドラフトコード D01-D09 までは、アパーチャーの選択ではなく、次のように使用しています。

- D01 光源のオン
- D02 光源のオフ
- D03 光源のフラッシュ

古いプロッターでは、アパーチャーコードを選択する前に“G54”という特別なコードが必要な場合もあります。ガーバーの終わりは、“M02*”になります。

ガーバーファイルは、テキストエディタやワードプロセッサにロードし、チェックする事ができます。

アパーチャーについて

ガーバーフォーマットフォトプロッターはアパーチャーを使用します。アパーチャーは、フィルムの作画に使用するツールが記述されています。ベクタープロッターの場合、これらのアパーチャーは、アパーチャーホイール/スライドの穴サイズと形状に相当します。これらアパーチャーを通して光を投影することでフィルムを感光させます。

ラスタープロッターでは、アパーチャーサイズや形状の設定に制限はありません。ラスターイメージシステムは、アパーチャー情報とガーバーファイルからイメージを解釈し、全体のプロットイメージをビットマップにより再現し、テレビの走査線のように1本、1本作画を行います。

アパーチャーの使い方

設計した PCB ファイルをガーバーファイルに変換するために使用されるアパーチャーは、拡張子.APT でファイルに保存されます。アパーチャーは、ペンプロッターにおけるペンとみなす事ができます。アパーチャーには 50mm square(角型)のように形状や、Flash、Stroke、Anything(Flash と Stroke の両方)のように使用目的が記述されています。

ガーバーファイルを生成する前に、使用するプロッタの能力に合ったアパーチャーファイルをロードするか、PCB エディタで現在の PCB ファイルに配置されているプリミティブ(トラック、パッド等)から抽出されるアパーチャーファイルを自動的に生成して下さい。ベクタープロッターを使用する場合、.APT ファイルのアパーチャーは、実際に使用されるアパーチャーホイールやスライドに対応します。フォトプロットング業者には、そこで使用しているベクタープロッターに適したアパーチャーテーブルを供給してくれるかもしれません。ラスタープロッターは、アパーチャーファイルを使用して、ドラフトコードを直接イメージマップに変換します。出力するプロッターがラスターデバイスであれば、PCB からアパーチャーを作成し、ガーバーファイルと一緒に提出します。出力の仕様については、フォトプロットング業者に問い合わせして下さい。

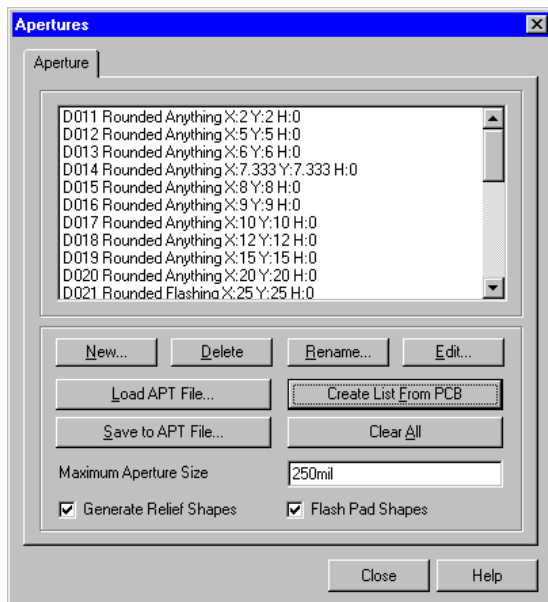
既存のアパーチャーファイルを使用する場合、PCB エディタは、PCB ファイルに使用されているプリミティブ(トラック、パッド等)をスキャンし、読み込んだ .APT ファイルとマッチしているか調べます。プリミティブとマッチするアパーチャーがない場合は、PCB エディタは自動的にそのプリミティブより小さいアパーチャーを使用して作画を行います。作画できるアパーチャーが無い場合は、拡張子 .MAT のマッチファイルが作成され、適切なアパーチャーがない事をレポートし、ガーバーファイルの作成を中断します。

ベクタープロッターの場合、アパーチャーと一致するプリミティブ(トラックとパッドサイズと形状)を使用して下さい。設計者が、フォトプロッターでサポートされるアパーチャーの設定に熟知し、それに対応して PCB 上のオブジェクトのサイズを設定すれば、フォトプロッターは効率的にファイルを再現します。

アパーチャーの読み込みと編集

フォトプロットの作業で使用するアパーチャーの読み込み、作成、編集を行うには、メニューから **Design » Aperture Library** を実行します。このメニューを選択すると、**Apertures** ダイアログが表示され、現在、読み込まれているアパーチャーの一覧を確認することができます。このときフォトプロットを行うとこれらのアパーチャーが使用されます。アパーチャーが読み込まれていない場合は、リストに何も表示されません。各オプションは、新規、もしくは既存のアパーチャーに対して作業が行えます。変更は、現在メモリーに読み込まれているアパーチャーに対して行われます。変更した内容を保存するには、**Save to APT File** ボタンをクリックします。

D00-D9999 の範囲で最大 1000 個の異なるドラフトコードを定義できます。但し、使用するプロッターによっていくつかの「予約済み」(通常、D00-D09) コードがあります。これらのコードは使用できません。
新しくアパーチャーを作成するときは、**Draft Code Number** のダイアログには、文字“D”を入力する必要はありません。



アパーチャーに関する操作は **Apertures** ダイアログで行います。

ポストスクリプト出力

高解像度ポストスクリプト“イメージセッター”による出力は、グラフィックデザインや写植の業界で幅広く利用されています。このデバイスは、2540 dpi 以上の解像度のポジフィルムを作成することができ、ガーバプロットの代用として低価格で使用することができます。

但し、PCB のアートワーク作成のためにこの方法を使用する場合は、いくつかの制限がある事をあらかじめ知っておく必要があります。これらのシステムでは、特に大きなエリア全体を通じて、位置や直線性の精度が低く、フィルムサイズの制限もあります。ポストスクリプトファイルの出力は、PCB エディタの Power Print 機能で行えます。PCB エディタからのプリントアウトに関する詳細は、*Printing to a Windows Printing Device* のトピックを参照して下さい。

ポストスクリプト出力に関するヒント

ポストスクリプトプリンタやその“イメージ”は、通常、300 から 2540dpi で出力されます。これらのデバイスからは、高解像度の出力が得られるため多くのユーザーは、アートワークをガーバプロッタに代わって、コストの低いポストスクリプトプリンタで作成することを考えるかもしれません。但し、印刷を行う前にいくつか制限があること考慮しなければいけません。

高解像度のレーザープリンタは、フィルムや感光紙に直接印刷が可能です。これらのデバイスは水平方向についての精度は十分ですが、常にその直線性を維持できるとは限りません。特にプリンタの構造上、フィルムや紙がローラーを通過して出力される場合は、それを維持するのは難しくなります。

写植/グラフィックアート業者では、大きなドラムに巻かれたロールフィルムビュー口ではなく、カットフィルムを使います。これらのイメージでは、直線性の問題は少なく、あまり精度を要求しない設計であればガーバプロットの代替えとして適しています。

ポストスクリプトデバイスをテストするには、垂直と水平方向に一定の長さのトラックが配置されたファイルをプリントし、その結果を計測します。この結果に基づきどちらかの方向に補正係数を設定することによって、問題を最小限抑えることができます。直線性のエラーは常に一定ではないため、ファイナルアートワークを作成する前には必ず、プリントの精度をチェックして下さい。

その他に 300 ~ 600 dpi のデスクトップ型のレーザープリンタでは、トナーが紙に定着する時に発生する“オーバースプレー”と“ブリード”の問題があります。トナーの微粒子がラインなどに付着し、アートワークとしては好ましくないプリント結果になることがあります。

レーザープリンタで印刷することを前提に設計をする場合は、クリアランスを大きく取り、スケールやブリードの影響を少なくなるようなスケールで印刷して下さい。

レーザープリンタで得られる印刷品質は用紙によって大きく左右されます。現在では様々な種類の用紙が利用可能で、用紙によってはトナーのブリードの影響を防ぎ、輪郭をシャープに印刷することが可能です。特殊な用紙には、様々な処理が施してあるため、取り扱いには十分な注意が必要です。

ポストスクリプトと互換性のあるフォトタイプセッターは、非常に高解像度(2540dpi)の出力が可能です。これらのデバイスは、A3(あるいは B サイズ)フィルムに直接印刷できます。

しかし、前述した直線性については、これらの全てのデバイスに共通する問題です。直線性の精度の問題は、グラフィックアート業界でも色分解を行なうときに注意が払われています。

ポストスクリプトプリンタの中には、指定された時間内にページマーカの終わりを受け取れなかった場合、タイムアウトにより、現在のデータを破棄する事があります。これによってページ抜けが発生する可能性があります。ポストスクリプトプリンタやその他のプリンタを使用してこの問題が発生した場合、コントロールパネルからプリンタアイコンをダブルクリックし、設定するプリンタのプロパティで印刷待ちタイムアウトを 500 秒かそれ以上に設定します。これでプリンタがデータを受け取る時間の不足によってプリントマネージャーが印刷をあきらめる問題に対応できます。

ペンプロットिंग

Windows のプロッタードライバー経由でペンプロッターに作画することができます。これを使用すると、インクジェットプロッタのようなラスターを使用する最新のデバイスでも問題がありません。また、ベクタータイプのプロッタードライバーも利用できます。詳細については、プロッターメーカーにお問い合わせ下さい。

ファイル入出力機能

PCB エディターは、他のファイルフォーマットの入出力を行う事ができます。出力機能には、Protel の旧バージョンと AutoCAD® DWG/DXF が含まれています。入力機能には、Protel の旧バージョンファイルフォーマット、ガーバファイル、Orcad Layout® PCB ファイルが含まれています。

ファイルのインポートを行うには、PCB エディターのメニューから **File » Import** を選択します。Import File ダイアログボックスのドロップダウンファイルタイプリストから必要なフォーマットを選択してください。

旧バージョンの Protel ファイルを操作するには

Protel 99 では PCB ファイルフォーマットが PCB 4.0 に変更されました。Advanced PCB V3、Protel 98、Protel 99、Protel99 SP1 等の(PCB 3.0)フォーマットでファイルを保存するには、PCB エディターのメニューから **File » Save Copy As** を選択してください。

Protel 99 SE では、Protel PCB のすべての旧バージョンのファイルをインポートすることができます。デザインデータベースにファイルをインポートするには、通常の手順で行います。(ショートカット: Windows のエクスプローラから目的のファイルをデザインエクスプローラにドラッグ&ドロップします。)インポートされたファイルアイコンをダブルクリックすると PCB がオープンします。

機構 CAD インターフェイス

Protel 99 SE では、DWG と DXF のインポート/エクスポートをサポートしています。PCB エディターのメニューから **File » Import** または **File » Export** を選択し、ダイアログボックスのファイルの種類を DXF/DWG に設定します。

機構 CAD インターフェイス機能の概要:

- ファイルバージョン 2.5 から R14 までの DWG/DXF フォーマットのインポート/エクスポート
- インポートの際にはレイヤーマッピングが可能です。インポートの際に **Import from AutoCAD** ダイアログボックスが表示され、レイヤーの割り当てを定義することができます。
- AutoCAD のモデルスペース、またはペーパースペースのインポート。
- インポートするデータが PCB ワークスペースよりも大きい場合には、入力スケールが自動的に設定されます。

- コンポーネントのブロック化とブロックのコンポーネント化が可能。
- インチ・ミリ両方の単位系のサポート

インポート/エクスポート機能の詳細はダイアログボックスの Help ボタンと What's This ヘルプを参照してください。

Orcad Layout から Protel PCB へのインターフェイス

Protel SE では、バイナリーフォーマットの Orcad Layout V9.x デザインファイルをインポートする事ができます。PCB エディターのメニューから **File » Import** を選択し、ダイアログボックス下側のファイルの種類を MAX に設定します。

レイアウト入力機能の概要:

- PCB エディターに Orcad Layout(V9.x) PCB ファイルのダイレクトな読み込みが可能。
- インポートの際に表示される **Orcad Layout Importer** ダイアログボックスでは、レイヤーのマッピングが可能。
- 包括的なマルチレベル入力レポートの作成。
- Protel 99 SE の PCB ライブラリエディタに、レイアウトライブラリ(*.LLB)のインポートが可能。
- レイアウト PCB ファイルからのライブラリのインポートが可能。

インポート機能の詳細はダイアログボックスの Help ボタンと What's This ヘルプを参照してください。

スキーマティックエディタ

回路入力機能には、スキーマティックから PCB への統合機能、強力なユーザー定義可能な部品番号割付機能、ファイル入出力機能、ライブラリーの編集/管理機能の向上等、多数の拡張機能が含まれています。

スキーマティックエディタの拡張機能

スキーマティックから PCB への設計作業の統合

設計者は、スキーマティックと PCB の異なるエディター間で頻繁に情報の移管を行う必要があります。デザインシンクロナイゼーションは、設計作業を統合化し、設計時間の短縮を実現します。設計のシンクロナイゼーション(同期化)は、スキーマティックエディターの **Design » Update PCB** メニュー、または PCB エディターの **Design » Update Schematic** メニューでいつでも実行することができます。これらのメニューを選択すると、**Update Design** ダイアログボックスが表示されます。

Update Design ダイアログボックスのこれらのオプションは、シンクロナイゼーションプロセスで使用されます。Protel 99 SE では 3 つの新しい機能が追加されました。

コンポーネントクラスの作成とルームの定義

多くの設計作業では、スキーマティックの各シート毎に、PCB 上でグループ化して作業を進める場合があります。各シート毎に PCB のコンポーネントクラスを作成する場合にはシンクロナイザーを使用します。それらのコンポーネントクラスは、PCB のデザインルール、セクション、自動配置機能で使用されます。

スキーマティックの各シートから PCB のコンポーネントクラスを作成するには、**Update Design** ダイアログボックスの **Project** オプションの **Generate Component Classes** と **Placement Rooms for All Schematic Sheets** の設定を ON にします。各コンポーネントクラスは、スキーマティックシートから作成され、スキーマティックシートと同じ名前が付けられます。シート名にスペースが入っている場合には、スペースは削除されます。複数のパートを持つ部品がシート間に分けられて配置されている場合には、最初のパートが配置されているシートに部品情報が含まれます。

PCB プレースメントルームは各コンポーネントクラスも作成されます。それらのプレースメントルームはボード上に広げて配置されます。PCB プレースメントルームの操作方法に関しては *PCB Design* セクションの **プレースメントルームでの作業** の章を参照してください。

バスによるネットクラスの作成

スキマティックのバスに基づいて、PCB のネットクラスを作成することができます。これを行うには、**Update Design** ダイアログボックスの **Project** オプションの **Generate Net Classes for all Buses** にチェックを入れてください。

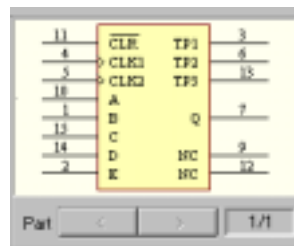
ネット名のアップデート

回路図でネット名を変更し、現在の PCB のネット名と一致していない場合には、**Update Design** ダイアログボックスの **Assign Net to Connected Copper** の設定を有効にすることで、自動的に PCB の配線済みのネット名を更新することができます。

スキマティックライブラリの参照機能

スキマティックパネルでの部品参照機能

パネルのミニビューアを使用することで、現在登録されているライブラリーの部品を参照することができます。ミニビューアを表示するには、パネルの **Browse** の設定を **Libraries** に設定してください。



Browse Libraries ダイアログボックスでの部品の参照

Browse Libraries ダイアログボックスでも、ライブラリーの部品を視覚的に参照することができます。ダイアログボックスを表示するには、メニューから **Design » Browse Library** を選択します。

部品を視覚的に参照するには、パネルのミニビューアを使用します。

マルチパート部品の番号割り付け

複数のパートを持つ部品には、U1:1,U1:2 または U1A,U1B のように、パートの番号に数字またはアルファベットを使用することができます。この設定は、スキマティックエディターの **Preferences** ダイアログボックスに含まれています。この設定は、編集環境の設定となりますので、すべてのシートに適用されます。

貼り付けとセレクトされたオブジェクトの移動

keep-within-sheet 機能により、オブジェクトを配置する際に、シート外にはみ出ないように自動的に制御されます。セレクトされたオブジェクトの移動、または貼り付けを行う際に、シートボーダーからオブジェクトがはみ出ないようにこの機能が働きます。現在のシートサイズよりも大きい回路ブロックの貼り付けを行った場合には、メッセージが表示されます。

配置座標の認識とユーザー定義可能な部品番号割り付け機能

部品座標の認識

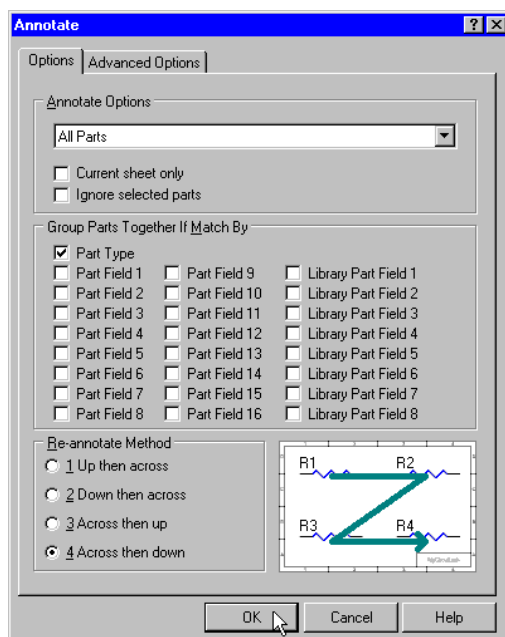
スキマティックエディターの部品番号割り付け機能は、回路に配置されている部品の位置を認識して番号を割り付けることができます。部品の位置は、回路図のリファレンスゾーン(図面枠)の区切り番号により認識されます。リファレンスゾーンの区切り番号を変更するには、Document Options ダイアログボックスの Use Custom Style にチェックを入れ、X Ref Region Count と Y Ref Region Count の数値を変更します。

シート毎の番号設定

部品番号の割り付けは、シート毎に設定を行うことができ、対象のなる部品を指定することができます。現在のシートのみ対象にする場合には、Options タブの Current Sheet Only にチェックを入れます。Advanced Options タブには、プロジェクトに含まれるすべてのシートが表示されます。各シート毎の番号割り付けのコントロールとしてチェックボックスが用意されています。(チェックを入れない場合には、Annotate ダイアログボックスの Options タブの設定に従って、通常の方法で番号が割り付けられます。)

レンジでは、各シートで番号の最小値と最大値を設定することができます。例: From=1, To=1000(1 から 1000 まで) 部品番号割り付けの機能では、シート毎で重複する番号を割り当てることはできません。重複する番号を割り付ける場合には、部品番号に接尾辞(サフィックス)を付ける必要があります。

Suffix のオプションでは複数のシートで個別のサフィックス(接尾辞)を設定することができます。アルファベット(A,B,C...)または数値(_1,_2,_3...)がサポートされています。マルチチャンネル設計を行う場合に、チャンネル毎に番号に識別子を付けたい場合にこのオプションを使用してください。(例: チャンネル 1 は R1_1, R2_1, C1_1、チャンネル 2 は R1_2, R2_2, C1_2 等。)



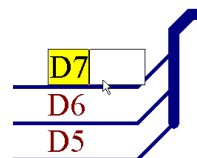
スキマティックエディターのメニューから Tools » Annotate を選択すると Annotate ダイアログボックスが表示されます。

特定の部品を番号割り付けの対象外に設定するには

事前に特定の部品をセレクトしておく事で、番号割り付けの対象から除外することができます。Annotate ダイアログボックスの Ignore Selected Parts にチェックを入れてください。

シート上でのテキスト編集

シート上に配置されている文字は、シート上で直接編集することができます。文字をマウスでクリックしてフォーカスし、もう一度文字をマウスでクリックすると、テキスト編集モードになります。この機能を無効にするには、Preferences ダイアログボックスの Enable In-place Editing のチェックを外します。



シート上へのファイル名の記入

スペシャルストリングを使用して回路図のファイル名をシート上に記入することができます。Annotation ダイアログボックスのスペシャルストリングのドロップダウンリストから .Filename_No_Path を選択してください。

拡張された編集作業

ポートの回転と反転表示機能

ポートを移動中に、キーボードのスペースキー、または X、Y キーを使用して回転および反転を行うことができます。

シートエントリー

シートエントリーは、マウスの操作でシートシンボル内の上下左右に配置することができます。また、シートシンボル間で、シートエントリーのコピーと貼り付けを行うことができます。

表示画面の移動(オートパンニング)

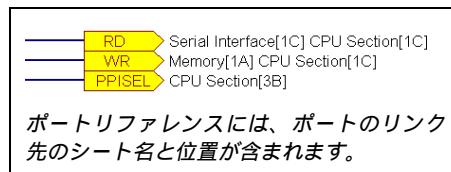
十字のカーソルが表示されるコマンド実行中には、カーソルをウィンドウの端まで移動すると画面がスクロールします。このスクロールの速度は Preferences ダイアログボックスで設定することができます。

ポートのリンク先の表示

ポートを使用したシート間の接続状態は、ポトリファレンスによって確認することができます。スキマティックエディターの Reports メニューには、2つのポトリファレンスのコマンドが用意されています。

Add Port References (Flat) - このコマンドを選択すると、ポートにリンク先のシート名とグリッドリファレンスが表示されます。リンク先は、プロジェクト内の同じ名前を持つポートすべてが対象となります。

Add Port References (Hierarchical) - このコマンドを選択すると、ポートにリンク先のシート名とグリッドリファレンスが表示されます。リンク先は、上階層のシートのポートに対応したシートエントリーが対象となります。



メニューから **Reports » Remove Port References** を選択するとポートリファレンスが削除されます。ポートリファレンスはポートの属性によって表示されます。ポートリファレンスは個別に編集することはできません。また、シートの情報として保存されません。ポートリファレンスの位置は、ポートとワイヤーの接続位置によって決定されます。

ネット識別子の名前の記入

バス

バスに配置するラベルの番号は降順、または昇順のどちらも使用することができます。(例: D[0..15]または D[15..0])

パワーポート

スキマティックエディターのパワーポートでは、7つのスタイルを選択することができます。4つの一般的なスタイルでは、任意のネット名を指定することができます。指定したネット名はシート上に表示されます。グラウンドに使用する残りの3つのスタイルには、**Preferences** ダイアログボックスで予めネット名を指定しておくことができます。

ネット名

ネット名の上に反転を意味するバーを記載するには、ネット名の最初にバックslash(\)を記入します。(日本語フォントの場合には¥マーク)**Preferences** ダイアログボックスでこの設定を有効にできます。

出力機能

マーカーとディレクティブの印刷

Schematic Printer Setup ダイアログボックスで、エラーマーカー、No ERC マーカー、ディレクティブをプリントアウトから除外することができます。

部品表

部品表作成ウィザードの設定内容は、デザイン毎に保存されます。

ワークスペースのショートカット

部品の配置

部品の配置はスキマティックパネル、またはメニューから **Place » Part** を選択し、**Place Part** ダイアログボックスで行うことができます。**Place Part** ダイアログボックスには、Designator(部品番号)、Part Type(部品名、値)、FootPrint(フットプリント)の入力フィールドが用意されており、Browse ボタンを使用して **Browse Libraries** ダイアログボックスを表示することもできます。

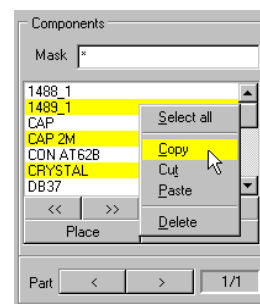
追加/更新されたショートカットキー

- 十字のカーソルが表示されている最中に、キーボードの CTRL キーを押すと、一時的にスナップグリッドが Off になります。グリッド以外の場所にテキスト等のオブジェクトを配置する場合にこの機能を使用してください。
- 部品等をドラッグ(接続状態を保ちながら移動)している最中も同様に、キーボードの CTRL キーを押すと、一時的にスナップグリッドが Off になります。
- ワイヤーやバス、またはラインを配置中にキーボードの BACKSPACE キーを押すと、最後に配置した線分が削除されます。
- キーボードの ALT キー、または ALT と SHIFT キーを押したままオブジェクトを移動すると、X または Y 方向に座標軸を固定して移動できます。

スキマティックライブラリーエディタの拡張機能

部品のコピー

パネルに表示されている部品の一覧を使用して、ライブラリーファイル間、またはスキマティックに登録されているライブラリーから部品をコピーすることができます。ライブラリー間で部品のコピーを行うには、パネルの部品一覧でコピーする部品を選択し、(CTRL キー、または SHIFT キーを使用することで複数の部品を選択できます。)マウスの右ボタンをクリックします。表示されるメニューから **Copy** を選択すると、選択した部品の情報がコピーされます。次に、コピー先のライブラリーを表示し、パネルの部品一覧でマウスの右ボタンをクリックして、表示されるメニューから **Paste** を選択します。



パネルの部品一覧でマウスの右ボタンをクリックすると、選択されている部品をコピーすることができます。

部品ルールチェック

部品ルールチェックの機能では、ピンの設定ミス等を検出することができます。

機構 CAD インターフェイス

Protel 99 SE では、DWG/DXF ファイルの入出力機能が装備されています。この機能を使用するには、スキマティックエディターのメニューから **File » Import** または **File » Export** を選択します。

機構 CAD インターフェイス機能の概要：

- ファイルバージョン 2.5 から 2000 までの DWG/DXF フォーマットの入出力をサポート。
- コンポーネントのブロック化とブロックのコンポーネント化が可能。
- 入力時のスケール設定が可能。
- スキマティックの図面枠を含めた出力。

機構 CAD インターフェイスの詳細はダイアログボックスの Help ボタンと What's This ヘルプを参照してください。

スキマティックエディタの Orcad Capture®インターフェイス

Protel 99 SE のスキマティックエディターは、OrCAD Capture のバイナリーフォーマットの DSN ファイルをインポートすることができます。インポートを行うには、インポートする DDB のフォルダでマウス右ボタンをクリックし、表示されるメニューから **Import** を選択します。インポートした DSN ファイルのアイコンをダブルクリックすると、Protel フォーマットへの変換が開始されます。変換が終了すると、デザインエクスプローラのパネルにシートアイコンが表示されます。同じ手順で OrCAD Capture のライブラリファイルもインポートできます。

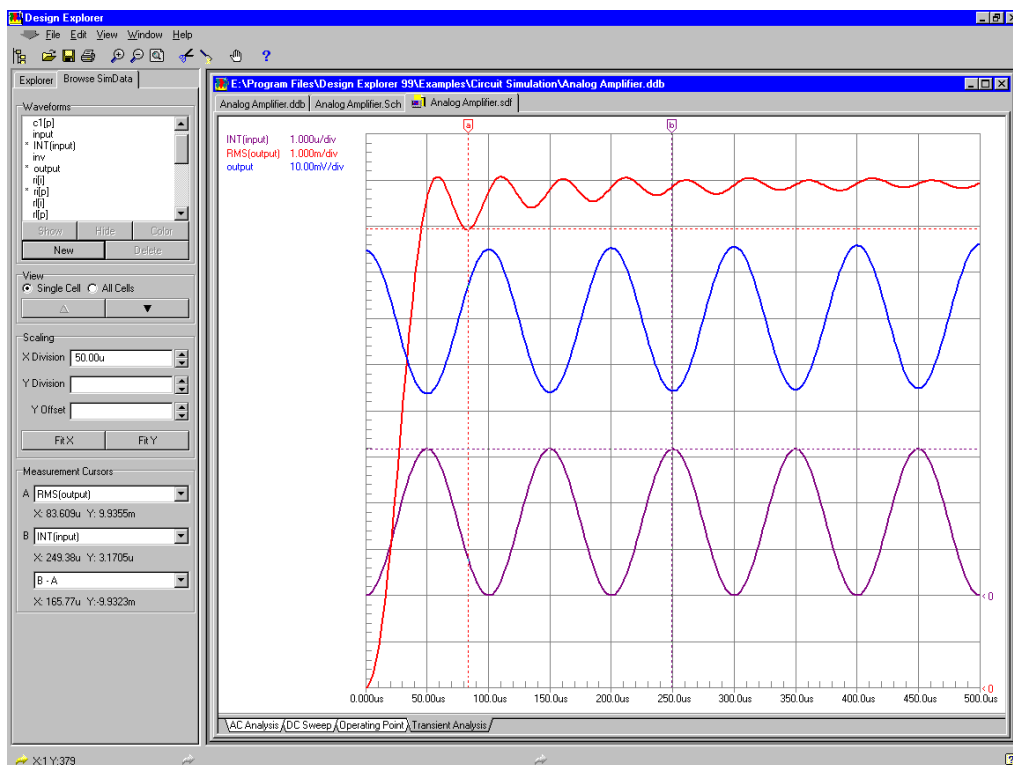
- Orcad Capture(V7.x と V9.x)のバイナリ DSN スキマティックファイルのインポート
- Orcad Capture(V7.x と V9.x)のバイナリ OLB スキマティックライブラリファイルのインポート

回路シミュレーション

Protel 99 SE には、強力なアナログ/デジタル混在回路シミュレーターが含まれています。回路シミュレーターは、Berkeley SPICE3f5/Xspice を拡張したものを使用し、アナログ/デジタル混在の回路のシミュレーションを正確に行えます。

数学関数と波形

一部の解析では、シミュレーション結果に対して計算を行いたい事が有ります。この機能では、信号名を変数として利用して計算式を作成し、その結果を波形ビューワに表示することができます。



作成した数式の結果を波形で表示する事ができます。

数式を定義するには、Browse SimData パネルの New ボタンをクリックし、**Create New Waveform** ダイアログを表示します。ダイアログは利用可能な関数と波形リスト、式のフィールドの 3 つの部分から構成されています。Expression の欄で式を作成するには、そこに直接入力するか、使用したい信号や関数の名称を選択し、クリックを行います。

関数、演算子の一覧

式作成のために、波形が変数として利用でき、次の関数・演算子が利用できます：

演算子/関数	説明
+	加算
-	減算
*	乗算
/	除算
^	べき乗。y^x で、y の x 乗の値を返します。PWR(,)も同じ意味になります。
()	優先順位 式の優先順位を設定します。() の中が先に実行されます。
ABS()	絶対値。ABS(x)で x の値を返します。
ACOS()	アークコサイン
ACOSH()	ハイパボリックアークコサイン
ASIN()	アークサイン
ASINH()	ハイパボリックアークサイン
ATAN()	アークタンジェント
ATANH()	ハイパボリックアークタンジェント
AVG()	平均値。シミュレーションが実行された波形データの平均値。
BOOL(,)	ブール関数。BOOL(wave, thresh)と表記します。wave は、波形の名称で、thresh は、閾値になります。wave の値が thresh 以上の場合、1 を返し、wave の値が thresh より小さい場合、0 を返します。
COS()	コサイン
COSH()	ハイパボリックコサイン
DER()	導関数。dx/dt データポイント間の傾き
EXP()	指数関数。EXP(x)は、e の x 乗を返します。e は自然対数の底
INT()	積分関数。カーブ以下のエリアの合計
LN()	対数関数(自然対数) LN(e) = 1

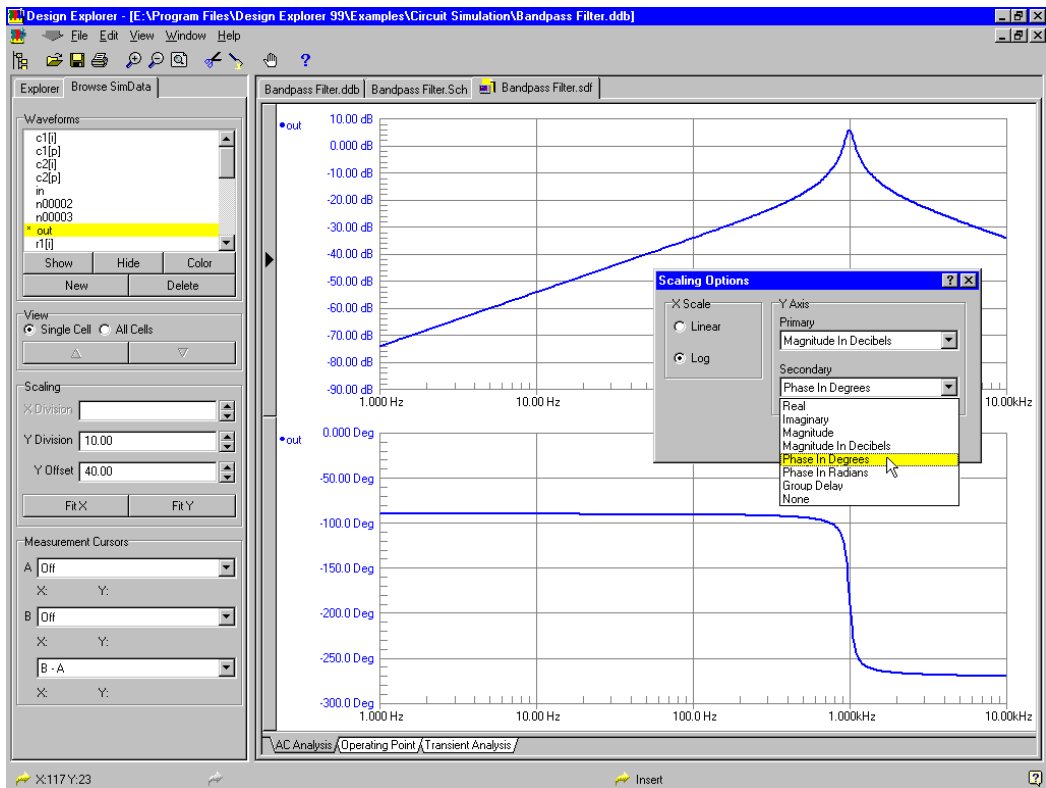
LOG10()	対数関数(常用対数)
LOG2()	対数関数(底が 2)
PWR(,)	べき乗 ^ と同じ。PWR(y,x) で y の x 乗を返します。
RMS()	実効値関数。波形データの実効値を返します。
SIN()	サイン
SINH()	ハイパボリックサイン
SQRT()	ルート
TAN()	タンジェント
TANH()	ハイパボリックタンジェント
UNARY()	マイナス符号 UNARY(x) で、-x の値を返します。
URAMP()	ユニットランプ関数 ユニットステップの積分：例えば、入力を x とした場合、x が 0 以下の場合、0 になり、x が 0 より大きい場合、値は x となります。
USTEP()	ユニットステップ関数 引数の値がゼロより大きい場合は、1 を返し、0 以下の場合、0 を返します。

波形の同時表示

例えば、周波数と位相特性や周波数とグループ遅延のように解析方法によっては同じ波形をスケールを変えて表示したい場合が有ります。

これを行うには、波形をシングルセルで表示し、マウスの右ボタンクリックを行い、ポップアップメニューから **Scaling** を選びます。Primary Y は何か設定されていますので、Secondary で 2 つめのスケールを設定します。シングルセルのウィンドウは、水平方向に分割され 2 つの波形が表示されます。

この状態でも計測カーソルは同じ様にパネルから追加できます。あるいは、波形ウィンドウ内の波形名のところでマウスの右ボタンクリックを行ない、ポップアップメニューから選択も可能です。また、波形ウィンドウ左のこの部分をクリックすると、アクティブな表示が切り替わります。



周波数特性と位相特性を同時に表示

© 1994 - 1999 Protel International Limited. All rights reserved. Protel、Protel ロゴは、Protel International Limited の登録商標です。Design Explorer, SmartDoc, SmartTool, SmartTeam 及びそれらのロゴは Protel International Limited の商標です。

ソフトウェア、マニュアル及びそれらの関連物は Protel International Limited からの事前の許可なく、他の言語への翻訳を含む、機械的、電氣的のどのような形式にも、全部、その一部に関わらず複製することを禁じます。

Microsoft, Microsoft Windows 及び Microsoft Access は Microsoft Corporation の登録商標です。Orcad, Orcad Capture, Orcad Layout 及び SPECCTRA は、Cadence Design Systems Inc の登録商標です。AutoCAD は、AutoDesk Inc の登録商標です。その他の会社/製品名は、当該各社に帰属する商標/登録商標です。