

# レーザー基板研削機による基板作成

総合技術センター

情報システム技術分野 井上 富夫(Tomio Inoue)

総合技術センターは阿南高専とともに徳島県が主催する「とくしま地域産学官共同研究拠点」としてJST関連機器が設置され、その機器の維持管理を行なっている。その機器のなかのひとつとして**基板加工システム**がある。基板加工システムは回路図から基板配線パターンを作成する**CADシステム**、CADによる配線パターンをもとに実際に基板を加工する**レーザー基板研削機**、基板の表面にマスクを作成する**カッティングプロッタ**で構成されている。本件では、この基板加工システムを用いて基板を作成したのでその状況について報告する。

## 1. はじめに

基板加工システムは回路図を入力し、回路図から基板配線パターンを作成する**CADシステム** [1]、基板配線パターンをもとに実際に基板を加工する**レーザー基板研削機** [2]、作成した基板表面にマスクを作成する**カッティングプロッタ**で構成されている。

## 2. CADシステムについて

はじめに、CADシステムを用いて基板作成のための配線パターンを作成する。CADシステムとしてAltium社の**Designer 9.0**を備えている。**Designer 9.0**は多くの機能とライブラリを備えているが、使いこなせるまでにはかなりの経験と熟練を要する。

### 2.1 回路図入力

**Designer 9.0**を用いて回路図の入力を行う。初めにプロジェクトを登録し、プロジェクトの構造(平面構造、階層構造)などを設定する。ライブラリに多くのメーカーの多種の部品(コネクタ、IC、抵抗、コンデンサなど)が登録されている。

図1に回路図入力を示す。回路に必要な部品は図2に示す部品検索を用いて、メーカー、種類などを検索し、指定されている部品を用いて回路図を描いていく。この部品検索でプリント基板に載せる部品のフットプリントが決まるので、非常に重要な要素となる。部品検索で部品が見つからない場合には、Webで部品メーカーのページからフットプリントの情報を探して、図3で示すライブラリエ

ディタ、あるいはフットプリントウィザードを用いて部品作成(フットプリントを作成)しなければならない。

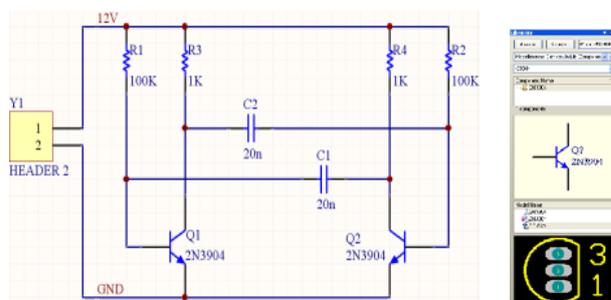


図1 回路図入力

図2 部品検索

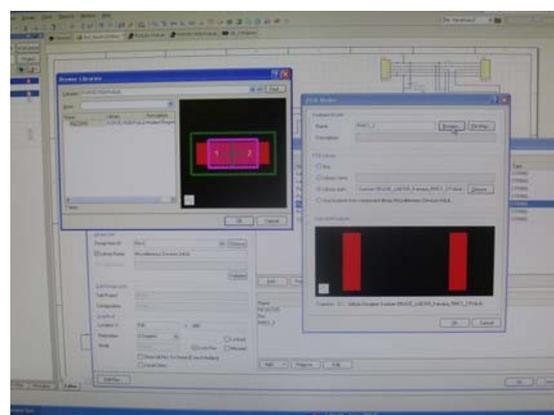


図3 ライブラリエディタ

部品検索で部品が見つからない場合でも、他の部品のフットプリントが同じであれば、ライブラリエディタでフットプリントを変更するだけで、代用することができるので、使用する部品に類似した部品のライブラリを検索し確認することも重要となる。作成した部品(フットプリント)に端子情報を入力しライブラリに登録することで使用することができる。

## 2.2 基板配線パターンの作成

回路図入力の後、プロジェクトに登録しコンパイルを行う。部品番号のケアレスミス防止、I/O属性に基づいた電氣的整合性、全体的なデザインルールや電氣的なルールに基づいてデザインが検証される。致命的エラー、エラー、ワーニング等、検証結果が4種類で報告され、回路図入力ミスが分かりやすくなっている。回路図作成後、PCBエディタにデータを渡す（Update PCB Documentを実行）。

PCBエディタでは、基板の大きさ、厚さ、層数、ビアの寸法、配線の線幅等を入力して空のPCBを作成し、先に作成した回路図から得た部品（フットプリントで示されている）を基板の物理的配置、配線領域、配線距離、使用目的に沿ったデザイン性などを考慮してフリーハンドで空のPCBに配置する。次に配線パターンを作成する。配線パターンは自動で配線することができるが、回路図の中で配線の優先順位の高いもの、即ちバイパスコンデンサなどの最短距離で配線するものは手動で先に配線し、配線距離があまり問題としないものについて自動配線する。自動配線の問題点として、配線が2重に配線される、必要以上に迂回される場合がある。目視でデザインどおりになっているか検証し手動による修正が必要となることがある。図4は両面基板のPCBで基板のTop ViewとBottom Viewが同時に描かれている。

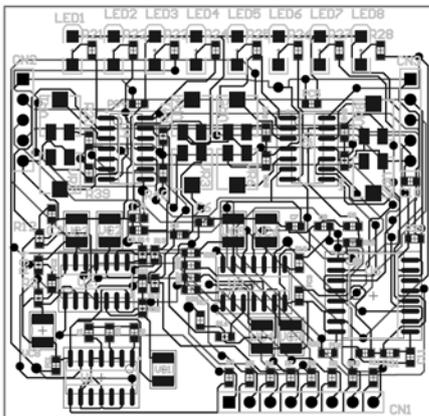


図4 両面基板のPCB

## 2.3 ガーバーデータの作成

出来上がった基板配線図を研削機に渡す

ためにガーバーデータとして出力する。LPKFレーザ基板研削機はxxx.GBL、xxx.GTL、xxx.GKO、xxx.TXT、xxx.DRRと、ドリルデータが必要となる。

## 3. 基板研削データの作成

### 3.1 研削工程の作成

レーザー基板研削機では、穴あけ加工、外形カットができない。穴あけ加工と外形カットは従来のミーリング研削機で行うために、Circuit CAMを用いてガーバーデータをインポートし、レーザー基板研削機（ProtoLaserS）用データと、ミーリング形研削機（ProtoMat）用データに分ける操作が必要となる。図5にガーバーデータのインポートを示す。インポートファイルとして、アパチャーリスト（図形ファイル）xxx.GKO、ガーバーデータ（パターンデータ、各レイヤー分）xxx.GBL、xxx.GTL、ツールリスト（ドリルツールリスト）xxx.DRR、ドリルデータ（ドリル座標リスト）xxx.TXTを指定する。

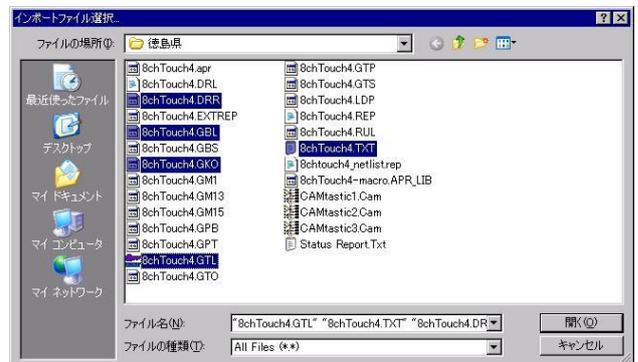


図5 ガーバーデータのインポート

データのインポートが完了すると、図6のようにレイヤの指定を行う。レイヤはTopLayer (.GTL)、BottomLayer (.GBL)、BoardOutline（図形ファイル）(.GKO)、DrukkOkated（ドリル座標リスト）(.TXT)を指定する。

続いて、図7に示すようにドリルデータのファイルを予め用意されているドリルデータから選択する。

以上でガーバーデータのインポートが完了する。（図8）

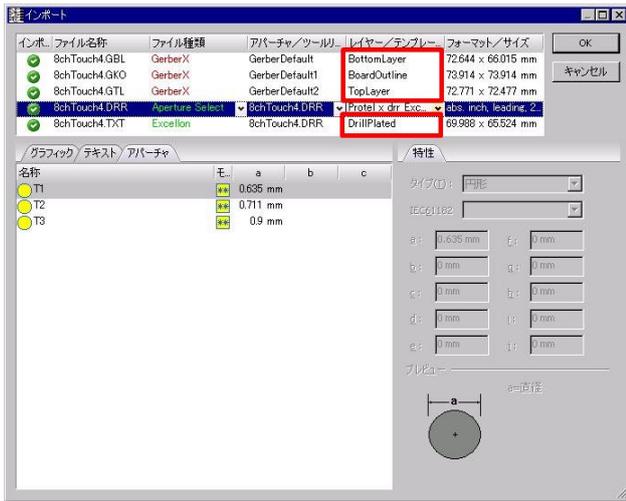


図6 レイヤーの指定

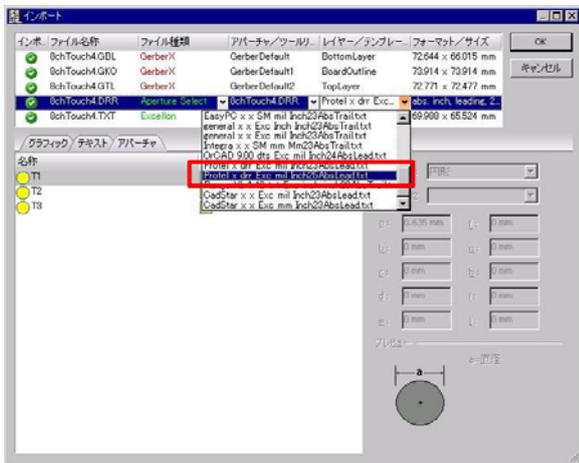


図7 ドリルデータの指定

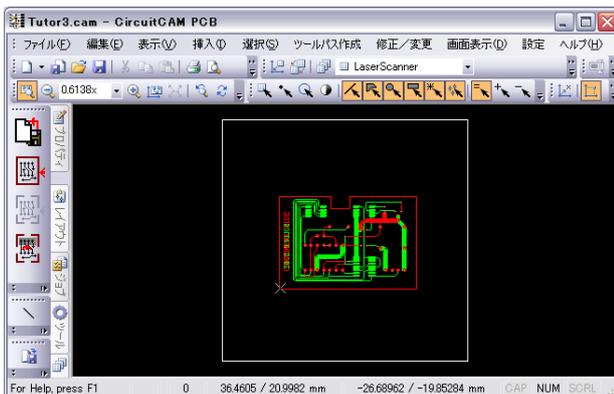


図8 データインポート完了

### 3.2 Fiducial マーク配置

次に、図9に示すようにFiducialマーク（直径1mmの円）を基板外形の外側に4個配置する。Fiducialマークはレーザ基板研削機を使用して基板を作成するとき、必ず必要となる。Fiducialマークは両面基板を作成する場合、Top面とBottom面が同じ位置に研削するために、その基準として使用する。また、

スルーホールなどの穴開け加工、外形カットを行うためにミーリング形研削機を使用する際にも基板の位置特定に必要となる。

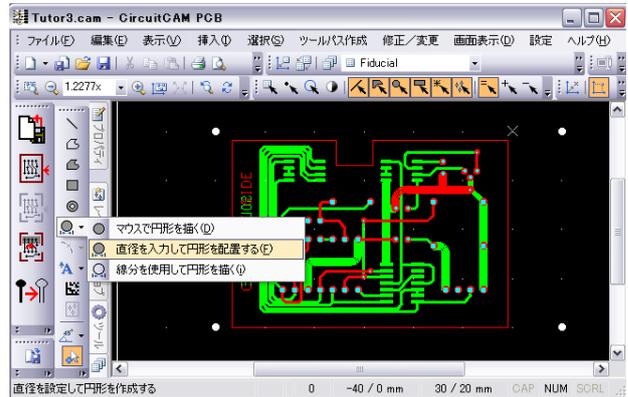


図9 Fiducialマークの配置

次に外形カットラインを指定し、ラブアウトエリアを外形カットラインの内側に指定する。(図10)

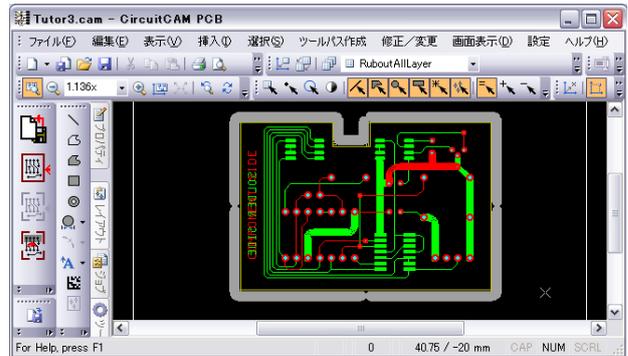


図10 外形カットラインの配置

つづいて、基板のインシュレート（切削レイ）の作成を行う。図11に示すように設定画面で各設定を行い実行する。この作業は両面(Top,Bottom)とも必要となる。



図11 インシュレートの設定

インシュレートはレーザーで行うので、図12に示すようにラブアウトラインとヒー

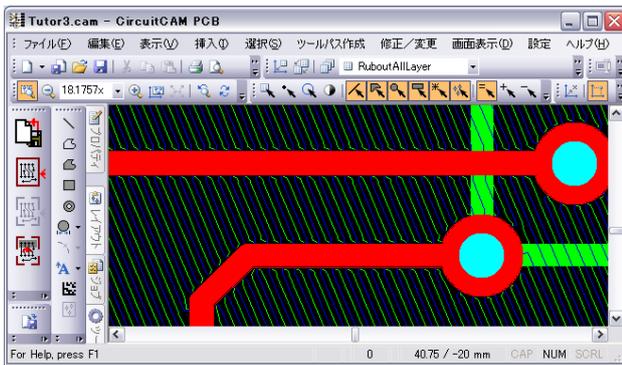


図 1 2 ProtoLaser Sのラバアウトライン  
トラインが作成される。

研削するために必要なデータの加工が終了したので、レーザ基板研削機とミーリング形基板研削機それぞれにエクスポートする。ミーリング形基板研削機にはFiducialデータ、外形カット、ホールデータだけのファイルをエクスポートし、レーザー基板研削機には、ホールデータと外形カットデータを除いたファイルをエクスポートする。

## 4. 基板加工

### 4.1 Fiducialの穴あけ

ミーリング形基板研削機に基材をセットし、**BoardMaster** を起動する。次にCircuitCAMで作成したLMDデータをインポートする。次に、取り付けた基材の使用範囲を設定する。ヘッドを基材の左手前と右奥に移動しそれぞれの位置を登録する。

次に加工工程から **MarkingDrills** を選択し **ALL+** をクリックして **開始** をクリックすると基板に **Fiducial** マークとして直径1mmの穴を開けられる。

### 4.2 研削

ProtoLaser S (図 1 3) に **Fiducial** を開けた基材をセットし、**CircuitMaster** を起動する。インポートボタンをクリックしてCircuitCAMで作成したLMDデータをインポートする。インポートデータを選択した後、図 1 4に示すように加工に使用するツールライブラリを選択する。ツールライブラリは基材の種類、サイズによって設定が変わるので、基材の厚さ、銅の厚さ、材質などを考慮して選択する。

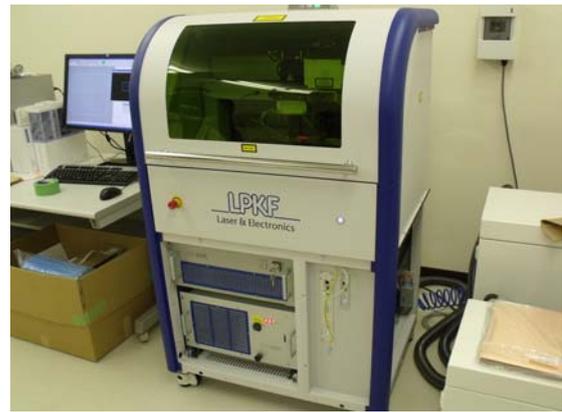


図 1 3 ProtoLaser S

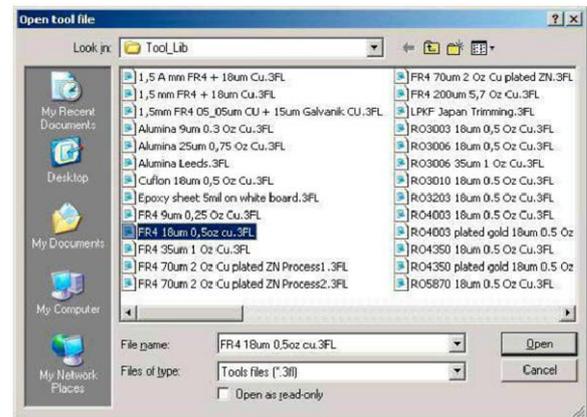


図 1 4 ツールライブラリの選択

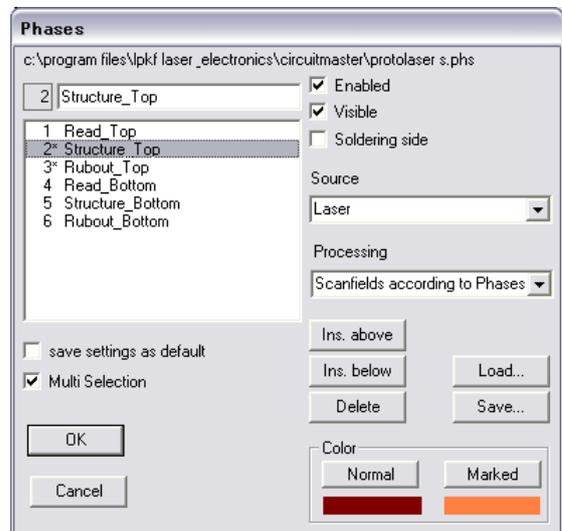


図 1 5 加工工程の選択

図 1 5 に加工工程の選択画面を示す。初めに1. Read\_TopでFiducialマークを読み込む。(図 1 6)

フィドゥシャルマークはカメラを用いて位置を合わせるが、正確に円の中央となるようセットする。図 1 7にラミネート材(FR4、18 $\mu$ )の銅箔のカットのパラメータを示す。

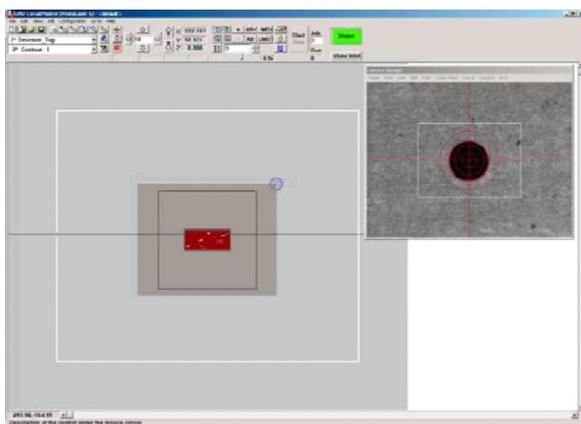


図 1 6 Fiducialマークの読み込み

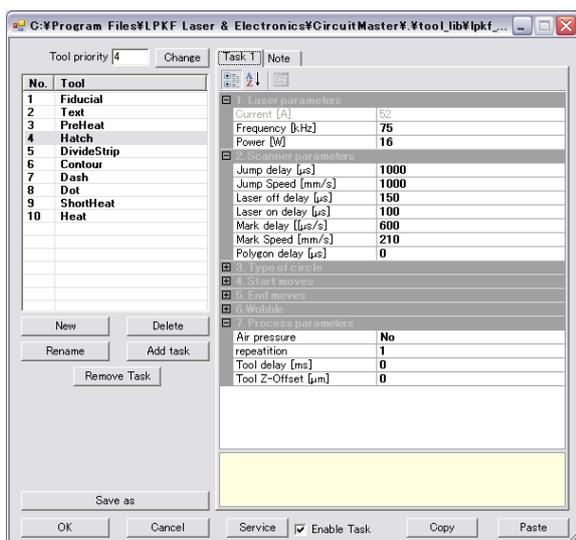


図 1 7 ラミネート材のパラメータ設定

研削は **ALL+** ボタンで全てを選択し start すると、加工工程に従って、ハッチング、インシュレート、ラブアウトが行われる。基板が両面であれば、基板を裏返して、Fiducial マークを読み込むことで、同じ位置となるようセットできるので、裏面に対しても同様の操作を行う。

LPKF Proto Laser S で切削中にレーザーを見ても目に障害がないようガラス面にフィルタ処理が施されているが、切削中にレーザーを見つめ続けられないよう注意する。

図 1 8 は実際にレーザー基板研削機で研削したラミネート基板で、パラメータが上手く適合しているので、基板表面が焦げることなく綺麗に仕上がっている。パラメータが適合していない時には、ラミネート材が黒く焼け焦げたようになる。レーザーを発するレンズに取り付けられているレンズが少しでも

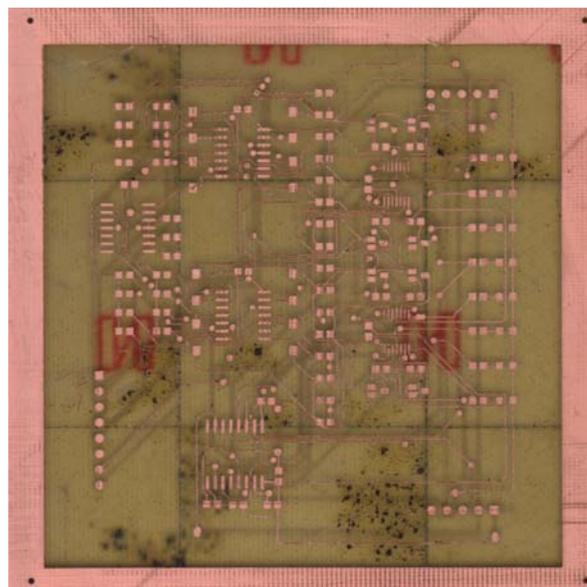


図 1 8 実際に研削したラミネート基板

曇ると、パラメータが適合しなくなりレンズをクリーニングしなければならない。

#### 4.3 穴あけと外形カット

ミーリング形基板研削機に研削したラミネート基板をセットし、4.1 と同様に BoardMaster により、ドリルデータをもとに穴を開け、外形カットを行う。

#### 4.4 スルーホールの処理

スルーホールは表裏の両面を接続するため、銅線を穴に通し両面でハンダすることで簡単に処理ができる。

### 5. まとめ

実際に両面基板を作成して、レーザー基板研削機ではパラメータの設定がなかなか上手くいかず、ラミネート材が焦げることがあった。レンズが汚れていた可能性もあり、いろいろな種類の基材を扱うのは大変であることを実感した。精度が高いので基板としては細かい精密な物まで簡単に作成できるので、いろいろな回路に使用できることもあわせて分かった。

#### 参考文献：

1. Altium Designer 6.0 回路図エディタガイドブック アルティウムジャパン 2007.3.
2. LPKF ProtoLaserS データ作成・加工手順 日本 LPKF 2010,10