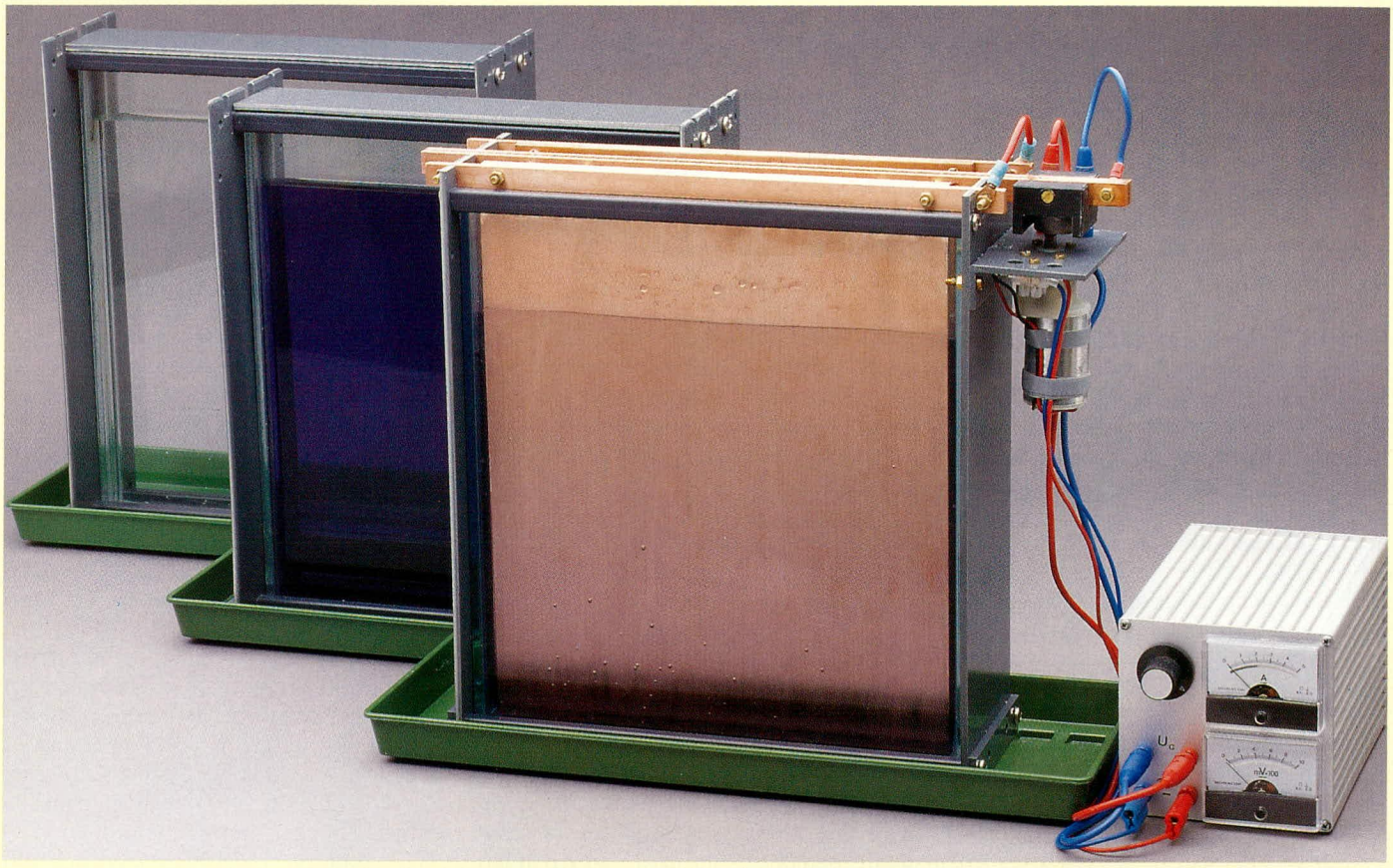


Von der Schaltung zur Leiterplatte Teil 7

Ein Verfahren zur Durchkontaktierung von doppelseitigen Leiterplatten, das verhältnismäßig einfach und preiswert durchführbar ist, beschreibt der vorliegende Artikel.

Allgemeines

Die Herstellung von doppelseitigen Leiterplatten war bislang eine sehr kostenintensive und aufwendige Angelegenheit, insbesondere auch, wenn es sich um kleine Stückzahlen oder gar nur um Einzelplatinen für Prototypen handelt. Selbst für mittelständische Betriebe ist die Anschaffung dieser speziellen Technik nur in wenigen Fällen rentabel, zumal auch die Betriebs- und die Entsorgungskosten für die erforderlichen Chemikalien beträchtlich sind.

Um dennoch auch bei kleinem Bedarf zu durchkontaktierten Leiterplatten kommen zu können, bieten zahlreiche industrielle Leiterplattenhersteller entsprechende Dienste an. Der Preis einer Platine kann dann je nach Ausführung und unter Berücksichtigung diverser Zuschläge einen Betrag von DM 1.000,- und darüber erreichen. Für den privaten Elektroniker, der für seine Entwicklung einmal eine durchkontaktierte Leiterplatte benötigt, ist dieser Weg kaum praktikabel und selbst der Etat von betrieblichen Entwicklungsabteilungen kann dadurch sehr strapaziert werden.

Eine Lösung für dieses Problem bietet die Firma Isert mit ihrem neuen Durchkontaktierungsverfahren an. Bei einem Systempreis von nur rund DM 1000,- ist dieses Verfahren selbst für viele Privatanwender geeignet.

Speziell entwickelt für die Durchkontaktierung zur Herstellung von Prototypen und Musterplatinen ist das Verfahren vergleichsweise einfach in der Handhabung, und es werden nur geringe Chemikalienmengen benötigt.

Besonders hervorzuheben ist die kurze Verfahrenszeit von nur rund 1,5 h für die Fertigung einer Leiterplatte mit der üblichen Kupferauflage von 35 µm.

Zur Herstellung von durchkontaktierten Leiterplatten mit der Isert-Durchkontaktierungs-Anlage werden folgende Materialien, Chemikalien und Geräte benötigt:

Materialien:
- **Umkehrfilm**
- **Doppelseitiges, fotopositiv-beschichtetes Basismaterial mit 5 µm Kupferauflage**
- **transparente Spezialfolie**

Chemikalien:
- **Entwickler A und B für Umkehrfilm**
- **Fixierung für Umkehrfilm**
- Natriumhydroxid (Entwickler u. Stripper)
- Natriumpersulfat (Ätzmittel)
- **Reinigungsbad**
- **Aktivierungsbad**
- **Galvanisierbad**

Geräte:
- Belichtungsgerät
- Entwicklerschale
- Ätzgerät
- **Reinigungsbehälter**
- **Aktivierungsbehälter**
- **Galvanisierbehälter**
- **Galvanik-Gleichrichter**

Für die eigentliche Herstellung der

Durchkontaktierung werden nur die fettgedruckten Positionen benötigt, während die übrigen grundsätzlich für die Herstellung von Leiterplatten Einsatz finden (siehe hierzu die Artikel „Von der Schaltung zur Leiterplatte" Teil 3 und 4 aus ELV 5/93 und 6/93).

Für die Belichtung des Basismaterials wird ein Film mit dem Negativ-Bild des Layouts benötigt, d. h. dort, wo sich später die Leiterbahnen befinden sollen, muß der Film lichtdurchlässig sein. Einige Layoutprogramme sind in der Lage, in Verbindung mit Laserdruckern und entsprechenden Folien direkt eine Negativ-Filmvorlage zu erstellen. Eine auf diese Weise erstellte Vorlage kann selbstverständlich direkt zum Belichten des Basismaterials dienen, wobei dann die Materialien und Chemikalien für die Herstellung des Negativ-Films nicht benötigt werden. In der Regel wird jedoch nur das bekannte Positiv-Film-Layout zur Verfügung stehen, daher beziehen wir die Erstellung des Negativ-Films mit in die nachfolgende Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte ein.

Prinzipielle Funktionsweise

Bevor wir zur detaillierten Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte kommen, soll zunächst das Fertigungsverfahren im Prinzip beschrieben werden.

Ein mit 5 µm beschichtetes Basismaterial wird zunächst beidseitig mit dem Negativ-Bild des Layouts belichtet, entwickelt und danach gebohrt. Diese Leiterplatte durchläuft anschließend ein spezielles Reinigungsbad und danach ein Aktivierungsbad.

Im Anschluß an diese vorbereiteten Maßnahmen wird die Platine in ein Galvanisierbad gegeben, wo nun die Leiterbahnen und die vom Fotolack unbedeckten Kupferflächen weiter aufgalvanisiert werden. Dort, wo sich später Leiterbahnen befinden, wird die vorhandene Kupferschicht bis auf die gewünschte Kupferstärke (üblicherweise 35 µm) aufgebaut. Bei diesem Prozeß werden auch die Innenwände der Bohrungen mit Kupfer überzogen.

Nachdem nun der Fotolack vollständig entfernt ist, folgt der letzte Arbeitsschritt. Hierzu wird die gesamte Leiterplatte in ein Ätzbad gegeben, und zwar so lange, bis die unverstärkten, also nicht aufgalvanisierten, Kupferpartien freigeätzt sind. Letztendlich bedeutet dies eine Gesamtabätzung von 5 µm Kupfer, da die ursprünglich von dem Fotolack geschützten Flächen eine Stärke von nach wie vor 5 µm aufweisen, während die eigentlichen Leiterbahnzüge auf 40 µm verstärkt wurden. Da von der gesamten Kupferfläche 5 µm abgeätzt werden, reduziert sich die Stärke der Leiterbahnen nun auf die Standarddicke von 35 µm.

Festzuhalten bleibt, daß aufgrund der wenigen Arbeitsschritte das Verfahren recht übersichtlich und einfach in der Handhabung ist.

Detaillierte Verfahrensbeschreibung

Nachdem wir im vorangegangenen Abschnitt die prinzipielle Funktionsweise dieses interessanten Durchkontaktierungsverfahrens betrachtet haben, wenden wir uns nun den einzelnen Arbeitsschritten im Detail zu.

1. Herstellung des Negativ-Layouts

Für die Herstellung einer Negativ-Layoutvorlage von einem üblichen vorhandenen Positiv-Leiterbahnbild steht ein spezieller Umkehrfilm zur Verfügung.

Der DIN-A4-Umkehrfilm ist UV-empfindlich. Es empfiehlt sich daher, bei gedämpftem Tageslicht zu arbeiten. Eine Dunkelkammer ist nicht erforderlich.

Zuerst wird der Umkehrfilm auf die gewünschte Größe zugeschnitten und anschließend mit der Positiv-Vorlage in das Belichtungsgerät eingelegt. Um eine optimale Randschärfe zu erzielen, ist es notwendig, die Schichtseite des Films auf die Vorlage zu legen.

Durch Abkratzen der Fotoschicht am Rand des Films ist die Schichtseite leicht zu bestimmen.

Liegen Layoutvorlage und Umkehrfilm korrekt übereinander, wird die Belichtung gestartet. Die Belichtungszeit beträgt ca. 10 sek. Nach dem Belichten wird der Umkehrfilm unverzüglich in das zuvor angesetzte Entwicklerbad gegeben. Dieses Bad und auch das anschließend benötigte Fixierbad wird gemäß den Angaben des Herstellers angesetzt, wobei die Handhabung einfach ist.

Die Verweilzeit im Entwicklerbad beträgt ca. 1 min., wobei die Entwicklerschale leicht hin- und herzubewegen ist. Sind die Leiterbahnen milchig-weiß und die übrigen Flächen tiefschwarz hervorgetreten, ist der Entwicklungsvorgang abgeschlossen.

Der Umkehrfilm wird nun aus dem Entwicklerbad genommen und in das ebenfalls schon vorher angesetzte Fixierbad eingelegt. Die zunächst noch milchig-weißen Leiterbahnzüge werden im Fixierbad nun langsam vollständig transparent, womit der Vorgang des Fixierens abgeschlossen ist. Aus dem Fixierbad entnommen, wird die Vorlage unter fließendem Wasser abgespült und anschließend getrocknet.

Auf diese Weise wird sowohl eine Negativ-Filmvorlage vom Leiterbahnbild der Bestückungsseite als auch von der Leiterbahnseite angefertigt.

2. Negativ-Layoutbild auf Leiterplatte bringen

Die beiden Negativ-Filmvorlagen (Leiterbahnbild von der Platinenober- und unterseite) sind nun gemäß Abbildung 23 mittels doppelseitigem Klebeband und einem Basismaterial-Streifen von 200 mm x 10 mm x 1,5 mm am unteren Rand deckungsgleich übereinander zu kleben. Alsdann wird das Basismaterial in die so vorbereitete Filmtasche eingelegt und diese am oberen Ende soweit gekürzt, daß vom Basismaterial ein ca. 20 mm breiter Streifen sichtbar ist (Abbildung 24).

Nach dem Belichten wird hier später die Fotoschicht entsprechend abentwickelt. Die so entstehende freie Kupferfläche dient später als Kontaktfläche für die Galvanisierschiene.

Im nächsten Arbeitsschritt wird die Schutzfolie beidseitig vom Basismaterial abgezogen und die Leiterplatte wiederum in die Layouttasche gemäß Abbildung 24 eingelegt. Anschließend sind nun beide Seiten der Leiterplatte zu belichten und zu entwickeln.

Die Vorgehensweise ist identisch mit den üblichen und bekannten Verfahren für die Herstellung von Leiterplatten in Fototechnik. Im „ELVjournal" 5/93 auf den Seiten 65-69 ist dies detailliert beschrieben.

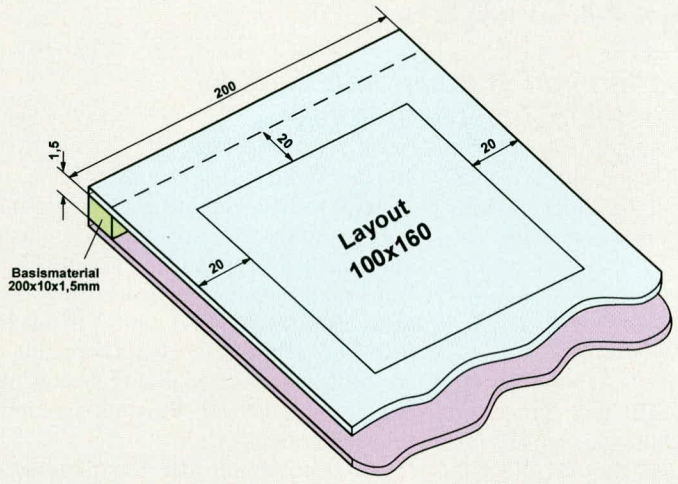
3. Leiterplatte bohren

Nachdem das Leiterbahnbild wie beschrieben auf das Basismaterial aufgebracht wurde, muß die Leiterplatte nun zunächst durch Anätzen gereinigt werden. Hierzu ist die Platine für ca. 15 sek. in das Ätzbad zu geben. Dieses Bad sollte eine Temperatur von ca. 45°C und eine Konzentration von 250 g Natriumpersulfat pro 1 Liter Wasser aufweisen. Natürlich kann der Ätzvorgang auch mit Ammoniumpersulfat, Eisen-III-Chlorid oder Salzsäure erfolgen. Die Ätzzeit muß hier entsprechend der Ätzgeschwindigkeit des verwendeten Ätzmittels angepaßt werden.

Beim Ätzen und auch beim nachfolgenden Arbeitsschritt ist besonders darauf zu achten, daß auf der Fotoschicht keine Kratzer entstehen. Kratzer im Fotolack führen bei diesem Verfahren zu Kurzschlüssen zwischen den Leiterbahnen und nicht zu Leiterbahnunterbrechungen, wie sonst üblich.

Nach dem Anätzen ist die Leiterplatte sofort unter fließendem Wasser abzuspülen und anschließend zu trocknen.

Zum Trocknen der Leiterplatte eignen sich besonders weiche Papier-Küchentücher. Alternativ kann die Trocknung auch mit einem Fön oder, wenn vorhanden, mit



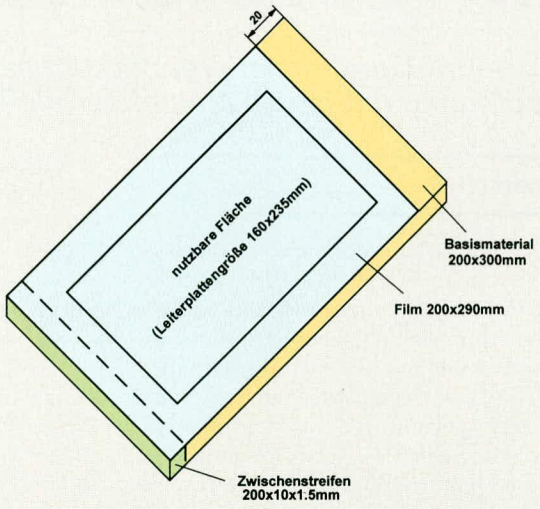


Bild 23 (oben): Aufbau der Filmtasche
Bild 24 (rechts): Filmtasche mit eingelegtem Basismaterial

trockener, ölfreier Druckluft erfolgen.

Nun wird die Leiterplatte auf beiden Seiten mit der transparenten Schutzfolie abgeklebt. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Folie faltenfrei und ohne größere Lufteinschlüsse aufgebracht wird. Der erhältliche Folienabroller erleichtert das vorschriftsmäßige Aufbringen der Spezialfolie erheblich.

Die Schutzfolie stellt einen wirksamen Schutz für die Leiterplatte gegen Beschädigung während der nachfolgenden Arbeitsschritte dar.

Kommen wir nun zum eigentlichen Bohren der Platine. Das Einbringen der Bohrungen erfolgt am besten mit einem geeigneten Ständerbohrgerät. Für die Qualität der Durchkontaktierungen ist die Beschaffenheit der Bohrung von entscheidender Bedeutung. Die richtige Drehzahl und die Verwendung von Vollhartmetall-Spiralbohrern ist hier unerläßlich. Nähere Informationen zum Bohren von Leiterplatten finden Sie im „ELVjournal" 1/94 auf den Seiten 29-31.

Beim Bohren wird die Schutzfolie beidseitig durchbohrt, und es muß darauf geachtet werden, daß die Bohrlöcher völlig frei sind.

4. Vorbereitung für die Galvanisierung

Zunächst wird die Leiterplatte mit der aufgeklebten und durchbohrten Schutzfolie in das zuvor angesetzte Reinigungsbad eingehängt.

Die Verweilzeit beträgt hier ca. 5 bis 10 min. Um eine bessere Durchspülung der Bohrlöcher zu erreichen, sollte die Platine ab und zu etwas bewegt werden.

Im Anschluß an das Reinigungsbad ist die Leiterplatte unter fließendem Wasser gut zu spülen, um dadurch die Chemikalienreste zu entfernen. Auf gar keinen Fall dürfen an der Leiterplatte haftende Reste des Reinigungsbades in das nachfolgende Aktivierungsbad gelangen, da dieses hierdurch sofort unbrauchbar würde.

Nach dem Trocknen der Platine (Papier-Küchentücher, Fön oder ölfreie Druckluft) wird diese in das Aktivierungsbad eingehängt. Die Temperatur des Bades muß zwischen 20°C und 30°C liegen. Auch hier beträgt die Verweilzeit ca. 5 bis 10 min. Zur besseren Durchspülung empfiehlt es sich, die Leiterplatte im Bad etwas zu bewegen.

Nach 5 bis 10 Minuten ist die Platine dem Bad zu entnehmen und gut abtropfen zu lassen, um sie anschließend gründlich unter fließendem Wasser abzuspülen.

Nun wird die Schutzfolie entfernt und die Leiterplatte abschließend nochmals gut gespült und getrocknet.

5. Aufgalvanisieren des Kupfers

Die vorbereitete Leiterplatte ist nun in die Galvanisierschiene einzuspannen und in das Galvanisierbad einzuhängen. Nachdem die elektrische Verbindung zwischen Galvanisierschiene und Motorgehäuse hergestellt ist (4 mm-Bananenstecker der Galvanisierschiene in die Bananenbuchse des Motorgehäuses einstecken), ist sofort der Galvanisiergleichrichter einzuschalten und eine Galvanisierspannung von 500 mV einzustellen. Der erforderliche Galvanisierstrom stellt sich automatisch ein. Er darf maximal 5 A betragen.

Um die übliche Leiterbahnstärke von ca. 35 µm zu erreichen, muß die Leiterplatte ca. 1 h im Galvanisierbad verbleiben, d. h. pro Stunde werden rund 35 µm aufgalvanisiert.

Nachdem die Leiterplatte dem Bad entnommen wurde, muß sie gut abtropfen, um anschließend wiederum gründlich unter fließendem Wasser gespült zu werden. Die Leiterplatte ist nun fertig durchkontaktiert.

Achtung:

Beim Wechsel zwischen den einzelnen Bädern muß die Leiterplatte sorgfältig unter fließendem Wasser gespült und anschließend getrocknet werden, damit es nicht zu einer Vermischung der einzelnen Bäder kommt. Die Verunreinigung eines Bades selbst in geringsten Mengen kann zu irreparabler Schädigung dieses Bades führen.

Im abschließenden Arbeitsschritt wird mit einer 4%igen Natronlauge (40 g Natriumhydroxid auf 1 l Wasser) der Fotolack der Leiterplatte entfernt und die Leiterplatte in das Ätzbad gegeben.

Es wird nun gleichmäßig von der gesamten Leiterplatte eine ca. 5 µm starke Kupferschicht abgeätzt, und zwar so weit, bis die Flächen zwischen den Leiterbahnen vollständig vom Kupfer befreit sind. In diesem Zusammenhang ist auf einen gleichmäßigen Ätzvorgang zu achten.

Beim abschließenden Spülvorgang kann die Leiterplatte mit feiner Stahlwolle abgerieben werden, um verbliebene Bohrgrate zu entfernen.

Die fertiggestellte, doppelseitig durchkontaktierte Leiterplatte kann nun in gewohnter Weise weiterbehandelt werden.

Obwohl sich das Isert-Durchkontaktierungsverfahren noch in der Enderprobung befindet, konnte sich ELV bereits von der Funktionalität dieses Systems überzeugen. Nach Abschluß der exakten Abstimmung der einzelnen Chemikalien ist die Isert-Durchkontaktierungsanlage voraussichtlich im Herbst dieses Jahres verfügbar und wird rechtzeitig bei ELV angeboten. ELV