

エッチングマシン Etching Machine

進和工業株式会社 SHINWA IND. CO., LTD.

<http://www.shinwa-ind.com/> REV. FEB., 2015

【目次】

1. ウエットエッチングマシンの紹介
2. ローラコンベア型エッチングマシン SE-600 型 標準仕様と構造
3. ローラコンベア型エッチングマシン 製作例
4. フレキシブル・ダイ用 エッチングマシン 製作例
5. エッチング液・ノズル揺動機構・エッチングファクターの解説
6. お問い合わせ Contact Us

【ウェットエッチングマシンのご紹介】

ウェットエッチング（Wet Etching）は腐食性薬液を用いた表面加工処理方法です。歴史的には銅版を用いた製版技法として発展してきました。現在の生活に欠かせない電子部品の微細加工を実現するフォトリソグラフィ（Photolithography）の語源は平版画を意味するリトグラフ（Lithograph）の製版技法に由来しています。このように印刷製版技術、特に精密・精緻な画像を再現する写真製版技術は現在、我々の日常生活において様々な形で目にすることができます。

進和工業株式会社は1970年代に写真製版用装置の製作販売から出発しました。近年では印刷用製版工程の電子化・デジタル化が進み、従来のような写真フィルムを用いた印刷用製版はおこなわれなくなりました。しかしながら、我々が長年に渡って培ってきた技術や知見はフォトエッチング装置をはじめとする様々な表面加工処理装置として活用されています。

フォトエッチング法を応用した電子デバイス製造用装置に関しては、処理基材や業界が多岐に渡るので被処理基材・用途別に個別のカタログを準備しました。これらの装置は「同一形状の製品を正確且つ多量に生産する」目的で設計製作された装置です。設備更新・導入を検討するにあたって、可能な限り具体的な資料を提供して欲しいという要望が増えてきたので、電子デバイス製造用装置に関しては各分野毎に全面的に刷新しました。

本カタログでは「金属加工用」「フレキシブルダイ用」のエッチングマシン製作例を掲げました。近年ではレーザー彫刻が主流となったので需要は少なくなりましたが、グラビア印刷で使用するシリンダロール製版用のエッチングマシンなども製作可能です。エッチング液を選択することで金や銀などの特殊な金属も対応可能です。

これらの装置は古典的に「浸漬式」「パドル式」および「スプレー式」に分類されます。現在のエッチングマシンは特殊な薬液処理条件をのぞいて「スプレー式」が主流となっています。

カタログの末尾に主なエッチング液である塩化第2鉄溶液・塩化第2銅溶液、エッチングファクターに関して弊社の見解を掲げました。設備検討の際の参考資料として活用していただければ幸いです。

ローラコンベア型 エッチングマシン SE-600STD型



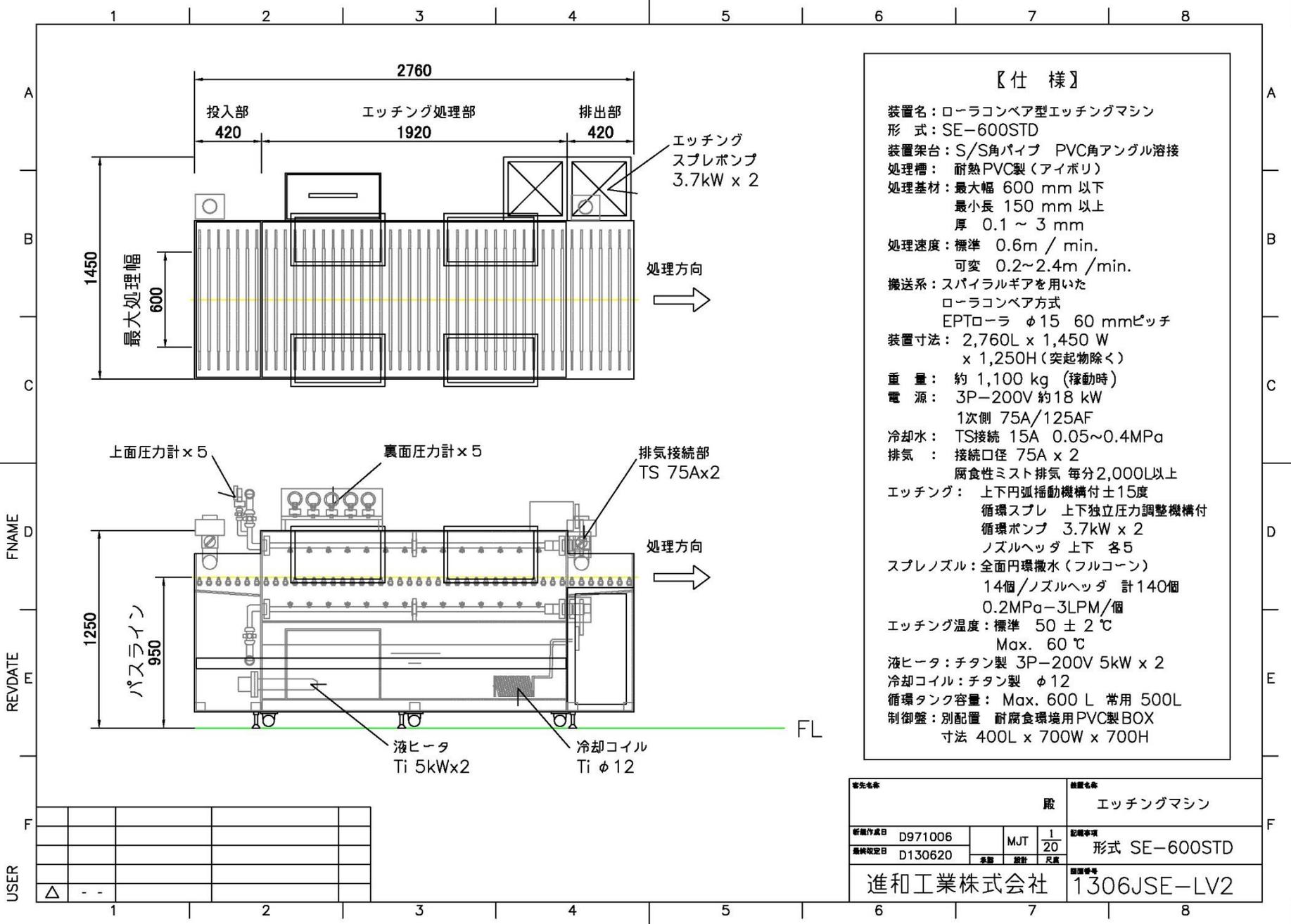
揺動ノズル&コンベア



側面図



* 有効処理幅・装置寸法の変更は可能です。詳細はお問合せください。



【仕様】

装置名：ローラコンベア型エッチングマシン
 形式：SE-600STD
 装置架台：S/S角パイプ PVC角アングル溶接
 処理槽：耐熱PVC製(アイボリ)
 処理基材：最大幅 600 mm 以下
 最小長 150 mm 以上
 厚 0.1 ~ 3 mm
 処理速度：標準 0.6m / min.
 可変 0.2~2.4m / min.
 搬送系：スパイラルギアを用いた
 ローラコンベア方式
 EPTローラ φ15 60 mmピッチ
 装置寸法：2,760L x 1,450 W
 x 1,250H (突起物除く)
 重量：約 1,100 kg (稼動時)
 電源：3P-200V 約18 kW
 1次側 75A/125AF
 冷却水：TS接続 15A 0.05~0.4MPa
 排気：接続口径 75A x 2
 腐食性ミスト排気 毎分2,000L以上
 エッチング：上下円弧揺動機構付±15度
 循環スプレ 上下独立圧力調整機構付
 循環ポンプ 3.7kW x 2
 ノズルヘッド 上下 各5
 スプレノズル：全面円環撒水(フルコーン)
 14個/ノズルヘッド 計140個
 0.2MPa-3LPM/個
 エッチング温度：標準 50 ± 2 °C
 Max. 60 °C
 液ヒータ：チタン製 3P-200V 5kW x 2
 冷却コイル：チタン製 φ12
 循環タンク容量：Max. 600 L 常用 500L
 制御盤：別配置 耐腐食環境用PVC製BOX
 寸法 400L x 700W x 700H

USER	△	-	-				
------	---	---	---	--	--	--	--

客先名称		廠		設置名称	
				エッチングマシン	
新機作成日	D971006	MJT	1/20	記号事項	
最終検定日	D130620	承認	設計	形式 SE-600STD	
進和工業株式会社				管理番号 1306JSE-LV2	

ロールコンベア型 エッチングマシン 製作例



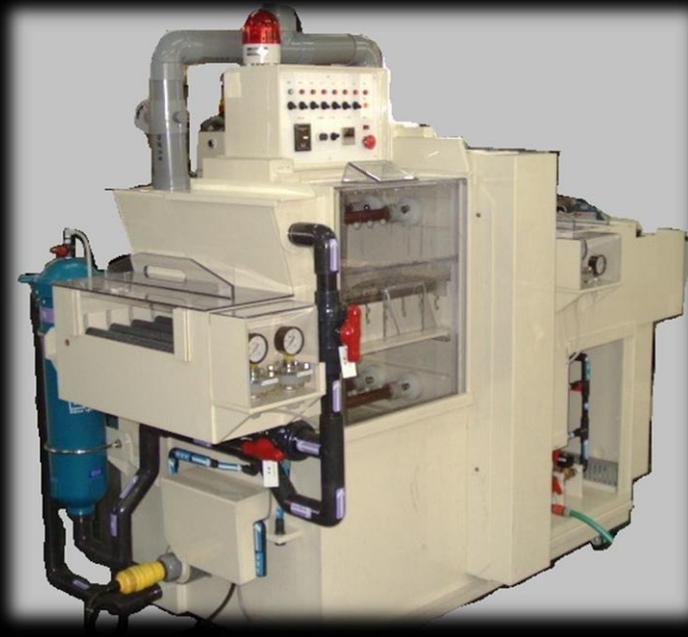
高温エッチングタイプ



R2R タッチパネル製造ライン



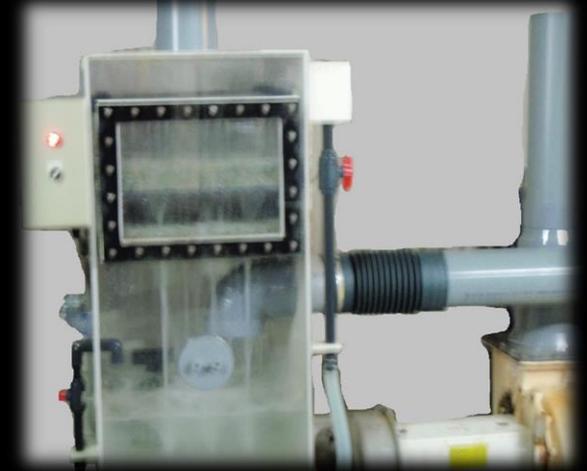
RFIDアンテナ回路のエッチング



ラボ用エッチングマシン



アルミニウム箔積層フィルムのエッチング



排気ガススクラバ（付帯設備）

* 電子デバイス製造装置も取り扱っています。詳細はお問合せ下さい。

製作装置例 抜刃用エッチングマシン



- シールラベル用抜刃（フレキシブル・ダイ）をフォトエッチング法で製作するエッチングマシンです。
- グラビア印刷のシリンダロール製版用エッチングマシンも製作可能です。詳細はお問合せください。

【塩化第2鉄系エッチング液】

塩化第2鉄溶液（通称：塩鉄）は金属用エッチング液として最も広範に使用されています。市販されている塩化第2鉄溶液の液比重は重ボーム（Be'）で表示されており、一般的には42~47 Be'の薬液が使用されています。塩化第2鉄溶液は38%前後の塩化第2鉄を含み第2鉄イオンが酸化剤として各種金属と反応し塩化第1鉄に還元されます。塩化第2鉄溶液を使用する際に念頭におかなければならない点を以下に掲げます。

1. エッチング処理に伴い第2鉄イオンが減少するのでエッチング速度は低下する。
塩化第2鉄液の再生は不可能ではないがコストが高い。一定処理毎に液の総交換が必要である。
2. 第2鉄イオン濃度が高い（比重が大きい）塩化第2鉄溶液は一般的にエッチング速度が遅い。
銅をエッチングする場合は液比重1.3前後（30 Be'）の溶解速度が最も高い。
3. エッチング速度に影響を及ぼすのは金属表層と液層間の拡散と考えた方がよい（拡散律速・液側物質移動律速）。
両面貫通パターンを形成する場合、被処理材質（SUS系等）によってはスプレー撒布状態が影響を及ぼす。
4. ニッケルの溶解量によってエッチング速度は大幅に低下する。第2鉄イオン濃度とニッケル濃度に相関関係がある。
安定的に作業をおこなう場合のニッケル濃度は0.5%程度、上限は1.5%程度である。一般的にニッケル合金やステンレス系材料をエッチングする場合には第2鉄イオン濃度が高く（比重が大きく）遊離塩酸濃度の低い塩化第2鉄溶液を選択するほうがよい。

温度条件や金属組成、スプレー撒布条件など様々な要因で変動しますが、42ボーム・45℃の塩化第2鉄溶液を用いた場合のエッチング速度は概ね下記の通りです（パターンニングをおこなう前提の数値です）。

銅系材料	:	30~40 μm / min.
ステンレス系材料	:	10~15 μm / min.

厚い基材のエッチングをおこなう場合には耐熱PVCで製作したエッチングマシンをタンデムで連結するなどの対応が必要となります。

【塩化第2銅系エッチング液】

塩化第2銅溶液はプリント配線基板のエッチング液として最も広く使用されています。最大の利点は塩酸・過酸化水素を用いてエッチング液の再生が可能な点であり、塩化第2銅エッチャント専用の薬液管理装置は様々なメーカーから販売されています。

10 μm 以上の銅基材をエッチングするのであれば最も使用しやすいエッチング液と言えます。

エッチング速度は温度条件やスプレ撒布条件など様々な要因で変動しますが、一般的にプリント配線基板のエッチング条件におけるエッチング速度は毎分20～30 μm です（パターンニングをおこなう前提の数値です）。

【その他 エッチング液】

銅箔表面をサブミクロンレベルでエッチング（表面粗化）する場合に使用されるエッチング剤（マイクロエッチング剤）としては、例えば「硫酸一過酸化水素水系」「過硫酸塩系（ペルオキソ2硫酸塩）系」などが挙げられます。

これらのエッチング剤は化学反応律速に近い挙動を示し（エッチング速度の温度依存性が高い）、薬剤の撒布状態に依存しない（エッチングマシンの機構に影響を受け難い）ので均一なエッチング特性が得易いといえます。

数十ミクロン以上の金属エッチング加工をおこなう場合の薬剤選定とサブミクロンレベルのエッチング加工をおこなう場合とでは、薬剤種の選定も異なります。真空製膜法で形成された金属膜のエッチング加工においてはエッチング加工に伴う金属膜の厚み変化（凹凸）よりもエッチングレジスト膜の凹凸の影響の方が遥かに大きいので、エッチング液の特性としては化学反応律速に近い挙動を示すエッチング剤を用いた方が有利です。

被処理材（基板）の上層は5～60 μm のエッチング液膜が形成されており、液の流れは層流という想定が実際のエッチング液の挙動に近いです。基材表面の凹凸が小さな薄膜エッチングは化学反応律速の支配がより強いので基板表層の液流れの影響は基板面に対して平行（即ち、水平面の液流）の寄与が若干影響を及ぼすイメージです。それに対して深い凹凸が形成される塩化第2鉄や塩化第2銅を用いたエッチング（サブトラクティブ）では凹凸が形成されるに伴い垂直方向の液流の寄与が重要となってくるイメージです。実際のエッチングに影響を及ぼしている基材と薬液の境界面の液の流速は、目視上の液の流れよりも遥かに遅い（1/5～1/10程度；毎秒数センチメートル程度）と考える方が現実に適合します。

【スプレ揺動機構（オシレーション）】

エッチングの揺動方式は主に円弧揺動式（スイング式）と平行移動式に大別できます。右図は円弧揺動式の一例です。

水平コンベア型エッチングマシンにおけるノズル揺動機構は特に基板上面側において有効とされており、その目的は

1. 個々のノズルの撒布面積を拡大し、面内均一性を図る
2. 上面部位の液溜りを軽減する

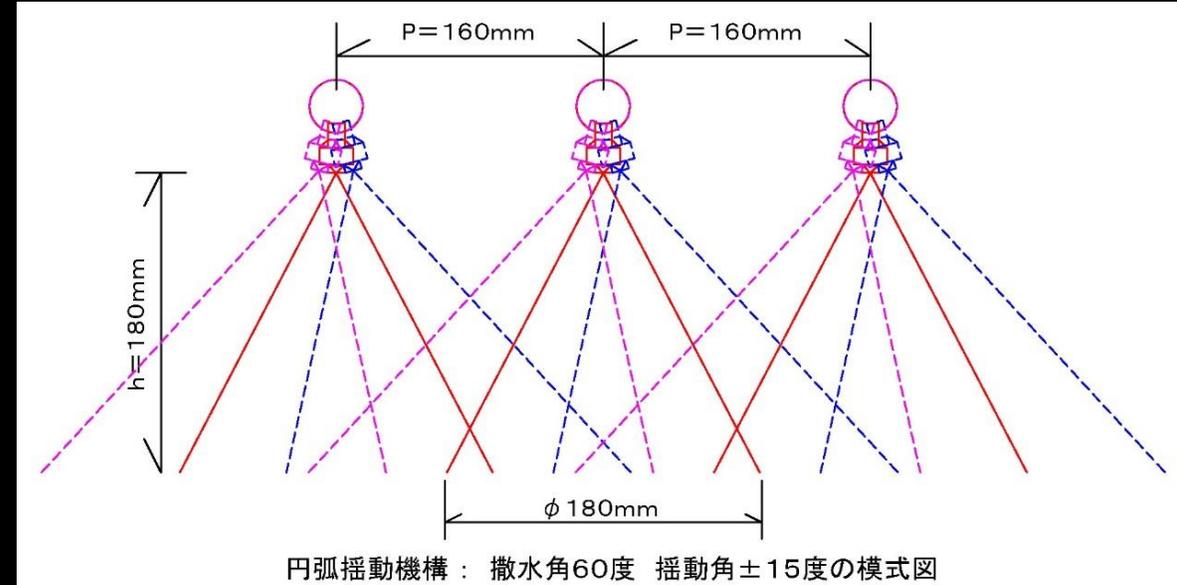
と考えられています。しかしながら、実際のエッチングにおいては固体-液境界面の流速は層流となっており、界面における流速はスプレ揺動による被処理材面の表層の流速よりも遥かに遅い、と考えるべきです（最表層の流速は見かけ上の流れで界面は更に遅い）。

過去の経験上、裏面側の揺動機構は大きな効果がありません。裏面側は水平方向の層流の影響が生じ難く、垂直方向の撒布状態がエッチング状態に反映され易い傾向があります。弊社が考える揺動機構の利点は以下の2点です。

- (A) 少ないノズル数量で広い撒布面積を確保する（即ち、流量調整パラメータをより少なくする）
- (B) 垂直方向の流速（噴霧量）が処理面内においてばらつかないようにする

水溶液は微視的に眺めると非常に粘性の高い液体であり、揺動機構によって界面の物質移動速度を大幅に改善することは困難です。被処理材上の水平方向の薬液の流れもエッチングのバラツキに影響を及ぼしますが、表層に凹凸が形成されてきた状態でより大きな影響を及ぼすのは垂直方向の流速です。薄膜材料のエッチングの場合、揺動機構に大きな利点はありません。

深い凹凸形状や深い貫通穴をエッチング加工する場合には、垂直方向の流量がより大きくなるようなノズルを採用するのも1つの方法です。実際に影響を及ぼすのはノズルの打力ではなく、流速です。ノズル圧力を2倍にしても撒布流量は1.4倍にしかなりません。流量を十分に確保できるのであれば、撒布流量がなるべく大きいノズルを選定すべきです。



【エッチングファクター】

「エッチングファクター」はエッチングの加工精度を評価するパラメータです。一般的なウエットエッチングは等方性エッチングなので厳密には被処理材の厚さよりも小さな孔加工を形成することはできませんが、深さ方向のエッチング促進を図ることで基材厚の7～8割の加工は可能です。

右にエッチングファクター（E F）の模式図を掲げました。E Fを議論する場合は同じレジスト膜厚・開口幅の値を比較しなければなりません。

E Fが重視されるのは比較的厚さの大きい基材を処理する場合は、例えば、半導体用リードフレーム（通称4 2アロイ）6 mil（150 μ m）基材の場合、開口幅が200 μ mよりも小さくなるとE Fは大幅に低下します。

弊社にて開口幅100～75 μ m、0.15mmのL F用基材で確認した結果4 2合金系でE F 2.2～1.8、銅合金系の場合E F 2.8～2.4程度です。エッチング加工速度は開口部に大きく依存する、という認識が重要です。E Fの情報はレジストマスクパターン設計において有益な情報となります。

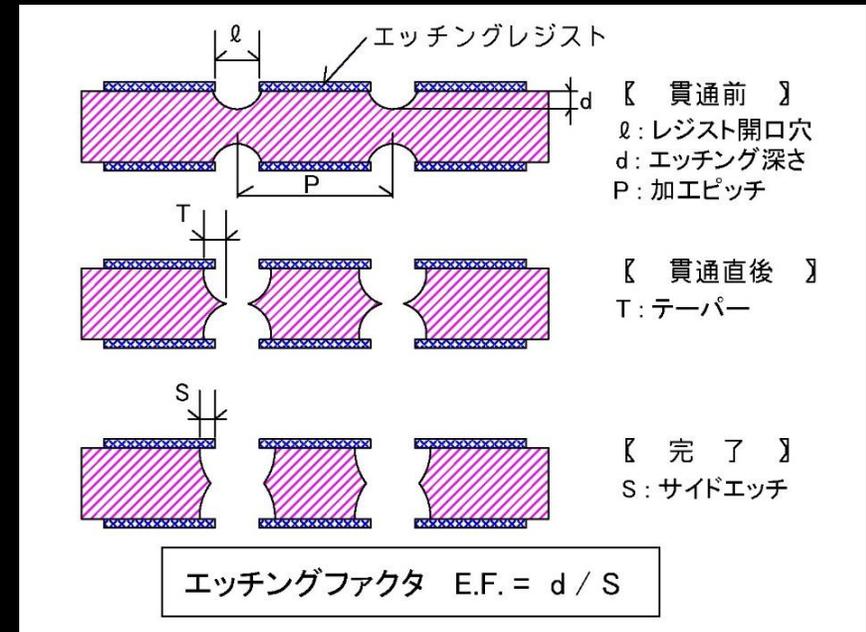
一般的なプリント配線板の場合、銅箔の厚さは～35 μ m前後が主流ですから60～90秒でエッチングが完了します。18 μ mの銅箔付基板を100～75 μ mの開口幅でE Fを評価した場合、概ね4～6程度の値となります。

現在主流のエッチングレジストであるドライフィルムを使用している場合、プリント配線基板の回路形成工程において最も大きな影響を及ぼすのはドライフィルムで形成されたレジスト幅（ライン幅）とスペースです。

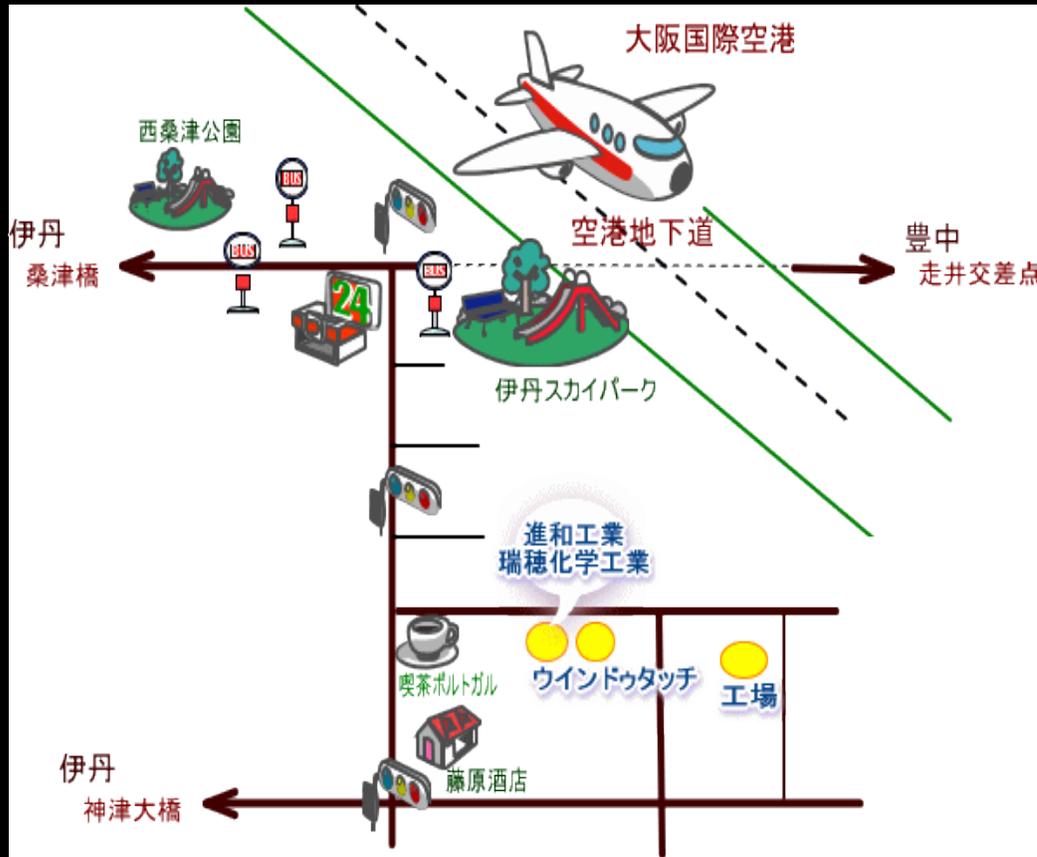
膜厚15 μ mのドライフィルムの加工限界の目安は大凡、以下の通りです。

- (A) 最小スペース 20 μ m
- (B) 最小ライン幅 8～10 μ m

18 μ m銅箔基板をエッチングする場合、 $L/S = 25/25\mu$ m程度が現実的な加工限界であると考えて下さい。



お問合せ Contact Us



- * 大阪国際空港（伊丹空港）より タクシー利用 約15分
- * JR伊丹駅・阪急伊丹駅より タクシー利用 約15分
- * JR伊丹駅・阪急伊丹駅・空港方面より 伊丹市営バス 最寄バス停 伊丹スカイパーク・上須古 徒歩15分
- * 阪神高速池田線 豊中北ICより 車で約10分
- * 中国池田IC・中国豊中ICより 車で約15分

進和工業株式会社

SHINWA IND. CO., LTD.

〒664-0842 兵庫県伊丹市森本8-24-2

Morimoto 8-24-2, Itami-City, Hyogo-Pref., Japan

TEL +81-72-779-6345 FAX +81-72-779-0505

E-mail info@shinwa-ind.com

URL <http://shinwa-ind.com/>

Copyright by SHINWA IND. CO., LTD.

FEB., 2015