

# プリント基板CAD EAGLEの使い方

## 1. はじめに

EAGLEはCadsoft Computer社のプリント基板CADソフトです。基板の配線のパターンをCADソフトにより作図することがEAGLEを使用する目的です。今回使用するEAGLEはLight版で、非商用ではフリーで使うことができます。ソフトウェアは同社のホームページよりダウンロードして使うことができます。ホームページは文書末で紹介します。

Light版では基板の最大サイズが100×80 mm、レイヤは2層までというように一部機能が制限されています。実験で使用する基板のサイズは100×75 mmの片面(レイヤ1層)であるため、EAGLEで基板を製作しても問題ありません。これ以上のサイズの基板を製作する場合は基板を複数枚使うことで対応します。

## 2. EAGLEの起動とプログラムの構成

(1)EAGLEを以下のどちらからでも起動できます。

- ・デスクトップ上の"CAD"フォルダより"EAGLE"アイコンをダブルクリック
- ・スタートより"全てのプログラム"→"EAGLE Layout Editor"→"EAGLE"をクリック

(2)起動すると図2-1のような"Control Panel"ウィンドウが立ち上がります。

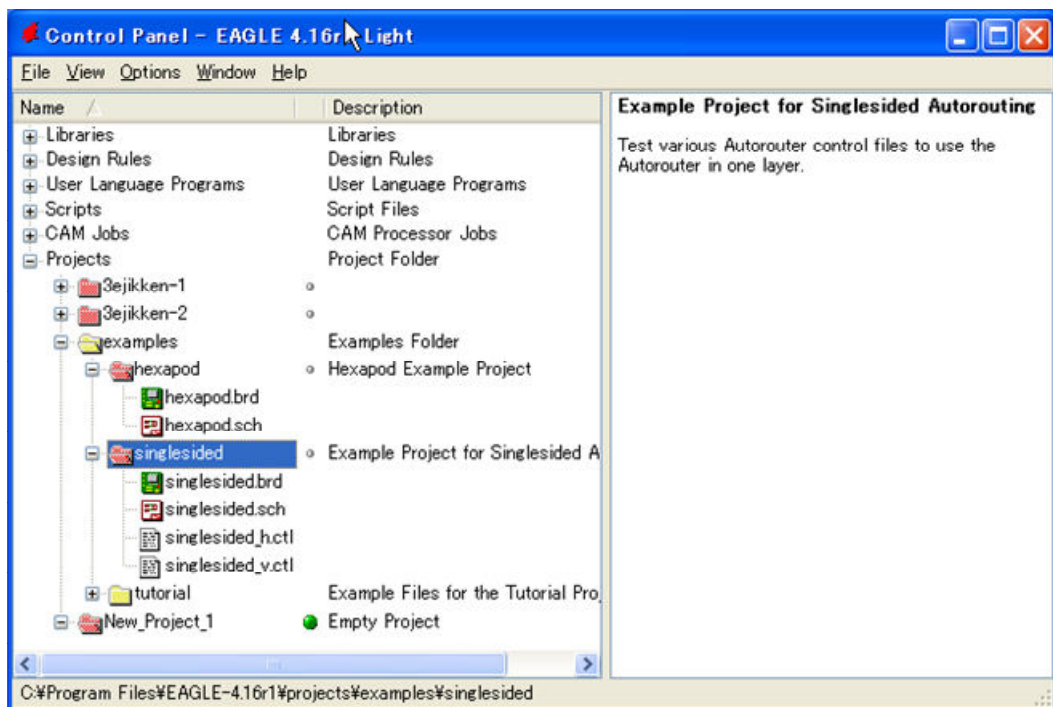


図2-1 Control Panel ウィンドウ

(3)"projects"内の"examples"フォルダには、"hexapod"と"singlesided"の2つのプロジェクトファイルが入っているはずですが(ない場合は以下の説明だけ憶えておいて下さい)。

図2-1より、どちらのプロジェクトにも拡張子が".brd"と".sch"のファイルがあります。EAGLEによる基板パターンは、

- ・Schematic(回路図エディタ)による回路図作成(生成されるファイルの拡張子はsch)
- ・Board(基板配線エディタ)による基板の配線パターンの作図(生成されるファイルの拡張子はbrd)

の2つのプログラムにより作成されます。

手順としては、最初にSchematic、次にBoardになります。この2つのプログラムは一方を変更すれば、他方も変更されるようになっています。本マニュアルは最初にSchematicの説明をし、次にBoardについて説明します。

(4)まずは新しいプロジェクトを作りましょう。"Control Panel"の"Projects"を右クリックし、メニューより"New Project"を選択してクリックします。

(5)プロジェクトの名前が青く表示されているとき、プロジェクト名は変更しても構いません。

(6)新規プロジェクトを右クリックし、メニューより"New"→"Schematic"を選択し、クリックすると"Schematic"ウィンドウが立ち上がります。このウィンドウで回路図を作成します。

(7)【注意事項】新規のプロジェクトはコンピューターームのパソコンには保存されません。各自で作ったプロジェクトは

C:\Program files\EAGLE-xxx\projects (\\は¥のこと。xxxはEAGLEのバージョン)

にあるので、作業の最後にネットワークドライブの自分の領域にコピーすること。これを忘れると次回利用できない。

次回利用するときは逆の作業で、プロジェクトのフォルダを元の場所に戻して使うこと。

### 3. Schematicによる回路図の作成

(1)部品を呼び出すには、図3-1のように左側のツールバーより"Add"コマンドより"ADD"ウィンドウを立ち上げます。上側のメニューより"Edit"→"Add..."でも同じです(どのコマンドも同様です)。

(2)起動すると図3-2のような"ADD"ウィンドウが立ち上がります。

"ADD"ウィンドウではライブラリに登録されている部品を利用することができます。

試しに"74xx-us"の右側の+をクリックすると図3-3のように74シリーズの部品があることが分かります。ちなみにICはus規格の部品を使うこと。また、足のタイプはDIPになるので注意すること。



図3-1

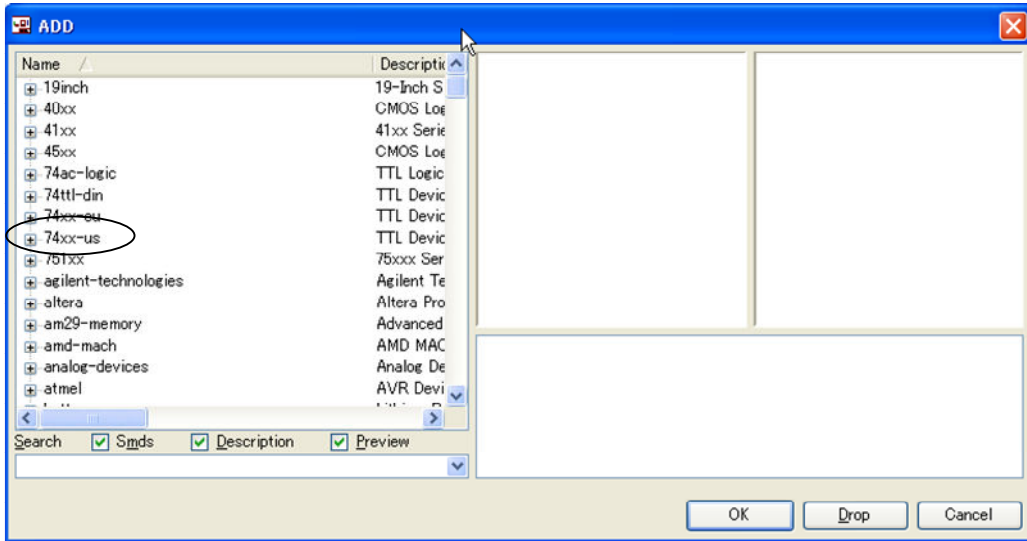


図3-2 ADDウィンドウ

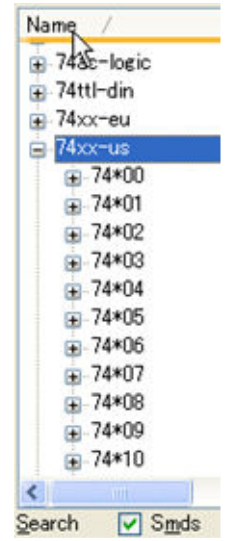


図3-3

(3)表3-1に今回使用する部品とEAGLEの部品の対応を示します。参考にすること。

表3-1 部品とEAGLEライブラリの対応表

◎ロジックIC	型番	機能	場所	部品名	備考
	TC74HC00AP	2入力NAND4素子DIP14P	74xx-us→74*00	74LS00N	
	TC74HC02AP	2入力NOR4素子DIP14P	74xx-us→74*02	74LS02N	
	TC74HC04AP	NOT6素子DIP14P	74xx-us→74*04	74LS04N	
	TC74HC07AP	高耐圧バッファ6素子DIP14P	74xx-us→74*07	74LS07N	
	TC74HC08AP	2入力AND4素子DIP14P	74xx-us→74*08	74LS08N	
	TC74HC10AP	3入力NAND3素子DIP14P	74xx-us→74*10	74LS10N	
	TC74HC11AP	3入力AND3素子DIP14P	74xx-us→74*11	74LS11N	
	TC74HC14AP	シュミットトリガ6素子DIP14P	74xx-us→74*14	74LS14N	
	TC74HC20AP	4入力NAND2素子DIP14P	74xx-us→74*20	74LS20N	
	TC74HC21AP	4入力AND2素子DIP14P	74xx-us→74*21	74LS21N	
	TC74HC27AP	3入力NOR3素子DIP14P	74xx-us→74*27	74LS27N	
	TC74HC32AP	2入力OR4素子DIP14P	74xx-us→74*32	74LS32N	
	SN74LS47N	7セグデューダDIP16P	74xx-us	74LS47N	
	TC74HC74AP	D-FF2素子DIP14P	74xx-us→74*74	74LS74N	
	TC74HC86AP	2入力ExOR4素子DIP14P	74xx-us→74*86	74LS86N	
	CD74HCT93E	4bit2進カウンタDIP14P	74xx-us→74*93	74LS93N	非同期2進+8進
	TC74HC107AP	JK-FF2素子DIP14P	74xx-us→74*107	74LS107N	
	TC74HC109AP	JK-FF2素子DIP16P	74xx-us→74*109	74LS109N	
	TC74HC123AP	単安定ハイレール素子DIP16P	74xx-us→74*123	74LS123N	
	TC74HC157AP	マルチプレクサDIP16P	74xx-us→74*157	74LS157N	
	TC74HC193AP	up/down4bitカウンタDIP16P	74xx-us→74*192	74LS192N	
	TC74HC283AP	4bit全加算DIP16P	74xx-us→74*283	74LS283N	
	TC74HC390AP	デコードカウンタ素子DIP16P	74xx-us→74*390	74LS390N	7490を2回路※
	TC74HC393AP	4bit2進カウンタ素子DIP16P	74xx-us→74*393	74LS393N	7493を2回路
	TC74HC4072AP	4入力OR2素子DIP14P			
	TC74HC4511AP	7セグデューダDIP16P	45xx→4511	4511N	
			*7490は非同期2進+5進		
◎7セグ					
	型番	機能	場所	部品名	備考
	C-551SR	7セグLED赤色15mm(カソード共通)	display-hp	HD-H103	
	GL9A040G	7セグLED赤色10mm(アノード共通)	display-hp	HD-F101	
◎アナログ部品					
	型番	機能	場所	部品名	備考
		抵抗(1/4W)	rcl→R-US_	R-US_0204/7	
		タクトスイッチ	switch-omron	10-XX	
		LED(φ5mm)	led→LED	LED5MM	
		LED(φ3mm)	led→LED	LED3MM	
	2SC1815	トランジスタ	transistor→*-NPN-	BC635-NPN-T092-BCE	
		GND	Supply1	GND	
		VCC	Supply1	VCC	
		ワイヤーパッド	wirepad	1.6/0.9	

(4)例えばNAND(ライブラリ名は74LS00N)を選択し、OKボタンをクリックすると、図3-4のように部品が現れるので、適当な位置に配置します。部品は連続して配置でき、右クリックで配置する方向を変えることができます。

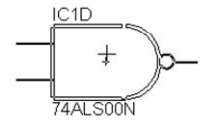


図3-4

選択を解除したいときは、"ESC"キーを押すか、上側にある図3-5の"STOP"コマンドをクリックします。"ESC"キーを押すと"ADD"ウィンドウに戻り、選択がキャンセルされます。



図3-5

(5)配置した部品を削除したい場合は図3-6の"Delete"コマンドを、移動したい場合は"Move"コマンドを、コピーしたい場合は"Copy"コマンドを実行するとよい。

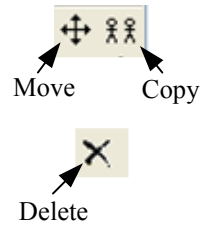


図3-6

(6)表3-1を参考にして半加算器の部品を並べた状態を図3-7に示します。直流電圧を供給するVCCとGNDを忘れないこと。抵抗値などの数値を入力したい場合は"Value"コマンドを、部品名を変更したい場合は"Name"コマンドを利用します。

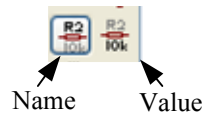


図3-8

画面が混み入ってきたらマウスのスクロールボタンにより画面の拡大縮小ができます。



図3-9

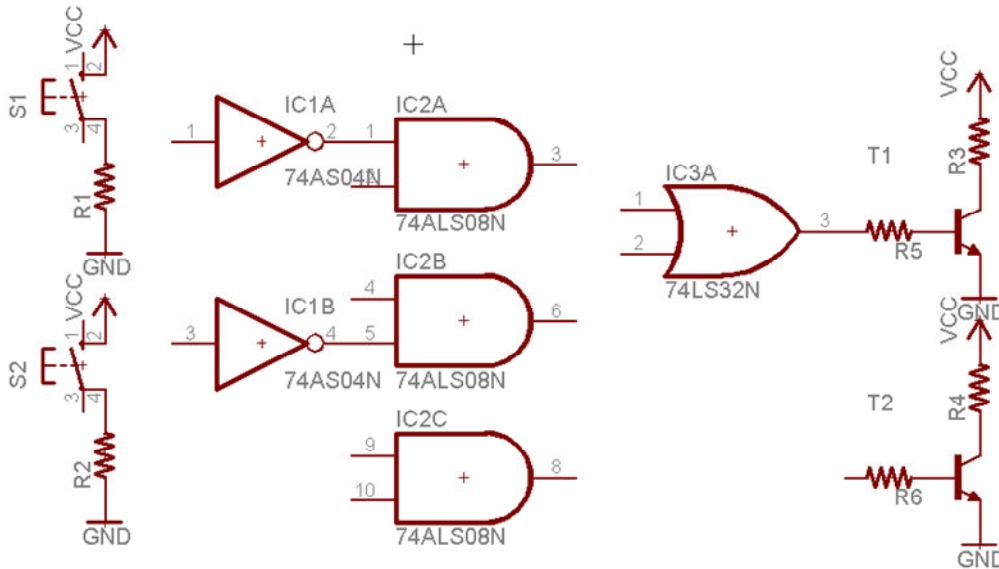


図3-7

(7)配線には図3-9の"Net"コマンドを使うこと。つながっている所にはJunction(●印)がついています。確実に配線されているか確認するには"Move"コマンドで部品を動かしてみることを。

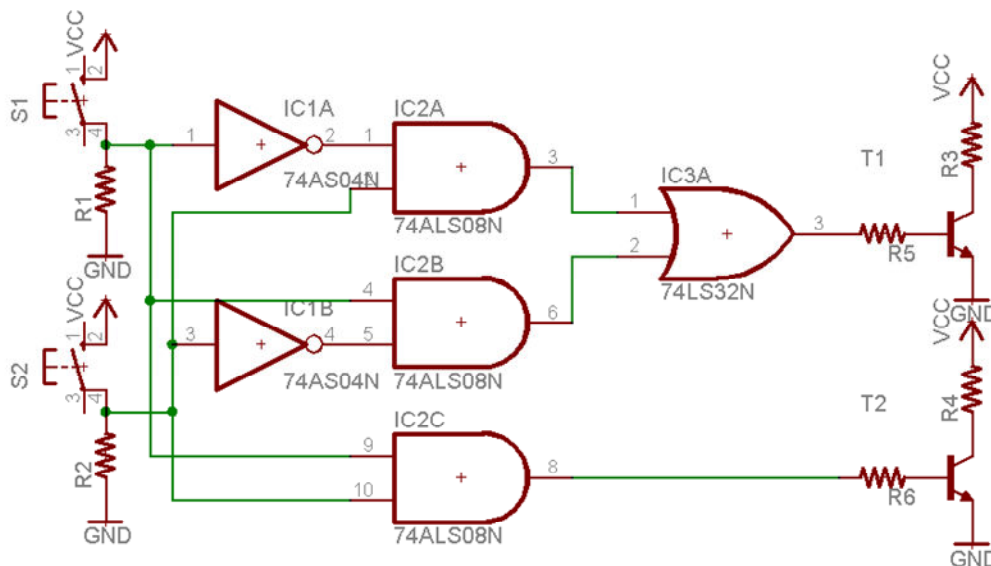


図3-10

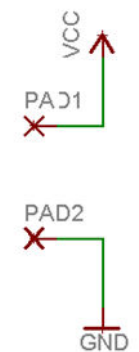


図3-11

(8)最後に、直流電源を供給するための端子を設定する必要があります。表3-1よりwirepad(1.6/0.9)を配置し、図3-11のようになること。

これより、画面上に設置したVCC、GNDと画面上には現れない各ICのVCC、GNDは全てPAD1、PAD2に接続されたことになります。実際に回路を組むときはPAD1、PAD2から直流電源を供給します。

- (9)回路図が完成したら、忘れずにファイルを保存し、回路図を印刷すること。
- (10)図3-12の"Board"コマンドをクリックすると"Board"ウィンドウが起動します。初めて立ち上げる場合は図3-13のように確認画面が現れるので"Yes"をクリックすること。
- 次にBoardによる配線について説明します。



図3-12

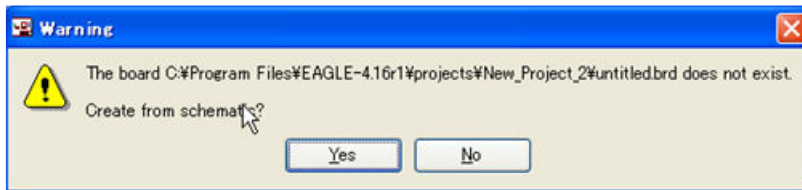


図3-13

#### 4. Boardによる配線図の作成

- (1)"Board"ウィンドウの最初の起動時の状態は図4-1のようになっているはずです。
- 右側の白い枠が基板のサイズを表しており、今回の場合は100×80 mmとなっています。実際の基板は100×75 mmなので上下は5 mm以上空けて配線すること。全体的に枠からは5 mm程度余裕を持たせるとよいでしょう。
- 左側はSchematicの回路図で用いた全ての部品であり、回路図上で配線されたところは黄色の線でつながっています。

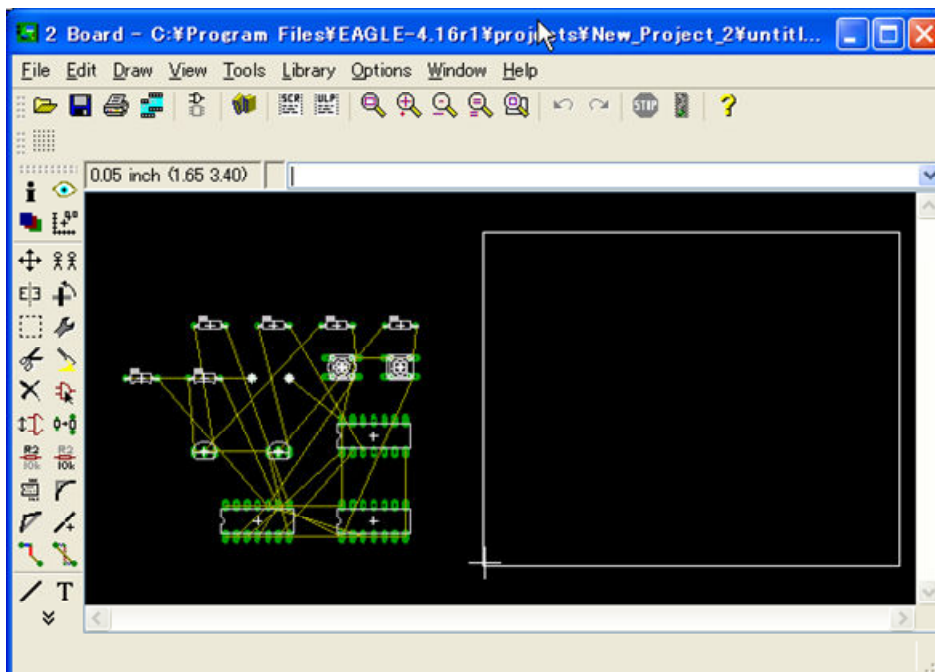
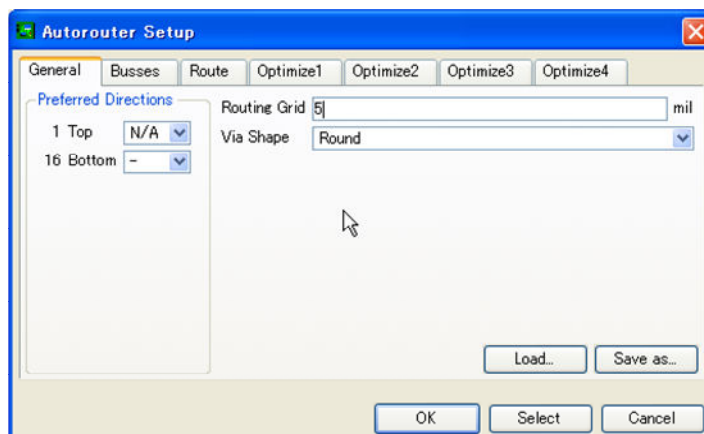


図4-1 "Board"ウィンドウ

- (2)"Move"コマンドより各部品を枠内に配置します。後で自動配線を行うときに部品の配置は非常に重要になるので、線の混み方を考えて配置すること。
- (3)配置が終了したら、図4-2の"Route"コマンドを実行すると自動配線が始まります。図4-3の"Autorouter Setup"ウィンドウが立ち上がるので、"1 TOP"を"N/A"、"16 Bottom"を"-","Routing Grid"を"5"に設定し、"OK"をクリックすること。



図4-2



※回路によっては時間がかかる場合があるので待つこと。

(4)図4-4のように黄色の線がない状態で完成です。黄色の線がまだある場合は、自動配線できなかったこと示しています。この場合は配置を変えるなど工夫してみる。その際、配線を解除する必要があるので(5)に進むこと。どうしても自動配線ができない場合はジャンプ線を用います。その手順については(10)で別途説明します。

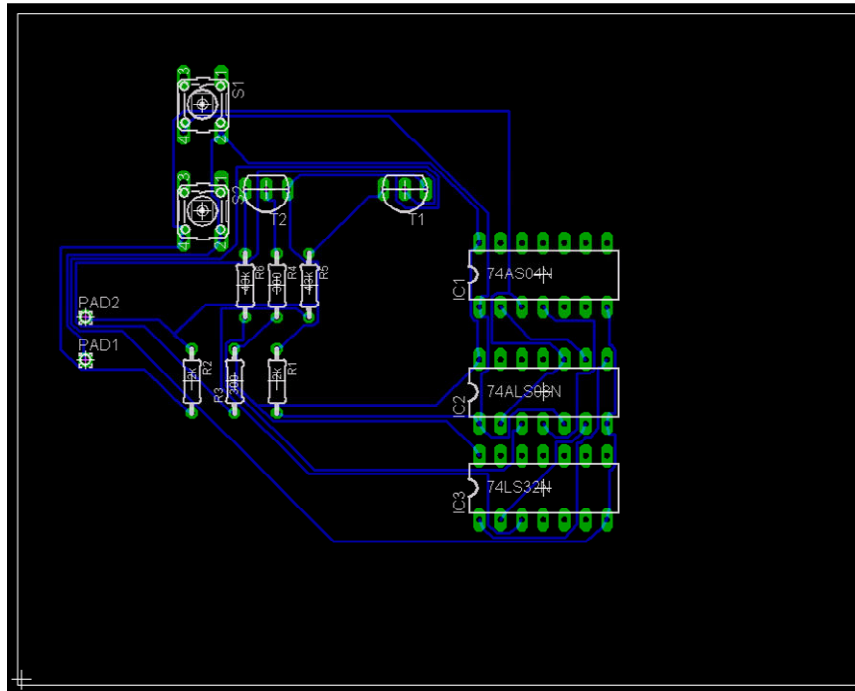


図4-4

(5)図4-5の"Ripup"コマンドにより配線を解除することができます(黄色い線の状態に戻る)。ただし、全部の配線を一つ一つ解除するのは手間がかかるので図4-6の"Group"コマンドにより一括で配線を解除します。

まず、"Group"コマンドをクリックします。図4-7のように始点の位置でドラッグ(左クリックしたままマウスを動かすこと)し、終点で離すとグループ化された状態で部品を選択できます。

次に、"Ripup"コマンドをクリックし、どれでもよいので部品上にマウスカーソルを合わせて右クリックするとグループ全体の配線が解除されます。

この状態で再度部品を配置すること。

ちなみに、"Group"を利用した一連の操作は、他のコマンドに対しても有効です。試してみる。



図4-5



図4-6

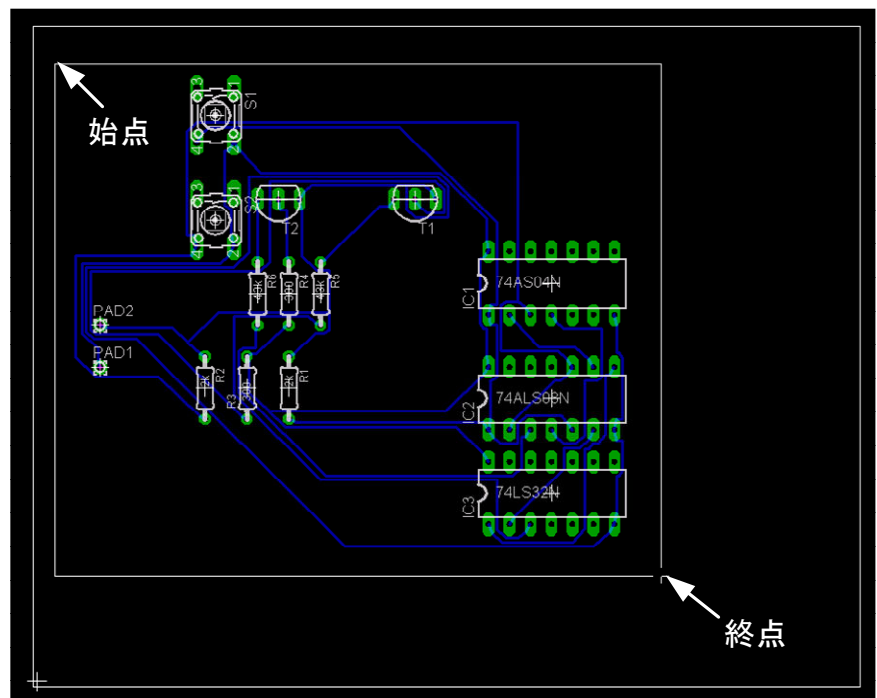


図4-7



(6)配線が完了したら、次に空いているスペースを塗りつぶす作業(ベタにする)を行います。これは基板製作時にパターン以外の銅箔を全部エッチングで溶かしてしまうと効率が悪いからです。



図4-8

図4-8左側の"Polygon"コマンドをクリックし、図4-9のように①→②→③の順番に基板の縁を線で囲みます。この状態で図4-8右側の"Ratsnest"コマンドをクリックすると、図4-10のように囲まれた範囲のすき間を埋めるように塗りつぶされます。これで基板の設計はほぼ完成です。

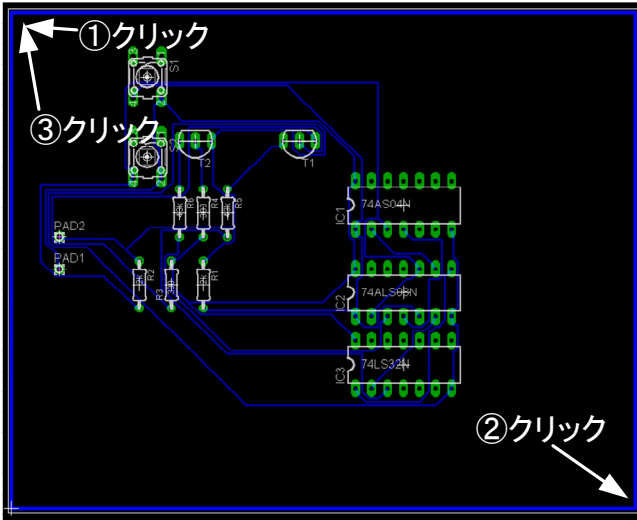


図4-9

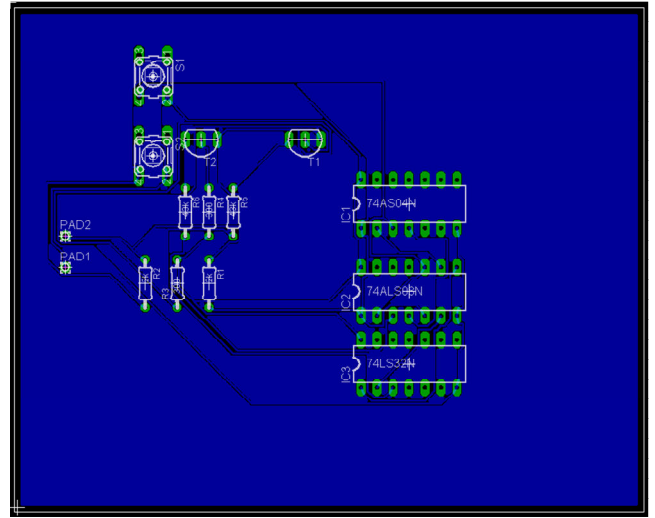


図4-10

(7)ベタの部分のアースをすることをベタアースといいます。ベタアースにすることで電子回路の特性が向上することがありますが、今回の回路の場合は余り影響はないでしょう。しかしながら、今後のためにベタアースの方法について説明しておきます。興味がある学生はチャレンジしてみてください。

ベタアースするには、まず"Name"コマンドをクリックし、次にベタになっているところならどこでもよいのでクリックします。

図4-11の画面が現れるので"GND"と入力し、"OK"をクリックします(図4-12参照)。次に、図4-13の"Connect Signals?"ウィンドウが立ち上がり、ベタをどこにつなぐか聞いてくるので"GND"を選択し、"OK"ボタンをクリックするとベタはアースに接続されてベタアースになります。参考までに図4-14がベタアースの状態です。



図4-11



図4-12



図4-13

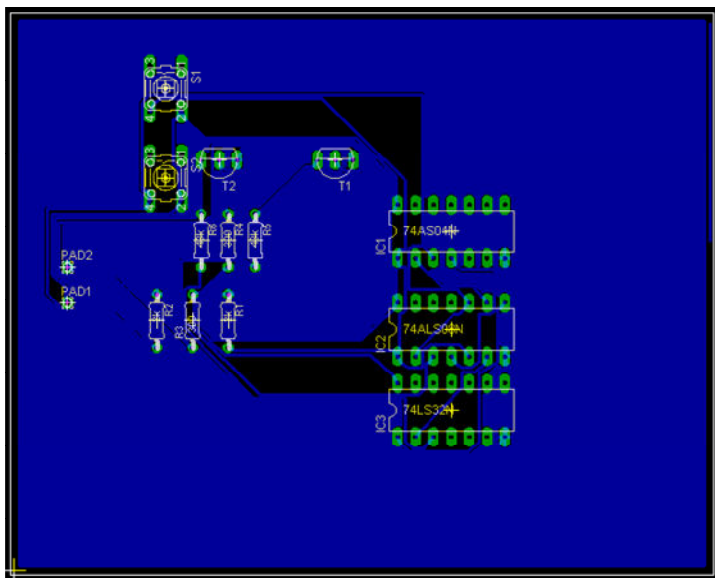


図4-14

(8)最後に図4-15の"Text"コマンドを使って学籍番号、名前、設計が完了した日付をいれること。

(9)設計が完了したら、ファイルを保存し、印刷します。

印刷はプリント基板裏面の配線パターンと表面の部品配置図の2枚について行う。ただ印刷しただけでは両者が一緒に印刷されるので以下の手順に従って設定してから印刷すること。



図4-15

配線パターンは後にOHPシートに印刷するが、その前に各自紙に印刷し、確認すること。

・基板裏面の印刷(配線パターン)

図4-16の"Display"コマンドを使って、配線パターンだけを表示させます。"Display"コマンドをクリックすると、図4-17の"Display"ウィンドウが立ち上がります。最初の状態では全てのレイヤを表示するようになっているので、数字の部分をクリックして図4-18の状態にすると、画面の表示は図4-19のようになります。



図4-16

"Display"ウィンドウをスクロールするとこれ以外の表示も変更できますが、今回の場合は無視して下さい。

印刷する際に、"Print"ウィンドウが立ち上がりますので、"Style"を"Black"に設定します。

次に"Page..."ボタンをクリックし、"Page setup"ウィンドウにより印刷位置を"Vertical"(垂直方向の位置)、"Horizontal"(水平方向の位置)により設定します。これにより、A4の紙に縦置きでは3枚分、横置きでは4枚分の印刷が可能となります。最後に"Caption"のチェックを外すこと。

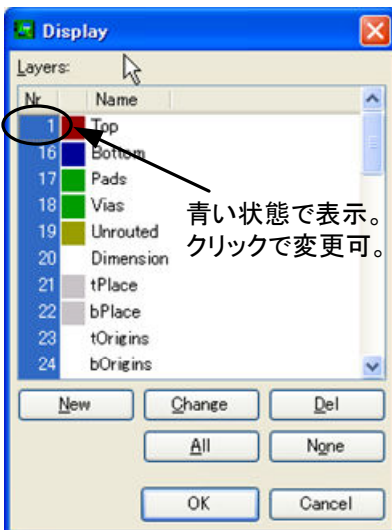


図4-17

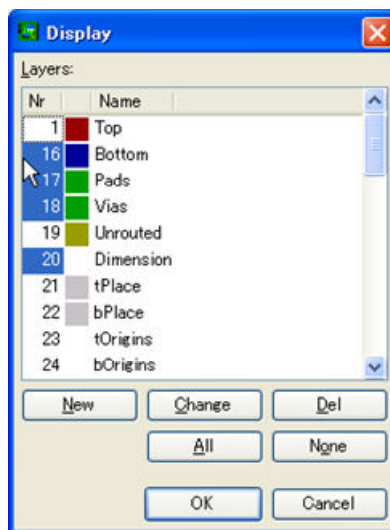


図4-18

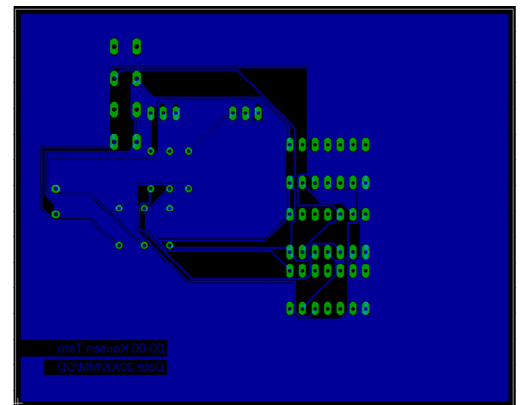


図4-19

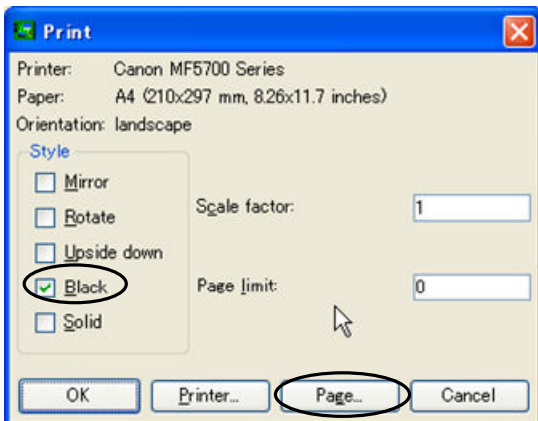


図4-20

・基板表面の印刷(部品配置図)

同様の手順で図4-22のように表示の設定をして印刷します。

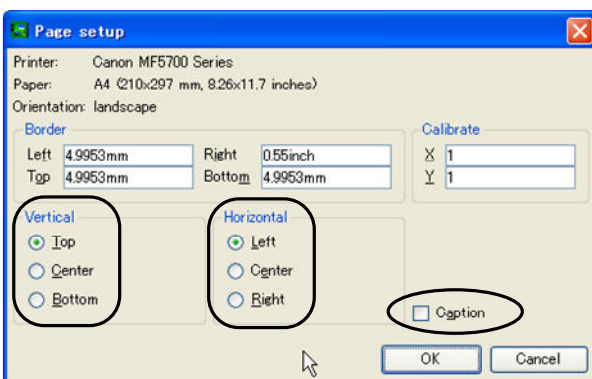


図4-21

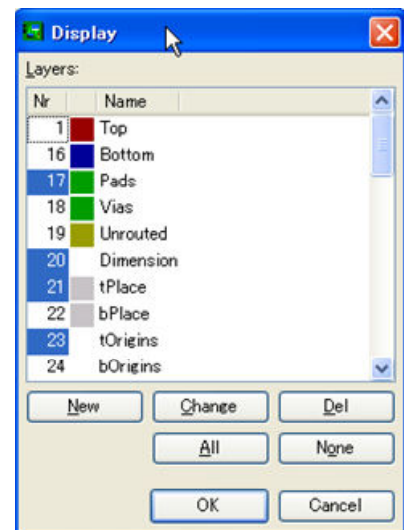


図4-22

(10)配置をし直して何度かチャレンジしても自動配線だけでは配線できない場合は、手動によりジャンパ線を配置します。ジャンパ線とは別途線をつないで配線することを意味します。図4-23の状態ではジャンパ線をつなぐ場所がないため、図4-24のようにジャンパ線のためのランド(はんだ付けをする箇所)を作る方法を説明します。

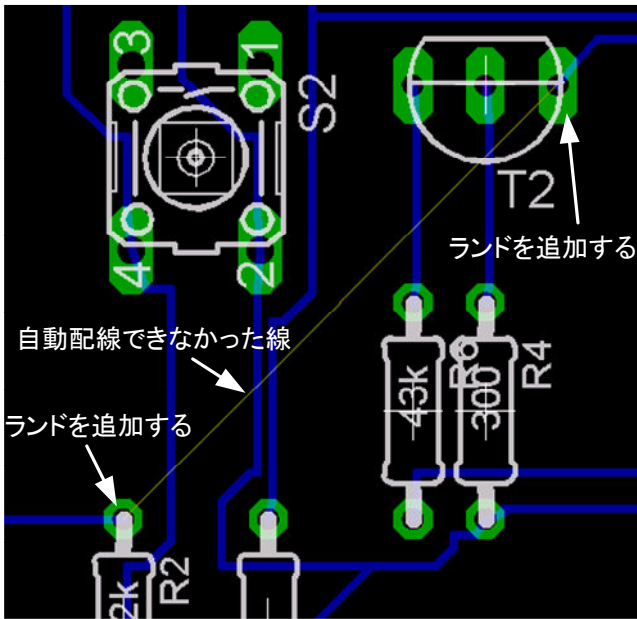


図4-23

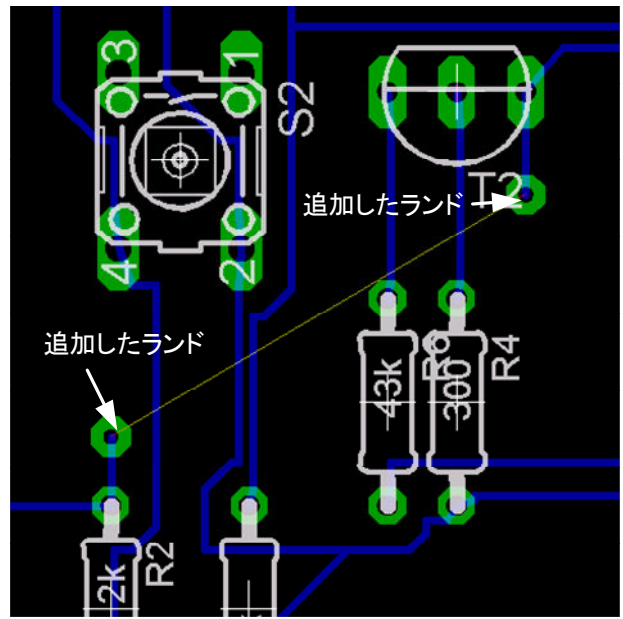


図4-24

図4-25の"Via"コマンドよりランドを配置します。他の線やランドと接触しないように注意すること。"Via"コマンドをクリックすると、上側に図4-26のようなツールバーが現れます。形状を3つの中から選択し、"Diameter"(直径)を"0.056"程度にして配置すること。"Drill"はドリル径なのでいじらなくてよいです。



図4-25



図4-26

次に、新しく配置したランドに配線する。図4-27の"Route"コマンドをクリックすると、上側に図4-28のツールバーが現れます。レイヤを"Bottom"にして、配線の形状を選択する。"Width"は"0.01"とすること。配線したい始点をクリックし、終点でダブルクリックすると配線されます。



図4-27

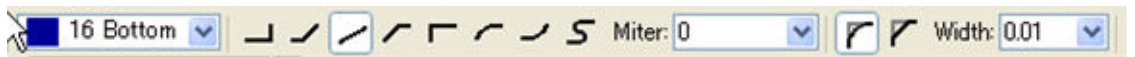


図4-28

もし、配線が混み合っており、新たにランドを配置するスペースがない場合は、前出の"Move"コマンドと"Ripup"コマンド、"Route"コマンドを駆使して他の配線を移動してスペースを確保すること。

## 5. さいごに

### (1)結果の整理とエッチングの準備

Schematicによる回路図とBoardによる配線パターン図、部品配置図の3枚が結果となるので、印刷を忘れないこと。エッチングによる基板製作では配線パターン図をOHPシートに印刷する必要があります。この印刷は担当教員の指示で行うので、データを持参の上で担当教員の研究室に来室のこと。次回の実験が始まる前までに以上の準備を行うこと。

### (2)EAGLEのダウンロード

Cadsoft Computer社のホームページよりEAGLEのソフトウェアおよびマニュアル(英語)がダウンロードできます。

Cadsoft Online (<http://www.cadsoft.de/>) ※ドイツ語のページです。

→文書右側の"Download"をクリックするとダウンロードのページが表示される。

このページには以下のものがあります(2007.5現在)。これ以外にも、Linux、Mac版とドイツ語版も置いてあります。

- tutorial-eng.pdf (英語版のチュートリアル)
- eagle-win-eng-4.16r2.exe (EAGLE英語版のWindows用自己解凍ファイル)
- eagle-win-eng-4.16r2.zip (EAGLE英語版のWindows用ZIPファイル)