

# ***EAGLE***

***EASILY APPLICABLE GRAPHICAL LAYOUT EDITOR***

***Tutorial***

***Version 6***

***Schematic – Layout – Autorouter***  
*for Linux® Mac® Windows®*

***CadSoft Computer***  
***www.cadsoftusa.com***

*1st Edition*

**Japanese**  
**日本語**

質問等ございましたら、下記までご連絡ください。

**アメリカ合衆国とヨーロッパ諸国以外の国々:**

Phone: +1 (954) 237 0932  
Fax: +1 (954) 237 0968  
Internet: <http://www.cadsoftusa.com>  
Email: [Info@cadsoftusa.com](mailto:Info@cadsoftusa.com)

**ドイツとヨーロッパ諸国:**

Phone: +49 (0)8635 698910  
Hotline: +49 (0)8635 698930  
Fax: +49 (0)8635 698940  
Internet: <http://www.cadsoft.de>  
Email: [Info@cadsoft.de](mailto:Info@cadsoft.de)

**日本 (販売代理店: 有限会社サーキットボードサービス):**

Phone: +81 (42) 989 5582  
Fax: +81 (42) 989 5674  
Internet: <http://homepage3.nifty.com/circuitboards/>  
Email: [PXY01661@nifty.com](mailto:PXY01661@nifty.com)

Copyright 2011 CadSoft Computer, Inc. All rights reserved worldwide.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning, digitizing, or otherwise, without the prior consent of CadSoft.

Printing this tutorial for your personal use is allowed.

Windows is a registered trademark of Microsoft Corporation.

Linux is a registered trademark of Linus Torvalds.

Mac is a registered trademark of Apple Computer Inc.

translated version 1.0:

Copyright for Japanese translation: Circuit Board Service INC.

版權及び著作権保有者: CadSoft Computer, Inc. 2011

この出版物の複製、情報検索システムへの記録、どのような形式(電氣的、機械的、写真複製、音声、スキャナ、デジタルデータ等)における配布についても、CadSoft Computer社の許可なく行うことはできません。

このチュートリアルを個人使用目的で印刷することは許可します。

ウィンドウズは マイクロソフトコーポレーションの登録商標です。

リナックスは Linus Torvalds の登録商標です。

マックはアップルコンピュータInc.の登録商標です。

translated version 1.0:

翻訳版著作権保有者: 有限会社サーキットボードサービス

# 目次

1 このチュートリアルについて.....	6
2 EAGLEの仕様 .....	7
システム要件.....	7
プロフェッショナルエディション.....	7
全般.....	7
レイアウトエディタ.....	8
回路図エディタ.....	8
オートルータモジュール.....	8
スタンダードエディション.....	9
フリーミアムエディション.....	9
ライトエディション.....	9
3 インストール.....	10
ウィンドウズ (Windows).....	10
リナックス (Linux).....	11
マック OS X (Mac OS X).....	12
4 言語設定.....	13
ウィンドウズ.....	13
リナックスとマック OS X.....	13
5 EAGLE のカスタマイズ設定.....	15
スクリプトファイル eagle.scr.....	15
ユーザーインターフェース.....	15
ファンクションキー.....	15
レイヤの配色.....	16
6 EAGLEユーザーインターフェースの概念.....	17
メニュー項目の選択.....	17
マウスクリック.....	17
各種の入力方法.....	18
キーの組み合わせ.....	18
コンテキストメニュー.....	18
コマンドラインからのコマンドとパラメータ入力.....	18
7 コントロールパネル.....	21
EAGLEのファイル形式.....	22
バックアップファイル.....	22
EAGLEプロジェクトの作成.....	23
8 ファイルの読み込みとスクリーンズームの切り替え.....	24
9 表示レイヤの選択.....	26
10 グリッドと単位の設定.....	27
11 線、円、円弧、長方形、テキスト.....	28

WIRE コマンド.....	28
線幅の変更.....	29
オブジェクトのレイヤ変更.....	30
アンドゥー/リドゥー (Undo/Redo) 機能.....	30
CIRCLE コマンド.....	30
ARC コマンド.....	31
RECT コマンド.....	32
TEXT コマンド.....	32
プレースホルダテキスト.....	33
12 ライブラリの使い方.....	34
ADD コマンド.....	34
USE コマンド.....	36
INVOKE コマンド.....	37
13 回路図の入力方法.....	38
グリッド.....	38
回路図フレームの作成.....	38
テキストの追加と変更.....	38
回路図の入力.....	40
NET コマンド.....	41
NAME コマンド.....	41
LABEL コマンド.....	41
DELETE コマンド.....	42
JUNCTION コマンド.....	42
SHOW コマンド.....	42
MOVE コマンド.....	43
履歴機能.....	43
回路図の仕上げ.....	44
SMASH コマンド.....	44
VALUE コマンド.....	45
電気回路ルールチェック (ERC).....	46
回路図からの基板作成.....	46
BUS コマンド.....	46
14 自動フォワード&バックアノテーション.....	48
15 プリント基板の設計.....	50
回路図を使わない基板設計.....	50
基板形状の定義.....	50
配置グリッド.....	51
部品の配置.....	51
SMDパッケージの配置.....	51
名称の割り当て.....	52
値の割り当て.....	52
シグナルの定義.....	52
ネットクラスの設定.....	53

回路図からの基板作成.....	53
基板ファイルの作成.....	54
部品の整列.....	54
オートルータ: 小規模なサンプル.....	55
手動配線.....	55
フォローミールータ.....	57
基板の変更.....	57
レイアウトエディタ活用法.....	58
DISPLAY コマンド.....	58
MOVE コマンド.....	58
GROUP コマンド.....	59
SPLIT コマンド.....	60
CHANGE コマンド.....	60
ROUTE コマンド.....	61
RIPUP コマンド.....	61
SHOW コマンド.....	61
画面の再描画.....	61
アンドゥー/リドゥー (Undo/Redo) 機能.....	61
内層 (Inner layer).....	61
POLYGON コマンドを使った銅箔配置.....	62
16 オートルータ.....	64
17 基板設計ルールチェック.....	66
18 ライブラリ.....	67
抵抗器パッケージの作成.....	67
抵抗器シンボルの作成.....	69
抵抗器デバイスの作成.....	69
19 図面と製造データの出力.....	73
PRINTコマンドを使った回路図出力.....	73
文書出力用のイメージファイル作成.....	73
CAMプロセッサでのガーバーデータ作成.....	74
ドリルデータの作成.....	74
その他の製造データ.....	74
20 データ交換.....	75
EAGLEユーザー言語.....	75
スクリプトファイル — 柔軟な入力インターフェース.....	75

## 1 このチュートリアルについて

---

このチュートリアルでは、プリント基板設計パッケージ「EAGLE」の基本的な使い方について説明します。

ここではEAGLEの回路図エディタ、レイアウトエディタ、オートルータの使用法について学習します。回路図エディタの使用法から始まり、基板設計、オートルータの使用法へと進み、無理なく学べるよう構成されております。全体を通して読むと、効率的に学習することができます。

ただし、ご使用になられているオペレーティングシステムの操作法に関しては、よくご存知なものとし、ます。「エディタウィンドウを拡大する」といったようなことは、詳しい説明なく使用します。

このチュートリアルを読み終えると、本格的なプロジェクトを始められるようになっているはずです。しかし初めのうちは、EAGLEの機能を詳しく理解するために、ヘルプ機能とEAGLEマニュアルを繰り返しご利用されることをおすすめします。EAGLEの機能をフルに活用するためには、ぜひとも必要なことです。

このチュートリアルで、ほとんどのプログラムコマンドの使用法について学習しますが、強力な豊富なEAGLEの機能について、すべて書いてあるわけではありません。例えば SET, SCRIPT, RUNなどのコマンド使用法については、ヘルプ機能をご利用ください。

このチュートリアルを読み始める前に、*eagle/doc*ディレクトリにある、README ファイルと *\*.txt* ファイルにぜひ目を通しておいください。

EAGLEのリナックス、マック、ウィンドウズの各バージョンでの違いはほとんどありません。

### **EAGLE の部品ライブラリについて**

EAGLEで提供している部品ライブラリは、多くのお客様が使用できるように、細心の注意を払って作成されております。しかし、部品メーカー数、部品点数があまりにも膨大なため、現物と必ずしも一致しないものがある可能性があります。従いまして、私ども CadSoft は、ライブラリファイルに含まれる部品情報の精度についての保証は致しかねます。よろしくご理解の程、お願い致します。

## 2 EAGLEの仕様

### システム要件

EAGLEは、回路図やプリント基板の設計を行う強力なグラフィックエディタです。  
EAGLEを使用するには、以下のマシンスペックが必要です。

- ◆ Windows XP、Windows Vista、Windows 7 (Windows版)
- ◆ インテルコンピュータ用Linux kernel 2.6準拠、8 bpp以上の色階調で動作するX11 (エックスウィンドウシステム)、32ビットランタイム環境で次のライブラリ: libpng14.so.14, libssl.so.1.0.0, libcrypto.so.1.0.0, libjpeg.so.8 (Linux版)
- ◆ マックOS X バージョン10.6またはそれ以上 (Mac版)
- ◆ グラフィックディスプレイ解像度1024 x 768以上
- ◆ 3ボタンホイールマウス推奨

### プロフェッショナルエディション

#### 全般

- ◆ 最大描画領域 150 x 150 インチ (3810 x 3810 mm)
- ◆ 解像度 0.00325  $\mu$ m (ミクロン)
- ◆ ミリまたはインチ単位のグリッド
- ◆ 最大255層の描画レイヤ
- ◆ コマンド(スクリプト)ファイル
- ◆ Cライクユーザー言語によるデータ入出力
- ◆ テキストエディタで読み込み可能な、完全記述型XMLデータ構造
- ◆ 簡単なライブラリ編集
- ◆ ドラッグ&ドロップにより、既存素子で自己定義型ライブラリを構成
- ◆ ドラッグ&ドロップにより、他のライブラリから新規パッケージを簡単に作成可
- ◆ パッケージを任意の角度で配置可 (0.1度ステップ)
- ◆ パッケージエディタで任意のパッド形状を指定可
- ◆ 強力な検索機能付きライブラリブラウザ
- ◆ 数々のテクノロジーバリエーションのサポート (例: 74L00, 74LS00..等の同系列の部品)
- ◆ 描画フレームにラベル名をつけて定義可能
- ◆ ライブラリ、回路図、レイアウトでのデバイスに規定する属性を自由に定義可
- ◆ アセンブリーバリエーションのサポート
- ◆ 使いやすい寸法記入ツール
- ◆ 別々のプロジェクトを、整合性を保ちながら結合可 (設計図の再利用が可能)
- ◆ PDFデータを出力できる統合エクスポート機能
- ◆ グラフィックファイル(BMP, TIF, PNG.等)のエクスポート機能
- ◆ OSのプリントプレビュー付きプリンタドライバを利用した図面出力
- ◆ データベースサポートによる部品表作成 (ULP:bom.ulp を使用)
- ◆ EAGLEコントロールパネルでのドラッグ&ドロップ
- ◆ オブジェクトを右クリックし、そのオブジェクト固有のコマンドをコンテキストメニュー中から選択可
- ◆ オブジェクトのプロパティを、コンテキストメニューからアクセスと編集が可能
- ◆ 自動バックアップ機能

## レイアウトエディタ

- ◆ 表面実装部品対応
- ◆ ブラインドビアと埋め込みビアをサポート
- ◆ 任意角度のオブジェクト配置 (0.1度ステップ)
- ◆ コンポーネントは移動できないようロックが可能
- ◆ テキストを任意の向きに配置可
- ◆ レイアウト結線中は、信号線の状態を逐一計算
- ◆ パッドとの接続状態を保ったまま、信号線を移動可能
- ◆ 信号線を任意角度の丸コーナーに描画可能
- ◆ めらかな信号線接続が可能な面取り・角丸め接続機能
- ◆ 基板設計ルールチェック機能 (重なり、パッドとパターン寸法のチェック)
- ◆ ベタ作成機能 (ベタグラウンド)
- ◆ パッケージバリエーション (機能が同じでパッケージ形状だけが異なる部品) のサポート
- ◆ 差動伝送線路のペア信号線を設計可
- ◆ 信号線の自動等長配線
- ◆ マウントマシン、試験装置、ミールンマシン等のデータ出力用に、ユーザー定義型の自由にプログラミングが可能なユーザー言語プログラム (ULP) を実装
- ◆ CAMプロセッサで、ペンプロッタ、フォトプロッタ、ドリルマシン用製造データを出力可

## 回路図エディタ

- ◆ 1つの回路図で最大999枚まで
- ◆ 回路図面のアイコンプレビュー
- ◆ ドラッグ&ドロップによる回路図面の並べ替え
- ◆ ネットのクロスリファレンス (相互参照) の表示
- ◆ 接続のクロスリファレンスを自動生成
- ◆ 部品の簡単コピー
- ◆ 回路図とレイアウト間の整合を保ちながら、部品交換が可能
- ◆ フォワード&バックアノテーション (回路図とレイアウト間の整合を常に保つ) 機能
- ◆ 基板自動生成機能
- ◆ 電源ラインの自動生成
- ◆ 電気回路ルールチェック (回路図のエラーチェックと回路図・基板レイアウトとの整合性チェック)

## オートルータモジュール

- ◆ 基本プログラムに完全に組み込まれて動作
- ◆ 設計ルールに従って自動配線
- ◆ いつでも手動配線、自動配線の切り替え可能
- ◆ 基本的なフォローミールータ (回路基板での信号線のもつれを解消するために、マウスで選択した信号線を自動的に計算して移動させる機能) を搭載。
- ◆ 配線取り消し&再配線機能
- ◆ ユーザー定義可能な、コストファクター (望ましい配線パターンや、できれば避けたい配線パターンを数値で指定する方法) を使った自動配線機能
- ◆ 最小0.02 mm (約 0.8 mil) までの経路選択グリッド
- ◆ 配置グリッドは任意 (無制限)
- ◆ 最大16層の信号レイヤ (望ましい配線方向をユーザーが指定可)
- ◆ ブラインドビア、埋め込みビアを完全サポート
- ◆ 異なるネットクラスを考慮 (信号のカップリングなどを考慮) した自動配線



## スタンダードエディション

プロフェッショナルエディションに以下の制限があります。

- ◆ レイアウト領域は最大 160 x 100 mm (約 6.3 x 3.9インチ) に制限。この領域外にパッケージを配置したり、信号線を描いたりできません(編集は不可、閲覧は可)。
- ◆ 6層まで(Top(表面), Route2, Route3, Route14, Route15, Bottom(裏面))の基板を設計可
- ◆ 回路図は最大99枚まで

## フリーミアムエディション

<http://www.element-14.com/eagle-freemium>にご登録いただいたお客様に対して発行されるライセンスです。以下の制限があります。

- ◆ 基板サイズはユーロカードサイズ、100 x 80 mm (約3.9 x 3.2 インチ) に制限
- ◆ 4層(Top(表面)、Route2, Route15, Bottom(裏面))までの基板を設計可
- ◆ 回路図は最大4枚まで
- ◆ フリーミアムライセンスは一人が一台のコンピュータでの利用に制限されており、動作させるためには、インターネットに接続されている必要があります。
- ◆ インストールした日から30日間有効です。

## ライトエディション

EAGLEライトエディションには以下の制限があります。

- ◆ レイアウト領域は最大 100 x 80 mm (約 3.9 x 3.2 インチ) に制限。この領域外にパッケージを配置したり、信号線を描いたりできません(編集は不可、閲覧は可)。
- ◆ 2層のみ(内層は不可)
- ◆ 回路図は1枚のみ

上位エディションのEAGLEで作成したレイアウト図面、回路図面を下位エディションのEAGLEで印刷することはできます。CAMプロセッサにおいても同様に(下位エディションでも)製造データを作成することができます。

異なるエディションのモジュールを結合することはできません。

テスト、評価、非商用利用目的の場合、ライトエディションをフリーウェアとして利用することができます。

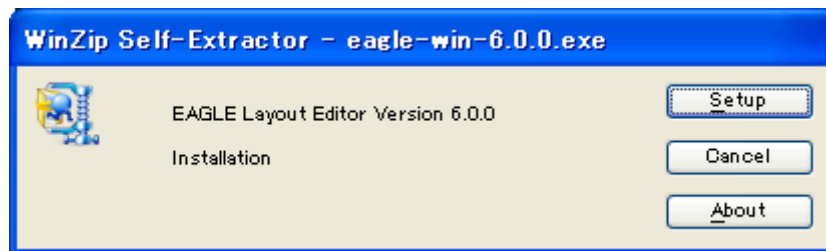
### 3 インストール

---

#### ウィンドウズ(Windows)

ウィンドウズ用EAGLEは`eagle-win-6.0.0.exe`というファイル名の自己解凍ファイルが提供されています。インストールを開始するには、このファイルをダブルクリックしてください。なお、ファイルのバージョン番号は、公開中のバージョンによって異なる場合があります。

ファイルをダブルクリックすると、WinZip自動解凍画面が表示されます。インストールルーチンは、アーカイブファイルの解凍から始まります。開始するには`Setup` ボタンをクリックしてください(下図)。



これで、実際にインストールが開始されます。一つ一つ画面の指示に従ってください。インストールの最後に、ライセンス取得に関する以下の質問があります。

#### *Use License file* (ライセンスファイルを使用する)

これは、お客様が既にEAGLEのライセンスを購入済みであることを意味します。

この場合、その次に表示されるダイアログに、ライセンスファイル“シリアル番号”.keyが入っているドライブとパス名、およびCadSoft社から送られてきたお客様固有のインストールコードを入力してください。

#### *Use Freemium Code* (フリーミアムコードを使用する)

<http://www.element-14.com/eagle-freemium> で登録済みでフリーミアムコードをお持ちの場合には、このオプションを選択します。

#### *Run as Freeware* (フリーウェアとして使用する)

これは、試用、非商業的使用、あるいは基板製造データの生成に目的を限定したライトエディションとして、EAGLEの使用を許可することを意味しています。この場合は、前述した目的の使用に限定されます。

#### *Don't license now* (今はライセンスを取得しない)

EAGLEの初回スタート時にはライセンス取得をせず、後でライセンス取得をします。

ウィンドウズスタートメニューの「すべてのプログラム」をクリックすると、「*EAGLE Layout Editor 6.0.0*」という新しいエントリがあります。EAGLEを起動するには、そのエントリの「EAGLE 6.0.0」をクリックしてください。PDFファイル形式のチュートリアルとマニュアルも、同じエントリの中にあります(英語・ドイツ語・中国語)。

## リナックス(Linux)

リナックス用EAGLEは、セットアップダイアログ付の自己解凍シェルスクリプトで提供されています。ルート/アドミニストレーター権限、または一般ユーザー権限でプログラムをインストールすることができます。シェルスクリプトファイル *eagle-lin-6.0.0.run* をダブルクリックして、ファイルマネージャーでインストール作業を行ってください。

ファイルが実行可能であるかどうか、確認してください。そうなっていない場合、コンソールウィンドウで *chmod* コマンドなどを使って、ファイル属性を実行可能に変更してください。

同様に、コンソールウィンドウから以下のように入力して、直接スクリプトファイルを起動することもできます(「path\_to\_file」は、eagleスクリプトが入っているパスを示します)。

```
/path_to_file/eagle-lin-6.0.0.run
```

ファイル名のバージョン番号は公開中のEAGLEのバージョンによって異なる場合があります。

インストールルーチンは、アーカイブからファイルを解凍することから始まります。その後、実際のインストールが開始されます。一つ一つ画面の指示に従ってください。

インストールの最後に、ライセンス取得に関する以下の質問があります。

### *Use License file* (ライセンスファイルを使用する)

これは、お客様が既にEAGLEのライセンスを購入済みということ意味します。

この場合、その次に表示されるダイアログに、ライセンスファイル “シリアル番号”.keyが入っているドライブとパス名、およびCadSoft社から送られてきたお客様固有のインストールコードを入力してください。

### *Use Feemium Code* (フリーミアムコードを使用する)

<http://www.element-14.com/eagle-freeium> で登録済みでフリーミアムコードをお持ちの場合には、このオプションを選択します。

### *Run as Freeware* (フリーウェアとして使用する)

これは、試用、非商業的使用、あるいは基板製造データの生成に目的を限定したライトエディションとして、EAGLEの使用を許可することを意味しています。この場合は、前述した目的の使用に限定されます。

### *Don't license now* (今はライセンスを取得しない)

EAGLEの初回スタート時にはライセンス取得をせず、後でライセンス取得をします。

EAGLEを起動するには、インストールディレクトリの *bin/eagle* を実行してください。

PDFファイル形式のチュートリアルとマニュアルも、インストールディレクトリにあります。EAGLEインストールディレクトリ内の *doc* ディレクトリをご覧ください(英語・ドイツ語・中国語)。

## Mac OS X

Mac OS X用EAGLEは、ユニバーサルバイナリーで利用でき、PowerPCとインテル仕様コンピュータで使用できます。インストールを開始するために、*eagle-mac-6.0.0.zip*というファイル名のEAGLEアーカイブアイコンをダブルクリックします。アーカイブは自動的に解凍されます。すると、*eagle-mac-6.0.0.pkg*というフォルダ名のアイコンがデスクトップに表示されます。マウスでそのアイコンをクリックするとインストールプロセスが起動します。ファイル名のバージョン番号は、現行のバージョンの違いによって異なる場合があります。

一つ一つ画面の指示する手順に従ってください。

EAGLEのソフトウェア使用許諾契約についての確認がありますので、契約に同意する場合には *Continue* をクリックします。契約に同意しない場合は、*Go back* ボタンをクリックするとインストールを中止することができます。

次のステップでは、EAGLEをインストールするドライブとフォルダを指定します。初期設定のフォルダにインストールするには、*Continue* をクリックしてください。インストールフォルダを自分で指定したい場合は、*Choose* ボタンをクリックすると、他のフォルダを選択することができます。

EAGLEを起動するには、インストール完了後、*Finder's Applications/EAGLE* エントリ内のEAGLEアイコンをクリックしてください。

EAGLEの初回起動時に、EAGLEライセンスに関する以下の質問があります。

### *Use License file* (ライセンスファイルを使用する)

これは、お客様が既にEAGLEのライセンスを購入済みということ意味します。

この場合、その次に表示されるダイアログに、ライセンスファイル “シリアル番号”.keyが入っているドライブとパス名、およびCadSoft社から送られてきたお客様固有のインストールコードを入力してください。

### *Use Feemium Code* (フリーミアムコードを使用する)

<http://www.element-14.com/eagle-freemium> で登録済みでフリーミアムコードをお持ちの場合には、このオプションを選択します。

### *Run as Freeware* (フリーウェアとして使用する)

これは、試用、非商業的使用、あるいは基板製造データの生成に目的を限定したライトエディションとして、EAGLEの使用を許可することを意味しています。この場合は、前述した目的の使用に限定されます。

PDFファイル形式のチュートリアルとマニュアルは、EAGLEインストールディレクトリ内の *doc* ディレクトリにあります (英語・ドイツ語・中国語)。

EAGLEをコンピュータからアンインストールするには、単純に *Finder's Applications* フォルダ内の *EAGLE* エントリを削除するだけです。

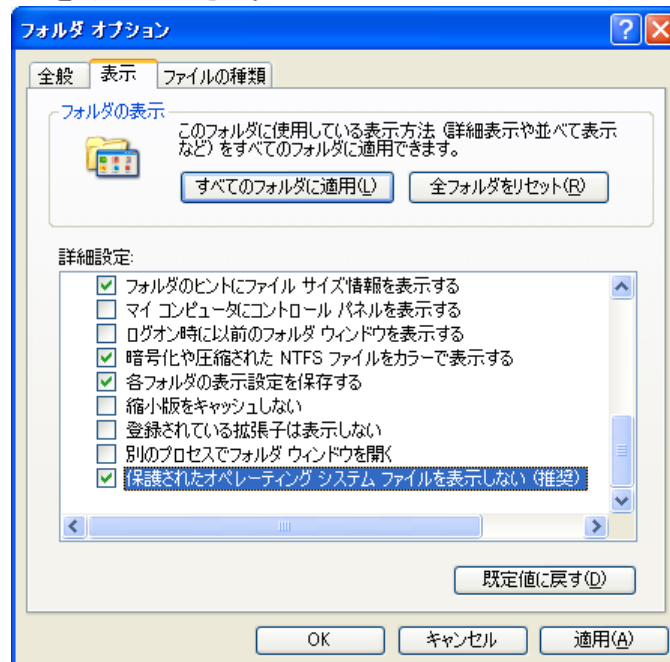
## 4 言語設定

使用しているOS(オペレーションシステム)の言語設定に従って、EAGLEで使用する言語が自動的に決まります。例えば、OSがドイツ語版の場合、EAGLEは自動的にドイツ語を選択します。自動的に選択された言語を変更したい場合には、以下の方法で変更することができます(ただし、日本語は選択不可)。

### ウィンドウズ

EAGLEでは環境変数LANGを参照しています。この変数を変更するためには、Windowsのコントロールパネルから環境変数の定義を行います。「地域と言語」を選択します。英語を選択する場合には、通常、英語(米国)または英語(英国)を選択します。ドイツ語を選択するためには、ドイツ語(ドイツ)またはドイツ語(オーストリア)を選択します。

EAGLE起動時にバッチファイルを使用して言語設定したい場合には、下記のようにします。まず、Windowsエクスプローラでルート(C:¥)フォルダを開き、ツール/ フォルダオプションをクリックして下図のようなダイアログを開き、「保護されたオペレーティングシステムファイルを表示しない(推奨)」のチェックを外してください。



すると、AUTOEXEC.BATファイルが表示されますので、このバッチファイルに以下のようなコマンドを追加してください。なお、「x」の部分は、実際に使用するEAGLEのバージョン番号に置き換えてください。

```
SET LANG=en_GB
cd C:¥Program files¥eagle-6.x.x
start bin¥eagle.exe
```

OSの言語変更を行うと、他のアプリケーションへにも影響を与えてしまいますので、この方法は有益です。このバッチファイルを使うと、EAGLE以外のアプリケーションには影響ありません。(※日本語環境でご使用の方は、自動で英語に設定されますので、上記の設定は不要です。)

### リナックスとMAC OS X

リナックスとMac OS Xについてもウィンドウズ版と同様の設定ができます。システムのEXPORT

コマンドで変数を設定する必要があります。

あるいは、以下のバッチファイルを使って、EAGLEを起動することもできます。なお、「x」の部分は、実際に使用するEAGLEのバージョン番号に置き換えてください

```
LANG=en_US  
/home/user/eagle-6.x.x/bin/eagle
```

EAGLEでは、今後より多くの言語をサポートする予定であります。現在サポートされている言語についてはUPDATE\_en.txtをご覧ください。

(※2012年1月時点では、サポートしている言語は、英語・ドイツ語のみです。)

## 5 EAGLEのカスタマイズ設定

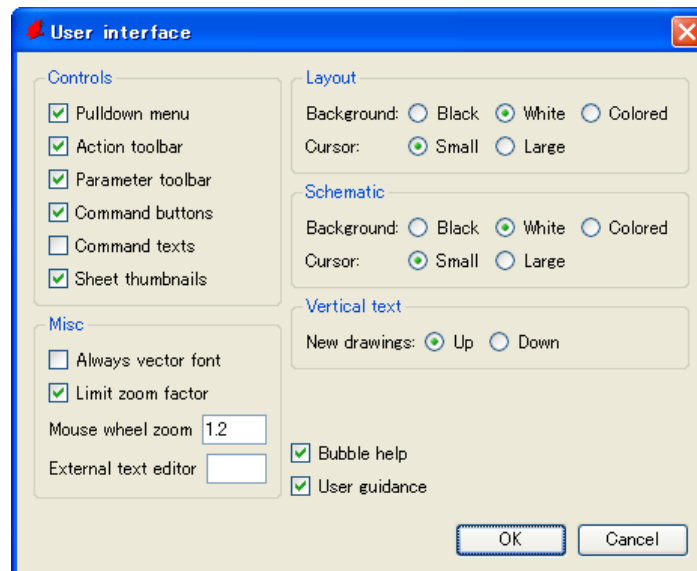
EAGLEでは、標準インストールのほか、ユーザー自身でプログラム仕様のカスタマイズができます（例えばメニュー、ファンクションキー、画面の色など）。このような設定のほとんどは、EAGLEコントロールパネル、あるいはエディタウィンドウで行うことができます。

### スクリプトファイル *eagle.scr*

特別なコマンドファイル（スクリプトファイル）*eagle.scr* には、EAGLEコマンド形式で回路図、レイアウト、ライブラリの各エディタの初期設定値を登録できます。これらの拡張機能を使用したい方は、EAGLEコマンド言語を詳しく理解する必要があります。EAGLEコマンド言語の文法については、EAGLEヘルプをご覧ください（英語）。

### ユーザーインターフェース

ユーザーインターフェースは個別に設定可能です。コントロールパネル、またはエディタウィンドウ（回路図エディタかレイアウトエディタ）のメニューバーから *Options/User interface* を順にクリックします（下図）。このチュートリアル中では、以下のような初期設定で使用することを想定しています。



### ファンクションキー

各ファンクションキーには、各々コマンドをあらかじめ登録しておくことができます。この設定はいつでも変更できます。ただし、OSで設定されているキー（ウィンドウズのヘルプ機能である *F1* キーなど）は再設定できません。現在のファンクションキー配列は、レイアウトエディタ、回路図エディタのメニュー *Options/Assign* で確認できます。

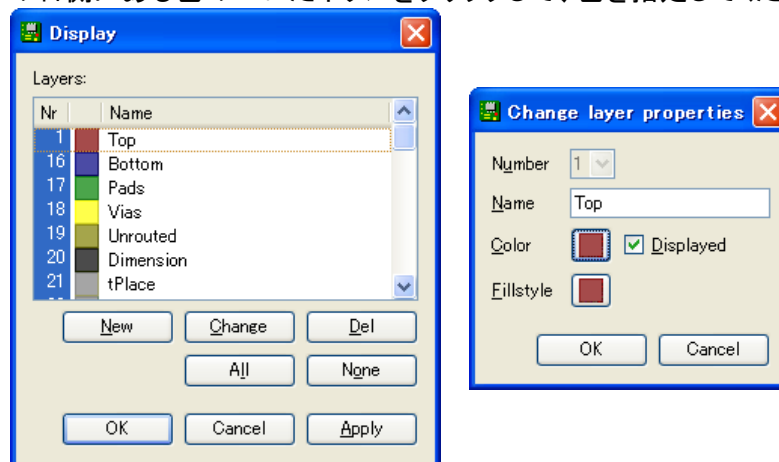
各キーの初期設定は、以下のとおりです。

<i>Alt+BS</i> UNDO	アンドウ（元に戻す）操作
<i>Shift+Alt+BS</i> REDO	リドウ（くり返し）操作
<i>F2</i> WINDOW;	ウィンドウ内容の再描画
<i>Alt+ F2</i> WINDOW FIT;	図面の全面表示
<i>F3</i> WINDOW 2	2倍に拡大
<i>F4</i> WINDOW 0.5	0.5倍に縮小

F5 WINDOW (@);	カーソル位置を中央に配置
F6 GRID;	グリッド線の表示/非表示
F7 MOVE	MOVEコマンドの起動
F8 SPLIT	SPLITコマンドの起動
F9 UNDO	アンドゥー(元に戻す)操作
F10REDO	リドゥー(くり返し)操作

## レイヤの配色

レイヤの配色は自由に設定できます。まず、レイアウトエディタのメニューから、*View/Display/hide layers...*をクリックして表示される*Display*ダイアログで、変更したいレイヤを選択してください。次に*Change*ボタンをクリックすると、*Change layer properties*ダイアログが表示されますので、*Color*の右側にある色のついたボタンをクリックして、色を指定してください(下図)。



レイヤの色には、通常のレイヤの色と強調(*highlight*)色がありますが、レイヤの色を指定すると、強調色は自動的に設定されます。強調色とは、SHOW コマンド、MOVE コマンド等を使うときに、選択したオブジェクトを強調するために使用される、少し明るい色のことです。

ヘルプ機能で環境設定についての情報が得られます(英語)。 *SET*, *ASSIGN*, *User Interface*, *CHANGE*, *Project*の各項目をご覧ください。



## 6 EAGLEユーザーインターフェースの概念

EAGLE内部では、コマンド文字列を入力することですべてのプログラムが動作するように設計されています。通常は、ユーザーがメニューアイテムやツールバー中のアイコンをクリックすることでプログラムが動作します。その場合、数値などは対応する空欄へ入力します。

他の方法として、オブジェクトを右クリックして、表示されるコンテキストメニューからオブジェクト固有のコマンドを選択することもできます。

EAGLEで回路図や基板を設計する際に、内部コマンド言語の知識は必ずしも必要ではありません。しかし、この概念を理解しておく、表計算ソフトやスクリプトファイル等を使うことで、EAGLEを自由自在に使いこなすことができます。たとえば、すべてのコマンドをコマンドラインからテキスト形式で入力でき、同様にテキストファイルからコマンドを読み込ませて実行させることもできます。さらに、複数のコマンドの文字列を、ASSIGNコマンドを使ってファンクションキーに割り当てることができます。これにより、ほんのわずかなキー入力とマウスクリックを必要とするだけで、一連のコマンドを実行することができるようになります。

このチュートリアルでは以下の例のような簡易的表現方法を用いて、EAGLEの操作方法を説明していきます。

### メニュー項目の選択

文字「⇒」はメニュー項目から選択するコマンドを意味します。例えば、  
⇒ *File/Save*  
は、メニューバーの *File* をクリックし、次に *Save* をクリックすることを意味します。

### マウスクリック


マウスの左ボタンをクリックする動作を●で表現します。例えば、  
● MOVE and F1  
はマウスの左ボタンで MOVE コマンドをクリックし、次にファンクションキー F1 を押すことを意味します。

マウスの左ボタンをダブルクリックする動作を●2つで表現します。例えば、  
●● *linear.lbr*  
はメニューから *linear.lbr* を選択し、マウスの左ボタンをダブルクリックすることを意味します。

コマンドの種類により、Shift, Ctrl, Alt キーと組み合わせることで特別な機能がある場合があります。詳しくは、ヘルプ機能で各コマンドの詳細情報をご覧ください。  
Mac OS-X ユーザーの場合は、Ctrlキーの代わりにCmdキーを使う必要があります。


## 各種の入力方法

EAGLEコマンドの入力は、キーボードから直接入力する、アイコンをクリックする、メニューアイテムをクリックする等の方法で行うことができます。例えば、以下のいずれかの操作を行うことで、MOVEコマンドを実行できます。

- ◆ アイコンをクリックして、移動するオブジェクトをクリック。
- ◆ コマンドラインからMOVEと入力し、*Enter* キーを押す。次にオブジェクトをクリック。
- ◆ コマンドラインからMOVEとオブジェクト名を半角スペースで区切って入力し、*Enter* キーを押す。例: MOVE IC1
- ◆ オブジェクトを右クリックしてコンテキストメニューを開き、*Move*を選択する。
- ◆ MOVEコマンドが割り当てられているファンクションキー *F7* を押す。
- ◆ メニュー項目から選択する⇒ *Edit/Move*

このチュートリアルでは主にツールバーを使用します。わかりやすいように、ほとんどの場合コマンドをテキスト形式で表現します。たとえば、

### ● MOVE

は、MOVE アイコンをクリックすることを意味します。

## キーの組み合わせ

記号「+」は、最初のキーを押しながら2番目のキーを押すことを示しています。例えば、

Alt + F2

Alt キーを押しながらF2 を押した後、両方のキーから指を離します。

## コンテキストメニュー

オブジェクトを右クリックすると、そのオブジェクトに固有のコマンドを表示するコンテキストメニューを開くことができます。コンテキストメニューには、必要に応じてオブジェクトのプロパティを変更できる *Properties* の項目もあります。この *Properties* ウィンドウは、INFOコマンドを使っても開くことができます。

## コマンドラインからのコマンドとパラメータ入力

*Enter* で終了させる必要のある入力方法を、記号「←」で表します。例えば:

USE ←

は「USE」と入力し、続いて *Enter* キーを押すことを意味します。

以下のように、表示されたとおりに入力した文字は、タイプライターフォントで表現します。

CHANGE WIDTH 0.024 ←

通常、EAGLEでは大文字・小文字の区別をしません。したがって、上記のコマンドを以下のように入力することもできます。

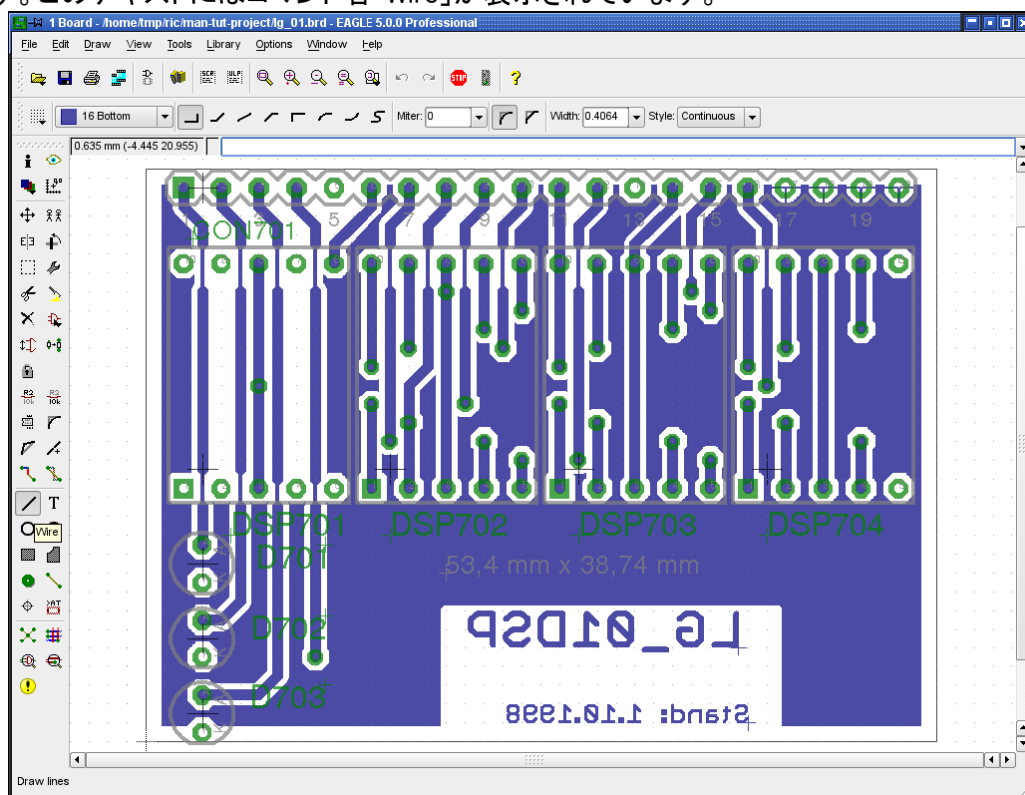
```
change width 0.024 ←
```

コマンドは、キーワードを使って省略できます。たとえば、上記のコマンドラインは、以下のように単純化できます。

```
cha wid 0.024 ←
```

しかし、このチュートリアルでは省略形式は使用しません。

下の画像は、各種ツールバーアイコンで、現在動作中のコマンドを示したものです。アイコン上にマウскарソルを一定時間置くと、補助的なヘルプを表示するバブルヘルプテキストが現れます。このテキストにはコマンド名「Wire」が表示されています。



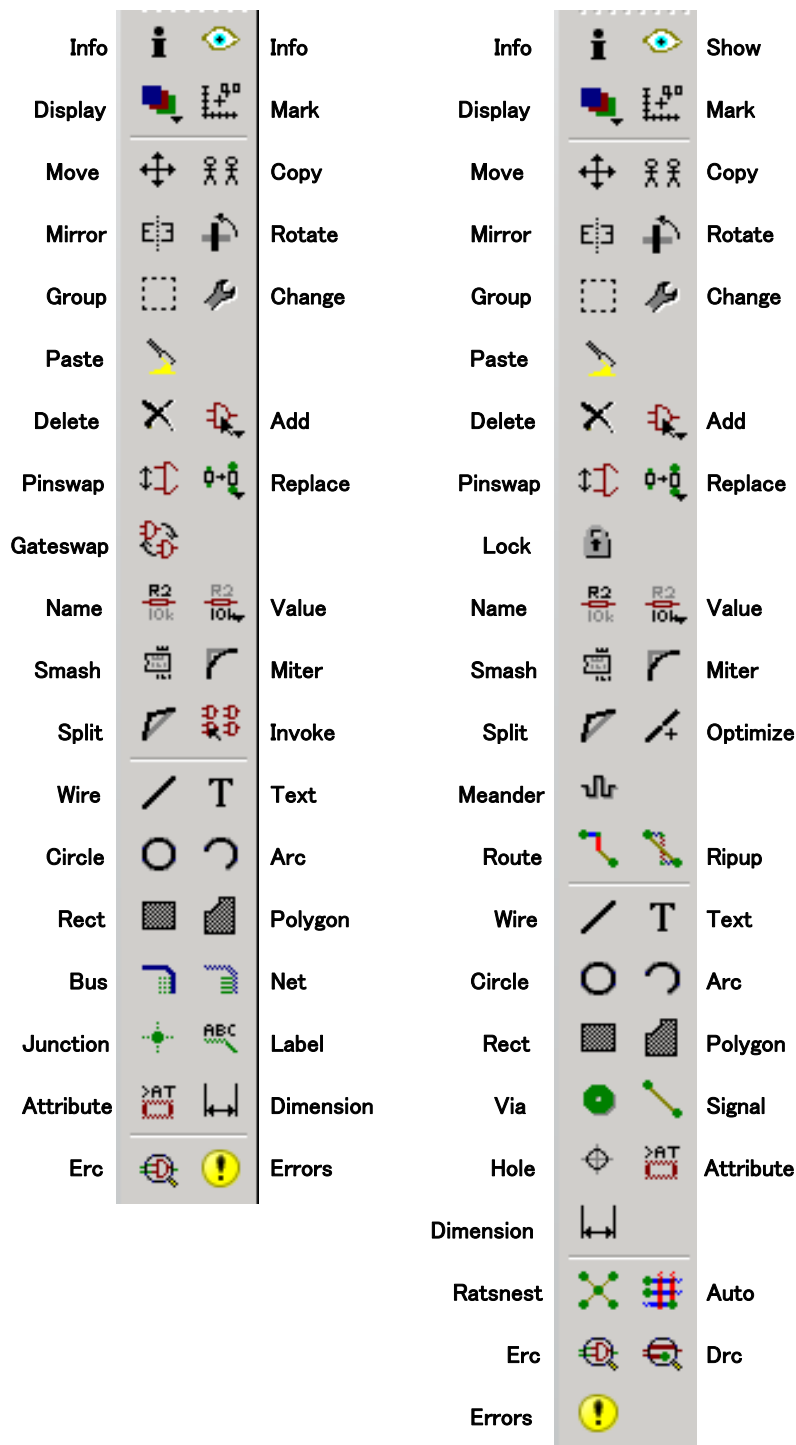
### ➤ レイアウトエディタウィンドウ

上から順に:EAGLEバージョン情報付きタイトル、メニューバー、アクションツールバー、ダイナミックツールバー、コマンドライン入力欄がついた座標が表示されています。

左側のアイコン群はコマンドツールバーです。バブルヘルプテキストには、WIREアイコンを選択していることを表示しています。一番下のステータスバーには、現在のコマンドの状態「Draw lines(線を引く)」が表示されています。

ツールバーは、メニューバーの *Options/User interface* を順にクリックして表示されるUser interfaceダイアログ(15ページ参照)で表示/非表示を選択することができます。また、コマンドツールバーを使わなくても、テキストメニューを使ってコマンドを入力することもできます。

レイアウトエディタでは、製造した基板を手を持っているのと同じように表示されます。この画像では、基板をちょうど真上から見ている状態になっています(基板の裏面が左右反転して表示されています)。



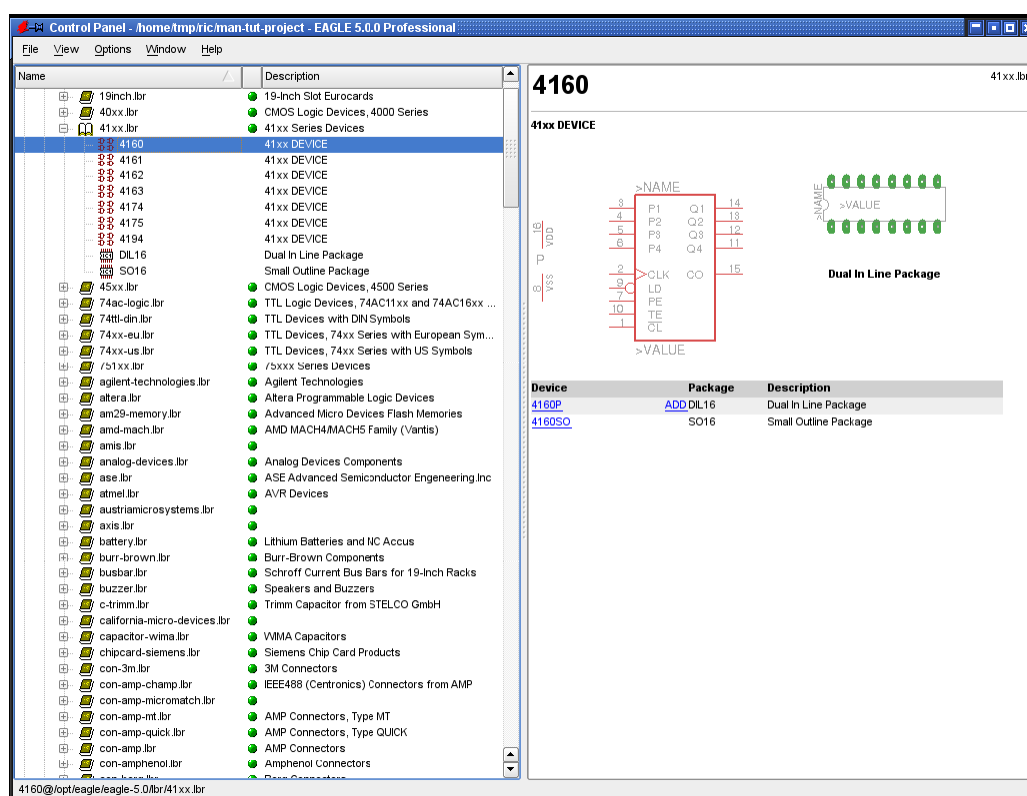
➤ 回路図エディタ(左)とレイアウトエディタ(右)の各ツールバー

## 7 コントロールパネル

EAGLEを起動すると、コントロールパネルが開きます。このEAGLEコントロールパネルで、プロジェクトのセーブ・ロードに加え、プログラムパラメータの設定を行うことができます。ツリービューの *Projects* ブランチのフォルダを右クリックすると、新規プロジェクトを作成するためのコンテキストメニューが開きます。(⇒ *New/Project* と操作しても同じです。)

ツリービューでEAGLEのライブラリをすぐに調べることができます。このブランチでライブラリエントリの一つをクリックして広げると、例えば *40xx.lbr* の例では、ライブラリコンテンツ(内容)が下図のように表示されます。

デバイスエントリ(デバイス名)かパッケージエントリ(パッケージ名)を選択すると、そのオブジェクトのプレビューが右側に表示されます。



### ➤ コントロールパネル: ライブラリコンテンツのプレビュー

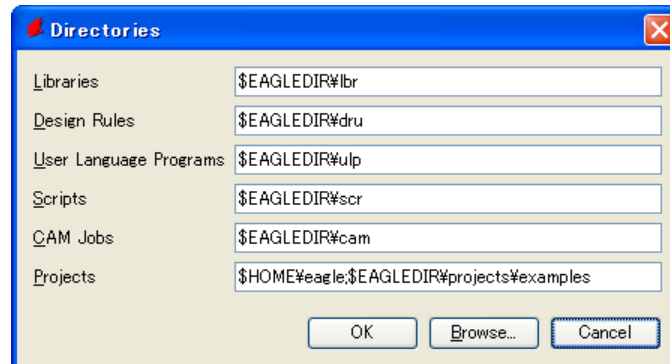
EAGLEコントロールパネルには、ユーザー言語プログラム、スクリプトファイル、CAMジョブの概要についての情報もあります。各エントリ(部品名など)をマウスで選択すると、右側のウィンドウに選択したエントリについての説明が表示されます。

EAGLEコントロールパネルでは、一般的なウインドウシステムと同様のドラッグ&ドロップに対応しています。ツリービューのエントリを右クリックすると、印刷(Print)、ファイルを開く(Open)、コピー(Copy)、リネーム(Rename)などのコンテキストメニューが開きます。

カーソルキーを使うと、ツリービューを素早く操作することが可能です。右カーソルキーでブランチを広げ、下位フォルダに移動します。左カーソルキーで上位フォルダへ戻ります。上位フォ

ルダで左カーソルキーを押すと、下位のブランチを閉じます。  
上下カーソルキーで前または次のエントリへ移動できます。

ツリービューの各ブランチのパスは、⇒ *Options/Directories* で呼び出すDirectoriesダイアログで設定できます(下図)。



## EAGLEのファイル形式

下表は、EAGLEで編集できる重要なファイル形式の一覧です。

ファイルの種類	編集ウィンドウ	ファイル名(拡張子)
基板	Layout Editor	*.brd
回路図	Schematic Editor	*.sch
ライブラリ	Library Editor	*.lbr
スクリプトファイル	Text Editor	*.scr
ユーザー言語プログラム	Text Editor	*.ulp
その他テキストファイル	Text Editor	*.*

EAGLE では、ファイル拡張子に(英数半角文字の)小文字のみ使用します。

## バックアップファイル

EAGLE では、回路図、基板、ライブラリの各バックアップコピーを作成します。バックアップコピーは、以下のようにファイル拡張子を変更して保存されます。

例: .brd は.b#1, .sch は.s#1, .lbr は.l#1となります。

EAGLEでは、最大で9つのバックアップファイルを作成します(#1～#9)。

また、EAGLEのバックアップコピーを一定時間間隔で保存することも可能です。その場合、ファイルの拡張子は b#1～b#9, s#1～s#9, l#1～l#9 となり、末尾の番号が増えていきます。これらのバックアップファイルは、それぞれの拡張子を元の拡張子名に変更すると、通常のファイルとして使用することができます。

バックアップについての設定はすべて、コントロールパネルの ⇒ *Options/Backup* メニューで行うことができます。

## EAGLEプロジェクトの作成

EAGLEを起動して、最初に新規プロジェクトを作成します。まず、*Projects* パスの前にある“+”をクリックし、ツリービューで、*examples*、*tutorial* の順にエントリの前にある記号“+”を順にクリックします。すると、*tutorial* ディレクトリの内容が表示されます。*tutorial* の文字を右クリックし、表示されるコンテキストメニューの *New Project* をクリックします。これから作成する新規プロジェクト名を例として *MyProject* と命名し、*Enter* キーを押します。これで、*MyProject* という名称のプロジェクトが、チュートリアルの子ディレクトリとして作成されます。このディレクトリに、新規プロジェクトに関する全てのデータが保存されます。また、手動でサブディレクトリをいくつでも作成することができます（右クリックで表示されるコンテキストメニューの *NewFolder* をクリックします）。

プロジェクトディレクトリを作成するフォルダを指定するには、  
⇒ *Options/Directories* をクリックして表示される *Directories* ダイアログの *Projects* 欄にそのパス名を入力してください（22ページ参照）。

プロジェクト名を右クリックすると、新規の回路図・レイアウト・ライブラリをそれぞれ作成するコンテキストメニューが開きます。各プロジェクトディレクトリには、そのプロジェクト固有のオプション設定や、アクティブになっていたウィンドウの情報などが *eagle.epf* というファイル名で保存されます。

現在編集中のプロジェクトは、コントロールパネル内の丸い緑色のマーカーで確認できるようになっています。編集中のプロジェクトの状態は、次回EAGLEを起動する際に復元されます。最近使用したプロジェクトと他のユーザー固有のパラメータ設定は、ファイル *~/.eaglerc*（Linux, Macの場合）あるいは *eaglerc.usr*（Windowsの場合）に格納されます。

後述する演習のために、*tutorial* ディレクトリから、*demo1.sch*, *demo2.sch*, *demo2.brd* の3つのファイルを *MyProject* ディレクトリにコピーします。

*Ctrl* キーを押しながら目的のファイルをクリックし、マウスボタンを押したまま *MyProject* エントリにドラッグし、マウスボタンから指を離します。残りの2つのファイルについてもこの操作を繰り返します（複数のファイルを同時に選択することはできません）。

*Ctrl* キーを押しながらファイルをドラッグすると、ファイルはコピーされますが、*Ctrl* キーを押さずにファイルをドラッグすると、ファイルはそのディレクトリに移動してしまいます。

※Mac版EAGLEでは、以下のように違った動作をします：

*Ctrl* キーを押しながら目的のファイルをクリックすると、コンテキストメニューが開きます。次に *Copy* オプションを選択し、ファイルダイアログで保存先フォルダを入力してください。

コピーが終わったら、回路図ファイル *demo1.sch* をダブルクリックして開きます。*Alt + X* キーでプログラムを終了した場合、EAGLEを再起動すると、前回終了時の設定が復元され、編集中的エディタウィンドウが自動的に開きます。


## 8 ファイルの読み込みとスクリーンズームの切り替え

ここで、いくつか演習を行うことにします。EAGLEを起動し、コントロールパネルが表示されるまで待ちます。

ツリービューの *Projects/examples/tutorial/MyProject* を各エントリの前にある“+”記号をクリックして展開してみてください。*MyProject* エントリがまだ無い場合は、前のセクションで説明した要領で作成してください。

これから、*demo2.brd* ファイルを読み込みます。ファイルエントリ *demo2.brd* をダブルクリックするか、*File* メニューから ⇒ *File/Open/Board* で *demo2.brd* ファイルを選択して、ファイルを読み込むことができます。同じファイル名の回路図 *demo2.sch* も自動的に読み込まれます。


次に、レイアウトエディタウィンドウを拡大してみます。

最初に、図面を拡大するため、アクションツールバーのInアイコン  をクリックします。このWINDOWコマンドは、ファンクションキー *F3* を押しても実行できます。


ホイールマウスを使用している場合は、マウスホイールを回転させると、図面を拡大または縮小することができます。

⇒ *Options/User Interface* で *User interface* ダイアログ (15ページ参照) を開き、*Mouse wheel zoom* 欄に入力した数値で、マウスホイールのズーム倍率を設定できます。この値を0に設定すると、ズーム機能は無効になります。


Outアイコン  をクリックするか、*F4* キーを押すと図面は縮小します。

Fitアイコン  をクリックするか、*Alt+F2* キーを押すと図面はエディタスクリーンにちょうど収まるように表示されます。

画面領域を選択するには、Selectアイコン  をクリックし、マウスボタンを押しながら目的の四角形の領域をドラッグした後、マウスボタンから指を離すと、指定した領域が表示されます。

WINDOWコマンドで、特定の描画エリアに名称を付けて、その名称をパラメータとして使うことができます。このことで、簡単に図面領域を切り替えることができます。Selectアイコン  を右クリックして表示されるコンテキストメニューの *New...* をクリックし、適当な名称をつけてください。



マウスの中央ボタン(ホイールマウスの場合はホイール)を押しながらマウスをドラッグすると、表示されている図面領域を移動させることができます。この操作は、図面にネットやワイヤーを記入するときなど、エディタコマンドを使用中の場合に便利です。


エディタウィンドウの垂直スクロールバーか水平スクロールバーが一番端にある状態でも、マウスホイールをドラッグして図面を自由に移動させることができます。移動の最中に、図面の一部が消えたり、崩れたりする場合がありますが、Redrawアイコン  をクリック (*F2* キーでも可) すると、図面が再描画されて、正しい表示になります。



WINDOW LAST コマンドは、直前に表示されたウィンドウエリアを表示します。

WINDOW コマンドには、以下の例のように非常に幅広い用途があります。

同じ倍率のまま図面の中央に表示する部分を選択する場合は、Selectアイコン  をクリックしてから、図面の中心点をクリックで選択し、アクションツールバーの信号機アイコン  をクリックします。

図面の一部を画面中央に移動し、同時に拡大率を変更したい場合、同じくSelectアイコン  をクリックします。その後、マウスを3回クリックして、希望通りの結果を得ることができます。最初のクリックで新しい中央を定義し、残り2回のクリックで拡大率を定義します。3回目のクリック地点が1回目にクリック地点から離れるに従って、図面は拡大されます。逆の場合は図面が縮小されます。操作方法と動作結果については、実際に試してみてください。


(拡大率は、(1回目と3回目の点の距離)/(1回目と2回目の点の距離)となります。)

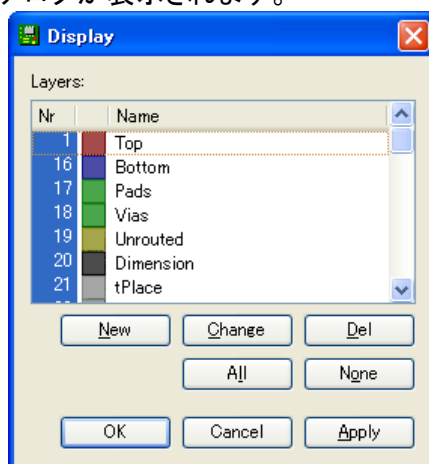
WINDOWコマンドの詳細については、ヘルプをご覧ください。コマンドのヘルプを呼び出すには、コマンドラインに以下のように入力します。

HELP WINDOW ←

## 9 表示レイヤの選択

EAGLEの図面には、様々なレイヤ(層)の描画オブジェクトが含まれています。目的に即した製造データを出力させるため、必要に応じて複数のレイヤを組み合わせで使用します。例えば、プリント基板の表面のエッチングフィルムを生成するには、表面(Top)、パッド(Pad)、ビア(Via)の3つのレイヤを組み合わせます。同様に、基板の裏面のフィルム作成には裏面(Bottom)、パッド(Pad)、ビア(Via)の各レイヤを組み合わせます。パッド(Pad)レイヤには、コンポーネントのスルーホール半田パッドが含まれ、ビア(Via)レイヤには、信号線を別のレイヤに接続する際に必要なビアホールが含まれています。

コントロールパネルかレイアウトエディタウィンドウで、基板ファイル *demo2.brd* を読み込み(⇒ *File/Open/Board*)、コマンドツールバーのDISPLAYアイコンをクリックしてください。すると、下図のようなDisplayダイアログが表示されます。



レイヤ番号(Nr)の背景が青くなっているレイヤは、現時点でレイアウトエディタ画面に表示されています。レイヤ番号をクリックして、各レイヤの表示・非表示を切り替えることができます。All ボタンと None ボタンで、それぞれ全てのレイヤを一括して表示・非表示に切り替えることができます。Apply ボタンをクリックすると、選択したレイヤの変更が、ただちにエディタ画面に反映されます。New ボタンをクリックすると、新規の描画レイヤを(レイヤ番号101番から)作成することができます。選択したレイヤにオブジェクトが存在しない場合、そのレイヤを削除しても構いません(できるだけ基板設計完了後にしてください)。

レイヤ23 (tOrigins)が表示されている場合にのみ、レイヤ1 (Top)のコンポーネントを移動、選択することができます。レイヤ16 (Bottom)とレイヤ24 (bOrigins)についても同様です。

Displayダイアログで、目的のレイヤを指定するには、そのレイヤの名称をクリックしてください。レイヤを選択した状態でChange ボタンをクリックすると、レイヤの名称(Name)、色(Color)、塗りつぶしパターン(Fill style)を変更することができます(レイヤ名称のダブルクリックでも可)。


コマンドラインにDISPLAY LAST← と入力すると、直前に表示していたレイヤの状態が復元されます。必要なレイヤを誤って非表示にしてしまった場合や、特定のレイヤの内容だけを確認したい場合などにご利用ください。

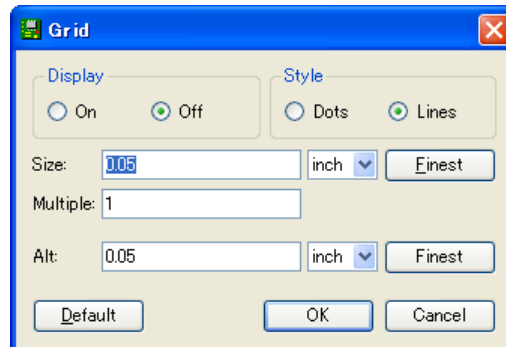
LAYERコマンドのヘルプページに、各レイヤの目的について詳しく説明されています。


## 10 グリッドと単位の設定

回路図は必ず0.1インチ(2.54mm)のグリッド間隔で作成してください。ライブラリに登録されているシンボルが0.1インチ間隔のグリッドで設計されているためです。

基板の場合では、グリッド間隔は使用するコンポーネントやその配置密度に応じて適当に設定してください。

グリッド間隔と数値に使用する単位は、パラメータツールバーのGRIDアイコンをクリックして表示される、Gridダイアログ(下図)で設定します。



GRIDアイコンを右クリックすると、ポップアップメニューが開きます。ここに、直前に使っていたグリッド設定に切り替える*Last* エントリがあります。*New..* で新規にグリッド設定を定義し、その設定にユーザー定義の名称(Alias)をつけることができます。

ユーザー定義の名称をGRIDコマンドのパラメータとして使うことで、あるグリッド設定から別のグリッド設定にすばやく切り替えることができます。

表示される数値は、その時点で設定している単位での値になります。詳細についてはGRIDコマンドのヘルプをご覧ください。

設計ルールダイアログ(⇒*Edit/Design Rules...*で表示される)で利用できる単位は、ミル(mil)またはミリメートル(mm)です。(1 mil = 1/1000 インチ = 0.0254 mm)。初期設定の単位はミルです。ミリメートル単位で設計したい場合は、数値の後に単位をつけて入力してください。






例: 0.2mm

### インチ-ミル-ミリメートル換算一覧表(よく使う値について)

inch	mil	mm
0.008	8	0.2032
0.010	10	0.2540
0.012	12	0.3048
0.016	16	0.4064
0.024	24	0.6096
0.032	32	0.8128
0.040	40	1.0160
0.050	50	1.2700
0.100	100	2.5400

GRID ダイアログでは、エディタウィンドウでAltキーを押している間だけ切り替わる、補助グリッドの設定ができます。GridダイアログのAlt 欄でその値を設定できます。

## 11 直線、円、円弧、長方形、テキスト


直線(Wire)、円(Circle)、円弧(Arc)、長方形(Rectangle)、テキスト(Text)は、WIRE , CIRCLE , ARC , RECTANGLE , TEXT  の各コマンドで作成します。これらのコマンドを使って描いたオブジェクトは、シンボル、パッケージ、フレームのような、単純な描画要素として機能する一方、禁止域の定義のような、特別な機能を発揮することもあります。

最初に、新規回路図ファイルを作成します。エディタウィンドウを全部閉じて、コントロールパネルから以下のコマンドを順に選択します。

⇒ *File/New/Schematic*


これで、*untitled.sch* という新規回路図ファイルが作成されます。通常、*untitled* (タイトルなし) というファイル名で保存するのは得策ではありません。ファイル名を付けて回路図ファイルを保存するには、⇒ *File/Save as..* を順にクリックする必要があります。ですが、このチュートリアルではファイルを保存しません。この状態で、エディタウィンドウを拡大してみてください。

### WIRE コマンド

 WIREコマンドは、図面に線を引くときに使用します。



#### ➤ WIRE コマンドのパラメータツールバー

コマンドツールバーのWIREアイコン  をクリックしてください。このコマンドで使用するパラメータは、すべてパラメータツールバー(上図)で設定できます。最初に、レイヤ選択ボックスから、レイヤ94 (*Symbols*)を選択します。次に、このレイヤに長方形の線を描いてみてください。

折れ線の始点を、マウスの左クリックで指定します。カーソルをすこし右に移動させて、パラメータツールバーの各種の屈曲モードを選んでみてください。各種の斜め方向の線と直角の線を描くモードの他、中心角90°の円弧や、フリーハンドの曲線を描くモードがあります。

屈曲モードを直角に指定し、長方形の対角線の位置をク左クリックして指定します。カーソルを再び始点に戻してダブルクリックし、カーソルについているワイヤーを外します(シングルクリックでは、カーソルにワイヤーがついたままの状態になります)。これで、長方形の輪郭が表示されるはずです。

パラメータツールバーの屈曲モードアイコンをクリックすることで、様々な屈曲モードを指定できることに気が付きましたでしょうか。マウスの右クリックを利用すると、もっと便利です。接続部の曲げ角度は、マウスを右クリックするたびに次々と切り替わります。

ただし、回路図エディタでは、右クリックで切り替えられる屈曲モードは、直角・45度・自由角度の3モードのみで、円弧モードはパラメータツールバーのアイコンで選択します。

なお、レイアウトエディタでは、マウスの右クリックで円弧モードも選択することができます。

*Shift* キーを押しながら右クリックすると、屈曲モードの切り替えの順番が逆になります。


*Ctrl* キーを押しながら右クリックすると、接続部の曲げ角度を保持したまま、線の経路が対称的な位置に切り替わります。

回路図でネットやバスラインを配置する場合にWIRE コマンドを使用しないでください。その場合は、それぞれNETコマンド、BUSコマンドを使用してください。レイアウトエディタでエアワイヤーをトラックに変換する際には、WIRE コマンドでなくROUTE コマンドを使ってください。WIREで結線してしまうと、シグナルレイヤを変更した場合に、レイヤ変更ビアが自動的に配置されません。

レイアウトエディタでは、単純にWIREコマンドで作成した結線を、基板の表面 (Top)、裏面 (Bottom)、または Route2..15レイヤのいずれかに配置すると、自動的にそれらの結線を電氣的に導通した配線 (すなわちトラック) として扱います。また、レイヤ20 (Dimension) でWIREコマンドを使って線を引いた場合、基板の外形線として扱われます。

### 線幅の変更

WIRE コマンドの動作中は、ワイヤーセグメント (結線の接続部から次の接続部までの部分) 各々について、パラメータツールバーのコンボボックスで線幅 (Width) をリストから選択するか、任意の値を入力することができます。

既存オブジェクトの線幅を変更するには、コマンドツールバーのCHANGE アイコン  をクリック (● CHANGE) し、ポップアップメニューを開きます。

リスト中の Width エントリをクリックする (● WIDTH) と、別のポップアップメニューが表示され、そのメニューリストには現在使用中の線幅の値にマークがついています。

マウスクリックで目的の値を選択し、次に線幅を変更するオブジェクトをクリックします。


ポップアップメニューに表示されていない線幅の値に変更するためには、リスト最下段の “...” エントリをクリックし、表示されるダイアログの New Width 欄に目的の値を入力します。


あるいは、コマンドライン入力を使用することもできます。

例えば、コマンドラインに以下のとおり入力します。


CHANGE WIDTH 0.017 ←



次に、線幅を変更するワイヤーセグメントをクリックするか、変更した線幅で新規に線を引き始めます。

CHANGEコマンドで、線種 (実線、点線など) を変更することもできます。、CHANGE アイコン  をクリックし、表示されるポップアップメニューの Style エントリをクリックします。線種 (実線 (continuous)、破線 (longdash)、点線 (shortdash)、一点鎖線 (dashdot)) を選択し、変更するワイヤーセグメントをクリックしてください。



線幅 (Width)、線種 (Style)、レイヤ (Layer) といったワイヤーのプロパティは、コンテキストメニューの Properties エントリから簡単に変更できます。変更したいワイヤーを右クリックしてコンテキストメニューを開き、Properties エントリを選択してください。あるいは、INFO コマンドアイコン  をクリックした後、変更するワイヤーをクリックして、プロパティダイアログを開く方法もあります。

## オブジェクトのレイヤ変更

オブジェクト(例えば、ワイヤーセグメント)を別のレイヤに移動させるには、CHANGE アイコン  をクリックし、表示されるポップアップメニューの *Layer...* エントリをクリックします。次に、移動先のレイヤ(例えば 94 *Symbols*)をクリックして選択し、OK ボタンをクリックします。最後に、レイヤを変更するオブジェクトをクリックしてください。バスやネットラインのように、特別な意味を持つオブジェクトを別のレイヤに移動させることはできませんので、注意してください。


CHANGE コマンドは、複数のオブジェクトに対しても一括して使用できます。その場合は、GROUP アイコン  をクリックして、目的のオブジェクト全てを囲むようにマウスをドラッグします。次に、CHANGE アイコン  をクリックし、表示されるポップアップメニューの *Layer...* エントリをクリックします。表示されるダイアログのリストから変更先のレイヤを選択し、Ctrl キーを押しながら選択したグループを右クリックします。

## アンドゥー/リドゥー(UNDO/REDO)機能

  EAGLEの最も便利な機能の一つとして、無制限のアンドゥー機能があります。前の操作を取り消したい場合、左のアイコンを何度かクリックしてください。アンドゥー機能で元に戻した操作を再実行(リドゥー)するには、右のアイコンをクリックします。

コマンドラインのアンドゥーリストには、今までに実行したコマンドラインのリストが表示されます。このリストでは、実行したコマンドラインを選択してアンドゥーまたはリドゥー操作を行うことができます。

## CIRCLE コマンド

円を描くために使用するCIRCLEコマンドを実行するには、CIRCLEアイコン  をクリックします(● CIRCLE)。

EAGLEでは、円を定義するために、2回クリックを行う必要があります。最初のクリックで円の中心を定義し、2回目のクリックで円周上の1点を指定します(円の中心と半径を定義)。

カーソルを円の中心に指定するグリッド上の点に移動させ、マウスをクリックします。カーソルを右に数グリッド移動させると(Y軸方向には動かさないようにします)、移動させた距離を半径とする円が表示されます。円の半径が目的の大きさになったら、マウスをクリックして、半径を確定させます。円の線幅は、ワイヤーの場合と同様に、CHANGE コマンドを使って変更できます。ただし、線幅0の円はその内部が塗りつぶされます。

### 座標を使って円を描く方法

例: 座標位置  $x = 10$  ,  $y = 25$  に原点を置き、半径 15mmの円を描きます。

まず、グリッドをミリに設定します。コマンドラインに、以下の通り入力してください。

```
GRID MM ←
```

円を描きます。コマンドラインに、以下の通り入力します。

```
CIRCLE (10 25) (10 40) ←
```

または、


```
CIRCLE (10 25) (10 10) ←
```

2組目の座標は、どちらも同じ円の円周上の座標を意味していますので、どちらでも同じ円が描けます。このように、同じ円でも、異なる値を使って描くことができます。




CIRCLEコマンドについて詳細を知るには、CIRCLEコマンドが動作中のときにF1キーを押すか、コマンドラインに以下のとおり入力してください。

HELP CIRCLE ←

コマンドをキャンセルするには、ストップアイコン  をクリックするか、別のコマンドを動作させます。Esc キーを押すと、マウスカーソルからオブジェクトを取り外すことができますが、これは一般に他のコマンドでも同様です。

## ARC コマンド

ARCコマンドは、円弧を描くときに使います。ARCコマンドを動作させるには、ARCアイコン  をクリックします。

円弧は3回のマウスクリックで定義します。すなわち、最初のクリックで始点、2回目のクリックで直径、3回目のクリックで終点を定義します。

目的の始点にカーソルを置き、マウスをクリックします。そしてカーソルを右に数グリッド移動させます(Y軸方向には動かさないようにします)。すると、円弧の直径を示す円が表示されます。クリックするとその円が円弧になります。右クリックで円弧の向きを変更することができます。


数回右クリックして、それが何を意味するか確かめてみてください。マウスの移動で、円弧を大きくしたり小さくしたりできます。目的の形状になったら、マウスをクリックして、円弧の形状を確定してください。

パラメータ *flat* と *round* で、円弧の両端の形状(平らにするか、角を丸めるか)を指定します。

演習として、実際に円弧を描いてみてください。ARCコマンドの詳細については、ヘルプ機能をご利用ください。

**WIRE コマンドで、円弧を含む全ての曲線を描くことができます。**

## RECT コマンド


RECTコマンドは塗りつぶされた長方形を描くために使います。RECTコマンドを動作させるには、RECTアイコン  をクリックします。

長方形を定義するためには、2回のマウスクリックが必要です。最初のクリックで長方形の頂点の1つを定義し、2回目でその対角の頂点を定義します。


カーソルを長方形の頂点となる位置に移動させて、マウスをクリックします。カーソルを少し右上に移動させ、長方形が目的の形状と大きさになったら、マウスをクリックしてその形状を確定します。描いた長方形は、そのレイヤの色で塗りつぶされます。

RECTコマンドの詳細については、ヘルプ機能をご利用ください。

## TEXT コマンド

TEXTコマンドは、テキスト(文字)を記入するために使います。TEXTコマンドを動作させるには、TEXTアイコンをクリックします。

これで、テキスト入力ウィンドウが開きます。ここに目的のテキストを入力し、OK をクリックします。すると、マウスカーソルに入力したテキストのコピーが付いてきますので、目的の位置までカーソルを移動し、マウスをクリックしてテキストを配置します。テキストを配置後も、マウスカーソルには、同じテキストのコピーが付いたままになっています。


テキストをこれ以上配置する必要がない場合は、別のコマンドアイコンか、STOPアイコンをクリックしてください。配置するテキストの内容を変更するには、コマンドラインにその内容を入力し、Enter キーを押してください。変更したテキストがカーソルに付いて表示されますので、目的の位置でマウスをクリックしてそのテキストを配置します。


複数のスペースやセミコロンを含んでいるテキストは、以下の例のように単一引用符(' ')で囲む必要があります。テキストを入力後、エラーメッセージが表示される場合は、テキストとコマンドとを(EAGLEが)間違って解釈していますので、このような場合でもテキストを単一引用符で囲んでおいてください。

例: 'This is a text'

コンテキストメニューの*Properties* エントリを選択すると、*Size*, *Ratio*, *Font*, *Layer*, およびテキスト自体のプロパティを変更することができます。コンテキストメニューを開くには、テキストの始点(テキストの左下にある“+”印)付近を右クリックしてください。


## テキストの各種プロパティを変更する方法

テキストフォントを変更するには、CHANGEアイコンをクリックし、表示されるポップアップメニューの*Font* エントリをクリックします。EAGLEではベクターフォント、プロポーショナルフォント、固定フォントをサポートしております。


テキスト文字の大きさを変更するには、CHANGEアイコンをクリックし、表示されるポップアップメニューの*Size* エントリをクリックし、変更する値をクリックして選択するか、コマンドラインに目的の数値を入力して、Enter キーを押します。

その後、テキストの左下をクリックしてください。回転・反転させて配置したテキストでは、始点の位置がテキストの右上に移動している場合があります。回路図でのテキスト表示は、常に正面から右側から見て読めるように(左から右に、あるいは下から上に向かって)配置されます。

レイアウトエディタでは、テキストを任意の方向に配置することができます。スピンフラグを(TEXT、MOVE、ROTATEコマンドのいずれかが動作中のときに表示されるパラメータツールバーで)指定すると、あらゆる方向からテキストを判読できるようになります。

テキストの内容を変更するには、CHANGEアイコンをクリックし、表示されるポップアップメニューの*Text* エントリをクリックします。そしてテキストの始点をクリックし、表示されるダイアログにテキストを入力してOK ボタンをクリックしてください。



テキストの文字フォントにベクターフォントを使用している場合は(プロポーショナルフォントと固定フォントの場合は不可)、CHANGEアイコンをクリックし、表示されるポップアップメニューの *Ratio* エントリをクリックして、文字の線幅を変更することができます(文字の高さに対する線幅の比率で、0~31までの範囲)。

## プレースホルダテキスト

たとえば、以下のようなテキスト

>SHEET

を回路図に配置すると、そこには 1/1 (1枚目/全1枚中)のように、現在のページ番号が表示されます。

このように、EAGLEでは、最後に編集した日時を表示したり(>LAST\_DATE\_TIME)、図面を出力した日時を表示したり(>PLOT\_DATE\_TIME)できる、プレースホルダテキストがいくつか提供されています。

部品ライブラリでは、その名称についてはプレースホルダ >NAME、部品の値については >VALUE で定義されています。また、シンボルでは >PART や >GATE も使用することができます。

あらかじめ定義されているプレースホルダだけでなく、EAGLEでは“>”の文字で始まるテキストを、ユーザー定義属性・オブジェクト固有属性・グローバル属性のプレースホルダとして解釈されます。詳細については、ATTRIBUTEコマンドのヘルプをご覧ください。

## 12 ライブラリの使い方


EAGLEには、スルーホール部品と表面実装部品(SMD)の両方を含む多数のライブラリがあります。コントロールパネルのツリービューには、ライブラリコンテンツ(内容)の概要が表示されます。

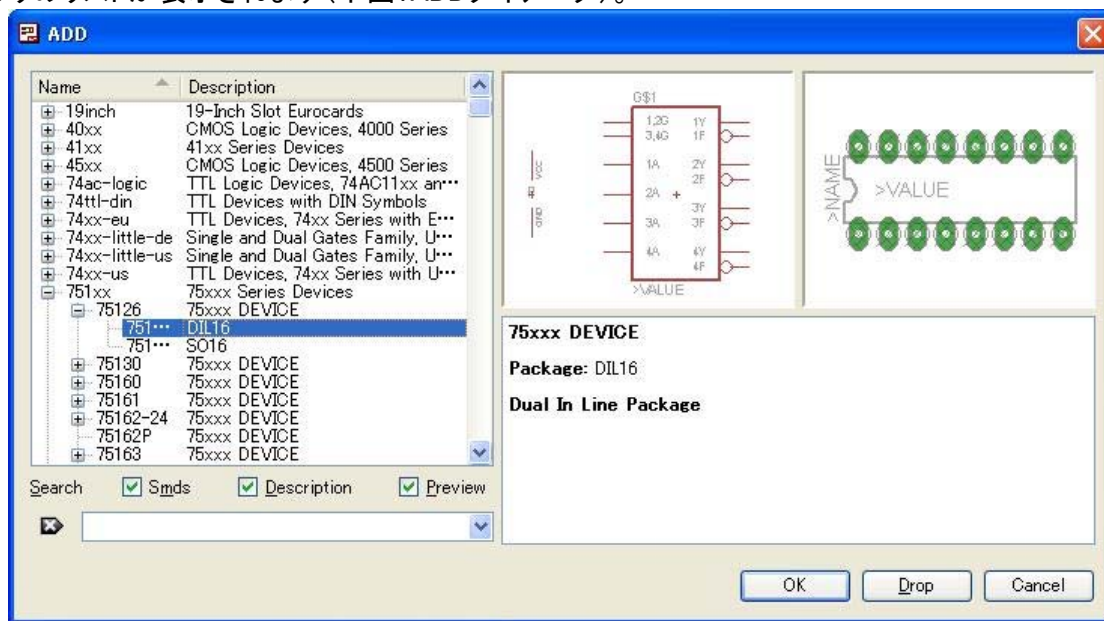
このセクションでは、ライブラリから取得したデバイスを、回路図でどのように使用するかについて学習します。

まず、現在開いているエディタウィンドウをすべて閉じ、EAGLEコントロールパネルで以下のとおり操作して、新規回路図ファイルを作成してください。

⇒ *File/New/Schematic.*

### ADD コマンド

 ライブラリからコンポーネントを選択するには、コマンドツールバーのADDアイコンをクリックして、ダイアログウィンドウを開きます(※最初は、ダイアログウィンドウが開くまでに数十秒程度の時間がかかる場合があります)。ダイアログウィンドウの左側には、現在使用できるライブラリのリストが表示されます(下図: ADDダイアログ)。



各ライブラリエントリは、記号“+”をクリックすると広げることができます。これで、ライブラリエントリが表示されます。エントリをクリックして選択すると、右側にプレビューが表示されます。

カーソルキーでライブラリリストを手早く操作することができます。右カーソルキーでライブラリまたはデバイスエントリを開きます。左カーソルキーで上位エントリに戻ります。左カーソルキーを二度押すとレコードを閉じます。上下カーソルキーで前後のエントリまでスクロールします。

この状態でキーボードから文字を入力すると、その文字で始まる最初のエントリが選択されます。例えば“con”とキーボードをタイプすると、“con”の文字で始まる最初のエントリが選択されます(※複数の文字を入力する場合は、できるだけ手早く入力してください)。

ダイアログ左下にある検索ボックス( *Search* 欄)では、複数のキーワードを入力することができます。検索用語には、コンポーネント名やコンポーネントの説明文のキーワードがあります。

また、検索には“\*”や“?”のようなワイルドカードも使用できます。

最初にADDコマンドを使用する際、ウィンドウにエントリが何も表示されない場合は、ライブラリが読み込まれていないためです。この場合、次章のUSEコマンドについての説明をお読みください。

次に、デバイス74LS00を配置してみます。 *Search* 欄に次のように入力してみてください。

74\*00\* ← または 74LS00\* ←

“\*”はテクノロジーまたはパッケージ形状のバリエーションに対応するワイルドカードです。検索の結果、各種テクノロジーとパッケージ形状のデバイスが表示されます。目的のデバイスを選択し、OK ボタンをクリックします。これで、選択したデバイスを回路図に配置することができます。

画面中央の少し左にカーソルを置き、マウスをクリックしてください。次にカーソルを右に移動させ、もう一度マウスをクリックすると、2つめのゲートを配置できます。この要領で、図面中央に4つのゲートを配置してください。

これから、5つめのゲートを付近に配置してみます。すると、最初の4つのゲートには IC1AからIC1Dと名称が割り当てられ、5つめのゲートにはIC2Aという名称が割り当てられることに注意してください。5つめのゲートを配置するには、そのICが2つ必要なためです。

9章で説明した方法か、コマンドラインで以下のとおり入力して、


DISPLAY PINS ←

レイヤ93 (*Pins*)を表示すると、ピンの情報が緑色で表示されます。ゲートを大きく表示するため、図面を拡大してください。入力ピン(In)と出力ピン(Out)に○印がつき、その横にスワップレベル(Swaplevel)を意味する数字が表示されていることを確認してください。

スワップレベルの数値が0でない場合、そのピンは同じデバイスの他のピンと交換することができます。交換可能なピンは、同じスワップレベルである必要があります。例えばスワップレベル1のピンは、同じスワップレベル1の任意のピンと交換することができます。スワップレベルが0の場合は、そのピンが他のピンと交換できないことを意味します(詳しくは、PINSWAPコマンドをご覧ください)。

通常、レイヤ 93 (*Pins*) は非表示になっています。

ADDコマンドの動作中は、ゲートのシンボルがマウスカーソルに付たままになっています。

では、回路図の広い範囲を表示させるため、Outアイコン  をクリックするか、F4 キーを押してください。ADDコマンドの選択メニューに戻るには、Esc キーを押してください。


*Search* 欄に以下のとおり入力してください。

“\*555N\* ←” または “\*555\* ←”

一例として、*linear.lbr* からLM555Nをダブルクリックして選択し、マウスを2回右クリックして、選択したシンボルを180度回転させてみてください。左クリックで、回路図の適当な位置に配置してください。

同様のプロセスを、他のシンボルについてもくり返します。ライブラリには、ヨーロッパ式とアメリカ式のシンボルがあります。お好みの方を選択してください。

ADDコマンドの動作中、*Esc* を押すとADDコマンドのメニュー画面に戻ることができます。ADDコマンドを終了するには、再度*Esc* キーを押してください。

ADD アイコン  をマウスで右クリックすると、ポップアップメニューに以前配置したコンポーネントのリストが表示されます。その一つを選択して回路図に配置してください。

あるいは、コントロールパネルのツリービューで、*Libraries* ブランチにあるデバイスを、回路図やレイアウトにドラッグして配置する方法もあります。

この方法では、コントロールパネルと回路図エディタ(またはレイアウトエディタ)の両方を画面に表示するように、ウィンドウを調整する必要があります。例えば、*linear.lbr* から(*Libraries* ブランチの)ツリービューでデバイスLM555Nを選択します。ドラッグ & ドロップを使用して、回路図エディタにデバイスを配置します。


複数のパッケージやテクノロジーバリエーションがあるデバイスを選択した場合、デバイスを配置する前に、そのバリエーションの選択を促すADDダイアログウィンドウ(34ページ)が表示されます。

EAGLEの初期設定では、全てのコンポーネントが同じ電源とグラウンドに接続されているものとみなしますので、電源ピンは表示されていません。基板を生成する際には、ユーザーが指示しない限り、自動的に電源とグラウンドが接続されます。電源ピンを回路図に表示させるには、*INVOKE*コマンドを使用してください。

電源(VCC)ピンとGNDピンが1つずつしかないような大部分のデバイスでは、EAGLEの初期設定で電源ピンが非表示になっています。ただし、ライブラリファイル“*linear.lbr*”にある555Nなどのデバイスでは、電源ピンが表示されています。そのようなデバイスでは、電源ピンを適切な電源に接続する必要があります。

現在のライブラリを含む回路図やレイアウトのコンポーネントを追加または更新するには、EAGLEのヘルプ機能で、ADDコマンドとUPDATEコマンドのオプション情報をご覧ください。

## USE コマンド

 初期設定では、ADDコマンドを使用すると、コントロールパネル(⇒ *Options/Directories*)で設定されているライブラリディレクトリのすべてを検索します。コントロールパネルのツリービューで緑色の丸印をクリックすると、そのライブラリは検索対象から除外されます(再度クリックすると元に戻せます)。緑色は使用中で、灰色は未使用であることを示しています。このような手順は、USEコマンドの機能に対応しますが、コマンドラインを使った入力もできます。

例えば、コマンド

“USE \* ←”

は、指定したライブラリパスにあるすべてのライブラリを検索対象にします。詳しくはヘルプをご覧ください。

## INVOKE コマンド



INVOKEコマンドは、能動部品 (ICなど) をVCCとGND以外の電源に接続するときに使用します。コマンドの機能を理解するために、INVOKEアイコンをクリックし、ゲートIC2Aを左クリックしてください。

*PWRN* をダブルクリックすると、IC2の電源ピンがカーソルに付き、マウスクリックで回路図に配置できます。配置した電源ピンは、任意のネットに接続することができます。

INVOKEコマンドには、ゲートを配置する前にその (ゲート参照名の) 順序を変更する機能もあります。INVOKEコマンドが起動中であれば、その状態でIC2Aをクリックすると、再度ポップアップメニューが表示されます。

灰色表示されているゲートAは既に使用されていることを示します。黒い文字で表示されているゲートは配置可能な状態であることを示しています。

ゲート名IC2Bより先にIC2Cを配置したければ、ポップアップメニューの“C”をダブルクリックします。すると、IC2C がカーソルに付いて、マウスクリックで回路図に配置することができます。IC2Cを配置すると、EAGLEでは新規パッケージを使用する前に、既存パッケージの中でまだ残っているゲート (この場合IC2B) を使用します。

複数枚の回路図シートにゲートを配置したい場合、新規回路図シートでINVOKEコマンドを使用し、コマンドラインに部品名を入力してください。すると、ポップアップメニューが表示されますので、マウスをクリックしてゲートを配置してください。

別のライブラリも使って、シンボルの配置や回転などの操作を行ってみてください。

多数の別々のライブラリのデバイスを1枚の図面に配置することができます。デバイスに関する情報はすべて、回路図ファイル (\*.sch) や基板ファイル (\*.brd) に保存されています。したがって、(回路図や基板の) ファイルを相手に渡す際に、ライブラリを添付する必要はありません。


## 13 回路図の入力方法

この章では、回路でネットやバスを使用する方法を学びます。その後、EAGLEで回路を作成できるようになります。

まず、新規に回路図を作成(⇒ *File/New/Schematic*)し、回路図エディタウィンドウを広げてください。


### グリッド

回路図の標準グリッドは 0.1 インチです。回路図シンボルは、必ずこのグリッド上に配置してください。さもないと、ネット(配線)とピン(部品端子)を接続できなくなる場合があります。



 補助グリッドサイズを、0.025インチに設定します。この補助グリッドは *Alt* キーを押している間だけ有効になるより細かいグリッドで、部品名称などのラベル位置を微調整する際に便利です(ネットやシンボルを配置する際には使わない方が無難です)。

### 図面フレームの作成

まず、ライブラリから図面フレームを呼び出すことから始めます。EAGLEのライブラリ *frames.lbr* には、数種の定義済みフレームが登録されています。

ADDアイコン  をクリックし、ADDダイアログ(34ページ)の *search* 欄に *letter* または *frame* と入力して *Enter* キーを押します。適当なフレームの例として、*LETTER\_L* をダブルクリックして選択します。すると、横向き(Landscape)でA4版1ページに収まるタイトルボックス付きフレームがマウスカーソルに付いた状態になります。

フレーム全体を表示しきれない場合は、フレーム全体が画面に表示されるようになるまで *F4* キーを押します。フレームの左下隅が座標原点( $x=0$ ,  $y=0$ )になるように移動させた後、左クリックで配置します。

まだ、フレームがマウスカーソルに付いた状態になっていますので、ストップアイコン  をクリックして、ADDコマンドを終了させます。フレームをエディタウィンドウいっぱいに表示するには *Alt+F2* を押すか、アクションツールバーのズームフィットアイコン  をクリックしてください。

独自にフレームを作成するには *FRAME* コマンドを使用してください (⇒ *Draw/Frame..*)。 *FRAME* コマンドに関する詳細は、ヘルプをご覧ください。

### テキストの追加と変更


ライブラリに登録されているフレームに配置されているテキストフィールドに、線やテキストなど、別のオブジェクトを追加することができます。また、独自にフレームを作成し、登録することもできます。

図面タイトルや改定番号など、将来変更する可能性があるテキストは、現在作業中の回路




図エディタで、直接記入することができます。


フレームはシンボルとしてライブラリに登録されますので、フレームで使用するテキストは、レイヤ94 (*Symbols*) に書き込むようにします。

エディタウィンドウで、フレームのテキスト記入欄全体が見えるようにします。次にTEXTアイコン  をクリックし、以下のテキストを入力してください。

CadSoft

OKボタンをクリックすると、そのテキストはカーソルに付き、左クリックで配置できるようになります。空白のテキストフィールドの上の行にテキストを移動させ、クリックして配置します。まだカーソルにテキストが付いたままですが、別のコマンドを動作するか、ストップアイコン  をクリックするとすぐに消えます (*Esc*キーを押してもOK)。

文字サイズを決める前にTEXTコマンドでテキストを配置してしまった場合、後でCHANGEコマンドを使って適切な文字サイズに変更することができます。

その場合、まずCHANGEアイコン  をクリックし、表示されるポップアップメニューの *Size* エントリをクリックします。すると、さらにウィンドウが開き、そのウィンドウには現在選択しているテキスト文字の高さが表示されます。

0.15をクリックし、テキスト“CadSoft”の左下隅にカーソルを移動させます。左クリックすると、テキスト文字の高さが0.15インチに変わります。CHANGE SIZEメニューを使用しないで、先ほどと違うサイズ、例えば0.17インチに変更したい場合、コマンドラインに以下のとおり入力します。

CHANGE SIZE 0.17 ←

次に、テキストの左下隅をクリックしてください。

単位と組み合わせて直接数値を入力することも可能です。例えばmm単位で(グリッドを変更せずに)数値を指定する場合、以下のように入力してください。

CHANGE SIZE 3.5mm ←

状況に応じて、テキストを配置する際に、テキスト基準点を変更しておくとな便利な場合があります。テキスト基準点の位置は、左、右、中央、上、下の可能な組み合わせが9種類あります。

テキスト基準点の変更は、CHANGEコマンド(CHANGE ALIGN)を使って既に配置したテキストを変更するか、コンテキストメニューのプロパティエントリで変更することができます。まだテキストを配置していない場合は、TEXTコマンドのパラメータツールバーの *Align* 欄でテキスト基準点を指定することができます。

小数点には、“.” を使ってください(“,” は使えません)。コマンドラインで単位を指定しないと、グリッド設定での単位が、入力した数値の単位となります。

テキストプロパティの変更は、コンテキストメニューから行うこともできます。

アドレスや文書番号をテキスト欄に追加して、テキストを編集する練習をしてみてください。


表題: (プレースホルダ >DRAWING\_NAME )には、ファイル名を表示します。

日付: (プレースホルダ >LAST\_DATE\_TIME )には、最後に保存した日時を表示します。

*Frames* ライブラリの図面フレームには、上記のようなプレースホルダを定義してありますので、図面を保存する際に、この両方の欄には自動的に保存した時点でのデータ(ファイル名とその日時)が書き込まれます。

## 回路図の入力

これから、図面に回路を作成してみます。下表を参照しながら図面を作成することにします。回路図をすべて自分で作成しなくても、*eagle/examples/tutorial* ディレクトリの *demo1.sch* に目的の回路図が保存されています。


画面全体を表示するため、*Alt+F2* キーを押すか、ズームフィットアイコン  をクリックしてください。


回路図は、以下の部品で構成されています。

部品	値	デバイス	パッケージ	ライブラリ	シート
C1	30p	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C3	10n	C-EU025-025X050	C025-025X050	rcl	1
C4	47u/25V	CPOL-EUTAP5-45	TAP5-45	rcl	1
C5	47u	CPOL-EUTAP5-45	TAP5-45	rcl	1
D1	1N4148	1N4148	DO35-10	diode	1
IC1	PIC16F84AP	PIC16F84AP	DIL18	microchip	1
IC2	78L05Z	78L05Z	TO92	linear	1
JP1	PROG	PINHD-1X4	1X04	pinhead	1
JP2	APPL	PINHD-1X17	1X17	pinhead	1
Q1	XTAL/S		QS	special	1
R1	2.2k	R-EU_R1206	R1206	rcl	1
F1		LETTER_L		frames	1

回路図を自分で作成する場合、ADD コマンドで上記のデバイスをすべて回路図に配置してください。

回路図エディタでは、グリッド間隔の初期設定値100 mil (= 2.54 mm) をできるだけ変更しないでください。グリッド間隔を変更してしまうと、ネット(配線)とデバイスのピン(端子)が接続できなくなる場合があります。

GRID アイコン  をクリックしてGridダイアログを表示させるか、単に *F6* キーを押すと、グリッド線またはグリッド点の表示/非表示を切り替えることができます。

MOVEコマンドを使うと、既に回路図に配置したシンボルをいつでも移動させることができます。コマンドツールバーのMOVEアイコン  をクリックし、MOVEコマンドを動作させます。次に移動させたい部品にカーソルを置き、マウスをクリックしてください。

目的の部品はマウスカーソルに付き、移動中であることがわかるように強調表示(ハイライト)されます。選択した部品をマウスで移動させ、目的の場所にクリックで配置します(マウスドラッグでも移動可)。まだMOVEコマンドが動作中なので、続けて別の部品を移動させることができます。配置する部品を回転させたい場合は、移動中にマウスを右クリックしてください。

同じ部品(例えばC1とC2)を回路図で複数使用する場合、COPYコマンドを使って部品をコピー



—することができます。(その場合、部品配置のたびにADDコマンドを使わずに済みます。)

部品配置完了後に、NETコマンドを使って各部品をネット(回路図での配線)に接続します。

ネット(配線)の接続には、WIRE コマンドではなく、NET コマンドを使ってください。

オブジェクトを右クリックすると、コンテキストメニューが開きます。コンテキストメニューには、オブジェクトに使用できるコマンドのすべてが表示されます。

## NET コマンド



ネット(電気配線)の始点と終点は、ピン(デバイスの端子)の接続点と正確に接続する必要があります。DISPLAYコマンドでレイヤ93 (Pins) を表示すると、ピンの接続点は緑色の円で表示されるようになります。

EAGLEでは、自動的にネットに名称を付けます。回路図ファイル *demo1.sch* の例では、C5 ピンの+側、IC2の3番ピン(VI)、JP2の16番ピンのネット名は、すべて同じ(V+)です。図面上では、ネットが繋がっているように見えませんが、それらのピンはすべて電氣的に接続されています。SHOW コマンドを選択して、ネットセグメントをクリックすると、電氣的に接続されているネット全体が強調表示されます。

NETコマンドの起動中、エディタ画面最下段のステータスバーに、選択したネットのプロパティが表示されます。

同じ名称のネットは、互いに(電氣的に)接続されています。

## NAME コマンド



EAGLE では、パスにはB\$.. ピンには、P\$.. ネットにはN\$.. といった名称が自動的に割り当てられます。ここでは例として、NAMEコマンドを使ってネット名を変更してみます。

NAMEアイコンをクリックし、IC1 のOSC1 (16番ピン)に接続されているネットをクリックします。すると、ダイアログボックスにネット名(“N\$2”が割り当てられている)が表示されます。このダイアログボックスの *New name* 欄に以下のとおり入力し、

OSC1

OK ボタンをクリックすると、ネット名はただちにこの指定した名称になります。

同様の方法で、部品やバスの名称を変更することができます。

## LABEL コマンド




LABELコマンドを使って、バス名やネット名を表示するラベルを、回路図のどこにでも自由に配置することができます(通常、バス名とネット名は回路図に表示されていません)。LABEL アイコンをクリックし、カーソルをネット MCLR/PGM に置いてクリックしてください。

ネットの名称はカーソルに付き、ラベルに付いた線は、対応するネットに最も近い点の位置を示します。マウスクリックで、ラベルを適当な位置に配置できます。また、マウスの右ボタンでラベルを回転させることもできます。ラベルをJP1の3番ピン付近 44ページの回路図参照)にクリックして配置してください。



ネット名やバス名を変更すると、それに付随するラベルも自動的に変更されます。したがって、ラベルの文字はCHANGE TEXTコマンドでは変更できません。ネット名やバス名の変更には、NAMEコマンドを使ってください。CHANGE FONTや、CHANGE SIZE コマンドを使うと、ラベルのフォントや大きさを変更できます。

回路図が2枚以上の図面で構成されている場合(ライトエディションでは不可)、ラベルにXREFオプションを設定することができます。これは、次のページの該当するネットに対する自動的なクロスリファレンス(相互参照)を意味しています。このオプションは、FRAMEコマンドで描いた描画フレームの枠内でのみ、連動して機能します。詳細は、FRAMEとLABELのヘルプをご覧ください。


## DELETE コマンド

 オブジェクトを削除するには、このコマンドを使います。このコマンドを、ネット、ワイヤ、バスに対して使用した場合、単一のセグメント(接続点から接続点までの直線部分)だけを削除します。このコマンドを使用するには、コマンドツールバーのDELETEアイコンをクリックし、削除するオブジェクトへカーソルを移動させて、マウスをクリックします。


ネット全体、またはバス全体を削除するには、*Shift* キーを押しながらオブジェクトをクリックしてください。

ここでも、UNDO  (元に戻す)や REDO  (再実行)は機能します。グループ全体を削除するには、DELETEコマンドを使い、*Ctrl* キーを押しながらグループを右クリックしてください。


## JUNCTION コマンド

 ネットの上に別のネットを重ねて配置すると、その2つのネットは(電氣的に)接続されます。EAGLEでは、ネットの接点を自動的行います。接続の自動設定は、*Auto set junctions* オプションボックス(⇒ *Options/Set/Misc*タブ)のチェックを外すと無効にできます。


このように、接続設定を手動にした場合、互いに接続するネットの交点に接続点を書き込む必要があります。それにはJUNCTION コマンドを使用します。

JUNCTION アイコン  をクリックすると接続点(●印)がカーソルに付きます。接続する2つのネットの交点にマウスカーソルを移動させ、クリックで配置します。

## SHOW コマンド

 このあたりで、エレメントやオブジェクトの、名称や詳細情報を調べるために、SHOWコマンドの機能を使ってみることにします。


SHOWコマンドで、同一リンクのネット(回路図での配線)あるいはシグナル(基板での配線)全体を強調表示(ハイライト)することができます。


例えば、ネットV+を表示するため、コマンドツールバーのSHOWアイコン  をクリックし、カーソルをIC2のVI (3番ピン) に移動させクリックします。

すると、ネット(線で表示されている)とネットに接続されているピンとその名称が強調(ハイライト)表示されることに注目してください。また同様に、その部分のピン名もまた強調表示されます。これにより、(電氣的に)接続されているネットが、実際に同一のリンクに属しているかどうかを、とても簡単に視覚的に判定できるようになります。選択したネットの接続情報は、エディタ

ウィンドウ最下段にあるステータスバーで、次のように表示されます。

Net: V+, Class: 1 Power

SHOWコマンドが起動中の状態で、マウスの中央ボタン(ホイールマウスでは、ホイール)を押して画面をスクロールするか、WINDOW系コマンド(24ページ参照)を使った場合でも、ネットは強調表示されたままです。STOPアイコン  または *Esc* キーを押すと、SHOWコマンドは終了します。オブジェクトはもう強調表示されなくなります。


オブジェクト名を使ってオブジェクトを強調表示させるには、SHOWアイコン  をクリックして、コマンドラインにその名称を入力し、*Enter* キーを押してください(例: RA4 ↵)。

名称を入力する度にSHOWコマンドを動作させる必要はなく、続けてオブジェクト名を入力できます。

```
SHOW RA4 ↵
RA3 ↵
RA2 ↵
```

この方法では、指定したオブジェクトに接続されているネットは、常に強調表示になります。SHOWコマンドでは、ワイルドカードも使用できます。オブジェクト名がRAで始まるオブジェクトに接続している全てのネットを同時に強調表示させるには、


```
SHOW RA* ↵
```

と入力してください。STOPアイコン  をクリックして、SHOWコマンドを終了させます。

一度に複数のネットを選択する場合は、例えばRA2をクリックした後、*Ctrl*キーを押しながら、RA3とRA4をそれぞれクリックしてください。これで、指定した3つのオブジェクトと、それに接続されているネットの全てが強調表示されます。*Ctrl*キーを押しながらRA3に接続しているネットを再度クリックすると、RA3とそれに接続されているネットは強調表示されなくなります。すなわち、*Ctrl*キーで現在の選択範囲を反転させることができます。

SHOWコマンドを起動中に、回路図に存在しないオブジェクト名をコマンドラインで指定した場合は、Showダイアログウィンドウが開き、“Sheet”の列に“-”が表示されます。これは、指定したオブジェクトが、回路図のどのページにも存在していないことを示しています。

## MOVE コマンド

 MOVE コマンドを使ってネット(回路図の配線)をピン(デバイスの端子)に移動させても、電気的接続は形成されません。

一方、コンポーネントのピンを、別のピンやネット配線に移動させた場合には、電気的接続が形成されます。移動させたコンポーネントを誤ってネットに接続してしまった場合は、UNDOコマンドを使って操作を取り消すか、DELETEコマンドを使ってネットを削除してください。


前のページで説明したとおり、接続のチェックにはSHOWコマンドを使ってください(ネットに接続されたピンは強調表示されます)。また、EXPORTコマンドでネットリストまたはピンリストを出力することもできます。

## 履歴機能

キーボードの上矢印キー(↑)と下矢印キー(↓)で、コマンドラインに入力したコマンドを呼び出し、それらのコマンドを*Enter*キーで再実行することができます。また、*Esc*キーで呼び出したコマンドラインを削除できます。

例として、*Alt+F2* キーで回路図全体をエディタ画面に表示し、次のように入力します。

SHOW R1 ←  
 SHOW C1 ←  
 SHOW IC1 ←

STOPアイコン  をクリックしてSHOWコマンドを終了させます。次に、上矢印(↑)と下矢印(↓)を数回押してください。すると、最近使用したコマンドのリスト(上記のコマンド)が表示され、矢印キーでスクロールできます。目的のコマンドが表示されたら、*Enter* キーで実行できます。

## 回路図の仕上げ

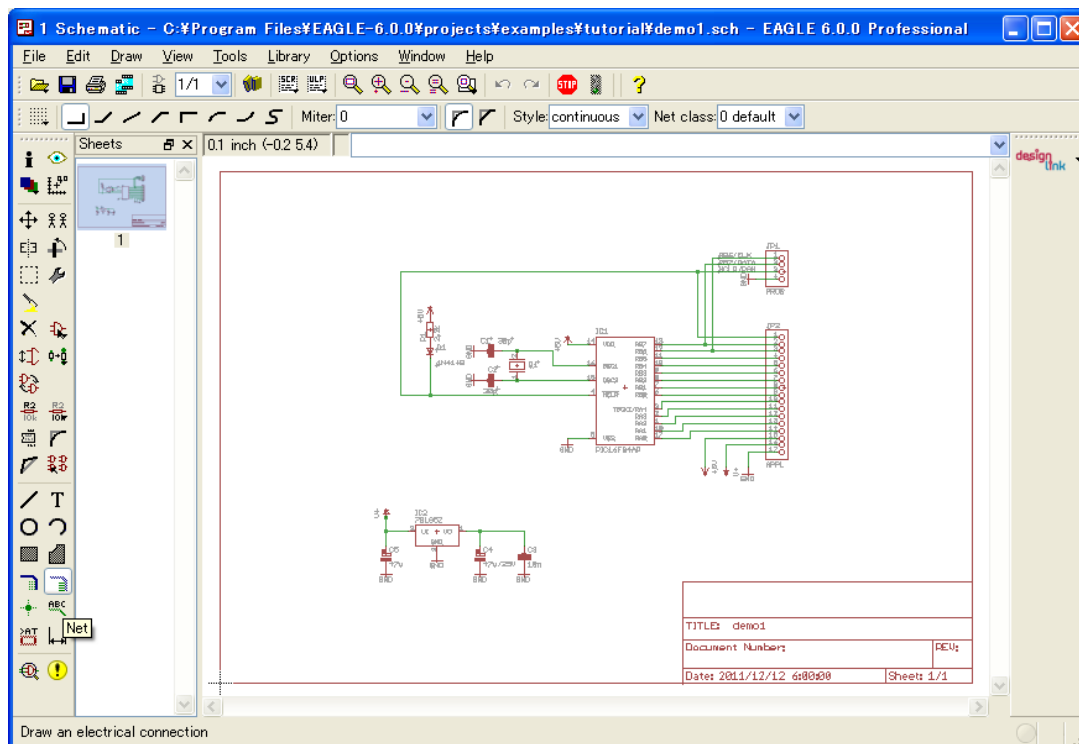
ADDコマンドを使って、残りのコンポーネントとシンボル、すなわち +5V, V+, GND の3つをライブラリファイル *supply1.lib* から配置してください。その際、ADDコマンドの *Search* 欄に、検索キーワード“*\*supply\**”を入力して検索してみてください。

電源シンボルは、回路図で電源に対応するもので、ERC(電気回路ルールチェック)の実行に必要です。

電源シンボルを配置したら、必要に応じてMOVEコマンドを使って適当な位置に移動させ、マウスの右クリックで適当な方向に回転させてから左クリックで回路図に配置してください。

NETコマンドを使い、電源シンボルのピンを結線してください。未結線のピンがあれば、同様に配線します(回路図 *demo1.sch* 参照)。NETコマンドで配線中に、配線の屈曲モード(直角線、斜め線)を切り替えるには、右ボタンを使います。クリックして配線を確定してください。

配線を(ピンなどの)接続点に正確に配置すれば、結線が完了し、マウスから配線が外れます。結線が正しく行われなかった場合、配線がマウスに付いた状態のままになります。




➤ 回路図 *demo1.sch*

## SMASH コマンド





部品(コンポーネントのシンボル)を回転させると、部品の名称と値も一緒に回転して、下

から上あるいは左から右に読める方向になります。SMASHコマンドを使うと、シンボルから名称と数値のテキストを分離させ、MOVEコマンドでそれぞれ独立に移動または回転させることができます。分離したテキストを移動すると、その部品の基準点から配置するテキストの位置までを結ぶ直線が表示されます。

このコマンドを動作させるには、SMASHアイコン  をクリックします。カーソルを、例えばダイオード(D1)のシンボルに移動させ、クリックしてください。また、コンポーネント名をコマンドラインに入力し、*Enter*キーを押して指定することもできます(D1 ←)。すると、指定したダイオードの名称(D1)と値(1N4148)は、MOVEコマンドでそれぞれシンボルとは独立に移動させることができます。

SMASHコマンドを動作する方法は他にもあります。部品を右クリックしてコンテキストメニューを開き、*Properties* エントリを選択し、*Properties*ダイアログの *Smashed* チェックボックスでON(チェックを入れる)またはOFF(チェックを外す)を切り替えられます。

テキストをシンボルから分離した後、MOVEアイコン  をクリックして、カーソルをダイオードの部品名称“D1”に移動して、マウスをクリックしてください。テキストの選択位置は、十字の印で表示され、通常はテキストの左下ですが、テキストの回転の状態により右上に表示される場合があります。ダイオードの名称“D1”は、カーソルに付いた状態になり、自由に移動でき、右クリックで回転させることもできます。テキスト“D1”を適当な位置に移動させたら、クリックして配置してください。


SMASHコマンドで部品から分離したテキストの大きさを変更するには、CHANGEコマンドを使用します(CHANGEアイコン  をクリックし、コンテキストメニューから *Size* を選択)。

SMASHコマンドは、グループに対しても使用できます。それには、SMASHコマンドを起動し、*Ctrl* キーを押しながら、図面上でマウスを右クリックします。

SMASHコマンドでテキストを分離させた部品を、分離する前(非分離)の状態に戻すには、SMASHコマンドを起動中に、*Shift* キーを押しながらその部品をクリックしてください。

上記の操作をグループに対して同時に行うには、*Shift* キーと*Ctrl* キーを同時に押したままの状態にする必要があります。マウスをクリックする際に、*Shift*キーだけを押していた場合、コンテキストメニューが開きますので、*Smash:Group* を選択してください。

## VALUE コマンド

 このコマンドは、抵抗器やコンデンサなどの値を変更する際に使用します。ICの場合では、素子の型を表すパラメータ(74LS00Nなど)になります。

例えば抵抗器R1の値を変更するには、VALUEアイコンをクリック、次に抵抗器R1をクリックします。ダイアログボックスに“2.2k”と入力し、*OK* をクリックすると、その値が表示されます。


VALUEアイコンを右クリックすると、以前に割り当てた値のリストが表示されますので、複数のコンポーネントに同じ値を設定する場合などに利用すると便利です。リストから値を選択したら、値を変更したいコンポーネントを次々にクリックしてください。

回路図に表示されるコンポーネント(抵抗器、キャパシタ、ICなど)やバスの名称を変更するには、NAMEコマンドを使用します。ネット名も変更できますが、ネットリストの詳細を取得する場合を除き、ネット名は変更しないでください。

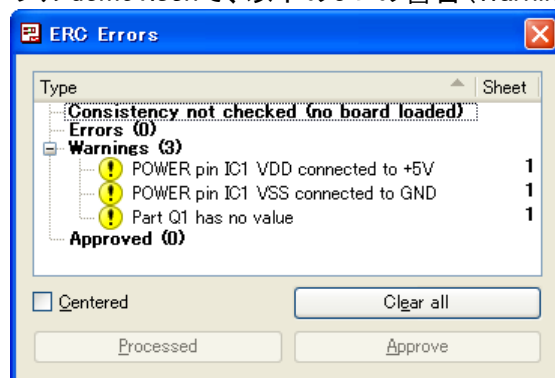


## 電気回路ルールチェック (ERC:Electrical Rule Check)

まだご自分で回路図を完成させていない場合は、*demo1.sch* を読み込んでください。

回路図での電気的エラーを検出するにはERCコマンドを使用します。その結果は、ERCウィンドウに警告(warning)と違反(error)メッセージとして一覧表示されます。電気回路ルールチェックを行うには、コマンドツールバーのERCアイコンをクリックしてください。

ERCを実行すると、サンプル *demo1.sch* で、以下の3つの警告(Warnings)が表示されます。




このメッセージは、もともとライブラリで定義されている名称の電源ピンが、異なる(名称の)信号線に接続されていることを示すものです。電源ピンは、ライブラリでVDD、VSSと名称が付けられていますが、回路図では意図的に+5VとGNDにそれぞれ接続されています。メッセージエントリの1つをクリックすると、問題の原因がある位置が回路図に表示されます。

どちらの警告も、問題はありません。ライブラリ定義で電源ピンの名称を変えるとこの警告は回避できます。なお、これらの警告は、*Approve*ボタンをクリックして、承認済みとすることもできます。すると、そのメッセージはメニューの警告(Warnings)ブランチではなく、承認済み(Approved)ブランチに表示されます。最後の警告文は、キャパシタQ1の値が未設定であるという警告ですが、*VALUE*コマンドで値を設定するか、後で値を決めるのであれば、同様に承認済みとして処理します。

*ERC* では、発生する可能性があるエラーを表示するだけにすぎません。ERCメッセージの解釈は、ユーザーご自身で行う必要があります。

ERCコマンドの詳細について知りたいときは、コマンドラインに  
HELP ERC  
と入力してください。


## 回路図からの基板作成

 設計したい基板の回路図を読み込んだ後、アクションツールバーのBOARDアイコンをクリックします。

空白の基板の隣に、パッケージが配置された基板ファイルが作成されます。これ以降の手順につきましては、“*プリント基板の設計*”の章で説明します。

ここでは、基板の回路設計に必要な、*BUS*コマンドについて最初に説明します。

## BUS コマンド

 最初に、*/eagle/examples/tutorial* ディレクトリから回路図 *bus.sch* を読み込んでください。回路図には、バス(Bus)による接続があります。バスはBUSコマンドで作成し、自動的に(*B\$1..*)

といった名称が付けられます。


バスには論理的な意味はありません。それ自体はただの素子記号にすぎません。論理的な接続(ネット)は、NETコマンドを使って排他的に定義します。同一名称のネットが回路図で複数のページにわたって記載され、回路図で見かけ上接続されていない場合でも、それらのネットは同一のもの(接続しているもの)として認識されます。

バス名は、バスに含まれるシグナルを決めるものです。サンプルには、バスはシグナル VALVE0 から VALVE 11 までと、EN という名称のシグナルがあります。

したがって、各バスには、NAME コマンドで EN, VALVE [0~11] といった名称を付けてあります。バスからこれらのネットを作成するには、NET コマンドを使用してください。前述したように、バスに名称を付けた場合にのみ、ネットの作成が可能です。



サンプルのバスには、IC7 で未接続のリンクがまだいくつか残っています。NET コマンドを使い、バスをクリックして、以下のとおりシグナルを IC7 の各端子に接続してください。

バス名	部品名	ピン名	端子名
EN	IC7	Pin 14	EN
VALVE0	IC7	Pin 16	INA
VALVE1	IC7	Pin 15	INB
VALVE2	IC7	Pin 10	INC
VALVE3	IC7	Pin 9	IND

コマンドツールバーの NET アイコン  をクリックし、カーソルを IC7 の 14 番ピン (EN) があるグリッドライン上のバスに移動させます。シグナル名が実際にネット名と同じ名称になるように、青いバスラインから接続を開始する必要があります。バスの出発点を指定するため、その付近をクリックしてください。すると、信号名に対応させるバス名のリストが、ポップアップメニューに表示されます。ネット EN をクリックして選択し、カーソルを IC7 の 14 番ピン (EN) に移動させます。接続する線の屈曲形状を変更するには、右クリックを使用します。ピンの接続点をクリックして、ネット接続を完了させます。


同様の操作を、VALVE0 から VALVE3 までくり返して、すべての接続を完了させてください。

LABEL コマンドを使って、ネットにラベルを付けることができます。

操作をキャンセルするには、UNDO アイコン  をクリックするか、F9 キーを押します。REDO アイコン  をクリックするか、F10 キーを押すと、キャンセルした操作を再実行します。

バスの各セグメントを移動させるには、MOVE コマンドを使用します。バスの端点を移動させるには、端点付近のセグメントを選択します。バスラインの中間のセグメントを選択すると、バスラインは平行に移動します。DELETE コマンドで、バスラインのセグメントを個々に削除することができます。

ネットの配置を終えたバスを MOVE コマンドで移動しても、ネットは一緒に移動しません。一緒に移動させるには、GROUP コマンドと MOVE コマンドを使ってください。

基準点が近接しているオブジェクトを選択すると、カーソルの形状が4つの矢印“”になります。この場合、強調表示されているオブジェクトを選択するには、左クリックします。別のオブジェクトを選択したい場合は右クリックします。同時に、エディタウィンドウ最下段のステータスバーに、選択したオブジェクトの情報が表示されます。

## 14 自動フォワード&バックアノテーション

自動フォワード&バックアノテーションとは、回路図での編集に対応する変化が、基板に対しても同時に自動的に反映され、またその逆も自動的に反映される機能です。ここで、コンポーネント名やネット名などの変更の場合は、回路図と基板のどちらで変更しても他方に反映されますが、デバイスの追加を伴う変更の場合などは、回路図での変更が、一方的に基板に反映されるだけです。EAGLEでは、基板でそのような操作(デバイスの追加など)を防ぎ、回路図エディタを使うように促します。自動フォワード&バックアノテーション制御の下では、常に回路図と一致するように基板を設計する必要があります。この処理が自動的に行われるケースは、回路図ファイルと基板ファイルが同名で互いに整合性のある場合です。同じディレクトリに同名の回路図と基板ファイルが存在すれば、EAGLEは常にその両方のファイルを読み込みます。

整合性がある(Konsistent)とは、この場合、ネットリスト、コンポーネント、パッケージバリエーション、テクノロジー、値、シグナルクラスなどがすべて等しいことを意味します。

同名の回路図と基板のファイルを読み込み、それらが同じディレクトリにあった場合、EAGLEは整合性チェックを行います。両方で違いが見つかった場合、電気回路ルールチェック(ERC)を実行してください。結果はERCウィンドウに表示されます。回路図と基板との差異は、*Consistency errors* ブランチで一覧表示されます。この情報を使って、一つ一つ手動で相違点を解決させれば、整合性を取り戻すことが可能です。

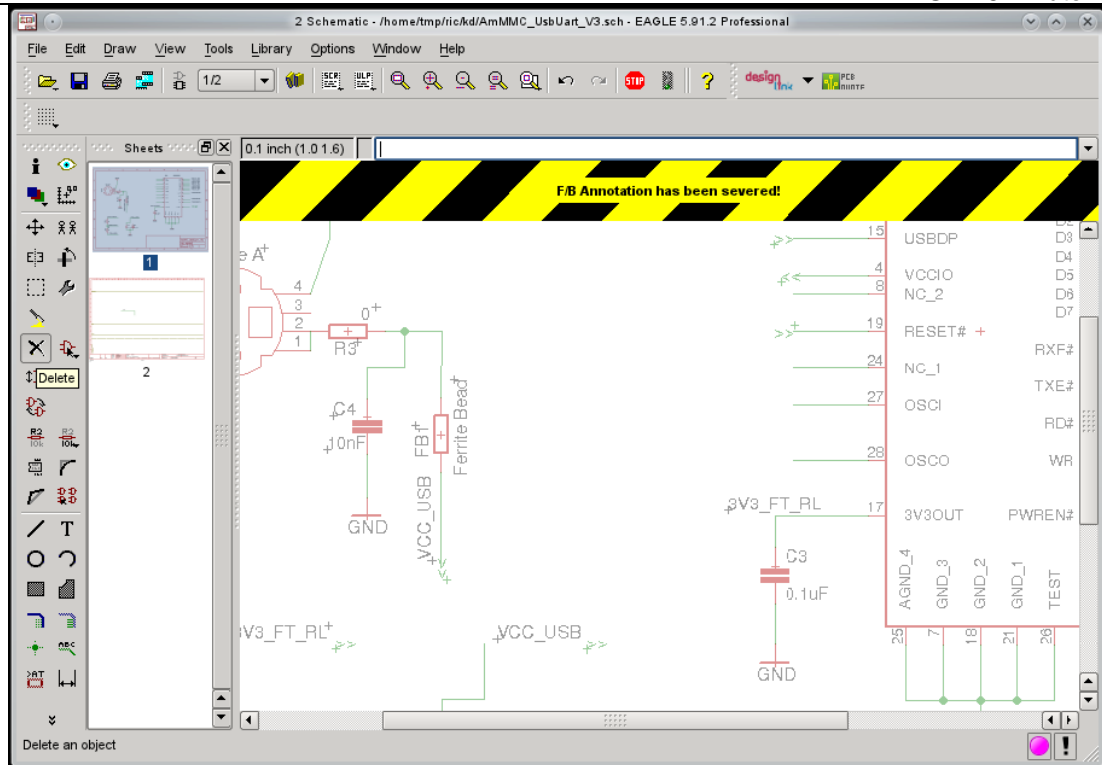
回路図ファイルか、基板ファイルのどちらか一方だけを開いている状態では、自動フォワード&バックアノテーションは解除されます。その後、回路図か基板のどちらかのファイルを変更してしまうと、両者に不整合が生じます。したがって、以下のことに注意してください。

基板を編集する際には、決して回路図エディタを閉じないでください(アイコン表示に縮小することは可能です)。逆もまた同様です。

自動フォワード&バックアノテーションの働きを見るため、回路図ファイル *demo2.sch* を読み込んでください。基板ファイル *demo2.brd* は自動的にレイアウトエディタに読み込まれます。

では、画面上にその両方が見えるように、両方のウィンドウを調整します。部品の名称と値のいくつかを、NAMEコマンドとVALUEコマンドで変更してみてください。そうすると、それらの名称と値は、双方のエディタウィンドウで変更可能であることが確認できます。また、DELETEコマンドや、UNDO・REDOコマンドで実験して、フォワード&バックアノテーションが機能しているかどうか、確認してみてください。





➤ **黄色と黒の警告:フォワード&バックアノテーションが中断されました!**

例えば、誤ってエディタウィンドウのXボタンをクリックして、エディタウィンドウのいずれかを閉じてしまった場合、エディタ画面に、フォワード&バックアノテーションが中断されたことを示す警告が表示されます(上図)。意図的に行った場合は、警告をクリックして、メッセージを非表示にすることができます。

## 15 プリント基板の設計

この章では、小規模な基板を作成し、レイアウトエディタで既存の基板設計を変更してみることにします。最初に、回路図を使わずに基板を作成します。


この章は、特に回路図エディタを持っていない方にとって、必要な内容が記載されています。回路図エディタのユーザーも、理解を深めるためには以下の操作を実行してみてください。


レイアウトエディタでは、平面図に基板を表示しています。ご自分の手に基板を持ち、上から見通している状態を想像してください。したがって、基板裏面の文字などは、鏡に映したように左右反転して表示されます。

### 回路図を使わない基板設計

新規基板ファイルを(コントロールパネルの⇒*File/New/Board* から)開き、エディタウィンドウを広げてください。




#### 基板形状の定義


最初に、基板の形状を決めます。その前に、まず基板外形を描くため、使用する単位を設定する必要があります。パラメータツールバーのグリッドアイコンをクリックすると、初期設定のグリッドを選択できます。初期設定値は、プリント基板の標準的なグリッド間隔である0.05インチになっています。初期設定値を使用する場合、*Default* をクリックして、OKをクリックしてください。

基板の外形線は、レイヤ 20 (*Dimension*)にWIREコマンドを使って描いてください。コマンドツールバーのWIREアイコンをクリックし、パラメータツールバーのコンボボックスからレイヤ 20を選択します。

カーソルを座標の原点に置き、マウスをクリックして外形線の最初の位置を指定します。カーソルを少し右上に動かし、2本の線が90度の角度になるようにマウスを右クリックします。次に、カーソルを (4.00 3.00)の座標付近に置きます。

マウスをクリックして、外形線をこの座標に配置し、カーソルを再び座標の原点へ移動させます。ダブルクリックでWIREコマンドを終了します。これで基板外形が定義されます。

MOVEコマンドを使うと、外形線を移動できます。また、UNDOとREDOを使って前の操作を元に戻したり、再実行したりできます。

*Alt+F2* またはズームフィットアイコンをクリックすると、基板をエディタウィンドウいっぱいに表示することができます。

## 配置グリッド

部品を配置する前に、グリッドの設定が必要です。配置グリッドは、基板外形を描くために使うグリッドと異なる場合があります、また接続配線に使うグリッドとは異なっている場合がほとんどです。しかしここでは、既定の0.05インチの標準的なグリッドを使用することにします。

## 部品配置

コマンドツールバーのADDアイコンをクリックし、*DIL 14* を検索してください。

14ピンDIL パッケージのエントリをダブルクリックします。すると、そのパッケージはカーソルに付いた状態になり、右クリックで回転させ、左クリックで配置することができます。DIL14パッケージを基板に2つ配置してください。

*F3* キーと *F4* キーを使って、図面の拡大、縮小ができます。

基板上に(90度刻みでなく)任意の角度で部品を配置するには、部品がカーソルについた状態で、パラメータツールバーの *Angle* 欄に希望の数値を入力してください。コンボボックスをクリックし、回転角度を入力して *Enter* キーを押します。これで指定した角度に回転させた部品がカーソルに付き、基板に配置できるようになります。

既に基板に配置した部品の角度を変更する場合は、ROTATE コマンドを使用します。ROTATEコマンドの初期設定では、1回のクリックで90度ずつ回転します。

任意の角度で部品を回転させるには、ROTATEコマンドの起動中にコマンドツールバーの *Angle* 欄に希望の数値を入力します。クリックすると部品が指定した角度で回転します。部品の選択後、マウスのボタンを押した状態でマウスを移動させると、部品を自由に回転させることができます。その際の部品の角度は、パラメータツールバーに表示されます。

以前使用したパッケージを別のパッケージに変更(例えば、スルーホールパッケージを表面実装部品(SMD)に)する場合、REPLACEコマンドを使って部品の交換をすることができます。詳細についてはヘルプをご覧ください。

## SMDパッケージの配置

ADDコマンドを使って、編集集中の基板に1210パッケージ(検索キーワード: R1210)を2つ配置してください。パッケージ名がわかっている場合は、コマンドラインに

```
ADD R1210 ←
```


と入力するか、配置するパッケージがSMD-IPC型であることも判明している場合、

```
ADD R1210@smd-ipc ←
```

と入力し、既存のライブラリからパッケージを選択することができます。


パッケージを配置する角度を指定するには、以下のようにコマンドラインで直接角度を指定できます。

```
ADD R1210@smd-ipc R22.5 ←
```

SMDパッドは、基板の表面(レイヤ1(*Top*))にあることを意味する、赤い色で表示されます。パッケージを基板の裏面(レイヤ16(*Bottom*))に移動させるには、MIRRORコマンドを使います。コマンドツールバーのMIRRORアイコンをクリックして、移動させるパッケージをクリックするか、コマンドラインに部品名を入力してください。


MIRROR コマンドの起動中は、パッケージをクリックするたびに、そのパッケージを基板の裏側(表→裏、または裏→表)に移動させることができます。

以下で行う演習のため、パッケージを表面(赤色のレイヤ1(*Top*))に配置しておきます。

コンポーネントの位置を(誤って)移動させたくない場合、コンポーネントを配置後にLOCKコマンドでその位置を固定することができます。ロックしたコンポーネントは、コンポーネントの基準点を表す記号が '+' ではなく 'x' と表示されます。

LOCKコマンドの起動中に、*Shift* キーを押しながらコンポーネントをクリックすると、ロックを解除することができます。

### 名称の割り当て

配置したパッケージに名称を割り当てるため、コマンドツールバーのNAMEアイコンをクリックします。

カーソルを最初に配置したDIL14の基準点(十字の印)付近に移動させ、マウスをクリックします。すると、ポップアップウィンドウが表示されます。 *New name:* 欄に、

IC1 ←


と入力すると、指定した名称(IC1)がパッケージに割り当てられます。この手順を繰り返し、残りのパッケージにそれぞれ、IC2, R1, R2と名称を付けます。

なお、以下の例のように、コマンドラインでオブジェクトの名称の変更をすることも可能です。

NAME R22 R2 ←

この場合、オブジェクト名はR22からR2に変更されます。


### 値の割り当て

コンポーネントに値を割り当てるには、コマンドツールバーのVALUEアイコンをクリックします。カーソルをIC1の基準点に移動させ、マウスをクリックします。表示されるポップアップウィンドウの *New value:* 欄に、

CD4001 ←

と入力すると IC1 の値は *CD4001* となります。VALUEコマンドを使って、IC2に*CD4002*、R1に*100k*、R2に*22k*をそれぞれ割り当てます。

### シグナルの定義

次のステップで、SIGNALコマンドを使って、エアワイヤー(電氣的接続を示す直線)の状態になっている信号線に対してシグナルを定義します。まず、2つのICに電源を接続します。SIGNALアイコンをクリックし、コマンドラインに

GND ←


と入力します。IC1のパッド(IC1の7番)をクリックした後、カーソルを IC2の7番パッドに移動させてダブルクリックし、GNDシグナルエアワイヤーの接続を完了させます。これで、上記した2つのパッドは、GNDシグナルに接続されています。

次にVCCを接続します。コマンドラインに

VCC ←



と入力し、IC1の14番パッドをクリックした後、カーソルを IC2の14番パッドに移動させてダブルクリックし、VCCエアワイヤーの接続を完了させます。

同様の手順で他のシグナルも定義します。

信号の名称を特に設定する必要がなければ、パッドをクリックしてシグナルを引き始め、ダブルクリック(またはストップアイコン  をクリック)して結線を完了させます。その場合、EAGLE では自動的にシグナル名が割り当てられますが、後でNAMEコマンドを使ってその名称を変更できます。

**EAGLE用語:** パッド(Pad)とは、(レイアウトエディタで)一般的なスルーホール部品のスルーホール端子を指します。ピン(Pin)は、(回路図で)部品を表すシンボルの接続点を指します。SMDsは、表面実装部品(SMD: Surface Mount Device)の接続端子を指します。

フォワード&バックアノテーションが機能していない状態であれば、エアワイヤーをDELETEコマンドで削除できます。フォワード&バックアノテーションが機能している状態で目的の信号を削除するには、回路図の対応するネットを削除する必要があります。

いずれの場合でも、UNDO  (F9) と REDO  (F10) は機能します。

### ネットクラスの設定

CLASSコマンド(⇒ *Edit/Net classes...*)で、特定の信号線の扱い方を定義することができます。

*Width* はトラック幅(基板での線幅)の最小値を定義します。

*Clearance* は他のネットクラス信号線との最小間隔(クリアランス)を定義します。

*Drill* はビア用ドリルの最小径(直径)を定義します。

例えば、電源線は、(大電流のため)太い配線が必要な場合があり、(高電圧のため)間隔を空けて配線する場合もあります。オートルータ・フォローミールータでも、これらの値を使用しています。

すべてのプロパティの初期設定値は0です(クラス設定をしない場合)。この場合、基板設計ルールで設定した値が、すべての信号線に対して適用されることになります。

基板設計ルールとネットクラスの両方で値を設定した場合、双方のうちいずれか大きい(条件が厳しい)方が採用されます。各信号線の間隔に、それぞれ別の値を設定する必要がある場合、ネットクラスウィンドウで“ >> ” ボタンをクリックして、クリアランス行列(*Clearance Matrix*)で設定します。


サンプルファイル *hexapodu.brd* では、多くのネットクラスを定義しています。

### 回路図からの基板作成

回路図エディタと回路図をお持ちの場合は、ほんのわずかな手順だけで、前の章で行ったような多大な苦勞をせずに、同様の結果を得ることができます。


たとえば、回路図があれば、各パッドやSMDsがエアワイヤーで正しく配線され、コンポーネントの名称と値はすでに設定済みになっています。

## 基板ファイルの作成

回路図ファイル *demo1.sch* を読み込み、BOARD アイコン  をクリックします。


このコマンドで、読み込んだ回路図ファイルと同名の基板ファイル(*demo1.br*)を作成します。ダイアログボックスで、“*Create from schematic?*”と質問されますが、*Yes* をクリックしてください。ディスプレイ全体を編集に使うため、レイアウトエディタウィンドウを最大にしてください。


まず、基板の外形線を描くことをお勧めします。外形線は、レイヤ 20 (*Dimension*) に WIRE コマンドで線を引いて描きます。


WIRE アイコン  をクリックし、パラメータツールバーのリストボックスで描画レイヤを“20 *Dimension*”に変更して、*Width* コンボボックスで線幅を 0 に指定します。座標原点 (0,0) でマウスをクリックし、マウスを移動して、基板外形線上の点を次々に指定してください (長方形の場合は、対角線と原点をそれぞれ指定)。基板の外形線は、出発点で始まり、出発点で終了させる必要があります。最後は原点 (0,0) にカーソルを戻し、ダブルクリックで終了させます。

フリーウェア (ライトエディション) とフリーミアムライセンスの場合は、基板外形が最大で 100mm x 80mm に制限されていますので、注意してください。この制限を超えて、基板外形線を描き入れることはできません。(なお、プロフェッショナルエディションでは最大 3810mm x 3810mm、スタンダードエディションでは最大 160mm x 100mm となっております。)

## 部品の整列


Window-Fit アイコン  をクリックし、図面をウィンドウのサイズに合わせます。各部品は、基板の左側に配置されています。


MOVE アイコン  をクリックし、中央付近にある最も大きい IC をクリックして、マウスカーソルを基板外形線の内側へ移動させます。部品とエアワイヤーは、カーソルについたままとなります。部品を回転させるには、マウスを右クリックします。部品の位置を指定するには、マウスをクリックします。この方法で、部品をすべて基板の適当な位置に配置してください。

コンポーネントを移動させる他の方法として、部品の名称を指定する方法があります。MOVE アイコン  をクリックして、コマンドラインに以下のように入力します。

JP1 ←

すると、この部品はマウスカーソルについた状態になります。


一度配置した部品の位置を動かせないようにするには、LOCK コマンド  を使用します。


RATSNest アイコン  をクリックすると、エアワイヤーが最短の接続になるように、基板の配線経路を計算します。部品配置を再検討したい場合 (最短経路か、配線の束がもつれていないかなど) は、再度このコマンドを実行してください。




EAGLE では、BOARD コマンドで基板ファイルを作成する際に、基板外形線の左側の外 (*x* 軸上で負座標空間) にすべてのコンポーネントを配置します。この場合のみ、(例えばライトエディションでは、100mm x 80mm の) 制限エリアの外側に部品を配置することができます。基板レイアウトの手動配線、またはオートルータ・フォローミルータを使用する際には、すべてのコンポーネントをこの制限エリアの内部に移動させる必要があります。



## オートルータ: 小規模なサンプル

オートルータ(自動配線)の小規模なデモを見るには、コマンドツールバーのAUTOコマンドアイコンをクリックします。必要に応じて、より細かいルーティンググリッド(初期設定時 50 mil)を設定し、OK ボタンをクリックします。


部品配置に問題がなければ(ステータスバーに終了メッセージが表示され)、すぐに終了します。時間がかかりすぎるようであれば、ストップアイコンをクリックして、オートルータを中断します。中断を確認する質問 “Interrupt?” に対し、Yes をクリックしてください。

自動配線の結果に満足できない場合、RIPUPアイコンをクリックして配線をやり直します。エアワイヤー(電氣的接続を示す直線)から変換した個々の配線を再びエアワイヤーに戻す場合、それぞれのトラックセグメントをクリックしてください。選択したセグメントがエアワイヤーに戻ります。そのエアワイヤーをもう一度クリックすると、信号経路全体がエアワイヤーに戻ります。すべての配線をエアワイヤーに戻すには、RIPUPアイコンをクリックし、次に信号機アイコンをクリックします。Ripup all signals? と質問が表示されたら Yes をクリックします。

既に配線済みのトラックがあるかないかに関係なく、いつでもオートルータを起動することができます。通常、電源線や重要な信号線を、手動で配線してからオートルータを起動します。オートルータを起動する前に行った配線は、それ以降変更されることはありません。

片面配線基板を作成するには、レイヤ41(tRestrict) に基板全体を囲むように、RECTコマンドで禁止領域を描いてください。

## 手動配線


ROUTE コマンドで、エアワイヤーを実際の配線に変換します。

まず、コマンドツールバーのROUTEアイコンをクリックします。

次に、エアワイヤーの始点をクリックするか、コマンドラインでシグナル名を指定します。配線の始点は、実際のマウスカーソル位置の直近グリッドになります。

パラメータツールバーを使って、導体の幅(線幅: Width)やオブジェクトレイヤなどのプロパティを指定できます。一度設定したトラック(実際の配線)幅は、再度値を設定しなおすまで保持されます。

エアワイヤーが、既に配線が完了したトラックと接続されていて、そのトラック幅と異なる線幅を設定している場合で、配線が完了しているトラック幅を維持しながら配線を延長するには、Shiftキーを押しながらエアワイヤーをクリックしてください。

全ての数値は、現在 (GRIDコマンドで) 設定しているグリッドの単位に依存します。

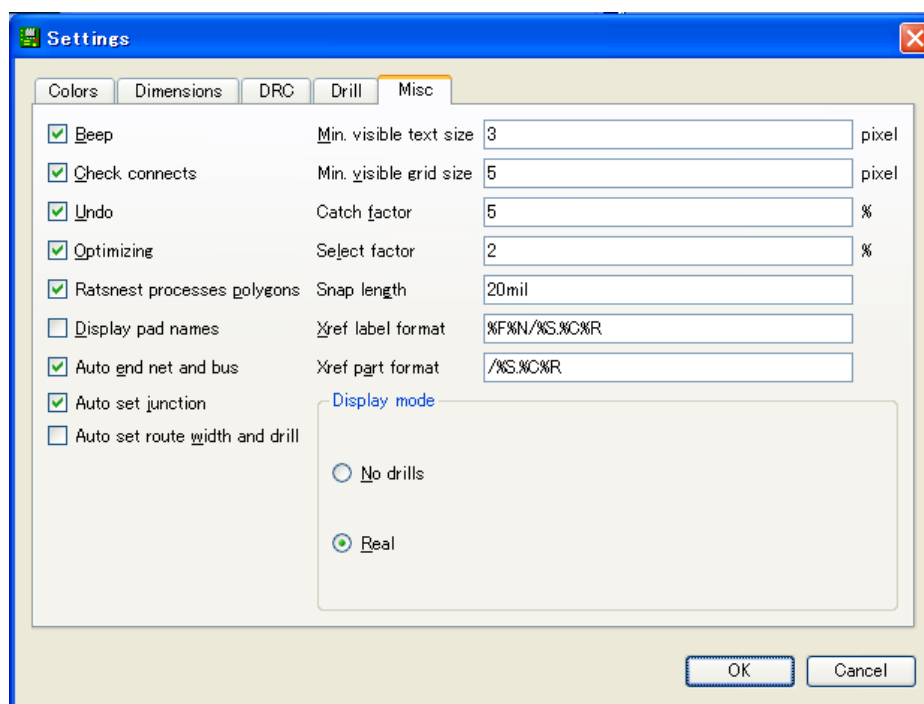
カーソルを移動させ、右クリックで配置するトラックセグメントの向きを変更し、クリックで現在のセグメントを実際に配置します。マウスをダブルクリックすると、現在のカーソル位置で信号線の配線を終了させます。まだROUTE コマンドは起動中なので、そのまま別のエアワイヤーの配線を行うことができます。


エアワイヤーの配線中に、右クリックでトラックセグメント間の屈曲モードを変更することができます。各種の屈曲モードを試してみてください。円弧のトラックを配線することもできます（詳しくは、パラメータ *Wire\_Bend*、SET コマンドをご覧ください）。2つのフォローミーモード（屈曲モード8番と9番）は、パラメータツールバーでのみ設定できますが、これについては次のセクションで説明します。

配線作業中に描画レイヤを変更すると、それ以降のワイヤーセグメントは、変更したレイヤに書き込まれます。レイヤ変更に必要なビアは、自動的に形成されます。

同じ信号線に属する配線であっても、他のレイヤにある配線と同じ位置で配線を終了させる場合には、ビアは自動的に形成されません。ビアを配置するには、*Shift* キーを押しながら配線を終了させてください。

配線中に、同じシグナル名の導体（銅箔部分やパッドなど）を移動させた場合、信号線接続の最短距離がリアルタイムで計算され、直線（エアワイヤー）で表示されます。配線中に、パッドやSMDsなどの付近をクリックすると、そのパッドやSMDsに配線が接続されてしまいます。これは、EAGLEのマグネティックパッド機能というもので、配線とパッドやSMDsの中心点との直線距離が、キャッチ半径（*Snap length*）で設定した長さより小さい場合に自動的に配線を行います。キャッチ半径（*Snap length*）は、⇒*Options/Set/Misc* で表示されるSettingsダイアログのMiscタブにある *Snap length* パラメータで設定します（下図）。





ワイヤー（トラック）の接続部を面取り・角丸め処理する場合は、MITER コマンド  を使います。変更部分は直線または円弧になります。直線にするか円弧にするかについては、MITER コマンドの *radius* パラメータで設定します。


この *Miter radius* パラメータ設定は、ワイヤーの屈曲モードにも影響します。詳細は、MITER, SET, WIRE コマンドのヘルプをご覧ください。






## フォローミールータ

ROUTEコマンドには、屈曲モード8と9の2種類(フォローミーモード)があります。これらのモードを選択した場合、選択したエアワイヤーの配線経路選択が完全に自動化され、可能な限り適した経路に配線(トラック)が移動します。マウスカーソルの位置で、配線経路のコースを指示します。フォローミールータを使用すると、クリックしたパラメータツールバーのアイコンに従って、パーシャルモード(モード8)  またはフルモード(モード9)  のどちらかで動作します。

フォローミールータは、オートルータモジュールを利用できる場合に限り、使うことができます。

 パーシャルモードでエアワイヤーを選択すると、配線パターンは現在のマウスカーソルの位置からエアワイヤーの終点まで計算され、画面に表示されます。マウスを動かすと、フォローミールータが瞬時に配線経路を再計算して、新たな配線経路を表示します。配線経路は、マウスの動きに追従します。表示された結果を採用するには、マウスをクリックしてください。まだ未配線部分(エアワイヤー)が残っていますので、配線を継続するエアワイヤーにカーソルを移動させます。すると、フォローミールータが残りの部分を計算します。

 フルモードでは、フォローミールータは配線経路全体を計算します。エアワイヤーをクリックすると、マウスカーソルの位置からエアワイヤーの両方向に、配線経路を計算します。

フォローミールータは、基板設計ルールとネットクラスの設定条件に従って計算を行います。配線経路の計算条件を、*Autorouter Setup* ウィンドウの *General* タブと *Follow-me* タブで設定できます。このウィンドウを開くには、ROUTEコマンドの起動中に、パラメータツールバーの *Follow-me parameters* アイコン  をクリックします。このアイコンは、ROUTEコマンドでフォローミーモードを選択した場合にのみ表示されます。なお、*Autorouter Setup* ウィンドウは、コマンドツールバーの *AUTO* アイコン  をクリックしても表示されます。



レイアウトエディタのグリッド設定は、同時にルーティンググリッド(配線用グリッド)となります。トラック幅、ビアのドリル径、導体(銅箔パターン)を配置するレイヤについては、パラメータツールバーで直接指定してください。










フォローミールータの詳細については、ROUTEコマンドについてのヘルプと、EAGLEマニュアルをご覧ください。

ライトエディション(フリーウェア版)では、レイヤが2層(両面基板)までに制限されているため、ブラインドビアと埋め込みビア(基板内部のレイヤからのメッキスルーホール)をサポートしていません。

## 基板の変更

基板レイアウトの仕上げ作業を行うため、基板のレイアウトを後で変更することもできます。たとえば、以下のような作業ができます。

◆ MOVE  と SPLIT  コマンドで、ワイヤーセグメントや部品の移動と再配置

- ◆ RIPUPコマンドで、トラック(配線済みパターン)をエアワイヤーに戻す
- ◆ DELETEコマンドで信号線の削除(フォワード&バックアノテーション無効時のみ)
- ◆ CHANGE PACKAGE  (コマンドラインでは“PACKAGE ←”)またはREPLACEコマンドで、パッケージバリエーションを変更することができます。*demo3.brd* の例では、IC1のパッケージをSMDパッケージからスルーホールパッケージに変更できます。
- ◆ 基板設計ルールの変更(たとえば、Restrainingの設定など)
- ◆ SMASH コマンドで、コンポーネントの文字を移動、回転、変更
- ◆ MITER コマンドでワイヤーの接続部を面取り・角丸め

## レイアウトエディタ活用法

このセクションでは、配線が完了したデモ用基板を修正してみます。ファイル *demo2.brd* を読み込み、エディタウィンドウを拡大してください。

以降に説明するいくつかの重要なコマンドを繰り返し使用します。


### DISPLAY コマンド



場合により、特定の情報を非表示にしたほうが、基板レイアウトが見やすくなります。

DISPLAYアイコンをクリックします。次に、基板上面のシルクスクリーンの情報を表示する、レイヤ 21 (*tPlace*)、レイヤ23 (*tOrigins*)、レイヤ25 (*tNames*)、レイヤ27 (*tValues*)、レイヤ51 (*tDocu*) の選択をマウスクリックで解除してください。

この変更を実行するには、*Apply* ボタンか *OK* ボタンをクリックして、Displayメニューを終了させます。

ある特定のレイヤの組み合わせに対して、ユーザー定義の名称(*Alias*)を定義することができます。このようにすると、ある特定のレイヤの組み合わせから、別の組み合わせに簡単に切り替えられるようになります。それには、DISPLAYアイコンを右クリックし、ポップアップメニューの *New..* をクリックして、表示されるダイアログボックスに適当な名称を入力してください。すると、次にDISPLAYアイコンを右クリックすると、先ほど定義した名称が表示されるようになります。詳細については、DISPLAYコマンドのヘルプをご覧ください。

### MOVE コマンド



MOVEコマンドを使って、ワイヤー(線や信号線)の移動ができます。ワイヤーセグメントの先端付近を選択すると、ワイヤーの端点だけが移動します。*Ctrl* キーを押しながらワイヤーの先端を選択すると、その端点は現在使用中のグリッド上の点に移動します。

ワイヤーセグメントの中央付近を選択すると、ワイヤーを平行移動できます。*Ctrl* キーを押しながらワイヤーを選択すると、ワイヤー形状を円弧に変更できます。

ビア(メッキスルーホール)を移動することもできます。ビアを移動すると、ビアに接続されている配線パターンも一緒に移動します。

レイヤ 23 (*tOrigins*) が表示されている場合にのみ、レイヤ 1 (*Top*) に配置した部品を移動できます。同様に、レイヤ 16 (*Bottom*) に配置された部品については、レイヤ 24



(*bOrigins*) が表示されている必要があります。

MOVEコマンドの起動中は、マウスの右クリックでオブジェクトを90度、またはパラメータツールバーのコンボボックスで指定した角度で、回転させることができます。

*Spin* フラグ（レイアウトエディタのみで有効）で、180度回転させたテキストを天地逆に表示するか、普通に読めるように表示する(初期設定)かを決定します。この設定は、ROTATEコマンドでも機能します。

ステータスバーには、MOVEコマンドで選択したオブジェクトの情報が表示されます。

## GROUP コマンド

 EAGLEのコマンドで、最も便利なものの一つがこのGROUPコマンドです。複数のオブジェクトを同時に選択することができ、そのプロパティを一度に変更したり、移動、回転、左右反転させたりできます。このコマンドを起動するには、GROUPアイコン  をクリックし、マウスの左ボタンのクリックで、目的のオブジェクトの周囲を多角形で囲み、右クリックで多角形の範囲指定を終了させます(このとき、POLYGONコマンドは使用しません)。選択したオブジェクトは、画面上で強調表示されます。

なお、マウスを左クリックしたままドラッグして、グループの領域を長方形で囲んで指定する方法もあります。


コンポーネントがLOCKコマンドでロックされていない限り、GROUP ALLコマンドで、表示されているレイヤのオブジェクトを全て選択します。


GROUPコマンドの起動中に、*Shift* キーを押しながらオブジェクトをクリックすると、そのオブジェクトは既存のグループに追加されます。

GROUPコマンドの起動中に、*Ctrl* キーを押しながらオブジェクトをクリックすると、そのオブジェクトを既存のグループに追加または既存のグループからの除外を、交互に切り替えることができます。


表示されているレイヤのオブジェクトだけが選択できますので、ご注意ください。レイヤ 23 (*tOrigins*) が表示されていれば、表面(レイヤ 1 (*Top*))のパッケージを選択することができ、レイヤ 24 (*bOrigins*) が表示されていれば、裏面(レイヤ 16 (*Bottom*))のパッケージを選択することができます。レイヤの表示・非表示を切り替えるには、*DISPLAY* コマンドを使用してください。


ここで、MOVEコマンドを起動し、カーソルに先ほど定義したグループを付けるには、マウスを右クリックしてください。これで、グループ指定したオブジェクトをすべて同時に移動させることができます。同時に、右クリックでグループを反時計回りに指定した角度で回転させることができます。また、*Shift* キーを押しながら右クリックすると、グループを時計回りに回転させます。なお、回転角度の初期設定値は、90° です。回転角度を変更するには、パラメータツールバーの *Angle* 欄に回転させる角度を直接入力してください。移動させたグループの位置を確定するには、もう一度マウスを左クリックしてください。

GROUPコマンドでグループが定義されていれば、グループに含まれるオブジェクトの属性は、CHANGEコマンドで一括して変更することができます。複数のワイヤー(トラック)を含むグループを選択してから、コマンドツールバーのCHANGEアイコン、Width、0.032を順にクリックしてください。その後、Ctrl キーを押しながらエディタウィンドウで右クリックしてください。すると、グループに含まれるトラックの線幅は、すべて0.032インチに変更されます。(※ Ctrl キーを押さないと、カーソル付近にあるオブジェクトのプロパティを表示してしまいます。)



UNDO  を使用すると、操作を元に戻すことができます。

## SPLIT コマンド

 SPLIT コマンドで、ワイヤー(トラック)に屈曲部を追加します。



コマンドツールバーのSPLITアイコンをクリックします。  
次に、目的のワイヤーセグメントをクリックします。

屈曲部を移動させると、長い方のセグメントは直線のままで、短い方のセグメントが分割されます。分割された2つのセグメントの角度はマウスの右クリックで設定します。るには、必要に応じてマウスを何度か右クリックして、目的の屈曲形状を指定してください。

マウスを左クリックして、ワイヤーセグメントの配置を確定します。残ったワイヤーセグメントは、カーソルに付いた状態になります。このようにして、基板のトラック経路を簡単に再配置できるようになります。トラックの位置変更は、MOVEコマンドやRIPUPコマンドを使って行ってください。

EscキーまたはSTOPアイコンでコマンドを中断できます。


## CHANGE コマンド

 線幅の変更や、トラックのレイヤ移動には、CHANGEコマンドを使用します。線幅を変更する場合は、CHANGEアイコンをクリックし、ポップアップメニューのWidthをクリックして、表示されるリストの中から指定する線幅の数値をクリックしてください。

線幅を変更するには、目的のワイヤーセグメントにカーソルを移動して、マウスをクリックします。リストに無い値、例えば0.23インチに幅を変更したい場合、最下段の“...”をクリックします。すると、数値を入力するポップアップが表示されますので、“0.23”を入力してください。

コマンドラインを使って、線幅の変更を行うこともできます。その場合、  
CHANGE WIDTH .23 ←  
とコマンドラインに入力し、ワイヤーセグメントをクリックしてください。

ワイヤーセグメントを別のレイヤに移動するには、以下のように操作します。

- ・CHANGEアイコンをクリック
- ・Layer..をクリック
- ・変更先のレイヤをクリック
- ・目的のワイヤーセグメントをクリック

配線を接続するためにビア(Via)が必要な場合は、EAGLEで自動的にビアを挿入します。また、ビアが不要になった場合には、自動的に削除されます。

## ROUTE コマンド



ROUTEコマンドを使って、エアワイヤーをトラックに変換します。マウスクリックで、ワイヤー(トラック)セグメントの位置を確定します。信号線全体の配置が完了するまで、マウスで方向を変えたり、次のセグメントを確定したりできます。


このセクション55ページの、「手動配線」の項もあわせてご覧ください。

## RIPUP コマンド




すでに配線が完了したトラックを、再びエアワイヤーに戻すには、コマンドツールバーのRIPUPアイコンをクリックしてください。その後、たとえばGNDとVCCをエアラインに戻す場合は、コマンドラインに、以下のとおり入力します。

GND VCC ←

この操作を元に戻すには、F9 キー(またはUNDO )を2回押してください。

上の例とは反対に、GNDとVCC以外の全ての信号線をエアワイヤーに戻すには、RIPUPコマンドを起動後、次のように入力します。

! GND VCC ←

すると両方の信号が強調表示されます。次に、信号機のアイコン  (Goアイコン)をクリックしてコマンドを実行してください。

以下のように、コマンドラインにセミコロンをつけて入力すると、コマンドをすぐに実行することができます(信号機のアイコンクリックが不要になります)。

! GND VCC ; ←

## SHOW コマンド



SHOW コマンドを使うと、エアワイヤー、ワイヤー、部品を強調表示します。ズームフィットアイコン、SHOWアイコンを順にクリックします。IC1を見つけるため、コマンドラインに以下のように入力します。

IC1 ←

ステータスバーには、選択したオブジェクト(IC1)の情報が表示されます。

小さいオブジェクトを選択すると、目的のオブジェクトが強調表示されていても、見つけることが困難な場合があります。そのような場合には、SHOWコマンドに“@”オプションを使って、コマンドラインに以下のように入力してください。

SHOW @ IC1 ←

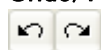
すると、オブジェクト(IC1)が枠線で囲まれ、その位置を指し示す線が表示されます。なお、同時に基板ファイルと整合している回路図ファイルを読み込んでいた場合には、回路図のオブジェクトも同時に強調表示されます(“@”オプション使用時には、枠線も表示されます)。

## 図面の再描画



図面を再描画するにはF2 キーを押すか、Redrawアイコンをクリックします。

## Undo/Redo 機能



これまでの操作は全て、アクションツールバーのUNDO アイコン(F9)で元に戻り、REDO アイコン(F10)で再実行できます。



コマンドラインに、  
UNDO LIST ←


と入力すると、以前に実行した操作のリストが表示されます。これを使うと、特定回数だけ操作を元に戻したり、再実行したりできます。

### 内層 (Inner Layers)

表面、裏面と同様に、基板内層 (Route2...15)にも配線することができます。


ライトエディション(フリーウェア版)では、内層を使用できません。

### POLYGON コマンドを使った銅箔配置

 ある特定の任意の信号線(通常はGNDかVCC)に接続した領域を銅箔で塗りつぶす際、電位が異なる他の信号線との間隔(ユーザー定義可)を維持するように、銅箔領域を指定することができます。はんだ付けがしやすいように、銅箔領域内のパッドは、サーマルシンボル(はんだ付けの際に、熱が銅箔に奪われるのを防ぐために用いる銅箔スリット)を介して接続されます。このような領域(ポリゴン)を定義するには、POLYGON コマンドを使う必要があります。電位が異なる複数のポリゴン(多角形)を同一のレイヤに作成したり、複数のレイヤにポリゴンを配置したりできます。

試しに、基板の表面(レイヤ1 (Top))をGNDシグナルで埋めてみることにします。もう基板ファイル *demo2.brd* を読み込み、ウィンドウを広げて、GNDシグナルをいったん基板から外します。コマンドラインに、以下のとおり入力してください。

RIPUP GND ←

DISPLAY コマンド  で、レイヤ1 (Top)、17 (Pads)、18 (Vias)、20 (Dimension) を表示させます。まず、それ以外のレイヤを非表示にするため、Displayダイアログ(26ページ参照)の *None* ボタンをクリックします。それから、上記各4つのレイヤ番号をクリックし、*OK* ボタンをクリックしてください。

コマンドツールバーのPOLYGON アイコン  をクリックし、GNDポリゴンを定義するため次のように入力します。

GND ←

ポリゴン名は *GND* と定義され、GNDシグナルに接続しています。

パラメータツールバーのコンボボックスから *Top* レイヤを選択します。次に、

- ・基板の左上隅をクリック
- ・右上隅をクリック
- ・右下隅をクリック
- ・左上隅をダブルクリック

の順で操作します。ダブルクリックでポリゴンを閉じます。

ポリゴン(多角形)の輪郭線は、点線のアウトラインで表示されます。

銅箔部分の領域の計算を始めるには、RATSNestアイコン  をクリックします。

非常に複雑な操作を行うため、このプロセスは時間がかかる場合があります。前述の通り、GNDシグナルに属するパッドは、サーマルシンボルを介して接続されます。次のコマンドでそれを確認できます。

SHOW GND ←


基板ファイルを読み込んだ直後では、ポリゴンは点線のアウトラインで表示されます。*RATSNEST*コマンドを実行してはじめて、銅箔で塗りつぶされた領域が表示されます。反対に、*RIPUP*コマンドを実行し、ポリゴンの銅箔部分の端をクリックすると元に戻ります。

POLYGONコマンドの詳細についてはヘルプをご覧ください。


## 16 オートルータ

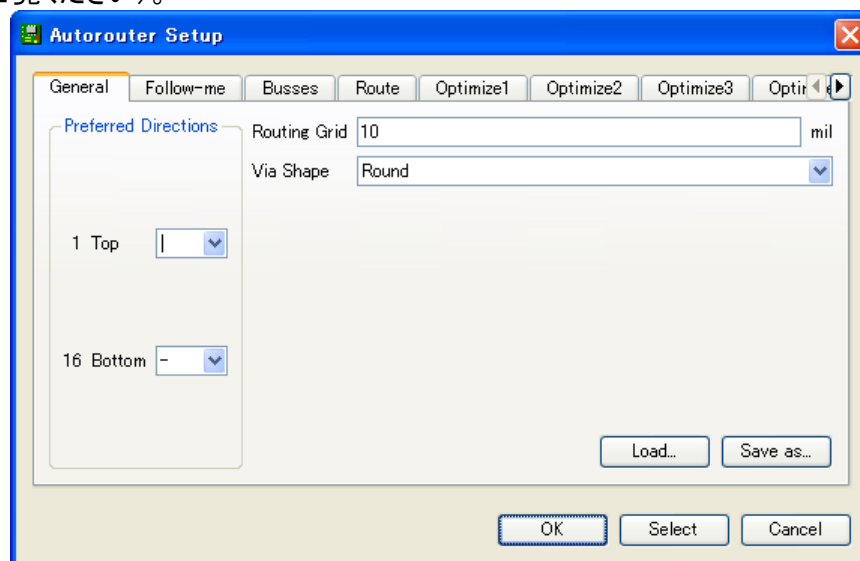
オートルータを使って、すべてお客様の希望通りの基板が作れるわけではありません。しかし、オートルータをうまく使えば、退屈な配線作業を大幅に削減することができます。この章では、手動配線と自動配線を互いに組み合わせた簡単な例を紹介します。

基板ファイル *hexapodu.brd* を読み込みます (¥projects¥examples¥tutorial¥ディレクトリ)。

まず、部品を非表示にする (パッドと配線だけを見やすくする) ため、DISPLAY コマンド  で、レイヤ 21 (*tPlace*)、23 (*tOrigins*)、25 (*tNames*)、27 (*tValues*)、51 (*tDocu*) をそれぞれ非表示にします。

この基板では、AC1、AC2 の 2 つの信号線が手動で配線されています。また、レイヤ 41 (*tRestrict*)、42 (*bRestrict*) の長方形領域内は、オートルータの禁止領域として設定されています。オートルータでは、レイヤ 1 (*Top*)、2 (*Bottom*) でそれぞれの領域内を通過する配線は行われません。部品 B1 は、レイヤ 43 (*vRestrict*) に描かれた禁止領域に配置されています。これは、オートルータでは、その領域 (部品 B1 の下) にビアを配置しないことを意味します。

コマンドツールバーの AUTO アイコン  をクリックし、オートルータを起動します。すると、個々の設定を入力するダイアログメニュー (下図) が表示されます (詳しくは、EAGLE マニュアルとヘルプをご覧ください)。



EAGLE のインストール方法によって、このジョブを実行する権限がない場合があります。その場合、コンピュータのシステム管理者に連絡を取るか、EAGLE フォルダのコンテンツを、完全なアクセス権限のあるプライベートフォルダにコピーしてください。

*hexapodu.brd* の場合は、ルーティンググリッド (上図 Autorouter Setup ダイアログの General タブにある *Routing Grid* の値) を 10 mil (0.254 mm) に設定する必要があります。

この例では、Load.. ボタンをクリックし、制御ファイル *hexapodu.ctf* からオートルータの変数を読み込むこともできます。



今回は、未配線の信号線全てを配線するため、OK をクリックしてください。

オートルータのパラメータ設定を変更する必要がない場合は、コマンドラインから以下とおりに入力することで、オートルータを起動できます。

```
AUTO; ←
```



このようにセミコロン“;”をつけると、ダイアログメニューは表示されません。

ステータスバーに表示されるメッセージをご確認ください。何パーセントの配線が完了したか、ビアをいくつ配置したかといった現時点で必要な情報が表示されます。ビアの数は、最適化を実行すると少なくなることがわかります。

オートルータを中断するには、STOPアイコン  をクリックします。

配線プロセスの履歴は、ファイル *hexapodu.pro* に記録されます。ファイルの内容をご覧になるには、テキストエディタを使ってください。

オートルータで配線した基板は、他の基板と同様に再編集することができます。

配線結果が100 %未満の場合、RIPUPコマンド  で配線を外したり、MOVEコマンド  で配線を移動させたりして、残ったエアワイヤーを手動で配線することができます。配線済みのトラックを、元のエアワイヤーに戻したい場合、たとえばシグナル名AC1、AC2以外をエアワイヤーの状態にすには、以下のようにコマンドラインに入力します。

```
RIPUP ! AC1 AC2 ←
```

オートルータは、基板設計ルール (⇒ *Edit/Design Rules, Sizes* tab, *Minimum width*) で指定した線幅で配線します。CLASSコマンドでネットクラスを定義した場合、(基板ファイル *hexapod.brd* の例のように) オートルータはその値も考慮します。この例の場合は、どちらかの大きい方の値に従います。


オートルータの禁止領域を定義するには、表面(レイヤ1 (*Top*))に対してはレイヤ41 (*tRestrict*)を、裏面(レイヤ2 (*Bottom*))に対しては レイヤ42, (*bRestrict*)を使用します。

レイヤ43, *vRestrict* の禁止領域は、オートルータのビア配置を禁止します。

オートルータでは、配線済みのパターン(トラック)を移動させることはできません。


## 17 基板設計ルールチェック

基板レイアウト設計を始めるために必要な、電気回路ルールについては既にご存知なものとします。また、基板製造元に問い合わせる確認事項についても、同様に解決済みとします。このような基板設計基準に関するパラメータは、DRCダイアログで設定します。


DRCアイコンをクリックして、初期設定値を確認または変更します。各パラメータのタブ (*Restricting* タブなど) をクリックすると、それらのパラメータに関する図が表示されます。

基板設計ルールを保存するためには、*Apply* をクリックします。*Cancel* はダイアログボックスを閉じ、*Check* で基板設計ルールチェックを開始します。*Select* ボタンで、基板の特定の領域だけを指定して、チェックすることもできます。その場合、チェックしたい領域を囲む矩形をマウスでドラッグするだけです。

回路基板設計の最後のステップが、この基板設計ルールチェック(DRC) です。ここで、設計した基板が、ユーザーが定義した一定の基板設計基準に適合するかどうかをチェックします。

基板ファイル *demo3.brd* を読み込んでください。チェックを開始するため、コマンドツールバーのDRCアイコンをクリックします。すると、基板設計ルールを設定するためのダイアログメニューが開きます。*Check* をクリックして、DRCを開始します。

ステータスバーに、現在のDRCメッセージが表示されます。チェックが終わると、ステータスバーに“DRC: No errors”と表示されます。これは、チェックした基板が、設定した基板設計基準をすべて満たしていることを意味します。

ここで、MOVEコマンドを使って、適当な赤いトラックを選択し、別の赤いトラックと(故意に)交差するように移動させてください。コマンドラインに以下のとおり入力して、DRCをもう一度開始します。

DRC; ←

セミコロン“;”をつけると、DRCメニューを表示せずに、すぐにコマンドを開始します。

すると、すぐにステータスバーにエラーの数が表示されます。また、DRCエラーリストを表示する *DRC Errors* ウィンドウが自動的に開きます。

エントリの一つを選ぶと、基板に対応するエラーの場所が表示されます。エラーはいわゆるエラーポリゴンでマークされます。エラーを許容できると思われる状況もあるかもしれません。そのような場合、*Approve* (承認) ボタンをクリックしてください。承認したエラーのエラーポリゴンは表示されなくなります。

エラーを修正すると、修正した箇所を *Processed* (処理済み) として記録することができます。リストからエラーを完全に削除するには、*Clear* ボタンをクリックしてください。

削除できない基板オブジェクトは、DRCが表示したエラーポリゴンである可能性があります。その場合、DRC *CLEAR* ← で、そのエラーポリゴンを除去することができます。

## 18 ライブラリ

回路や基板で使用するコンポーネント(部品)は、ライブラリに保存されています。ライブラリエディタは、回路図エディタとレイアウトエディタとで、同じユーザーインターフェースを備えています。そのため、特別な知識を必要とせずに、ユーザー自身でコンポーネントを定義することができます。

通常、ライブラリは3つのコンポーネントで構成されています。

- ◆ **パッケージ (Package)** : 基板で使う部品(パッドの配置と形状が定義されている)
- ◆ **シンボル (Symbol)** : 回路図で使う部品(信号線を接続するピンが定義されている)
- ◆ **デバイス (Device)** : シンボルとパッケージを組み合わせた実際の部品


お客様のEAGLEライセンスが回路図エディタ単体、またはレイアウトエディタモジュール単体の場合でも、ライブラリでは完全なデバイス(コンポーネント)を定義することができます。


独自のデバイスを作成した場合、別のライブラリファイルに保存しておくと便利です。そうしておくと、CadSoft社でライブラリのアップデートが提供された場合などに、アップデートした部品だけを簡単に更新でき、独自に作成したデバイスは変更されることはありません。


次に、ライブラリで部品(コンポーネント)を定義する簡単な例をいくつか紹介します。


まず、コントロールパネルのメニューバーから、*File/New/Library* を順にクリックし、新規ライブラリファイルを作成します。これで、ライブラリエディタウィンドウが開きます。


### 抵抗器パッケージの作成

 アクションツールバーのアイコンから、パッケージ編集モードアイコンをクリックします。ウィンドウの *New:* 欄に、パッケージ名 *R-10* を入力します。‘*Create new package ‘R-10’?* (新規パッケージ‘*R-10*’を作成しますか?)’の質問には、*Yes* をクリックします。以後、新規シンボルやデバイスを作成する際に、同様の質問に対しては再度、*Yes* をクリックしてください。

 GRID コマンドを使用して、パッド配置に適切なグリッドサイズを設定してください。一般的なリード部品には、0.05インチ(50 mil)が適切です。

 リード抵抗の場合、パッド(PAD)アイコンを選択し、パラメータツールバーでパッド形状とドリル径を設定します。パッドドリル径の初期設定値は*auto* (自動)です。その場合、最終的な寸法は、基板設計ルールで設定した値を取得します。次に、目的の間隔でパッドを2つ配置します。描画の原点は、回路図エディタでコンポーネントを選択するときの基準点になります。そのため、デバイスの中心付近に原点がくるようにします。

 表面実装(SMD)抵抗の場合、このSMDアイコンを選択し、ツールバーでパッド寸法を設定します。リストに表示される設定済みの値を選択するか、パッドの長さや幅を直接入力することもできます。

たとえば基板の裏側に配置する部品でも、表面（*Top* レイヤ）を選択してください。表面実装部品はMIRRORコマンドを使って裏側の面に配置します。このコマンドで、表面に対応するすべてのレイヤ（*t* で始まるレイヤ名）にあるオブジェクトを、裏面の対応するレイヤ（*b* で始まるレイヤ名）に移動します。



必要な間隔で2つのSMDパッド（EAGLEでは、単に“SMDs”と呼びます）を配置します。マウスを右クリックすると、SMDsを回転させることができます。

丸パッドのSMD（BGAs）を使用するには、まず正方形のパッドを定義し、その後パラメータの真円度を‘*Roundness* = 100 %’に変更します。






NAMEコマンドを使用し、パッドやSMDsに1, 2..といった名称を入力することができます。

しかし多くの連番のパッドがある部品については、以下の手順に従って名称を入力することをお奨めします。

まず、PADコマンド（またはSMDコマンド）を選択して、コマンドラインに最初のパッド名をたとえば‘1’（アポストロフィーを数字の前に入力する）と入力し、順番にパッドを配置します。すると、配置したパッドから順番に連番の名称が自動的につけられます。





WIREコマンドを使って、レイヤ 21（*tPlace*）にシルクスクリーンシンボルを描いてください。このレイヤは、基板にシルク印刷されます。必要に応じて、細かいグリッド間隔を設定してください。

部品設計の詳細情報が書かれている、*library.txt*（*eagle/doc* ディレクトリにあります）ファイルをご覧ください。また、シルクスクリーンに印刷する図形を描くために、ARC（円弧）、RECT（長方形）、POLYGON（多角形）の各コマンドを使用することができます。

レイヤ51（*tDocu*）は、基板に印刷することを意図したものではありませんが、印刷した文書で使いやすいように、グラフィック表現を補完するために使用します。レイヤ21（*tPlace*）では、シルク印刷する図形がはんだ付けする部分にはみ出さないようにする必要がありますが、レイヤ51（*tDocu*）はそのような制限がないため、よりリアルな表現が可能となります。抵抗器の例では、全体のシルエットをレイヤ21（*tPlace*）に描いておき、パッド上に描く線をレイヤ51（*tDocu*）に描くようにします。





TEXTコマンドで、プレースホルダ *>NAME* をレイヤ 25（*tNames*）に、そして *>VALUE* をレイヤ 27（*tValues*）に配置すると、基板に部品を配置する際に、プレースホルダの位置に実際の部品名と値がそれぞれ表示されるようになります。

基板に配置したパッケージに表示されるテキスト（部品名と値）の位置は、SMASHコマンドと MOVEコマンドを使って変更することができます。



これらのテキストは、できるだけベクター（Vector）フォントで書き込んでください。そうすると、実際の基板と、レイアウトエディタでの表示とが完全に同一であることを確認いただけます。



CHANGE コマンドで、線幅・テキストの大きさ・配置したレイヤなどのオブジェクトのプロパティを、オブジェクトを配置した後に変更することができます。

複数のオブジェクトのプロパティを一度に変更したい場合、まずGROUPコマンドでグループを定義します。次に、CHANGEアイコンをクリックし、目的のパラメータや値を選択した後、定義したグループのエリア内でCtrl キーを押しながらマウスを右クリックしてください。

使用例:

GROUPコマンドを使って、両方のパッドを含むグループを定義した後、CHANGEアイコンをクリックし、Shape/square を順に選択します。Ctrl キーを押しながら描画エリアを右クリックします。すると両方のパッド形状が同時に正方形に変わります。

Description をクリックすると、パッケージについての説明文を記入することができます。この説明文とパッケージ名は、ADDダイアログ(34ページ)の検索対象に含まれます。

## 抵抗器シンボルの作成



シンボル編集モードを選択し、シンボル名 R を空欄に入力します。この名称は、このライブラリ内でのみ意味を持ち、回路図には表示されません。

まず、グリッド間隔が 0.1 インチに設定されていることを確認してください。EAGLEプログラムの仕様で、シンボルのピンはこのグリッド上に配置する必要があります。

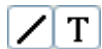


PIN コマンドを選択します。ピンを(左クリックで)配置する前に、パラメータツールバーで、ピンのプロパティを設定することができます。これら全てのプロパティは、CHANGEコマンドを使ってピンの配置後に変更することもできます。

GROUPコマンドでグループを定義した後、CHANGEコマンドを使ってCtrl キーを押しながらマウスを右クリックすると、そのグループのプロパティも変更することができます。ピンのパラメータに関しては、ヘルプをご覧ください。



NAME コマンドで、ピンの配置後にその名称を付けることができます。



WIREコマンドとその他の描画コマンドを使って、回路図シンボルを、レイヤ 94 (Symbols) に描き入れてください。プレースホルダ >NAME、>VALUE は、それぞれレイヤ 95 (Names)、96 (Values) にTEXTコマンドを使って記入してください。それらのプレースホルダは、それぞれ回路図でコンポーネントの名称、値を表示させる位置に配置します。

テキストの位置を微調整する際には、TEXTコマンドが起動中でも、細かいグリッド間隔を設定することもできます。微調整終了後、再び初期設定値の 0.1インチに戻してください。レイヤ 97 (Info)は、追加情報(説明文など)を記入する際に使用してください。ここで記入した説明文は、シンボルエディタの下部にあるDescription(説明文)をクリックすると表示されます。

## 抵抗器デバイスの作成



このアイコンで新規デバイス R-10 を作成します。後でADDコマンドを使って回路図に部品を配置する際に、この名称を使って(このデバイスを)選択します。なお、ここでは(偶然です



が)パッケージ名とデバイス名が同じ名称になっています。

異なったテクノロジーバリエーションやパッケージバリエーションがあるコンポーネントに対しては、デバイス名の中にこれらを識別するプレースホルダ(“\*”と“?”)を使う必要があります。

半角アスタリスク“\*”はテクノロジー名を、半角疑問符“?”はパッケージ名を表します。例えば、7400のような、2種類のテクノロジー(L-, LS-) があるデバイスの場合、デバイス名を *74\*00* と定義してください。パッケージバリエーションの名称は、デバイス名の末尾に自動的に付加されます。パッケージバリエーション名が先頭にあるデバイス名の場合は、例えば、*?74\*00* のように、デバイス名の先頭に半角疑問符“?”を付けてください。

デバイスを編集するには、デバイスエディタウィンドウ右下の *New* ボタンをクリックすると、以前に作成したパッケージのリストが表示されます。この例(抵抗器)の場合は、*R-10* を選択してください。 *New* ボタンをクリックして、デバイスの使用目的に合わせたパッケージバリエーションを追加して定義することができます。

*Prefix* ボタンで、回路作成時に自動的に割り当てられる、部品名のプレフィックスを指定します。抵抗器の場合、わかりやすいように *R* を部品名の先頭に割り当てます。そうしておくと、抵抗器を配置するたびに、自動的に *R1*, *R2*, *R3*..と名称が付けられるようになります。この名称は、NAMEコマンドでいつでも変更できます。

*Value* スイッチで、回路図または基板のデバイスの値を変更できるかどうかを指定します。抵抗器やキャパシタ等の場合、*Value* スイッチは *On* にしておいてください。その他のデバイスでは、*Off* に設定しておくのが無難です。



ADDコマンドを使って、事前に定義した抵抗器のシンボルをデバイス内に配置することができます。

デバイスに、個別に配置できる複数の回路図シンボルがある場合(EAGLEでは「ゲート(gate)」と呼びます)、ADDコマンドでそれぞれのゲートを個別に追加します。

パラメータツールバーのアドレベル(*Addlevel*)を *Next* に、スワップレベル(*Swaplevel*)を0に設定し、原点付近にゲートを配置します。

ゲートのスワップレベルは、ピンのスワップレベルと同様に機能します。その値が0のときは、ゲートが同一デバイス内の別のゲートと交換できないことを意味します。その値が0より大きい場合は、回路図でそのゲートが別のゲートと交換できる(同種でかつ同じ数値のスワップレベルの場合)ことを意味します。この設定に必要なコマンドはGATESWAPです。



NAMEコマンドで、一つまたは複数のゲート名を変更することができます。

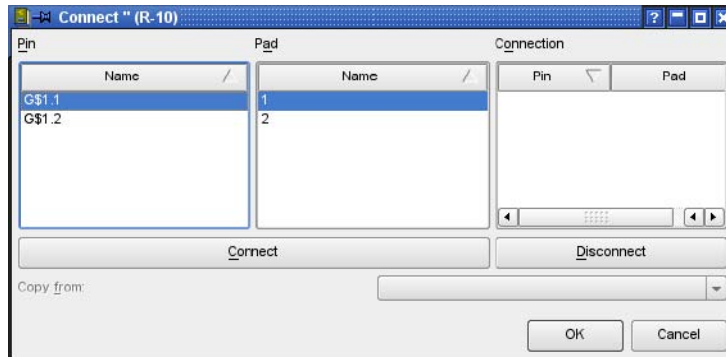
ゲート名は、回路図では表示されませんので、一つのゲートしかないデバイスについては何の役割もありません。デバイスが複数のゲートで構成される場合、回路図に表示されるデバイス名は、コンポーネント名の直後にゲート名を追加した名称になります。

例:

コンポーネント名がIC1で、回路図に配置した各ゲート名を、A, B, C, Dとします。その場合、表示されるデバイス名は、それぞれIC1A, IC1B, IC1C IC1Dとなります。

CONNECT コマンドで、ピンに対応するハウジングパッドを指定します。

指定後、*Connect* ボタンをクリックします。



#### ➤ *Connect* ウィンドウ

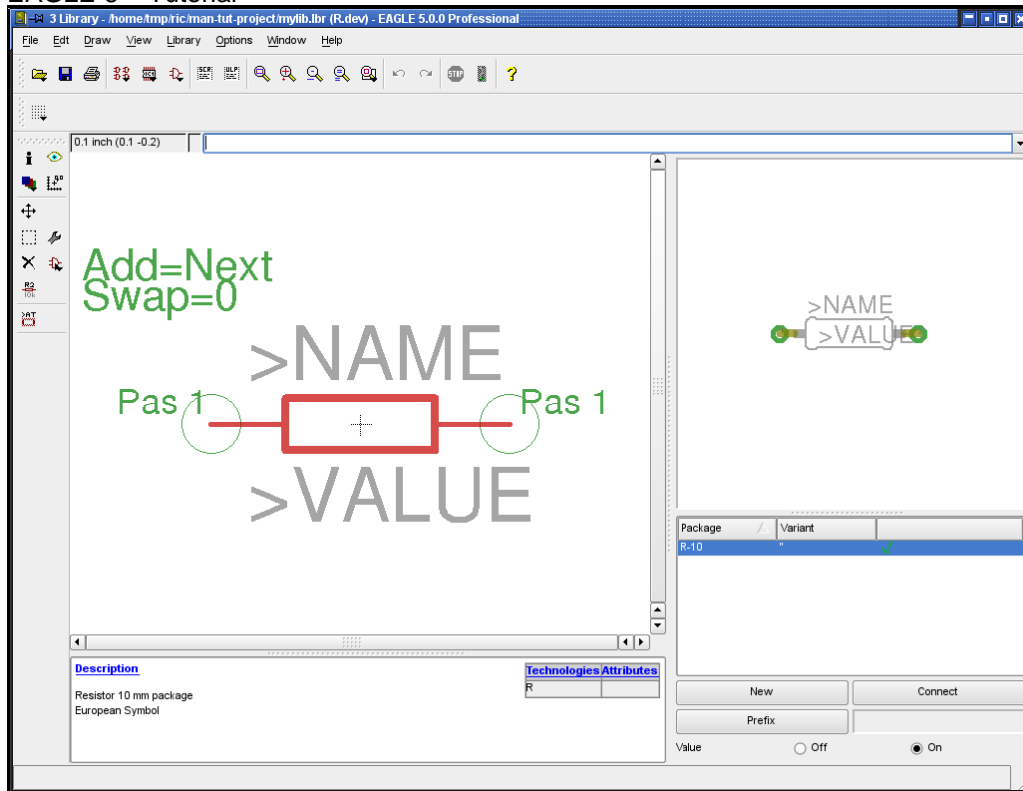
この例では、抵抗ゲートには自動的に *G\$1* と名称が付けられています。そのため、この *Pin* ボックス中では、ピンの名称がそれぞれ *G\$1.1*、*G\$1.2* となっています。

*Pad* ボックスでは、ハウジングの2つの端子が表示されています。対応するピンとパッドをクリックし、*Connect* ボタンをクリックします。接続を取り消す場合は *Connection* ボックスでペアを選択し、*Disconnect* をクリックします。*OK* ボタンでこのダイアログを閉じます。

*Description* をクリックすると、デバイスに関する説明文を入力することができます。コントロールパネルのツリービューでコンポーネントを選択すると、入力した説明文がコントロールパネルに表示されます。また、その説明文の内容は、ADDコマンドでの検索対象にもなります。

これで抵抗器が完全に定義されましたので、回路図に配置して使うことができます。

## EAGLE 6 – Tutorial




### ➤ デバイスエディタ


新規に作成したライブラリは、USEコマンドで最初に読み込ませる必要があります。そうしておかないと、ADDコマンドでそのライブラリのデバイスを選択できません。



## 19 図面と製造データの出力

生産管理や書類作成等の目的で、回路図エディタまたはレイアウトエディタのアクションツールバーにあるPRINTコマンドアイコンを使って、EAGLEの図面を出力することができます。図面出力には、ご使用のOSにインストール済みのプリンタドライバを使用します。その時点でエディタウィンドウに表示されている図面が出力されます。その際、エディタウィンドウに実際に表示されているレイヤ (DISPLAYコマンドで選択可能) が印刷されます。

PRINTコマンドで、直接PDF形式のファイルも作成できます。


CAMプロセッサで、フィルムデータと製造データを作成します。レイアウトエディタのアクションツールバーのアイコンでCAMプロセッサを起動します。


CAMプロセッサは、ユーザー定義可能な、専用のドライバを使用しています。(ディレクトリ `eagle/bin` のファイル `eagle.def` をご覧ください。)

様々なユーザー言語プログラム(ULP)を使用して、請求書、部品一覧表、各種試験装置、フライス盤などのデータを作成できます。個別のULPについての情報は、ULPファイルのヘッダー部分か、コントロールパネルに表示される説明文 (*Description*) をご覧ください。

### PRINT コマンドを使用した回路図出力

回路図 `demo1.sch` を、A4用紙片面1ページ全体にモノクロで標準印刷するとします。

回路図ファイル `demo1.sch` を読み込み、DISPLAYコマンドで印刷するレイヤを選択します。画面に表示されているレイヤはすべて印刷されます。

アクションツールバーのプリンタアイコンをクリックしてください。*Black* (モノクロ印刷)、*Solid* (塗りつぶし)、*Rotate* (90度回転) の各ボックスにチェックを入れます (図面が横長 (landscape) になっているため)。*Mirror* (左右反転) と *Upside down* (180度回転) にはチェックを入れません。

倍率 (*Scale factor*) と枚数制限 (*Page limit*) の両方に `1` を入力します。これは、図面が1枚に収まる限り、倍率を等倍にして図面を出力させる指定になります。図面が1枚に収まらない場合は、倍率が自動的に変更されます。枚数制限を0にした場合、図面は設定した倍率で印刷されます。

プリンタは、*Printer:* リストボックスか、その右側にある“...”ボタンをクリックして選択できます。*Caption* ボックスにチェックを入れると、ファイル名、日付、時刻、図面倍率が記入されたフッターが図面の下 (あるいは横) に印刷されます。

### 文書出力用のイメージファイル作成

EAGLE では、PDFファイルを作成することができます。PRINTダイアログから *PDF..* ボタンを選択し、作成するPDFファイル名を入力してください。


グラフィックイメージファイルを生成するには、EXPORT コマンド (⇒ *File/Export../Image* を順にクリック) で、ファイル名に画像形式を指定します (*Browse..* ボタンをクリックし、「ファイルの種類」を選んでください)。様々な画像形式 (bmp, tif, png など) に対応しており、クリップボードにコピーした画像を直接使用することもできます。

## CAMプロセッサでのガーバーデータ作成

フィルムや製造データを生成する際には、基板を作成するたびに同様の手順が必要となります。この手順はCAMプロセッサのジョブ(Job)で定義することができます。

EAGLEの *cam* ディレクトリにあるファイル *gerb274x.cam* は、両面基板の最も一般的な拡張ガーバーデータの出力を自動化しています。

データを出力する前に、プリント基板メーカーに必要なデータを問い合わせてください。

まず、CAMプロセッサにCAMジョブを読み込ませます。それには、コントロールパネルで *gerb274x.cam* をダブルクリックするか、レイアウトエディタのCAMプロセッサアイコン  をクリックし、ダイアログから *gerb274x.cam* を選択してください(⇒ *File/Open/Job*)。

コントロールパネルからCAMプロセッサを起動し、基板ファイル *demo3.brd* を読み込む場合：

⇒ *File/Open/Board*

を順にクリックし、*demo3.brd* をダブルクリックします。

*Process Job* ボタンをクリックします。

これで必要なファイルは全て、基板ファイルと同じディレクトリに書き込まれます。

各ファイルには、以下の意味があります。

<i>demo3.cmp</i>	表面パターン
<i>demo3.sol</i>	裏面パターン
<i>demo3.plc</i>	表面シルクスクリーン
<i>demo3.stc</i>	表面はんだマスク
<i>demo3.sts</i>	裏面はんだマスク
<i>demo3.gpi</i>	情報ファイルで、今回の場合は意味がありません

最初の5つのファイルを、プリント基板メーカーに送る必要があります。

## ドリルデータの作成

基板を製造するためには、ドリルデータも作成する必要があります。ドリルデータは、ジョブファイル *excellon.cam* を使って作成できます。このジョブは、単一のステップで構成されています。EXCELLON-ドライバが、ドリル座標とドリル表の両方のデータを同時に作成します。出力ファイルの拡張子は、*.drl* です。

このファイルを、ガーバーデータと一緒にプリント基板メーカーに送る必要があります。

さらに詳細な情報は、CAMプロセッサのヘルプページとEAGLEマニュアルをご覧ください。

## その他の製造データ

EAGLE には、様々なデータを作成することができる、多数のユーザー言語プログラムが用意されています。たとえば、マウンター、検査機器、基板メーカー向けの統計データ(ドリル数、部品数、レイヤ数など)、部品の一覧表、試作用基板のフリスデータなどです。

コントロールパネルのツリービューで、*User Language Programs* ブランチに、すべてのULPのリストがあります。各項目をクリックすると、右側にその説明が表示されます。

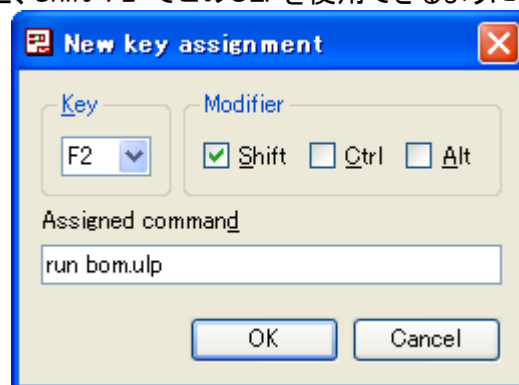
## 20 データ交換

### EAGLEユーザー言語


EAGLEには、C言語によく似たインタプリタ型のユーザー言語プログラム(ULP)が内蔵されています。ULPは、(EAGLE内部、あるいは外部の)あらゆるデータにアクセスすることができ、様々なファイル入出力形式を処理するための、柔軟で強力なツールが用意されています。

その一例として、部品表を作成する *bom.ulp* ファイルがあります。

ユーザー言語プログラムを、ASSIGNコマンドを使ってファンクションキーに割り当てることで、ユーザー独自のコマンドを実装することもできます。(例えば、下図のように *Shift+F2* キーに *bom.ulp* を割り当てておくと、*Shift+F2* でこのULPを使用できるようになります。)




ユーザー言語プログラムの可能性を生かすアイデアを得るために、拡張子 *\*.ulp* のファイルをご覧になるか、ヘルプ機能の *User Language* の項目をご覧ください。

ユーザー言語プログラムは、アクションツールバーのRUNアイコン  で起動します。

追加のユーザー言語プログラムは、当社ウェブページ上にあります。  
<http://www.cadsoftusa.com/download.htm>.

### スクリプトファイル – 柔軟な入力インターフェース

 スクリプトファイルは、あらゆるEAGLEコマンドを含むテキストファイルです。たとえば、特定のコマンドシーケンスを何度も使用するような場合、スクリプトファイルを起動すると便利です。プログラミングの知識を必要とせずに、EAGLEコマンドのみを使って定義できる、柔軟な入力インターフェースとして使えます(EAGLEのヘルプ参照)。

ライブラリエディタを起動し、EXPORT SCRIPTコマンドを使用すると、ライブラリの内容をスクリプトファイルに出力することができます。スクリプトファイルは、EAGLEコマンド文法を理解するためのよい例にもなります。

## CadSoft Computer EAGLE に関するお問合せ先

### 有限会社サーキットボードサービス

〒350-1226

埼玉県日高市中沢536番地5 2階

Tel: 042-989-5582

Fax: 042-989-5674

e-mail: PXY01661@nifty.com

url: <http://homepage3.nifty.com/circuitboards/>

## この文書の取扱いについて

- ・お客様自身が利用するために複製することについては制限ございません。
- ・お客様自身の利用のために、この pdf ファイルをプリントアウトすることにつきましては、制限ございません。但し、印刷物として再配布することはご遠慮願います。
- ・この pdf ファイルの編集、修正はご遠慮ください。
- ・この pdf ファイルからの引用につきましては、ご一報いただけますようお願いいたします。